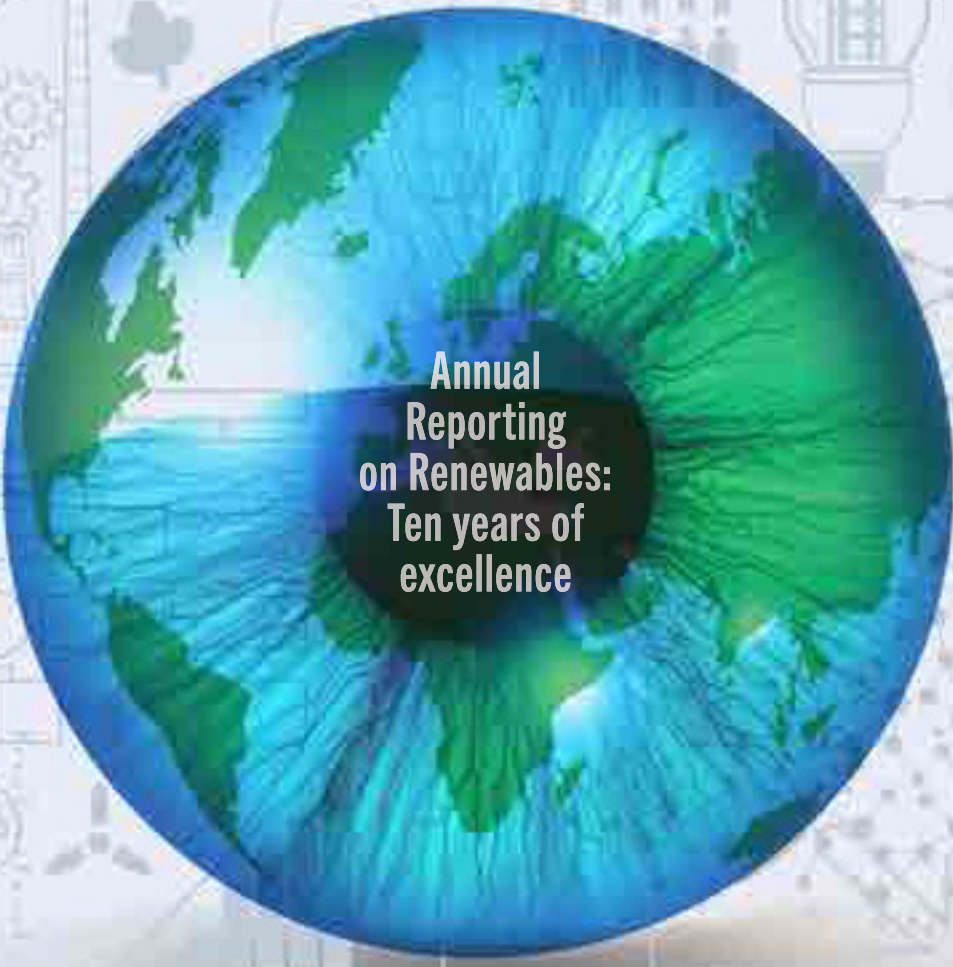




RENEWABLES 2015

GLOBAL STATUS REPORT

自然エネルギー世界白書 2015



Annual
Reporting
on Renewables:
Ten years of
excellence

2015

日本語版

翻訳: 認定NPO法人 環境エネルギー政策研究所 (ISEP)

Institute for
Sustainable
Energy
Policies

isep

認定NPO法人

環境エネルギー政策研究所

REN 21 運営委員会

産業団体

Ernesto Macías Galán
農村電化同盟（ARE）

Todd Foley
米国再生可能エネルギー評議会（ACORE）

Li Junfeng
中国再生可能エネルギー産業協会（CREIA）

Kane Thornton
クリーンエネルギー評議会（CEC）

Rainer Hinrichs-Rahlwes
欧州再生可能エネルギー連盟（EREF）

Steve Sawyer
世界風力エネルギー会議（GWEC）

Marietta Sander
国際地熱協会（IGA）

Richard Taylor
国際水力発電協会（IHA）

Heinz Kopetz
世界バイオエネルギー協会（WBA）

Stefan Gsänger
世界風力エネルギー協会（WWEA）

国際機関

Bindu Lohani
アジア開発銀行（ADB）

Piotr Tulej
欧州委員会（EC）

Robert K. Dixon
地球環境ファシリティ（GEF）

Paolo Frankl
国際エネルギー機関（IEA）

Adnan Z. Amin
国際再生可能エネルギー機関（IRENA）

Marcel Alers
国連開発計画（UNDP）

Mark Radka
国連環境計画（UNEP）

Pradeep Monga
国連工業開発機関（UNIDO）

Anita Marangoly George
世界銀行

NGO

Irene Giner-Reichl
持続可能なエネルギーに関するグローバル
フォーラム（GFSE）

Sven Teske
グリーンピース・インターナショナル

Emani Kumar
イクレイ持続可能性を目指す自治体協議会
南アジア事務所

飯田哲也
環境エネルギー政策研究所（ISEP）

Tomas Kaberger
自然エネルギー財団（JREF）

Ibrahim Togola
マリ フォルケセンター／自然エネルギーと持
続可能性のための市民連合（CURES）

Harry Lehmann
再生可能エネルギー世界会議（WCRE）

Athena Ronquillo Ballesteros
世界資源研究所（WRI）

Rafael Senga
世界自然保護基金（WWF）

無任所会員

Michael Eckhart
シティグループ株式会社

Mohamed El-Ashry
国連基金

David Hales
セカンド・ネイチャー

Kirsty Hamilton
チャタムハウス

Peter Rae
REN アライアンス

Arthouros Zervos
アテネ国立技術大学（NTUA）

各国政府

Mariangela Rebuá de Andrade Simões
ブラジル

Hans Jørgen Koch
デンマーク

Tania Rödiger-Vorwerk / Ursula Borak
ドイツ

Tarun Kapoor
インド

Øivind Johansen
ノルウェー

Lorena Prado
スペイン

Paul Mubiru
ウガンダ

Thani Ahmed Al Zeyoudi
アラブ首長国連邦

Nick Clements
英国

科学者および研究者

Nebojsa Nakicenovic
国際応用システム分析研究所（IIASA）

David Renné
国際太陽エネルギー学会（ISES）

Kevin Nassiep
南アフリカ共和国エネルギー開発研究所
（SANEDI）

Rajendra Pachauri
エネルギー資源研究所（TERI）

事務局長

Christine Lins
REN21

免責事項

REN21の発行誌や報告書は、自然エネルギーの重要性を強調し、自然エネルギー促進のための主要な論点について議論を喚起すべく、REN21が発表するものである。REN21のコミュニティによる考察や情報の賜であるが、当ネットワークの参加者がすべての点においてかならずしも見解が一致しているわけではない。本報告書の情報は作成時に著者らが有する最善のものであるが、REN21とネットワーク参加者たちが情報の精度と正確性の責任を負うものではない。

目次

序文	5
「自然エネルギーの年次レポート：卓越した10年間」	
21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク	6
謝辞	7
要旨	13
2014年の主要目標	15
上位5か国	16

01 第1章 世界の概要	22
電力部門	25
冷暖房部門	28
輸送部門	29
02 第2章 市場と産業の傾向	33
バイオマスエネルギー	33
地熱発電と熱利用	42
水力発電	47
海洋エネルギー	49
太陽光発電	52
集光型太陽熱発電（CSP）	58
太陽熱利用と冷房	59
風力発電	64
03 第3章 投資の流れ	73
経済地域別の投資	73
技術別の投資	76
種類別の投資	77
自然エネルギー投資の見通し	77
投資源	78
2015年はじめの投資傾向	79
04 第4章 政策の展望	80
発電	80
熱利用と冷房	86
交通	89
都市や地方自治体の政府	90

05 第5章 エネルギーアクセスのための分散型自然エネルギー	96
農村地域におけるエネルギーアクセスの状況	96
分散型自然エネルギー技術	98
政策の発展	99
金融と投資	102
ビジネスモデル	103
06 第6章 エネルギー効率：自然エネルギーとの対の柱	106
建築物と設備	109
交通	110
産業	111
エネルギー効率化の推進政策	112
自然エネルギーとエネルギー効率化の統合推進政策	113
07 第7章 気候変動適応のための自然エネルギー利用	115
自然エネルギーのレジリエンスの増加	115
確実なエネルギーサービスのための自然エネルギー	116
前へと進むために	117

表参照	118
方法論に関する注釈	170
用語集	172
エネルギー単位と換算	178
略語一覧	179
日本語版作成にあたって	180

本報告書の引用	
REN21. 2015.	
Renewables 2015 Global Status Report	
(Paris: REN21 Secretariat).	
ISBN 978-3-9815934-6-4	

表

表1.世界の自然エネルギーにおける 産業別の直接雇用および間接雇用の推計	32
表2.自然エネルギー技術の現況：特性とコスト	70
表3.自然エネルギー促進政策	93
表4.生産エネルギーサービスと 経済発展のための分散型自然エネルギー	99

補足欄

補足1.注目地域：東アジア	24
補足2.エネルギーシステムの改革：電力システムの転換	27
補足3.自然エネルギーの雇用	31
補足4.自然エネルギーデータ：分散型の設備容量と生産量	34
補足5.持続可能性についての特集： 水・エネルギー・食糧・安全保障の結合（連環）	51
補足6.競争入札・入札：政策設計の傾向	83
補足7.建物と地域熱供給ネットワークのための 統合的な自然エネルギーの熱利用と冷房に関する政策	88
補足8.革新的な分散型自然エネルギー技術の登場	101
補足9.女性と分散型自然エネルギー	104
補足10.エネルギー効率に関するデータの現況	108

表参照

表R1.世界の自然エネルギー発電容量と バイオマス燃料生産（2014年）	118
表R2.自然エネルギーの発電容量 世界統計と上位地域／国（2014年）	119
表R3.木質ペレットの世界貿易（2014年）	120
表R4.世界のバイオ燃料生産 上位16か国とEU28か国（2014年）	121
表R5.世界の地熱発電容量と新規導入量 上位6か国（2014年）	122
表R6.世界の水力発電容量と新規導入量 上位6か国（2014年）	123
表R7.世界の太陽光発電容量と新規導入量 上位10か国（2014年）	124
表R8.世界の集光型太陽熱発電（CSP）設備容量と新規導入分 （2014年）	125
表R9.世界の太陽熱温水器設備容量と新規導入量 上位12か国（2013年）	126
表R10.風力発電設備容量と新規導入量 上位10か国（2014年）	127
表R11.自然エネルギーへの投資の世界的傾向 （2004～2014年）	128
表R12.自然エネルギーの一次および最終エネルギーにおける割合 （2012／2013の実績および目標値）	129
表R13.発電量における自然エネルギーの割合 （2013年の実績および目標）	132
表R14.熱利用と冷房における近代的自然エネルギーの割合 （2013年の実績と目標）	134
表R15.その他の自然エネルギー目標	135
表R16.固定価格買取制度（FIT）を採用している 国／州／地域の累計数と2014年の政策改訂	145
表R17.RPS／クォータ政策を採用している 国／州／地域の累計数	147
表R18.国および州／地域のバイオ燃料混合規制	148
表R19.都市および地域のエネルギー政策：主な事例	149
表R20.地域および国別電力アクセス	151
表R21.調理用エネルギー源を伝統的なバイオマスに 依存している人口	155
表R22.分散型自然エネルギーの市場と導入量の例	157
表R23 エネルギーアクセスを高めるプログラムの いくつかの例	165
表R24 エネルギーアクセスを促進するネットワークの いくつかの例	168

図

図1.世界の最終エネルギー消費における 自然エネルギーの割合（2013年、推計値）	22
図2.自然エネルギー設備容量とバイオマス燃料生産の 年間平均成長率（2009年末～2014年末）	23
図3.世界の電力供給における 自然エネルギーの割合（2014年末、推計値）	26
図4.自然エネルギー発電設備容量 世界合計、 EU28か国、BRICS、上位7か国（2014年）	28
図5.自然エネルギーによる雇用	32
図6.バイオエネルギー変換経路	33
図7.木質ペレットにおける貿易の流れ	35
図8.世界のバイオマス資源の熱利用と発電の割合（2014年）	37
図9.エタノール、バイオディーゼル、水素化植物油の 世界の生産量	37
図10.世界の木質ペレットの国別、地域別生産量 （2004年～2014年）	37
図11.世界のバイオ燃料原料の価格 （2005～2014年、2014年月別）	41
図12.地熱追加発電容量、国別割合	43
図13.地熱発電容量および追加容量 上位10か国とその他の地域（2014年）	43
図14.世界の水力発電設備容量 上位6か国の割合およびその他の地域の割合	52
図15.水力発電容量および追加容量、 2014年の新規容量上位6か国	52
図16.世界の太陽光発電設備容量 2004年～2014年	53
図17.太陽光発電設備容量および追加容量 上位10か国（2014年）	53
図18.世界の集光型太陽熱発電設備容量 2004年～2014年	58
図19.世界の太陽熱利用システム設備容量 上位10か国とその他の地域の割合（2013年）	61
図20.太陽熱利用システム追加容量 上位12か国（2013年）	61
図21.世界の太陽熱利用システム設備容量 （2004年～2014年）	61
図22.世界の風力発電総設備容量（2004年～2014年）	65
図23.風力発電設備容量および追加容量 上位10か国（2014年）	65
図24.風力タービン製造上位10社による 市場占有率（2014年）	65
図25.世界の自然エネルギー発電と燃料への新規投資額 先進国／発展途上国（2004年～2014年）	73
図26.地域別の自然エネルギー発電と燃料への世界の新規投資額 （2004年～2014年）	74
図27.技術別の自然エネルギーへの世界の新規投資額 先進国／発展途上国（2014年）	76
図28.自然エネルギー政策目標を持つ国々（2015年はじめ）	82
図29.自然エネルギー政策と目標を持つ国々（2005年）	82
図30.自然エネルギー政策を持つ国の数、政策手法別 （2011年～2015年はじめ）	82
図31.自然エネルギー政策を持つ国々の所得階層別の割合 （2004年～2015年はじめ）	84
図32.自然エネルギー政策を持つ発展途上国と新興国 （2004年、2009年、2015年はじめ）	85
図33.技術別の自然エネルギーによる熱利用と冷房を義務付けた 国の数（2011年～2015年はじめ）	86
図34.（技術別）輸送分野での自然エネルギー利用を義務付けている 国の数（2011年～2015年はじめ）	90
図35.世界の電力アクセスと 地域ごとのアクセスの不足（2012年）	97
図36.世界の低公害型調理へのアクセスと 地域ごとのアクセスの不足（2012年）	97
図37.世界のエネルギー強度（1990年～2013年）	107
図38.輸送部門における国家や地域ごとのエネルギー強度 （2000年、2005年、2010年、2013年）	110
図39.産業部門における国家や地域ごとのエネルギー強度 （2000年、2005年、2010年、2013年）	111

序文

自然エネルギー世界白書2015は、同シリーズの中で10番目の刊行となる。35ページのレポートから始まり、現在250ページ以上にわたるようになった白書の進展は、過去10年間の自然エネルギー発展の広がりや深さを反映するものである。

2014年、原油価格の低下や世界的なエネルギーの消費と並行して自然エネルギーは成長を続けた。エネルギー利用の拡大にもかかわらず、エネルギー消費に関連した世界のCO₂排出量は、世界経済が成長する中でも年間を通して大きな変動はなかった。

こうした経済成長とCO₂排出量増大の「デカップリング」（切り離し）は画期的なことで、中国での自然エネルギー利用の急拡大と、OECD諸国がエネルギーの効率化と自然エネルギーの利用拡大を同時に推進していることが主な要因である。今年の後半にはバリにおいてCOP21が開催されるが、ここでは各国が自然エネルギーおよびエネルギー効率化への将来の投資の位置づけを設定し、気候変動緩和策への取り組みを公表もしくは確約することになる。2014年の実績は、この会議の前進に特に寄与するものになるだろう。

自然エネルギーがエネルギー資源の主流の1つになりつつあることは明らかである。しかしながら、今回の白書は自然エネルギー導入の進歩を明確に記録している一方で、特に冷暖房や輸送の分野で大きな未利用のポテンシャルを残していることも示している。それでも、より野心的な目標、革新

的な政策の施行により、自然エネルギーはさらに期待を超えて、クリーンなエネルギーの未来をつくり続けることが出来るだろう。

自然エネルギー世界白書は、強靱でダイナミックな自然エネルギー専門家たちのコミュニティに基づいて作成される。自然エネルギー市場や産業、政策展望においてもっともよく参照される本報告書は、REN21への貢献者、研究者や著者たちによる業績の結晶である。本報告書が真に国際的かつ協調の成果となるよう支援した、500を超える貢献者による拡大を続けるネットワークに深く感謝する。ここにはあらゆる著者、研究者や校閲者が含まれている。

また、REN21事務局を代表して、自然エネルギー世界白書2015が無事に出版できるように貢献してきた研究ディレクターであり主筆のJanet Sawin、各章の著者、本報告書プロジェクトマネージャーのRana Adib、REN21事務局のチーム全体を含むすべての人に感謝の辞を述べたい。

2014年に実証された通り、自然エネルギーはエネルギー効率化との統合に見られるように、その普及と利用量を増大させている。ただし依然として、全体のエネルギー構成におけるシェアは20%を超えていない。クリーンで現代的な自然エネルギーサービスへのアクセスを2030年までに誰もが保証されるには、変化が求められる。



Arthouros Zervos、REN21会長

「自然エネルギーの年次レポート：卓越した10年間」

REN21による自然エネルギー世界白書は、自然エネルギー市場・政策枠組み・産業の大きな変化を年ごとに把握し、国際的に公表する。それぞれ、入手可能なもとも新しい情報を提供するため、公式・非公式なデータを活用している。タイムリーに、かつ定期的に更新される信頼性が高い自然エネルギーのデータは、意思決定者たちにとっての基準の形成、エネルギー部門における自然エネルギーの役割が拡大していることの証明、自然エネルギーへの移行の現実性の主張などに用いられる、必要不可欠なものである。

本年の自然エネルギー世界白書は、REN21の報告において10年目を記録するものである。

過去10年の間、本報告書は、テーマおよび地域の対象範囲やデータ収集の改良を、視野と深度の両面において拡大してきた。数千のデータ地点、数百の資料の活用、世界中の専門家たちの個人的なコミュニケーションは、体系的なデータとして収集され、自然エネルギー世界白書はその賜物となる。500を超える専門家たちによる、マルチステークホルダー型のコミュニティから恩恵を得た。

10年を経て、自然エネルギー世界白書は世界の自然エネルギー市場・産業・政策展望において最も参照される報告書としての地位を確立した。

21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク

REN21は、主要な関係者を広く結びつける、世界の自然エネルギー政策に関する多様な主体のネットワークである。REN21の目標は知識の交換、政策の発展、自然エネルギーへの迅速な世界的移行に向けた共同行動を促進することである。

REN21は、互いに学び、自然エネルギーを発展させるような成功を積み重ねるために政府、非政府組織、科学・学術機関、国際機関、産業界をまとめあげる。政策形成を支援するために、REN21は良質な情報を提供し、議論や討論を促し、テーマごとのネットワークの発展を支援している。

REN21は、自然エネルギーに関する包括的かつタイムリーな情報の収集を促進する。これらの情報は官民両部門のアクターからの多様な視点を反映しており、自然エネルギーに関する根拠のない風説を払いのけ、政策変化の触媒となるものである。

Ren21は下記の一貫した6つの取り組みを行う。

自然エネルギー世界白書（GSR）

2005年に初めて発表されて以来、自然エネルギー世界白書（GSR）は、500人以上に及ぶ著者や貢献者、校閲者などの国際的なネットワークの協力を得て、真に協同的な成果と言えるまでになった。今日、本書は最も頻繁に参照される自然エネルギーの市場や産業、政策動向に関する報告書である。

地域報告書

これらの報告は、ある特定の地域における自然エネルギーの発展を詳しく述べている；この報告書は地域のデータ収集の過程や十分な情報に基づいた政策決定にも役立っている。

自然エネルギー・インタラクティブ・マップ

自然エネルギー・インタラクティブ・マップは、国際的な自然エネルギーにおける発展状況を追跡するための研究ツールである。それは最新の市場や政策の情報、国家の公開可能な詳しい分析結果を定期的に提供することで本報告書の視点や調査結果を補足している。

世界自然エネルギー未来白書

REN21は、特定のテーマ分野において、未来の自然エネルギーに関して起こり得る可能性を描いた報告書を出版している。

自然エネルギーアカデミー

REN21自然エネルギーアカデミーは成長を続けるREN21の貢献者コミュニティにおける活発な情報交換の機会を提供している。そして、それは未来志向の政策のアイデアを生み出すための場を提供し、主に自然エネルギーへの転換に関する問題に参加者が積極的な貢献ができるようにしている。次回のREN21自然エネルギーアカデミーは2016年秋に開催される。

国際自然エネルギー会議（IRECs）

国際自然エネルギー会議（IRECs）は高官が参加する政治会合の一つである。自然エネルギー部門に特化しており、隔年で開かれるIRECは中央政府機関が主催し、REN21が開催している。SAIREC 2015は南アフリカで2015年の10月4日から7日に開催される。

謝辞

本報告書は、REN21が主体となり、研究パートナーたちとの世界規模のネットワークと共同で制作されたものである。ドイツ連邦経済協力開発省（BMZ）、ドイツ連邦経済・エネルギー省（BMWi）、そして国連工業開発機関（UNIDO）によって資金的サポートが提供された。また、本報告書のための研究の大部分は、ボランティアを基本に行われている。



「すべての人のための持続可能なエネルギー」
国連事務総長の「すべての人のための持続可能なエネルギー」イニシアティブは、2030年までに「すべての人の近代的なエネルギーサービスへのアクセス確保」、「世界的なエネルギー効率の改善率倍増」、「世界のエネルギーミックスにおける自然エネルギーの割合の倍増」を実現するための国際的な運動を起こそうとしている。REN21の自然エネルギー世界白書2015は、エネルギーアクセスを向上させるために自然エネルギーが果たす役割を示すことでこのイニシアティブに貢献している。主に発展途上国出身の地域専門家による情報に基づく分散型自然エネルギーの章では、自然エネルギーが必要とされるエネルギーサービスをどのように提供し、現代的な調理方法や熱利用／冷房、電気技術を通して生活水準の向上にどのように貢献しているかが記されている。新たに立ち上げられた「すべての人のための持続可能なエネルギーの国連の10年（2014年～2024年）」が明らかにしているように、REN21はSE4ALL イニシアティブと共にこの3つの目標を達成するために取り組んでいく。

研究ディレクターおよび主筆

Janet L. Sawin 主筆者および編集者（スナナ研究所）
Freyr Sverrisson（スナナ研究所）
Wilson Rickerson（Meister Consultants Group）

分野ごとの著者

Christine Lins（REN21事務局）
Evan Musolino（ワールドウォッチ研究所）
Ksenia Petrichenko（Copenhagen Center on Energy Efficiency, C2E2）
Wilson Rickerson（Meister Consultants Group）
Janet L. Sawin（スナナ研究所）
Kristin Seyboth（KMS Research and Consulting）
Jonathan Skeen
Benjamin Sovacool（Danish Center for Energy Technology）
Freyr Sverrisson（スナナ研究所）
Laura E. Williamson（REN21事務局）

スペシャル・アドバイザー

Frank Wouters（Wouters Ltd.）

REN21プロジェクト運営およびGSRコミュニティ運営

組織調整：Rana Adib（REN21事務局）
Hannah E. Murdock（REN21事務局）

研究支援およびコミュニケーション支援（REN21事務局）

Martin Hullin
Ayla Reith
Alana Valero
Laura E. Williamson

編集・デザイン・レイアウト

編集：Lisa Mastny（ワールドウォッチ研究所）
weeks.de Werbeagentur GmbH, デザイン

制作

REN21事務局（フランス、パリ）

名誉主筆

Eric Martinot（環境エネルギー政策研究所）

注：一部の研究者は本報告書において一つ以上の範囲で貢献している。重複を避けるため、そうした例については各人が最も情報を提供したグループに記名している。多くの場合、各国・各地域・各テーマの研究者は世界自然エネルギー白書（GSR）の校閲・検証プロセスにも参加している。

地域の共著者（途上国における分散型自然エネルギー）

Allison Archambault（Earth Spark International）
Malik M. Jolly（Grassroots and Rural Innovative Development PVT. LTD, GRID India）
Francis Kemausor（Kwame Nkrumah University of Science and Technology, KNUST）
Lâl Marandin（Producción de Energía Limpia）

補足の著者

Joy S. Clancy（トゥヴェンテ大学 / ENERGIA）
Christopher Dent（リーズ大学）
Zuzana Dobrotkova
Rabia Ferroukhi（国際再生可能エネルギー機関（IRENA））

各地域の主要研究者

中央・東ヨーロッパ
Ulrike Radosch（Austrian Energy Agency, enerCEE）

東および南アフリカ

Mark Hankins, Dennis Kibira, Karin Sosis（African Solar Designs）； Joseph Ngwawi（Southern Africa Research and Development Centre, SARDC）

西アフリカ諸国経済共同体（ECOWAS）

Contributors to the ECOWAS Renewable Energy and Energy Efficiency Status Report (REN21発行)

ラテンアメリカとカリブ海

Gonzalo Bravo (Fundación Bariloche) ; Arnaldo Vieira de Carvalho (Inter-American Development Bank, IDB)

中東および北アフリカ

Tarek Abdul Razek (Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, RCREEE)

太平洋諸国

Mina Weydahl (国連開発計画 (UNDP))

サブサハラアフリカ

Detlef Loy (Loy Energy Consulting)

世界自然エネルギー投資動向白書 (GTR) (以前の名称は世界持続可能エネルギー投資動向白書: Global Trends Sustainable Energy Investment) は、2011年にフランクフルトスクールと国連環境計画 (UNEP) の環境・自然エネルギーファイナンス協力センターから初めて出版された。この年報は、以前は2007年から国連環境計画 (UNEP) 自然エネルギーファイナンス・イニシアティブ (SEFI) で作成されていた。これは、自然エネルギーへの世界中の投資を把握し、出版する取り組みの成果であった。この権威ある年間レポートの最新版は、自然エネルギー電力・燃料における財政の最も直近の開発、動向、兆候を伝えている。これは、投資・技術・経済の各分野に影響する問題を追究するものである。GTRは、ブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンスと共同で作成され、REN21の自然エネルギー世界白書 (GSR) の姉妹出版物である。最新版は2015年3月に公開され、www.fs-unep-centre.orgでダウンロードすることができる。

各国の研究者

アルジェリア

Samy Bouchaib (Renewable Energy Development Center Algeria)

オーストラリア

Michael Cochran (Ecco Consulting Pty Ltd.)

バングラデシュ

Shahriar Ahmed Chowdhury (United International University) ; Sebastian Groh (MicroEnergy International) ; Mahmood Malik (Infrastructure Development Company Limited, IDCOL)

ベルギー

Michel Huart (Association for the Promotion of Renewable Energy)

ブータン

Karma Tshering, Tandim Wangmo (Ministry of

Economic Affairs, Royal Government of Bhutan)

ボリビア

Ramiro Juan Trujillo Blanco (TRANSTECH)

ブラジル

Suani T. Coelho, Maria Beatriz Monteiro (CENBIO) ; Diego Oliveira Faria (Brazilian Ministry of Mines and Energy) ; Camila Ramos (Clean Energy Latin America)

ブルガリア

Georgi Jetchev (中央ヨーロッパ大学)

ブルキナファソ

Yonli Banséli (Ministère des Mines et de l'Énergie / Direction Générale de l'Énergie) ; Francis Sempore (International Institute for Water and Environmental Engineering)

ブルンジ

Jean-Marie Nibizi (Services to Humanity for Integration, Neighbourliness and Equity, SHINE)

カナダ

Pierre Lundahl (Canadian Hydropower Association)

チャド

Ann Kanmegne Mbah (Association pour la Gestion Durable de l'Environnement et le Développement)

チリ

Cristian Cortes, Andreas Häberle, Alan Pino (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems Chile, ISE) ; Rodrigo Escobar (Fraunhofer ISE / Pontificia Universidad Católica de Chile)

中国

Hongmin Dong (Chinese Academy of Agricultural Sciences) ; Frank Haugwitz (Asia Europe Clean Energy Solar Advisor) ; Amanda Zhang Miao (中国再生可能エネルギー産業協会 (CREIA))

コロンビア

Javier E. Rodríguez (Unidad de Planeación Minero Energética)

コスタリカ

Mauricio Solano Peralta (Trama TecnoAmbiental)

キューバ

Julio Torres Martinez (Centro de Investigaciones de la Economía Mundial)

エクアドル

Eduardo Noboa (Instituto Nacional de Eficiencia

Energética y Energías Renovables)

エジプト

Mohammed El-Khayat (New & Renewable Energy Authority)

エストニア

Raul Potisepp (Estonian Renewable Energy Association)

フィジー

Atul Raturi (南太平洋大学)

フランス

Romain Zissler (自然エネルギー財団 (JREF))

ジョージア (グルジア)

Murman Margvelashvili (Georgia Institute of Energy Studies)

ドイツ

Peter Bickel, Thomas Nieder (Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, ZSW)

ガーナ

Daniel Kofi Essien (Renewable Energy Learning Partnership)

グアテマラ

Maryse Labriet (Eneris Environment Energy Consultants)

イタリア

Luca Benedetti, Noemi Magnanini, Estella Pancaldi, Paolo Liberatore, Silvia Morelli (Gestore dei Servizi Energetici, GSE) ; Alex Sorokin (InterEnergy) ; Riccardo Toxiri (Study and Statistics Unit)

インド

Naomi Bruck (Lighting Asia Program India) ; Anjali Garg (国際金融公社 (IFC)) ; Shirish Garud (TERI) ; Jyoti Gulia, Jasmeet Khurana (Bridge to India) ; Sadanand Kadiyam, Rohith Krishna, Abhijeet Kumar (Great Lakes Institute of Management) ; Michael Lytton (Lytton Consulting) ; Bikash Kumar Mallick (Gandhi Institute for Education and Technology, Odisha) ; Pallav Purohit (国際応用システム分析研究所 (IIASA)) ; Kartikeya Singh (フレッチャー法律外交大学院、タフツ大学)

インドネシア

Nimas Puspito Pratiwi (Warung Energi)

イラン

Shahriar Jalaei (Renewable Energy Organisation of

Iran)

イスラエル

Gadi Hareli (Israeli Wind Energy Association)

日本

木村啓二、大林ミカ、分山達也 (自然エネルギー財団 (JREF))
松原弘直 (環境エネルギー政策研究所 (ISEP))

ジャマイカ

Ruth Potopsingh (テクノロジー大学)

ヨルダン

Samer Zawaydeh (Association of Energy Engineers)

ケニア

Robert Pavel Oimeke (Energy Regulatory Commission)

マダガスカル

Herivelo Ramialiarisoa (Ministère de l' Energie et des Hydrocarbures)

マレーシア

Wei-nee Chen and additional staff of SEDA (Sustainable Energy Development Authority Malaysia) ; Wong Pui Wah and additional staff of MIGHT (Malaysian Industry-Government Group for High Technology)

モンゴル

Myagmardorj Enkhmend (Mongolian Wind Energy Association)

モロッコ

El Mostafa Jamea (MENA Renewables and Sustainability) ; Philippe Lempp (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GIZ)

ネパール

Mukesh Ghimire (Alternative Energy Promotion Centre)

ニュージーランド

Molly Melhuish, Ian Shearer (Domestic Energy Users' Network)

ノルウェー

Ånund Killingtveit (Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet)

パキスタン

Faiz Bhutta (Solar Institute) ; F H Mughal (Independent Consultant) ; Irfan Yuosuf

(Alternative Energy Development Board)	Sopitsuda Tongsopit (Energy Research Institute)
ペルー Gabriela Pella (Energia Sin Fronteras)	トーゴ Sossouga Dosse (Amis des Etrangers au Togo)
フィリピン Ferdinand Larona (GIZ)	チュニジア Khadija Dorra Esseghairi (Arab Platform for Renewable Energy and Energy Efficiency)
ポーランド Oliwia Mróz, Izabela Kielichowska (Polish Wind Energy Association)	ウクライナ Andriy Konechenkov (Ukrainian Wind Energy Association)
ポルトガル Susana Serodio (Associação Portuguesa de Energias Renováveis)	ウルグアイ Staff (Ministry of Industry, Energy and Mining)
ルワンダ Sam Dargan (Great Lakes Energy)	ベネズエラ Oguier Garavitto (Universidad del Zulia) ; Germán Massabié (Independent Scholar)
セルビア Ilija Batas Bjelic (ベオグラード大学)	テーマ別研究者
シエラレオネ Said Bijary (Independent Consultant)	バイオマスエネルギー Sribas Bhattacharya (Indian Institute of Social Welfare and Business Management) ; Adam Brown (国際エネルギー機関 (IEA)) ; Helena Chum (NREL) ; Heinz Kopetz, Bharadwaj Kummamuru (世界バイオエネルギー協会 (WBA)) ; Lizzy Igbine (Nigerian Women Agro Allied Farmers Association) ; Patrick Lamers (Idaho National Laboratory) ; Agata Prządka (European Biogas Association) ; Meghan Sapp (Partners for Euro-African Green Energy, PANGEA) ; Ralph Sims (マッセー大学) ; Anne Velentuf (CES Energy)
シンガポール Ho Hiang Kwe (Energy Studies Institute)	気候政策と自然エネルギー Jan Burck (Germanwatch) ; Robert Dixon (地球環境ファシリティ (GEF)) ; David Fullbrook (Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd) ; Kirsty Hamilton (Chatham House) ; Craig Hooper (NextNavy.com) ; Silvia Kreibiehl (Frankfurt School – UNEP Centre for Climate & Sustainable Energy Finance) ; Ugan Manandhar (世界自然保護基金 (WWF)) ; Axel Michaelowa (Perspectives) ; Anne Olhoff (UNEP and Technical University of Denmark Partnership) ; Sandeep Chamling Rai (世界自然保護基金 (WWF) インターナショナル) ; Youba Sokona (Future Earth) ; Sven Teske (グリーンピース・インターナショナル) ; Laura Tierney (Business Council for Sustainable Energy)
南アフリカ Maloba Tshehla (GreenCape Sector Development Agency)	集光型太陽熱発電 Elisa Prieto Casana, Frederick Morse, Francisco Javier Martinez Villar (Abengoa Solar) ; Eduardo Garcia Iglesias (Protermosolar)
韓国 Sanghoon Lee (Korean Society for New and Renewable Energy)	途上国における分散型自然エネルギー Emmanuel Ackom (UNEP and Technical University
スペイン Sofia Martínez (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE)	
スリランカ Harsha Wickramasinghe (Sri Lanka Sustainable Energy Authority)	
スリナム Roger Sallent Cuadrado (IDB)	
スーダン Hazir Farouk Abdelraheem Elhaj (世界バイオエネルギー協会 (WBA))	
台湾 Gloria Kuang-Jung Hsu (National Taiwan University)	
タイ	

of Denmark Partnership) ; Fabiani Appavou (Ministry of Environment, Sustainable Development, Disaster and Beach Management, Mauritius) ; Maud Bernisson (Groupe Energies Renouvelables, Environnement et Solidarites, GERES) ; Helene Connor (Helio International) ; Johanna Diecker, Koen Peters, Tsvetelina Zaharieva (Global Off-Grid Lighting Association, GOGLA) ; Thomas Duveau (Mobisol) ; Julio Eisman (Fundacion ACCIONA Microenergia) ; Yasemin Erboy (UNF) ; Kamel Esseghairi (Arab Platform for Renewable Energy and Energy Efficiency) ; Hazel Henderson (Ethical Markets) ; Michael Hofmann (米州開発銀行 (IDB)) ; Alex Kornich (MP Lighting) ; Angela Mastronardi, Stefan Nowak (Nowak Energy and Technology / Renewable Energy and Energy Efficiency Promotion in International Cooperation, REPIC) ; Ling Ng (農村電化同盟 (ARE)) ; Martin Niemetz (Sustainable Energy for All, SE4ALL) ; Caroline Nijland, Christopher Service (Foundation Rural Energy Services, FRES) ; Tim Raabe (GIZ) ; Thomas Samuel (Sunna Design) ; Chen Shiun (Sarawak Energy Berhad) ; Carlos Sordo (Plan Espana) ; Damien Vander Heyden (SNV Netherlands Development Organisation) ; Suadi Wahab (Sabah Electricity Sdn Bhd)

エネルギー効率

Tim Farrell (C2E2) ; Ailin Huang, Benoit Lebot, Jeremy Sung (International Partnership for Energy Efficiency Cooperation, IPEEC)

地熱エネルギー

Ruggero Bertani (Enel Green Power) ; Phillippe Dumas, Burkhard Sanner (European Geothermal Energy Council) ; Luis C.A. Gutierrez-Negrin (国際地熱協会 (IGA)、Mexican Geothermal Association) ; Benjamin Matek (Geothermal Energy Association)

グリーン電力購入

Jenny Heeter, Chang Liu (NREL) ; Jos Bracker (Oko Institut)

ヒートポンプ

Thomas Nowak, Pascal Westring (European Heat Pump Association)

熱利用と冷房

Veit Burger (Oko Institut) ; Nicolas Fevrier, Krzysztof Laskowski, Alessandro Provaggi (Euroheat and Power) ; Volker Kienzlen (Climate Protection and Energy Agency) ; William Strauss (Future Metrics) ; Gerhard Stryi-Hipp (Fraunhofer ISE) ; Werner Weiss (AEE - Institute for Sustainable Technologies, AEE INTEC) ; Klaus Veslov (Oestkraft)

水力／海洋エネルギー

Tracy Lane, Mathis Rogner, Richard Taylor (国際水力発電協会 (IHA)) ; Pilar Ocon (Hydro Equipment Association)

投資

Christine Gruning (Frankfurt School - UNEP Centre for Climate & Sustainable Energy Finance) ; Angus McCrone (Bloomberg New Energy Finance, BNEF)

雇用

Arslan Khalid, Alvaro Lopez-Pena Fernandez (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA))

政策

Joan Fitzgerald (ノースイススタン大学) ; Ellis Juan (IDB) ; David Jacobs (International Energy Transition) ; Keshav Jha, Nikhil Kolsepatil, Tejas Shinde (イクレイ南アジア) ; Anna Leidreiter (World Future Council) ; Maryke van Staden (イクレイ) ; Qiaoqiao Xu (イクレイ東アジア)

自然エネルギーコスト

Michael Taylor (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA))

太陽エネルギー全般

David Renne (国際太陽エネルギー学会 (ISES))

太陽光発電

Denis Lenardic (PVresources.com) ; Gaetan Masson (IEA- Photovoltaic Power Systems Programme / Becquerel Institute) ; Sinead Orlandi (Becquerel Institute) ; Manoel Rekingier (European Photovoltaic Industry Association, EPIA) ; GTM Research, PV Pulse

太陽熱利用と冷房

Jan-Olof Dalenback (チャルマース工科大学) ; Pedro Dias (European Solar Thermal Industry Federation, ESTIF) ; Barbel Epp (Solrico) ; Uli Jakob (Green Chiller Verband fur Sorptionskalte e.V.) ; Franz Mauthner (AEE INTEC)

輸送／交通

Heather Allen (Partnership on Sustainable Low Carbon Transport, SLoCaT) ; Mathias Merforth, Armin Wagner (GIZ)

風力発電

Giorgio Corbetta (European Wind Energy Association, EWEA) ; Shi Pengfei (Chinese Wind Energy Association, CWEA) ; Jean- Daniel Pitteloud (世界風力エネルギー協会 (WWEA)) ; Steve Sawyer, Shruti Shukla (世界風力エネルギー会議 (GWEC)) ;

Aris Karcianas, Feng Zhao (FTI Consulting)

その他校閲者および寄稿者

Yasmina Abdellilah (国際エネルギー機関 (IEA)) ; Kathleen Araujo (ストーニーブルック大学) ; Mohammad Bastaki (Ministry of Foreign Affairs, United Arab Emirates) ; Peter Baum (欧州復興開発銀行 (EBRD)) ; Juliana Baumgartl (Smart Hydro Power) ; Morgan Bazilian (世界銀行) ; Alex Beckitt (Hydro Tasmania) ; Peter Bossard (International Rivers) ; Emmanuel Branche (EDF Energies Nouvelles) ; Christian Breyer (ラッペーンランタ大学) ; Roman Buss (Renewables Academy AG) ; Catherina Cader (Reiner Lemoine Insitute) ; Sandra Chavez (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Bram Claey (Massachusetts Department of Energy Resources) ; Tabare A. Curras (世界自然保護基金 (WWF) インターナショナル) ; Jens Drillisch (Kreditanstalt für Wiederaufbau, KfW) ; Elena Dufour (ESTELA) ; Michael Eckhart (シティグループ株式会社) ; Sheikh Adil Edrisi (バナラス・ヒンドゥ大学) ; Kerstin Fahrman (German Ministry for Economic Cooperation and Development, BMZ) ; David Ferrari (Sustainability Victoria) ; Abdelghani El Gharras (Observatoire Mediterranéen de l'Energie, OME) ; William Gillett (European Academies Science Advisory Council) ; Lauren Glickman (WindyGlick Communications) ; Matthias Goldman (Entrepreneurship & Sustainability) ; Renata Grisoli (国連開発計画 (UNDP)) ; Stefan Gsanger (世界風力エネルギー協会 (WWEA)) ; Ken Guthrie (Sustainable Energy Transformation / IEA - Solar Heating and Cooling Programme) ; Diala Hawila, Troy Hodges (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Carlo Hemlink (Ecofys) ; Rainer Hinrichs-Rahlwes (European Renewable Energies Federation, EREF) ; Andrew Ho (EWEA) ; Troy Hodges (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Andrei Ilas (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Julie Ipe (Global Alliance for Clean Cookstoves, GACC) ; Alexander Kauer (BMZ) ; Ghislaine Kieffer (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Wim Jonker Klunne (Energy and Environment Partnership) ; Erneszt Kovacs (European Banking Authority) ; Arun Kumar (Indian Institute of Technology Roorkee) ; Stephen Lacey (Greentech Media) ; Chad Laurent (Meister Consultants Group) ; David Lecoque (農村電化同盟 (ARE)) ; Maged Mahmoud (Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency, RCREEE) ; Johannes Mayer (Fraunhofer ISE) ; Ariola Mbistrova (EWEA) ; Luana Alves de Melo (Ministry of External Relations Brazil) ; Emanuela Menichetti (OME) ; Jose-Antonio Monteiro (世界貿易機関 (WTO)) ; Daniel Mugnier (TECSOL SA) ; Divyam Nagpal (国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)) ; Ingrid Nystrom (The F3

Centre) Giovanni Pabon (Ministry of Environment, Colombia) ; Binu Parthan (Sustainable Energy Associates) ; Jesper Peckert Pederkryson (Danish Energy Agency) ; Karl Peet (SLoCaT) ; Hugo Lucas Porta (Factor CO2) ; Magdolna Prantner (Wuppertal Institute) ; Harald Proidl (Energie Control) ; Liming Qiao (世界風力エネルギー会議 (GWEC)) ; Robert Rapier (Merica International) ; Jorn Rauhut (German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, BMWi) ; Andrew Reicher (Global Village Energy Partnership, GVEP) ; Heather Rosmarin (InterAmerican Clean Energy Institute) ; Rosalinda Sanquiche (Ethical Markets Media) ; Stefan Schurig (World Future Council) ; Ghasaq Yousif Shaheen (United Arab Emirates Ministry of Foreign Affairs, Energy & Climate Change Directorate) ; Ruth Shortall (アイスランド大学) ; Janak Shrestha (United Nations Climate Change Secretariat) ; Fuad Siala (OPEC Fund for International Development) ; Emilio Soberon (世界自然保護基金 (WWF) メキシコ) ; Monika Spork-Dur (AEE-INTEC) ; Lucy Stevens (Practical Action) ; Paul Suding (GIZ) ; John Tkacik (Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership, REEEP) ; Jakob Thomae (2 Degrees Investing) ; Ioannis Tsipouridis (R.E.D. Pro Consultants) ; Nico Tyabji (BNEF) ; Drona Upadhyay (IT Power) ; Robert Van der Plas (Marge) ; Rene Vossenaar (International Centre for Trade and Sustainable Development) ; Michael Waldron (国際エネルギー機関 (IEA)) ; Gunnar Wegner (GIZ) ; Marcus Wiemann (農村電化同盟 (ARE)) ; Philip Wittrock (GIZ) ; Glen Wright (Institute for Sustainable Development and International Relations)

要旨

自然エネルギーは2014年、とくに発展途上国において顕著だった世界的なエネルギー消費量の増加と、2014年後半期の劇的な石油価格の下落という状況に反して増加を続けた。エネルギー使用量の増加に関わらず、2014年は過去40年で初めて、世界経済が成長する一方でエネルギー消費に関わる世界のCO₂排出量は一定を保った。排出量が安定したのは、自然エネルギーがより普及し、エネルギー効率化がより促進されたためであった。

世界的に、自然エネルギーの設置（およびエネルギー効率）が増加することは、気候変動に取り組み、新しい経済的なチャンスを生み出し、いまだ現代的なエネルギー・サービスを持たずに暮らしている何十億人もの人々にエネルギーアクセスを提供するにあたって決定的に重要であるという認識が広がってきている。今までのところあまり議論されていないが、自然エネルギーも気候変動への適応の重要な要素の一つであり、既存のエネルギーシステムの強靱性を高め気候変動の中でもエネルギー・サービスを確実に供給していくためのものである。

自然エネルギーは2013年の世界最終エネルギー消費の中で推定19.1%を供給し、その後2014年に容量と生産量は拡大を続けた。熱生産容量は一定のペースで成長を続け、輸送用バイオ燃料の生産は2年連続増加し、続く2011年から2012年にかけてはスローダウンした。最も急激な成長と、最も大きな容量の増加は、風力・太陽光・水力を中心とする電力分野で生じた。

成長はいくつかの要因により推進されたが、これらの要因には自然エネルギー推進政策や自然エネルギーの価格競争力の向上が含まれる。多くの国々では、自然エネルギーは概して従来のエネルギー源と比べて競争力を持っている。同時に、とくに発展途上国においては、成長は化石燃料と原子力への補助金によって抑制され続けている。

欧州は重要な市場であり技術革新の中心であり続けているが、自然エネルギーの拡大は他の地域へとシフトを続けている。中国はまたも、2014年の新しい自然エネルギーの発電容量の導入において世界をけん引した。さらにブラジル、インドそして南アフリカもそれぞれの地域で発電容量の大きなシェアを占めた。自然エネルギー技術の重要な生産者および設置者となった発展途上国は、アジア、アフリカそしてラテンアメリカにわたって増え続けている。

自然エネルギー市場の成長と並行して、2014年にはあらゆる分野にわたってエネルギー貯蔵システムの発展と普及の大きな前進が見られた。また2014年には輸送と熱利用機器の電化も増加し、将来これらの分野がさらに互いに重なり合っていく可能性が強調された。

電力：石炭・ガスの合計導入量を自然エネルギーが単独で上回る

自然エネルギーは2014年の世界の電力容量への正味追加分のうち、およそ59%に相当し、あらゆる分野で大きく成長した。風力、太陽光、水力発電が市場の大半を占めた。

2014年の末には、自然エネルギーは推定で世界の発電容量の27.7%を構成し、推定で世界中の電力の22.8%を供給できるほどになった。

変動性自然エネルギーはいくつかの国で高い割合での普及を達成しつつある。これに応じて複数の国の政策策定者が、自国のビジネスモデルと系統インフラを更新するよう電力事業業者に要請している。オーストラリア、欧州、日本、および北米では居住型の「プロシューマー」（自分自身でも発電を行う電力消費者）の数が大幅に増えてきた。2014年に世界中の主要な企業や機関が、自然エネルギー源の電力の購入ないしは自ら投資して自然エネルギー発電設備を作るという重大な決定を行った。

熱利用と冷房：成長は緩慢だが膨大な可能性を秘める—エネルギー転換への鍵

2014年の全世界の最終エネルギー消費のおよそ半分が建造物と産業への熱供給に使われており、近代的自然エネルギー（主にバイオマス）がそのおよそ8%のシェアを占めている。自然エネルギーは冷房にも使われ、小規模だが急激に成長している分野である。2014年にはいっそう自然エネルギーが地域熱供給システムに統合された。とくに欧州において、供給が需要を上回ると自然エネルギー源の電力によって生産された熱を吸収する地域システムや、異なる熱利用機器を稼働させるハイブリッドシステムが利用された。このような技術革新とこの分野での自然エネルギーの膨大な可能性に関わらず、相対的に政策による援助が欠けていたことを含め、いくつかの要因により成長は抑制された。

輸送：バイオ燃料が主導、E-モビリティが急速に成長中

輸送部門では政策、市場、および産業界のこれまでの主な焦点は液体バイオ燃料である。輸送における自然エネルギーのシェアは小規模にとどまっているが、その多くを占めるのは液体バイオ燃料によるものである。新しい市場とバイオ燃料機器での進歩（航空用バイオ燃料によって飛行している商業用飛行機のような）が2014年に続いた。バイオメタノールも含めたガス化バイオ燃料も、比較的小規模だが量が増加しており、輸送機関に燃料を供給するために使われている。電化された鉄道、路面電車、トラムや二輪・四輪駆動の電気自動車が増加していることは、自然エネルギーを輸送に統合するためにより適した機会を生み出している。

■進化する政策の展望

2014年、自然エネルギーの発展の多くは政府の政策によって左右され続けた。欧州では自然エネルギーによる発電への新たな課税があり、米国では税額控除が満期を迎えたように、自然エネルギーはいくつかの国では政策の変更や不確実さに起因する難題に直面した。しかし自然エネルギーの達成目標や政策を掲げる国は2014年にふたたび増加し、いくつかの自治体は既存の目標をさらに意欲的なものに変え、自然エネルギーとそれを利用した電力の目標値を100%に上げるものもあった。2015年の始めには、少なくとも164の国々が自然エネルギーの目標値を掲げており、推定で145の国々が自然エネルギーを推進する政策が実施されている。

政策策定者は、急激に変化するコストと状況に、既存の政

策が足並みを合わせられるように調整していくことに重点的に取り組んでいる。最近の動向には異なる政策メカニズムの要素同士の統合も含まれる。たとえば電気、熱、輸送といった分野間での補完関係が増加していることや、増加する自然エネルギーのシェアをエネルギー構成へと取り込んでいく革新的なメカニズムが発展していることなどがある。

電力に関する自然エネルギー政策

構造的な変化に対応するための政策の組み合わせ

政策策定者は優先的に発電部門に焦点を当てており、発電部門は現在の展望を形成してきている動向の一つである。固定価格買取制度および自然エネルギー割当基準（RPS）制度は最も使用される支援メカニズムであり続けている。固定価格買取制度は108の国家や州で策定されてきた。エジプトは新しく国単位で固定価格買取制度を追加した唯一の国であり、最近では欧州を中心として既存の政策を改訂していく傾向が続いている。RPS制度は国家と州のレベルでは最も一般的である。RPS制度は少なくとも27の国々において国家レベルで、また72の州や県で施行されている。しかし、既存のRPS制度はいくつかの米国州では反対の声に直面し続けた。2015年の始めの時点で、少なくとも60の国々で自然エネルギーの入札が開催されたことが示しているように、入札制度がますます世界中で用いられるようになってきている。ネットメーティングあるいはネットビルディング制度が48の国々で施行されており、また何らかの形で自然エネルギーへの金銭的な支援が、推定で126の国々で施行されている。

従来のメカニズムもまた、エネルギー貯蔵容量を増加させるため、また系統インフラを最新式にするために用いられている。従来の支援メカニズムに加えて、グリーンバンクやグリーン電力証書は政策策定者から支援を獲得する革新的な選択肢の代表である。しかしながら、世界的に発電に関する自然エネルギー支援政策の成長が顕著であるにもかかわらず、自然エネルギーへの課税や手数料を導入する国は増加してきている。

熱利用と冷房に関する自然エネルギー政策

発電に関する政策よりも普及せず

自然エネルギーによる熱利用と冷房に関する政策は徐々に国の政策策定者から注目を集めている。推定で45の国々が自然エネルギーによる熱利用と冷房に関する目標を2015年初めまでに設定している。自然エネルギーによる熱利用と冷房に関する政策の支援は、いくつかの計画の再導入や既存のプログラムを強化するなどして、財政優遇策という形で最も広く実行され続けてきた。そのほかの政策手段としては11の国々で国家ないしは州・県レベルで施行された太陽熱に限定した自然エネルギー熱利用の義務化、および2015年はじめまでに新たに10の国々で施行された技術の種類を問わない義務化などがある。

輸送に関する自然エネルギー政策

自然エネルギー輸送はたえず進行中

輸送関連政策の大半はバイオ燃料分野や道路での輸送に焦点を当て続けているが、その他の輸送の形態も注目を集めてきている。電気自動車と自然エネルギーとの繋がりを促

進する政策は今までのところあまり注目されてきていない。2015年初めにバイオ燃料混合義務化が33か国において、31の国家レベルでの義務化、26の州や県での義務化が施行された。2014年、多くの国で既存の混合義務が強化された。しかし第一次世代バイオ燃料の持続可能性についての議論はなお続いた。

都市と地方政府の自然エネルギー政策

地方自治体が先頭に立つ

都市は先導しており、野心的な目標を設定して達成し、国および地方政府の動向を主導するのに貢献している。2015年はじめまでに、いくつかの行政区が自然エネルギーまたはそれを利用した電気のシェアの目標値を100%に設定したが、その目標値の大多数は都市や郊外におけるものだった。多くの地方自治体が既にそうした目標を達成した。

この目標値に到達するために、世界中の都市の政策策定者たちは、建築基準法によって自然エネルギー発電と自然エネルギー熱技術を使用することを義務化する傾向を強め続けた。地域熱利用システムを発展させることは、自然エネルギーの熱利用と冷房の規模をさらに拡大していくための重要な手段であることが分かってきている。自然エネルギーを展開していくために、官民パートナーシップがますます用いられており、何千もの米国とEUの地方自治体が地域の電力システムを創り出してきた。政策策定者たちは地域であらゆる経済的な分野に自然エネルギーが配置されていくよう援助するために、自らの権限を使い購入を続けて来た。これにはバイオ燃料と電気自動車を公共輸送機関と結び付けることや、関連する支援インフラを発展させたことなどがある。

2014年の主要指標

		2004年初頭 ¹	2013	2014
投資				
自然エネルギー発電および燃料への投資額(年間) ²	10億ドル新規	45	232	270
電力				
自然エネルギー発電容量(合計、水力を含まない)	ギガワット	85	560	657
自然エネルギー発電容量(合計、水力を含む)	ギガワット	800	1,578	1,712
⚡ 水力発電容量(合計) ³	ギガワット	715	1,018	1,055
🌱 バイオマス発電容量	ギガワット	<36	88	93
🔋 バイオマス発電量	テラワット時	227	396	433
🔌 地熱発電容量	ギガワット	8.9	12.1	12.8
☀️ 太陽光発電容量(合計)	ギガワット	2.6	138	177
🔍 集光型太陽熱発電(CSP)容量(合計)	ギガワット	0.4	3.4	4.4
💨 風力発電容量(合計)	ギガワット	48	319	370
熱利用				
☀️ 太陽熱温水システム容量(合計) ⁴	ギガワット熱	86	373	406
輸送				
🚰 エタノール生産量(年間)	10億リットル	28.5	87.8	94
🚰 バイオディーゼル生産量(年間)	10億リットル	2.4	26.3	29.7
政策				
政策目標を有する国	#	48	144	164
固定価格買取制度を採用している州/地域/国	#	34	106	108
RPS/クォータ制度を採用している州/地域/国	#	11	99	99
入札を行っている州/地域/国 ⁵	#	n/a	55	60
自然エネルギー熱利用義務化政策を採用している州/地域/国	#	n/a	19	21
バイオ燃料義務化政策を採用している州/地域/国 ⁶	#	10	63	64

¹ 設備容量のデータに関しては2004年初頭ののものに基づいているが、投資額やバイオ燃料生産は2004年の年間データに基づいている。数値は利用可能な最良の情報にもとづいた推計値を採用している。

² 投資額のデータはブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンス (BNEF) から引用している。ここで対象となるエネルギー源は；すべてのバイオマス、地熱、1MW以上の風力発電プロジェクト、1MWから50MWのすべての水力発電プロジェクト、すべての太陽光発電プロジェクト (1MW以下のプロジェクトは別枠で集計され、小規模プロジェクトまたは小規模分散型容量として分類されている)、すべての海洋発電プロジェクト、年間生産量100万リットル以上のすべてのバイオ燃料プロジェクトなどに関するデータが含まれる。

³ GSR2014では2013年末には水力発電の世界の累計設備容量は1000GWであると報告していたが、この数値はより正確なデータの存在により上方修正された。水力発電データは揚水発電の設備容量を含んでいない。詳しい情報はp170の方法論に関する注釈を参照のこと。

⁴ 太陽熱温水システムの設備容量のデータは水式集熱器の容量のみである。2014年の数値は仮推定である。

⁵ 入札データは当該年に至るまでに入札を行った国の数を反映しているが、年内のすべての分は必ずしも含まれていない。

⁶ バイオ燃料政策は表3 (自然エネルギー促進政策) と表参照R18 (国と州/地域のバイオ燃料混合規制) で示されている政策を含んでいる。

注：15以下の数値、バイオ燃料を除く全ての数値は四捨五入して整数で表している。15以下の数値とバイオ燃料については四捨五入して小数点第一位まで表している。2014年の政策に関するデータは2015年初頭までに確認されているすべての国を含んでいる。

上位5か国

2014年の年間投資／新規導入量／生産量

	1	2	3	4	5
自然エネルギー発電と燃料への投資	中国	米国	日本	英国	ドイツ
GDP比の投資 ¹	ブルンジ	ケニア	ホンジュラス	ヨルダン	ウルグアイ
🔌 地熱発電の新設	ケニア	トルコ	インドネシア	フィリピン	イタリア
🌊 水力発電の新設	中国	ブラジル	カナダ	トルコ	インド
☀️ 太陽光発電(PV)の新設	中国	日本	米国	英国	ドイツ
🔍 集光型太陽熱発電(CSP)の新設	米国	インド	－	－	－
🌬️ 風力発電の新設	中国	ドイツ	米国	ブラジル	インド
☀️ 太陽熱利用システムの新設 ²	中国	トルコ	ブラジル	インド	ドイツ
🚗 バイオディーゼル生産量	米国	ブラジル	ドイツ	インドネシア	アルゼンチン
🍷 バイオエタノール生産量	米国	ブラジル	中国	カナダ	タイ

2014年末の総容量・発電量

	1	2	3	4	5
電力					
自然エネルギー発電容量(水力を含む)	中国	米国	ブラジル	ドイツ	カナダ
自然エネルギー発電容量(水力を含まない)	中国	米国	ドイツ	スペイン／イタリア	日本／インド
一人あたりの自然エネルギー発電容量(水力を含まない) ³	デンマーク	ドイツ	スウェーデン	スペイン	ポルトガル
🔌 バイオマス発電容量	米国	ドイツ	中国	ブラジル	日本
🔌 地熱発電容量	米国	フィリピン	インドネシア	メキシコ	ニュージーランド
🌊 水力発電容量 ⁴	中国	ブラジル	米国	カナダ	ロシア
🌊 水力発電量 ⁴	中国	ブラジル	カナダ	米国	ロシア
☀️ 集光型太陽熱発電(CSP)容量	スペイン	米国	インド	アラブ首長国連邦	アルジェリア
☀️ 太陽光発電(PV)容量	ドイツ	中国	日本	イタリア	米国
☀️ 一人あたりの太陽光発電(PV)容量	ドイツ	イタリア	ベルギー	ギリシャ	チェコ共和国
🌬️ 風力発電	中国	米国	ドイツ	スペイン	インド
🌬️ 一人あたりの風力発電容量	デンマーク	スウェーデン	ドイツ	スペイン	アイルランド

熱利用					
☀️ 太陽熱利用システム容量 ²	中国	米国	ドイツ	イタリア	ブラジル
☀️ 一人あたりの太陽熱利用システム容量 ²	キプロス	オーストリア	イスラエル	バルバドス	ギリシャ
🔌 地熱熱利用容量 ⁵	中国	トルコ	日本	アイスランド	インド
🔌 一人あたりの地熱熱利用容量 ⁵	アイスランド	ニュージーランド	ハンガリー	トルコ	日本

¹ BNEF (Bloomberg New Energy Finance) の調査に含まれている国のみの構成となっており、GDP (購入者価格) に関するデータは世界銀行による2013年のものに基づいている。BNEFのデータにはすべてのバイオマス、地熱、1MW以上の風力発電プロジェクト、1MWから50MWのすべての水力発電プロジェクト、すべての太陽光発電プロジェクト (1MW以下のプロジェクトは別枠で集計され、小規模プロジェクトまたは小規模分散型容量として分類されている)、すべての海洋発電プロジェクト、年間生産量100万リットル以上のすべてのバイオ燃料プロジェクトなどに関するデータが含まれる。

² 太陽熱利用システムの順位は2013年のものであり、ガラス管または非ガラス管式の水式集熱器のデータのみを元としている。空気式集熱器を含めると追加容量の順位に変更があり、米国がわずかに6位のドイツに先んじて、一人あたりの総発電容量の上位国の順位に変更はない。

³ 一人あたりの自然エネルギー発電容量の順位は水力発電以外のすべての自然エネルギーの設備容量の上位20か国のみを対象にしている。オーストリアやフィンランド、ニュージーランドなどのいくつかの他の国々は、水力発電以外で一人あたりの高い水準の発電容量を有しており、アイスランドはそれの中でも群を抜いている。

⁴ 水力発電の発電容量と発電量の順位が異なるのは、水力をベースロードとして供給している国がある一方で、電力需要に追従したり、需要ピークを満たすために供給したりしている国があるからである。

⁵ ヒートポンプを含んでいない。

注：ほとんどの順位は投資、発電容量と発電量、バイオ燃料生産の絶対量に基づいて作成されており、一人あたりの数値や国のGDP、他の基準を元に作成すれば、順位は多くのカテゴリで異なった結果を示す (これは、自然エネルギー発電容量や太陽光、風力、太陽熱利用システム容量の一人あたりの順位でも示されている)。

■市場・産業の動向

2014年にはあらゆる自然エネルギー技術に関する市場は拡大し、風力と太陽光が容量増加で先頭に立った。

バイオマスエネルギー (バイオマス熱利用／発電／輸送)

2014年のバイオマス熱の生産は2013年よりも1%増加し、安定的に推移した。バイオマス熱の構成の割合は、地域によって大きく異なったままで、(米国におけるような)産業界での大規模生産から、(中国におけるような)莫大な数の住宅規模のバイオマス発酵槽まで多岐にわたる。世界のバイオマス発電はおよそ9%増加し、中国、ブラジル、日本が容量の増加で先行し、米国とドイツは発電で先行した(容量の増加は比較的少なかった)。

液体バイオ燃料生産は2014年に9%増加し、今までで最も高い水準に達している。米国とブラジルは総容量で優位に立ったが、アジアはとくに高い発電の成長率を記録した。政策は混合義務が需要を増やした場所ではバイオ燃料市場に好影響をもたらしたが、とくに欧州や米国、オーストラリアなど政策に揺れがあった国では、産業に悪影響をもたらした。2014年後期に石油価格が低かったことは、とくに供給原料の生産という点でいくらか好影響を及ぼしたが、いくつかのバイオマスエネルギービジネスの取引高を減少させた。

固形バイオ燃料および液体バイオ燃料の貿易の傾向には2014年、北米の木質ペレットのうち相当量がアジアへと供給され、欧州市場への圧倒的な供給量が減少するなど、いくつかの変化が見られた。新しい市場(とくにエタノール燃料市場)が他の地域で拡大した一方で、欧州へと輸出されるバイオ燃料はわずかに減少した。

地熱発電：ゆっくりと着実に成長

2014年は新しい地熱発電容量として約640MWが系統に接続され、合計すると12.8GWに達し、推定で74TWhの発電があった。新しい地熱発電容量が最も大きかったのはケニアで、東アフリカで地熱発電が重要視されていることが明白になった。推定で地熱発電の直接利用(熱)として1.1GWthが2014年に加わり、総合計は20.4GWthとなった。2014年の出力は推定で263PJだった(73TWh)。過去5年間で、総発電容量は平均で年間3.6%の割合で成長し、熱容量は推定で5.9%の割合で増加してきた。地熱発電の産業界は重大なプロジェクト開発リスクに直面し続けているが、先進国においても発展途上国においてもこうしたリスクを改善するための様々な努力が行われている。

水力発電：自然エネルギーの中では依然として大規模

2014年は新しい水力発電容量として推定で37GWが運転を始め、世界総容量はおよそ1.055GWになった。2014年の生産量は推定で3900TWhである。中国(22GW)は飛びぬけて最大の容量を導入しており、ブラジル、カナダ、トルコ、インド、ロシアでも相当量の容量が追加された。水力産業界は柔軟で高効率で信頼性のある設備を目指した

技術革新を続けてきた。効率性をさらに上げ、発電コストをさらに下げたいという需要が、800MW規模のタービンなどのこれまでより大きな発電設備の開発に寄与してきた。また、出力の効率を改善するために既存のプラントを新しくする需要や、新たな規制の要請を受けて環境パフォーマンスを改善する需要も存在する。技術革新には新たに刷新された揚水発電所に関する可変速度技術などもあり、こうした技術革新は変動の多い自然エネルギー資源をさらに統合していく手助けとなっている。

海洋エネルギー：進展は一段落も非常に有望

波力発電が主となる海洋エネルギーの発電容量は2014年は約530MWのまま留まった。実質的な新たな導入はすべて、試験的または実証のためのプロジェクトといった形で行われた。2つの優れた波力エネルギー開発企業は強い逆風に直面した。EU Ocean Energy Forumは海洋エネルギーにおける問題解決と協同のために利害関係者たちを連携させるという目的のもと始まった。技術の発達には様々な試験地で続いてきており、潮汐および波力エネルギーの装置はこれまでの海洋エネルギー技術の中で最も進歩している。

太陽光発電：新たな市場に急速に広がる

太陽光発電は、急激にコストが下がっていることによって補助金を受けていない太陽光発電が世界中のますます多くの地域で化石燃料とコスト面で競合できるようになったために、複数の国々の発電で重要な役割を果たし始めている。2014年は太陽光発電の記録的な成長の年となり、推定で世界総発電容量は40GW増加し、およそ177GWとなった。

中国、日本そして米国は新規容量の圧倒的な部分を占めた。それでも、新規導入の分布は広がり続け、ラテンアメリカでは急速な成長が見られ、複数のアフリカの国々で相当量の新たな容量の増加があり、中東では新たな市場が活発になった。大半のEU市場は3年連続で縮小しているが、EU、とくにドイツは、太陽光発電総容量と電力供給への寄与という点で世界をリードし続けている。

強力な世界市場のおかげで2013年に始まった太陽光発電産業の回復は2014年も続いている。過去何年間かで多く見られた製造業者の破綻は少なくなったが、製造企業間の合併は続いている。需要が増加していることを受けて、新たなセルとモジュールの生産設備が世界中で開設されたり、開設が告知されたりしている。

集光型太陽熱発電(CSP)：多様化する技術と機器

CSP市場は他の大半の自然エネルギー市場よりもうまく確立されていない。それにもかかわらず、CSP分野は10年近くのあいだ力強い成長を続け、総発電容量は27%増加して4.4GWに達した。パラボリック・トラフ方式の発電所は既存の発電容量の大部分を占め続けているが、2014年は稼働中の技術が多様化した年として注目すべき年となり、世界で最も大きなりニアフレネル式発電所とタワー型発電所が稼働することになった。

米国とインドだけがCSP設備を2014年に系統に追加した。しかしCSPは多くの地域で活発な動きを見せており、南ア

リカとモロッコは建設と計画という点から見ると最も活動的な市場だった。スペインは既存の発電容量という点で世界的なリーダーであり続けている。

スペイン市場の景気が停滞し、当たり年の後で米国市場も減速が予想されたことが、さらなる産業の合併をあおった。しかしとくに世界のサンベルト地域などでコストは減少しており、非常に様々な技術が発展中である。また熱エネルギー貯蔵設備（TES）がさらに重要になってきていて、大規模な研究開発（R&D）は注目され続けている。



太陽熱利用／冷房：新たな市場の成長と既存の市場の減速

太陽熱利用技術は普及の減速が続いたが、これは主に欧州と中国での市場の縮小が原因だった。水式集熱器の累積設備容量は2014年の終わりまでに推定で406GWthに達し（空気式集熱器でこれに2GWthが加わる）、年間およそ341TWhの熱を供給した。中国は再び太陽熱水式集熱器の世界市場の約80%を占め、次いでトルコ、ブラジル、インド、ドイツと続いた。ホテルや学校、他の大型総合ビルでのより大きな屋内向け給湯システムが好まれる傾向は続いた。高度なシステムは世界市場の中でごく一部であるにも関わらず、地域熱供給システムや太陽熱冷房、産業などのための高度な集熱器への関心も高まった。

アジア、アフリカ、ラテンアメリカの多くでは、特定の分野で市場が大きく成長したことに応じて国内販売が拡大し、同様に流通経路も拡大した。逆に、合併の続いた欧州では産業界にとって難しい1年となった。中国産業界は2014年需要が低迷したことで過剰生産に悩まされたが、中国はその長期的なリードを保った。



風力：新しい発電として最も安価な選択肢

2014年、世界の風力発電市場は再び成長を始め、51GWと自然エネルギー技術の中で最も大きく容量を増やし、年末には合計で370GWに達した。洋上風力発電で系統に接続された推計1.7GWの容量が追加され、世界総容量は8.5GWを超えた。



風力はますます多くの地域で新たな発電容量として最もコストの安い選択肢となっており、アフリカ、アジア、ラテンアメリカで新たな市場が生まれ続けている。アジアは過去7年連続で最大の市場で、中国によってけん引され、総容量で欧州を上回った。米国は風力発電で先頭に立った。デンマークやニカラグア、ポルトガル、スペインなどのいくつかの国々では風力発電で電力需要の20%以上を供給した。

赤字での稼働が何年も続いたが、ほとんどのタービン製造業者は黒字を取り戻し、トップ10の企業はすべて導入記録を更新した。陸上・洋上用のタービンの設計はそれぞれ、より幅広い風の状態や稼働状態での風力発電の経済性を改善していくため、発展を続けた。

投資動向

あらゆる地域で世界的な投資が増加

自然エネルギーと燃料（50MW以上の水力発電を除く）に対する新たな世界的な投資は2013年を17%上回り、2702億ドルに達した。50MW以上の水力発電計画における報告されていない投資も含めれば、自然エネルギーと燃料に対する新たな総投資額は少なくとも3010億ドルに達する。自然エネルギーは追加発電容量への純投資という点では5年連続で化石燃料に勝った。

このように3年ぶりに増加したのは、一部には中国と日本で太陽光発電の導入ブームや、欧州での洋上風力発電への記録的投資があったためである。世界のあらゆる地域で2013年と比較すると投資が増加した。発展途上国での投資は前年よりも36%増加し、1313億ドルであった。発展途上国での投資はこれまでで一番、先進国経済への投資総額に肉薄した。2014年の先進国経済への投資総額は1389億ドルで、2013年よりも3%増加した。

最も大きく投資額が増加した国は中国であり、自然エネルギーと燃料における発展途上国への投資額のうちほぼ3分の2を占めた。オランダとブラジルでは増加率が最も大きかった。他のトップ国としては、米国、日本、英国、ドイツなどがあった。2014年を通して新たな市場への投資は広がり続け、チリ、インドネシア、ケニア、メキシコ、南アフリカおよびトルコでは自然エネルギーへの投資額はそれぞれ10億ドルを超えた。どれだけの投資が行われたかという観点では、太陽光と風力が最も主要な技術であり、太陽光（主に太陽光発電）は自然エネルギーと燃料（50MW以上の水力発電を除く）への新たな投資額のうち55%超を占め、風力発電は36.8%を占めた。両者とも2013年よりも大きな増加を見せ、太陽光への投資は25%増加し1495億ドル、風力への投資は11%増加し995億ドルとなった。全体として2014年には、自然エネルギーへの新規投資のうち4分の1以上が小規模の計画、とくに太陽光発電へと向けられた。

地熱への投資は23%増加し、海洋エネルギー（100%増加）も非常に低い水準からではあるが成功した。他の自然エネルギーは伸び悩んだ。バイオ燃料への投資は8%減少し、過去10年で最も低くなった。バイオマスと廃棄物エネルギーでは10%下がり、小水力では17%低下した。

発電所規模のプロジェクトへのアセットファイナンスが投資全体の中で大多数を占め、あらゆるタイプの投資が2013年を超える伸びを見せた。2014年には2つの新たな「南南」開発銀行の設立が行われた。5つのBRICSの国々によって1000億ドル規模の新たな開発銀行が設立され、またアジアインフラ投資銀行（AIIB）が23のアジアの国々によって設立された。グリーン電力証書やイールドコ（yield companies）、クラウドファンディングといった自然エネルギーへの新たな投資媒体が拡張したが、新しい層の資本家を惹き付けるとともに自然エネルギープロジェクトに融資する資本のコストを減少させた。

■エネルギーアクセス実現のための自然エネルギーの拡大必要かつ生産的なサービスの提供へ

10億人を超す人々が、つまり世界人口の15%が、いまだに電気を手に入れる手段を持っていない。アフリカ全土で導入されている総発電容量はおよそ147GWで、これはドイツ一国よりも少ない。それどころか、およそ29億人の人々には清潔な調理手段がない。自然エネルギー技術を普及させていくことは、発展途上国中の人里離れた地域に本質的で生産的なエネルギーサービスを届けることになり、これらの数字を改善する助けになる。自然エネルギー技術は広範囲でより大きな役割を果たしつつある。これは個人の家庭のシステムによって、また急速に数を増やしているミニグリッドやマイクログリッドに電力供給することによって果たされるが、それは主に自然エネルギーが安価で、伝統的な選択肢よりも便利であるためである。

既存の、良く確立された技術（ソーラーホームシステム、ピコ水力発電装置、太陽熱集熱器など）のさらなる広がりに加えて、2014年には新しいタイプの設備や設計、装置の発展が見られた。こうしたものには遠隔地での通信を動かすシンプルで高価でないピコ風力タービンや、太陽光発電による灌漑装置、補助的サービスとモニタリングのデジタル化などがあり、これらはアフターサービスの改善やコストを削減することに繋がって、企業と人々の距離を縮めることができる。いくつかの要因は、自然エネルギーを普及していくための基金（官および民）の増加に繋がった。その要因として、独立した調理・電気システム、とくに自然エネルギーによるシステムが、エネルギーサービスを創出することのできる最もコスト効率の良い選択肢であり、人里離れた地域の家庭とビジネスにとっての新たな経済的な好機であるという認識が増加していることがある。

そのように、多くの国の政策において自然エネルギーは、農村地域を電化して低公害型の調理環境を形成する目標と政策のきわめて重要な要素になってきた。ペルーは自然エネルギーを導入するための逆オークションを準備し実施した初めての国の一つであり、2014年に契約をまとめた。いくつかの国々が2014年、自然エネルギーによるエネルギーアクセスを拡大する新たな計画を開始し、チリ、ミャンマー、スリランカは自然エネルギー発電を推進した。エクアドル、グアテマラ、バングラデシュ、インドは低公害型の調理環境を推進するイニシアティブに乗り出した。

多数の国際的なアクターが2014年、自然エネルギーによっ

てエネルギーアクセスを推進しようという活動に携わり、「すべての人のための持続可能エネルギー（SE4ALL）」のような国際的なイニシアティブや、二国間、多国間の政府計画を通じて行われた。多国籍の融資機関および投資銀行も2014年に自然エネルギーに関する計画への融資を続けた。伝統的なアクターに並行して、官民パートナーシップ、NGOも自然エネルギー配備を促進した。

民間セクターの参加が活発になっているが、これは主に系統へのアクセスのない低収入の顧客が品物やサービスの急成長する市場となっているとの認識が広がっているためだ。自然エネルギー設置事業はベンチャー資本家、市中銀行、企業からはもちろん、これまであまり一般的でなかった投資源からも、2014年の投資を惹き付け続けた。

■エネルギー効率

自然エネルギーとの対の柱

エネルギー効率と自然エネルギー源との間には、両者の技術的・政策面での文脈の中で、建築物、電気サービスから輸送や産業まで多岐にわたる分野の垣根を越えた、特殊な相乗効果が存在する。エネルギー強度（経済生産高一位単位あたりの一次エネルギー消費）は世界的に、ほぼ全世界の地域で1990年から改善されているが、あらゆる分野・国において、エネルギー効率をさらに改善していく好機は膨大に存在している。

エネルギーの安全保障の向上、経済成長の支援、気候変動の緩和などがエネルギー効率改善を促進する政策の推進力となっている。より貧しい国では、効率が上がれば電気を持たない人々にエネルギーサービスをより簡単に提供することができる。こうした目標を達成するため、建築物、装置、輸送機関、車両、産業の効率性を改善しようという目標と政策を掲げる国が増えている。

2014年にはあらゆる行政レベルで目標が施行され、目標達成のために新たな政策を導入したり既存の政策を更新した



りした国々は非常に多かった。いくつかの自治体では2013年から2014年の間に、建築物の効率性を改善するための性能要件やインセンティブを制定した。規格化および性能表示要求が様々な設備やエネルギーを消費する製品の効率性を改善するための第一の手段であり、2014年までに81の国々がこうしたプログラムを採用している。2013年末までに産業用機器の中で使用される電気モーターの基準が44の国々で導入された。2014年後期には自動車の燃費基準は軽量自動車市場の70%に及んでいた。

これまで、政策分野においてエネルギー効率と自然エネルギー間の構造的な繋がりとは比較的薄かった。しかし、とくに建築に関連するイニシアティブや経済全体での目標や規制を通して、協力して両者に取り組もうとする政策は少ないながらも増えている。

主流となった自然エネルギー： 政策策定者向けの主要な発見

政府の支援政策と、風力発電と太陽光発電を中心に向上する価格競争力によって、近年は自然エネルギーの発展が主導され、自然エネルギー普及の市場での状況を変えた。これからの政策は新たな開発に乗り出すことで、新たに出現する機会や課題に対応する必要がある。これには自然エネルギー設置事業の新たな国々、とくに発展途上国への拡大、自然エネルギー発電の高いシェアを統合するための既存のエネルギーインフラと市場の改善、非電力分野（すなわち暖房、冷房、輸送）のさらなる電化などがある。

自然エネルギー世界白書の文書の通り、自然エネルギーは世界的に人々にエネルギーサービスを供給するにあたって、ますます重要な役割を果たすようになってきている。あらゆる人々にとって持続可能で普遍的なエネルギーアクセスを実現するために、自然エネルギーへの移行を主導し、必要な政策の枠組みを開発することが現在の課題である。

環境の変化に対応できる安定した見通しの立つ政策を考案する
政策の枠組みの安定性と見通しの立てやすさが、長く続く自然エネルギー設置事業を支えるために求められる。投資を呼び込み、生産規模を増大し、新たな技術を開発し、安定した雇用を多く創出するために、新たな自然エネルギー産業は見通しを立てやすくする必要がある。

しかしやがてやって来る市場の拡大に対応し、不要な公共支出を避けるために、ある程度の柔軟性も政策には必要になる。政策の環境を突然変更することを避けることは非常に重要である（例えば突然固定価格買取政策を破棄すれば、重大な悪影響を産業にもたらす可能性がある）。

つまり、新しい政策制度への移行には、来るべき変化に対する十分な知識と産業界がそのビジネスモデルに適応するための十分な時間が求められる。

自然エネルギーの大規模電力供給を披露し伝達する
多くの発展途上国は、拡大する需要の対処、エネルギーアクセスという課題の対応、そして経済成長を促進するために、

急速に発電容量を拡大する必要性を抱えている。そのような圧力に直面した政策策定者はしばしば、自然エネルギーが生み出せる潜在的に大きく急速な貢献を過小評価する。相当量の自然エネルギーを既存のインフラに統合することに成功した国々、たとえば中国、デンマーク、ポルトガル、スペイン、米国は、自然エネルギー技術の正しい混合、エネルギー効率の改善、そして賢い管理によって手頃で確実な電力供給が可能になることを実証している。

こうした成功や体験を伝えて、そこから学ぶことは、自然エネルギー源の組み合わせではベースロード電源を供給できないという誤解を正すために重要である。

価格競争力を強化するため公平な競争の場を

改革の努力にも関わらず、世界的に化石燃料と原子力発電への補助金は高額なままである。推計は5500億ドル（国際エネルギー機関）から年5兆6000億ドル（国際通貨基金）までにわたり、これらの数字はどのように「補助金」を定義し計算するかで分かれる。

自然エネルギーの成長（およびエネルギー効率の改善）は、とくに発展途上国における化石燃料および原子力発電への補助金によって抑制されている。補助金は従来のエネルギー価格を人為的に低く保っており、これは自然エネルギーが競合することを難しくしている。人為的に低くされた価格は、エネルギー効率やエネルギーの節約も阻害する。

公平な条件を設定することでさらに効率的な投融資資源を割り当てられるよう促進することもでき、イニシアティブを強化してエネルギー効率と自然エネルギー技術を発展させて実行に移すことに役立つ。化石燃料と原子力発電への補助金を世界的に廃止することで、より正確な真のエネルギー発電コストが映し出されることになるだろう。

とくに発展途上国のようなエネルギーや燃料の補助金が消費者に的を絞っている場所では、補助金はエネルギー効率と自然エネルギーの選択肢へと移行されるべきである。

自然エネルギー発電：エネルギーシステムの思考が必要

発電量の変動しやすい太陽光発電と風力発電を拡大していくためには、様々な技術を柔軟性の高い電力供給へと統合していかなければならない。つまり、単一技術による支援計画から多様な技術をバランスよく組み合わせる支援計画へと、政策計画方針を変えるべきである。政策や規制の仕組みは、さらに柔軟性のある発電システムを支援し実行に移し、需要サイドの管理を増大し、自然エネルギーが基軸となった電力システムを輸送、建築物、産業、熱や冷房分野と統合させなければならない。

電力会社やシステムシステムの管理者も、自然エネルギー割合の高いエネルギーシステムの需要と発電を管理するにあたり重要な役割を果たしている。各地に分散している生産量全体の管理はもちろん、産業や輸送システム、家庭といった需要サイドの管理には、新しいビジネスモデルを支援する異なったエネルギー政策が必要である。出力調整が可能な自然エネルギー発電が主流として高いシェアを得られるように

する新しい技術の広がりも必要であり、インフラ投資を引き出す新たなインセンティブが要求されている。

政策策定者は新たな政策メカニズムや規制の構造を策定するため、主要なエネルギー消費者（たとえばエネルギー集約型産業）に加えて、電力会社や系統システムの管理者とも協同すべきである。

自然エネルギーの熱利用と冷房に増える支援

世界的に熱利用と冷房は世界総エネルギー需要のほぼ半分を占めている。しかしこの分野は技術を発展させて分散させる支援政策ということになると、自然エネルギー発電部門より非常に立ち遅れている。

建築物に関わる義務（エネルギー効率の改善およびエネルギー技術の拡散）は自然エネルギーによる熱利用と冷房を普及させていくにあたって最も重要なことだ。建築物に加えて、自然エネルギーを産業および地域熱供給システムに統合することが求められていることも重要である。こうしたことは自然エネルギーの熱利用を発展させるだけでなく、さまざまな発電部門を統合することも支援し、発電系統への負荷を和らげる。

あらゆる行政レベルの政策策定者は、最終エネルギー消費において熱が大きな割合を占めていることを考慮に入れば、自然エネルギー熱の発展を支援する必要がある。熱利用と電気部門を統合する取り組みをさらに発展させれば、系統負荷を減らすことにも寄与できる。

発展途上国における融資へのアクセスの改善

発展途上国では資金源を入手することは、多様で安定したエネルギー供給を確立するために最も重要なことである。自然エネルギーによって、あらゆる消費者集団へのエネルギー供給を拡大することは、ますます政治的、財務的な課題となっており、技術的な課題ではない。入手可能な資金源が存在しないことや資本コストが高いこと、一部の投資家が前向きでないために、自然エネルギーの普及はしばしば抑制されている。

エネルギー市場を拡大して完全なエネルギーアクセスに到達するため、公共セクターは政治的安定性を保証する必要がある、こうした安定性は結果的に投資者に前向きな信号を送る。優先的融資や補助金はもちろん融資保証などの公共の融資メカニズムは、民間の融資手段の欠如を克服し、市場の成長を促進し、リスクを緩和することで、民間部門の投資を効果的に引き出せるかもしれない。融資手法は供給側と需要側の両方に対して実行可能であり、プロジェクト開発者やエネルギー消費者が大規模な導入計画の発展を主導するための支援となる。加えて、資金調達と買い入れを獲得するには技術面での信用が必要で、この信用には規格や認証など、質を確約するものの開発が求められる。これも同様に、地方産業や自然エネルギーの製品の輸出力の育成のために重要だ。

良いデータで良い決断を主導

信頼でき、即時性のある、定期的に更新されたデータとい

うのは、エネルギー計画を立て、目標を定義し、政策手段を企画して継続的に評価を続け、投資を呼び込むために欠かせない。自然エネルギーに関するデータの状況、とくに発電部門におけるデータの状況は、近年非常に改善されてきた。それにもかかわらず、分散型の自然エネルギーに関するデータ（近代的自然エネルギー熱を含む）は利用しやすさや入手しやすさ、質などにおいて非常に乏しいままである。市場のポテンシャルを理解し、政策の発展を主導し、投資家を呼び込むため、改善および統合されたデータが求められている。

政策策定者は発展途上国における、分散型の自然エネルギーや自然エネルギーの熱利用と冷房に関するデータの状況を改善することに特に気を配るべきである。なぜならこの2つの部門には地方分権的な性質があるため、両者とも今日の重大なデータであり、エネルギーアクセス達成目標を満たしエネルギー転換を主導するために、それぞれが非常に重要である。革新的な協同のデータ収集、処理、確認が必要である。非公式のデータはデータの不一致のすき間を埋めるために最も重要だが、新たな手法をデータ収集に取り入れることはもちろん、様々な非エネルギー分野（農業や産業、健康業界など）からの新たな参入者と協同することが求められている。

規則的でより体系的な手法でデータを収集し、透明性を高めていくために、自然エネルギーのデータの定義を広げていくことが強く求められている。

エネルギーアクセス向上のための分散型の自然エネルギーに関しては、政策策定者と資金提供者は継続的なデータ収集と報告を彼らの計画と活動に組み入れる必要がある。



第1章 世界の概要

2014年、自然エネルギーは世界のエネルギー消費の増加と同年後半の石油価格の大幅な下落がありつつも成長し続けた¹。近年、世界の最終エネルギー消費は年間約1.5%増加しているが、これは主に発展途上国での需要が増えていたためである²。

エネルギー利用が増加しているにもかかわらず、2014年にはエネルギー消費による二酸化炭素排出量が過去40年で初めて増加せず、その一方で経済は成長を遂げた³。前回排出量が減少したのは世界経済の低迷によるものだったが、2014年の安定化は自然エネルギーがより普及し、エネルギー効率が改善されたためである⁴。将来を見据え、中国、メキシコ、米国、EU等は気候変動への公約として自然エネルギーとエネルギー効率に対し段階的に投資を増やしていくことを公表した⁵。自然エネルギーおよびエネルギー効率は気候変動に対処するためだけではなく、新たに経済的な機会を創出し、依然として近代的エネルギーサービスを受けられずに生活している非常に多くの人々がエネルギーを利用できるようにする上でも重要だという意識が世界的に高まっている⁶。多くの国の農村地域において自然エネルギーは電化計画に欠かせない要素であり、2014年には多くの国際的な主体が自然エネルギーによってエネルギーアクセスを推進する活動に参加した⁶。

持続可能な開発には自然エネルギーとエネルギー効率が重要であることから、国連総会において2014年がすべての人のための持続可能なエネルギーの国連の10年ⁱⁱ(SE4ALL)の初年度であると宣言された⁷。SE4ALLでは、世界のエネルギー構成に占める自然エネルギーの割合を、基準となる2010年の18%から2030年には36%まで倍増させることを目標に掲げている⁸。

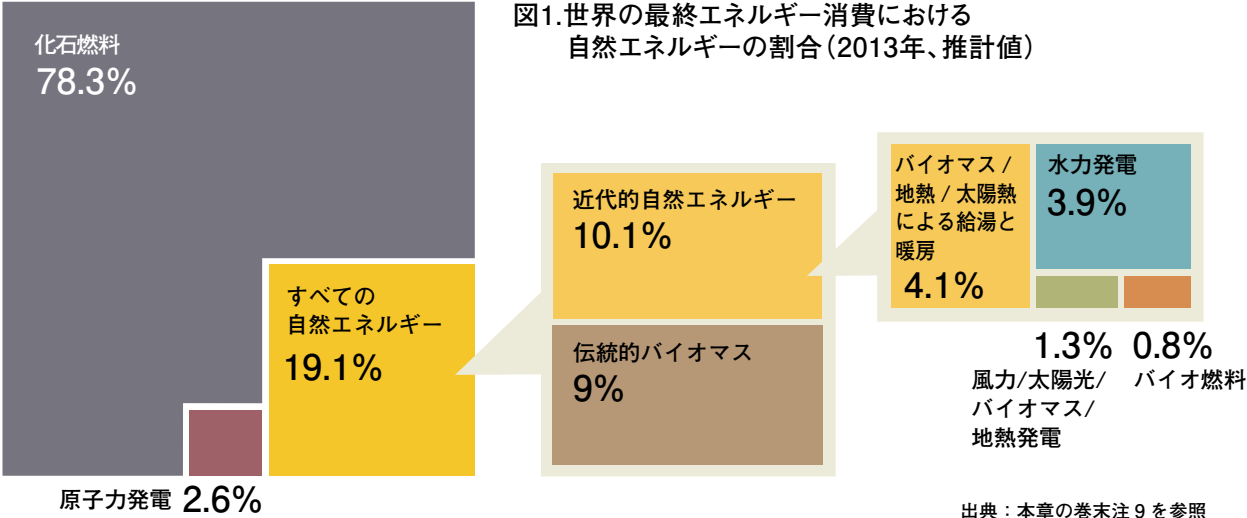
データが入手できる中で最新の年である2013年までに自然エネルギーは、世界の最終エネルギー消費の19.1%を供給したと推定される。このうち、発展途上国の遠隔農村地域で主に調理や暖房に使用される伝統的なバイオマスが約9%を占め、近代的な自然エネルギーの割合は2012年比でわずかに増加し10.1%となった⁹。(図1参照)

近代的な自然エネルギーは発電、冷暖房、輸送、農村地域／オフグリッドのエネルギーサービスという4つの異なる市場において利用が拡大している。(分散型自然エネルギーの章参照) 2013年の最終エネルギー消費のうち、水力が推定3.9%を占め、その他の自然エネルギーが1.3%、熱利用が約4.1%、輸送用バイオ燃料が約0.8%を占めた¹⁰。

2014年、自然エネルギー全体としては導入設備容量およびエネルギー生産量が大幅に増加した。同年、過去5年間の平均を上回る速さで導入が進んだ技術もあった¹¹。(図2参照) 熱利用部門では引き続き安定したペースで設備導入が行われ、輸送用バイオ燃料の生産は2011～2012年に減速した後、2年連続で増加した。最も急成長し、増加量が最大となったのは電力部門だった。

多くの自然エネルギー技術が急成長したが、容量の増加率とエネルギー効率の改善率はSE4ALLが掲げる目標達成に必要な割合に届かなかった¹²。さらに新規発電容量と投資の大部分が太陽光・風力・水力発電の3技術にのみ集中した。

2014年も主に政策に後押しされて自然エネルギーは成長した¹³。(政策の展望の章参照) 欧州における新設の課税や、米国連邦政府による生産税額控除(PTC)の終了といった政策の変更や不確実性から自然エネルギーが課題に直



ⁱ 地球上で12億人が電氣を利用できず、28億人が調理や暖房で伝統的なバイオマスに依存していると推定される。国連すべての人のための持続可能なエネルギー (SE4ALL) 「すべての人のための持続可能なエネルギーの国連の10年 2014～2024年」 <http://www.se4all.org/decade/> (2015年4月10日閲覧) 参照。
ⁱⁱ SE4ALLは関連し合う3つの目標を掲げている：すべての人が近代的なエネルギーサービスに享受できるようにすること、世界全体のエネルギー効率の改善度合いを倍増させること、世界全体としてのエネルギー構成に占める自然エネルギーの割合を倍増させることである。SE4ALL 「我々の目標」 <http://www.se4all.org/our-vision/our-objectives/> (2015年4月10日閲覧) 参照。

面した国もある。また2014年には、自然エネルギーに関する目標や政策を持つ国の数が再び増加に転じ、既存の目標をより野心的に見直した自治体もある。政策決定者はおもに電力部門に重点を置く一方で、熱利用・冷房部門とバイオ燃料以外の輸送部門に対する意識は最も希薄だった。この傾向が現状を形作る一因となっている。

2015年初頭までに、自然エネルギーもしくは自然エネルギー由来の電気で100%まかなうという目標を実践している自治体がいくつかあった。そうした目標の多くは市町村レベルで定められているが、この100%自然エネルギー・電気の目標に向かってまい進する州政府も増えている¹⁴。国レベルでの100%自然エネルギーや電気の目標の検討・導入も増えており、例としてカーボベルデ、コスタリカ、デンマークなどが挙げられる¹⁵。

自然エネルギーのコスト競争力が強化されたこともまた成長の要因となった。自然エネルギーのコストは2014年も下がり続け、概して、多くの国において同エネルギーは従来の伝統的なエネルギー源に競争力で負けていない¹⁶。コストおよび環境面では、分散型自然エネルギーシステムも島しょ地域や遠隔地の自治体における熱・電気用として、化石燃料（特にディーゼル）に劣らない競争力がある。また一般的には近代的なエネルギーサービスを提供する上でも、同様のことが言える¹⁷。発展途上国の遠隔農村地域においてミニグリッドやマイクログリッドの電力供給用として導入されるケースも増えている一、必要不可欠で生産的なエネルギーサービスを供給する上で自然エネルギーが果たす役割は重要か

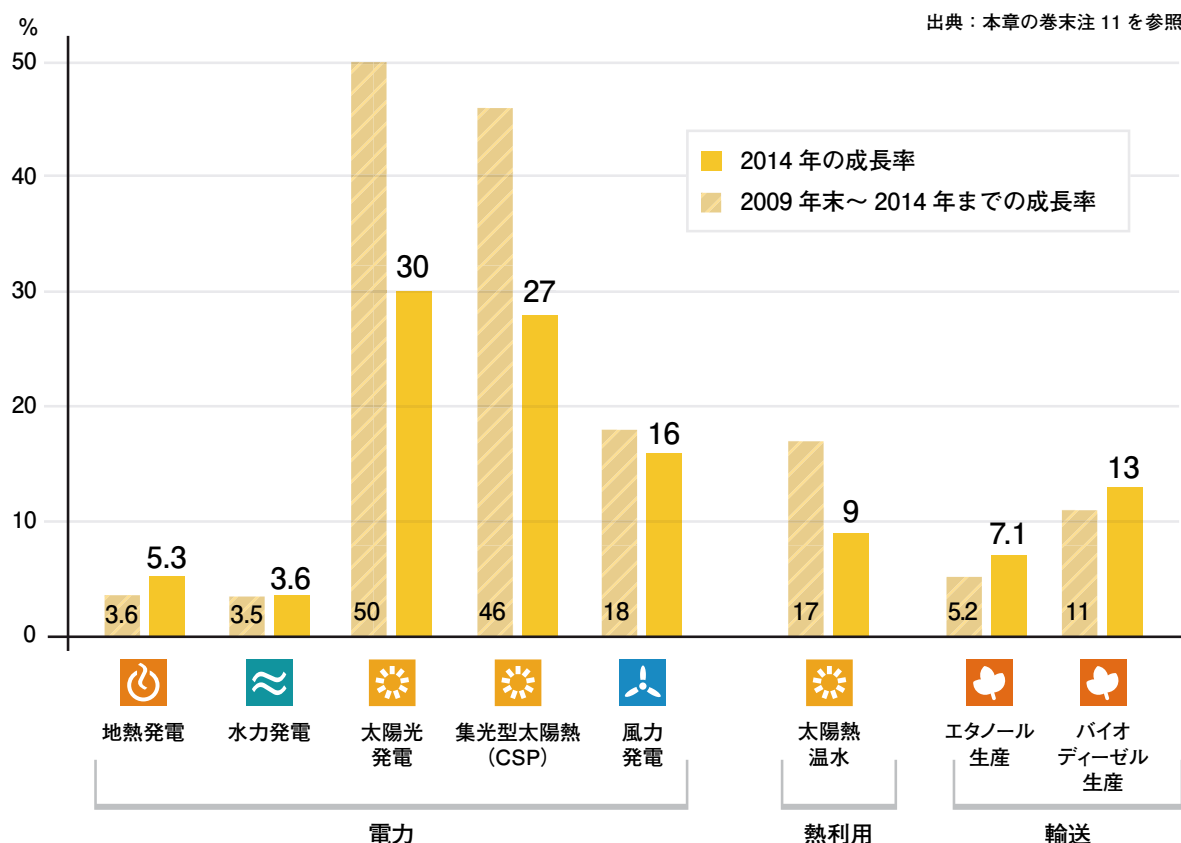
つ増大している。というのも、おもに自然エネルギーの費用対効果に対する認識が高まっているためである¹⁸。

また化石燃料や原子力への補助金の影響で、自然エネルギーの進展とエネルギー効率の改善は引き続き控えめに停滞しており、特に発展途上国において顕著だった。助成金によって従来型エネルギーの価格が人為的に低く維持され自然エネルギーにとってはより難しい競争となっている。人為的に価格を低く設定することはエネルギー効率や省エネルギーの妨げとなり、SE4ALLの目標達成のために自然エネルギーが生産すべきエネルギー量が増えている¹⁹。2013年には化石燃料向けの助成金が世界全体で5500億米ドル超となった²⁰。2014年には30か国近くが化石燃料用の助成金を削減あるいは廃止したが、なかには石油価格の低下を受けてそうした国もある²¹。

自然エネルギー市場はコストが低下したことで多様な地域に広まり続けた²²。欧州が依然として重要な地域市場であり技術革新の中心である一方で、自然エネルギー導入の舞台は他の地域に移り続けた。中国はまたしても2014年の自然エネルギーの新規発電設備導入量で世界のトップとなり、ブラジル、インド、南アフリカは各々の地域の新規導入量の大部分を占めた²³。（補足1参照）またアジア、アフリカ、中南米地域の発展途上国で自然エネルギー技術を製造・導入している国の数も増え続けた²⁴。

世界中の全地域において投資が増加したことで、世界全体で自然エネルギー発電と燃料への投資は2014年に回復し

図2.自然エネルギー設備容量とバイオマス燃料生産の年間平均成長率(2009年末～2014年末)



補足1. 注目地域：東アジア

世界全体で自然エネルギーを最も多く生産または消費し、同技術へ最大の投資を行った地域は東アジアだった。東アジアは中国、日本、韓国、台湾を含む北東アジアの主要国と、インドネシア、マレーシア、フィリピン、シンガポール、タイ、ベトナムといった東南アジアの急成長を遂げている国々で構成される。

東アジアにおいて自然エネルギーは様々な面で必要不可欠になっている。同地域は世界最大の二酸化炭素排出地域であり、域内には気候変動のリスクを非常に受けやすい社会が多くあり、急成長している都市では大気汚染が原因で年間数百万もの人々が若くして死亡している。自然エネルギーは切望されるクリーンエネルギーという選択肢を東アジアにもたらすだけでなく、この地域で高まっている化石燃料輸入への依存から生じるエネルギー安全保障上のリスクを緩和するのに役立っている。東アジア諸国の大半は自然エネルギーを新たな産業政策上の重要な戦略的要素として捉えている。

2013年までの東アジアの自然エネルギー総発電容量は457GW（世界全体の29%超）と推定され、中国がこの80%を占めた。総容量の大部分を水力発電が占めたが（322GW、うち中国は260GW）、風力発電がおもに中国にけん引され主要部門として台頭した。中国と日本は2014年に太陽光発電市場で世界の上位2か国となり、地熱発電ではフィリピンが世界第2位、インドネシアが第3位となり、潮力エネルギーでは現在韓国がリードしている。

自然エネルギー熱利用部門においても東アジアは世界をけん引しており、中国は近年の太陽熱温水器の新規導入量の80%強を占め、現在世界全体の3分の2を提供している。一方でバイオ燃料では東アジアは世界の強豪に遅れをとり、世界のエタノール生産量のわずか3%程度、バイオディーゼル生産量の12%程度にとどまる。

設備の製造でも印象的な数字がみられる。10年前、中国は世界全体の太陽光発電モジュールのわずか5%を製造しているに過ぎなかったが、現在では3分の2を製造している。同国は太陽熱温水器も約4分の3を製造しており、また大小の風力タービンの最大の生産国でもある。中国のおかげで自然エネルギー関連製品のコストは低下した。日本、韓国、台湾の企業は、太陽光、海洋、地熱エネルギーなど多くの分野で技術的にリードしており、中国は国内の自然エネルギー分野における技術革新力を急速に強化している。

地域全体としての主な動向は各政府が自然エネルギーを長期的で多部門にまたがる戦略・政策に集約していることである。韓国のグリーン成長戦略、日本の新成長戦略、中国の第12次5か年計画、ベトナムのグリーン成長戦略、第10次マレーシア計画はいずれも自然エネルギーの発展に関する野心的な計画を盛り込んでいる。さらに東アジア地域では自然エネルギーの普及、設備の製造、インフラ支援、新技術開発や投資において国有のエネルギー関連企業が重

要な役割を担っている。

しかし、各国による計画の達成率が期待よりも低いことから信用性が問われている。韓国や日本のように目標の未達成が繰り返されていること、日本、韓国、台湾、シンガポールの主要な部門における積極性が足りないために主に国内で政府の責任が問われること、タイでのわずか6年間で3つの長期「代替エネルギー」戦略がはじまったことのように長期的な計画が頻繁に変更されることもあった。

しかしながら上記の計画に基づいて、資金が潤沢にある政策的な奨励金やその他の国による支援、または国・地域レベルでの改善された法的枠組みが導入されており、こうした進展によりここ10年で東アジアでは自然エネルギーが急速に普及した。固定価格買取制度(FIT)、入札、建築規定の追加、自然エネルギー割当基準(RPS)はより一般的な政策手段になってきている。地域レベルでの普及を促すために、独自の自然エネルギー関連の戦略や政策を計画する市・州政府が増えている。

急増している大量のエネルギー需要や、多様なビジネスチャンス、精力的な企業家主義によって自然エネルギー市場・産業の成長に拍車がかかった。人口22億の東アジアは、今なお世界で最も急成長している地域経済である。分散型発電や発電所規模の自然エネルギー設備がもつ大きな可能性が、都市でも地方でも開拓されている。中国では国有企業が自然エネルギー産業のバリューチェーンの面で優位を占めるが、太陽光や風力エネルギー設備の製造においてはSinovel、Goldwind、Trina、Yingliといったいずれも世界をけん引する精力的な民間部門が台頭してきている。

東アジアでさらに自然エネルギーの規模を拡大するには様々な試練が待ち受けている。大規模水力発電は中国や東南アジアで物議を醸しており、すでに潜在的な利用可能量に届きつつある。中国などでは送電インフラが障害となり、風力エネルギーの開発が遅れ続けている。バイオマスエネルギー部門では、環境の持続可能性と食糧安全保障に関する問題が議論を呼んでいる。同地域では石炭の生産能力を拡大しているが、それによってむしろそれ以上の自然エネルギーの導入が犠牲になっているかもしれない。

また、ここ最近の中国の太陽光発電モジュール、風力タービン、レアアース鉱物の輸出をめぐる貿易上の論争は、中国政府による不当な介入（ダンピング）だとする主張に端を発しており、風力・太陽光など急成長している部門での国際競争が激化するにつれ、今後も論争は起きるだろう。だが世界貿易機関(WTO)の環境物品協定(EGA)が調印され加盟国・地域が増加すれば、競争力のある東アジアの企業は大いに利益を享受するだろう。最後に、東アジア社会がトップダウン型あるいは国家主導による自然エネルギーの開発促進への依存を減らすことができれば、クリーンエネルギー革命において同地域が注目され続けることは間違いないだろう。

出典：本章についての巻末注23参照

た。発電容量追加への純投資額では5年連続で自然エネルギーが化石燃料を上回ったが、これはほぼすべて太陽光および風力発電への投資拡大によるものである²⁵。（投資の流れの章参照）

投資額で先頭に立ったのは中国、米国、日本、英国、ドイツだが、新規の自然エネルギー発電および燃料への投資額は、対年間GDP比ではブルンジ、ケニア、ホンジュラス、ヨルダン、ウルグアイが上位となったⁱ。国民一人当たりの投資額ではオランダ、日本、ウルグアイ、英国、アイルランド、カナダ（後者2か国はほぼ同額）が上位となった²⁶。

グリーンボンドやイルドコⁱⁱあるいは証券化といった自然エネルギーへの新たな投資手段も増え、先進国および発展途上国における自然エネルギー向けクラウドファンディングの数や種類も増えた²⁷。（分散型自然エネルギーの章参照）こうした新機軸が機関投資家や個人投資家など新たな層の出資者を呼び込むことによって、自然エネルギー関連のプロジェクト融資のための資本費は下がり、結果的に自然エネルギーの競争力を一層強化するのである。

2014年には自然エネルギー市場の成長と並行して、すべてのエネルギー部門で貯蔵システムの開発・導入が大幅に進んだ。揚水発電、バッテリー、熱貯蔵などによるエネルギー貯蔵はおもに電力部門のピークシフトや周波数調整に利用されるほか、輸送部門で電気自動車の駆動力としてバッテリーが使用されることや、熱利用・冷房部門で熱エネルギー貯蔵に利用されることもあり、こちらは非常に小規模ながら成長している市場である²⁸。バッテリーは世界全体の貯蔵システムのごく一部を占めるに過ぎないが、将来的には成長する市場だという兆しがいくつかの動向から見て取れるだろう²⁹。たとえば2014年には自然エネルギーと系統接続型貯蔵システムを統合する斬新なビジネスや導入モデルが増加し、中国や米国では大規模なリチウムイオン電池製造工場が公表された³⁰。

2014年にはこの他にも輸送や熱利用の電化も勢いを保ち、今後はより一層、部門間で共通する部分がでてくる可能性があることを強調している³¹。自家用車や熱利用システムの電化が進むと、既存の電力部門における自然エネルギー割当基準（RPS）制度などの目標を達成するために、自然エネルギー需要は高まるだろう。また電化された乗物や暖房器具を利用することで変動性の自然エネルギー発電のバランスを保つことができるだろう。例えば電化暖房は、送電網の電気を使用して地域熱供給ネットワークに熱を供給したりするシステムレベルでも、太陽光発電とヒートポンプの組み合わせなど消費者レベルでもバランスを保つために用いられている。

■電力部門

最も大きな成長は電力部門で起こり、2013年の世界の自然

エネルギー発電容量は2013年から8.5%以上上昇し、1712GWを越えた³²。水力発電では3.6%増加し、およそ1055GWとなった。他の自然エネルギーでは合計で18%近く増加し、推定660GWとなった³³。世界全体では、風力発電と太陽光発電はそれぞれ容量の追加の記録が見られ、水力発電を上回り、2014年の水力発電を除いた自然エネルギー導入量において90%以上を占めていた³⁴。（表 R1を参照）

2014年の自然エネルギーの発電容量は世界の発電容量の増加分の推定58.5%を占め、国によってははるかに高い割合を占めた³⁵。年末までの自然エネルギーの発電容量は世界の発電容量の推定27.7%を占めていた³⁶。これは世界全体の電力量の推定22.8%を供給するのに充分な量であり、水力発電が約16.6%を占める³⁷。（図3を参照）2007～2012年の期間では、自然エネルギーの発電容量は年間平均5.9%の割合で増加した³⁸。対照的に、世界全体の電力消費量は同じ時期で年間平均2.7%の割合まで増加し、OECD非加盟国々では2倍の早さで増加した³⁹。

変動型自然エネルギーの普及はいくつかの国々で高い水準で達成されている。例えば、2014年を通じてデンマークでは風力発電が電力需要の39.1%に達し、ポルトガルでは27%、ニカラグアでは21%となった。2014年末までに稼働している太陽光発電の発電容量は、イタリアでは電力需要の推定7.9%を十分に達しており、ギリシャは7.6%、ドイツは7%となった⁴⁰。

2014年末時点では、中国、米国、ブラジル、ドイツ、そしてカナダが、自然エネルギー総発電容量において上位を占める国々である⁴¹。中国は全世界の自然エネルギー発電容量の約4分の1を占め、そのうち260GWが水力発電である⁴²。水力発電を除いた発電容量で上位を占める国は、中国、米国、ドイツであった。それに続いて、イタリア、スペイン、日本、インドであった⁴³。（図4と表R2を参照）水力発電を除いた自然エネルギー発電容量で上位20位に入る世界の国の中で、国民一人当たりの発電容量が最も多い国はすべて欧州にある。その中でもデンマークは圧倒的な差をつけており、続いてドイツ、スウェーデン、スペイン、ポルトガルとなっている^{iii 44}。

■世界各国の中で最も風力発電や太陽光発電、水力発電を導入した中国にけん引され、アジアは地域別における最大の発電容量を導入した⁴⁵。多くの欧州諸国よりも太陽光発電（0.5GW）を導入したタイのように、アジアにはより広い成長市場があり、フィリピンやパキстанはそれぞれ風力発電を相当量導入した⁴⁶。

■EUでは、7年連続で新規発電容量の多くを自然エネルギーが占めており、その数字は78%に上る。ドイツは水力発電を除いた自然エネルギーの発電容量の割合が2010年の10.5%から2014年には24%まで増加し、一方でスコットラン

ⁱ 投資資金の出所はこれらの国以外の可能性がある。他にはパナマ、コスタリカ、中国、フィジー、オランダが上位10か国に入っている。

ⁱⁱ イルドコ（高利回り会社）とは、運営段階のプロジェクトに対して高い利率で投資を行うことを目的として設立された法人。証券化とは、太陽光発電システムなど類似性のある資産を共同で管理し、それらの資産に対して異なる優先権が付与された証券が発行できる規模にし、有価証券として投資家に販売する方法。

ⁱⁱⁱ 一人当たり自然エネルギー容量がより高い国や自然エネルギー電気の割合が高い国は他にもあるが、本報告書では水力発電を除く総導入容量が上位20か国に着目している。オーストリア、フィンランド、アイルランド、ニュージーランドを含むいくつかの国では、水力発電を除く一人当たり自然エネルギー発電容量が高い国もある。アイスランドはこうした国でも突出している。（自然エネルギー発電の国別割合についての参照表 R13 を参照）

ドでは2014年における発電容量の半分近くを自然エネルギーから生産した⁴⁷。

■北米では、相当量の太陽光発電と風力発電の成長を経験した。しかしながら、両者とも莫大な技術的賦存量がまだ手つかずのままである。米国では、天然ガスより多くの自然エネルギーの発電容量が建てられ、水力発電を除いた自然エネルギーの発電容量が初めて水力発電の発電容量を追い越した⁴⁸。

■南米とカリブ海諸国では、ブラジルが新たな発電容量の導入ではトップを走り続けており、3GW 以上の水力発電と2.5GW の風力発電の容量追加に取り組んだ⁴⁹。チリとメキシコでは風力発電と太陽光発電に大きく力を入れ、ウルグアイは1人当たりの風力発電容量を世界で最も追加した⁵⁰。

■アフリカでも自然エネルギーに力を入れている。南アフリカが世界10位以内の太陽光市場に初めて入り（9位を記録、インドを追い抜いた）、風力発電においてもアフリカ大陸をリードしている⁵¹。ケニアは、世界全体で新規導入された地熱発電の発電容量の半分以上を占め、ルワンダも新たな水力発電（30MW 以上）と8.5MW の太陽光発電を導入して、総発電量が大きく増加した⁵²。

2014年の自然エネルギー発電の急速な成長により、挑戦と機会の両方が生まれた。エネルギー消費が増加している国々では、自然エネルギーと化石燃料による発電が同時に成長した。電力消費において増加が少ないあるいは減少している国々（例えばOECD 諸国の一部）では、自然エネルギーが既存の発電を代替した⁵³。このような現象により、欧州や北米ではいくつかの設備業者や電力供給者たちは自然エネルギーの恩恵を得るために、化石燃料を減らして既に自然エネルギー市場に参入している企業を買収するなど事業を改変した⁵⁴。

同時に、地域の政策立案者たちは自然エネルギーの割合を増やすために設備業者たちに彼らの事業モデルやグリッド設備を更新するように要求することもあった⁵⁵。さらに、2014

年、いくつかの国や地域では変動型自然エネルギーの拡大を目標に送電システムを強化し続け、例えばインドやアフリカ⁵⁶では大量の自然エネルギー資源にアクセスするために送電網を建設した⁵⁷。（補足2参照）

世界的に、2014年の自然エネルギーによる発電容量は主に設備業者や大規模投資家が所有している大型発電所（メガワット規模）が占めている。オーストラリア、欧州、日本、そして北米も電力を生産しつつ消費する人、プロシューマーが大きく増えている⁵⁸。フランスでは、プロシューマーを支える（そして管理する）ための国民的対話の実施や、EUは加盟国の自家消費に関する規制を探り始めた⁵⁹。先進国や途上国では、産業プロシューマーも農業や森林における廃棄バイオマスで相当量の自然エネルギーを生産した⁶⁰。

2014年には、系統連系された自然エネルギー、特に太陽光発電のコミュニティ所有や共同所有が拡大した。固定価格買取制度がタイやカナダのノバスコシア州地域のコミュニティ所有の自然エネルギーを支えている⁶¹。さらに、スコットランドに初めてのコミュニティ所有の海洋エネルギーシステムが設置された⁶²。

ドイツとデンマークの両国ではコミュニティと地域所有の自然エネルギーシステムの長い伝統がある⁶³。ドイツでは、2012年、割合は減少したものの、47%の自然エネルギー発電が個人や協同組合の投資によって所有されている⁶⁴。

世界中の主な企業や機関は2014年に自然エネルギーの購入に重要な取り組みを行い、企業のグループは、RE100イニシアティブのもと自然エネルギーを100%に達成するよう取り組んでいる⁶⁵。大手企業も独自の自然エネルギー発電所を所有（もしくは電力の購入）するために数十億ドルの支出を表明している⁶⁶。鉱業は信頼性の向上と、ブラジル、カナダ、チリ、南アフリカ、そしてタンザニアの鉱山に自然エネルギーによって電力と熱を生産する設備を設置してエネルギーコストの削減のために自然エネルギーシステムに投資している⁶⁷。

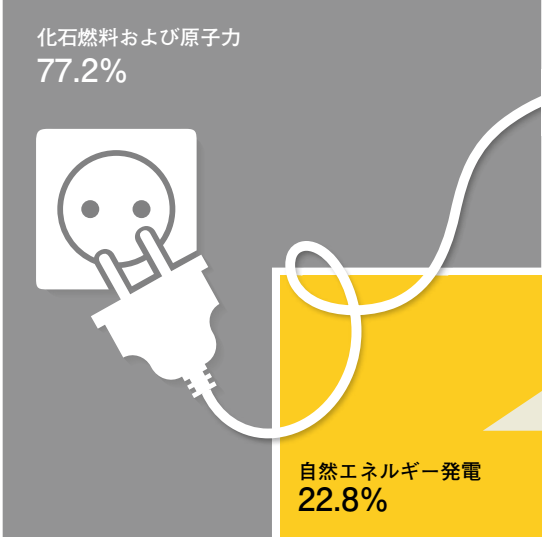
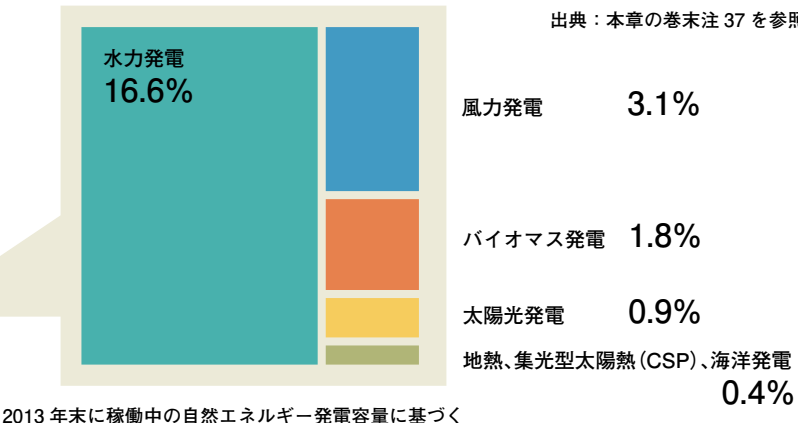


図3.世界の電力供給における自然エネルギーの割合（2014年末、推計値）



補足2. エネルギーシステムの改革：電力システムの転換

電力システムは発電のためにほとんど同じような方法で設計され、運営されている。しかし今日では広い範囲での要素が変化を示している：化石燃料に対する地域や世界中での懸念やエネルギー安全保障の観点、多様な電源へのアクセス、技術コストの急速な変化、エネルギー供給のデモクラシー化、水や土地の利用者間の相互影響の増加、専門家とシステム活用者間のネットワークの発展。

このような要素が多様な電力システムの転換を促している。技術や制度の革新が新たなシステムの可能性を開いたことを、世界中の証拠が示している。重要な革新が出現し、以下の4つの範囲に広く拡散し始めている。計画過程、運営上の試行、価格と買取価格、そして実現技術である。

計画過程

エネルギー生産における水資源、気候、そして健康への影響は、より広く理解および測定され、いくつかの地域ではこれらの要素が統合資源計画に明確に含まれている。例えば、乾燥地帯である米国の南西地域では、アリゾナパブリックサービス（APS）社が水資源や排出物においてリスクや利益を試算する計画過程のシナリオを作成し、供給部門での自然エネルギー技術に大きな重点を置くようになっていく。最近で急成長しているいくつかの市場もエネルギーアクセスや経済成長などの独特の指標を考慮した、より能動的で包括的なエネルギー計画過程に転換している。

自然エネルギーがすでにある程度発展し、その割合を高めている地域では、計画過程はより優れた自然エネルギーの地形空間分析や自然エネルギー発電と送電網の構築を統合する新たなアプローチ、自然エネルギーの割合が増加した時に信頼性の高い電力システムを確保するためのより詳細な信頼性測定方法など、様々な要素を含む形で成長している。たとえば、アイルランドの電力システム運営機関（EirGrid）は、より整備された系統と風力発電を維持するために複数段階の計画を行い、将来の風力発電シナリオにおけるシステム運用を発展させるためのより詳細で信頼できる分析を試みた。

運営上の試行

電力の供給と需要のバランスを保つことは常に様々な変動要素と不確実性を含み、自然エネルギーのシェアとともにそれらは増加している。気象の予測や発電計画の向上、そして系統システムとの接続の増加を含む様々な運営上の試行は、費用対効果が高く、信頼のできる成長に繋がる。たとえば、より良い予測は、カナダや中国、ドイツ、アイルランド、ポルトガル、スペイン、米国において、十分な量の風力発電を持つ全ての主要なシステムに普及している。

価格と買取価格

価格と買取価格の調整が電力システムの構築において要となる。今日、価格と買取価格は稼働させる自然エネルギーの選択のみならずデマンドレスポンスの促進、柔軟性のある発電、エネルギー効率、そして分散型発電への投資において重要な役割を果たす。たとえば、自然エネルギーの割合が高い多くの市場では、風力発電や太陽光発電がゼロもしくはそれに近い価格で入札され、電力の卸売市場価格の下落が起こっている。このような価格の下落は、不可欠なグリッドサービスを提供できる従来の発電の利益を減少させる可能性がある。これに対し、いくつかの市場運営機関は、発電業者と需要対応型の業者に供給可能なサービスを提供することに対する十分な補償を与えるために、例えば容量支払、“性能支給”メカニズムのような具体的なシステムを試行している。

実現技術

電力システムの転換を支持するために、たとえば水資源の節約や太陽光発電において変動幅の大きい電力の出力を調整可能にする“スマート”な変換器、バッテリーや揚水発電、そして柔軟性の高い熱生産設備といった実現技術への投資が増加している。たとえば、ドイツの設備業者はより柔軟な自然エネルギー資源を統合するためのより急速な増減を可能にするために、既存の石炭発電所を改修した。デンマークでは、コージェネレーション設備が変動する風力発電の貯蔵庫の役割をしている。

加えて、このような革新は、自然エネルギーの導入のためにどれほどの広い範囲で変化、支持が起こっているのかを目に見えるようにしてくれる。これからの数十年は自然エネルギーや貯蔵、そしてネットワークの高度な技術の価格の下落とともに、より多くの変化がもたらされるだろう。電力システムの転換の戦略マネジメントはより注目される分野になるだろう¹。

GSRの“エネルギーシステムの改革”は、主に自然エネルギーの統合とシステム転換に関連するエネルギーシステムの発展に焦点を当てている。

出典：この章の章末57を参照

¹ このような変化や道のりについてのより深い議論は、クリーンエネルギーの技術発展と世界のクリーンエネルギー転換を促す政策やプログラムを推進するエネルギー官僚たちによる Clean Energy Ministerial の電力システム転換についての報告書を参照可。

主に電力部門において従来型の電力会社からの自然エネルギーの任意の購入が増え続けている。ドイツは世界中のグリーン電力における主要国の一つであり、他の欧州の国々もグリーン電力市場を活発化している⁶⁸。ドイツの市場は2006年に80万人の家庭顧客数から2013年には570万人に増え、14.3%の国内住宅保有者が19.5TWhの自然エネルギーによる電力を購入している。商業用の顧客を含めると、グリーン電力の購入量は29.6TWhを上回る⁶⁹。

グリーン電力市場は、オーストラリア、カナダ、日本、南アフリカ、そして米国にも存在する。米国の電力利用者の半分以上は地域の設備業者や電力小売業者から直接電力を購入できる選択肢を有している。2013年、米国のグリーン電力小売業者は合計62TWhの売り上げを記録し（米国の総電力売上げのうち、1.7%）、約540万人が購入している⁷⁰。

■冷暖房部門

エネルギー利用において熱の割合は、世界のエネルギー消費の約半分に達する⁷¹。自然エネルギーは暖房部門の最終エネルギー利用の25%以上を供給し、その3分の2は伝統的なバイオマスが担っている⁷²。近代的な自然エネルギーによる供給は、残り3分の1を占め、熱エネルギーの約8%となっている。したがって、近代的な自然エネルギーによる暖房はそれによる最終エネルギーの利用のかかなりの割合を担っている。しかし、自然エネルギーによる熱生産は大きいポテンシャルを持っており、特に低温暖房に貢献できるだろう⁷³。

2014年、バイオマスエネルギーが近代的な自然エネルギーの9割以上を担い、太陽熱利用と地熱利用が残りを占めて

いる⁷⁴。近代的な自然エネルギー熱の半分以上は産業で消費され、総熱需要の約10%を占め、そのすべてがバイオマスによって供給されている⁷⁵。最近の産業での成長は比較的弱まっている⁷⁶。

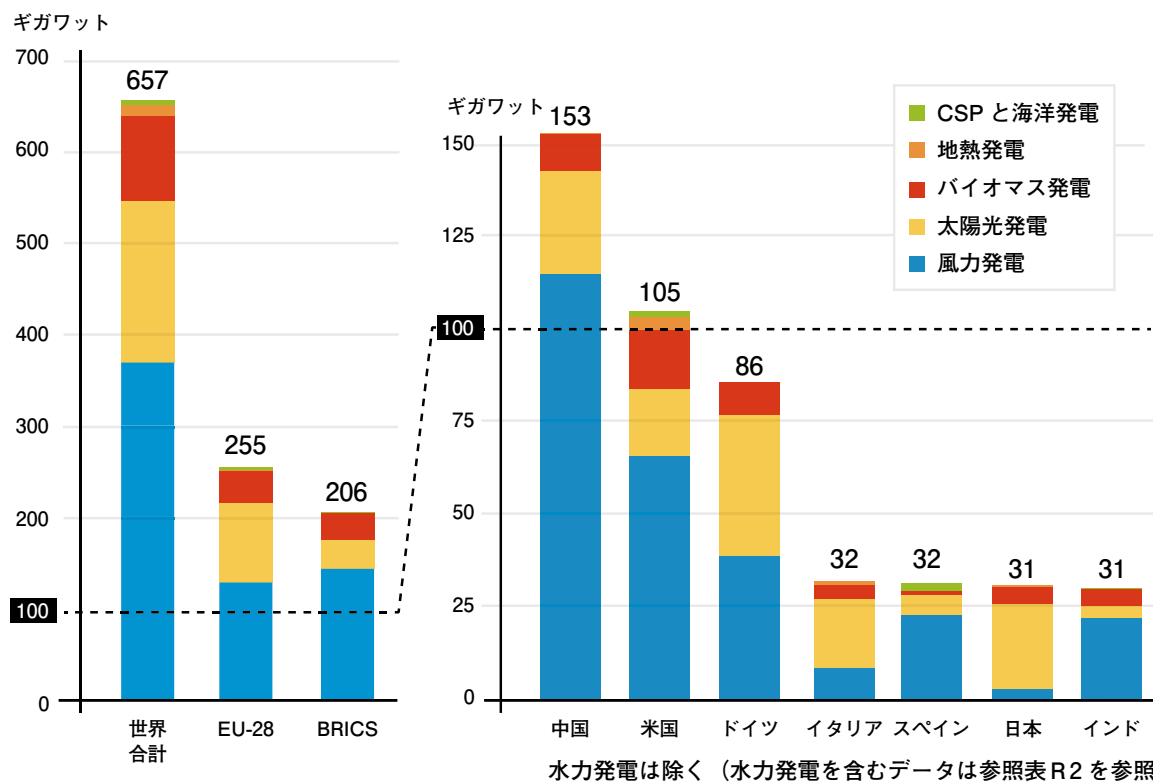
自然エネルギーによる熱の消費の残りの半分は建築物の中で発生しており、例えば暖房、温水、そして調理である。これらは基本的にバイオマスによって賄われて、太陽熱利用と地熱利用の貢献度は比較的少ない。建物における自然エネルギー利用のほとんどの成長は、場所の増加と自然エネルギーによる熱利用技術が化石燃料と価格競争力があるという状況にもかかわらず、支援政策によって促されている⁷⁷。

自然エネルギーは冷房にも利用され、電力負荷を減らせる可能性のあるアジア、欧州、中東、そして北米を含む世界中の地域で関心が増している⁷⁸。近年、世界中の太陽熱冷房市場は年率40%を上回る成長を見せている⁷⁹。しかし、設置数はまだ限られている⁸⁰。

世界中の熱エネルギーへの需要は2008年から2012年の間、年率2.6%の成長を見せ、主に発展途上国における産業や建築物によるものである⁸¹。冷房の需要も急速な成長を見せ、エネルギーへのアクセスの向上と地球の温度上昇の結果、2000年から2010年の10年間で60%の成長を記録した⁸²。

近年、暖房に用いられる伝統的バイオマス利用の世界的増加は、発展途上国において加速する都市化と近代的エネルギー源へのアクセスのおかげで押しとどめられている⁸³。

図4.自然エネルギー発電設備容量 世界合計、EU28か国、BRICS、上位7か国（2014年）



その反面、暖房部門においての近代的自然エネルギーの世界的消費は、2007年から2013年までの間に年率2.4%の成長を成し遂げた⁸⁴。この増加にもかかわらず、暖房部門での近代的自然エネルギーの割合は、世界的な熱需要の増加のため、変わっていない⁸⁵。

暖房のための自然エネルギーは、多くの国が産業用バイオマスを利用した結果、世界中で幅広く分布されている。しかし、地域別に重要な差が存在する。

■アジアは、暖房部門全般で多くの近代的自然エネルギーを使用し、主にインドなどでの産業用バイオマス熱利用が占めている⁸⁶。中国は2014年世界の暖房市場において最も重要な役割を担い、世界の地熱の直接利用や暖房用のバイオガスをリードしている⁸⁷。

■欧州は、近代的自然エネルギーの占有率の点で世界の暖房部門をけん引しており（2013年に14.7%）、たとえば、アイスランド、ノルウェー、そしてスウェーデンは最も高い自然エネルギーによる暖房の普及を見せている（50%以上）⁸⁸。欧州は同時に太陽熱コンビシステム、地域熱供給網と産業プロセスへの太陽熱の統合、そして小規模の地熱コージェネレーションと熱生産設備の発展のような革新もリードしている⁸⁹。

■米国は、市場が弱まっているにもかかわらず、2014年の太陽熱水式集熱器の容量でリードを保っている⁹⁰。北米は2007年から2013年の間、暖房のための自然エネルギーは産業部門でのバイオマスの減少によって全体的に下落した⁹¹。

■ラテンアメリカでは、近年自然エネルギー熱利用の拡大は、主にバイオマスの成長によってもたらされていた⁹²。同時にブラジルは太陽熱による温水で急速な成長を経験し、メキシコも注目すべき市場を持つようになった。他の国々では公的インセンティブなしでも市場の成長を記録している⁹³。

■アフリカでの近代的自然エネルギー熱利用は小さいが重要な役割をしていて、特にサトウキビ産業とその残さによってコージェネレーション設備を稼働しているモーリシャス島、エチオピア、そしてケニアを含む⁹⁴。南アフリカは、太陽熱暖房容量が成長しているにもかかわらず、太陽熱温水システム市場はアフリカ大陸をリードしている⁹⁵。

■中東では、太陽熱温水システムは多くの国で重要なエネルギー源となっている。イスラエルは太陽熱水式集熱の総容量をリードし、パレスチナ地区、ヨルダン、そしてレバノンと続いている⁹⁶。およそ85%のイスラエル家庭は太陽熱温水を利用している⁹⁷。これらの地域では太陽熱冷房への関心も高まっている⁹⁸。

2014年には、冷暖房部門において自然エネルギーが暖房と冷房部門でより重要な役割を担う潜在性が増加したいくつかの傾向があらわれた。具体的には、産業プロセス、冷暖房システム、そして建築材におけるエネルギー効率の向上や、ネットゼロエネルギービル（Net Zero Energy Buildings/NZE）に対する関心の増加、特に2020年以降

NZE義務化を持つ国の数が増える（エネルギー効率セクションと補足7参照）、といったことが含まれている。

地域熱供給システムの拡大は自然エネルギーによる冷暖房の機会を提供してくれる。地域熱供給は欧州のおよそ12%の家庭と商業用の暖房を担い、欧州のいくつかの国ではより高い割合となっている⁹⁹。たとえば中国では2005年から2011年の間にその数値が2倍になり、熱需要のうち、30%は地域熱供給網によって供給している¹⁰⁰。世界中で、建築部門において近代的自然エネルギーの熱のおよそ6%がそのようなネットワークで供給されている¹⁰¹。いくつかの先進国、特に欧州では、太陽熱、バイオマス、そして地熱暖房を地域供給システムに統合している¹⁰²。2012年から2014年の間、デンマークの地域供給システムの太陽熱容量は2倍になった¹⁰³。

またデンマークやアイルランドといったいくつかの国では、供給が超過している間自然エネルギーによって生成される熱を吸収するために、地域熱供給システムやその他の技術を使用し始めた（たとえば、ヒートポンプや抵抗ヒーターを利用）¹⁰⁴。中国では地域グリッドの負担を軽減し、空気汚染を減らすために風力を熱に変換する技術の試験を行っている¹⁰⁵。

その他の目立った傾向としては、多様な熱設備を稼働するために、様々なエネルギー源（例えば太陽熱やヒートポンプを用いたバイオマス）を統合するハイブリッドシステムの利用がある¹⁰⁶。ハイブリッド熱ポンプ製品の中国市場は欧州の2倍に達し、急速に成長している¹⁰⁷。地域熱供給や産業プロセスのための大規模な熱ポンプの利用への関心が高まっている¹⁰⁸。

このような自然エネルギーによる暖房の革新にも関わらず、技術への関心が低く、暖房市場が分散型の消費と断片化という特性を持つこと、そして政策的支援が比較的不足していることが当分野の発展を妨げている。さらに、化石燃料の価格の下落により、逆風にさらされており、化石燃料に対する補助金（特に天然ガス）やエネルギー効率の向上や他の自然エネルギーシステム（例えば、太陽光発電、ヒートポンプ、そして太陽光発電と太陽熱ポンプハイブリッド）のような他の潜在的投資との競争も含まれる¹⁰⁹。太陽熱は近代的自然エネルギー源の中で最も急速な成長を経験しているが、上記のような課題のせいで、2014年からそのペースは落ちている。

■輸送部門

輸送部門における自然エネルギーには3つの主要なポイントがある。100%の液体バイオ燃料または従来の燃料との混合バイオ燃料の利用、天然ガスの成長、そして輸送の電化である。このような傾向は輸送部門において、自然エネルギーの発展に貢献している。しかし、今まで政策、市場、そして産業の主な焦点は、液体バイオ燃料にあった¹¹⁰。

特に発展途上国における自動車所有の急増のおかげで石油の需要は急増した。しかし、自動車や軽量自動車などにおける燃料経済の成長のみならず、輸送戦略の向上も需

要の増加を促した¹¹¹。2008年から2012年の間、世界のガソリンの需要は年に1.2%増加し、非OECD諸国では5.1%の成長を見せた¹¹²。

輸送における自然エネルギーの割合はまだ少ない。2013年、自然エネルギーの道路輸送への世界の需要は3.5%であり、2007年より2%上がっている¹¹³（同時に輸送燃料は世界の自然エネルギー雇用の2番目に大きいシェアを有している、補足3参照）。主にエタノールとバイオディーゼルからなる液体バイオ燃料は自然エネルギーシェアの大部分を占めている。バイオ燃料の輸送部門への貢献は、いくつかの欧州の国々、米国、そしてブラジルで大きく、2014年に20%を上回っている¹¹⁴。液体燃料は主に乗用車や大型車に用いられる。

液体バイオ燃料の他に、まだ比較的少ないが、量が増えているバイオメタン（精製されたバイオガス）を含めたガス化バイオ燃料が車に使われている。自然エネルギーも、列車、電車、トラム、そして2輪・4輪車の電気自動車への電力に用いられている。

バイオ燃料が環境、経済、そして社会的持続可能性の側面で成長を妨げるという懸念にも関わらず、ほとんどの主要生産国は2013年に比べ、翌年のバイオ燃料生産を増やしている¹¹⁵。

■米国は、バイオディーゼルとエタノールの生産において変わらず世界をリードしており、政策の不安定さにもかかわらず、エタノールの生産は前年に比べ2014年に増えている¹¹⁶。カナダもバイオ燃料の生産が2014年に少量増加し、エタノール燃料の世界トップ5の生産国となっている¹¹⁷。

■ブラジルのエタノールとバイオディーゼルの生産は2014年に拡大され、生産量の少なかった南米のアルゼンチンやコロンビアもその量を増やしている。アルゼンチンは、政府の補助金と混合義務によって生産量を28%増やし、2014年に世界5番目のバイオ燃料の生産国となっている¹¹⁸。

■欧州では、持続性への懸念からサトウキビ、デンプン、そして油糧作物からのバイオ燃料生産の上限を設定しようとしている¹¹⁹。同時に、EUの国々は輸送部門における自然エネルギーの目標値の達成に苦労している¹²⁰。このような背景とは裏腹に、ドイツは2014年にバイオ燃料の生産量が増えている¹²¹。

■アジアにおけるバイオ燃料生産量は2013年から2014年まで急速に増加し、特に中国、インドネシア、そしてタイなどの生産量の多い国々では16%の増加を見せた¹²²。

■サハラ地域の国々が政府の混合義務化を持っているにもかかわらず、アフリカの生産量は2014年もその量が少なかった¹²³。

バイオ燃料の新しい市場や利用法は絶えず発展している。2014年には、ノルウェーとスウェーデンの商業用飛行機は航空用バイオ燃料を使用し、ブラジル、中国、インドネシア、南アフリカ、アラブ首長国連邦、英国、そして米国の航空

会社も航空用バイオ燃料供給の合意や計画を発表した¹²⁴。

世界では、オーストラリア、チリ、イタリア、そして米国の海軍が軍事用のバイオ燃料の発展を模索している¹²⁵。2014年12月に米軍が初めて音速戦闘機を再生可能なイソブタノールで賄うことに成功した¹²⁶。

液体バイオ燃料の他に、ガス化燃料と電力の発展の傾向は、自然エネルギーと輸送の統合につながっている。圧縮天然ガス車と燃料スタンドは2014年にも拡大し、バイオメタンのようなガス化バイオ燃料にも機会を与えている¹²⁷。少量ではあるが、量が増えているバイオメタンは、欧州（主にドイツ、フィンランド、そしてスウェーデン）において、車、バス、そしてその他の車両の燃料となっている¹²⁸。バイオメタンの生産が主に欧州に集中しているにも関わらず、ブラジルを含めた他の地域やアジアと北米でも計画が進められ、自動車の燃料注入と生産のための設備が発展している¹²⁹。

輸送部門における電化が年間を通じて発展している。2013年の電気自動車の数は35万台から翌年に2倍近くの66万5千台に増えている¹³⁰。米国は最も大きい電気自動車（EV）市場を持っているが、2014年の1年間に販売される電気自動車の割合はノルウェーが最も多い（12%増加）¹³¹。2015年初頭には、世界全体で2億3500万の電気二輪車のうち97%、4万6千の電気バスのうち79%を中国が有している¹³²。2014年には、電気旅客列車、ライトレールシステム、市街電車システムなどを含む、電力公共交通において継続的な成長が見られる¹³³。2014年、ブータンは豊富な自然エネルギー源を輸送部門の電化に活用すると公言し、国営のバスやタクシーから手掛けはじめた¹³⁴。

このような傾向は輸送部門と自然エネルギーのさらなる統合につながるが、それは利用に伴う電力需要が持続可能な自然エネルギーでまかなわれる限りにおいてであり、電気自動車ではその電力が再生可能である場合に限ってである¹³⁵。電気自動車は自然エネルギーの蓄電スタンドに直接つながることが出来るし、設計上も直接自然エネルギーの統合とつながられるが、その例はいまだに稀である¹³⁶。電気自動車の貯蔵システムは、試作段階ではあるが、変動型自然エネルギーの調整に利用することが出来る¹³⁷。

欧州においては、オンサイト型自然エネルギーと自発的グリーン電力購入プログラムの組み合わせにより、いくつかの鉄道システムが、すでにまたはすぐに自然エネルギーの電気や燃料で動いていると宣言できるようになった。スウェーデン旅客列車会社（SJ）は数年間自然エネルギーによって稼働しており、スイスの連邦鉄道（SBS）は、自然エネルギーによる運行を2025年までに75%から100%に引き上げる目標を掲げている。またドイツ鉄道は2050年までに燃料の100%を自然エネルギーにすると宣言している¹³⁸。2014年にオランダの国営鉄道は2015年の50%から2018年までに自然エネルギーで100%賄うと宣言し、ドイツのRhein-Hunsrück地域では自然エネルギーによる余剰電力を鉄道システムに回している¹³⁹。欧州の他に、インド鉄道は2014年に5%のバイオ燃料を鉄道に用いている¹⁴⁰。

補足3. 自然エネルギーの雇用

自然エネルギーの雇用は、産業と貿易の政策、産業の再編成、そして技術の発展に加え、欧州と北米から中国やその他のアジアの国々に移転することによって変動している。IRENAⁱによると、2014年には770万人が自然エネルギーに直接的、あるいは間接的に関わっており、大規模な水力発電には150万人が携わっている（表1参照）。

太陽光発電は、25万人で雇用の大部分を担っており、製造業と国内市場の急速な拡大のおかげで、そのほとんどは中国に集中している。日本、米国、そしてバングラデシュも太陽光発電による雇を増やしている。欧州の太陽光産業における雇用は2013年に35%減少して16万5千人にとどまっている。

液体バイオ燃料部門は180万人近い数で、2番目に大きい雇用割合を見せている。ブラジルはバイオ燃料の雇用者数においてもっとも大きい数値を示し、その次に米国が続いている。その他の主要国は労働集約作業の為、インドネシア、中国、コロンビア、そしてタイが続いている。

世界の風力発電における雇用者数は、2014年に100万人に達した。成長は中国と米国で顕著であり、ブラジルや欧州では著しい増加を記録した。

他の自然エネルギー技術のデータは不足している。太陽熱部門では、中国が約76万4千人の雇用を記録している。インド、米国、そしてブラジルの雇用は、少ないが重要な役割を果たしている。

2015年、IRENAは初めて世界の大規模な水力ⁱⁱにかかわる雇用者数を算出し、およそ150万人が直接的に携わっていた。2013年の主要国は中国、ブラジル、インド、そしてロシアであった。ほとんどの雇用は建設と製造業に属し、運営とメンテナンスが続いた。

自然エネルギーによる雇用はオフグリッドで増加している。バングラデシュの経験は、太陽光発電によって途上国の郊外地域におけるエネルギーアクセスや雇用の潜在能力を明らかにした。バングラデシュの住宅太陽光システムの設置は2015年初めに380万基に上り、関連雇用は販売、設置、そしてメンテナンスを含めて11万5千人を記録した。

中国は340万人の雇用を生み出し、主に、太陽光発電、太陽熱温水、風力発電、小水力、そしてバイオガスの自然エネルギーによる雇用の分野で世界をリードしている。

欧州では、自然エネルギーによる雇用は、政策の逆行による投資の減少によって3年間減っている。2013年（活

用できる最も最新のデータ）に合計120万の雇用があり、前年度より4%減少した。具体的に見ると、太陽光発電における雇用の減少がバイオマス（暖房と電力）や風力によって相殺されなかったからである。ドイツは2013年、雇用数がトップを記録し、フランス、英国、スペイン、そしてイタリアが続いている。

米国は2014年に太陽光（2013年以降22%増加）とエタノール産業部門（34%増）で顕著な成長を見せている。バイオディーゼル部門の雇用は、生産の減少とともに少し減っている。風力の製造業は2013年を基準に反騰し、2014年には新たな風力発電機の設置のおかげで総雇用者数は45%増えている。

ブラジルの雇用は、ほとんどバイオエネルギーが占めている。サトウキビ耕作の機械化にもかかわらず、バイオディーゼル部門の拡大によって増加を記録した。風力と太陽光産業に携わる人数も増加している。

インドも野心的な太陽光目標を掲げているが、製造業は低価格な部品の輸入によって打撃を受けており、2014年にはインドの総生産容量の2.3GWの4分の1しか稼働できていなかった。太陽熱温水産業も中国からの輸入によって激しい競争にさらされている。

多数のアジアの国々はうまく太陽光産業を発展させてきている。著しい成長を見せている日本の太陽光産業の雇用は2013年に2倍となった。マレーシアでは好ましい投資環境のおかげで太陽光発電の製造に携わる人は2014年に1万8千に達した。韓国では2013年に太陽光産業の製造業によって7500人雇用が生まれている。



ⁱ この補足は IRENA の自然エネルギーと雇用 - 年間報告書 2015（アブダビ、2015 年 3 月）、www.irena.org/publications/rejobs-annual-review-2015.pdf を参照した。期間は基本的に 2013 年から 2014 年までと、国や技術によって変化する期間、そして期間情報があるケースなどを含めた。IRENA の 2013 年の予測である 650 万人の雇用（大規模な水力を除いて）は、中国の China National Renewable Energy Centre の太陽熱温水の雇用によって 690 万人に更新された。

ⁱⁱ 大規模な水力発電は国によって多様化している。大規模な水力発電は、情報の不足のため、前年度の IRENA の年間報告書やこの補足に含まれていない。

自然エネルギーにおける雇用

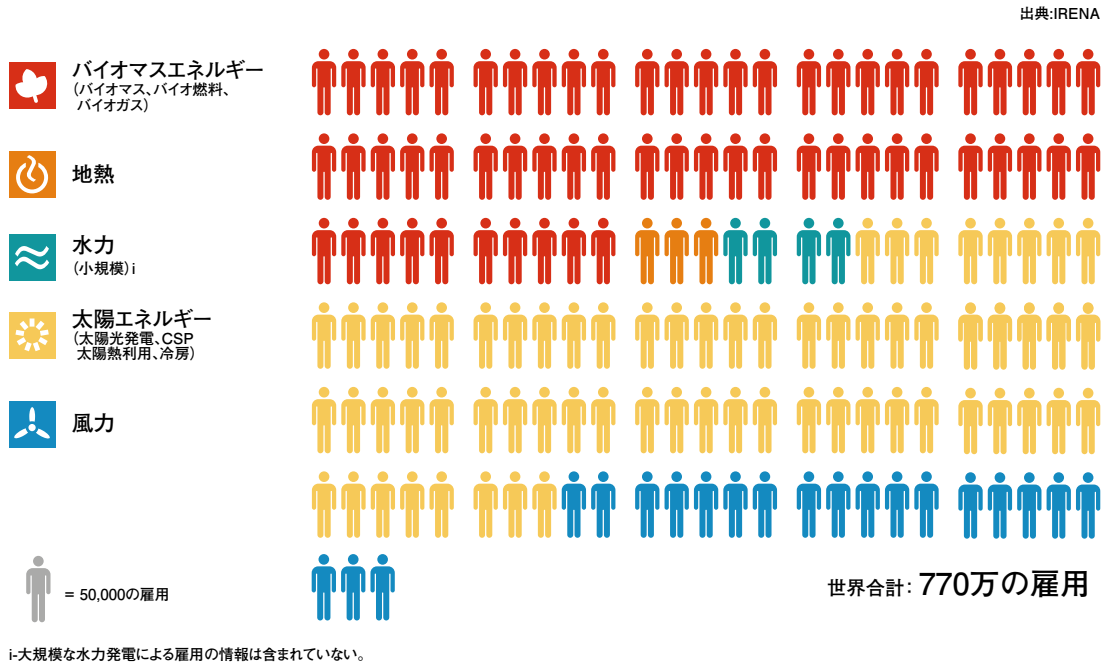
表1. 世界の自然エネルギーにおける産業別の直接雇用および間接雇用の推計

	世界	中国	ブラジル	米国	インド	日本	バングラ デシュ	EU ^j		
								ドイツ	フランス	その他EU
	雇用(千人)									
 バイオマス ^{a,b}	822	241		152 ^f	58			52	53	238
 バイオ燃料	1,788	71	845 ^d	282 ^g	35	3		26	30	42
 バイオガス	381	209			85		9	49	3	14
 地熱 ^a	154			35		2		17	33	54
 水力 (小規模) ^c	209	126	12	8	12		5	13	4	24
 太陽光発電	2,495	1,641		174 ^h	125	210	115	56	26	82
 CSP	22							1		14
 太陽光 暖房/冷房	764	600	41 ^e		75			11	7	19
 風力発電	1,027	502	36	73	48	3	0.1	138	20	162
合計	7,674 ⁱ	3,390	934	724	437	218	129	371 ^k	176	653

データ元：IRENA
注：表の数値は一次データ（省庁、統計局などの部署）や二次データ（地域、あるいは国際研究）の包括的な報告の結果であり、利用可能な知識を用いて情報の更新と精査をする進行中の取り組みである。四捨五入のため、合計が合わない場合もある。

^a 電力と暖房設備（EUの場合はヒートポンプを含める）。^b 伝統的バイオマスは含まれていない。^c 10MWを目安としている場合が多いが、その定義は国によって異なる。^d 2013年において30万4400人の雇用はサトウキビ関連、19万9600人の雇用はエタノールの加工過程にかかわるものである。また、そのうち20万人は設備製造での間接雇用であり、14万1200人の雇用がバイオディーゼルに関わっている。^e 設備製造と設置に関する雇用。^f バイオマスによる発電に直接的に関する雇用は1万5500人のみである。^g 2014年には、23万2633人の雇用がエタノールに関連し、4万9525人の雇用がバイオディーゼルに関わっている。^h すべての太陽光発電技術の組み合わせ。ⁱ “世界”の合計は、各技術の合計と3600人の海洋エネルギーにかかわる雇用、公的資金による8300人のR&D、そしてドイツの行政機関を足した数である。^j EUのすべてのデータは2013年からであり、主要国の2国は別々に表示してある。^k 8300人の公的資金によるR&Dと行政機関による雇用を含んでおり、技術別に分けられていない。

図5.自然エネルギーによる雇用



第2章 市場と産業の傾向

バイオマスエネルギー

エネルギーとしてのバイオマス利用には多面性がある。たとえば、様々な変換技術を用いて様々な未加工あるいは加工済みのバイオマス、もしくはその両方をエネルギー分野(住宅用、商業用、産業用熱利用、電力、そして輸送)で利用するために転換することが出来る¹。(図6を参照)

バイオマス利用の多面性と複雑さという特徴は、バイオマス資源が広範囲に分布していることと関係機関の間におけるデータ融通の難しさが相まって生まれたものだ。この特徴がバイオマスとバイオマスエネルギーの生産や需要の推計を比較的困難にし、データと現実との間に大きな乖離が頻繁に生じる原因になっている²。(補足4を参照)

■バイオマスエネルギー市場

2014年のバイオマスに対する一次エネルギー需要は、約1万6250TWh(58.5EJ)だった。世界の一次エネルギー消費量におけるバイオマスエネルギーの割合は2000年以前から約10%で停滞している³。

近年、すべてのバイオマスエネルギーにおいて伝統的バイオマスが占める割合は54%から60%の間で推移していると推定されている⁴。上記のように大きな割合を占める伝統的なバ

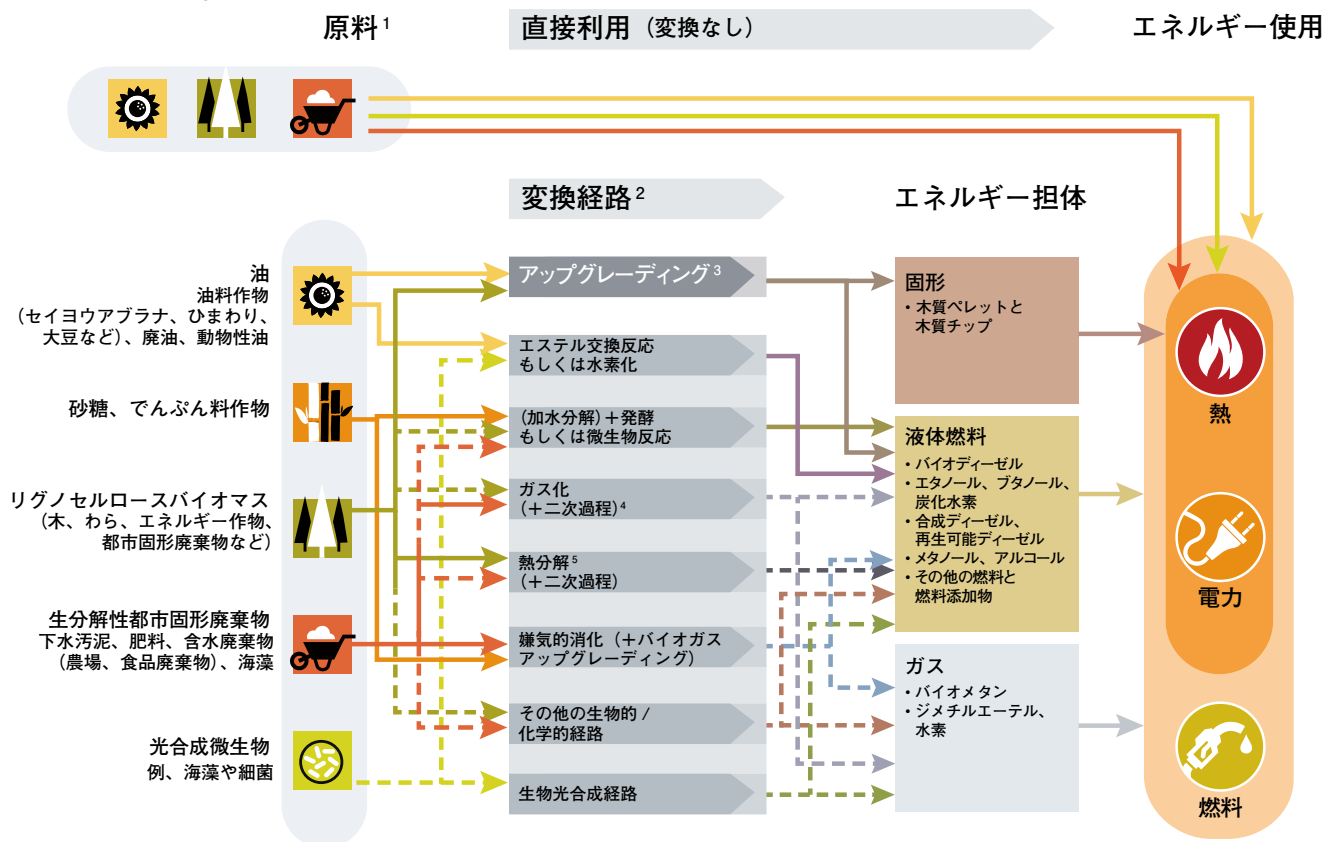
イオマス(木質燃料、炭、農業廃棄物、家畜糞尿)は焚火、炉、そして調理や熱利用のストーブなどで燃焼利用されている⁵(分散型自然エネルギーのセクションを参照)。エネルギー目的のバイオマス利用では、伝統的バイオマスの次に、近代的な熱利用が大きな割合を占めている。

たとえば地域熱供給システムを通して、住宅用から産業用規模までの範囲で分散型か、もしくは系統に接続されているかたちで導入されている。近代的バイオマス熱利用の後には、輸送バイオ燃料とバイオマス発電が続いている⁶。固形バイオマスは熱利用と発電のためのバイオマス利用において最大の割合を占めている反面、液体バイオ燃料は輸送分野で大きな割合を占めている⁷。(図8参照)

エネルギー利用のための大半のバイオマスは、地域規模あるいは最低でも国内レベルで賄われている。さらに地域、もしくは国境を超えて行われる非公式の固形バイオマス取引も大規模に行われている。しかし、バイオマスの国際的な取引は急速に増えている。木質ペレットや木材チップのみならず、エタノール燃料、そしてバイオディーゼルのすべてが大量に取引されている。さらに、バイオメタンの一部は欧州のガス網を通して取引されている。

図6. バイオエネルギー変換経路

出典：本章の巻末注1を参照



注：実線は商業経路、点線はバイオエネルギーの開発経路を表している

¹作物残さなどの各原料の一部は、他の経路で利用することが可能である。²各経路は副産物もまた生み出す。³バイオマスのアップグレーディングは高密度化プロセス(ペレット化、熱分解、乾燥化など)のいずれかを含む。⁴嫌気的消化プロセスはメタンガスと二酸化炭素を発生させ、二酸化炭素の除去は主に天然ガスを主成分とするメタンガスを生み出す。このアップグレードされたガスをバイオメタンと呼ぶ。⁵熱分解は熱水や液状化などのような他の熱加工経路にもなり得る。DME = ジメチルエーテル。

補足4:自然エネルギーデータ:分散型の生産容量と生産量

タイムリーかつ正確で、使いやすい自然エネルギーに関するデータは政策立案において欠かせない。自然エネルギーの導入が増加し、導入範囲が地理的に拡張されるにつれて、データの収集、収集されたデータの確認、そしてデータ間の整合性に関する複雑さも増している(GSR2014の補足1を参照)。調理や熱利用のための伝統的なバイオマスの利用に関しては、データの収集という点で長らく問題を含んでおり、バイオマスの直接消費に至っては、予測に頼らざるを得ない状況だった。そして、この問題は近代的な自然エネルギーにまで続いている。特に小規模分散型の自然エネルギー設備に関しては、データの収集が難しいことや、国のエネルギー統計の中でも微々たるものであると考えられていることから、問題は顕著になっている。

合計すると、国内レベルのみならず、世界における自然エネルギー技術の総発電容量や発電量でもこのような小規模設備が大きな割合を占めている。すべての太陽光発電システムと詳細なデータを保有している施設などを対象とした中央登録制度が設けられているドイツでは、2014年に国内の系統に接続されたすべての太陽光発電容量のうちの68%が1MW以下の設備だった。世界中で分散型自然エネルギーの発電業者の数が急速に増えているため、全体像の正確さを保証すると同時に、相当量の自然エネルギーの発電設備容量と発電量に関する情報の漏れを避けるための収支計算がなされるべきである。自然エネルギーによる発電と消費に関する全体像を見通すためには、新しいエネルギー会計の算定方式が必要である。

分散型エネルギーの生産の計算上直面する問題は、主として電力、熱利用、そして冷房の分野において発生する(自然エネルギー由来の輸送燃料は比較的大規模な設備で生産され、データ収集もしやすい)。分散型電力、熱利用や冷房はエネルギーの生産場所で自家用消費のために生産されている。生産に関する収支計算を要求する財政支援メカニズム(たとえば固定価格買取制度のように)を除いて、生産データは発電設備容量にもとづいて推測されなければならない。しかし、様々な地域において、エネルギーデータの収集を任されている当局が保持している市場規模に関する情報は不足しており、特に途上国においては問題がさらに深刻である。

このような課題を乗り越えるために、地方と国の当局はデータ調査と他の方法を用いたデータ収集の向上に励んでいる。そして国際機関やNGOは革新的なアプローチを用いたデータ収集と共同作業を追い求めている。

国際機関は長らく政府の公式データにのみ依存していたが、国ごとにおける計算方法のばらつきを認識してからは、それぞれに適応するようにデータ収集や推測を修正している。それにくわえ、公式な国の自然エネルギー統計を発行するために、毎年国内における公式の自然エネルギー統計を補充するかたちであらゆるNGOなどの情報源から入手したデータや自ら推計したデータを用いた「中期的な自然エネルギー市場に関する報告書」を国際エネルギー機関(IEA)が発行している。国際再生可能エネルギー機関(IRENA)は既存のデータセットを改善するために、分散型のシステムに関するより詳細な情報

を提供することが可能もしくはその意志がある各国を対象に、独自の自然エネルギー統計アンケートを活用してデータを収集している。

固形、液体バイオマス燃料と太陽光発電システムなどの自然エネルギー設備に関連した国際取引データ(税関と輸入税の申告フォームから得られたもの)に焦点を合わせて手順を定めたやり方を追加的に行っている。このような情報は、新たに設置される発電容量の確認と自然エネルギー消費量に関するデータの向上のために活用されている。しかし、6桁の品目番号までしか分類されていない現行の国際取引規則(ITC)では、表示方法にあいまいさがあるため、あらゆる種類の自然エネルギー輸送団体もしくは設備を明確に識別することはできない。さらに、設備を金銭的価値ではなく各自の発電容量から評価する方向への転換の必要性、そして輸入された設備の導入と稼働が行われた日付の不確実さも課題に含まれる。

自然エネルギーの統計を得るためにより広い調査とデータセットを用いる機会も潜在的に存在する。世界銀行はエネルギーアクセスを測定するために新たに複数段階のアプローチを有する実証事業を行っている。世界銀行が採用した方法論は、快適さや調理のために電力と熱利用を供給した設備の情報を含んでおり、結果的に自然エネルギー利用の間接的な推計を提供することになった。たとえば、電力アクセス調査は太陽光発電システム(たとえば、ソーラーランタン)のデータを含んでいるため、想定上の規模と負荷時間をもとにして関連する発電容量と発電量の推計が可能になる。熱利用調査を通じて、使用された調理用ストーブの種類別に集められたデータは、ストーブの効率にもとづいた木材消費量の推計を可能にするかもしれない。しかし、当調査から得られる特定の自然エネルギーに関する情報は、労働集約的である可能性があり、小規模の自然エネルギー設備全体の一部しか明らかにすることができない。

分散型自然エネルギーのデータの向上のために組織や国家間の共同作業が果たせる役割は大きい。共同作業の目的は、データセットの比較可能性を向上するために一般方法論を統一し、様々な情報源のデータを収集し分析を行なうナレッジポータルへの自由なアクセスを可能にする。このようなポータルはデータに対するフィードバックの窓口として機能し、データの正確性の向上に貢献できる。

国際的な参加者の大規模なネットワークから成り立っている21世紀のための自然エネルギーネットワーク(REN21)のインタラクティブマップ(毎年自然エネルギー世界白書と地域別現状報告書を含む)と国際再生可能エネルギー機関(IRENA)が新たに立ち上げた、REsourceポータルを例として挙げることが出来る。現段階では、ポータルには国際再生可能エネルギー機関(IRENA)の発行物のみを参考にしてしているが、次の段階では信頼性のある複数の自然エネルギー機関の発行物も含むだろう。国連事務総長が示した「すべての人のための持続可能なエネルギー」のようなきわめて重要なイニシアティブでも、利害関係者が一同に会して、エネルギーアクセスと小規模の自然エネルギーシステム間のデータ収集における相乗効果への理解を深めている。

出典:本章の巻末注2を参照



いくつかの取引パターンの転換が2014年にはあった。たとえば、木質ペレットの輸出経路は大幅に転換している。国際間取引が最も行われていたのは北米（米国とカナダ）からEU間だった。2014年のカナダから欧州への木質ペレットの輸送は2011年に比べ減少したが、一方でカナダからアジア（とくに韓国）への輸送は著しく増えた⁸。（図7と表R3参照）アジアへの木質ペレットの輸送量は増加したが、たとえば韓国がベトナムから輸入しているように、アジア市場への主要な供給源は国内あるいはアジア地域内である⁹。

米国のエタノール燃料輸出は2013年と比べて37%増加して2014年には24億リットルに到達し、米国の生産量の4%を占める割合になった¹⁰。この拡大の背景には、低下した生産コストによって一時的に米国のエタノール燃料が最も価格競争力がある燃料になったこと、すでに米国の国内市場が飽和状態にあること、インド、フィリピン、韓国、チュニジア、そしてアラブ首長国連邦などの新しい市場

で輸入の必要性が台頭していることなどがある¹¹。

その反面、不利な為替相場などのいくつかの原因によって2013年に比べてブラジルの輸出は42%減少した。その結果、国内におけるエタノール販売は増加した¹²。

EUの（不変性¹）エタノール輸出量は2014年に3%落ち、6億リットルを下回った。いくつかのエタノールはたとえば南米などの輸入税が免除される第三国を通過してからEU市場に入ってくる¹³。欧州のエタノール産業はこのような状況に手を打ち始め、欧州委員会や加盟各国（スウェーデンや英国）は近年になって様々な貿易の抜け穴を塞ぐことに成功している¹⁴。EUへ輸出している主要国には、ブラジル、ペルー、グアテマラ、そして米国などが含まれている¹⁵。

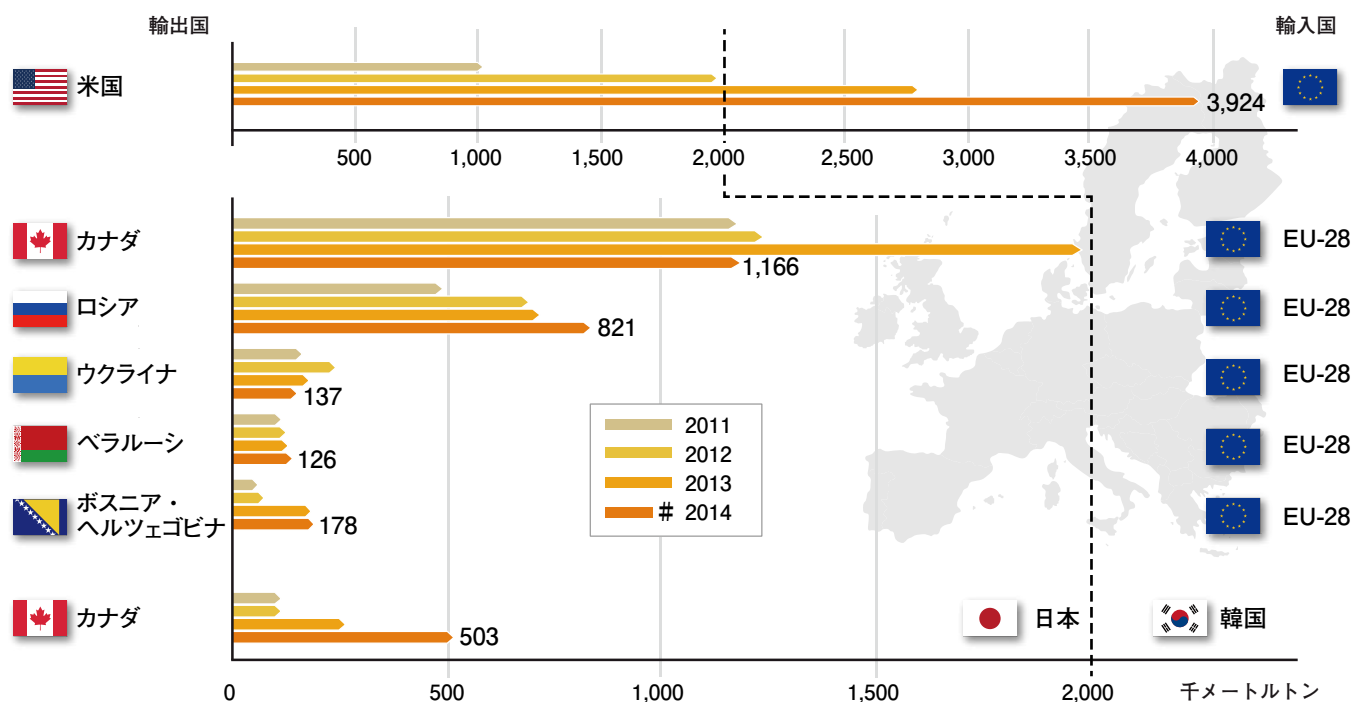
伝統的に、バイオディーゼルの最大の輸出先市場はEUだった。しかし、同地域の輸入量は2014年に100万リットル強（多いとは言えない2013年の3560万リットルからさらに低下）で、史上最低値を記録した¹⁶。アルゼンチン、インドネシアそしてマレーシアからより高く輸入していたバイオディーゼルに対して、EUがアンチダンピング関税を設けたため減少したと考えられる¹⁷。

バイオ熱利用市場

固形、液体、そしてガス状のバイオマス燃料は産業界、地域熱供給計画、農業過程、そして熱電併給（コジェネレーション）で使われる高温熱（200℃から400℃）を得るた

図7.木質ペレットにおける貿易の流れ

出典：本章の巻末注8を参照



図は木質ペレットにおける主要な貿易を表しているが、全てを記載しているわけではない。
また、アジアの国家間および、欧州内（ノルウェー、スイスやEU加盟国間）でもいくつかの輸入が確認されている。

¹ “変性した” エタノール燃料は、ペンタンスプラスや従来の車両用石油混合剤のような変性剤を使用したことによって人間の飲食用消費には適さないようにしている。ほとんどのエタノール燃料はエタノール生産施設から輸送される前に変性される。

めに燃焼されることがある。一方で、低温熱(100℃以下)乾燥、家庭・商業・産業用の温水、そして個別の建物における暖房としてこれらのバイオマス燃料が活用されることもある。

世界全体で、バイオマスは2013年の1万2360TWh(44.5EJ)から増加して1万2500TWh(45EJ)の熱を2014年に生産し、世界全体の一次エネルギー需要の約77%を占めた¹⁸。その約70%(8805TWh)は伝統的バイオマスから生産されており、主にアジア(5305TWh、19.1EJ)とアフリカ(3222TWh、11.6EJ)で使用されている¹⁹。

主に欧州(861TWh、もしくは3.1EJ)、アジアの発展途上国(750TWh、もしくは2.7EJ)、そして北米(およそ722TWh、もしくは2.6EJ)で近代的バイオマス由来の熱が生産されている²⁰。近代的バイオマスからの熱生産容量は2014年に約9GWh追加され、世界の生産容量は305GWthまで増加した²¹。

2014年の世界一の近代的バイオ熱の消費者は欧州だったが、そのほとんどはスウェーデン、フィンランド、ドイツ、フランス、そしてイタリアが占めていた²²。欧州で生産されているバイオ熱のほとんどが使用されている地域熱供給網によって、バイオマスエネルギーを活用した熱利用の割合が近年だんだんと伸びている。2014年現在、この割合は約12%から23%に到達している²³。フランスの税金控除や英国の自然エネルギー由来の熱に対するインセンティブ(国外向けの)を与える政策など、木質燃料の使用を促進する政策を導入している国々では、固形バイオマス熱の消費量が急速に増えている²⁴。丸太を利用した暖房は、住宅用熱利用市場ではいまだに一般的である。さらに、92TWh以上の規模になった欧州のバイオガス消費の約50%は熱生産における消費だった²⁵。

アジアにおける熱生産の相当量をバイオガスが占めている¹。中国には2014年におよそ10万基の大規模の近代的なバイオガス施設と住宅用バイオ発酵槽(燃料は主に調理用として使われる)が4300万基あると見られている²⁶。中国は、個別用と農場規模用のバイオガス施設から1日約400GWhにのぼる大量の熱を生産している²⁷。インドは家庭用バイオ発酵槽を、8万2730を上回る規模で2014年に導入し、合計して475万になった²⁸。韓国では、バイオガス生産の約24%(およそ0.62TWh)が年間を通して熱生産に活用されていた²⁹。

米国では、バイオマスから生産される熱のほとんどは、420基以上の大規模ボイラーと1万1000基の小規模ボイラーを使用している産業界(主にパルプや紙産業)で消費されている³⁰。しかし、住宅部門では、80万以上の個人用ペレットストーブが使われ、これが米国国内のペレット需要を生み出している³¹。丸太を利用した暖房も米国の住宅市場では一般的である。2014年は、2013年に比べて約4%増えた271万以上の住宅で木材を暖房に使用していた³²。

バイオマス発電市場

バイオマス発電容量は2014年に推計5GW増加し、世界合計で約93GWに到達した³³。バイオマス発電においても、2013年の推計396TWhから2014年には約433TWhまで増加した³⁴。国別では米国(69.1TWh)、ドイツ(49.1TWh)、中国(41.6TWh)、ブラジル(32.9TWh)、そして日本(30.2TWh)がバイオマス発電をけん引していた³⁵。

バイオマス発電量と生産容量では米国が年末の時点で16.1GWとトップを走り続けているにもかかわらず、2014年には0.3GWしか追加されていない(2013年から約50%減少)³⁶。新規導入に対して政策的インセンティブが欠如していたため、近年では成長が鈍化している³⁷。米国のバイオマス発電は一次的には熱電併給(コジェネレーション)で燃焼された木材と農業残さを利用している。これらはバイオマス熱と同様に、パルプや紙産業を中心とする産業界で使われている³⁸。木材をもとにしたバイオマス発電が2014年には6%増加して42TWhとなった反面、廃棄物バイオマスは2%減少して19.7TWhとなった³⁹。

2014年、中国のバイオマス発電容量は1.5GWから10GWに増加した。全体のほとんど(約53%)が農業生産物や林業生産物、もしくは一般廃棄物(約45%)だった⁴⁰。中国は、アジアにおける木質ペレットとチップの主要消費国の1つでもある⁴¹。

アジアの他の地域では、日本が新たに0.9GWを上回る容量の固形バイオマスと、6MW容量のバイオガス(主にMSWⁱⁱ)を加え、合計は推計値にして4.7GWになった⁴²。インドは2014年に0.5GWの容量しか追加せず、年末の時点で合計が5GWだった。原料供給の不確実性により、2012年と2013年に比べて市場規模が縮小している⁴³。インドがバイオマス発電生産のための木質ペレットとチップの消費でアジアをけん引している一方で、インドのバイオマス発電のほとんどにバガスと他の農業廃棄物が用いられている⁴⁴。韓国では、毎年約59%のバイオガスが1年あたり1.5TWhの発電に使われている⁴⁵。

地域別では、欧州がバイオマス発電量と容量の両方で先頭を走っており、約36.5GWの設備が2014年末の時点で稼働していた⁴⁶。英国はドラックス石炭火力発電所の6つの0.66GWの設備のうちの2基目を固形バイオマスに部分的に転換したおかげで発電容量が0.5GW増加した。ドイツは、バイオガスとバイオメタンがほとんどを占めるものの、0.4GWの新しい設備容量を導入した。両国が2014年に設備容量を増設した国の代表例である⁴⁷。

欧州における固形バイオマスによる2014年の合計発電量は約81.6TWhだった⁴⁸。EUにおける発電の上位5か国はドイツ、フィンランド、英国、スウェーデン、そしてポーランドで、これらの国が同地域におけるバイオマス発電の63%を構成している⁴⁹。多数の国が主に発電のみの設備にバイオマスを活用している(たとえば英国、アイルランド、そしてハンガリー)にも関わらず、2013年の63%から増加

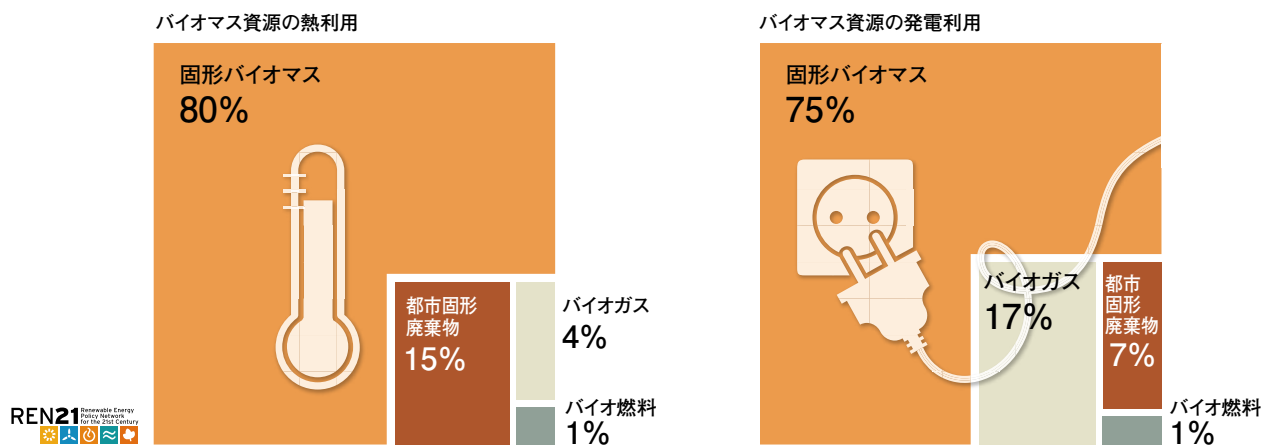
ⁱ アジアにおけるバイオマスに関する利用可能な情報のほとんどはバイオガスに限られている。

ⁱⁱ 一般廃棄物を指す。GSRは一般廃棄物の自然エネルギー割合のみ反映している。しかし、文献によっては自然エネルギーとそれ以外の数値のどちらも記載している場合がある。

バイオマスエネルギー

図8.世界のバイオマス資源の熱利用と発電の割合(2014年)

出典：本章の巻末注7を参照



固形バイオマスの割合には、薪やバガス、黒液、動物の排泄物など、伝統的なバイオマスエネルギーと近代的なバイオマスエネルギー両方が含まれる。

図9.エタノール、バイオディーゼル、水素化植物油の世界の生産量

出典：本章の巻末注60を参照

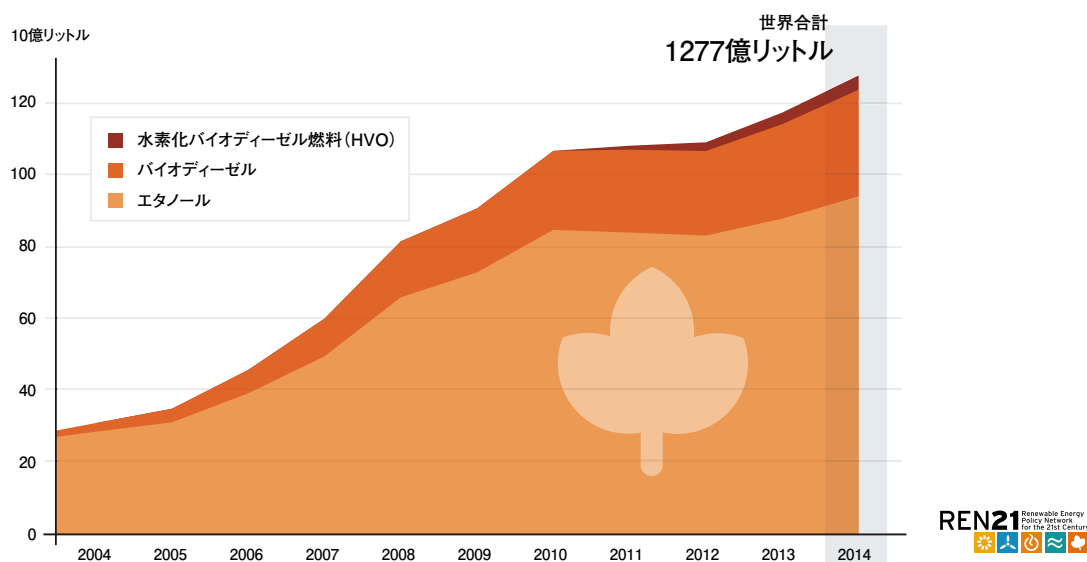
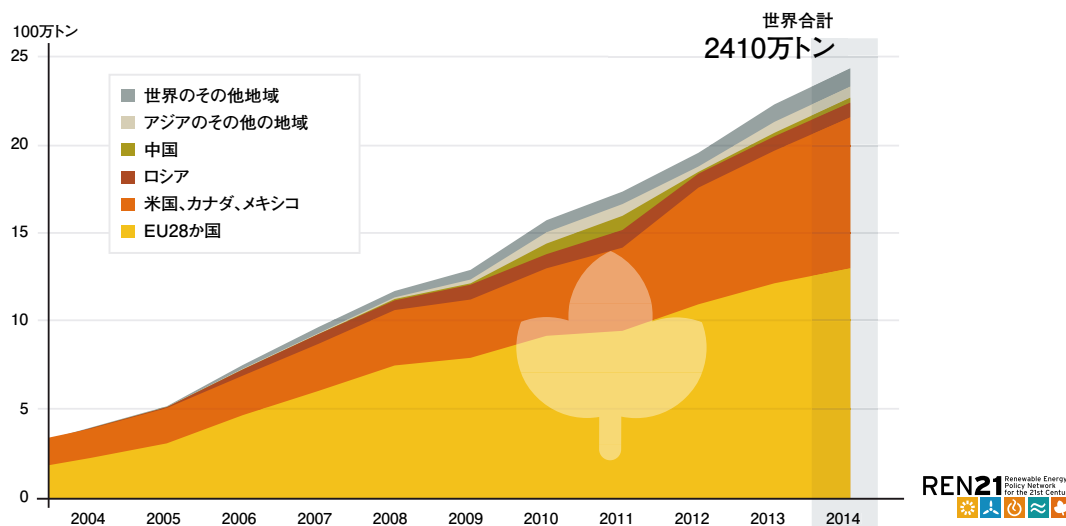


図10.世界の木質ペレットの国別、地域別生産量(2004年～2014年)

出典：本章の巻末注107を参照





して2014年はEU内のバイオマス発電の約65%が熱電併給(コジェネレーション)で生産された⁵⁰。

さらに、欧州で2014年に生産されたバイオガスの約50%(92.3TWh)が発電に使われている⁵¹。欧州では1万4560のバイオガス発電所が稼働しており、合計発電容量が7.9GWに到達しつつある⁵²。この発電容量の半分程度

(3.9GW程度)と、29TWhのバイオガスからの年間発電量実績をドイツが有している。ドイツの後ろにはイタリア(1391基)、スイス(620)、そしてフランス(610)が続いている⁵³。

ブラジルのバイオマス発電分野の市場は継続的に成長している。推計1.49GWの新たな発電容量が加わり、ブラジルの合計容量は2014年には12.3GWになった⁵⁴。火力発電所において、主にサトウキビのバガスと黒液を用いたバイオマス発電は、全発電量の7.6%を安定的に賄っている⁵⁵。さらに、22基の系統連系バイオガス発電所(主に埋立地)が2014年には発電している⁵⁶。地域の電力サービス業者に2007年から2017年の期間、オークション制度で毎年新たに2GW分の自然エネルギー発電容量の確保を要求する政策は、政府からのインセンティブがある風力発電を導入することを促す傾向があり、バイオマスには不利な状況になっている⁵⁷。

ある程度のバイオマス発電はアフリカにおいても行われている。すべてのサトウキビ製糖所はバガスを用いたコジェネレーションによって自らの電力需要を満たしている。エチオピア、ケニア、モーリシャス島、シエラレオネ、スーダン、そしてウガンダのいくつかの製糖所は余剰電力を国内の系統に販売している⁵⁸。ナイジェリアの廃棄物エネルギー施設を含めたいくつかの実証施設が2014年に導入されている⁵⁹。

輸送バイオ燃料市場

世界のバイオ燃料生産は2014年に9%増加して1277億リットルまで増加し、各バイオ燃料が最高値を更新している。エタノール燃料が全体の74%を占め、大部分を脂肪酸メチル(FAME)が占めるバイオディーゼルが23%、そして水素化処理された植物油(HVO)は限定的ではあるものの量が増加している⁶⁰。バイオ燃料の生産量の上位国は、米国、ブラジル、ドイツ、中国、そしてアルゼンチンである⁶¹(表R4を参照)。

エタノール燃料の世界全体の生産量は7%増加して940億リットルになった⁶²。この生産量の増加は安定的に低い生産価格をもたらしたトウモロコシとサトウキビの豊作や原油価格の低下によるものだった。米国はエタノール燃料生産全体の58%を占めており、後ろにはブラジル(28%)、中国(3%)、カナダ(2%)、タイ(1%)が続いている。フランスとドイツが目立っているEUは世界全体の生産量の6%を占める⁶³。

米国のエタノール燃料生産は2年連続の減少傾向の後、8%増加して540億リットルとなった⁶⁴。2014年末、16州のおよそ100か所のガソリンスタンドでE15ブレンド(15%のエタノール燃料と85%の石油)が販売され、自動車製造業者は、彼らの自動車が15%の混合エタノールまでは対応できると明記する傾向が強くなっている⁶⁵。カナダにおいては、国内の生産容量が拡大されなかったため、運用における効率性を向上させたことにより、生産量がわずかに増加した⁶⁶。

ブラジルの生産量は4%増加した270億リットルで、およそ88%が国内で消費された⁶⁷。ブラジルで25%に設定されていた混合規制は、2015年初頭からE27に引き上げられている⁶⁸(表R18を参照)。

中国の生産量は2014年に5%増加して合計約30億リットルだった⁶⁹。中国のエタノール混合は8%から12%の間の割合で行われている⁷⁰。タイのエタノール燃料生産は、E20やE85を販売するガソリンスタンドの増加だけではなく、政府の補助金によって他の石油価格よりも低く抑えられているエタノール混合(12%から40%のもの)の存在が後押ししている⁷¹。その他、フィリピンで67%、そしてインドで46%生産量が増加しているように、低いスタート地点からではあるがアジア諸国は2014年に急速な成長を成し遂げた⁷²。

欧州でも2014年は増加が目立ち、エタノール生産が2013年を13%上回って52億リットルまで増加した⁷³。増加のほとんどはベルギー(22%増加)とオランダ(35%増加)だった⁷⁴。2014年にエタノール燃料の生産量が減少した数少ない国の1つはオーストラリアだった。自動車の運転にE10ではなくてより高いオクタン価のガソリン燃料を使用するようになったため、前年に比べて生産量が16%減少した⁷⁵。

生産量は少ないが、エチオピア(E10)、ケニア(10%)、マラウイ(10%から20%)、そしてジンバブエ(5%から15%)などのアフリカのいくつかの国々は10%程度の混合率を採用している⁷⁶。

世界におけるバイオディーゼルの生産量(ほとんどがFAME)は、13%増加して300億リットルを記録した⁷⁷。生産量の上位国には世界全体の16%を占めている米国、ブラジルとドイツ(両国ともに11%)、インドネシア(10%)、そしてアルゼンチン(9.7%)が入っている。欧州は2014年の世界におけるバイオディーゼル生産の39%を占めた⁷⁸。

欧州は115億リットルのバイオディーゼを生産し、2013年に比べて9%増加した⁷⁹。米国の生産量(FAME)は政策の不確実性のため、前年から5%減少して47億リットルだった⁸⁰。さらにHVOの生産量と消費量もいまだに少量ながら増加し

ている⁸¹。

ブラジルの混合規制が2014年にB5からB7に上がったことによって生産量の増加を促し、17%増えて34億リットルになった⁸²。エタノールと同様、ブラジルで生産されたバイオディーゼルのほとんどは国内で消費されている⁸³。アルゼンチンでは、国からのインセンティブと10%の混合規制により生産量が約28%増加した⁸⁴。

アジアのバイオディーゼル生産は2014年に大胆な増加を見せた。地域の舵を取っているインドネシアの生産量は41%増加して31億リットルだった⁸⁵。比較的少量からのスタートではあるが、マレーシアの生産量の増加も目立つ(141%)⁸⁶。インドは、ディーゼル価格の規制緩和を行い、生産者の最終消費者への直接販売を許可し、そしてインド鉄道へのバイオディーゼル混合イニシアティブの制定などにも関わらず、バイオディーゼルの生産量が若干減少した⁸⁷。

中国のバイオディーゼル生産量は5%増加して11億3000万リットルだった。これは、リサイクルされた調理用オイルを人間が消費する違法な行為に対する取り締まり強化の結果、油の供給原料の大部分がバイオディーゼル生産のために利用可能になったからだ。それでもなお、大量の供給原料の確保が行われていないため、中国の生産容量の利用率は28%にしかなかった⁸⁸。中国では、2014年末までに50か所以上に350万トン規模(おおよそ40億リットル)を越えるバイオディーゼル生産施設が設置され、現在もいくつかの施設が建設中だ⁸⁹。

オーストラリアでは、バイオディーゼルFAMEの生産がエタノールと同じ方向に進んでいる。国内にある生産容量の30%しか稼働しておらず、1年の合計生産量は5000万リットルだった⁹⁰。しかし、HVOの生産量は2014年に33%増加し、2000万リットルに達している⁹¹。世界では、HVOの生産量は2014年に23%増加して40億リットルだった。ほとんどのHVOはオランダ、米国、そしてシンガポールで生産されている⁹²。

輸送用としてのバイオメタンの利用も増加している。もっとも大きな市場は欧州であり、バイオメタン生産量の約10%が輸送に使われている⁹³。市場は安定的に拡大しており、スウェーデンでは1TWh、ドイツでは0.55TWh、そしてフィンランド(おおよそ15%の増加)では約0.02TWhを2014年までに上回ると予測されていた⁹⁴。イタリアは天然ガスを活用した自動車(欧州全体の天然ガススタンドの約31%がイタリアに設置されている)のための強固なインフラ環境を後押ししており、スウェーデンの主な都市では公共バスの車両が地域生産のバイオガスで賄われている⁹⁵。

バイオメタン使用の促進のための重要なインフラ施設の改良が他の地域でも行われている。韓国は、6か所のバイオメタンスタンドを運営し、国内で600台のバスがバイオメタンで走っている⁹⁶。

■ バイオエネルギー産業

バイオマスエネルギー産業には、供給原料の供給業者と加工業者、バイオマスを最終消費者に配送する企業、専門的

にバイオマスの収穫や貯蔵設備を取扱う製造業者と配給業者、バイオマスを有効なエネルギー担体やエネルギーサービスに転換するためにデザインされた機器やハードウェアの製造業者などが含まれている。サプライチェーンの一部は、バイオマスに特有ではない技術(飼料畑、木材収穫機、トラック、そして蒸気ボイラー)を用いている。

特に欧州において、農作物の量(原料価格に影響)、取引量、そして持続可能性への配慮のような社会的要請など、2014年にバイオマス産業は様々な要素の影響を受けた。2014年に相反する影響をもたらした石油価格と政策は、最も重要な要素だった。たとえば、ある国ではバイオ燃料混合措置がバイオ燃料の需要の増加を促している反面、政策の不確実性(特にオーストラリアや米国)や欧州を原産とする食糧を利用したバイオ燃料割合にキャップ(上限)を設けるという議論が逆の効果をもたらしている⁹⁷。

2014年後期の原油価格の低迷は、供給原料生産や輸送などの関連する費用や価格も低下させた。しかし、いくつかの事業者の下半期の利益が30%減少し、事業の延期が決定されたように、供給連鎖にも影響を与えている⁹⁸。

産業界によるイニシアティブは分野ごと(欧州における固形バイオマス、持続可能なバイオマスパートナーシップを活用した電力や暖房)、もしくは供給原料ごと(持続可能なパームオイルのための協商)、そして燃料ごとに(再生可能燃料協会などを挙げる)持続可能性に関する懸念に言及している⁹⁹。多数のバイオマスエネルギー会社は、業界から支持されている方法で最高レベルの管理を行い、また原料供給や加工・事業運営における関連費用を吸収しながら、持続可能性の認証枠組に自発的に取り組んでいる。

バイオマスの精製作業(化学物質、動物性飼料などといったバイオマスの供給原料から得られる副産物の生産)も続いている。米国では、2014年にエタノールから連産物を生産している213か所のバイオ精製施設があることが確認され、100か所程度が拡張あるいは建設中であると判明している¹⁰⁰。他にも、バイオ精製所は他のいくつかの国にも存在する。たとえば、オランダには商業施設が5か所あり、そして実証・試験施設が12か所ある¹⁰¹。



¹ バイオメタンは、天然ガスと同じ性質と特徴を持っているため、天然ガスバスなどにも使用できる(CNG、LNG対応車両のどちらでも可)

固形バイオマス産業

2014年を通して、多くの企業が固形バイオマスに関する供給設備の事業や発電事業に積極的に参入した。それらの事業は、主に固形バイオマスを木質チップやペレットなどの扱いやすい燃料に転換して、さらにそれを熱と電力に変換するものである。

持続可能性基準の主眼はバイオ燃料だったが、固形バイオマスをめぐる議論もあった。欧州委員会は固形バイオマスに対する基準を設定しないと表明し、参加国がそれぞれ責任を負うことにした。2015年3月現在、持続可能な基準を発表したのは英国、オランダ、そしてデンマークのみだったが、ドイツとベルギーでは、いまだに議論が続いている¹⁰²。

近年では、年間約19億³m³の木材燃料(間伐による木質残さ、黒液、あるいは再生した廃木材などを排除した丸太や木材チップ)が、毎年少量の増加ではあるが生産されている。大多数の木質燃料がアジア太平洋地域(41%)、アフリカ(35%)で生産され、ラテンアメリカ、欧州、そして北米が残りの割合を担っている¹⁰⁴。

木炭は各国で調理やブラジルの鉄鋼産業などで、産業用として活用されている¹⁰⁵(表R21を参照)。木炭の生産は、2009年以来およそ9%増加している。生産量が絶対的および相対的に増加した唯一の地域でもあるアフリカが、生産量のほとんどを担っている(61%)¹⁰⁶。より伝統的な機器における木炭の利用が増加したのは、ナイジェリアのように液化石油ガス(LPG)に対する補助金の廃止により、木炭の価格競争力が上昇したためだ¹⁰⁷。

木質ペレットの世界生産は2014年に9%増加して2400万トンを超え、現在も右肩上がり増加している¹⁰⁸(表10を参照)。木質ペレットの主な生産地域は、依然として欧州(およそ62%)と北米(およそ34%)だった。生産量の上位国は米国(全体の26%)、ドイツ(10%)、カナダ(8%)、スウェーデン(6%)、そしてラトビア(5%)だった¹⁰⁹。米国は、推計184基の木質ペレット生産設備を2014年に有していた¹¹⁰。小規模の業者がたくさん存在するにもかかわらず、Enviva LP社(米国)、German Pellets 有限会社(ドイツ)、そして Biomass Secure Power 社(カナダ)が生産容量の大多数を占めている¹¹¹。Drax Group plc 社(英国)、UPM/Pohjolan Volma Oy 社(フィンランド)、E.ON 社(ドイツ)、Fortum 社(フィンランド)、そして Vattenfall 社(スウェーデン)が欧州における固形バイオマスの主要業者である¹¹²。

より良い質の燃料を提供するバイオマスの熱化学処理である低温炭化は、燃料の効率化とともに2014年の生産を拡大させた。ベルギーの Solvay 社と米国の New Biomass Energy (NBE) 社は、ミシシッピ州にNBE社が建設した設備を拡張するために、設備からの生産量目標を3倍増(年間25万トン)とする共同投資社を設立した¹¹³。

液体バイオ燃料産業

バイオ燃料の生産容量への2014年の世界全体の投資は、2013年より8%下落し、過去10年で最低の51億ドルを記録した。ブラジル、欧州、そして米国を含めた主要市場での製造

能力は伸び悩んでいるが、主に中国などの途上国におけるバイオ燃料に対する投資は23%増えている¹¹⁴。

ほとんどのバイオマス供給原料の国際価格は2014年に下落している(表11を参照)¹¹⁵。前年に比べ、コナッツオイルを除いた、トウモロコシ(26%減)、大豆(14%減)、パームオイル(4%減)、そして砂糖(4%減)の価格が下落した¹¹⁶。供給原料は生産コストのおよそ70%を占め、残りを加工、輸送、その他のコストが占める¹¹⁷。したがって、供給原料の価格下落は総生産コストを下げたため産業にとっては望ましい状況になっている。

2014年のエタノール燃料の大部分は、主にサトウキビ(約61%)で、残りは穀物(約39%)から生産された¹¹⁸。たとえば、米国でのエタノール燃料の生産は、主にトウモロコシに頼っているが、ブラジルではサトウキビ、中国はサトウモロコシ、キャッサバ、そしてその他穀類外の作物を用いているように、国や地域によって供給原料は変わる¹¹⁹。

米国では、2014年にトウモロコシ生産量が初めて3億7800万トン(約140億ブッシェル)に達し、エタノール生産を後押しした¹²⁰。ブラジルでは、2013年に干ばつ等の影響で生産が減少したが、2014年に回復し、およそ3%の上昇を見せた¹²¹。しかし、燃料ポンプの小売価格に上限を設ける非公式の臨時要求(後に解除されている)の制定により、エタノール燃料に課される金額がサトウキビの生産コストに合致せず、全体の370か所中、12か所の砂糖製造工場が生産の中止に追い込まれたように、産業が悪影響を被った¹²²。

糖料作物の供給への制約や、穀物と化学や飲料産業との競争が、マラウイのような国のエタノール生産を圧迫している¹²³。インドでは、精製された砂糖のエタノール生産での利用が禁じられており、砂糖の副産物である生産糖蜜を用いている。したがって、2014年に砂糖の精製が増加したとしても、エタノール生産に利用するサトウキビを補填できるわけではない¹²⁴。タイの場合、糖蜜の供給が厳しく、キャッサバが供給原料として多く利用されるようになった¹²⁵。

2014年の世界エタノール産業の主要業者は、5か所の世界最大製粉所を所有し、全体で年間あたり50億リットルの生産容量を有する米国の Archer Daniels Midland 社(ADM)、世界60%のトウモロコシエタノール生産のための酵素を提供しているデンマークの Novozymes 社、残りの市場シェアのほとんどを有する DuPont 社、それ以外にはブラジルの Odebrecht Agroindustrial 社、スペインの Abengoa bio energy 社、そして中国の Henan Tianguan グループを挙げることが出来る¹²⁶。

バイオディーゼルの世界における生産は、ほとんどナタネ(欧州)やダイズ(米国、ブラジル、アルゼンチン)、その他にはパーム(インドネシア)や ジャトロファ属、コナッツなどのような植物性オイルを利用している¹²⁷。バイオディーゼルの生産は、使用済み調理用オイル(中国の主要な供給原料)や動物性オイルのような産業副産物も含んでいる。欧州では、バイオディーゼル生産における調理用オイルや獣脂の相対的な割合は、上記の供給原料を輸送分野の対象として二重に計上することを



認めるEUの政策により、増加した¹²⁸。

米国では、RBF Port Neches LLC社が最大のバイオディーゼル生産設備を有している¹²⁹。フランスのDiester Industrie社は、250万トン(28億リットル)の生産容量を有する、欧州最大のバイオディーゼル生産業者だった¹³⁰。

特にバイオディーゼルにおける高い生産コスト、不安定な供給原料の供給(中国など)、物流の課題(インドネシアの島嶼間の高い船舶輸送コスト)、先行きの不透明な政策(米国、ブラジル、そして欧州など)を2014年のバイオ燃料生産における制約として挙げることが出来る¹³¹。

バイオディーゼル税優遇策の失効(リットル当たり約0.26ドル)や再生可能燃料の標準量の発表の遅れなどを含む政策の不安定さにより、米国バイオディーゼル生産業者は生産を減速させている¹³²。オイル価格の下落と欧州の輸入税は、アルゼンチンのバイオディーゼルの輸出契約にかなりの悪影響を与えた¹³³。中国では供給原料の不足によって、バイオディーゼル生産容量の20%から25%しか利用されず、オーストラリ

アではいくつかのバイオディーゼル工場が閉鎖した¹³⁴。

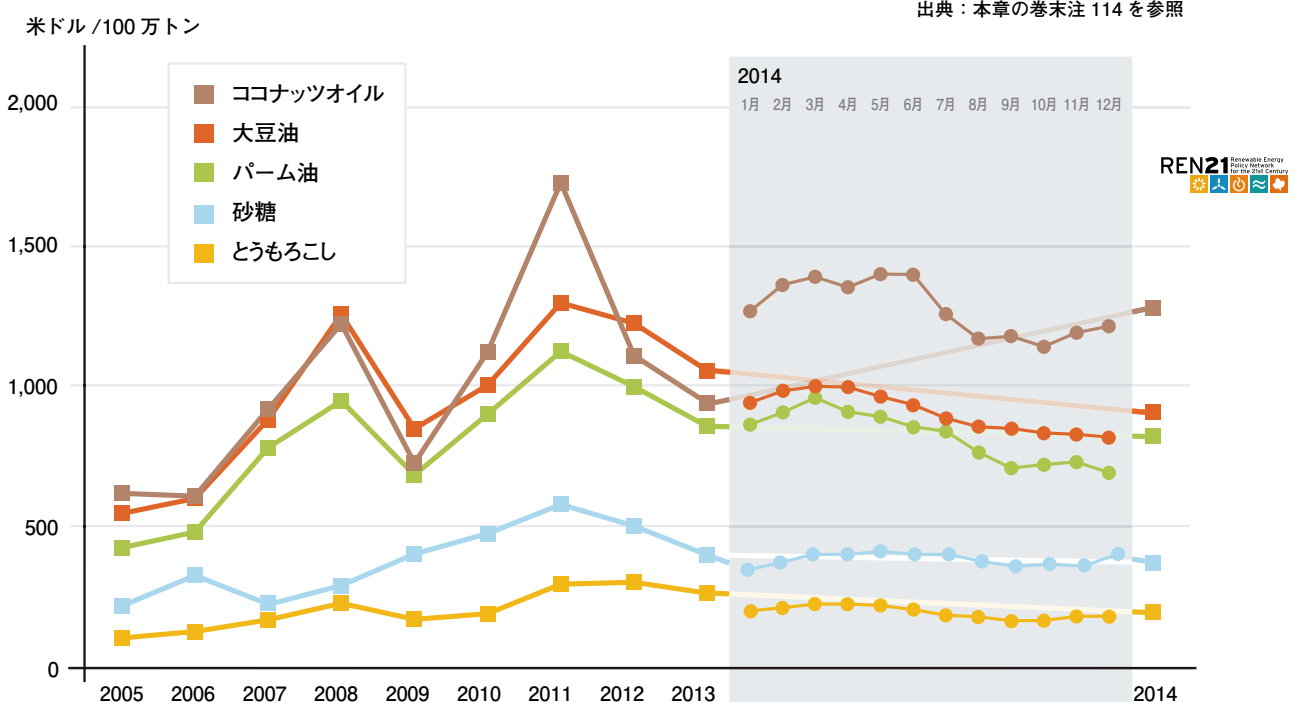
欧州では、2020年までにすべての加盟国が輸送燃料の10%を自然エネルギー由来にするように、EUの政策が要求している。しかし、2014年の間に議論され、2015年に実施される見込みの新たな法制度は、間接的土地利用の変化などの持続可能性への懸念により砂糖、デンプン、そして油料作物をもとにしたオイル由来のバイオ燃料の割合を制限するため、バイオ燃料の貢献できる余地は制限されるだろう。これに加えて、国内のバイオ燃料政策に対する変更点が生産者の間で不安感を生んでいる¹³⁵。

いくつかの伝統的なバイオ燃料の生産設備が閉鎖したが、先進的なバイオ燃料の生産施設は2014年に稼働が始まっている。これは米国のPOET-DSM社、DuPont社、そしてAbengoa社のセルロース系の植物材料(ほとんどトウモロコシの茎)を用いる新しいバイオ精製所を含んでいる¹³⁶。ブラジルでは、第2世代の商業バイオ燃料プロジェクトが3か所で稼働開始した。具体的には、GranBioセルロース系エタノール商業施設、Raizen/Iogens施設、そしてSolazyme-Bunge施設である¹³⁷。

一方で、米国のKior社が破産申請を行ってミシシッピ州の施設を解体したように、先進的なバイオ燃料産業は壁に直面している¹³⁸。欧州では、いくつかの国が国内政策(たとえば、イタリアは0.6%の先進的バイオ燃料目標を掲げた)を開始したにもかかわらず、EU全体の政策的サポートが欠如していたため、先進的なバイオ燃料の開発が遅れている¹³⁹。

航空燃料は2014年に大きな発展を成し遂げた。欧州(ノルウェーとスウェーデン)においては、空港での航空燃料の供給が手やすく利用可能になり、米国は近い将来供給を開始

図11. 世界のバイオ燃料原料の価格(2005年~2014年、2014年月別)



する契約を結んでいる¹⁴⁰。さらに、商業的バイオ燃料を利用した初期飛行のいくつかが欧州やブラジルで実施されている¹⁴¹。米国のボーイング社が陸上輸送用とは異なる、世界初の“グリーンディーゼル”を利用した飛行を実施した¹⁴²。中国の杭州で使用済み調理用オイルを推計18億リットルの航空燃料に変換する実証プロジェクトを立ち上げるために、中国国有企業のSinopecグループがボーイング社と2014年10月にパートナーシップを組んだ¹⁴³。

ガス化バイオマス産業

2014年のうちに世界中の住宅用、農場、そしてコミュニティ規模のバイオガス施設の建設と導入が進展した。バイオガスや汚水ガス、そして埋立地ガスなどを輸送車両用の燃料として利用するために、もしくは電力、輸送そして熱生産のための天然ガス供給網への注入のために、より高品質のバイオメタンへの改良や施設拡張がなされている。

欧州では、バイオガスのための廃棄農作物、肥料、エネルギー作物(5.1GWの電力生産容量に値する)、埋立地ガス(1.4GW)、そして少量ではあるが汚泥やその他の原料を利用している。生産容量や供給原料は国によって大きく変わっている¹⁴⁴。欧州を牽引しているバイオガス製造業者には、ドイツのSchmack社、MT-Energie社、PlanET社、そしてEnviTec社を挙げることが出来る¹⁴⁵。

とくに著しい伸びがチェコ共和国(15%増)や英国(15.4%増)で見られた¹⁴⁶。新たな支援計画によって農業バイオガス施設が39か所から62か所に増加(59%増)したことにより、英国のバイオガス生産は増加した¹⁴⁷。一方で、ドイツでバイオガスによるバイオ発電からの敬遠ⁱを示唆する政策の改正があり、他のEU加盟国や地域の政策がそれに追随しかねないとの懸念が上がっている¹⁴⁸。

欧州はバイオメタンで世界の先頭に立つ生産者で、282か所の発電所で毎年およそ9.4TWhを発電している。そのほとんどのバイオメタン生産施設はドイツ(154か所)、スウェーデン(54か所)、そしてオランダ(23か所)に位置している¹⁴⁹。18か所の新しい生産施設が2014年の間に建設された¹⁵⁰。

世界でバイオガスは、主に埋立地施設か小規模の家庭発酵槽で生産されている。米国は農場に嫌気性発酵槽(100MW)を170基以上、排水処理施設に発酵槽を1500基(このうちの250はサイト内でエネルギーを利用している)、そして埋立地の施設に560基以上を設置している¹⁵¹。ブラジルでは、6か所の埋立地施設が国の68%のバイオガス生産を担っており、2か所の産業用施設が追加分の26%を占めている。そして、残りは小規模の農業、バイオ廃棄物、そして下水施設が占めている¹⁵²。

アジアでは、中国が2014年におよそ150億m³¹⁵³(カロリーエネルギーで90TWh)のバイオガスを生産した¹⁵⁴。インドは推計475万の家庭バイオガス発酵槽と12か所のバイオCNG施設

を有している¹⁵⁵。2014年現在、韓国では82のバイオガス施設が毎年2.58TWhを発電している。半分強の発電は埋立地(52%)で、37%が汚泥、そしてバイオ廃棄物(食品の廃棄物と消化可能な副資材)が10%の割合を占めている¹⁵⁴。

小規模の試みはあるが、アフリカではバイオガスの取組はほとんどない。距離、設備や文化的理解の不在が発展を妨げている¹⁵⁵。アフリカにおけるバイオメタンの生産は稀であるが、2014年にケニアが初の系統連系のバイオメタン施設を建設し、2015年に稼働を見込んでいる¹⁵⁶。

地熱発電と熱利用

■地熱発電市場

地熱エネルギー資源は電力や直接的冷暖房の形でエネルギーを提供し、2014年の総量はおよそ528PJ(147TWh)に上る¹。地熱発電は、最終的な地熱総出力の半分程度を占め(74TWh)、残りは直接利用されている^{ii 2}。いくつかの地熱発電所は様々な熱利用のために、電力と熱を両方生産している。

およそ640MWの新たな発電容量が2014年には建設され、世界中の総発電量は12.8GWに達している³。2014年に発電容量を追加した国は(新しく発電設備容量を導入した順)、ケニア、トルコ、インドネシア、フィリピン、イタリア、ドイツ、米国、そして日本である⁴(図12を参照)。ケニアは新規導入の半分以上を占めている。2014年末に多くの地熱発電容量を有していた国は、米国(3.5GW)、フィリピン(1.9GW)、インドネシア(1.4GW)、メキシコ(1.0GW)、ニュージーランド(1.0GW)、イタリア(0.9GW)、アイスランド(0.7GW)、ケニア(0.6GW)、日本(0.5GW)、そしてトルコ(0.4GW)であった⁵(図13を参照)。

世界の地熱発電量は、2014年は74TWhだった⁶。発電の年間成長率は1.8%と低いが、稼働中の総発電容量は、過去5年間で年平均3.6%の成長率を記録している⁷。地熱発電の平均稼働(利用)率は、2009年の約71%から2014年の66%へと、世界中で減少している。平均的な施設よりも新しいため、欧州とオセアニア地域での稼働率は、80%と平均を上回っている⁸。低い稼働率の原因は、施設の老朽化だけでなく、バイナリーⁱⁱⁱ発電所が市場占有率を世界的に増加させていること、通常よりも低い生産容量の地域におけるいくつかの老朽化した地中熱用地と、固定化された設備の発電容量の確実性のばらつきで部分的には説明できる⁹。

ケニアは2014年に358MWの容量を追加し、総発電容量が2倍以上のおよそ600MWに達した。2か所の13MWバイナリー設備が2月に完成し、Olkaria第3地熱発電複合施設の容量が110MWに拡大された¹⁰。140MWのOlkaria第4設備が10月に稼働し、11月にさらに70MWが2基以上Olkaria第1発電所で稼働された¹¹。さらに、総容量52MWの移動式坑口型発電所が2014に5基稼働している¹²。これらの設備は地熱発電資源の迅速な導入が可能となることから期待さ

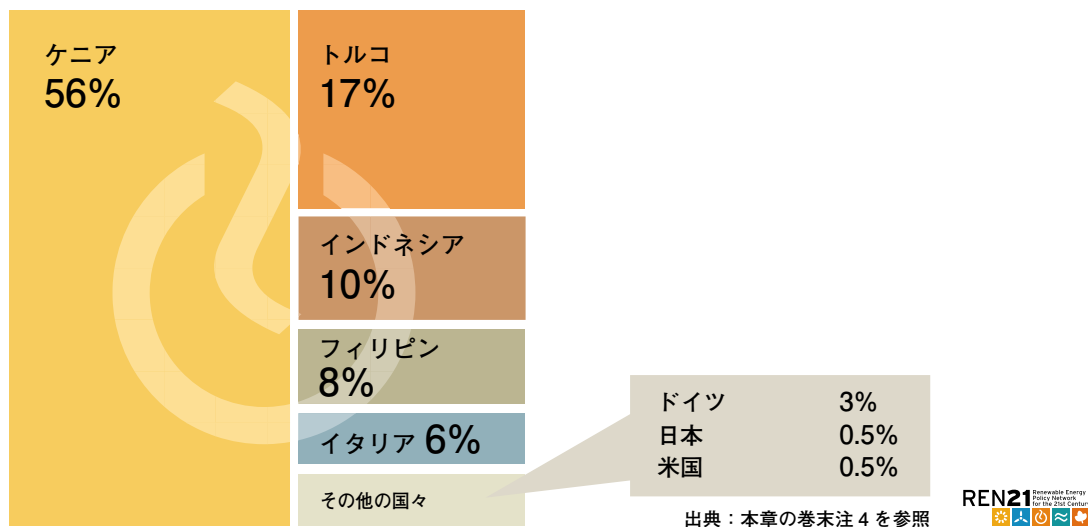
ⁱ ドイツが FIT の修正を行い、バイオガスの生産容量について新たな上限を設けた。Agata Pradka と Erneszt Kovacs による、バイオガス報告書 2014 から (Brussels: European Biogas Association, 2014) , <http://european-biogas.eu/2014/12/16/4331/>.)

ⁱⁱ 2014 年の推計 325PJ (90TWh) には地熱ヒートポンプからの最終自然エネルギー出力は含まれていない。

ⁱⁱⁱ 流体地熱と蒸気が別々に作動するバイナリー施設では、電気生産のためにタービンを稼働させる。各流体サイクルは閉鎖系であり、地熱流体は熱溜まりに戻る。伝統的な地熱発電所では、流体は水であった。オーガニックランキンサイクル (ORC) バイナリー地熱発電所は、水より沸騰点が高い有機流体を使用することで、比較的低温の地熱地域から効果的かつ効率的な熱の抽出が出来る。カリナサイクルはバイナリー施設の運用の一形態である。

地熱発電

図12.地熱追加発電容量、国別割合

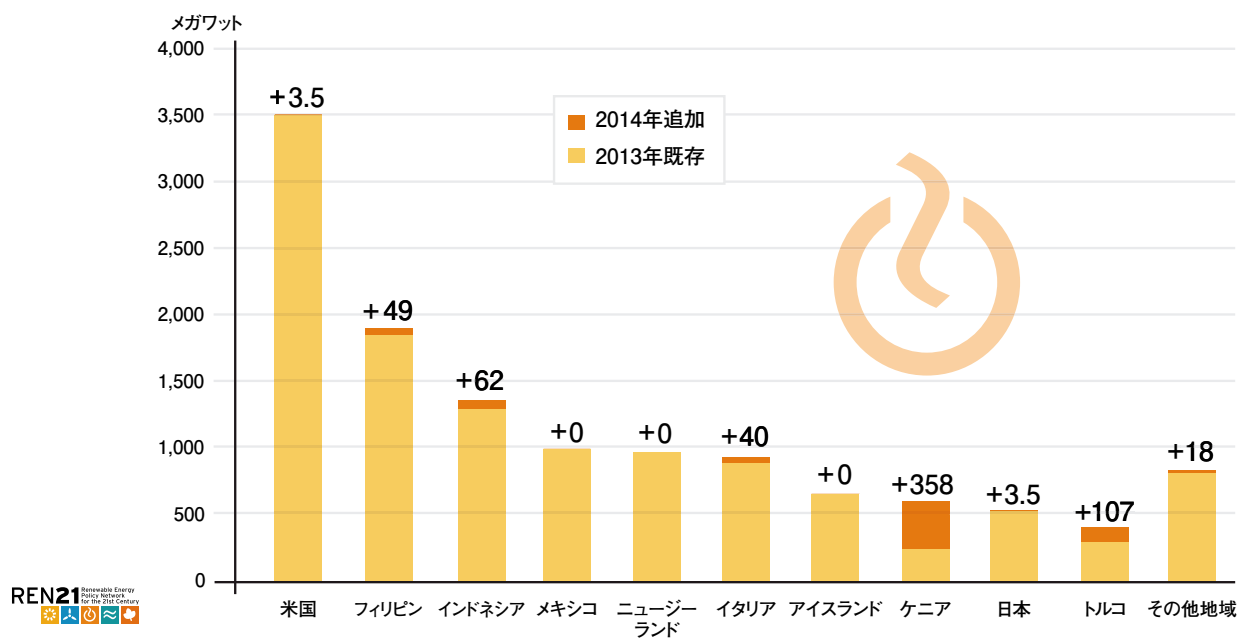


世界のエネルギー生産量

電力 **74 TWh**

熱利用 **73 TWh**

図13. 地熱発電容量および追加容量 上位10か国とその他地域(2014年)



れている¹³。

トルコは、2014年に約107MWの地熱発電容量を加え、全体の1/3程度の0.4GW増加した。導入された設備は各々がすべて6MWから26MWの容量を有するバイナリー発電所である¹⁴。トルコは2023年までに1GWの地熱発電を目標としている¹⁵。

インドネシアは2014年に3基の新たな設備を導入して地熱発電容量を5%増加させ、1.4GWになった。そのなかで最も大きい容量の設備は55MWのPatuhall号機である¹⁶。化石燃料発電に対する補助金と近年の地熱発電に対する支払いが悪く持続的でないことから、インドネシアにおける新たな地熱発電容量の認可はいくつかの障害に直面している¹⁷。森林や自然の保全、そして国立公園における計画に対する制約が障害になっている可能性もある。同時に産業界も、継続的な地熱発電の導入のための森林や水資源を保護する必要性を認めている¹⁸。インドネシアの29GWの潜在容量を開発する目的で、複雑な許認可要件を簡略化するために、中央政府下の許認可システムの統合と新たな価格制度を設ける新しい法制度が2014年に発効した。新たな法制度は地熱発電を採掘活動から除外し、森林保護地帯での活動の規制を緩和させたが、一方で開発事業者には地域コミュニティとの利益配分を要求している¹⁹。

2013年に実証と系統連系実験に成功した後、フィリピンは2014年初頭からMaibarara地熱発電所(20MW)の商業的稼働を開始した²⁰。2014年末のNasulo発電所(49.4MW)の稼働により、国内の総発電容量は約1.9GWに達した²¹。2008年の自然エネルギー法案が、近年ないし進行中の地熱発電開発を投資先としてより魅力的にすることで、発展を後押ししている²²。

イタリアでは、年末にバニョール第発電所で各20MWの設備が2基稼働された。当発電所は、17年間稼働してきたトスカナ州のアミアタ山に位置するBagnore第3発電所(20MW)と連携している²³。ドイツでは、バイエルン地域でいくつかの地熱コジェネレーション発電所が稼働しており、すべて発電所で発電と熱生産の両方を担っている。発電量は18MWで熱生産量は51MWthだ²⁴。

米国と日本では、各々2MWかそれ以下のバイナリー発電所をある程度の容量導入した²⁵。米国とインドネシアに続いて、世界で3番目に大きい地熱発電の潜在容量を日本は有しているが、発電においては過去20年間で発電容量の成長がほとんど見られなかったため、8番目に位置している。しかし、地熱発電に対する政府の支援政策が2011年の原発事故以来増えており、その結果2014年に探査と開発プロジェクトを40以上運営している²⁶。

ニュージーランドで166MWのTe Mihi発電所は2013年に建設され、2014年まで公式には稼働していなかったのにもかかわらず、2013年の追加容量として加算されている(GSR2014参照)²⁷。ワイラケイ地域に位置する発電所の既存の設備容

量を、各83MWの発電容量を持つ2基の東芝のタービンとリブレースし、正味でおよそ115MW増となった²⁸。

地熱発電がケニア以外の東アフリカでも拡大することに対しては大きな期待がある。エチオピアは急増する電力需要を満たすために構造的障害と地熱資源を開拓する資金の不足を乗り越えようと努力している²⁹。最近、アイスランドと日本の開発業者がエチオピアでの地熱資源の開拓を支援しているが、高い先払い価格と計画リスクのみならず、地域が有する技術の限界が開発を遅らせている³⁰。世界銀行が2014年にエチオピアのAlutoやAlalobadの地熱資源地域の開拓を支援すべく、2億ドルを投資した³¹。ジブチでは、Asal-Fiale地域における50MWの発電所を含む資源の再開発と発展を国際開発機構などが支援している³²。

中央アメリカ市場も将来性がある³³。ホンジュラスは、2014年もPlatanares地域の開発を続けた。2016年までに発電を開始することを目標にしている³⁴。コスタリカでは、Las Pailas発電所に55MWの発電容量を追加する工事が進行中である³⁵。

地熱の直接利用はヒートポンプを除いた冷暖房などの直接熱抽出のことを指すⁱ。2014年の地熱の直接利用は推計263PJ(73TWh)だった。2014年には1.1GWthが追加され、総発電容量が20.4GWthに達した³⁶。過去5年間、直接利用の消費は1年あたり平均3.3%を記録した一方で、直接利用の容量は5.9%の成長を成し遂げた。地熱の直接利用設備の世界の平均稼働率(利用)は、推計41%だった³⁷。

プールや公共浴場(9.1GWthの発電量、33.2TWhの利用)が熱の直接利用を最も導入している施設だが、このような施設では運用の形態が多様なために、集計が困難である³⁸。2番目は地域熱供給を含む暖房であった(7.6GWthの発電量と24.5TWhの利用)。アイスランドのように、地熱資源が豊富であり、かつ地域熱供給システムが発展している場所では、市場への浸透がかなり高く、9割の建物が地熱の直接利用を行っている³⁹。家庭用温水供給や温室暖房、産業プロセス熱、水産養殖、融雪、そして農業用乾燥などがその他の用法には含まれる⁴⁰。

一年を通してほとんどの熱利用は欧州で行われており、比較的高温資源が昔から少ない国の地域熱計画などが含まれている⁴¹。イタリアでは、トスカナ地方(6.5MWth)とヴェネチエンツァ地方(0.7MWth)の小規模地熱発電所が完成した⁴²。さらに、ドイツではコジェネレーション発電所が2基完成し、ハンガリーは2MWthと3MWthの設備を2基有しており、フランスはパリの近くのArcueil-Gentilly地域で10MWthの発電所を開発した⁴³。地熱と天然ガスによる熱を組み合わせたパリ盆地プロジェクトが2013年初めに開始し、2015年に完成される見込みである⁴⁴。合計すると、パリ地域には地域熱供給システムが5つ計画されている⁴⁵。フィンランドでは、2016年に完成する見込みの直接熱交換機を活用した閉ループ熱供給施設(40MWth)が計画されている⁴⁶。

2014年末に地熱の直接利用の容量が多かった国は、中国

ⁱ ここでの直接利用は地中深くの熱資源を指し、規模に関係なく、地熱ヒートポンプのような浅い地熱資源を利用する方法とは区別される(GSR2014の補足4のとくにヒートポンプに関する議論を参照)。

(6.1GWth)、トルコ(2.8GWth)、日本(2.1GWth)、アイスランド(2.0GWth)、インド(1.0GWth)、ハンガリー(0.9GWth)、イタリア(0.8GWth)、そして米国(0.6GWth)だ。これらの国々で世界の総発電容量の80%を占めている⁴⁷。

導入済みの容量と同様、最も多く地熱の直接利用をしているのは中国である(20.6TWh)。その他には、トルコ(12.2TWh)、アイスランド(7.4TWh)、日本(7.1TWh)、ハンガリー(2.7TWh)、米国(2.6TWh)、そしてニュージーランド(2.4TWh)などが地熱の直接利用を行っている。これらの国々で2014年の世界の地熱の直接利用総量の約70%を占めている。1人当たりではアイスランドで直接利用が最も進んでおり(22MWh)、ニュージーランド、ハンガリー、トルコ、そして日本が0.5MWh前後の利用を行っている⁴⁸。

■地熱産業

国連気候サミットで世界地熱連合が2014年に立ち上がり、地熱エネルギーの急速な展開の障害となっている先払いコストの高さや投資リスク問題に取り組んでいる。当連合は画期的な資金調達、リスク緩和、規制や組織の再編、そして能力向上や技術補助の構築も担っている⁴⁹。

このような課題を発展途上国において明らかにするために、地熱エネルギーの初期投資段階で欠かせない資金として、2億3500万ドルを2014年末までに世界銀行が集めた。アルメニア、チリ、ジブチ、ドミニカ、エチオピア、インドネシア、ケニア、メキシコ、ニカラグア、セントルシアやトルコなどの16か国で拡張が予定されている地熱用地における36の計画開発のために、資源の調達が行われている⁵⁰。

資金の不足や開発リスクに直面しているのは途上国だけではない。たとえば、欧州では潜在性や価値に対する認知度の低さや、他の技術より受けられる資金援助が比較的少ないこと、そして国内経済を超えて欧州でリスクを分散させられる国家間のリスク保険が不足していることが原因で地熱発電市場の発展が遅れているという懸念を産業が抱いている⁵¹。

米国における政府の研究プログラムは、地熱発電の発展を伴いながら、技術やリスクの障害を克服することを目的としている。たとえば、非生産的であったり商業化には一歩及ばない井戸を掘るリスクを強化地熱発電システム(EGS)は減らせる可能性がある⁵²。EGS技術は、岩の表面にヒビを入れることで熱を取り出す効率を高め、自然に蒸気が生産する従来の地熱発電と同じ状況をつくる⁵³。この技術は従来の熱水資源にこだわらないため、その潜在性が高く、米国は推計100GWの発電容量を有している⁵⁴。

いくつかの地域では、発電所から有害な可能性がある物質が排気されるという課題を抱えている場合もある⁵⁵。たとえば、米国のハワイ島にある、Puna地熱発電所は2015年初頭に硫化水素の排出が管理できなかったことにより罰金を課せられた⁵⁶。アイスランドのレイキャビク郊外にあるヘトリスヘイジ発電所(303MW)でも硫化水素の排出が懸念され

ている。この問題に対処するために、ヘトリスヘイジ発電所の運営者が水素捕獲と再注入計画を2014年に開始した⁵⁷。

2014年の産業的な技術革新は、地熱・太陽熱ハイブリッド型システムである。イタリアのEnel Green Power社は米国と連携し、ネバダ州にあるスティルウォーターバイナリー発電所の発電を補うために集光型太陽熱発電を利用して発電を行うことの便益性を検討している⁵⁸。イタリアでは、Enel社が地熱発電と地域の森林からのバイオマス資源を組み合わせたハイブリッド構成の建設を開始している。このシステムはより高い効率と出力の多さに対応して他より高熱の蒸気を生産することを見込まれている⁵⁹。

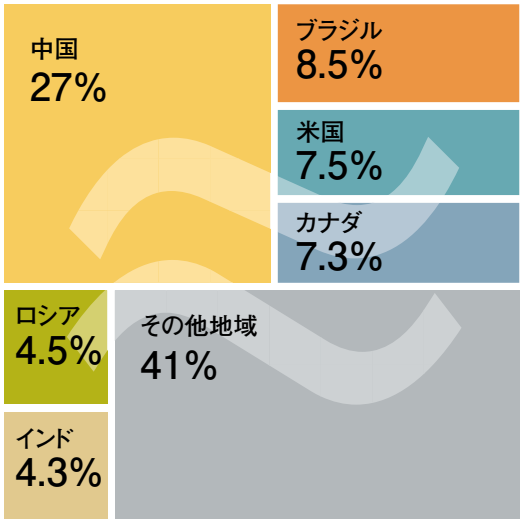
世界全体で612基の地熱発電所が2014年末までに稼働している。設置された発電容量のうち、7.8GWもしくは世界の地熱発電容量の約63%を占める大多数の発電容量はフラッシュ蒸気発電所(237基)である。フラッシュ蒸気発電所はタービンを稼働させる前に水流から蒸気を切り離す形態で、180℃以上の蒸気が豊富な地域で使われる。286基のバイナリー循環発電所は、数は多いが容量は少なく(1.8GWもしくは発電容量の12%)典型的には100℃から180℃の間の蒸気を使う。63基ある乾燥蒸気発電所(2.9GW、22%の発電容量)が最も古い機種の地熱発電所で、水と蒸気を分ける必要がない地域に設置されている⁶⁰。

米国を拠点にするChevron社とCalpine社(各1.3GW)が2014年の主な地熱用地や発電所の運営者で、その他にはフィリピンのEDC社(1.2GW)、メキシコ国有のCFE社、イタリアのEnel Green Power社(各1GW)、そして米国のOrmat社(0.9GW)である⁶¹。新たなタービンの導入において市場をけん引しているのは三菱、Ormat社(0.9GW)、そして富士電機であり、これらが2013年に導入された新たな設備の6割、既存設備の75%を占めている⁶²。既存のすべての発電容量では、日本製が最も多く、東芝、三菱、富士電機が2.6GWから3.0GW有している。そしてOrmat社(バイナリー技術)とAnsaldo-Tosi社(各1.7GW)、そして6位を記録しているGeneral Electric-Nuovo Pignone社(500MW)と続いているが、そのほかは導入量が極めて少ない⁶³。Ormat社に加え、その他(主にバイナリー)のタービン製造業者には、Exergy社、Atlas Copco社、Electra Therm社、TAS Energy社、Cryostar社、そしてTurboden社などが含まれている⁶⁴。



水力発電

図14.世界の水力発電設備容量
上位6か国およびその他の地域の割合(2014年)

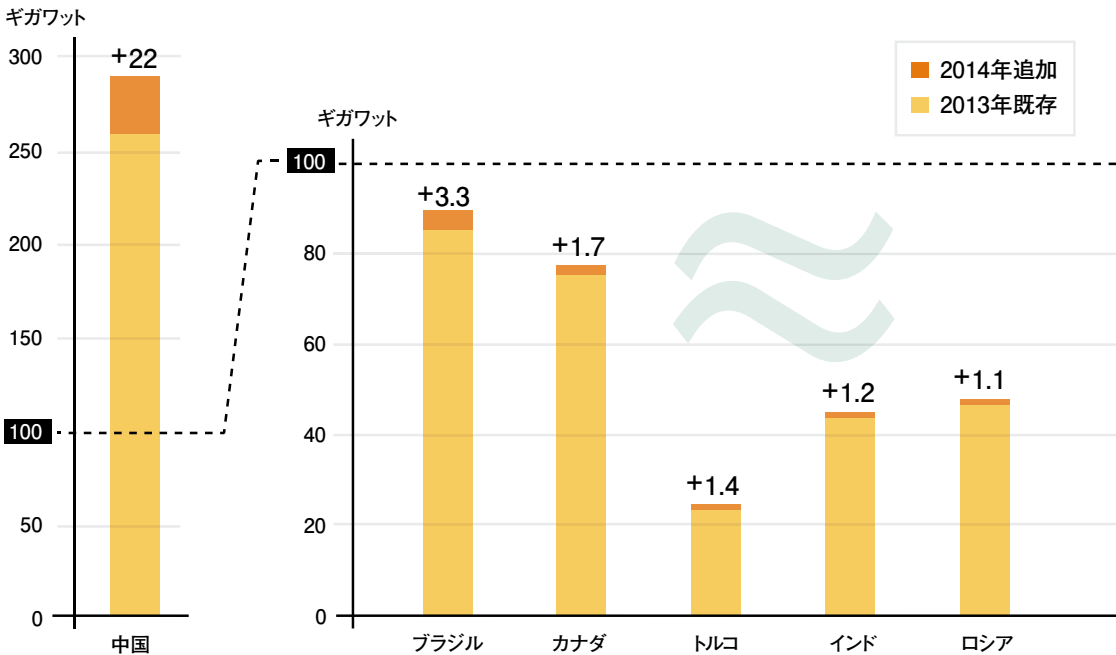


出典：本章の巻末注 2 を参照



世界の発電容量は
1,055 GW
に達した

図15.水力発電容量および追加容量、2014年の新規容量上位6か国



出典：本章の巻末注 5 を参照

水力発電

■水力発電市場

2014年に推計37GWの水力発電容量が新たに稼働し、世界全体の発電容量は約3.6%増加し、おおよそ1055GWとなった¹。水力発電容量および発電量の上位国は、中国、ブラジル、米国、カナダⁱⁱ、ロシア、インドから変わらず、これらの国が2014年末の世界の発電設備容量の約60%を占めた²(図14および表R6を参照)。世界の水力発電は、水文学上の条件によって年ごとにばらつきがあるものの、2014年は推計3900TWhで、2013年比で3%以上増加した³。水力発電量は干ばつの影響により多くの国で減少したものの、中国では2013年の減少の後、大幅に回復した。2013年末までに世界の揚水発電容量は最大で142GWになった⁴。

2014年の新規発電容量のうち、かなりの割合が中国によるものであったが、ブラジル、カナダ、トルコ、インド、ロシアも多くの追加容量を稼働させた⁵(図15を参照)。中国は22GWの新規発電容量を稼働させ、2014年末までに水力発電総容量が280GWとなった。新たな設備完成による発電容量の大幅増加に関わらず、中国における追加容量は2013年比で29%下落している⁶。中国における水力発電量は水文学上の好条件によって20%ほど上昇し、初めて1000TWhを超過した(1070TWh)⁷。2013年に総発電容量の2/3を稼働し、2014年に工事が完了した溪洛渡発電所(13.86GW)は中国の三峡発電所およびブラジルのイタイプ発電所に次いで世界で3番目に大きな発電所となった⁸。また、ここから金沙江を下ったところにある向家坝発電所(6.4GW)も完成し、中国で3番目に大きな発電所となった⁹。この発電所では世界で最大の水力発電設備である800MWタービン発電機を8基設置している¹⁰。さらに6月には糯扎渡ダムに装備されている5.85GW規模の発電機がすべて稼働し、中国で4番目に大きい水力発電所になった¹¹。中国政府が水力発電インフラに対して行った投資は2013年対比21.5%減少し、156億ドル(960億元)だった¹²。

ブラジルは2014年に138MWの小水力発電ⁱⁱⁱ(30MW未満)容量を含めて3.3GWを追加し、2014年末の水力発電容量は89.2GWに上った¹³。長期化した干ばつにより深刻な影響を受けたブラジルにおける水力発電の出力(2014年は393TWh)は低迷し、いくつかの貯水池では史上最低の出力を記録した¹⁴。水力発電の年間発電量は増加している一方で、総発電量に占める水力発電の割合は2011年の91%から2014年には73%に減少した¹⁵。マディラ川複合施設のジラウ発電所(クリーン開発メカニズム事業計画のなかで最大の単独の自然エネルギー事業)の75MWタービン24基が2014年には稼働される予定であり、竣工されると3.75GW規模の施設となる見込みである¹⁶。一方で、マディラ川に位置する姉妹プラントのサント・アントニオ発電所(完成すれば3.57GW)は2014年に上流のボリビアで発生した豪雨による洪水を受け、再度環境影響評価にかけることを求められている¹⁷。隣接するコロンビアではソガモソ発電所(820MW)

が竣工され、当発電所から国が必要とする電力の10%が供給される見込みである¹⁸。

他に干ばつによる被害を被った国は米国であった。2014年には、3年連続で出力が減少し続け、発電量が259TWhに留まった。これは過去9年間の平均を5.3%下回った¹⁹。2014年末までの総発電容量は79.2GWだった²⁰。

2014年に新規導入が3番目に多かったのはカナダで、1.7GWの新規水力発電容量が完成し、総発電容量は77.4GWを記録した²¹。しかし、出力は3.1%減少して375TWhに留まった²²。2015年初頭にオンタリオのマタガミ川低部の再開発事業が完了し、4基の発電機による発電容量がほぼ倍の924MWまで高められた²³。プリティッシュ・コロンビア州では、フォレストカーにある195MWの施設が2014年から稼働した²⁴。どちらの計画も、貯水池の開発により居住地が影響を受けるファーストネーション(先住民民族)の協力を得て展開されているという点で他の計画に比べて注目に値する。このような協力体制を築いた上で水力発電計画を進めるのがカナダでは一般的になりつつある²⁵。トルコは2014年に1.35GWの水力発電容量を導入して総発電容量が23.6GWを記録した。ここ数年の干ばつの影響で水力発電からの発電量は2013年比で32%下落し、40.1TWhに留まった²⁶。

インドは2014年に1.2GW分の水力発電容量を追加した。このうちの228MWは25MW未満の小水力発電で、総発電容量は44.9GWになった。年間発電量は推計144TWhであり、このうち25MW以上の大型発電所からの発電量は131TWhを占め、これは2013年以降ほとんど変化していない²⁷。試運転の段階で水資源の確保などといった技術的な障壁に直面したウリ第2発電所(240MW)は、これらを乗り越えて2014年初頭に完成した²⁸。

ロシアは正味1.1GWの水力発電追加容量が追加され、総発電容量が47.7GWに上った。水力発電容量は増加されたものの、発電量(164TWh)は前年度比で4.4%下落した²⁹。サヤノシュエセンスカヤ発電所(6.4GW)は、10基の640MW規模タービンの設置を最後に、2009年の重大事故の復旧工事を終えた³⁰。ボグチャンスカヤ発電所では、残り333MWの9基が稼働し、2015年後半に貯水池が満たされれば最大発電容量の3GWに到達すると見込まれている³¹。

エチオピアは2014年も青ナイル川におけるグランド・ルネッサン事業計画(6GW)を進めている。しかし、計画による影響に対して下流に住む市民から懸念の声があがっている。エチオピア、エジプト、スーダンでは共同で研究を進めることに合意し、2015年初頭にはナイル流域の水資源の持続的で公平な利用における協力の原則に共同で調印した³²。

その他のアフリカ地域では、たとえばルワンダがニャボロンゴ発電所(28MW規模)を稼働した。この発電所は世界基準では小規模なものの、人口1180万人の国家にしてみれば相

ⁱ GSR2014に記載されていた2013年末の発電容量から18GW上方修正された数値をここでは採用している。とくに記載がなければ、すべての発電容量に関する数値には揚水発電容量は含まれていない。揚水発電所はエネルギー資源ではなく、エネルギー貯蔵の手段である。そのため、揚水発電には変換ロスが含まれ、自然エネルギーもしくは自然エネルギー以外の電力で稼働する。揚水発電は、とくに変動性自然エネルギー資源の電力需給バランスをもたらす発電方法として重要な役割を担っている。

ⁱⁱ 総発電容量は若干少ないものの、カナダのベースロードとしての出力はアメリカにおける負荷追従型の出力を上回っている。

ⁱⁱⁱ ブラジルの水力発電に関するデータは規模別に公表されている(30MW以上)。インドも同様の手法を採用している(25MW以上から)。

当な規模であると言える。この発電所はルワンダの発電容量を25%増加させ、2014年末の段階で人口の19%しか電力にアクセスできていない国における電力不足を緩和する効果が期待されている³³。

ルワンダでは2.2MWのより小規模なルカララ第2水力発電所が2014年に稼働した。このような小規模の水力発電計画は、途上国の農村地域における電化の促進を期待できる³⁴。2012年の段階では、世界における10MW以下の小規模な発電所の総発電容量は75GWだった³⁵。小水力発電はその持続可能性と農村地域の電化、そして社会的包摂や持続可能な開発への潜在能力を高く評価されている³⁶。

世界の揚水発電容量は2014年末までに最大で146GWになり、2014年に新たに2.4GWの容量が導入された³⁷。カナリー諸島で最も面積の狭いエル・イエロ島の計画が年内に完成する。規模は6GWと小さいものの、その重要性は大きい。同島は風力発電(11.5MW)と揚水発電施設を組み合わせることで電力の自給自足を実現し、ディーゼル発電所も必要なくなった³⁸。オーストリアのレイゼック第2揚水発電所(430MW)は2015年初頭に完成した³⁹。

欧州では2015年現在、いくつかの新規可変速揚水発電所が計画、もしくは建設中、ある発電所では可変速運用の設備が追加導入された。新規もしくは追加導入された揚水発電所の可変速設備は、揚水機能の効率を向上させる。さらに、これによって発電と揚水の機能において電力制御が可能になり、系統の状態に合わせて柔軟に揚水の規模を対応させることができるようになる⁴⁰。スイスでは2015年に完成予定の初の高機能の無段変速揚水発電ダムであるリンタール発電所(1000MW)が建設中である⁴¹。その他、今後注目に値する揚水発電設備としては、南アフリカで2015年に稼働予定のイングラ揚水発電所(1.3GW)や、エジプトに建設予定の2.1GWの設備が挙げられる⁴²。

揚水発電以外にも余剰電力を活用する方法はある。ノルウェー、英国、ドイツは、とくに変動性自然エネルギー電力の議論の中で、ノルウェーの大規模な水力発電容量を南部の近隣諸国のための調整電力として機能させるために、1.4GWの相互送電線を2基建設することを2014年に合意した⁴³。

持続可能性は、水力発電の開発においては依然として大きなトピックの1つである。世界銀行は2014年に持続可能な水力発電事業を開発するにあたってこれが補助的な手段として有用であるとし、2011年に始まった水力発電持続可能性評価プロトコルを認定した。しかし、世界銀行はこれに対応するように自身の内部規約や安全措置を見直すことはなかった⁴⁴。米国議会は2014年に事業に対する資金調達に関する社会的ないし環境的な配慮措置(規制)を向上させることを求め、世界銀行グループも2015年初頭に水力発電計画の開発に伴う住民の移住に関する安全規制を強化することを明言した⁴⁵。2015年初頭には、米国政府が不正確かつ不十分な環境リスク評価を理由に世界銀行によるパキスタンのガルパー発電所(108MW規模)に対する資金調達に反対を表明した⁴⁶。

社会ないし環境への影響を考慮して複数の事業計画が延期もしくは中止されている。トルコでは古代遺跡の多い地域における洪水に対する懸念による地政学的な論争を原因として、2014年もチグリス川のイリスダム(1.2GW)が窮境に立たされている⁴⁷。インドでは、スパンシリ川の下流における計画(2GW)が地元の反対によりさらなる遅延を余儀なくされている⁴⁸。ベトナムでは、不法な土地取得や管理ミスが報告されたことを受けて政府が投資家資格の取り上げを検討している⁴⁹。論争は、下流の農業に対するダムの影響だけでなく、開発業者による森林伐採の補償としての植林の不実行にまで及ぶ⁵⁰。

■水力発電産業

水力発電産業はより柔軟で、より効率的で、より信頼性の高い水力発電施設の開発に乗り出している。水力発電設備製造業者は、変動性自然エネルギーの導入増に呼応する形で揚水発電施設の生産を増加させている⁵¹。同様に、北米や欧州では発電所の改修が増えている。これによって効率や発電出力を増加させるだけでなく、新たな規制に対応できるように環境性も向上している⁵²。たとえば2014年に中国の向家坝発電所に導入された800MWの機器2基に見られるように、発電コストが低く抑えられていることが高効率で大規模な機械の開発を後押ししている。これが、イノベーションを促進しているもう一つの要因である⁵³。

水力発電産業は、気候変動によるリスクの増加に付随する脆弱性に関する調査を充実させ、気候変動への耐久性を計画設計と運用へ組み込むことで気候変動リスクの上昇に対応している⁵⁴。上記の対応には潜在的もしくは推測されている河川流量の変動、洪水の場合のダムにおける安全性、推測されている発電量の変動幅、タービンや流量の変動性に対する設計媒介変数の最適化などが組み込まれている⁵⁵。

アルストム社(フランス)、アンドリッツ・ハイドロ社(オーストリア)、フォイト・ハイドロ社(ドイツ)が最大の水力発電設備の供給業者である。それぞれが同程度のシェアを市場で占めており、合計して世界全体の50%を占めている⁵⁶。その他の注目すべき製造業者にはハルビン社(中国)、ドンファン社(中国)やシロヴィエ・マシーヌ社(ロシア)などが挙げられる。

アンドリッツ・ハイドロ社は世界市場全体の縮小の影響で販売と新規契約が2年連続で減少したと発表した。一方で、南米とアフリカにおける大規模な計画、そして絶対的投資額が絶対的に低く抑えられ、とくに発展途上国において重要性がみられる既存施設と小規模水力発電施設の改修予定を明らかにした⁵⁷。

フォイト・ハイドロ社に関しては、2014年の販売が前年比で5%減少した一方で、同時期の新規契約(未販売分)は24%増加した⁵⁸。さらに、同社は北アメリカ、ロシア、東欧において、既存施設の改修業務で事業拡大の機会があった⁵⁹。同社は、政治的もしくは経済的な事情により計画が遅延している南米市場が弱点であると明らかにしている⁶⁰。また、現在電力需要がピークの時間帯における太陽光の発電量が増加していることを鑑みると、同社は揚水発電のピーク時間帯の発電量に対する収益が適切ではないのではないか、という

疑念を絶えず抱いている⁶¹。

アルストム社がゼネラルエレクトリック社と2014年に予定していた経営統合にはいくつかの市場における競争の喪失が予想されることから、欧州委員会が懸念を表明していた。しかし、合併会社が予定していた水力発電事業に関する懸念は示されなかった⁶²。

海洋エネルギー

■海洋エネルギー市場

海洋エネルギーは、波力、潮の高さ(満ち引き)、潮流、(つねに一方方向の)海流、温度差、塩分濃度差など、海洋に結びつくすべてのエネルギーが対象となる¹。2014年末には世界の海洋エネルギーの発電容量は約530MWで、ほとんどが浜や河口に設置された防潮堰に代表される潮力発電だった²。海洋発電技術の発展のほとんどは開放水域での潮力、海流、波力発電に集中している。

稼働中の海洋エネルギー施設で最大のものはすべて防潮堰計画で、発電にも活用されている。これらには、韓国にある254MWの発電量を持つ始華発電所(2011年に完成)、フランスの240MWのランス発電所(1966年)、カナダのノバスコシアにある20MWのアナポリス発電所(1984年)、中国にある3.9MWの江夏発電所(1980年)が含まれる³。その他のプロジェクトではより小規模で商業化以前の実証プロジェクトが多く、英国に潮力および波力エネルギー開発導入(合計数MW)が集中しているのは注目すべきである。

世界では2014年に追加発電容量はほとんど見られなかった。新たに導入されたもののうちのほとんどが実証プロジェクトであり、多くは欧州に隣接する水域で計画されている。スコットランドにおける398MW規模のMeyGen社の潮力プロジェクトも、著しい発展の兆しを見せている⁴。英国の海底を管理しているCrown Estate社は、他社による投資の促進やプロジェクトの構築および運営を発展させる試みとしてMayGen社の第一開発段階に投資を発表した⁵。Crown Estateは英国沿岸の水域で地元の企業がさらなる波力と潮力海流技術の実証が行えるようにリース事業を拡大した⁶。さらに潮力資源が推計1.4GW存在するとされているオルダニー島とフランスの間のオルダニー水路でも、大規模な潮力発電計画が進行中である⁷。

■海洋エネルギー産業

海洋エネルギーは2014年もさらなるイノベーションと進展を見せ、商業化にむけて前進した一方で、スコ

ットランドのペラミス・ウェイブ・パワー社(以下ペラミス社)とアクアマリン・パワー社をはじめとして産業全体が明らかな逆風に直面した。

前述のペラミス社は波力エネルギー変換器開発の継続に必要な資金を確保することができず、2014年末に倒産した⁸。スコットランド政府はペラミス社の事業継続を提案し、スコットランドのエネルギー予算で運営されているWave Energy Scotlandがペラミス社従業員を複数雇用方針を示した⁹。その後、同社がペラミス社の知的財産や2200万ドル(1430万ポンド)の資金を含めたその他資産を買収した¹⁰。

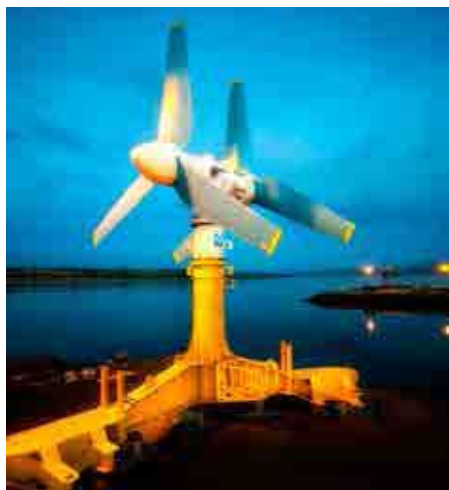
同じく2014年末、アクアマリン・パワー社はオークニーにある欧州海洋エネルギーセンターで稼働しているOyster800波力エネルギー装置の運営と設備維持のための従業員を残した上で、事業縮小を発表した。その決断は海洋エネルギー分野全体が直面している資金、規制、技術面での課題に直面した結果であると見られている¹¹。

英国のエディンバラ大学は2014年に開発リスクを明らかにするために新たな海洋シミュレーション施設を開設した。より大規模な費用がかかる運用段階に入る前にFloWave試験タンクを導入し、技術開発者が実際の海洋状態のなかで試験を行うことで、開発段階におけるリスクを低下させることができる¹²。FloWave社や他の政府支援のもとで運営されている施設や研究によって、特定の技術におけるリスクを改善することができる。その他のリスクには長期間にわたる資金調達先や安定的な接続状態の確保(海洋エネルギーの施設が系統設備の近くには一般的にないため)が含まれる¹³。

海洋エネルギーにおける問題解決や協力を得るためにステークホルダーが一同に会するEU海洋エネルギーフォーラムが2014年に開かれた。最終的な目標としては、革新的な研究開発の影響力を増大させるために官民パートナーシップを強化し、投資リスクを共有するためのプラットフォームを提供することだ¹⁴。

2014年に導入された計画のほとんどが、開発側が将来的に事業拡大を望んでいる商業化前の計画だった。Carnegie Wave Energyが2014年末と2015年初頭に相互に接続されている3基のCETO5波力エネルギー設備をオーストラリアのパースで3導入した計画もこれに含まれている。稼働中には潜水しているこれらの設備は発電に加えて海水の脱塩機能が搭載されている¹⁵。

スコットランドのシェトランド諸島のブルーマルサウンド内に2014年の4月に導入されたNova Innovation(スコットランド)による潮力設備(30kW)なども注目されている。スコットランド政府による支援を受けている同計画は、世界初のコミュニティ所有の潮力発電であるとされている¹⁶。その後、同社と提携先のELSA社(ベルギー)が100kWの設備を活用している同じ場所に、500kW導入するためにさらなる資金調達を行った¹⁷。2015年初頭にTocado(オランダ)が系統に接続された潮力タービンをオランダの海岸堤防に3基導入した。彼らは綿密な精査を経た後にこの300kWの計画を2MWにまで拡大する計画を準備している¹⁸。この発電所は約100戸分の



電力を賄っている¹⁹。Tocadoは韓国の本浦で予定されている28MWの潮力エネルギー計画に加えて英国のマン小島沖でも計画を進めている²⁰。

課題に直面したものの、アクアマリン・パワー社は稼働中のOyster800が良い海況によって予測通り、もしくはそれを上回る発電運用実績を達成したことを示す稼働データを公表した。同社の計画には次世代機器とWavePOD(複数の関係者とともに開発が進められている波力エネルギー発電機のための海中発電機器)の開発を続けることが示されている²¹。

Atlantis Resources社(英国/シンガポール)は2014年初頭にDongfang Electrical Machinery社(中国)と中国の浙江省において、アトランティス社のAR1000(1MW)を活用した潮力発電の洋上実証計画に関する合意に至った。Dongfang社はロッキード・マーティン社(米国)とアトランティス社が共同で開発したAR1500タービン(1.5MW)も低価格の製造費で提供している²²。

Atlantis Resources社は2013年にスコットランドのMeyGen計画への出資率のほとんどを独占した。その後、2015年初頭にタービンを系統接続する海中ケーブルを敷設するための直接掘削計画を含む、陸上施設の建設を発表した²³。Atlantis社はロッキード・マーティン社との間で2016年に自社のAR1500タービンを同計画で建設する契約を結んだ。このタービンはアクティブ・ローター・ピッチ・コントロールと完全なナセルのヨー制御を備えている²⁴。加えて、Atlantics社はAndritz Hydro Hammerfest社(ノルウェー)とMeyGenプロジェクトの第一段階で3基の1.5MWの潮力タービンを提供する契約を締結した²⁵。

OpenHydro社(フランスにあるDCNSの子会社で2013年創業)は300MWの潮力計画のためにAlderney Renewable Energy社と提携した。両社の合弁会社である株式会社Race Tidalは会社が生産している2MWタービンを150基導入する計画を立てている²⁶。2015年Brittany社(フランス)、オープン・ハイドロ社とEDF社(フランス)は、将来的な商業化事業を目的に新たにタービン2基の実証事業を行った²⁷。

Alstom社(フランス)も同様の計画を予定している。GDF Suez社(フランス)とともに、フランス政府から2017から20年間運営される見込みのRaz Blanchard(オルダニー水路)潮力実証プロジェクトに選ばれ、新たに4期のタービンを供給することになった²⁸。同社はこれから潮流に対応すべく、高度な潮力タービン技術である可変ピッチ翼や回転ナセルを備えたOceade18(1.4MW)を配置する予定である²⁹。

Nautricity社(スコットランド)は2014年にシャピンサー海峡(スコットランド)にあるEMECの試験場で同社の500kWの二重軸車の二重反転海洋タービン(CoRMaT)の実証を行った。2015年初頭には、より強い潮力による厳しい環境の中で、さらなる実験が可能になるEMECのFall of Warness海域に系統接続済みの代替地を確保した³⁰。EUが運営するMarinetプロジェクトの支援を受けているMagallanes Renovables社(スペイン)は、2014年末に初の海上実証となる浮遊式ATIR

タービンのプロトタイプをEMECで進水させた。本格運用段階では2MW規模になるだろう³¹。OpenHydroもEMECで実証と開発を継続し、2014年初頭には新たな次世代発電機器を装着する³²。



カナダのファンディー湾で、エネルギーファンディー海洋研究センター(FORCE)による潮力計画が予定されている。OpenHydro社と地元を拠点とするEmera社はCape Sharp Tidalとして知られる商業用規模プロジェクトの実現に向けた第一歩としてFORCEから2MW規模の潮力タービン2基の導入を認可された³³。海洋推進システム製造を行うSchottel社(ドイツ)の子会社であるBlack Rock Tidal Power社(カナダ)がTidal Stream社(英国)からTritonプラットホームと組み合わせで開発された技術とSchottel社製の70kW級の浮き式潮力発電機16基の導入のための実証権限を与えられた³⁴。Schottel社のSTGタービンはSustainable Marine Energy社(英国)がワイト小島沖にも導入している³⁵。2014年末に新たに設立されたSchottel Hydro社は河川内用のタービン(SIT)を発表した。同社の製品はタービンの規模を小さくすることによってより優れた比率の発電と素材利用を実現するという考えに基づいている³⁶。

2014年、海洋電力産業ではWave Energy Scotland社によるペラムス社の買収以外にもいくつか買収案件があった。Fortum社(フィンランド)は波力エネルギー開発業者であるWello有限株式会社の少数株主持分を確保した³⁷。Wello社の唯一の機器であるPenguinは、2011年に製造が始まって以来すべての部品がオリジナルであることが、そのデザインの耐久性に対する信頼を醸成してきた³⁸。Penguinは浮き式のプラットホームで、波で発生した回転型偏心質量を用いて風力タービンで使用されている発電機を稼働させている³⁹。Tocado社はオランダのIHC Tidal EnergyをRoyal IHCから買収した。この案件を実行するにあたって同社の水平軸タービンに商業化間近の垂直軸の技術を補助的に導入した⁴⁰。2015年初頭にTocado社はSwanturbines社(英国)が有する海中潮力タービン技術に関する知的財産を買収した⁴¹。

近年、潮力と波力技術は海洋エネルギー技術のほとんどの技術の進展に寄与し、潮力発電は波力発電よりも早い時期に商業化が実現される見込みになっている⁴²。潮力発電がデザイン上で大幅な転換期を迎えた一方で、波力エネルギー設備はより多様性に富んでおり、一般的に潮力ほどの段階までは開発が進んでいない。波力エネルギー機器間の多様性は水深によって水資源の賦存量が異なるという性格に起因するところがある⁴³。

¹ 海況とは潮力や風によって発生した波やうねりを考慮に入れた海洋表面の一般的な状況のことを示す。

補足5: 持続可能性についての特集: 水・エネルギー・食糧・安全保障の結合 (連環)

資源に対する需要と制約が世界中で拡大しているなかで、水、エネルギー、そして食糧システムの間の連結を管理すること、つまりは連環が、持続可能性のみならず、供給のセキュリティを確保する上で重要になってきている。人口増加、経済開発、そして都市化などによって、水、エネルギー、そして食品の消費は加速し、長期的な増加が予測されている。資源が枯渇し、気候変動の影響が現れ、連環内での資源の取り合いが激化すれば、これらの需要の拡大に対応することはさらに困難になる。

淡水への需要が増大し、供給が先細りするにつれて、揚水、脱塩、水処理と分配に必要なエネルギーは増加するだろう。掘削、加工、精製、そして発電のために必要となるエネルギー部門における年間の水消費量は、世界全体の水使用の15%近くを占め、これからの数十年間で大幅に増加することが見込まれている。農業食品部門単独で世界中のエネルギー使用の30%、淡水の取水量の約70%を占めている。食糧需要が増えれば、関連しているエネルギーと水の投入量も増加し、他の2部門への負担が増加することになる。

連環を基盤とした政策と解決策はこのようなトレードオフを緩和もしくは避けることにつながり、潜在的に相乗効果を後押しすることもできるだろう。そして自然エネルギーがその解決策の1つである。いくつかの自然エネルギーはいくつかの技術的課題を抱えるものの、持続可能でさえあれば、需要の圧迫を緩和させ、水、食糧、そしてエネルギーセキュリティを向上させることもできる。

比較的少ない水資源を投入する自然エネルギー技術の導入を増加させることによって(たとえばほとんどの太陽光技術や風力発電など)、エネルギー部門における水需要を減少させることができる。IRENAが最近発表した研究によると、ドイツ、インド、そして英国は自然エネルギーの割合を増加させることで、電力部門における取水量と使用量を大幅に減少させることができると指摘している。自然エネルギー技術は水の安全保障も向上させることができる。自然エネルギーを用いた揚水や灌漑システムは米国やオーストラリアなどの先進国のみならず、インドを代表とする発展途上国でも導入されている。自然エネルギーを動力とする脱塩施設もまた増加傾向にあり、とくに中東のサウジアラビアでは世界最大の太陽光による脱塩施設を建設中である。

自然エネルギーは、2007年から2008年にかけて起きた世界的な食糧危機で露呈したような化石燃料価格の急上昇と変動に対する農業食品の脆弱性を改善することによって、食糧の安全保障を向上させることができる。さらに自然エネル

ギーの活用は途上国での食料ロスを減らし、製品価値の向上にもつながる。たとえば途上国では加工や冷蔵におけるエネルギー不足により生産食料の30%から40%が失われている。太陽熱乾燥機はパキスタン北部で果物を保存するために使用されており、ウガンダの酪農産業にはバイオガス発電を利用している冷蔵庫が導入された。有機廃棄物と非食糧穀物から生産されたバイオエネルギーを使用することで地元農場の生産性を向上させ、可処分所得の増加につなげることができる。

今日、そして将来の連環が直面する課題を適切に列挙するためには、3つの部門すべてを統合した政策形成が行われなければならない。これを実現するためには、意思決定や実施状況を把握できる適切な評価ツールや方法論のさらなる開発が第一歩となる。既存の連環ツールは資源の流れと影響、地方環境の分析、そして政策間の選択肢評価などを定型化している。関係する資源をすべて考慮にいれる“完全に統合”された方法論、もしくは1つの資源の影響の“始点”に着目する方法を採用することもできる。ストックホルム環境研究所(Stockholm Environment Institute)が作成したWEAP-LEAPⁱⁱモデルでは、完全に統合された定量的方法を採用して水やエネルギーシステムの分析と定型化が行われている。国際連合食糧農業機関やIRENAは食糧と自然エネルギーの始点に着目する方法を採り、それぞれ定量的、定性的な方法を採用している。

研究機関や非営利団体は、エチオピアの成長と転換計画や代替的農業パターンの評価、マダガスカルにおける潜在的なバイオ燃料生産などの連環の潜在的に起きうるトレードオフを評価するため、すでに連環評価ツールを活用している。ドイツ開発エージェンシー、GIZⁱⁱⁱ、西アフリカ諸国経済共同体(ECOWAS)はより幅広い政策レベルで連環の方法とツールを統合的に採用しようとしている。さらに、水、エネルギー、そして食糧の連環は「すべての人のための持続可能なエネルギー(SE4ALL)」イニシアチブにより大きな影響力があると認定されている。

この方策を統合的に採用するために評価ツールの予見性が向上するなど、進展が見られる。それに関わらず、政策立案と計画開発に連環の考え方を政府、産業、学問、そして市民社会が統合的に採用するまでにはまだ長い道のりがある。

補足: 「持続可能性についての特集」は本報告書の定期的な記事であり、特定の自然エネルギー技術や関連する持続可能性の側面に焦点をあてる。

出典: 太陽光発電セクションの巻末注68を参照。

ⁱ 持続可能性への課題に関する詳しい情報は自然エネルギー世界白書 2010 の補足 7 (バイオエネルギー)、自然エネルギー世界白書 2012 の補足 4 (自然エネルギー技術による水への影響)、そして自然エネルギー世界白書 2013 の補足 3 (水力発電) を参照。

ⁱⁱ 水評価と計画システム (WEAP) と長期代替エネルギー計画システム (LEAP) を指す。

ⁱⁱⁱ ドイツ国際協力機構 (GIZ) Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

太陽光発電

■太陽光発電市場

2014年は最初の公的な太陽電池の実証実験を行ってから60周年となった¹。市場には40GWの発電容量が追加され、合計の発電容量はおおよそ177GWに達した記録的な年となった²。EU内での新規導入量の相当量の下落、とくに分散型のシステムにおける中国の野心的な到達目標、そして期待より鈍化した新たな市場状況にも関わらず、2014年は市場が好調だった³。2014年末の段階で世界で稼働している太陽光発電容量の60%が過去3年間に導入されたものだった⁴(図16と表R7を参照)。

上位3か国は中国、日本、米国で、続いて英国、ドイツが並んだ。上位10か国にはフランス、オーストラリア、韓国、南アフリカ、インドが含まれている⁵。2013年は系統に1GW以上太陽光発電を接続した国が9か国あったが、2014年は5か国へと減少した⁶。大部分の容量は一部の国で追加されたものの、新たな導入はより幅広い地域に分散し、価格が下落するにつれて設置計画が増加している⁷。世界のすべての国で、ある程度は太陽光発電の稼働実績がある⁸。年末には、20か国で少なくとも1GWの発電容量があった(2013年の17か国から増加)⁹。国民1人当たりの太陽光発電導入量の上位国はドイツ、イタリア、ベルギー、ギリシャ、チェコ、そして日本だった¹⁰。

アジアにおける追加量は他の市場を圧倒し、世界全体の追加量の60%を占めた¹¹。中国は10.6GW追加して28GWを超え、累積発電容量を60%増加させた¹²(図17を参照)。中国に追加された新規発電容量は80%以上が大規模発電所で、残りが分散型屋根設置型のシステムや小規模システムだった¹³。送電インフラが追加容量の増加に追いつけておらず、

需要地の南部や東部に送電するインフラのない太陽光ファームが、日射量の多い西部地域に散見される¹⁴。

容量が追加された中心地であった青海省の内モンゴルと沿岸地区の江蘇省ではそれぞれ1GW以上追加されている¹⁵。市場が急速に拡大したものの、中国はとくに自身が定めた分散型電源についての目標実現に苦労している¹⁶。中国は2014年に太陽光のみで約250億kWhを発電し、2013年比で200%増加した¹⁷。

日本市場は2014年も急速に拡大し、系統に9.7GW追加したことによって合計容量が23.3GWになった¹⁸。記録的な成長にも関わらず、家庭部門では2007年以来初めて減少し、0.9GWの追加で合計容量が7.5GWになった¹⁹。商業用ないし発電所規模の計画が2年連続で需要をけん引し、電力小売業界への参入企業が急速に増加している(レストランやハウスメーカーを含め)²⁰。系統接続への制約や開発業者が適切な土地を見つけることができない状況によって産業立地地域や空き区画、屋根などを利用する方向へ導いている²¹。

2014年末、追加された変動電源を受け入れることができるのかという技術的な懸念の影響で、日本の4つの電力会社が新規太陽光発電電源の系統接続を制限することを決定した²²。政府は新たな系統接続への上限を決めることで対応した。このなかで、日本の固定価格買取制度(FIT)にさらなる修正が加えられ、電力会社は、変動電源により系統容量がピークに達した時点で、太陽光発電事業者に発電抑制を要請できることになった。また、この発電抑制に対しての補償を義務付ける項目を削除した²³。2015年1月、4つの電力会社は(東京電力を含めた3社にはまだ適用されていない)新たなルールのもとで系統接続を開始した²⁴。

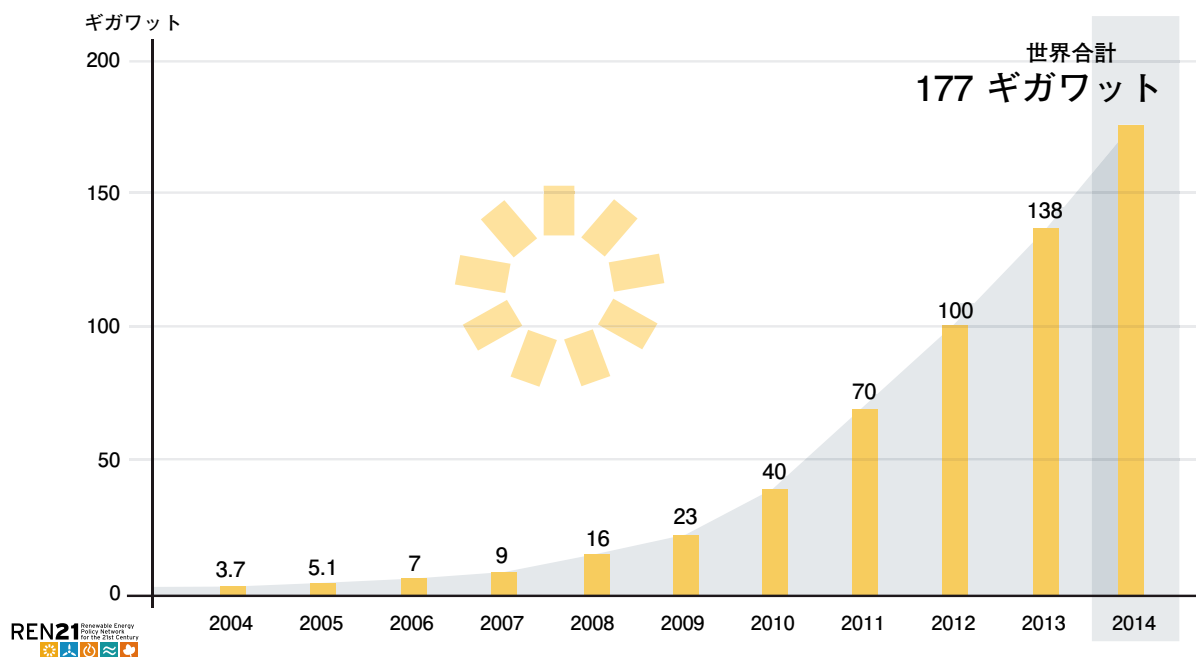


¹ 自然エネルギー世界白書 2014 で発表された 2013 年末の全世界の追加容量と発電容量は報告された容量よりも少なかったが、これは 2013 年の中国の追加容量が 2GW 下方修正 (12.92GW から 10.95GW、合計容量が 17.45GW) されたからである。国家エネルギー行政機関 (NEA) の中国国家エネルギー委員会が 2015 年 3 月 9 日に発表した 2014 年太陽光発電統計より引用。リンクは以下: http://www.nea.gov.cn/2015-03/09/c_134049519.htm (グーグル翻訳を使用)

太陽光発電

図16.世界の太陽光発電設備容量 2004年～2014年

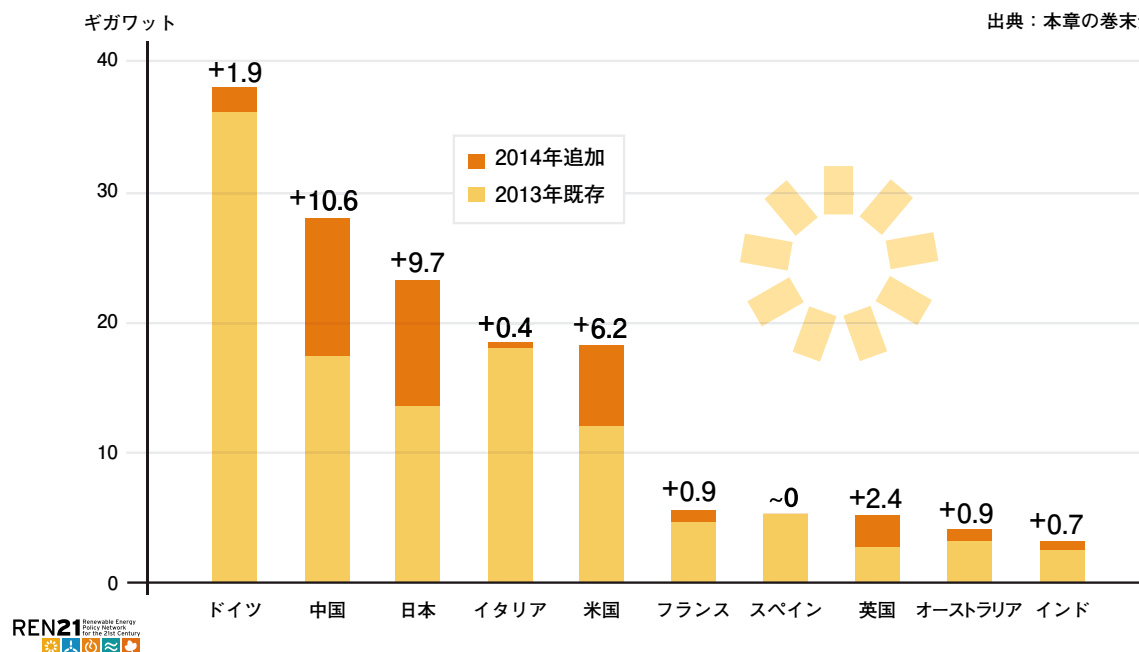
出典：本章の巻末注 4 を参照



40 GW
2014年に追加

図17.太陽光発電設備容量および追加容量 上位10か国(2014年)

出典：本章の巻末注 12 を参照





アジアで日本に次ぐ大きな市場は韓国だった(0.9GW)。後続はインド(0.7GW)、タイ(0.5GW)であった²⁵。2012年、2013年と比較するとインドの市場は縮小している²⁶。政策的不安定さが開発を足止めし、国からの補助金の支給が遅れたことなどが原因となって、資金調達の確保が困難になった²⁷。2014年末、インドでは3.2GWの発電所が稼働しており、新政府が政策の支援ならびに国際的な金融機関の資本参加を発表したこともあり、状況は良くなってきている²⁸。

アジア以外で15GWから16GW導入されたのは北米とEUだった²⁹。北米では2014年に6.7GWが追加された³⁰。カナダはこのうちの0.5GWを占め、合計容量が年末には1.7GWに到達した。残りは米国が占めている³¹。

米国における追加容量は2013年から30%増加して6.2GW導入され、合計容量が18.3GWになった³²。導入コスト(システムの均衡制御)の継続的な下落、革新的な資金調達、そして安定した政策が市場の拡大を後押しした³³。商業部門からの需要はわずかに縮小したものの、初めて市場における3つの主要部門(家庭、商業、発電所)がそれぞれ1GW以上導入した³⁴。RPS(余剰電力買取制度)とより広範囲の電力市場における太陽光発電の経済的競争力の高まりに後押しされて発電所規模へと拡大(3.9GWの追加容量)している³⁵。2015年初頭には、工事中の発電所規模の太陽光発電事業が14GWを超え、連邦税額控除への変更前の2016年末前に接続される見込みである³⁶。

米国の住宅部門からの需要(1.2GW)は価格の下落、資金調達方法と所有形態の多様化などの要因によって3年連続で50%以上伸びている³⁷。社員が負担する導入費用を減少させるために大型の企業による買取プログラムをいくつかの大企業が立ち上げた。州レベルでも同様のプログラムが開始されている³⁸。カリフォルニア州は追加容量では市場をけん引しており(3.5GW)、2番目のノースカロライナ州(0.4GW)との差を大きく引き離している。年末には、国内で最大の容量がカリフォルニア州で導入されていた(8.7GW)。一方で国民1人あたりの導入量ではハワイ州がトップだった³⁹。

EUは地域別の稼働中容量(87GW)と太陽光発電の電力供給への貢献度において世界トップレベルであった⁴⁰。しかし、6.3GWの追加容量があったものの3年連続でEU市場は縮小し、2011年のピークだった22GWと比べて減少している⁴¹。ほとんどのEU市場で政策支援の縮小といくつかの国で遡及的に税金が適用されたことにより、結果として投資家の信

用を損なってしまったため、需要が減少している⁴²。フランス、ドイツ、イタリア、英国などを含むいくつかの国では大型計画に対するプレミアム支払い制度など、市場主導型の政策メカニズムに移行しつつある⁴³(「政策の展望」のセクションを参照)。

イタリアとスペインは2014年に急激な価格の下落を経験し、ドイツ市場は2013年に比べ43%縮小した⁴⁴。ベルギー、ブルガリア、チェコ、ギリシャ、そしてスペインなど、過去のGW規模市場では2014年には少量の容量しか追加されていない⁴⁵。その代わりフランス、オランダ、スイス、英国では追加容量が見られた⁴⁶。

英国とドイツはEUにおける最大の導入国で、それぞれ2014年の世界全体の発電容量で4位と5位を記録している。英国は2.4GW追加して年末には合計が5.2GWに上った⁴⁷。英国は、2014年に12万5000件の家庭が屋根に太陽光パネルを設置した。また同国は大規模な地上設置型計画の唯一の市場である⁴⁸。ドイツは1.9GWを追加して合計容量を38.2GWとしたが、これは自然エネルギー法(EEG)で定めた目標を下回っている⁴⁹。太陽光発電に対するFIT価格の下落(2006年比で70%減少)や自家消費への追加費用に対する懸念などが下落に繋がったと考えられている⁵⁰。小型の屋根設置型システム(10kW未満)が大型のシステムに比べて下落率が高くないのは、小型の自家消費はEEGの課徴金には含まれていないからである⁵¹。ドイツは2014年に太陽光発電で33TWhを発電し、年末には他の国の太陽光発電容量を大きく上回っていた⁵²。

オーストラリアは2014年に0.9GW追加して合計容量が4.1GWを超えたことで、新規容量で世界7位になった⁵³。家庭の14%が屋根に太陽光発電を導入している。中でも最も比率が高いのはオーストラリア南部(24%)で、1万5000以上の事業者が太陽光発電設備を導入している⁵⁴。政策の不安定性は大規模計画の延期を招くことになったが、2015年初頭までに少なくとも2つの計画が進行し、年内には稼働する予定である⁵⁵。

南米では国ごとに成長率にばらつきがあるものの、最も成長率が高い地域市場である⁵⁶。チリは395MWを既存の12MWに追加し、地域で導入された電力のほとんどを太陽光が占めた⁵⁷。チリで太陽光産業が成長しているのは採鉱産業に供給するための大規模計画によるところが大きい。また現物市場からの利益を見込んでいる大規模の商業化設備も要因の一つである⁵⁸。メキシコは相当量の成長を見せ(64MW)、ブラジルは2014年末に初めて大規模な太陽光発電事業(31のソーラーパークから合計1GW規模)の契約を結んだ⁵⁹。系統への接続から資金の調達まで、地域の将来的な成長に対する課題は残されている⁶⁰。

発展途上国や新興経済国では負担可能な利率で資金を調達することが共通の課題としてあがっている。そして大手銀行が個々の太陽光発電事業を比較的低リスクと判断し、支援することによって可能となる側面が大きい⁶¹。そのような状況のなかでも、いくつかの新たな市場においてオングリッドでもオフグリッドでもそれなりの規模の太陽光発電が導入され

つつある。たとえば南アフリカでは2014年に0.8GWを導入して世界9番目に多くの容量を導入した。南アフリカの入札制度の結果、この大部分は広い公園に位置している⁶²。ケニアは大規模発電所(数MW規模)を発展させながら、遠隔地にオフグリッドの太陽光発電を増加させることに集中的に取り組んでいる。他方、ルワンダは太陽光発電ファーム(8.5GW)を2014年に稼働させ、電力導入量の7%を占めている⁶³(発展途上国におけるオフグリッド太陽光発電についての詳細は分散型自然エネルギーセクションを参照)。さらにエジプトも合計2.3GW規模の太陽光発電に向けた固定価格買取制度の下で新たな調達プログラムを発表した⁶⁴。

太陽光発電目標を設けている多くの中東市場も拡大している⁶⁵(表R15を参照)。中東において、イスラエルが最も多くの導入量(約50%増の0.7GW)を記録し、ヨルダンでは初めて太陽光の調達プログラムを施行、成功させた国になった⁶⁶。アラブ首長国連邦は引き続き需要と製造において重要な位置を占めており、太陽光発電の大規模な入札計画を発表した⁶⁷。中東で太陽光発電についてこのように関心が高いのは、豊富な日射量や急上昇しているエネルギー需要、太陽光発電の特徴である水の使用量の少なさや水の脱塩の可能性などが挙げられる⁶⁸(補足5を参照)。

2015年初頭、少なくとも70の50MWを超える太陽光発電施設が14か国で稼働している⁶⁹。上位10施設は、中国とインド、そして世界最大の発電所であるTopaz SolarとDesert Sunlight(どちらも550MW)が2014年末と2015年初頭に稼働した米国にすべて設置されている⁷⁰。世界の最も大きい50の発電所を合計すると2015年初頭には累積7.1GWに到達し、世界の発電容量の約4%を占める⁷¹。たとえばチリにある100MW級の発電所と南アフリカにある6基(合計500MW)など、それぞれの大陸で最も大規模な発電所を含め、少なくとも17の太陽光発電所が2014年と2015年初頭に稼働した(もしくは予定されていた容量に達した)⁷²。中国は青海省にある太陽光発電と水力発電のハイブリッド施設に160MWの容量を追加導入した⁷³。世界全体では、4MWかそれ以上の容量の計画は推計65%増加して35.9GWに到達し、アジア、欧州、そして北米に均等に分布されている⁷⁴。2014年末までにオーストラリア、フランス、日本、パキスタン、フィリピン、そしてロシアを含めた国々で大規模発電所が完了もしくは建設中である⁷⁵。

発電所規模の計画の割合が増加しているが、いくつかの国の電力会社は分散型太陽光発電の拡大に対しては抵抗している。これは顧客層の縮小と損失に対する懸念に由来する行動である。米国の多くの州では、ネットメータリング法と電力料金設定に関する議論が続いているし、オーストラリアでは、将来のビジネスモデルに懸念を抱く大手電力会社が、太陽光発電の発展を抑制する行動を見せている。日本では電力会社による系統へのアクセス抑制や、欧州

では小売りの買取価格設定に関して、分散型電源が拡大している状況を踏まえた議論が行われている(自家消費の割合の増加も含めて)⁷⁶。しかし、多くの電力会社は太陽光発電の開発と運用における役割を拡大しつつある⁷⁷。

多様な形態のコミュニティ所有の太陽光発電計画がオーストラリア、日本、ポーランド、英国、タイなどで増えており、国の固定価格買取制度(FIT)をもとにコミュニティ太陽光発電の目標を設けている⁷⁸。米国のコミュニティソーラー・ガーデンでは地元の電力会社に電力を売る代わりに投資した人々の電気代が控除される仕組みを設けている。2014年に拡大し続け、いくつかの州ではコミュニティソーラーを活発的に促進させている⁷⁹。太陽光発電を中心としたコミュニティ所有の小規模発電は、発展途上国で一般的になりつつある⁸⁰。

それぞれの太陽電池に広範囲の太陽光が集中できるようにする光学システムを含む集中型太陽光発電(CPV)の市場は未熟で依然として小さいが、この技術が高い日射量と低い湿度の地域において高い効率性を発揮するという特質に着目した隙間市場からの関心が高まりつつある⁸¹。オーストラリア、中国、イタリア、南アフリカ、米国が主要な国であるが、小型設備(1~2MW)はメキシコ、サウジアラビアやその他の国でも稼働している⁸²。2014年の1月から11月にかけて、南アフリカのタウズリバー発電所(44MW規模)を含めた70MWの新規発電容量が導入されている⁸³。2014年末の時点で世界全体の発電容量は少なくとも330MWに到達していた⁸⁴。20MWやそれ以上の大型発電所はいくつか建設中であったが、それを上回る規模の発電所建設計画は白紙撤回もしくは延期されている⁸⁵。

太陽光発電は、いくつかの国で発電において重要な位置を占め始めている。たとえば、イタリアでは年末までに電力需要の7.9%を供給し、ギリシャでは7.6%、ドイツでは7%を供給している⁸⁶。2014年末には欧州の総電力消費の3.5%(2008年の0.3%から増加)を満たし、ピーク需要の7%を満たした。世界全体で稼働している発電容量は、少なくとも年間200TWhの発電量に相当する⁸⁷。



■太陽光発電産業

2013年に始まった太陽光発電産業の復調は、翌年も世界中の堅調な需要によって継続されていた⁸⁸。上位企業のほとんどは年末までに黒字に戻った（あるいは少なくとも損失を減らした）⁸⁹。しかしながら、欧州では市場が縮小したことによって導入業者、小売業者などの事業運営が困難になり、企業はその他の市場に集中することでリスクを分散している⁹⁰。薄膜を扱う企業や集中型太陽光発電産業にとってモジュール価格の低下は厳しい状況を招いており、競争を保つのに苦戦している⁹¹。国際的な貿易に関する議論も続いている⁹²（政策の展望セクションを参照）。

モジュール価格が2014年を通して下落し、多結晶シリコンモジュールに至ってはスポット価格が0.6ドル/ワットまで、前年比で14%下落した⁹³。現物価格の下落はモジュール生産増加によるコストの減少、地域における価格の低下や期待を下回る需要（とくに中国）が原因であった⁹⁴。

産業は引き続きソフト面でのコスト（製造コスト以外）の削減に取り組んでいる。2014年には、設置費用が世界中で減少し、このような価格の違いは計画予定地や規模に左右される。たとえば、米国や日本のソフト価格はオーストラリアやドイツよりも高い⁹⁵。

コストが下落するにつれ、太陽光によって発電された電力は、化石燃料とも補助金なしで競争できる力をつけてきている様子がいくつかの国で見られる⁹⁶。ブラジル、インド、アラブ首長国連邦で2014年は太陽光発電に対する入札価格が極端に低く、結果として政府が所有する発電所の発電容量を契約内容よりも2倍のものにするように後押しする要因になった⁹⁷。

2014年には、結晶シリコン電池やモジュールの生産が上昇した。太陽電池とモジュール生産予測は生産容量と同様に激しく変動する。外注や再ブランディングが増えることで生産や輸出入の計測は年々複雑になっている⁹⁸。2014年の太陽電池生産容量の仮予測は45GW から60GW 規模範囲で、モジュールに関しては50GW から70GW 以上だった⁹⁹。薄膜生産は推計25%ほど上昇して世界全体の太陽光発電設備の10%を占めた¹⁰⁰。

過去10年、モジュール生産は米国から日本、欧州、そしてアジアへと戻っていき、とくに中国は2009年来輸出を独占している¹⁰¹。2014年までに、アジアは世界におけるモジュール生産の87%を占め（前年度対比2%増加）、中国が世界総生産の64%を占めている（2013年も同様）¹⁰²。欧州のシェアは2014年にはおよそ8%まで引き続き（2013年は10%）下落し、米国は2%のシェアを維持した¹⁰³。

2014年の主なモジュール生産者は、Trina 社、Yingli 社、Canadian Solar 社、Jinko Solar 社などの中国企業や Hanwha Solar One 社（韓国）、First Solar 社（米国）だった¹⁰⁴。Sharp Solar 社と京セラ（いずれも日本）は年間好成績を記録した多くの中国のモジュール製造社を買収して再ブランディングした¹⁰⁵。

各市場において上昇する需要を満たすために、アジア、米国、

そして欧州に拠点を持つ製造業者は生産能力を整備し、新たな太陽電池とモジュール生産施設の拡充を行なう、もしくは世界中で発電容量の拡大計画を発表している¹⁰⁶。中国のパネル生産者を後押ししているのはマレーシアやその他の海外にある工場、米国が中国製品に課している反ダンピング法の課税を逃れるのに役立っている¹⁰⁷。米国に拠点を持つ製造業者は中国との競争に対抗するために国内生産量を増やし、自動化と効率化に投資する方針を打ち出している¹⁰⁸。同時に、他の市場に集中するために欧州にある施設を閉鎖する政策を打ち出している製造業者もいくつか存在する¹⁰⁹。たとえば、Solaria Energia 社（スペイン）はプエルトラノの製造施設を閉鎖し、ラテンアメリカとアジア太平洋地域に集中する方針だ¹¹⁰。

2014年も製造業者間の合併は継続的に行われたが、そのペースは緩やかであった¹¹¹。中国は世界最大の市場でもあるのにも関わらず、中国政府が過剰容量の防止策として企業統合を促進する方針を採用したことで、中国産業は厳しい状況に立たされている¹¹²。中国の太陽電池製造業者の LDK Solar 社は、中国で4番目に大きな太陽光発電企業であったが、わずか1年余り後には倒産と債務処理に直面した¹¹³。

また2014年にはいくつかの製造社間の合併と売却があった。いくつかの製造社が下流市場、もしくは新しい領域への市場拡大や、競争社を買収することもあった反面、太陽光発電業者以外が産業に参入する場合もあった¹¹⁴。たとえば、開発、金融、導入に携わる SolarCity 社はモジュール製造業者である Silevo 社（どちらも米国）を買収し、エネルギー効率やエネルギー貯蔵分野に参入している。開発かつ金融業者の Sunrun 社は小売業者の AEE Solar 社を始めに、苦戦しているハードウェア製造業者の SnapNrack 社（すべて米国の会社）を買収した。さらに中国で建築材やガラスを扱う CNBM 社はドイツの CIGS 太陽電池の製造業者である Avancis 社を、そして2015年初頭に米国で建設中の計画を拡大するために Canadian Solar 社（中国）がシャープ社（日本）から Recurrent Energy 社を買収した。米国最大の電力会社である Duke 社は、同国の開発業者である REC Solar 社の最大株主となった¹¹⁵。

多くの企業が技術や事業範囲を拡大するために戦略的なパートナーシップを深化させている。たとえば SunEdison 社（米国）は、開発や建設を実現させるための資金調達のために JIC Capital 社（中国）と合弁事業会社を立ち上げることを発表し、中国で1GW 規模までの計画を運営することになった。中国の Hanergy 社と Suntech 社は、新たなパートナーシップを結び、スイスやベネルクス諸国へ事業領域を拡大した。韓国の LG Electronics 社は米国の Borrego Solar 社と米国の商業マーケットにモジュールを供給する協力関係を結んだ。さらに、Trina 社、Yingli 社、そして Canadian Solar 社は新たな大規模発電所の計画を開発するために金融業者と協力関係に入っている¹¹⁶。いくつかのパートナーシップは日本、米国、欧州各国、その他の商業もしくは家庭用のエネルギー貯蔵市場に着目しており、たとえば京セラとシャープは太陽光発電を用いた革新的な蓄電設備のマーケティングを開始した。そしてシーメンス社（ドイツ）は家庭用蓄電シ

システムのVersiChargeをSunrun社の電気自動車を所有する顧客網向けに展開している¹¹⁷。

新たなビジネスモデルや革新的な資金調達方法が登場し、2014年に太陽光発電から利益を生み出している企業(yieldcosⁱ)が立ち上げられ、比較的低い資本金のプロジェクト開発を促進し、発電コストの下落の主な要因となった¹¹⁸。新たなオンライン投資プラットフォームは、世界中の人々が太陽光発電へ投資することを可能にしている¹¹⁹。米国では太陽光発電の開発業者や設置企業、投資会社や大手銀行などが太陽光発電の金融マーケットに進出する数が増えている¹²⁰。たとえば、米国に拠点を持つモジュール生産業者であるSunpower社は2014年にソーラーシステムの販売と資金融通を開始した¹²¹。インターネットサービス会社のグーグル社は2014年と翌年の初頭に新たなファンドを立ち上げ、住宅用太陽光プロジェクトへの資金調達の支援を開始した¹²²。

太陽光パネルのリースは米国を超えて欧州、インド、太平洋などあらゆるところで実施されている¹²³。中国ではCanadian Solar社が投資顧問会社のSichuan Development社と協力して中国における太陽光発電の開発金融、建設そして所有のためのファンドを立ち上げた。そしてTrina Solar社はShuntai Leasing社の株式の一部を買収した¹²⁴(発展途上国におけるオフグリッド部門における革新的な資金調達については分散型エネルギーセクションを参照)。

イノベーションは太陽光発電製品の効率化のみならず、新しい環境に展開するにつれてあらゆる気候状況(高い気温、湿度、埃と砂の堆積)への耐久性と抵抗力が向上にも及んでいる¹²⁵。太陽電池の効率は上昇し、2014年には新たな記録を出している¹²⁶。ペロブスカイトⁱⁱは研究段階では記録を更新し続けているが、市場に出るまでにはいくつかの課題が残っている¹²⁷。短期的には、不動態化エミッタリヤセル(PERC)技術が標準生産過程における太陽電池の効率性を向上させることになると見込まれている¹²⁸。欧州のギガワット工場(The European Gigawatt Fab/xGWp)プロジェクトは地域の製造産業における競争力を維持することを目標に掲げ、GW規模の生産の潜在能力を活用するため、持続的に新たな世代の技術を開発している¹²⁹。さらに太陽光発電を利用した可変ヒートポンプを基盤とした太陽光冷却システムが登場しているが、まだ研究開発の段階である¹³⁰。

技術が発展している一方で、導入段階や部品の質に対する懸念はここ数年増加している¹³¹。2014年に中国国内向けに製造された太陽光パネルからは重大な欠陥が見つかり、結果的に中国における太陽光ファームは期待通りの発電ができていない状況である¹³²。中国の状況が明らかになったことから、価格の下落に呼応するように決定されたコスト削減が、質の問題を引き起こしているかもしれないという懸念が膨れ上がっている¹³³。いくつかの発展途上国や新興国では不安定なエネルギー収益性が資金調達のため

らいつながり、開発を遅らせる要因になっている¹³⁴。

良い側面としては、太陽光インバーターがより洗練されつつあり、積極的に系統管理のサポートができる状況にあることである¹³⁵。結果的に、これらは太陽光発電システムの構成の価値をあげるという側面で重要になりつつある。これによって通信、制御、そして系統との連携を強化することができている¹³⁶。元々は隙間市場向けの製品として陰のできる屋根向けに生産されていたマイクロインバーターは、太陽光産業における最も急速に成長している分野となっている¹³⁷。新たなインバーター製品は、より広い顧客層にアピールするため、安全性や貯蔵管理などより多くの機能を保持している¹³⁸。

インバーター産業における競争の激化は価格の下落(世界全体の正味収益も)を招き、この傾向は2014年にも継続していた¹³⁹。1つの原因は多数の企業の合併と売却、または規模の縮小(インバーター業界の大手であるドイツのSMA Solar社などを含む)、もしくは年内にあった大手企業の倒産に伴う統合が原因であると考えられる¹⁴⁰。2014年にも、いくつかの企業が製造規模を拡張したり、サービスを拡大した。さらに、太陽光パネルの製造業者がインバーター事業に参入することも見受けられた¹⁴¹。

CPV産業も2014年は苦戦の年であった。企業は倒産し、閉鎖し、産業から撤退している¹⁴²。CPV技術のモジュールと太陽電池の効率性が記録を更新したにも関わらず、生産規模の拡大によるコストの削減が達成されておらず、価格が下落している従来型の太陽光発電と競うことができていない¹⁴³。業界トップのSoitec社(フランス)は2013年にカリフォルニア州にある新しい発電所の容量が最大値に達した。2014年には新たなオフグリッドのCPV製品を発表し、南アフリカでの44MWの計画を完成させ、効率性の記録を達成した¹⁴⁴。しかし、2015年初頭に数年間の遅延や変更、そして最終的にはカリフォルニア州南部における大規模発電所の電力会社との契約解除を経て、Soitec社は太陽光発電産業からの撤退を発表した¹⁴⁵。その他の主要企業は、2014年に売却によって所有者が入れ替わっている¹⁴⁶。産業に残っている企業は製品を改良し、集中分野を拡大し、そして中東と北アフリカ地域(MENA)、さらには中国でのマーケティングを積極的に行い、パートナーシップを結ぶことで工事計画を拡大している¹⁴⁷。



ⁱ 用語集を参照

ⁱⁱ ペロブスカイト太陽電池は製造を単純化できるペロブスカイト(結晶)構造の要素を含んでおり、生産コストが比較的低いと見込まれている。過去数年に研究段階で急激な効率の向上を経験している。

集光型太陽熱発電 (CSP)

■ CSP 市場

CSP 市場は他の自然エネルギー市場に比べて進展が遅れている。それにもかかわらず、同部門は、2014年時点で約10年間にわたる堅調な成長を維持した。年間を通して、追加された4つの新計画 (合計0.9GW)により世界の総発電容量は合計約4.4GWになり、27%増しとなった¹ (図18と表R8を参照)。2009年末から2014年末の5年間で、世界の総稼働容量は年平均で46%増加した²。米国は昨年に引き続き世界市場をけん引し、インドが唯一2014年に商業用施設を稼働させた³。直達日射量 (DNI) の高い他の市場におけるCSPのさらなる開発に関心がある南アフリカが主要な市場になりつつある⁴。

トラフ式太陽光熱発電が既存の容量のほとんどを占めているものの、2014年はCSP技術の多様化という点においては注目に値する年だった。新たに導入されたトラフ式とタワー式の発電容量は僅差であり、46%がトラフ式で41%がタワー式だった。タワー式の発電容量が増加したのは世界最大のCSP発電所であるイヴァンパー発電所 (米国) が稼働したからだ。世界中で新規追加された容量のおおよそ13%を占める世界で最大のリニアフレネル発電所 (125MW) がインドで稼働し、さらに新たに導入された技術の多様化が進んでいる。トラフ式発電所が建設中の発電容量の半分以上を2015年初頭には若干超え、一方でタワー式もしくは中央レシーバー型は40%を占めた⁵。

米国では、稼働している発電容量が0.9GWから1.6GW超まで増加し、記録的な年となった⁶。稼働を開始したのはイヴァンパー発電所 (377MW) やモハーベ発電所 (250MW)、そしてトラフ式を採用している250MWの第二期ジェネシス発電所 (125MW) だ⁷。米国で2015年に新たに追加される発電容量は限られたものになり、クレセントデューン (Crescent Dune) 発電所 (100MW) のみの予定だ⁸。

インドはドハーサー発電所 (125MW) とメガ (Megha) 発電所 (50MW) の稼働が開始され、発電容量が4倍の225MWに到達した⁹。ドハーサー発電所はラージャスターン州にあるが、これはアジアで最大の

CSP 発電所の導入量となった¹⁰。インドの「ジャワハルラールネルー・ナショナルソーラーミッション」の第1段階における3か所目のCSP発電所だったメガ発電所はアンドラ Pradesh 州にある¹¹。

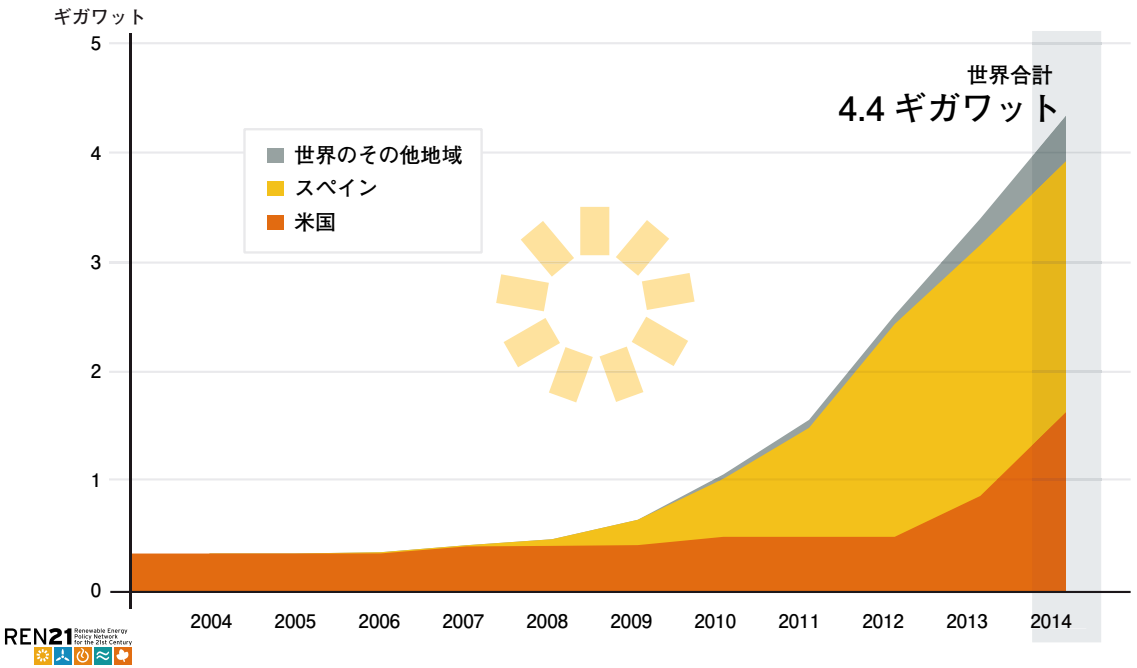
スペインは2014年にCSPの追加容量はなかったものの、累積発電容量 (2.3GW) では世界を引き続きけん引している¹²。スペイン市場が麻痺状態に陥っているのは、2012年の新規発電所に対するFITの停止や2014年の既存の発電所に対するFIT買取価格の大幅な引き下げなどといった政策判断が影響している¹³。

南アフリカ市場は引き続き急速に拡大している。2014年末には、合計300MW超の発電所4つが建設中であった。2015年初頭に稼働した発電所のうちの100MW規模や、2つの50MW規模の発電所、そして2017年に稼働予定の100MW規模の発電所が含まれている。計画中の発電所が他にも複数あり、2015年末には2つの100MWの発電所が、建設にかかる資金調達を完了する見込みである¹⁴。

モロッコでは2014年に活発に事業が行われ、モロッコのノール第一発電所 (160MW) は2015年に商業運用が開始される予定である¹⁵。合計350MWのさらなる開発のために2015年初頭に受注業者が選ばれた¹⁶。

既存のCSP発電所がある国で2014年に新たな発電所の追加がなかったのはアラブ首長国連邦 (100MW)、アルジェリア (25MW)、エジプト (20MW)、モロッコ (20MW)、オーストラリア (13MW)、そしてタイ (5MW) である¹⁷。中国、フランス、ドイツ、イスラエル、イタリア、韓国、トルコでは実証用の小型発電所¹⁸が稼働している¹⁸。

図18.世界の集光型太陽熱発電設備容量 2004年～2014年



¹ DNI は単位面積あたりの太陽放射量であり、太陽から特定の表面に直接届くものである。
² 本報告書の CSP 市場の容量データは、商用電源のみであり、実証プラントや試験プラントは含まないことに注意。

アフリカ、アジア、ラテンアメリカ、中東などの新たな市場でCSPの進展が見られた。中国の青海省では、トラフ式を採用した最初の商業用CSP計画(50MW規模)の建設が開始された¹⁹。

CSPの事業はクウェートが50MW級の発電所の入札を行い、太陽熱複合発電所(ISC)の開発などを進めているなど、中東では2014年も進展が見られた²⁰。太陽熱複合発電所はサウジアラビアでは工事の後半にさしかかっている²¹。イスラエルでは、2015年初頭に121MW規模の発電所と10MWの熱貯蔵機能付きのCSPバイオマス混合発電所の計画が策定された²²。

より南側のナミビアでは、CSPは初期段階にあり、同じく南半球にあるチリでは初めての系統に接続される規模のCSP発電所が稼働した²³。18時間の熱貯蔵機能を備えているCerro Dominador(セーロドミナドル)発電所(110MW)はチリのアタカマ砂漠にあり、2017年に稼働予定で、掘削事業向けのベースロード電源としての役割を期待されている²⁴。オーストラリアにはいくつかのCSP計画があるが、2014年に資金調達と政策の見通しの不透明さに直面している²⁵。

ハイブリッド型CSP技術は他にも例があり、クウェートやサウジアラビアには太陽熱複合発電所の計画がある²⁶。米国ではCSPと地熱の複合発電所が建設中である。オーストラリアのCorgan Creek(コーガンクリーク)太陽光増加プロジェクト(既存の化石燃料を基盤とした発電容量への補助的な役割を果たすと見られている)は遅延しながらも発展し続けている²⁷。小型のCSPとバイオマスの混合システムがイタリアで稼働され、インドでも同型の計画がある²⁸。様々な要素によってCSPを複合するかは左右されているが、中には化石燃料発電所からの排出の減少や、熱エネルギー貯蔵と組み合わせることでCSPを導入することで経済性を向上させ変動性を抑えることなどを理由とする場合がある²⁹。

■ CSP産業

2013年に起こった産業内における統合の傾向を2014年も引き継いでいる。これは、かつては支配的だったスペイン市場の現在進行形の市場停滞の影響や豊年の1年後に予測されていた通り米国が減速したことなどが原因となっている³⁰。

フランスのリニアフレネル専門グループであるAREVAは大幅な赤字を経験した後にCSP事業からの撤退を決めた³¹。この動きはリニアフレネル技術の商業的進展にとっては大きな打撃になると見られている。Schott Solar社は需要の低下を理由に生産体制の再構築やドイツのmitterteich工場における受信設備の製造を中断することを発表した。ガラス金属のシールの生産は継続的に同工場で行われる³²。

2014年の上位会社はAbengoa社、Acciona社、ACS Cobra社、Elecnor社、Sener/トレソルエナジーとFCC社(すべてスペイン)、Brightsource社とSolar Researve社(ともに米国)、ACWA Power International社(サウジアラビア)、そしてSchott Solar社(ドイツ)だった。これらの企業はすべ

てプロジェクト開発、建設、管理、運営、メンテナンス、そして製造のどれか1つもしくはその組み合わせの事業を行っていた³³。Abengoa Solar社は世界で稼働中もしくは建設中の設備を最も多く保有する企業であった。そのうち世界全体で発電容量の追加に対する株式投資でAbengoa社が占める割合は25%で、追加発電容量の60%は年末に建設段階に入っていた³⁴。

スイスのABB社は2013年にCSP市場から撤退し、Novotec Solarに株を売り渡したが、フランスのAlstom社が2014年に急激に産業内への参入を本格化させた³⁵。2014年にはサウジアラビア政府とサウジアラビアが所有するコングロマリットは戦略的に国際的なCSP企業の買収を進め、研究機関と戦略的に協力関係を築いている³⁶。

溶融塩を用いた熱エネルギー貯蔵庫(TES)はスペインと米国で商業化されている。変動する太陽光と風力発電が成長するなか、そしてCSPが系統運用において信頼性を得られる役割を演ずることができるため、CSPの研究は代替的な熱輸送媒体やTESシステムの向上に偏っているのが現状である³⁷。2014年にTESで開発段階もしくは査定段階にあったのは固形コンクリート熱貯蔵、低圧熱貯蔵用の高低熱メタルハイブリッドベッド(潜在的により長い物質のライフサイクルを可能にし、熱輸送液の水結を予防する)などがあげられる。ほかには熱貯蔵のために液体化された底部で砂を使用すること、もしくは相変化する材料を使用することでより高いエネルギー密度を実現する方法などが挙げられている³⁸。

太陽の短期もしくは中期の気候パターンを予測し、それをもとに発電所を運用する方法論を開発もしくは洗練する上で、いくつかのラボや研究所で太陽光予報はより重要な研究分野になっている³⁹。太陽資源を正確に計測するためにコスト効率の高い方法の開発を行うことも優先順位の高い研究分野である⁴⁰。

CSPは太陽光発電の価格の下落により2014年は苦戦を強いられており、また依然として他の自然エネルギー技術よりもより高額であり続けている⁴¹。しかし、コスト削減と最適化戦略(大規模施設の導入やより大規模の大量生産による利益を指向する傾向が世界最大規模のイヴァンパーとモハーベ発電所の建設においても表れているように)は導入にあたってのコストの改善をもたらしていると言える。Abengoa社はスペインで稼働していた旧式の発電所と比べて南アフリカの発電所では発電コストを半額に落とした。一方で、ACS Cobra社に適切なDNIレベルを与えられていることを考慮すると、蓄電池と組み合わせたCSPは天然ガスと競争する力があるという見解を同社は示している⁴²。ACWAは建設中のトラフ式とタワー式、もしくはモロッコにおける発電所を建設するために競争力のある価格設定をしている⁴³。

太陽熱利用と冷房

■ 太陽熱利用と冷房市場

太陽熱利用技術は、多くの国において温水の生産に大いに

¹ ISC 技術では、CSP と天然ガスの両方を用いる。

貢献しており、また産業工程同様に冷暖房の利用においてもその貢献度を高めている。2013年には、欧州と中国における市場の減少が大きな要因となって、世界市場の成長は減速したⁱ。世界では2012年の54.1GWth(7730万m³)から増加して55GWth(7億8960万m³)の太陽熱設備容量を導入した⁴。稼働している全ての集熱板の累積設備容量は正味44GWth増加し、年末には合計374.7GWthⁱⁱに達した⁵。2013年における新設備導入の推計53.3GWth(96.8%)はガラス管型水式システムで、残りは主に温水プール用の非ガラス管型水式システム(3.1%)、非ガラス管型およびガラス管型の空気式システム(0.1%)となった⁶。世界全体では、太陽熱は建物温水と建物の暖房などの利用で約1.2%を占めている⁷。

2013年に、ガラス管型と非ガラス管型水式集熱器は推計313.7TWh(1,129PJ)の熱を供給した⁸。中国は太陽熱利用設備容量の大半を有し、水式集熱器における世界市場の約81%と、その年の合計設備容量の70%を占めたⁱⁱⁱ。9。(図19参照) 2013年に追加されたガラス管・非ガラス管型水式システムの上位5か国は中国、トルコ、ブラジル、インド、ドイツ(米国と僅差)で、空気システムを含めると米国はドイツをわずかに上回った¹⁰。稼働中の総設備容量の上位5か国は依然として中国、米国、ドイツ、トルコ、ブラジルであった¹¹。(図20と表R9を参照)

多くの国がガラス管型水式集熱器に注目しており、中国とインドでは主に真空管型水式集熱器(ETC)が導入されており、他の主要な市場は主に平板型集熱器(FPC)に依存している¹²。米国では、システムの大部分が温水プール用の非ガラス管型水式集熱器を使用している。この他に非ガラス管型水式集熱器の市場で注目すべきはオーストラリアとブラジルである¹³。導入された全ての太陽熱システムの約4分の3が自然循環システムで、その他は強制循環システムである¹⁴。(主に北米国やセントラル、北欧で一般的である)

2014年にも市場成長の減速は続き、水式集熱器の総設備容量が推計33GWth(4760万m³)¹⁵増加し、稼働している世界の太陽熱利用設備容量は約406GWthになった¹⁶。(図21を参照)、年末までに約341TWh(1,228PJ)の熱の供給を行える、設備容量があった¹⁷。一世帯用の家庭内温水システムは依然として最も重要な市場区分である¹⁸。

2014年、中国はふたたび新しい太陽熱設備容量に対する需要のけん引役となった。しかし、数年間の急成長の後、中国の市場は2013年に比べ約18%落ち込んだ¹⁹。約36.7GWth(5240万m³)²⁰を導入し、うち約27GWthが追加され(新集熱器の約26%は既存の置き換え)、中国の総稼働設備容量は289.5GWthに達した²¹。

中国は小売り市場から離れ商業事業へ転向する流れに注目している。いくつかの省において、農村部の住宅部門を含

む小売り業界は、市場の飽和やヒートポンプとの競争が要因となり落ち込んでいる²²。地方や地方自治体の太陽熱義務化や新築住居建造物の構築(政府に支援された低所得も含む)は、平板型集熱器の需要をけん引し、より洗練された建築統合の導入でもある²³。また注目すべきことに、大きな水タンクをのせる大規模集中型の屋根上システムの選択により、優先度が高い学校や大学、ホテルに温水を供給する事業のシェアもある²⁴。しかしながら、これらの分野の成長は地方の住宅市場における損失を相殺せず、それらの成長が重要であることに変わりはないものの、成長していないか、もしくは減少しているのである²⁵。

中国を除くと、インドと日本がアジア最大の市場である。インド市場においては、2012年は豊富な投資助成金を受けたが、翌2013年は奨励金の遅れが要因で減少した²⁶。2014年には、国が0.8GWth(110万m³)²⁷を加えたため、市場は2013年に比べ8%増加し、合計4.7GWth(680万m³)に上った²⁹。インドは増加した真空管型水式集熱器(ほとんどが中国産)に注目しており、それは平板型集熱器(10年前の主要技術)よりもコストが削減できる³⁰。日本市場は2012年から2013年の間約9%減少しており、また古くなったシステムの除去によって累計設備容量が減少している³¹。

トルコは重要な市場であり続け、2013年の新規導入で2位になった。(出版時点で、2014年の情報は手に入っていない) 2013年、トルコは別の年の市場拡大をにらみ(2012年以降18%増加)、1.3GWthを追加し年末には約11GWthとなり、総稼働容量4位の座を維持した³²。2014年における最速成長市場分野は、依然として小さな分野ではあるが、複数世帯用の住居であるように思われた³³。真空管型水式集熱器での住宅用太陽熱温水器の市場も同様に拡大している³⁴。

ブラジルは2013年の新設備導入で3位になり、2014年の市場は2013年に比べ推計4.5%拡大し、年末には7.7GWth(1100万m³)³⁵の設備容量となった³⁶。ブラジルの太陽熱における経済競争力や、新しい建物に入居する貧しい世帯に太陽熱温水の利用を命じるという、地方自治体の建築規制やMinha Casa, Minha Vida(“私の家、私の人生”)などの社会的住居計画によって需要は大きくけん引された³⁷。住宅部門は最大の市場(約60%)で、次いで公的共同住居(19%)、商業部門(18%)、プロセス熱(3%)である³⁸。他の地域では、メキシコは2013年に新設備容量の世界11位となって責任を果たし始めており、コロンビア、エルサルバドル、グアテマラでは行政のインセンティブなしでも成長が見られる³⁹。

欧州連合(EU-28)は他の市場よりも太陽熱技術利用の多様性を支援し続けている⁴⁰。同時に、地方市場は縮小し続けた。2013年、欧州の年間市場は11%減少し2.14GWthとなり、2008年のピーク時から3分の1減少して年末には合計30.2GWthとなった⁴¹。2012年に大幅成長したデンマーク、ポーランドも含むすべての大きな市場は縮小した⁴²。

ⁱ 2013年は国際的なデータが確定し、ほとんどの国の統計が利用できた最近の年である。この節では出版の時点で利用可能であったものに頼り2013年と2014年のデータの混在を含んでおり、本文では関連性のある年を明記している。

ⁱⁱ 空気式集熱器を含むガラス管型水式集熱器のデータで、2013年においては設備容量の追加が55GWth弱で、年末には計373GWthであった。2014年の記録では、中国が累積設備容量の新しい計算方法を決め、中国のシステムの寿命10年を推測した。中国はとても大きな市場なので、この変化は世界の総計に著しい影響を与えた。データはこの変化を反映し、調整されている。中国の2012年末での合計は226GWthまでに上方修正され、2013年の合計は262.3GWthであった。2012年の世界の合計は空気式集熱器を含み330.7GWthに上方修正され、それらを除くと329GWthであった。(この節の巻末注3を参照)

ⁱⁱⁱ 中国の全太陽集熱器(空気式を含む)のシェアはごく少なく、低い。

太陽熱利用と冷房

図19.世界の太陽熱利用システム設備容量 上位10か国とその他の地域の割合(2013年)

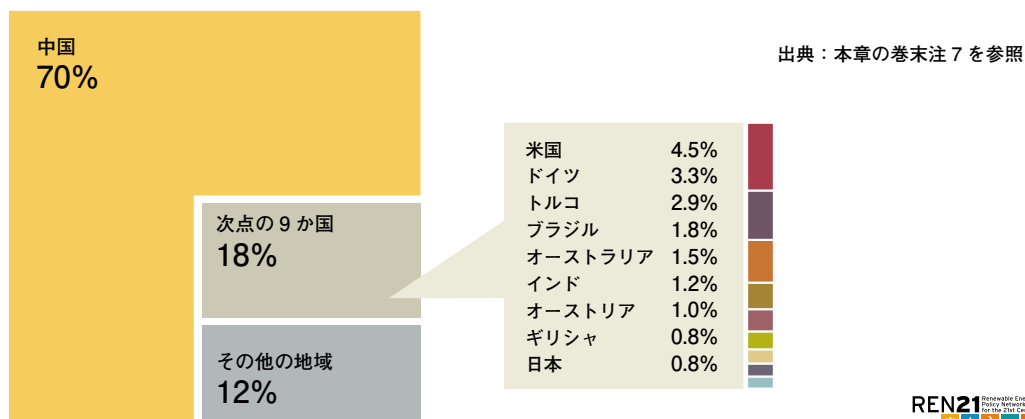


図20.太陽熱利用システム追加容量 上位12か国(2013年)

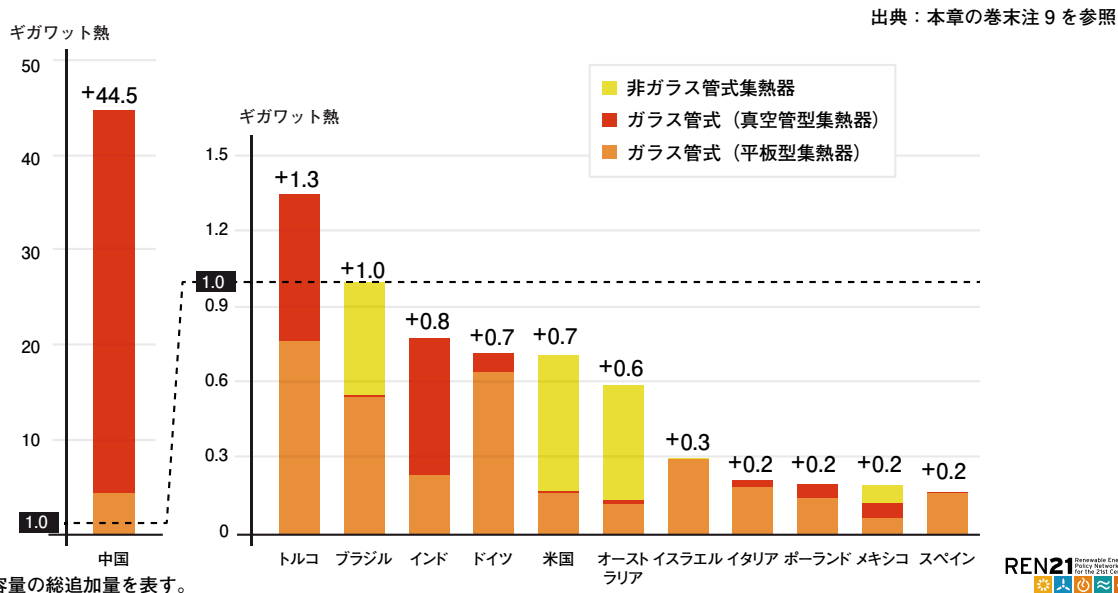
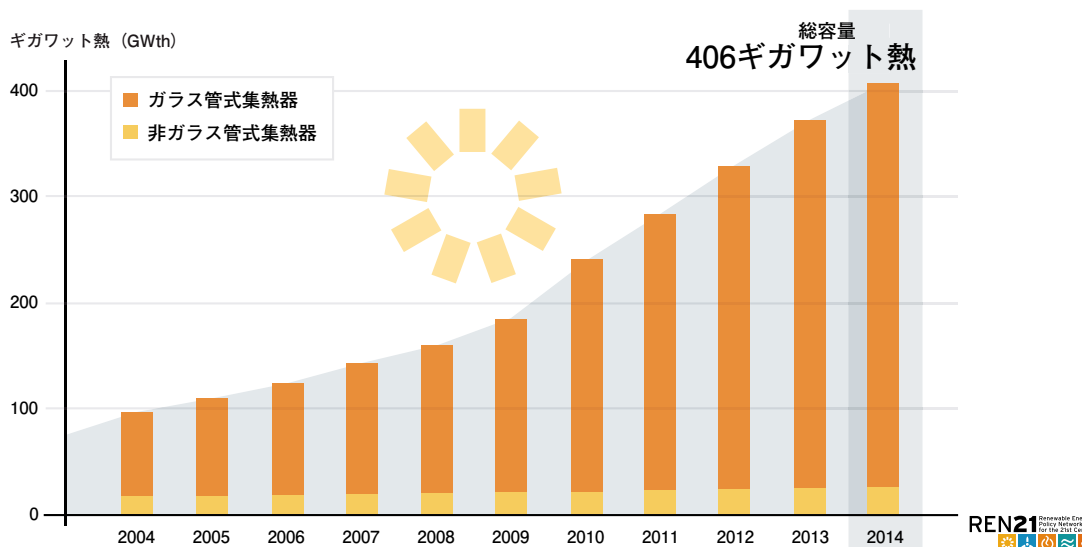


図21.世界の太陽熱利用システム設備容量(2004年～2014年)

出典：本章の巻末注 13 を参照



太陽熱温水器のみのデータを示している(空気式温水器は含まれていない)

例外はスペインであった。スペインでは建造技術の向上や、自治体や地方レベルでの新しいインセンティブのおかげで市場が安定し始めた⁴³。

2014年、欧州は6年連続市場減少の年となった⁴⁴。理由は国によって様々だが、安定的かつ効率の良い支援計画の不足、施工者の不足、莫大な数の規則と必要条件、そして他の“グリーン”投資の選択肢との競合を含む⁴⁵。ドイツはふたたびEUで最大の導入国となり、200万個目のシステムが稼働し始めた。しかし、その市場は12%減少し、2007年以降最低のレベルとなった⁴⁶。全体で12.9GWh (1840万m²⁴⁸)のうち約0.6GWh (900,000m²⁴⁷)が新たに導入された⁴⁹。ドイツの太陽熱システムは2014年の間で7.3TWhの熱を生産した⁵⁰。

米国が2013年の新規導入 (0.7GWh) で5位に位置したが、全ての集熱器の領域においては同年のおわりの段階で16.7GWhであり、2位のままであった (集熱器のうち14.6GWhは温水プールの非ガラス管型集熱器だった)⁵¹。全ての非ガラス管型水式集熱器の約58%は米国で稼働している⁵²。

オーストラリアは非ガラス管型集熱器の多くが残存する国であり、世界全体の13%以上を占める⁵³。2013年、オーストラリアは水式太陽集熱器の新導入で米国に次ぐ6位になった⁵⁴。2014年、推定0.6GWh (78%が非ガラス管型)を追加し、約0.2GWhを撤去して年末に計6GWh近く (60%が非ガラス管型) となった⁵⁵。これは合計で50,000の新しい水式太陽熱暖房システムとなり、2014年末には計900,000を超えた⁵⁶。

太陽熱システムはアフリカ各国では水を温めるために用いられている。それはエジプト、ケニア、モロッコ、モザンビーク、ナミビア、チュニジア、ジンバブエ、そしてサハラ以南のアフリカの中で最も成熟した市場である南アフリカである⁵⁷。南アフリカは市場の成長を経験し、近年では年18%の成長に到達した⁵⁸。しかし、アフリカやその他の地域の多くの発展途上国の市場では、品質保証評価と技術力の不足によって厳しい状況となっている。それが低品質な製品の使用や導入の減少につながり、太陽熱の評判は低下している⁵⁹。

中東では、イスラエルが総設備容量をけん引し、パレスチナ、ヨルダン、レバノンがそれに続いている (2014年末で225MWh稼働中)⁶⁰。イスラエルの家庭の約85%は太陽熱温水器を使用し、パレスチナもまた一人当たりの割合が高い⁶¹。ヨルダンでは死海沿岸の国際ホテルチェーンのほぼ95%が太陽熱技術を使用している。しかし、2014年における全体としての需要上昇の一方、国の太陽光発電に関する新しいFIT制度に対する投資家たちの大きな関心により、小規模システムの市場は減少した⁶²。

世界的に、キプロスは、2013年末の時点で1000人の居住者あたり423kWhで、すべての水式集熱器における一人当たりの指標において世界のリーダーとしての地位を守っている⁶³。太陽熱温水熱システムを持つのは、キプロス国内の家庭の93%およびホテルの52%を超えると推定される⁶⁴。キプロスに続き、オーストラリア (385kWh)、イスラエル (374kWh)、バルバドス (319kWh)、そしてギリシャ



(271kWh) となった⁶⁵。2013年に追加された設備容量に関して、一人当たりの新規導入数をけん引する国々はイスラエル (38kWh)、中国 (33kWh)、パレスチナ (19kWh)、トルコ (17kWh)、オーストリア (15kWh) であった⁶⁶。

ほとんどの太陽熱システムは家庭用温水に使用され、概ね需要の40~80%を満たしている⁶⁷。ホテル、学校、集合住宅や大きな複合施設のためのより大きな家庭用温水システムが流行している⁶⁸。暖房のための水式集熱器は普及しており、特に欧州の中央地域では、100%太陽熱利用建築が実証されている (通常太陽光は暖房需要の15~30%を満たす)⁶⁹。温水と暖房を供給するいわゆる“コンビシステム”は、世界の太陽熱利用市場の約4%を占めている⁷⁰。それらは欧州 (特にオーストリア、ドイツ、イタリア、ポーランド) では最も一般的なシステムである。オーストリアとドイツでは、導入されたシステムの約40%と、容量市場ではるかに多いシェアを示している⁷¹。太陽熱は様々な予備熱資源と複合して利用でき、ヒートポンプとのハイブリッドシステムは欧州で広まりつつある⁷²。

水式集熱器に対して、空気式集熱器は太陽光放射を吸収し建物の (液体よりもむしろ) 暖房空調や工業利用のための乾燥した空気の供給を行う⁷³。それらは建築物の暖房もしくは農業用や乾燥行程において従来使われていたエネルギー消費量を、20~50%削減することができる⁷⁴。2013年末、空気式集熱器 (ガラス管・非ガラス管型) は世界における稼働中の太陽熱設備容量の1%以下であり、わずか1.7GWh以下であった⁷⁵。

ガラス管型空気式集熱器における最大規模の市場は日本である⁷⁶。インセンティブの廃止が主な原因となり近年北米での生産が伸び悩んでいるものの、非ガラス管型空気式集熱器の最大の市場はオーストラリアと米国である⁷⁷。一番多く非ガラス管型集熱器を導入した国はスイスで、牧草乾燥のために用いられているが、近年の新設備容量の市場は小さいものである⁷⁸。

家庭用温水と暖房は、一般的に60℃以下の熱を供給する従来式の平板型と真空管型集熱器によって供給されてきた。また先進的集熱器は、温度が60~120℃の範囲で稼働する工業用と商業用への活用はもちろん、太陽熱を利用した地域熱供給にも使用することができる⁷⁹。さらに、それらは冷房

のシステムにも利用可能である。たとえばパラボリックトラフ型、ディッシュ型、フレネル型集熱器を含む集光型システムは、工業用プロセスや2段または3段吸収冷却装置の運転のために、より高い温度（一般に120-250℃で、最大400℃まで）で熱を供給する⁸⁰。

増加している地域熱供給システムは太陽熱技術に依存しており、多くはバイオマスなどの他の熱資源と組み合わせや、季節間貯蔵との組み合わせも増えてきている⁸¹。そのようなシステムの市場は比較的小さく留まっているものの、近年は関心が高まってきている。多くの設備は北欧で稼働しているが、近年は南にも拡大しつつある⁸²。カナダ、中国、南アフリカといった国では、すでに大きなシステムが稼働しているが、その他の地域でも関心が高まりつつある⁸³。

太陽熱地域暖房の設備数は、2013年には216(433MWth)であったが、翌2014年末には227(551MWth)まで増加したと推定されており、EU内の約20か国で稼働している⁸⁴。オーストリア、ドイツ、スウェーデンではそれぞれ20以上のシステムを保持していた⁸⁵。2014年に欧州で新たに導入された11の施設は、すべてデンマークに位置している。デンマークでは化石燃料に対して高い課税を行う形で市場が運営されており、太陽熱システムがコスト競争力を持てる環境にある⁸⁶。デンマークは2014年の設備容量が43%増となり、設備数は61に達し、合計で389MWth(557,000m⁸⁷)となった⁸⁸。さらに、2014年には、既存の4つの設備が、オーストリアで1つ、デンマークで3つ拡大された⁸⁹。デンマークのVojensの施設は、規模を拡大し2015年5月に操業を認められたが、その際に季節間貯蔵で世界最大の設備(49MWth)となった⁹⁰。

依然として控えめな国際太陽熱冷房市場は、2004年から40%を超える平均年率で成長しており、すべての技術種別と規模を含む1200近いシステムが2014年までに導入された⁹¹。これらのシステムの75%以上は欧州に存在し、少なくとも17の大規模な地域冷房システムを含んでいる。一方で、オーストラリア、インド、地中海の島々、中東などの日当りのよい乾燥地帯の多くの地域でも、太陽熱冷房は増加している⁹²。

ピーク時の電力需要を減らすことが、太陽熱冷房が市場から期待されている理由の1つだが、特に冷房の需要が大きい国においてその果たす役割は大きい⁹³。欧州の中央地域やその他の地域では、住宅使用の小規模冷房設備(<20kW)の利用可能性に関心が集まっている。また大規模なシステムは、その経済性を武器に市場でアピールすることができている⁹⁴。導入された太陽熱冷房設備は15kW～500kW程度であるが、2011年以降は1MWやそれ以上の規模を持つシステムも導入されている⁹⁵。2014年には、南アフリカ初の太陽熱冷房事業の一つが、ヨハネスブルグで導入された。また、世界最大の導入量(3.4MWth)は米国のアリゾナ州にある学校で達成された⁹⁶。アリゾナの事業は個人投資家によって融資され、エネルギーサービス会社(ESCO)として運営されている⁹⁷。

太陽熱技術は、比較的高いコスト、統合の難しさ、規格に適合した設備の不足といった課題によって導入には限界もあるが、徐々に熱や蒸気供給および冷却の機能として、工業用

で活用されつつある⁹⁸。大半の工業用途には、食料処理、調理、また織物業が含まれている⁹⁹。2014年の終わりまでで、世界中に少なくとも138の設備があり、それらの合計は95MWth(136,182m¹⁰⁰の集熱器面積)に上る。そしてこれらの数字は、近年大幅に設備が増加した中国、インド、メキシコにおけるいくつかの設備をおそらく含んでいない¹⁰¹。食物の乾燥に適した太陽熱乾燥器の存在感は小さいものの、多くの発展途上国において成長しているニッチ・マーケットである¹⁰²。

熱によるプロセス熱事業には、2014年に、メキシコの飼料ペレット施設、イスラエルのキブツ、またポルトガルの加工金属材料製品の製造業者などを新たに追加した。最大のものは(1,500m¹⁰³)オーストラリアのコンクリート製品製造の施設で導入された¹⁰⁴。インドは集中的な太陽熱システム(主に調理用)の利用において先陣を切っている¹⁰⁵。中東・北アフリカ地方の数か国を含む多くの国において、設備普及の主たる制約要因は、従来型エネルギーが莫大な補助金によって低価格を維持していることである¹⁰⁶。

関心は世界中で高まっているが、工業用の地域熱供給網と太陽熱空調、太陽熱処理は世界の太陽熱設備容量の約1%しか占めていない¹⁰⁷。そこには水処理や海水の脱塩といった、新たな利用につながるまだ見ぬ可能性が多く存在する¹⁰⁸。

■太陽熱利用と冷房市場

2014年の産業の動向は場所に大きく左右される。アジアの多くと、アフリカの一部、そしてブラジルを主とするラテン米国では国内販売が拡大した。これは特定の分野における大きな需要の成長に答える形で、流通経路が確立されたからである¹⁰⁹。それとは対照的に、欧州はもちろん、チリ、ロシアの一部、そして米国においては、2014年は産業界にとって厳しい一年であった¹¹⁰。欧州では、需要が減少する時期をうまく乗り切るため、多くの小さな製造業者は、自らの費用構造を効率化する、輸出へと目を向ける、ビジネスの範囲を広げる、あるいは太陽熱部門から撤退するといった手段を取らざるを得なかった¹¹¹。

状況は太陽熱システムのタイプによってさまざまである。例えば、中国では、近年平板型集熱器の製造事業者にとって製品の量や販売が急速に増加した。また、ブラジル、ヨルダン、トルコの平板型集熱器の製造事業者たちは、公的機関からの受注によって2014年は利益を出した¹¹²。

インドでは、真空管型集熱器は市場において優勢を占めていたため平板型集熱器は困難に直面していた。また、2014年末の最大の製造業者は真空管型集熱器アセンブラ(Supreme Solar)であった¹¹³。中国の真空管にかかる高い輸入税に対してできたトルコの3つの真空管の製造業者は、市場が好調の中で、世界の輸出市場で中国と競い合える世界初的重要な競争相手になる計画だ¹¹⁴。

平板型集熱器のトップの製造業者たち(2013年に生産された集熱器面積に基づく)は、Greenonetec社(オーストリア)、Soletrol社(ブラジル)、Prosunpro社(中国)、Five Star社

(中国)、Bosch Thermotechnik 社 (ドイツ)、Ezinc 社 (トルコ)であった¹¹⁵。最大の真空管型集熱器製造業者はLinuoグループ、南東コーポレーション(Sunrain & Micoe brands)、Himin 社(全て中国)である¹¹⁶。過去3年間にわたり、平板型集熱器システムを得意としていたいくつかの会社は、世界最大の製造業者たちのランキングから落ちたり、市場シェアを失ったり、その部門から完全に撤退したりしている¹¹⁷。

中国の産業は、2014年は需要が低いため、過剰生産能力が原因で困難な状況であった¹¹⁸。その状況であっても、中国は世界の太陽熱産業において従来通りけん引し、推定36.7GWth (5240万 m^2 ¹¹⁹)の集熱器を2014年に生産した¹²⁰。中国産業は500以上のシステム供給者で成り立っており(ごく小さなものも含む)、市場は細分化されている。しかし、いくつかの大きなプレーヤーは活発なマーケティングを通して、彼らの市場シェアを増やしていった¹²¹。輸出量は産業全体の売上高と比べるととるに足らず、それは推定3億米ドルになり、2013年とほとんど同じである¹²²。

欧州では、2014年の間、会社の統合が続いていた¹²³。最も深刻な破産状態であったのが1979年から集熱器の生産者であるWagner&Co Solartechnik 社で、かつての顧客であったSanderink Holding 社(オランダ)に買収された¹²⁴。欧州は、トルコの大規模な供給者のさらなる進出を見込んでいた。最も有名なものは、VKRホールディングスがSunmark Solutions 社(いずれもデンマーク)を買収し、さらに子会社であるArcon Solar 社を2015年の上半に合併した¹²⁵。Arcon Solar 社は過去10年間大規模な太陽設備のシェアの大半を占めていた¹²⁶。

システムの質と価格は国によって大きく異なり、太陽熱の価格はシステム価格ほど速くは下らない¹²⁷。欧州では、技術向上とシステム導入でプラグ&プレイが容易になったことで、産業は単に機械設備の価格を減少させるというよりも、太陽熱の最終価格を減少させることに取り組んでいる¹²⁸。(中国、イスラエル、そして他の国々では太陽システムから生産される温水はすでに、化石燃料から生産されるものとの価格競争をしている¹²⁹。)革新のための努力はまた、太陽熱集熱器をより薄くして、システムをより耐久性を高め、屋根上に設置しやすくしようとしている¹³⁰。

2014年、中国の強制循環型の太陽熱温水システムを含む地方や地方自治体の建築統合技術の義務化によってけん引された、新しい技術が登場し続けた¹³¹。その他の促進として、太陽熱地域熱供給システムの季節間蓄熱のための膜状しゃ水や絶縁されたフローティングカバー、そして地域熱供給のための蓄熱と合わせた広域におよぶ太陽熱設置地帯は、最小限のリスクしか伴わないことが立証された技術となりつつある¹³²。欧州における新たなシステムコントローラーの出現は、太陽熱システムが家庭用自動操作システムによりよく統合されること可能としている¹³³。光起電性の太陽熱混合システム(PVT)もまた、2014年に進化を遂げた。それは太陽光を電気に変換し、太陽光発電パネルから熱を吸収して、それを温水に変えるというものである¹³⁴。

空気式集熱器産業では、企業が市場テストをするために進

出していたり、利益目標を達成できず撤退しているという重大な課題に直面した¹³⁵。いくつかの会社は2013年から2014年にかけてその産業から離れたが、その間Brassolar(ブラジル)、Elsol(セルビア)、そしてSammler(ギリシャ)を含む他の会社が2014年に参入した¹³⁶。

太陽熱冷房設備のコストは低下し続け、2007年から2012年の期間にわたって45~55%(システムの規模による)下落した¹³⁷。太陽熱冷却装置は標準化する一方、2014年にその種類は増加し続けた¹³⁸。いくつかの欧州の会社は、5kWまでの小さなシステムのための新しい冷却装置を発表した¹²⁶。代わりとなる他の熱廃棄システムは、システムによって発生した廃熱を取り除くのだが、コストとプランニング時間を減らすという発展段階にある¹²⁷。

新しい冷却装置に加え、革新的技術は登場し続け、とりわけ大規模なものや産業システムに対するものが著しい¹²⁸。冷却装置の効率向上や太陽熱技術の温度範囲の増大によって、平板型および真空管型集熱器で、空調や10℃~マイナス20℃範囲の厚板冷却装置の運転を可能にした。またパラボリックトラフやフレネル集熱器といったものによって、マイナス20℃までの冷却も可能となる¹²⁹。太陽熱ESCOsは、そのシステムが拡大するにつれて、資金繰りやその他の長期にわたるリスクを克服するために、見込みのあるビジネスモデルを見せている¹³⁰。

世界中で、産業利用のための集熱器を専門とする製造業者が増えている¹³¹。パラボリックトラフや線形フレネル集熱器の先導者は欧州や米国にあるが、インドの製造会社は太陽光パラボリックディッシュの領域で優位を占めている¹³²。太陽プロセス加熱は今日、ニッチ市場で競争的であり、これらの技術が温度範囲を増大させ、そしてコストが化石燃料とその不安定な価格上昇により、経済は好転している¹³³。その技術は、低温度(<100℃)から高温(400℃まで)といった温度範囲拡大への応用という大きな可能性を見せてくれたが、それらは広く知られていない¹³⁴。

検査と補償のコストを下げつつ製品の品質を高めるために、太陽熱暖房のための世界的な保証ネットワークのさらなる発展を伴いながら、2014年も品質基準と補償に関する関心は高まり続けた¹³⁵。ブラジルが義務的品質保証のラベル表示を2015年後半までに延期する一方で、ラテンアメリカやMENA地域は太陽熱暖房システムの地域基準を発展させ、またインドは太陽熱技術のための2つの試験施設を開いた¹³⁶。傾向としては既存の水準(例えば欧州など)を他の国や地域に適合させることに向かっており、公共住宅での太陽熱システムの利用(たとえばブラジル、ヨルダン、そしてトルコ)や国際貿易の支援への利用が、ある程度この傾向を加速させている¹³⁷。太陽熱冷房の産業水準もまた、2014年に進歩した¹³⁸。

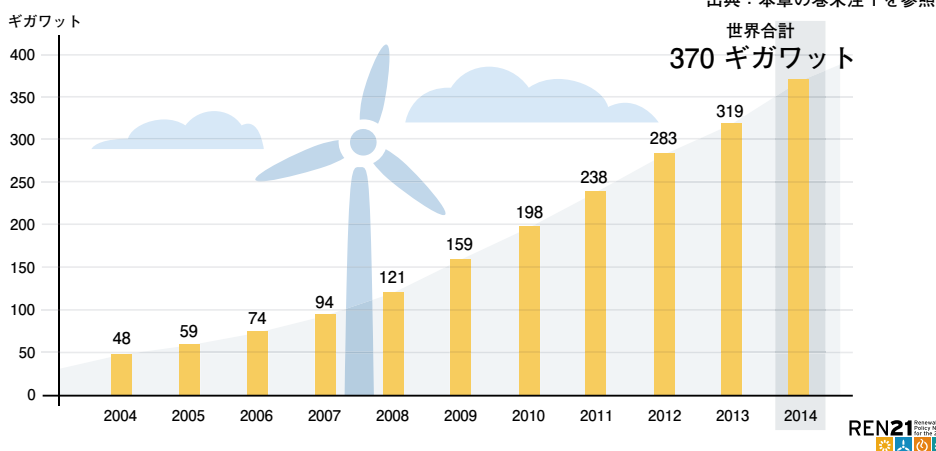
風力

■風力発電市場

2013年の減速の後、風力市場は再び記録的な年でその前進を再開した。51GWを超える量が2014年に追加され、2013年の市場規模と比べると44%増加したことになり、また

風力発電

図22.世界の風力発電総設備容量(2004年～2014年)



2014年に

51

ギガワットが
導入された

デンマーク、
ニカラグア、
ポルトガル、
スペインを含めた
数か国では、
電力の

20%

を以上を風力で
賄っている

図23.風力発電設備容量および追加容量 上位10か国(2014年)

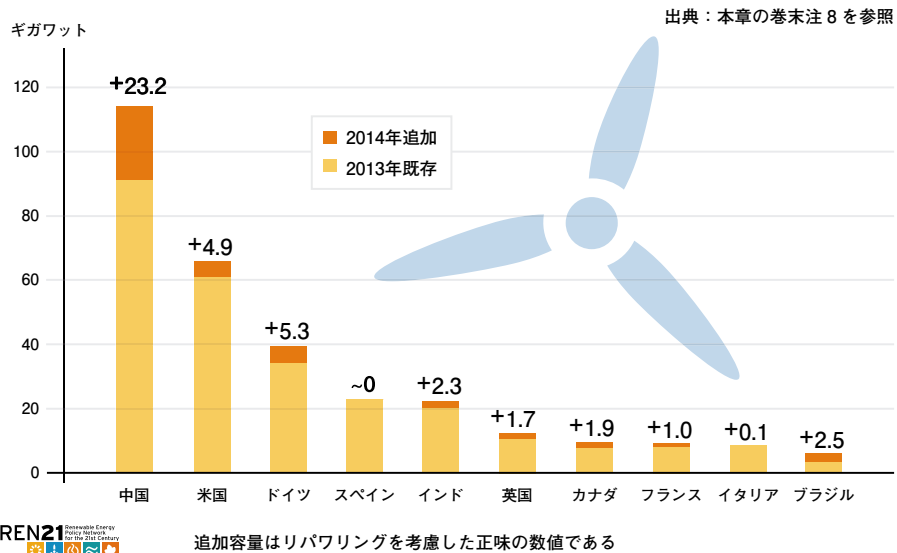
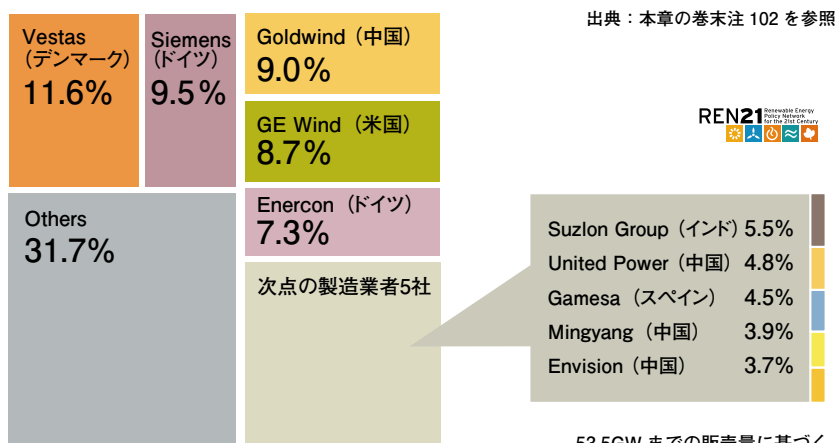


図24.風力タービン製造上位10社による市場占有率(2014年)



世界全体での導入量は約370GW 近くに達した¹。(図22および表R10参照) 上位10か国で年度末の世界全体の設備容量の84%を占めるが、多くの地域において活動的な新興市場が存在する²。2014年末までに少なくとも85か国が商業目的で風の動きを調べ、その上少なくとも74か国が10MW以上の稼働中の設備容量を保持し、さらにうち24か国に限れば保有容量は1GW以上となる³。これは世界市場が11.5GWであり、11か国が累積で1GWを超える設備要領を保持していた2005年と比べると成長ぶりがよくわかる⁴。

アジアは追加設備容量の半分を占め、7年続けて世界最大の市場であり、EU(2014年は23%で、2013年は約32%)や北米(2014年は13%で、2013年は8%以下)が続く⁵。導入の大多数を占めているのが非OECD諸国である状態が、2010年から続いている。(2012年を除く)⁶中国は単独で世界全体における追加量の約45%を占め、大きく差があるもののドイツ、米国、ブラジル、そしてインドがあとに続いた⁷。その他の上位10か国はカナダ、英国、スウェーデン、フランス、そしてトルコであった⁸。(図23参照)いくつかの最大規模の市場における成長は、将来における政策変更や目まぐるしく変更される政策の不確実性によって変わる⁹。

風力は、市場の数が増えている状況の中で、エネルギーを生産する新たな出力あたりのコストが最も低い選択肢となり、2014年の間にはアフリカ、アジア、そしてラテンアメリカで新しい市場が次々と登場している¹⁰。たとえばウルグアイは、一人当たりの追加的な設備容量が他のどの市場よりも多かった¹¹。住民一人あたりにおける風力の総設備容量で先陣を切る国々は、デンマーク、スウェーデン、ドイツ(6位から上昇)、スペイン、そしてアイルランドである¹²。

中国においては、陸上風力のFIT(固定価格買取制度)削減の見込みも手伝って、導入ラッシュを迎えている¹³。中国は、推定23.3GWを追加して合計で115GWに達したが、このような量を他国が1年間で導入した事例はない¹⁴。約20.7GWが国の送電系統に統合され、2014年にプレミアムの受け取りを始めて、おおよそ95.8GWが年末までに正式に系統接続されていたと考えられている¹⁵。風力は2014年に、中国の総生産の2.8%(2013年から2.6%の上昇)を占め、風力は156.3TWhを発電した¹⁶。内モンゴル自治区では年末の時点で累積設備容量の21.1%を所有しており、甘粛省(10%)、河北省(9.2%)、そして新疆自治区(8.1%)があとに続いており、甘粛省と河北省はともに新しい送電線と改善された送電系統管理によって利益を得ている状態である¹⁷。

風力で発電した電力を、電源から人口が多い消費地まで届けるための挑戦は続いている。しかしながら、風が少なく電力消費地に近いウインドファーム開発に対するインセンティブだけでなく、送電網へのアクセスが良い新しい送電線や風力発電の設置により、停止させている電源の数が減少した¹⁸。その結果、出力抑制の割合は2013年と比べ4%下が¹⁹、8%となった(2012年の17%という高さから減少)。これは14.9TWhの潜在的な発電量が出力抑制されたことを意味する¹⁹。中心地や北東部の地域暖房システムに、風力電気の余剰分を供給するという、削減問題を解決するための追加措置の試みは道半ばといえる²⁰。

新しく活発な市場はインドネシア、モンゴル、パキスタン、フィリピン、タイ、そしてベトナムを含む他のアジア諸国でも発展している²¹。フィリピンは今までに東南アジアで最大の個人の風力事業(150MW)を完成させており、二つ目の大きな事業(81MW)を2014年に委託した²²。パキスタンは150MWを追加し年末には合計256MWとなり、複雑な環境影響評価手続きのために風力開発が遅れていた日本(130MW)が次いだ²³。インドは世界5位の規模の市場であり(2013年で34%上げ、2.3GW)、累積設備容量で(22.5GW)依然として世界5位を維持している²⁴。

2014年、EUの市場は風力設備容量は2013年より4%の増加であったが、累積設備容量でのトップの座をアジアに譲った²⁵。この地域は主にドイツのおかげで、2012年以降では2番目に高い導入数となった²⁶。2014年に新しく増えた電力設備容量のうち、最も多かった(44%近く)のは風力であり、次いで太陽光発電となった²⁷。11.8GW以上の風力設備容量(11.4GWの純増加)がEUの送電系統に追加され、合計で129GWに到達した²⁸。年末までに、16のEU諸国が1GW以上稼働させている²⁹。

とはいえ、この地域における風力への投資は規制や政治・政策の不確実さや不安定さにより徐々に衰退しうするため、安定した枠組みを持っている数少ない国に投資が集中しつつある³⁰。ドイツと英国はEUの新規導入の59%(2013年は46%)を占めた³¹。ドイツは2014年に5.3GW近くを送電系統に追加して、2013年の数字を超えた³²。陸上風力の設備容量(0.4GW近く)を撤去したことを差し引くと、ドイツの設備容量は4.9GW増加して、年末には合計で39.2GW(まだ系統接続されていない洋上風力の設備容量を含めると、合計で40.5GW)となった³³。強力な陸上風力の市場は、いくつかの地域において新規の風力優先地域を利用できることと、2014年以降のリパワリング特別手当の終了も含む自然エネルギー法(EEG)の改正による影響を少なからず受けた³⁴。1.1GW以上、すなわち2014年の陸上風力導入の少なくとも24%がリパワリングであった³⁵。ドイツの風力発電による総生産は56TWh(2013年の51.7TWhより増加)であった³⁶。

英国は送電系統に1.7GW追加し、年末には計12.4Gとなった。そのうち36%は洋上で稼働している³⁷。英国の風力設備容量は2014年に31.5TWhを発電し、総電気供給の9%を占めている³⁸。スウェーデン(1.1GW)やフランス(1GW)を含むその他の上位市場は、ともに2013年にかけてかなりの拡大を経験していて、またそれぞれ5.4GWと9.3GWでその年を終えた³⁹。デンマークやイタリア、そしてスペインなどの以前から重要な市場は2013年と比較して減少している⁴⁰。

米国は追加容量(4.9GW近く)で3位に位置していたが、年末の時点で累積設備容量で2位となり(65.9GW)、そして2014年には風力による発電量(181.8TWh)で首位となった⁴¹。米国市場は2015年前半時点で、建設中のものが13GWという記録で復調した⁴²。テキサスは追加設備容量で先頭を走っており(1.8GW)、あとにオクラホマ、アイオワ、ワシントン、そしてコロラドが続いている⁴³。2013年末に失効した生産税額控除(PTC)は2014年12月中旬に遡及的に元に戻され、そしてまた年末に満了した⁴⁴。カナダも2013年の記録を

上回る強力な年となった。1.9GW 近くを追加して計9.7GWとなり、オンタリオ(1GW 追加)、ケベック(0.5GW)、そしてアルバータ(0.4GW)が先導した⁴⁵。

風力の波は南に向かい、ラテンアメリカやカリブ海を横断して、いくつかの新しい市場でまた加速している。その地域では2014年に、メキシコ(0.6GW)、チリ(0.5GW)、ウルグアイ(0.4GW)、そしてペルー(以前の2MWに対し146MW 追加)で約4.3GWを追加し、ブラジルに次ぐ上位市場である⁴⁶。ブラジルは2013年の倍に当たる2.5GWの導入を記録し、世界の新導入において4位となった⁴⁷。成長が速かったため、ブラジルは事業建設と必要な送電線系統が開発されるタイミングのミスマッチという、中国と似た課題に直面しており、送電線の新しいオークションシステムでこの問題解決を期待している⁴⁸。その他の課題は、急成長や国内の規則が風力タービンの供給のボトルネックになっていることである⁴⁹。ブラジルは委託された設備容量の5.9GWをもってその年を終え、そのうち5.6GWは系統接続され、商業用として稼働した⁵⁰。

オーストラリアは0.6GW 近くの風力設備容量を追加し計3.8GWとなった⁵¹。2014年は風力エネルギーで、オーストラリアの電力量の4%を供給した⁵²。しかし、政策の不安定さが原因になり、2015年の早い時期までにほとんどの投資や事業が保留されている⁵³。設備容量を追加した太平洋地域の唯一の国がサモアで、初めての風力発電所(550kW)を導入した⁵⁴。

トルコは0.8GWの追加(2010年以降毎年約0.5GWの追加をしたのち)で上位10の市場に入り込み、計3.8GWに到達している⁵⁵。中東では新しい稼働中設備容量は2014年にほとんど見られなかった⁵⁶。しかしアフリカ大陸は、初めての大規模風力発電所を認可したアルジェリア(10MW)、エジプト(60MW)、モロッコ(300MW)、そして一年で10MWから570MWまで設備容量を増加した南アフリカのおかげで、1年間で1GW 近くを導入した⁵⁷。モロッコはエジプト(0.6GW)を超えて計0.8GWに達し、年末の段階ではアフリカ大陸における風力総設備容量で先頭を走っている。また両国は相当な量の設備容量が建設中で、2015年を迎えた⁵⁸。ケニアのトゥルカナ湖(310MW)の事業は、財源の安定確保に難があったため、3年間延期されていたが、年内には再び前に進み始めた。また、ガーナ、セネガル、そしてタンザニアでも事業が進行している⁵⁹。

2014年に、洋上風力で系統接続された設備は1.7GWと推定され、世界合計で8.5GWを上回った⁶⁰。その莫大な量のほとんど(88%)は欧州で追加され、欧州ではその他に11か国の沖合に系統接続された設備容量計8GWに、さらに1.5GWを追加している⁶¹。英国は新規送電系統接続導入(813MW)の48%近くを占めており、これにドイツ(529MW)とベルギー(141MW)が続く。2014年末までに英国は、系統接続された洋上風力の設備容量をその他世界の残りの国

の合計よりも多く所有した⁶²。しかしながら英国の発展はゆるやかで、厳しい状態ゆえに、事業者達は数GW分の可能性がある事業を、2014年に中止した⁶³。

ドイツの系統接続された洋上風力の設備容量は年末までに1GWを超え、その他に1.3GWが系統接続待ちである⁶⁴。デンマークは累積設備容量(1.3GW)で第2位を維持し、追加設備容量を2015年の早期に稼働させた⁶⁵。洋上風力の開発は日本、韓国、台湾、そしてベトナムで始まった⁶⁶。しかし、欧州以上に巨大な市場は中国であり、中国は200MWを自国の送電系統に追加し(230MW 近く導入)、系統接続は計440MW(660MW 導入)となった⁶⁷。2015年の前半時点で、約6GWの設備容量が7か国(アジアと欧州)で建設中であり、米国での初の洋上風力事業の建設は同年中頃に開始の予定であった⁶⁸。

洋上風力および陸上風力で、独立発電事業者とエネルギー事業者は、依然として設備容量導入という点で最も重要な関係者である。しかし、他の部門に関心が高まりつつある。風力発電による電力やタービンを購入する大企業数は、2014年の間は増加し続けた⁶⁹。加えて、オーストラリア、カナダ、日本、米国、欧州の一部、そしてその他の地域でも、地域や市民所有の風力発電事業への関心が、高まっている⁷⁰。

世界中の小規模タービンの設備容量増加率は、2013年は12%であったが、前年の2012年の18%を大きく下回った⁷¹。2013年末の時点で、少なくとも87万台の小規模タービンもしくは755MW以上のものが世界中で稼働している⁷²。(2012年末の678MWから増加)ある推計によると、2014年のうちにさらに255MWが追加された⁷³。防衛、地域の電化、揚水ポンプ、バッテリーの充電、そして遠距離通信を含む利用法について、地方においてディーゼルに代って小規模タービンが多く使用された⁷⁴。

多くの国が稼働中の小規模タービンを所有しているが、2013年末の時点で稼働中設備容量の大半は中国(305MW)と米国(221MW)であった⁷⁵。その他の主要国には英国(113MW)、イタリア(29.1MW)、ドイツ(21.8MW)、カナダ(12.6MW)、そしてウクライナ(12.5MW)ⁱⁱが含まれる⁷⁶。2013年、3つの最大市場は導入数が減少した。2014年には、太陽光発電との競争や刺激が縮小したために、英国市場が大きく減速した。しかし、米国の勢いは新しいリースモデルにある⁷⁷。一般的には、市場は比較的融資しやすいより大きなタービンに向かって流れていく⁷⁸。小規模の垂直軸タービンは注目を得ているが、依然として市場では小さなシェアのままである⁷⁹。

リパワリングというのは古いタービンをより少ない数で、大きくて、高い、そしてより効率性と信頼性の高い装置に取り替えることであるが、これがビジネスにおける新たな選択肢として急速に広がっており、特に欧州やより小規模だが日本に

ⁱ 小規模風力発電システムは通常、戸建て向け、農場向け、小規模ビジネス向けに十分な発電を行うタービンを含むと考えられている(消費水準は国ごとに極めて大きく異なることに注意)。国際電気標準会議はおおよそ50kWを上限としており、国際風力エネルギー協会と米国風力エネルギー協会は100kWまでを小規模としており、この定義が本報告書でも使われている。しかしながら、規模は需要と国や地域の法律により変わり、世界全体で定義された規模要件はない。さらなる情報については、例えば下記を参照 Stefan Gsänger and Jean-Daniel Pitteloud, 2015 Small Wind World Report (Bonn: WWEA and New Energy Husum, March 2015), Summary, http://small-wind.org/wp-content/uploads/2014/12/Summary_SWWR2015_online.pdf.

ⁱⁱ データは2013年末のものであり、カナダは2010年、ウクライナは2011年のデータである。

著しい⁸⁰。2014年の間に推定444MWの古いタービンが欧州(430MW以上)、日本(11MW)、そして台湾(2MW)で撤去された⁸¹。最大の市場であるドイツは、少なくとも544のタービンが取り除かれ、設備容量は合計でほぼ0.4GWとなる。また少なくとも413のタービン、1148MWの設備容量がリパワリング事業で導入された⁸²。ここもまた、発展途上国や新興国において、繁栄している使用済みタービンの国際的な市場である⁸³。

風力はますます多くの国で、電力供給において大きな役割を果たしている。EUの風力の電源構成のシェアは2014年で約7.5%であり、年末には稼働中の接続容量は、例年通り風が吹く年であれば電力消費の10%以上を十分まかなえる量になった⁸⁴。デンマーク(39.1%)、アイルランド(19%)、ポルトガル(27%)、そしてスペイン(20%以上)といったEUの国々は、電力需要のより多くの割合を風力で満たした⁸⁵。ドイツの4つの州は、年末の段階で55%以上の電力需要を満たすことが可能な風力設備容量を保持しており、またオーストラリアの南オーストラリア州は電気の約40%を風力で生産した⁸⁶。米国では風力は総電力生産のうち4.4%に相当し、9つの州での生産の12%以上を占めた⁸⁷。ニカラグアは合計186MWに40MWを追加し、電気の21%を風力で生産した⁸⁸。2014年末の段階において、世界全体で風力設備容量は、総電力消費の少なくとも3.1%を満たすのに十分であった⁸⁹。

■風力発電産業

赤字転落と、不景気と不安定な政策のため、サプライチェーンの4分の1の企業が損失を出した年のあと、多くのタービンメーカーは2014年に黒字へと戻り、予約発注を多く抱えて年を終えた⁹⁰。このさらに効率化された産業界で、利益を維持するために多くの製造業者は大掛かりにアウトソーシングを受け、化石燃料と競争できるように均等化発電原価を大きく下げるために、付加価値製品とサービス(進歩した部品、ブレード拡張のための革新的なデザイン、販売後のメンテナンスといったアフターサービスを含む)を進化させてきた⁹¹。

過去数年にわたり、風力発電の資本費用は減少している。主要要因としては、設備利用率を高める技術革新だけでなく、市場競争を受けたものである⁹²。陸上風力発電は今、補償のサポートスキームがなくともますます多くの市場(オーストラリア、ブラジル、チリ、メキシコ、ニュージーランド、トルコ、南アフリカ、EUの多くやインドのいくつかの地域、そして米国を含む)において、新しい石炭もしくはガスの発電所1kWhあたりを基準にしても、価格競争力を有するか、もしくはほぼそれに近い状況にある⁹³。ある推定によると、世界的な陸上風力の1MWhあたりの均等化コストは2009年から2014年後半のあいだで約15%下がった⁹⁴。洋上風力のコストはいったん増加したものの、遠洋の海底深くで新しい機械を利用したことで、コストが下がり始めるという事実が出てきている⁹⁵。

世界のタービン製造業者のほとんどは中国、デンマーク、フランス、ドイツ、インド、日本、そして米国にあり、部品は多くの国々から供給される⁹⁶。ブラジルでは製造業者が増えており、韓国はまた風力技術の製造者として台頭している⁹⁷。たとえば、ブレードの製造は欧州から北米、東南アジア、そして最近ではラテンアメリカへと、新市場に近づいている⁹⁸。

世界の上位10のタービン製造業者は2014年の市場の68%(2013年の70%から下落)を獲得している⁹⁹。Vestas社(デンマーク)は上位の座を保っており、Siemens社(ドイツ)が2ランク上げて後に続いた¹⁰⁰。Goldwind社(中国)は一つ落ちて3位、GE社(米国)は2013年導入の倍増で5位から4位に上がり、そしてEnercon社(ドイツ)は3位から5位へと転落した¹⁰¹。その他の上位製造業者は、United Power社、Mingyang社、Envision社といった中国企業だけでなく、Suzlon Group社(インド)、Gamesa社(スペイン)である¹⁰²。(図24参照)上位10の会社はすべて、2013年の導入記録を2014年にうちやぶった¹⁰³。

風力発電量と発電量に占めるシェアが増加するにつれて、いくつかの国々で系統関連の課題が出てくる。課題は、送電インフラの欠如や系統接続の延期、近隣諸国を通した別ルートによる送電の必要性、そして規則や現在の管理システムによる抑制により、風力やその他の変動性自然エネルギー電源の大量統合が難しくなっていることにある¹⁰⁴。抑制の問題は、依然として利益率を押し下げている中国産業が直面している大きな課題である¹⁰⁵。

重要な部品や材料の過剰生産が2014年のあいだ続き、多くの設備は、その一部を休ませながら運転している¹⁰⁶。サプライチェーンの多くの部門では、過剰生産によって多数の選択肢、柔軟性、そしてコスト管理がもたらされた¹⁰⁷。しかし、結果的にいくつかの国では産業は苦境に立たされている。たとえば、中国ではいくつかの製造業者が生き残りをかけ戦ったが、2009年には80以上あったタービン製造業者が2014年後半には約30までその数を落としている(とはいえ2014年にいくつかの製造業者は状況を改善した)¹⁰⁸。欧州では、規制が不安定であるゆえに市場が縮小し、景気後退が延びたことで製造業者たちは新たな成長計画を廃案し、工場を海外に移そうと考えざるを得なかった¹⁰⁹。米国では、かつて企業が将来の米国の政策補助について楽観的であった時、2006～2009年の間にいくつかの施設が開設された。しかし2014年、いくつかのトップクラスの製造業者が事業を閉鎖し仕事を削減したことで、米国が基盤の部品工場数は2013年の550から下がって500となった¹¹⁰。

他の場所でも、世界的に過剰生産であるにもかかわらず、工業生産の設備容量は増加している。ブラジルでは、地方の内部需要を満たそうと競い合い、部品不足に対応するために設備をさらに増強している¹¹¹。例えば、Suzlon社(インド)はラテンアメリカとブラジルで初の設備の建築計画を公表しており、またそこでサプライチェーンを発展させようとしている。そして、2015年早期にAlstom社とAndrade Gutierrez社(ブラジル)はブラジルにAlstom社の3つ目の工場を建設するため、ジョイントベンチャーを始めた¹¹²。Vestas社もまたブラジルでの投資計画を公表し、2015年早期にワイト島(英国)にある新しい工場を、洋上使用のための80メートル(260フィート)のブレード製造を計画した¹¹³。

複数の大きな企業買収とジョイントベンチャーがあり、産業のリストラクチャリングは続いた¹¹⁴。その年に明らかになった最大の市場の動き(2.4億米ドル)は、風力事業の開発者であるFirst Wind社によるSunEdison社(どちらも英国)の買収

であった¹¹⁵。SunEdison 社が計24.6GWの規模を手にする形で、大規模な風力事業は自らの持ち主を変えた。また洋上風力の運転は初めて陸上とはほぼ同じレベルとなった¹¹⁶。Vestas 社と三菱(日本)は、Vestas 社の8MW 洋上タービンに集中的に取り組むためにジョイントベンチャーを結んだ。フランス政府は、GE 社が提案した Alstom 社(フランス)の発電部門を買収することを是認した。Areva 社(フランス)と Gamesa 社は洋上分野で仕事をするためにジョイントベンチャーを創立した。また Suzlon 社と Senvion 社(かつてはパワリング)もインドやブラジル、中国、メキシコ、南アフリカ、そしてトルコといった成長著しい市場に集中して取り組むため、ジョイントベンチャーを創立した¹¹⁷。

設備を大規模化(より長いブレード、強風を受けるための十分高い高度と公称容量)していく流れ、操作や管理コストの削減のための技術開発、そして広範囲の風力の管理体制と作動状態における風力の経済性改善のための技術と戦略へのシフトといった状況の中で、タービンのデザインは発展・進化し続けた¹¹⁸。このような発展によって、信頼性と効率性の改善、およびコストの削減が促進された¹¹⁹。ブレードは戦略的革新の分野となり、デザイン、材料、そして製造プロセスにおいて大いに変化した¹²⁰。この傾向は特に洋上風力の分野に著しく、長さ80メートルを超える高技術ブレードがあった¹²¹。拡大しているローター面積により設備容量が増え、結果として、低速度の風で高いエネルギーを生み出すが、これは(欧州のように)低い土地においてすぐれた風で運転する国々、もしくは(中国のように)消費地に近い場所での開発事業と同様にますます重要である¹²²。いくつかの新しいタービンが2014年に売り出されたが、多くは低風の場所に合わせたデザインとなった¹²³。

これまでのタービンの大型化の傾向は2014年も続き、市場に出される平均規模は2MW(2013年の1.9MWから)へと上がっている¹²⁴。タービンの平均規模はドイツで2.9MW、ブラジルとカナダで2.1MW、米国では2MW、中国では1.8MW、そしてインドでは1.5MWであった¹²⁵。欧州で導入された洋上の平均規模は約3.7MWであった。この数字は、Siemens 社の3.6MWの装置がシェアを高めたために、2013年から下がった¹²⁶。欧州とアジアでは、5~8MWレベルの新しい装置が洋上使用のための試験中で、2015年早期時点で導入された洋上の最高容量のタービンは、Vestas 社の8MWタービンであった¹²⁷。

洋上風力発電産業は、技術的にも物流的にも陸上風力とは異なる¹²⁸。より大きなタービンに加え、洋上風力発電産業はより大きなプロジェクトをみすえ、また沿岸からより遠く、より深い場所へと進出している¹²⁹。2014年に完成、もしくは一部は完成している欧州の風力発電所の陸からの距離と水深はそれぞれ、平均32.9kmと22.4mであった¹³⁰。また、たとえ深い場所であっても、大西洋や地中海、日本の沿岸部では、浮体式タービン開発への投資が続いてる¹³¹。

近年では価格が上昇した結果、立地は厳しい状況に置かれているものの、洋上に特化した装置、土台の基礎、電力インフラ、船、そして運転と管理実施の開発・発展は、よりよく、よ

り安く、そしてより安全な建築技術を生み出した¹³²。多くの歴史的なサプライチェーンの障害は克服されたが、技術をもった労働力や深い海域向けのジャケット(波浪から装置を守るための骨組み)の連続生産、高電圧直流・交流の送電システム、またこれまでのより大きく、より重いタービン、土台、そしてケーブルを運ぶことの出来る船(特に日本や台湾で)が、総じて不足している状態が続いていることが課題である¹³³。

しかしながら、装置が大きくなる流れの中で、やはり主たる課題はコストの削減である¹³⁴。洋上風力のコストは一般的に陸上風力よりも50~60%高く、英国の204米ドル/MWh¹(ユーロで168/MWh・送電基盤を含む)から、ドイツの170米ドル/MWh(ユーロで140/MWh)といった具合で、デンマークの Horns Rev 3(2020年までに完了される)の入札では米ドルで125/MWh(ユーロで103/MWh)となった¹³⁵。欧州では、2020年までに米ドル122/MWh(ユーロで100/MWh)で発電することを目標としている¹³⁶。産業は製造業者の MHI-Vestas 社と Soemens 社、そしてデベロッパーの DONGE Energy 社は2015年早期、2020年までに洋上風力エネルギーのコストを下げるといった目標を掲げた産業連合体の表明にサインをした¹³⁷。

小規模の風力発電産業では、5つの国(カナダ、中国、ドイツ、英国、そして米国)が2013年時点でタービン製造業者の50%以上を占めており、中国を除く発展途上国が残りを担っている¹³⁸。2013年は国内需要が減少したため、英国と米国にとって骨の折れる年であった。製造業者が国内需要の低下を相殺することに尽力したため、米国産の装置の輸出は2012年(8MW)から2013年(13.6MW)にかけ70%も増加した¹³⁹。9つの米国基盤の製造業者と一つの輸出会社が2013年に売上高が100万米ドルを超えたと報告し、2012年の計1700万からは下がった¹⁴⁰。2014年前半、小規模タービンメーカーの Quiet Revolution 社(英国)はロンドンで破産申請をした¹⁴¹。小規模風力の競争を高めるため、いくつかの米国を代表する小規模分散型の風力会社は、太陽光発電への第三者融資の成功させるために、長期のリースを提案している¹⁴²。

→主な自然エネルギー技術、その特性とコストの概要は70~72ページの表2を参照¹⁴³。

¹ GSR を通して、通貨変換は 2014 年 12 月 31 日時点で、以下をもとに計算されたものである。http://www.oanda.com/currency/converter/

表2.自然エネルギー技術の現状:特徴とコスト

技術	主な特徴	資本費用 (米ドル/kW)	標準的なエネルギーコスト (均等化発電原価-米セント/kWh)
発電			
🔥 固形バイオマス発電 (混焼と有機固形廃棄物を含む)	発電規模:0.5～200MW 変換効率:25～35% 設備利用率:25～95%	800～4,500(世界全体) 混焼:200～800(世界全体) 最高1,000(中国とインド)	3～22(世界全体) 混焼:4～12(世界全体) 14(欧州) 5～6(中国)
🔥 バイオマスガス化 発電	発電規模:0.03～40MW 変換効率:30～40% 設備利用率:40～80%	2,050～5,500(世界全体)	6～24(世界全体)
🔥 嫌気性消化バイオ マス発電	発電規模:0.075～20MW 変換効率:25～40% 設備利用率:50～90%	バイオガス:500～6,500 埋立地ガス:1,900～2,200	バイオガス:6～19 埋立地ガス:4～6.5
🔥 地熱発電	発電規模:1～100MW 設備利用率:60～90%	復水フラッシュ:1,900～3,800 バイナリー:2,250～5,500	復水フラッシュ:4～14 バイナリー:7～24
🌊 水力発電:系統接続	発電規模:1MW～数GW 変換効率:貯水池式、流れ込み式 設備利用率:20～80%	プロジェクト≥20MW:750～2,500 プロジェクト≤20MW:750～4,000	プロジェクト>20MW:2～8 プロジェクト<20MW:3～23
🌊 海洋発電:潮力	発電規模:< 1>250MW 変換効率:23～29%	5,290～5,870(世界全体)	21～28(世界全体) 35～42(欧州)
☀️ 太陽光発電: 屋上設置	最大発電能力: 3～5kW(住宅); 100kW(商業用); 500kW(産業用) 設備利用率:10～25% (固定傾斜角)	住宅設置のコスト:2,200(ドイツ); 3,500～7,000(米国);4,260(日本); 2,150(中国);3,380(オーストラリア); 2,400～3,000(イタリア) 商業用コスト:3,800(米国); 2,900～3,800(日本)	21～44(OECD) 28～55(非OECD) 16～38(欧州)
☀️ 太陽光発電: 地上設置型、商業 規模	最大発電能力:>1～250+MW 設備利用率:10～25% (固定傾斜角)	1,200～3,000(世界全体) 加重資本コスト(2014): 1,670(中国),2,710(日本), 1,495(ドイツ),2,080(英国), 2,218(米国) 集光型太陽光発電(CPV): 1,428～2,330(10MW)	10～38(OECD) 7～40(非OECD) 14～34(欧州) 11(中国) 25(日本) 11(米国) CPV:10～15
☀️ 集光型太陽熱発電 (CSP)	発電方式:パラボリックトラフ、 タワー、ディッシュ 発電規模:50～250MW(トラフ); 20～250MW(タワー); 10～100MW(フレネル) 設備利用率: 20～35%(蓄熱設備なし) 35～80%(蓄熱設備あり)	トラフ式、蓄熱設備なし: 5,000～7,000(OECD) 3,100～4,500(非OECD) トラフ式、6時間設備: 6,000～8,000 タワー式:6,000(米国、蓄電設備を 除く);9,000(米国、蓄電設備を 含む)	蓄電トラフとフレネル: 19～38(蓄熱設備なし);17～ 37(6時間蓄熱設備) タワー:12.5～16.4(米国;蓄熱 設備の上限値)
💨 風力発電: 陸上	タービン規模:1.5～3.5MW 設備利用率:20～50%	935～1,470(インド) 660～1,290(中国) 2,300～10,000(米国) 5,873(英国)	4～16(世界全体) 6～7(アジア、欧州、北米) 5～10(中南米)
💨 風力発電: 陸上小規模	タービン規模:最高100kW 平均: 0.85kW(世界全体) 0.5kW(中国) 1.4kW(米国) 4.7kW(英国)	2,300～10,000(米国) 1,900(中国) 5,870(英国)	15～20(米国)
💨 風力発電: 洋上	タービン規模:1.5～7.5MW 設備利用率:35～45%	4,500～5,500(世界全体) 2,250～6,250(OECD)	15～23(世界全体)

表2.自然エネルギー技術の現状:特徴とコスト(続き)

技術	主な特徴	導入コスト(米ドル/kW)あるいは 均等化発電原価(米セント/kWh)
発展途上国の分散型自然エネルギー		
🔥 バイオガス消化槽	消化槽サイズ:6~8m ³	単位当たりの原価:612米ドル/基(アジア);886米ドル/基(アフリカ)
🔥 バイオガス化装置	規模:20~5,000kW	均等化発電原価:8~12(世界全体) 均等化発電原価:5~6(中国)
☀️ ソーラー ホームシステム	システム規模:20~100W	均等化発電原価:160~200(世界全体) 均等化発電原価:4(バングラデシュ)
🌬️ 家庭用風力タービン	タービン規模0.1~3kW(オフグリッド、 住宅) 1.1~25MW(産業用、企業用)	資本コスト:10,000/kW(1kWのタービン); 5,000/kW(5kW);2,500~3,500kW(250kW) 均等化発電原価:15~35+
🌊 水力発電: オフグリッド/ 農村地域	発電容量:0.1~1,000kW 発電/蓄電方式: 流れ込み式、調整池式、水流	資本コスト:1,175~6,000 均等化発電原価:5~40
集落規模小規模系統	システム規模:10~1,000kW	均等化発電原価:25~100

技術	供給原料	供給原料の特料	製造コスト(米セント/ℓ) ¹
輸送燃料			
🔥 バイオディーゼル	大豆、菜種、からし 種子、パームやし、 ナンヨウアブラギリ、 廃植物油、動物性 油脂	1ヘクタールあたりの収穫量が異なる 様々な供給原料。したがって生産コス トは国により大きく異なる。副産物は 高タンパク質食品を含む。	大豆油:56~72(アルゼンチン);100~ 120(世界平均)パーム油:100~130 (インドネシア、マレーシアなど) 菜種油:105~130(欧州)
🔥 エタノール	サトウキビ、サトウダイ コン、トウモロコシ、 キャッサバ、サトウモロ コシ、小麦(将来的に はセルロース)	収穫量やコストに幅があるさまざまな 供給原料。副産物は、バガスからの肥 料、熱および電力を含んでいる。先進 バイオ燃料はまだ、完全に商用のもの ではないため、高いコストである。	サトウキビ:82~93(ブラジル) トウモロコシ(乾燥粉碎):85~128(米国)

技術	主な特徴	資本費用 (米ドル/kW)	標準的なエネルギーコスト (均等化発電原価-米セント/kWh)
温水/熱/冷房			
🔥 バイオマス熱施設	規模:0.1~15MWth 設備利用率:~50~90% 変換効率:80~90%	400~1,500	4.7~29
🔥 木質ペレット熱利用 (家庭用)	規模:5~100% 設備利用率:15~30% 変換効率:80~95%	360~1,400	6.5~36
🔥 バイオマスCHP	設備:0.5~100kWth 設備利用率:~60~80% 変換効率:熱と電力で70~80%	600~6,000	4.3~12.6
🔥 地中熱直接利用: 建物の暖房	規模:0.1~1MWth 設備利用率:25~30%	1,865~4,595	10~27
🔥 地中熱直接利用: 地域熱供給	規模:3.8~35MWth 設備利用率:25~30%	665~1,830	5.8~13

¹ ディーゼルまたは石油換算リットル

表2.自然エネルギー技術の現状:特徴とコスト(続き)

技術	主な特徴	資本費用 (米ドル/kW)	標準的なエネルギーコスト (均等化発電原価:米セント/kWh)
温水／熱／冷房			
ヒートポンプ: 地中熱 (家庭用と商業用)	規模:10～350kWh 変換効率:280～500%	500～2,250	7～13
ヒートポンプ: 家庭用給湯器	規模:1～2kWh 変換効率:250～300%	300～350	6～7
ヒートポンプ: 水熱源(住宅、複数世帯 も含む)	規模:4～40kWh 変換効率:300～400%	500～700	5～7
ヒートポンプ: 全熱源	規模:1～2kWh 変換効率:300～400%	350～400	5～7
☀ 太陽熱: 家庭用温水システム	集熱器タイプ:平板型、真空管型 (自然循環型および強制循環型) 発電規模:2.1～4.2kWh(単一世帯)、 35kWh(複数世帯) 効率:100%	単一世帯:1,100～2,140(OECD,新築); 1,300～2,200(OECD,改修);147～634 (中国) 複数世帯:950～1,850(OECD,新築); 1,140～2,050(OECD,改修) 直接熱自然循環:100～250(中国、インド、 トルコ);630～650(南米);1,100(オーストラ リア) 間接熱自然循環:2,300(米国) 直接強制循環:1,700(米国);760～820 (南アフリカ) 間接強制循環:2,300(米国);850～1,900 (中欧);1,600～2,400(北欧州) 一体型集熱器蓄熱設備:450～800(米国) 大規模SWH:350～1,040(欧州)	15～28(中国) 5～8(オーストラリア)
☀ 太陽熱: 家庭用暖房・ 温水システム (コンビシステム)	集熱器タイプ:温水用設備と同様 発電規模:7～10kWh(単一世帯); 70～130kWh(複数世帯);70～ 3,500kWh(地域熱供給);>3,500 kWh(季節間蓄熱設備を備えた 地域熱供給) 効率:100%	単一世帯:温水用設備と同様 複数世帯:温水用設備と同様 地域熱供給(欧州):460～780(350～400 はデンマーク);蓄熱設備を備えた地域熱 供給:470～1,060	家庭用温水:5～50 地域熱供給:4以上 (デンマーク)
☀ 太陽熱: 産業用プロセス加熱	集熱器タイプ:平板型、真空管型、 パラボリックトラフ、線形フレネル 発電規模:100kWh～20MWh 温度範囲:50～400℃	470～1,000(蓄熱設備なし) 265～1,060(欧州) 210～320(インド、トルコ、南アフリカ、メキシコ) 集光式システム:420～1,900(パラボリックディッ シュ、インド);640～2,120(パラボリックトラフ); 1,270～1,900(線形フレネル) 太陽熱集光式システム:980～1,400(中国); 1,800以上(ドイツ)	4～16(世界全体) 2.6～8.5(欧州) 集光式システム:6.4～ 9.6
☀ 太陽熱: 冷房	容量:10～1,000kW(吸収式冷凍 機);5～430kW(吸着式冷凍機) 効率:50～75%(一段吸収/吸着 式冷凍機の効果);120～140% (二段吸収式冷凍機の効果)	1,600～3,200	n/a

注：可能な範囲でコストは標準化し、補助金や政策的な奨励金を除いた代表的なコストとした。熱の均等化発電原価は複数の構成要素により決まり、資源の質、機器のコストおよび性能、システムとプロジェクトのコスト（人件費も含む）のバランス、保守管理コスト、燃料コスト（バイオマス）、プロジェクトの資本コストとエネルギー生産期間におけるコストも含む。自然エネルギーのコストは立地に特有であり、これらの構成要素の多くはその所在地によって大きく変動し得る。太陽光発電のコストは利用可能な太陽光資源の量により、大きく変動する。いくつかの自然エネルギー技術において導入容量の急激な成長とそれに関連したコスト削減により、関連するコストの削減が起こっているため、データはすぐに時代遅れになってしまうことに注意することが重要である。とりわけ、太陽光発電のコストはここ数年で急激に変化し続けている。自然エネルギーを用いたオフグリッド用ハイブリッド発電システムのコストはシステムの規模、所在地、そしてディーゼルによるバックアップや蓄電のような関連機器によって大きく影響される。

出典：出典と仮定については、風力本文の巻末注143を参照

第3章 投資の流れ

ブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンス（BNEF）ⁱによると、世界の自然エネルギー発電および燃料への新規投資（50MWを超える水力発電プロジェクトを含まない）は2014年に2702億ドルに達した。これは前年と比較すると17%増加であり、3年ぶりの増加である（図25参照）。50MWを超える水力発電プロジェクトへの投資を含めると、2014年の自然エネルギーおよび燃料への新規投資額は少なくとも3010億ドルになったⁱⁱ。ただし、上記の推計は自然エネルギーによる熱利用と冷房技術への投資を含まないことに注意。

この投資額の増加は、計749億ドルとなる中国と日本での太陽光発電導入ブームと186億ドルとなる欧州の洋上風力発電への最終投資決定による面もある。全体として、自然エネルギーへの新規投資の4分の1以上となる約735億ドルが2014年に小規模な計画に向けられた。小規模分散型の太陽光発電は、一元的な送電網を基盤とする電力システムに対する手頃な代替手段として発展途上国で導入されている。

2014年は発展途上国における投資額が増加し続けた。前年と比較して36%増加し、131億ドルとなった。発展途上国における投資額は、2014年に前年比で3%増の1389億

ドルである先進国における投資額を追い越すほどにまで、その差が縮まってきている。

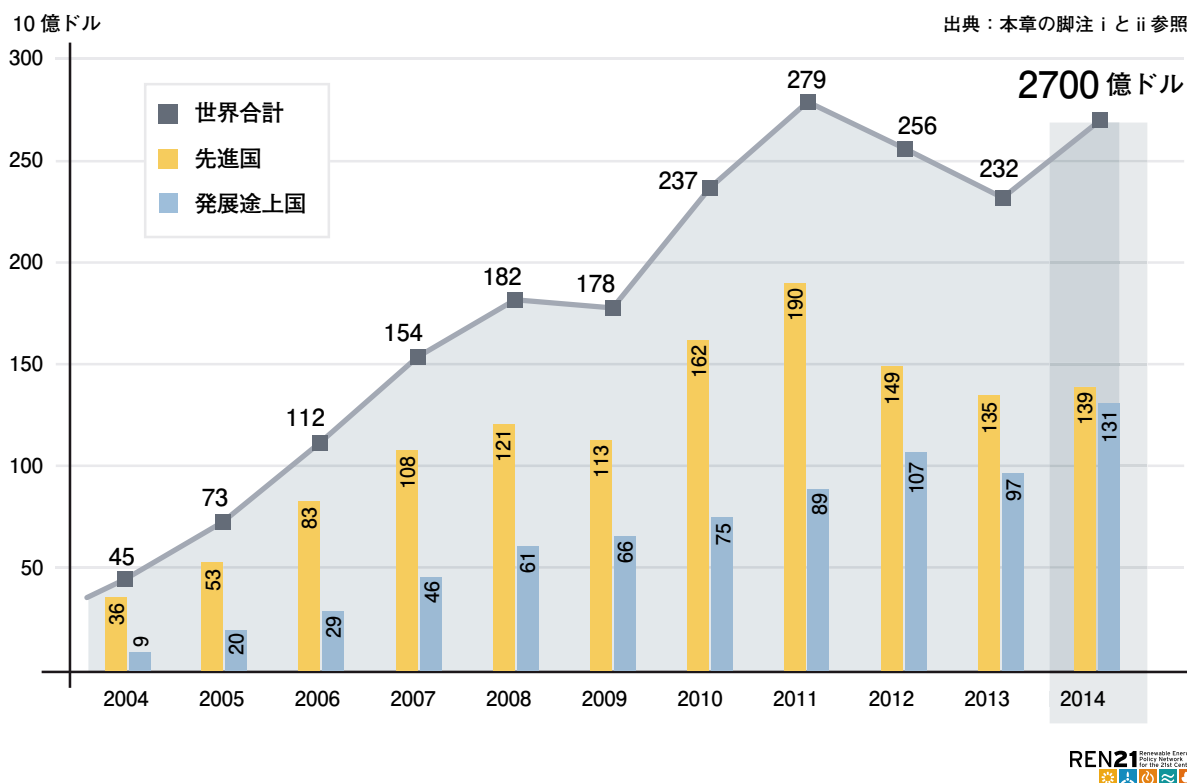
2014年は終始、自然エネルギーへの投資が新しい市場に広がった。チリ、インドネシア、ケニア、メキシコ、南アフリカ、トルコは1億ドル以上自然エネルギーに投資をした。ヨルダン、ミャンマー、パナマ、フィリピン、ウルグアイをはじめとした他の発展途上国は5～10億ドルの投資をした。

■経済地域別の投資

発展途上国と先進国のどちらもが前年度と比較すると2014年の自然エネルギーへの投資を増加させている。先進国は3%とわずかな増加に留まり、投資額は1389億ドルとなった一方で、発展途上国の国々を中国、ブラジル、インドを含め一集団として見ると、36%増で1313億円となった。結果として、2014年の世界の投資額における発展途上国の割合は6%増で49%になり、記録を更新した。中国が発展途上国の投資額における63%（2013年には61%であった）を占め、世界全体に占める発展途上国経済の割合の増加に大きな役割を果たしている。

2013年と比較して、自然エネルギーへの投資は世界のすべての地域で増加した（図26参照）。中国の投資額は

図25. 世界の自然エネルギー発電と燃料への新規投資額 先進国/発展途上国（2004年～2014年）



ⁱ この章は（GSRの姉妹版である）Frankfurt School-UNEP Collaborating Center for Climate & Sustainable Energy Finance (FS-UNEP) と Bloomberg New Energy Finance (BNEF) によって作成された GSR の姉妹版である UNEP' s Global Trends in Renewable Energy Investment 2015 (Frankfurt:2015) に依拠している。数値データはとくに注記がない限り BNEF のデスクトップデータベースから取得しており、投資決定の時期を反映したものである。以下のような自然エネルギープロジェクトが含まれる：すべてのバイオマスと廃棄物発電、地熱、1MW以上の風力発電プロジェクト、1MWから50MWまでのすべての水力発電プロジェクト、太陽光発電（ただし1MW未満は小規模プロジェクトあるいは小規模分散型として分けて推計している）、すべての海洋エネルギー、年間100万リットル以上のバイオ燃料プロジェクト。詳細は、FS-UNEP/BNEF Global Trends report を参照。数値は四捨五入されているため、総計が世界合計と合致しない場合がある。

ⁱⁱ 大規模水力（>50MW）への投資は自然エネルギーへの投資全体の合計には含まれていない。BNEFは1MWから50MWの規模の水力発電プロジェクトのみを追跡しているが、50MW以上のものは推計を行っている。

2013年より39%増加し、インドの投資額は10億ドル増の74億ドルになった。他のアジア・オセアニア地域の自然エネルギーへの年投資額は連続して増加し、約9%増で487億ドルになった。欧州諸国の投資額は1%未満の増加で575億ドルであった。米国の投資額は2013年比で7%増の383億ドルであったものの、2011年の最高時と比較すると依然として低い。ブラジルと米国を除いた他のアメリカ大陸諸国の投資額は、2014年に21%以上増加して148億ドルとなった。中東とアフリカ地域もまた、2013年の87億ドルから2014年には126億ドルになり、投資額が著しく増加した。

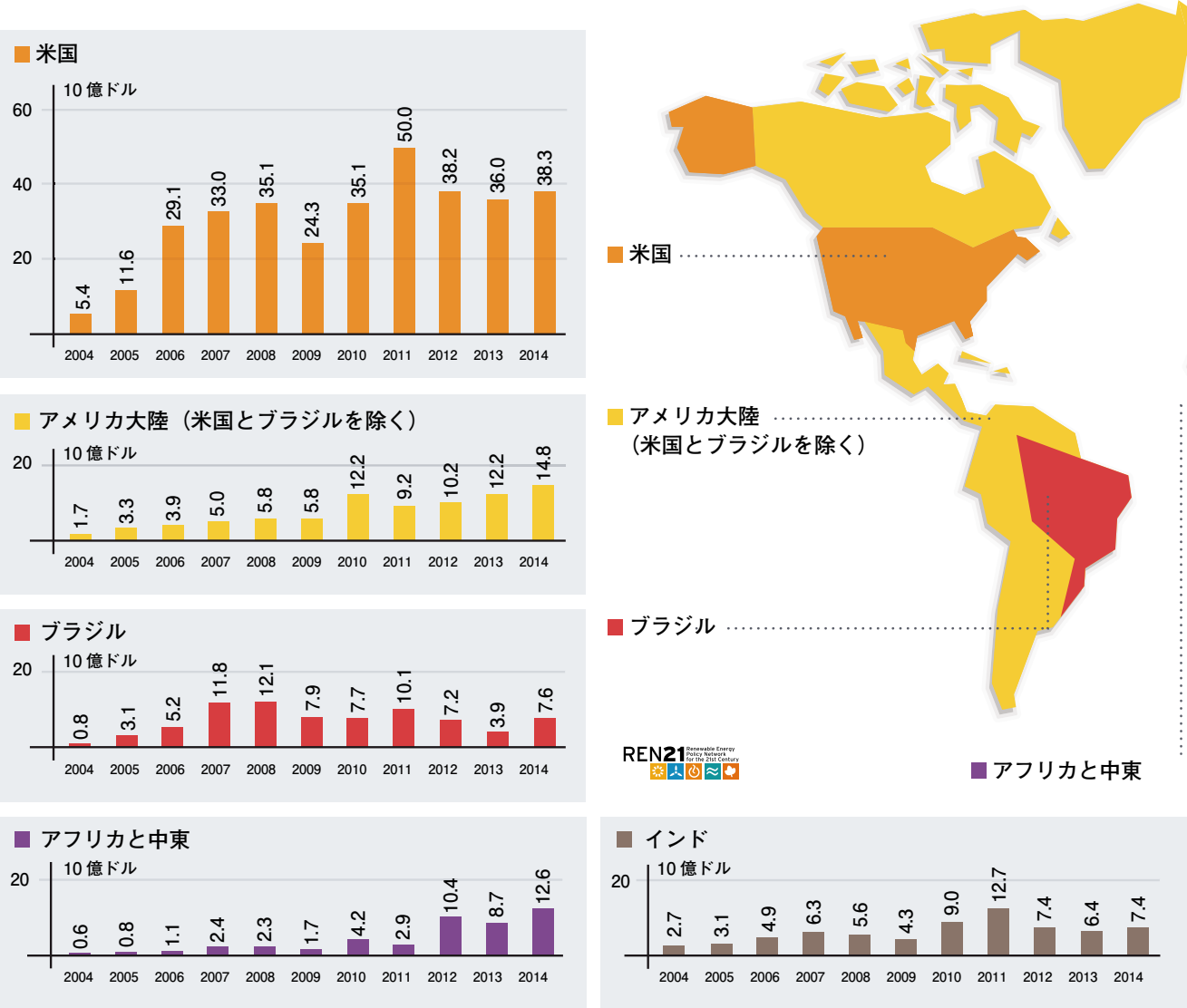
投資額の上位10か国には、発展途上国が4か国（すべてがBRICSⁱ諸国）と先進国が6か国含まれていた。中国が、自然エネルギーへの世界の投資額の3分の1近くを占め、再びトップに立った。続いて、米国、日本、イギリス、ドイツとなっている。次に投資額が多かった5か国は、カナダ、ブラジル、インド、オランダ、南アフリカであった。投資額

が最も多く増加したのは中国で、2013年と比較して全体で207億ドル増加した。割合として最も多く増加したのはオランダとブラジルで、オランダでは3倍以上の74億ドル、ブラジルは約2倍の76億ドルとなった。

中国は833億ドル（研究開発を含む）を自然エネルギーに新規投資し、競っている米国の2倍以上となった。大規模プロジェクトⁱⁱでは、風力発電がこの分野をけん引し続け、資産の担保価値を利用した資金調達（アセット・ファイナンス）により379億ドルを調達し、太陽光発電の297億ドルを上回る。太陽光発電に限ると、小規模太陽光発電への投資額は、2013年での12億ドルから2014年には再び増加し、76億ドルとなった。中国は、小規模水力発電への投資額が大きい数少ない国の一つであり、24億ドルであった。また、中国は大規模水力発電にも相当な額を投資し、2014年中に22GWⁱⁱⁱの容量を新たに稼働開始させた。その大部分が50MWⁱⁱⁱ以上の水力発電である（水力発電の節を参照）。

ⁱ BRICSの5か国とは、ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカである。
ⁱⁱ 大規模プロジェクトとは、ウインド・ファーム、ソーラーパーク、そして1MW以上の規模の自然エネルギー設備と100万リットル以上の生産能力のバイオ燃料工場を指す。
ⁱⁱⁱ China Electricity Councilの“An Overview of China’s Power Industry in 2014”（2015年3月10日北京）, <http://www.cec.org.cn/yaowenkuaidi/2015-03-10/134972.html> (google翻訳を使って)によると、中国政府は2014年中にすべての規模の水力発電に対して156億ドル（960億元）以上を投資したと推測している。これは、揚水式への投資も含む。

図26.地域別の自然エネルギー発電と燃料への世界の新規投資額（2004年～2014年）



米国は383億ドル（研究開発を含む）を投資し、引き続き先進国で最大の投資国となった。融資の種類という観点では、太陽光発電のベンチャーキャピタルと未公開株式が、2013年では3億7300万ドルだったのが2014年には13億ドルになった。米国の太陽光発電の公開市場の動きも2014年は好調で、76%増の59億ドルとなった。一方で、米国の風力発電分野は投資額（研究開発除く）が半分減少して69億ドルになり、2014年は厳しい年となった。これは、生産税額控除が拡張されるかどうか確実ではなかったことによる資金調達の遅れが原因である。

日本は343億ドル（研究開発除く）で米国と僅差であった。日本の太陽光発電の固定価格買取制度（FIT）は割が良かったため、日本の全投資額の約82%が小規模の太陽光発電計画に費やされている。

イギリスでは、自然エネルギーへの投資が、わずかな増加（1%）により139億ドル（研究開発除く）となった。風力発電が80億ドルで再び国内トップとなり、そのうち86%が洋上プロジェクトである。これに対し、太陽光発電への投資は27億ドルである。さらに、イギリスは海洋発電への投資をしている数少ない国の一つである。

洋上風力発電を先導するもう一つの投資国であるドイツでは、全体として融資（研究開発除く）が4%増で114億ドルとなった。風力発電は2013年の2.5倍以上になった。しかし、以前は小規模太陽光発電への投資においてトップであった太陽光発電市場は、昨年に引き続き今年もほとんど半分になった。この減少は、主に固定価格買取制度の歩合と2014年8月に導入された自家消費課徴金制度によるところが大きい。

カナダは近年安定した自然エネルギー投資国である。2014年は、昨年からの約31%増加し、投資額（研究開発除く）

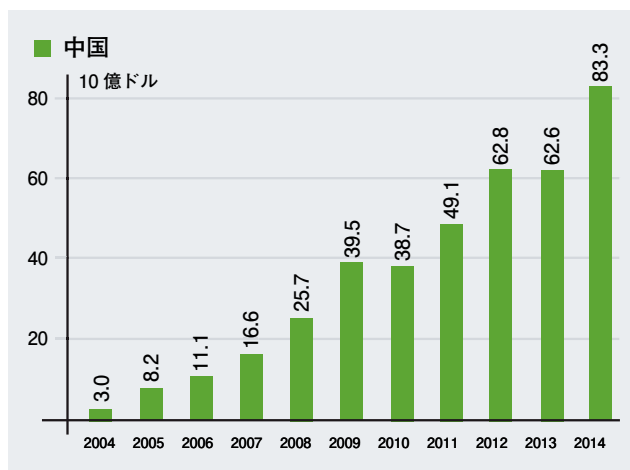
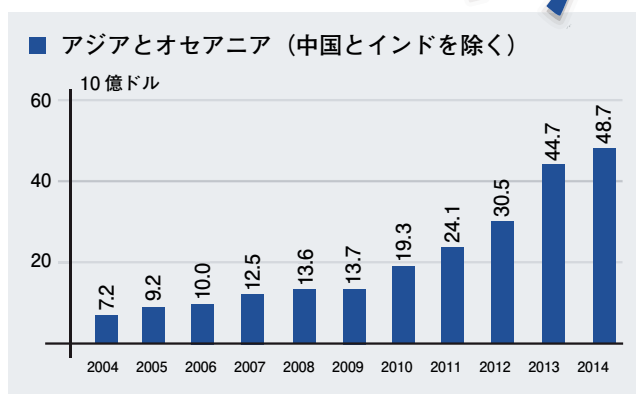
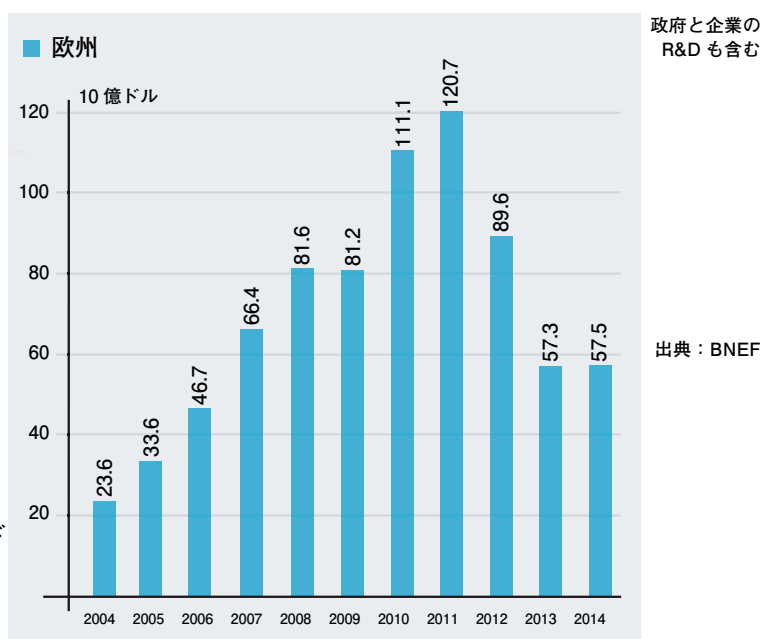
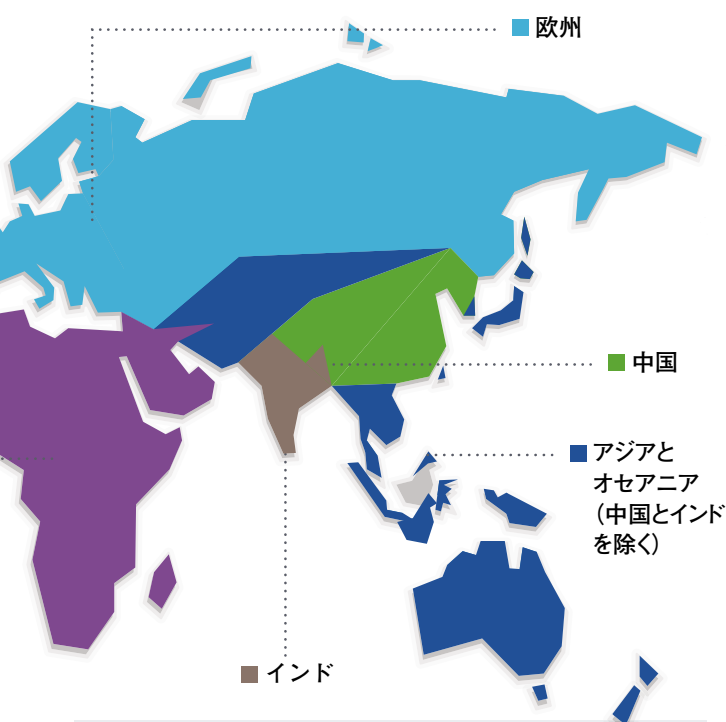
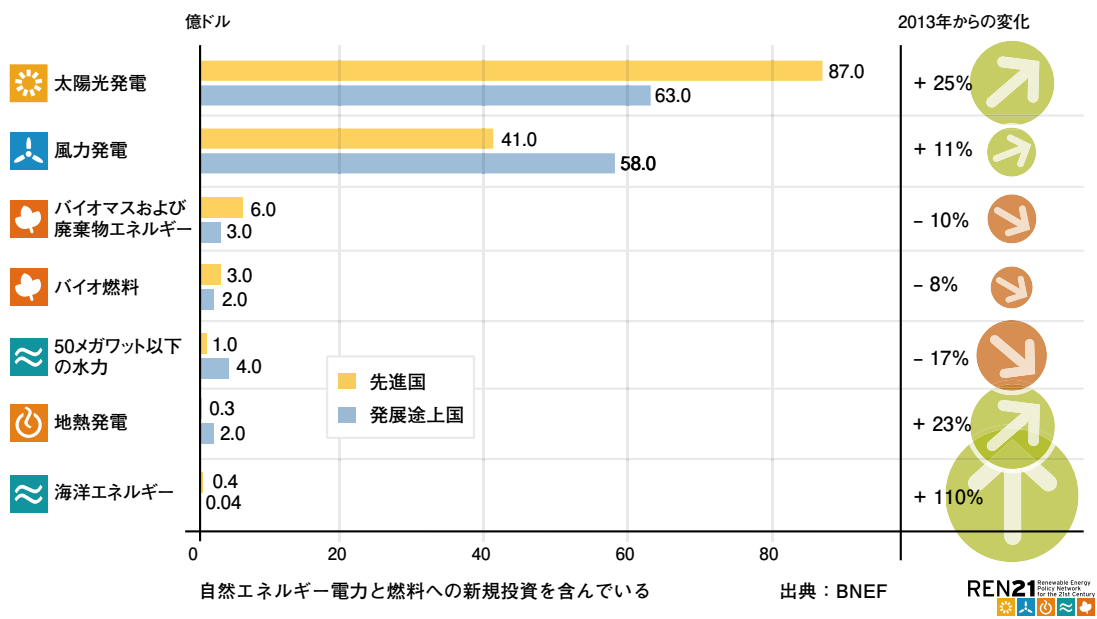


図27.技術別の自然エネルギーへの世界新規投資額 先進国/発展途上国(2014年)



は80億ドルとなった。この増加の大部分が、オンタリオ州とケベック州の大規模風力発電と太陽光発電へのアセット・ファイナンスであった。

ブラジルは2014年にトップ10か国に返り咲き、自然エネルギーへの投資額（研究開発除く）は74億ドルとなり、そのうち84%が風力発電であった。ブラジルの2番目に大きい自然エネルギーであるバイオ燃料の投資額は5億7400億ドルで、投資額が83億ドルだった2007年からは程遠い結果となった。ブラジル以外のラテンアメリカ地域での自然エネルギーへの投資は広く分散しており、19%増で20億ドルに達したメキシコ、そしてその後チリ（14億ドル）、ウルグアイ、パナマ、コスタリカが続いた。

インドにおける投資額は2014年において、14%増で74億ドルとなった。太陽光発電は唯一1年を通して成長した分野で、2倍の30億ドルとなった。2013年とは対照的に、2014年は電力容量市場オークションには十分に投資が行われ、投資家の信用が上がったことを示している。風力発電がインドの全投資額のおよそ半分を呼び込み、34億ドルとなっている。アジア・オセアニア地域で2番目の投資国はインドネシア（18億ドル）で、ミャンマー、フィリピン、スリランカ、タイがそれに続いている。

自然エネルギー投資でのトップ10か国のうち、オランダは2013年と比較して最も速く成長した国である。投資額は2013年の19億ドルから2014年には65億ドルに増加し、その大部分が洋上風力発電プロジェクトである。

南アフリカはアフリカ大陸をけん引し、トップ10の地位を維持した。2014年において、自然エネルギーへの投資額は5%増の55億ドルとなった。自然エネルギー投資において南アフリカで原動力となっているのは、国の柔軟な計画である。約16億ドル（30%以下）が2014年に風力発電に費やされ、

全投資額の71%が太陽光発電と集光型太陽熱発電（CSP）に費やされている。アフリカで2番目の投資国はケニア（13億ドル）で、アルジェリア、ナイジェリア、タンザニアがそれに続いている。

■技術別の投資

2014年も太陽光発電が圧倒的に多くの資金が費やされた部門として1496億ドルを占め、また自然エネルギー発電と燃料（50MW以上の水力発電）の新規投資総額の55%を占めた。風力発電が995億ドルで後に続き、全体の36.8%を占めた（2013年から11%増加し新記録）。残りの8%は、バイオマスと廃棄物エネルギーⁱ（84億ドル）、バイオ燃料（51億ドル）、小規模水力（<50MW、45億ドル）、地熱発電（27億ドル）、および海洋エネルギー（4億ドル）であった。これらの技術の中で、地熱（23%増）と海洋（110%増）の増加が2014年に見られる一方、バイオ燃料（8%減）、バイオマスと廃棄物エネルギー（10%減）、および小規模水力（17%減）の減少が見られた。（図27参照）

発展途上国が風力発電、小規模水力、地熱発電の投資の大部分を占める一方で、先進国が他の技術では発展途上国より大きい投資を行った。

太陽エネルギー部門の投資のうち約90%が太陽光発電（1348億ドル）へ、そして残りが集光型太陽熱発電（CSP）（2.5%）と不特定の太陽光発電（7.4%）に投資された。太陽光発電への投資は、2013年のそれと比べて25%増加した。先進国は太陽光発電への投資において半分以上を維持したが、中国のシェアが大きくなり世界総計の4分の1を占めたことが主な原因となり、9%減の58%となった。日本が太陽光発電への投資において先進国の中でトップとなり、米国（19%）が後に続いた。

固定買取価格の減少を見込んだ中国が風力発電へ最も大

ⁱ 廃棄物発電は全て含んでいるが、廃棄物のガス化は含まない。

きな投資を行い、中国との差は大きいものの、イギリス、ドイツ、オランダ、ブラジル、インドがその後に続いた。他の自然エネルギーでは対照的な傾向を示した。小規模水力発電への投資は、先進国で増加し、発展途上国で大幅に減少した。バイオ燃料と地熱への投資は、先進国で減少し、発展途上国で増加した。バイオマスへの投資は先進国、発展途上国ともに減少し、海洋エネルギーへの投資は先進国、発展途上国ともに増加した。

50MW以上の大規模な水力発電プロジェクトに関してはブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンスによる詳細な統計が取られていないが、大規模水力発電プロジェクトは自然エネルギー投資において太陽光発電と風力発電に次ぐ3番目に重要な部門であった。平均的なプロジェクトは完了まで4年の歳月を必要とするため、設備容量の増加をそのまま年あたりのアセット・ファイナンスの資金量に置き換えて解釈することはできない。しかし、ブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンスは2014年に稼働した大規模水力発電プロジェクトへのアセット・ファイナンスの合計は少なくとも310億ドルであると推測している。水力発電産業から提供されているデータや等報告書に記載されている情報を考慮に入れると、50MW以上の水力発電への投資は相当大きくなった可能性がある³。

■種類別の投資

2014年の世界の研究開発（R&D）投資はわずかに2%増加して117億ドルになり、政府のR&Dが51億ドル、企業のR&Dが66億ドルであった。欧州はこれまで自然エネルギーのR&Dに最も大きい額を投資しており、全体の36%を占め43億ドルとなっていて、これは米国と中国の合計とほとんど等しい。

太陽光発電への全体のR&D支出は2%増加し61億ドルとなった。太陽光発電は4年連続で他のエネルギー部門の総合計よりも魅力的なものであり続けている。2014年での風力発電へのR&D投資がわずかに減少し20億ドルになった一方で、バイオ燃料、バイオマス、および海洋エネルギー技術へのR&Dは増加した。

大規模プロジェクトにおけるアセット・ファイナンスは自然エネルギーの新規投資合計において大半を占め、合計が2013年比で10%増の1707億ドルとなった。

小規模分散型エネルギーの設備容量は、主に屋根上の太陽光発電であるが、735億ドルとなり、これは2013年比で34%の増加である。

自然エネルギー企業とファンドにより調達された株式市場投資は42%増で151億ドルとなった。景気回復から2年目となる2014年は、株式市場投資が2012年の約4倍となった。株式公開（IPO）による資金は2013年比で20%減の31億ドルとなった。しかし、株式市場における2次放出と民間投資は3分の2の増加で62億ドルとなり、転換社債の売却は2倍以上の58億ドルとなった。

記録的な低金利の中で、投資家が比較的低リスクでも安定した配当を収入として得ることができるものとしてこのモデルを捉えている限り、株式市場を通じた「高利回り会社」ⁱⁱへの投資は伸び続けている。太陽光発電への投資が73%増で83億ドルに、風力発電への投資は120%の成長で54億ドルになった。小規模水力発電と海洋エネルギーへの株式市場での投資は2014年当初、非常に小規模だったのが増加が見られた。しかし、バイオ燃料とバイオマスは減少し、地熱は2013年に大きな民営化がなされてから0にまで落ち込んだ。

世界の106社のクリーンエネルギー企業の株価を反映しているWilderHill New Energy Global Innovation Index（NEX）指標は2014年には1年を通して3%減少した。これは主に原油価格下落と風力発電と太陽光発電部門に対する不確実な政策に対する投資家の反応によるものである。

自然エネルギーにおけるベンチャーキャピタルと未公開株式投資（VC/PE）は、4分の1以上増加し、2014年には28億ドルとなった。それでも、2008年に到達したピークの3分の1以下を維持している状態である。投資家はアーリーステージの投資の好機には躊躇し続け、レイターステージの投機へもほんの僅か前向きだったのみだった。

米国は自然エネルギーのベンチャーキャピタル投資の世界の中心を維持した一方で、欧州における投資額は著しく減少した。米国の住宅向けの太陽光発電の企業を巻き込んだ多くの取引が数多くあり、プライベートエクイティ（未公開株式）のエクспанションキャピタル投資は20%成長した。バイオ燃料技術が商業化に近づく第一波として、投資を呼び込んだ次世代バイオ燃料製造業は多かった。

資産調達活動（2702億ドルの新規投資額に含まれない）も2014年に増加し、2013年比で3%増となる20億ドル増の688億ドルとなった。これらの数字には、企業の合併および買収活動（M&A）、電力インフラの買収と負債の借り換え、プライベートエクイティ（未公開株式）の買い占め、および企業買収による専門企業における株の買い占めが含まれている。

企業を買収することを指すM&Aは、2014年では35%減の98億ドルとなった。過去10年は縮小するのみだった資産の買収と借り換えは増加し、11%増で545億ドルという新記録となった。株式市場の投資家の資金回収額はほとんど変わらず19億ドルであったが、プライベートエクイティ（未公開株式）の買い占めは2013年の4倍に増え25億ドルとなった。資産調達活動は、いつものように、風力（約410億ドル）と太陽光（ちょうど200億ドルを超える程度）によって左右された。風力発電と太陽光発電の合計は全活動の89%を占め、2013年の83%よりも増加した。

■自然エネルギー投資の見通し

2014年の自然エネルギー発電容量（50MW以上の水力発

ⁱ この章で用いられている投資の用語の説明は、2013年版 GSR 補足 5「投資の種類と用語」を参照。

ⁱⁱ 高利回り会社（ないしはイルドコ）とは、主に進行段階にある計画への高利率の投資を行う企業体のことである。（→用語集参照）

電を含まない)への総投資は2425億ドルで2013年から17%増加した。この増加にもかかわらず、自然エネルギーへの投資額は、7%増の2890億ドルとなった化石燃料発電容量への総投資額をまたもや下回った。

しかし、化石燃料への投資の大部分は既存の石炭、石油、天然ガスによる火力発電所を建て直すためのものであり、1320億ドルのみが新規の化石燃料発電容量のために投資された。これとは対照的に、自然エネルギー発電容量における投資のほとんどすべてが正味の投資であったが、正味の投資とは総発電容量の増加のための投資を意味する。2014年の正味の投資だけを考えると、自然エネルギー発電は2425億ドルとなり、1320億ドルと推測される化石燃料に大きな差をつけて5年連続で勝ち越した。50MW以上の水力発電計画への投資を考慮すると、2014年の自然エネルギー発電容量への世界の投資額は再び、同年の化石燃料発電容量への正味投資額の2倍以上となった。

■投資源

数々のクリーンエネルギーファンドは原油価格の下落の影響を受けたこともあり、2014年の部門ごとの株価が減少した。クリーンエネルギーファンドによって管理されている資産量は2013年比で13.5%減少した。しかし、より新しいタイプの高利益志向の金融手段が興味を引きつけ、3つの米国のイルドコが2014年に設立され、その合計投資金額は16億ドルとなった。米国で言うところのイルドコに相当するイギリスの上場事業基金は2014年に6つに増え、10年国債の2%と比較して6%と高い配当利回りによって投資家を引きつけている。



全体として、アメリカのイルドコ、イギリスの上場事業基金、ドイツのそれに相当するものは2014年に株式市場の投資家から50億ドル調達した。

ますます多くの国々で、クラウドファンディングが資金調達の方法として主流になってきている。クラウドファンディングによって、中小企業やスタートアップ企業が持ち株、または定期的な報酬、製品との交換という形で、多くの小規模投資家から資金調達することができている。おそらく、米ドルの投資による最も大きい自然エネルギーのクラウドファンディングの場は、オランダを拠点とするDe WindCentraleで、2014年9月までに1700万ドル以上の資本を集めた。

グリーンボンドの発行は2014年に昨年のおよそ2.6倍となる390億ドルになった。これは、世界銀行などの開発における貸し手や政府機関からの発行が2倍になったことと企業が資金調達のために発行する債券が5倍に増加したことによる。

対照的に、クリーンエネルギープロジェクトボンドⁱⁱはあまり成功せず、82%減で6.3億ドルに落ち込んだ。これは、欧州では銀行の負債のせいでクリーンエネルギーボンドに構う余地はなく、2013年に見られたような太陽光発電の敷地への莫大な債権発行が繰り返されなかったことによる。にもかかわらず、2014年はラテンアメリカで初めてとなるクリーンエネルギープロジェクトボンドが、初めてのアジアの民間部門からのグリーンボンドが、また世界で初のはっきりと「Green」の名称のついたプロジェクトボンドが発行された年であった。

年金基金、保険会社、資産管理会社などを含む機関投資家はますます多くの役割を果たしている。これは、クリーンエネルギーと関連付けられた確定利子商品としてのグリーンボンドの出現や、自然エネルギー計画からの現金の流れにさらされたエクイティ商品としてのイルドコや上場事業基金の出現を反映している。クリーンエネルギーへの機関投資資金の展開においても一つますます重要になっている手段は事業への直接投資であり、2013年の18億ドルから増加して、2014年には28億ドルとなった。

開発銀行は2014年においてもクリーンエネルギー投資に関して依然として重要であるⁱⁱⁱ。発電所規模のアセット・ファイナンス取引においてトッププレーヤーであるブラジルのBNDESは2013年の15億ドルから増加して、27億ドルの信用貸しの取引を行った。欧州投資銀行(EIB)は、2013年時の約20%減で15億ドルの信用貸し取引となり2番手に落ち込んだ。

2014年は、2つの新しい南南開発銀行ができた年でもあった。2014年の7月、BRICSの5か国が、主にインフラと持続可能な開発計画に最も焦点を当てて、それぞれ設立資金100億ドルを負担して、2016年から貸付が始まる1000億ドルの新しい開発銀行を設立した。数ヶ月後、23のアジア諸国(日本と韓国を除く)がアジアインフラ投資銀行の設立に合

ⁱ この数字は、自然エネルギーのアセット・ファイナンスと小規模計画に対するものである。バイオ燃料と公開市場におけるエクイティ資金のような力をもたない投資や開発R&Dを除いているため、この章の他の部分で用いられる自然エネルギー投資の総額(2702億ドル)とは異なる。

ⁱⁱ クリーンエネルギーボンドは、クリーンエネルギーに関連した確定利子有価証券である。対照的に、グリーンボンドはクリーンエネルギーとエネルギー効率、また他の持続可能な目的に関連した確定利子有価証券である。

ⁱⁱⁱ UNEP/BNEF Global Trends の報告書が刊行された時、ほとんどの開発銀行が投資データを入手することができなかったことに注意。

意した。設立資金500億ドルは主に中国が負担し、2015年の終わりまでに始動すると考えられている。

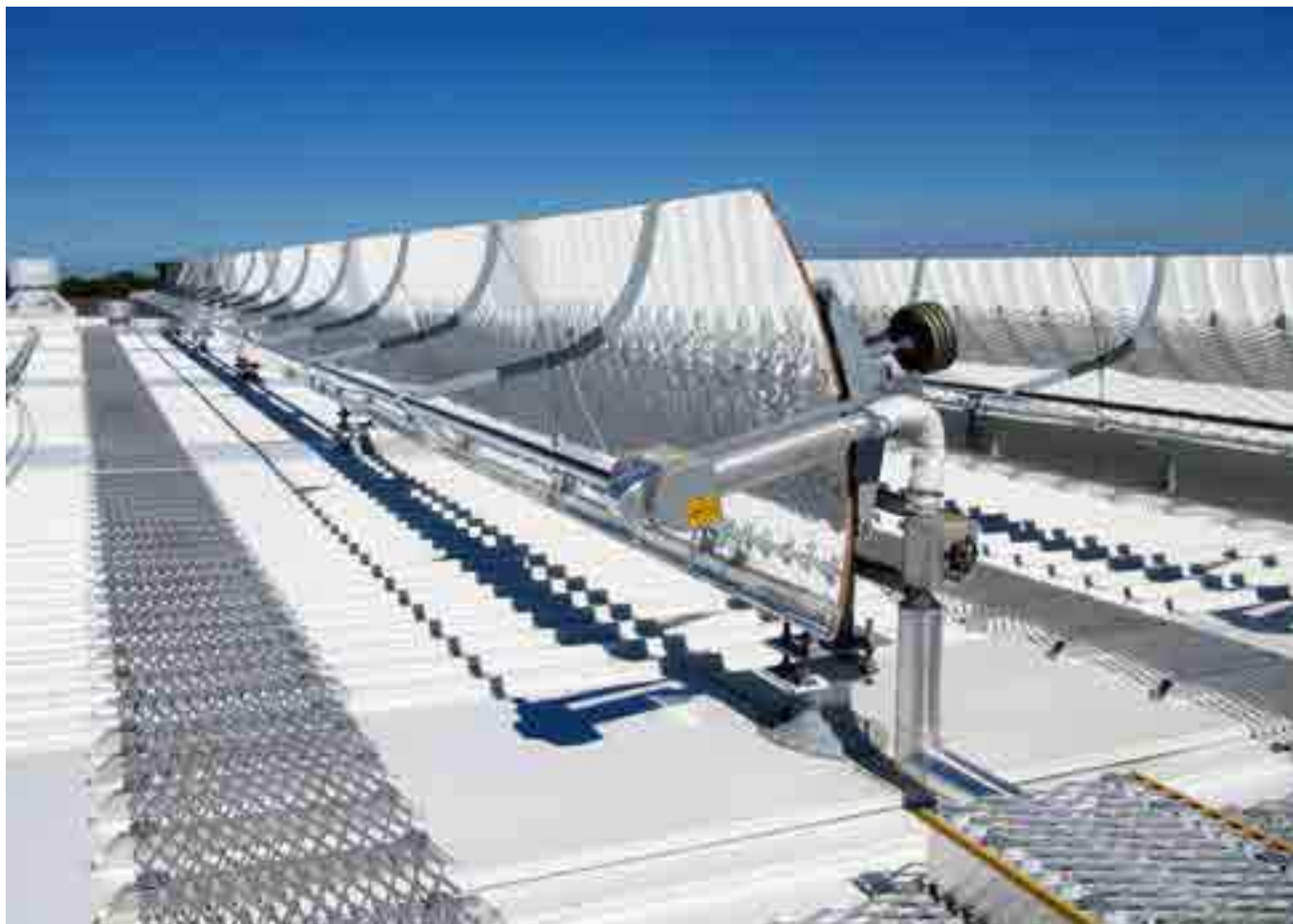
■2015年はじめの投資傾向

ブラジル、中国、欧州などの大きな市場での取引形成が遅れ、2015年の第一四半期（以後Q1とする）における自然エネルギーへの世界の投資は502億ドルであった。第一四半期は1年のうちで最も小さくなる傾向があるが、この総額は2014年のQ1（559億ドル）の10%減であった。しかし、米ドルは第一四半期の間ずっといくつかの貨幣に対して15%強く、ユーロに対しては29%強かった。このことが、この減少の原因の少なくとも一部となっている。

2015年のQ1の数値は、欧州での投資額は2014年の同時期に比べ29%減で、中国（-23%）、ブラジル（-62%）でも減少し、米国では46%増加したが、米国以外のアメリカ大陸諸国（-18%）でも減少したことを示している。2014年のQ1と比較して日本（3%）ではわずかに減少し、インド（+59%）以外のアジア・オセアニア地域（-43%）では減少した。南アフリカは、国の入札過程によって契約された、一連の大規模太陽光発電、集光型太陽熱発電、そして風力発電計画に融資が流れたため、2014年の同時期にはほとんど0であった投資額が、31億ドルになり、最も大きく成長した。

主に屋根上太陽光発電などの小規模分散型容量が11%増の203億ドルになったのを除き、すべての種類の投資が前年度のQ1と比べて減少した。分野ごとに、太陽光発電（7%増で318億ドル）やバイオマスと廃棄物エネルギー（94%増で17億ドル）では2014年のQ1に比べて2015年のQ1での投資額は増加したが、風力発電（30%減で151億ドル）やバイオ燃料（64%減で4億4700万ドル）では減少した。

この減少にもかかわらず、石油や天然ガスの価格暴落が自然エネルギーへの投資にあまり影響を与えていないということをQ1の数値が示している。



第4章 政策の展望

自然エネルギー技術は、目標や政策に支えられて主流のエネルギー源のひとつになった。発電、熱利用、交通分野で自然エネルギーの運用と促進を進めるために多くの国々で政策の設定を行っている。これは気候変動の緩和、輸入燃料への依存脱却、柔軟でより弾力性のあるエネルギーシステムの開発、経済機会の創出の必要性によって促進されている。

2015年初めには、145か国で自然エネルギーの支援政策が見られた。これは、2014年の138か国よりも増加し、2005年の自然エネルギー世界白書で報告された15か国から9倍以上の数となった¹⁾（表3と図28～29を参照）。すでに大多数の国で自然エネルギー支援をなんらかの形でやっているため、近年新たな政策の適用は少なくなった。コストや状況が目まぐるしく変わる中、政策策定者は既存の政策に遅滞なく適応させていくことに力を入れている。最近の傾向は、異なる政策メカニズムから部分的に取り出して組み合わせたり、電気・熱・交通分野でお互いを支援し合う連携を強めたり、自然エネルギーのシェアが高まる中でエネルギー構成にうまく統合していく革新的な方法の開発などが挙げられる。

地域レベルでも、自然エネルギーの促進戦略が進化・拡大を続けている。2014年に、EUは、2020年以降のエネルギー分野の管理に関して新たな規則を設けた。2030年までに地域での自然エネルギーシェア27%を目指す、という内容である²⁾。同じく2014年、アラブ連盟と22の加盟国・機構は、Arab Renewable Energy Framework (AREF) の採択を受け、自然エネルギーの発展と実施をはかるために世界の他の地域（EUやカリブ共同体（CARICOM）を含む）に参加した³⁾。AREFは、2013年に採択されたPan-Arab Strategy for the Development of Renewable Energy Applications: 2010-2030を基盤として活動をすすめている³⁾。

2015年初頭には、164か国で自然エネルギーの目標が定められていることが明らかになった。これは、2014年の144か国と比べて増加した⁴⁾。設定目標のうち、大部分は特定分野（電力、熱利用と冷房、交通）における成長を目指すものであったが、各経済部門にまたがった自然エネルギー普及の目標を掲げる国もいくつか見られた（詳細は次の項と表R12～18を参照）。2014年からの新規または改訂されたエネルギーシステム全体での目標例は、フランスで2030年までに消費エネルギーの32%を自然エネルギーでまかなうこと；ウクライナで、2020年までに国内のエネルギーミックスの11%を自然エネルギーで補うことなどが挙げられている⁴⁾。

多くの目標は特定の政策メカニズムや調達フレームワークの中で表されている。たとえば、米国での州レベルの自然エネルギー割当義務制度（RPS制度）では、自然エネルギーで一定の電気量シェア（または容量）を達成するよう義務付けた。世界中で注目され始めた自然エネルギーの入札メカニズムは、調達手順のなかで一定の容量目標を設定して

いる。

この章では、義務・インセンティブ、促進メカニズムなど、2014年と2015年初頭に電力、熱利用、交通の分野で追加・改訂された様々な政策の種類に焦点を当てる。多くの政策はしばしば組み合わせられて実施されるが、ここでは各種政策メカニズムの開発は独立して記述する。この章では、政策のメカニズムの有効性について評価・分析は行わない。

■発電

自然エネルギーを利用した発電促進の目標と政策支援制度は、熱効率や交通分野をしのいで、引き続き大きな注目を集めている。目標は電力部門で自然エネルギーを支援する最も一般的な指標である。この章で考察する目標は、エネルギー政策のフレームワークや国内のエネルギー計画文書、州長の公式申告書など、様々な方法で設置された。

2014年度にいくつかの国が、発電についての目標を追加・改訂した。日本とニカラグアの両国は、新しいエネルギー構成目標を追加した。2014年に発表された日本の第4次エネルギー基本計画は、他の自然エネルギーに関する目標を追加して、2020年までに13.5%、2030年までに20%という目標を定めた⁵⁾。ニカラグアの新たな発電拡張計画では2027年までに自然エネルギーシェア90%を掲げている⁶⁾。また、ボリビアとシンガポールは新たな自然エネルギー技術の容量目標を追加した。ボリビアは、今後10年で太陽光、風力、地熱、バイオマス発電容量を160MW増やすことを目標に掲げ、シンガポールでは2020年までに太陽光発電容量を350MW実施するという目標を初めて掲げた⁷⁾。

7つの国の地域では、既存の目標の修正や、それをもとにした新たな目標の設定を行った。アルジェリアは、既存のエネルギー計画を改訂し、新たな自然エネルギー目標を取り入れ、2030年までに達成するよう定めた⁸⁾。中国は発電容量目標を上方修正し、2015年初め時点で風力発電150GW、太陽光発電70GW（大規模で35GW、分散型で35GW）、水力発電330GWを2017年までに設置することを目指している。また、2015年中に太陽光発電量17.8GW分を導入することを目指している⁹⁾。インドは、2022年までに自然エネルギーの発電量で170GWを、また太陽光発電容量では2022年までに100GWを目指している。これは、当初の予定の5倍にあたる。また、水力発電での目標を定めた小水力発電国家計画も開始した¹⁰⁾。サンタ・ルチアでは、2020年までの自然エネルギー発電容量目標を20%から30%に引き上げた¹¹⁾。トルコは、2023年までに、バイオマス（1GW）、地熱発電（1GW）水力発電（34GW）、太陽光発電（5GW）の累積容量を、既存の風力発電容量目標（20GW）に上乗せすると掲げた¹²⁾。地方レベルでは、ドバイ首長国が2030年までに達成する自然エネルギー発電容量目標を、5%から15%に引き上げた¹³⁾。諸国で目標の引き上げが見られたが、サウジアラビアでは2032年までに全発電容量の33%を自然エネルギーでまかなう計画の達成を、8年遅らせ、2040年までと

¹⁾ 政策や目標を掲げた国の数は、執筆当時、21世紀のための自然エネルギーネットワーク（REN21）が収集した中で最適な情報をもとにしている。

²⁾ アラブ連盟は、アルジェリア、バーレーン、コモロ、ジブチ、エジプト、イラク、ヨルダン、クウェート、レバノン、リビア、モーリタニア、モロッコ、オマーン、パレスチナ、カタール、サウジアラビア、ソマリア、スーダン、シリア、チュニジア、アラブ首長国連邦、イエメンから成っている。

した¹⁴。

固定価格買取制度は、世界中で最も一般的な自然エネルギー規制支援政策である（図30を参照）。2015年初頭には、73か国が全国レベルで固定価格買取制度を導入しており、オーストラリア、カナダ、中国、インド、米国の35の州がこの制度を導入していた。固定価格買取制度の政策は、買取価格の状況や政策の優先順位に応じて調整され続けている。固定価格買取制度の買取価格は、下落する方向に調整されていて（過去の支払い率もさかのぼって下落させるケースもあった）、固定価格買取制度の構成を他の政策要素と統合するケースも複数みられた（競争入札やオンサイトでの消費など表R16を参照¹⁵）。

固定価格買取制度に関連する傾向と発展状況は、所得層や地域によって異なる（図31を参照）。アフリカの国々では、自然エネルギー設置を促進させるため、ますます固定価格買取制度に取り掛かっている。10年前には、アフリカ大陸で固定価格買取制度を導入していたのはアルジェリアだけだったが、2015年初初めにはアフリカの8か国でこの制度が制定された¹⁶（図32を参照）。エジプトは2014年、唯一新たな固定価格買取制度を導入した。エジプトは太陽光での発電（太陽光発電と集光型太陽熱発電）の支払い額を設置規模（50MWが上限で5段階に分かれる）で区分し、風力発電の価格設定も、発電時間の長さによって決定する¹⁶。アフリカの他の地域では、アルジェリアが太陽光発電と風力発電プロジェクトに対して追加支援をするよう制度の規定を改正した¹⁷。2015年初初めには、ガンビア、セネガル、ジンバブエで新たな固定価格買取制度についての議論が行われた¹⁸。

アジアでは、カザフスタンで2013年に制定された固定価格買取制度が2014年に実施となり、また既存の政策について見直す国もいくつか見られた。既存の固定価格買取制度を拡張して新しい発電技術を含めるよう、中国（小規模分散型太陽光発電と洋上風力発電について）とベトナム（廃棄物エネルギー）で決定がなされた¹⁹。

買取価格の低下も中国（陸上の風力発電の固定買取価格の低下）とフィリピン（水力、バイオマス、風力、太陽光発電について）で見られた²⁰。日本では、固定価格買取制度を開始するためにすべての消費者の電気料金にかかる賦課金が2倍となり、設備認定要件を修正する意向を示して、太陽光発電の買取価格を低下させた（2015年4月から開始）²¹。2013年に期限切れとなったマレーシアの固定価格買取制度は再開され、地方の適用範囲を広げるために制度の拡張が行われる。買取価格は低減したが年内には増加させる予定である²²。

2015年初頭、インドの新政府は、太陽光発電への投資と導入の拡大を狙って入札スキームを廃止し、固定価格買取制度を進める意向を持っている²³。南米とカリブの数か国は、2015年初めに固定価格買取制度を実施した。米国領バージン諸島は、10～500kWの太陽光発電を支援する

ため、新たな固定価格買取制度を設けた²⁴。固定価格買取制度と入札制度の組み合わせを基礎としたメカニズムを活用しているコスタリカは、2014年に固定価格買取制度を見直し、2015年初めに太陽光システムの買取価格を認可した。

コスタリカは20MWまでの独立系発電事業者（IPPs）の発電所のみならず、1MWまでの自家消費発電設備から系統へ流れる余剰電力に対しても別途支払いを決めた²⁵。

北米では、固定価格買取制度は未だ州レベルでの実施となっている。2年連続で、米国の州では新たに固定価格買取制度を取り入れるところはなく、制度を続けた州は5つにとどまった。カナダでは、2014年に固定価格買取制度を取り入れた州はなかったが、オンタリオ州では3回目の固定価格買取制度下でのプロジェクト申告を募った²⁶。固定価格買取制度の政策メカニズム発展の最前線を行く欧州の国々は、引き続き既存の政策の改訂に取り組む傾向にある。ただし近年とは異なり、これらの改善箇所は、欧州委員会の指示を通して欧州全域で公式に進められている。2014年に発行された委員会の新しい国家援助ガイドラインは、EUの加盟国に対して、入札という形で2015～2016年の自然エネルギープロジェクトへの支援を行なうように支持した。また、2017年までに自然エネルギーのプロジェクトのすべてを入札で行なうよう指示した²⁷（入札メカニズムについての詳細は補足6を参照）。

この間、2014年にEUの加盟国は既存の固定価格買取制度のスキームに多数の改訂を行った。デンマークとポーランドは新規の固定価格買取制度を設立し、小規模風力発電プロジェクト（デンマークで25kWまで、ポーランドで10kWまで）の発展を支援した²⁸。

フランスの固定価格買取制度はEU法の下では依然として不正な国庫補助であるという2013年の欧州委員会の決定を受け、フランスはEUの法令を順守するため、固定価格買取制度の文言を見直した。結果的に見送りとなっていた風力発電の固定価格買取制度は再開を許可された²⁹。

また、2014年に欧州の国々（ブルガリア、ドイツ、ギリシャ、イタリア、スイスなど）では国レベルで固定価格買取制度の買取価格の削減を行い、とくに太陽光発電と風力発電で顕著に低下させた³⁰。数は少ないものの、徐々に増加しつつある事例（ギリシャやスペインなど）では、これらの改訂は過去の買取にさかのぼって行われた。また、マルタ共和国は、季節ごとに太陽光発電の固定価格買取を調整する計画を承認し、ロシアでは、地元からの調達割合が70%以下の場合に固定価格買取率を低減するよう、域内調達要件を制定した³¹。地方レベルでは、クリミアで買取価格は低減した。買取価格引き下げのメカニズムは、現在複数の欧州の国々（ドイツ、イタリア、スイスなど）で実施されている。英国では、2015年1月からすべての自然エネルギー導入に対して最低3.5%の買取価格引き下げを開始した（総導入量はより高率での自動引き下げの引き金とはなかった）³²。

¹⁴ 政策定義は用語集を参照。

¹⁵ オンサイトでの消費は、発電する場所での電気の消費を促す税金や支払い規則のような仕組みに関係している。

政策マップ

図28.自然エネルギー政策と目標を持つ国々(2015年はじめ)

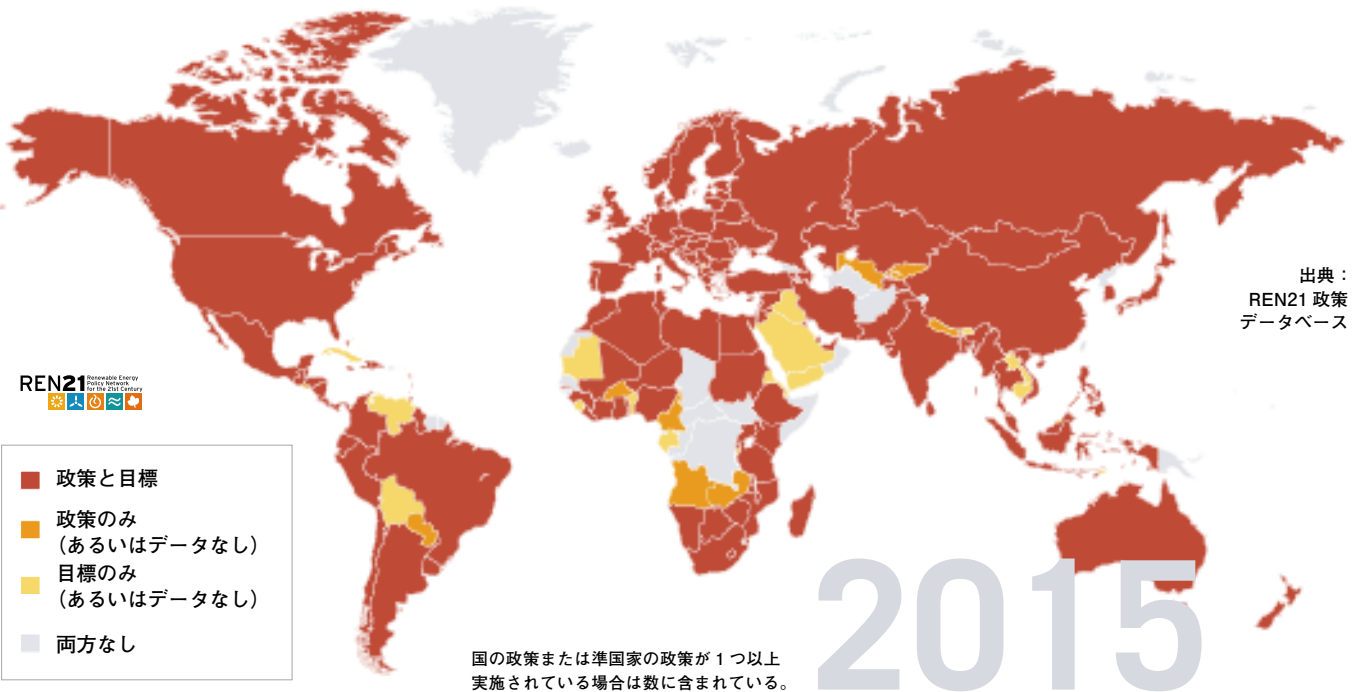
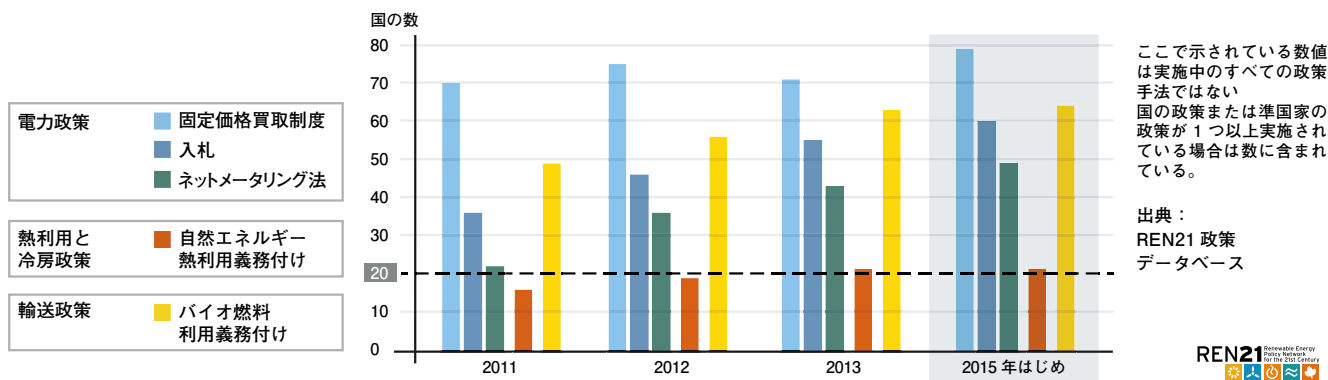


図29.自然エネルギー政策と目標を持つ国々(2005年)



164
か国が
2015年のはじめの段階
で自然エネルギー
目標を定めている

図30.自然エネルギー政策を持つ国の数、政策手法別(2011年～2015年はじめ)



補足6.競争入札・入札政策設計の傾向

競争入札、または入札は、北米や欧州で1980年、1990年代に渡って始まり、何十年にも渡って自然エネルギー発電の拡大や刺激となってきた。近年では、競争入札は世界中に広がっている。

競争入札の構造には、参加の基準に関して多種多様な選択肢がある。入札では、価格・または他の要素・落札者の数・実際に落札されるもの（長期のインセンティブや長期契約の交渉権利など）によって参加資格が与えられる。これらの、または他の制度設計の選択肢は、結果的に全く違う結果をもたらすこともある。

昨今の最大の競争調達は、経済的成長を遂げている国（たとえばインド、ロシア、南アフリカなど）で、とくに南米で顕著に活発化した。アルゼンチン、ブラジル、チリ、ペルーでは、2007年から入札によって13 GWの容量の契約を行った。ウルグアイでは競争入札を使い、2014年から2015年にかけて風力発電容量を40MWから目標値の1GWに増加させた。中央アメリカでは2014年、エルサルバドル、グアテマラ、ホンジュラス、パナマ各国で自然エネルギーの入札を開始した。

南米と他の地方では、特記すべき傾向として、特に太陽光発電で自然エネルギー契約価格が急落している。たとえば、昨今のブラジルの太陽光の入札では、890 MWの事業に対し、平均入札価格が0.087ドル/kWhのものに契約が発注された。ドバイでは、2014年11月に、100MWの太陽光発電が0.06ドル/kWhという低値での入札になった。パナマでは172MWの太陽光発電を、平均0.088ドル/kWhで契約し、一方で卸売りのスポット市場価格は0.3ドル/kWh以上に増加した。いくつかの国において近年の太陽光発電の落札価格が低いことから、本当に実現可能な計画を支援するのに十分な価格であるのかという疑問が浮上した。政策策定者にとって鍵となるのは、昨今世界規模で行われた落札のうち、実際にプロジェクト化され

たものはいくつか、ということである。競争入札は、自然エネルギー価格を下降させる圧力をかけることができる。しかし、投機的な行動や経験の浅い入札者がいると、価格が非現実的に低くなり、結果的に契約の大失敗になりかねない。制度設計に注意を払えば、このようなリスクは軽減できる。

競争入札が国際的に普及し続ける中、鍵となる問いは、入札が政策枠組みとどのように重なるのか、ということである。21世紀初頭から、入札と他の政策の種類（固定価格買取制度・短期的証書市場など）を比較した際のメリットについて議論が進んできた。入札はある国々（南アフリカなど）では重要な自然エネルギー獲得メカニズムとして固定価格買取制度に取って代わり、また他の国々（中国、アイルランドなど）では、逆に固定価格買取制度が入札制度に取って代わった。

政策策定者の間で、固定価格買取制度と競争入札の組み合わせが広まりつつある。

いくつかの国々では、異なる市場を支援するために入札と固定価格買取制度が並行して行われている。フランスと台湾では、固定価格買取制度が小規模太陽光発電の支援に用いられる一方で、入札は大規模なシステムの支援に用いられている。ウガンダでは、入札は太陽光発電の支援に使われており、固定価格買取制度は他の発電資源のために使われている。

他の国々で、固定価格買取制度の要素と競争入札の制度設計の要素が組み合わさった政策の中で利用されている。競争入札の結果が、次に固定価格買取制度の買取価格の設定に用いられる可能性もある。これらの政策の組み合わせは、さらなる柔軟性を政策策定者にもたらししたが、ゆくゆくは伝統的な政策手法の分け方で分類することを難しくさせるだろう。

出典 — この章の巻末注27を参照。

¹ 契約の失敗は、自然エネルギープロジェクトが、落札された後、実現しなかった時に起こる。たとえば1990年代、フランス、アイルランド、英国の競争入札は、68～78%の契約失敗に終わった。

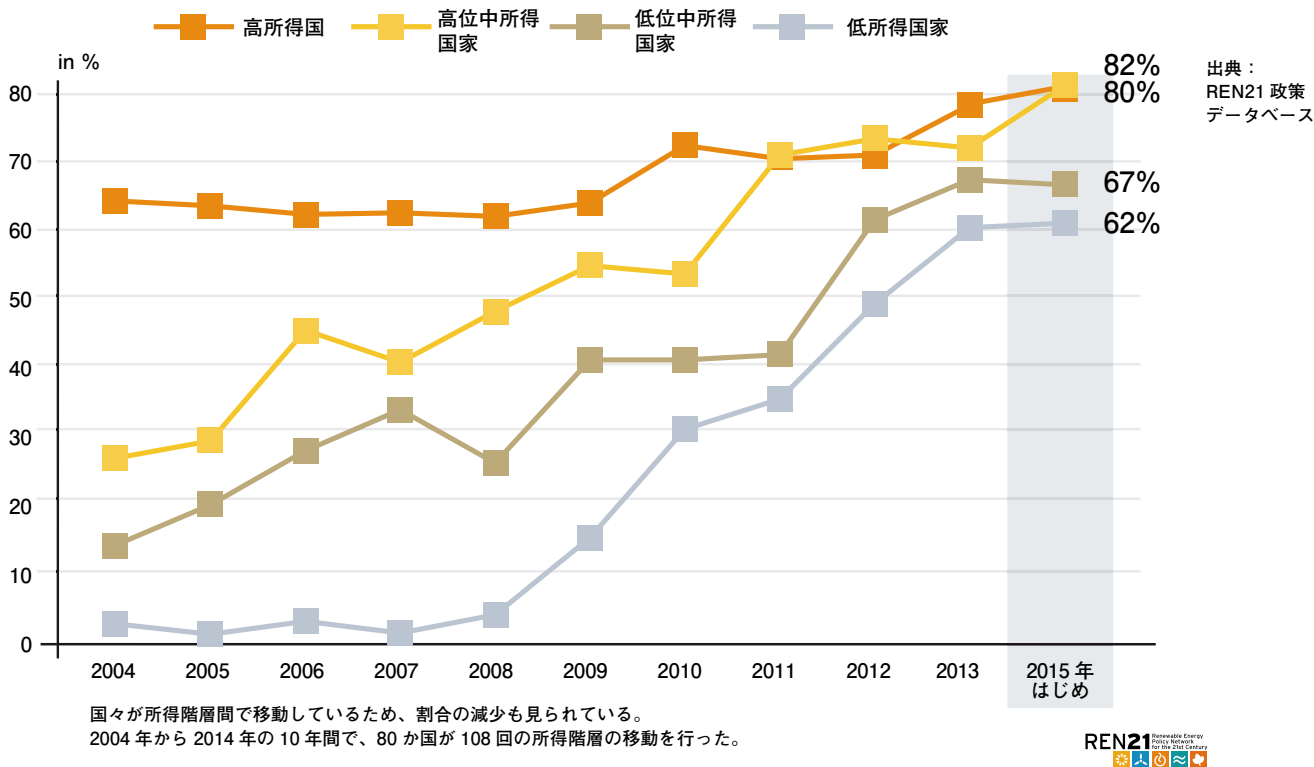
自然エネルギー入札 – またの名を公共競争入札やオークション – を採用する国はだんだんと増えてきている。2015年初めには60か国が技術によらないものと、単一技術の自然エネルギー入札を行った。2015年初めには、60か国が、技術によらないものと、単一技術の自然エネルギー入札を行った（補足 6を参照）。ヨルダン、ロシア、ウガンダなどの国々は複数技術の入札を行い、一方でアルゼンチン、エジプト、インド、モロッコ、ルワンダは単一技術の入札を行った。ブラジル、南アフリカなど他の国々では単一、または複数技術の入札を行った³³。

複数技術の入札の例を挙げると、ヨルダンが自然エネルギー入札を太陽光発電プロジェクト12個、風力発電プロジェクトに2個割り当てた。ウガンダでは、3度目の入札は水力発電、

バイオマス、バガス発電プロジェクト開発者に割り当てられた³⁴。単一技術のオークションは、事例として、2015年初頭に開始したアルゼンチンの地熱発電入札、入札制度を利用して国レベルで太陽光発電を発展させ、6つの州で太陽光発電入札を行ったインド、太陽光発電入札を行ったルワンダが挙げられる³⁵。北アフリカでは、エジプトとモロッコの両国が風力発電オークションを行った³⁶。州レベルでは、オーストラリアの首都エリアで大規模風力発電入札を行った³⁷。入札の拡大傾向に焦点を当てると、2015年初頭に制定されたポーランドの新規自然エネルギーの法律は、新たな入札システムを定め、既存のグリーン電力証書貿易システムに取って代わるまでに発展させた³⁸。

政策策定者は、入札計画をより魅力的に見せるために、

図31.自然エネルギー政策を持つ国々の所得階層別の割合（2004年～2015年はじめ）



既存の入札メカニズムに複数の訂正を行った。欧州では、デンマークやフランスなどの国々が入札の制度設計において民間産業との共同を促進するための協議を実施し始めた³⁹。他国の政策策定者は、入札管理を統制するための新たな規制を実施した。ブラジルは、入札前に確実な送電網への接続を確保するよう入札資格を見直した。中国は入札結果との干渉を避けるため、メカニズムの透明化を強化した⁴⁰。

ネットメータリングやネットビルディング政策は、2015年初頭に48か国で施行された。2014年、コロンビア、コスタリカ、ホンジュラスの3か国で新たなネットメータリング制度を採択した⁴¹。州レベルでは、この地域ではヨルダンに続き2番目となる、屋上設置型太陽光発電に対するネットメータリングが、ドバイで定められた⁴²。近年、デンマークなどの国々ではネットメータリングのクレジットの支給を繰り越す期間を1時間（他国で行われているような1ヶ月、1年のかわりに）に限定していたが、迅速な市場成長に対応するようネットメータリング政策を見直した。

2014年、複数の新たな国と地域が既存のネットメータリング/ビルディング政策を改訂した。米国のバージン諸島では、ネットメータリングと固定価格買取制度の最大容量値15MWを予定より早く達成したことを受け、太陽光発電の導入を一時的に保留した⁴³。諸島の州では、余剰電力を通常の値段で買い取るのをやめ、それよりも安く買い取るようになった。例を挙げると、セーシェルでは、ネットメータリングプログラムで、余剰電力に対して、削減できた化石燃料分の費用

の88%を支払うことになった⁴⁴。バルバドスとセント・ビンセント、グレナディーン諸島では、小規模発電所は自家発電した電力を使用し、また余剰電力を送電網へ流した場合、小売価格よりやや安い価格が受け取れる、という新たな政策を各地域で実施した。ただし、大規模発電所は発電した電力を現地で使用することを禁止し、発電量のすべてを送電網へ流さなくてはならないと定められている⁴⁵。

固定枠（クォータ制）、または自然エネルギー割当義務制度（RPS）は、電力事業者により供給される自然エネルギー電力容量や電力を発電所で供給するよう義務づけた。従来これらの政策には、義務づけされた目標値を含むものや、取引可能な自然エネルギークレジット（RESs）のような履行確保制度を含むものがある。2015年初頭、自然エネルギー割当義務制度（RPS）や固定枠（クォータ制）制度は、中国、イスラエル、英国など27か国で国の制度として、またベルギー（2地域）、カナダ（4州）、インド（27州と7の連邦直轄領）、米国（29州、コロンビア特別区、自治体2箇所）において導入されていた。

米国では、自然エネルギー割当義務制度（RPS）は、州レベルで自然エネルギー普及のための規制方法として好んで利用されている。義務枠は州によって大きく異なり、カリフォルニアでは自然エネルギーが総電力の33%を占めるよう要求しており、米国内では最も意欲的な義務づけとなっている⁴⁶。州レベルの自然エネルギー割当義務制度（RPS）は、2014年と2015年初頭も反対派と対立し、オハイオ州では米国で初めて、自然エネルギー割当義務制

度（RPS）の凍結を決定し、2017年まで再開の予定はない⁴⁷。2015年初頭、ウエストバージニア州では、米国初となる自然エネルギー割当義務制度（RPS）の廃止が決まった⁴⁸。コロラド、カンザス、ニュー・メキシコ、オクラホマ、テキサスなど他の州では、引き続き自然エネルギー割当義務制度（RPS）の縮小、または廃止の議論が続いている⁴⁹。

2015年の初めの時点で、約126か国で減税、補助金、低金利ローンなど、なんらかの形の財政支援を採用してきた。2014年には、新たな支援計画や既存のプログラムに対する改訂案が一年を通して出てきた。コロンビアの新しい自然エネルギー法は、自然エネルギー促進のための新たな税制上のインセンティブ（輸入税の免除、消費税の免除、加速償却、所得税控除など）を含む⁵⁰。マレーシアでは、消費税と輸入した太陽光発電用パネルの一般売上税の控除を行った⁵¹。

米国では、複数の自然エネルギー技術を対象とする生産税控除（PTC）（2013年で一度期限切れとなっていた）が2014年12月、一時的に2週間だけ再制定され、2015年1月前に工事を始めたプロジェクトに対しさかのぼって支援することを決めた⁵²。州レベルでは、カリフォルニア州で夕方前の電力ピーク時に対応できる太陽光発電をさらに普及させるため、払い戻し制度の改正を行った。改正案には、通常の南向き太陽光パネルの設置に対する払い戻し額に比べ、西側を向いているパネル投入に対しての払い戻しを15%増加させた⁵³。

以前からの支援メカニズムに加え、グリーンバンク（2014年に開始された英国やニューヨークグリーンバンクなど）やグリー

ンボンドは、その革新的な選択肢の提示で政策策定者からの支持を集めている。

2014年、国や州政府が自然エネルギー電力部門の財政支援を広げる一方、インセンティブの撤廃を決める政府もあった。たとえば、ウクライナ政府は、自然エネルギー電力小売企業の所得税控除を撤廃した⁵⁴。米国では、フロリダの規制当局によって2015年で太陽光発電の払い戻し制度を閉鎖することになった⁵⁵。

自然エネルギー発電に対する費用や料金を課する国は徐々に増えている。料金の請求形態は様々であり、その資金は様々な費用の補填（発電事業者の固定費を含む）に利用される。近年、欧州の国々（チェコ、ギリシャ、スペインなど）では、送電網への接続、自然エネルギー発電に対する税のいずれか、または両方に対する支払いを定めた。その中には、自家消費用の発電や系統への電力販売に対する支払いも含まれている。ブルガリアは太陽光発電と風力発電で得た収入に対して税率20%の徴収を制定した。しかし、国の最高裁判所はこれを違憲として覆した⁵⁶。ドイツは、太陽光発電容量10 kW以上で自家消費される施設の設置に対して、固定価格買取制度の課徴金の拡大を決定し、イタリアは太陽光発電で自家消費される電力に対して5%の支払いを課した⁵⁷。

アメリカ大陸では、コスタリカは自然エネルギーシステムの送電網の拡大に対して支払いを課した。2015年初頭には米国の8州で既存または新規の太陽光発電システムに対して課徴金制度を設置した。さらに11州に同じ制度を設置しようとしている⁵⁸。

図32.自然エネルギー政策を持つ発展途上国と新興国（2004年、2009年、2015年はじめ）



国の政策または準国家の政策が1つ以上実施されている場合は数に含まれている。

国内の製造業を保護するため、自然エネルギーに使われる部品の輸入に支払いを課す国も複数現れた。太陽光発電の構成部品を巡って、米国と中国の戦いは続いている。2015年1月、米国は中国と台湾から輸入した太陽光発電の部品やモジュールに対して91%の税金を定めた⁵⁹。その間、中国は42%のダンピング防止税を欧州のポリシリコンに課した⁶⁰。2014年、米国は世界貿易機構（WTO）に、インドでのインド製品の使用義務付けに対する提訴に乗り出した。また2015年初頭、カナダは中国製の太陽光発電設備に対し輸入税を設けた⁶¹。

国際貿易に関して議論は絶えないが、2014年は合意も複数交わされた。たとえば米国とインドでは、米国が自然エネルギーと気候の達成目標を支援するため以前取り決めていた20億ドルを支払い、自然エネルギー開発を一層進めて相互的な協力をする事で合意した⁶²。また、米国と中国は、クリーン・エネルギーの促進準備を含む気候変動対策を共同で行っていくことで合意した⁶³。

自然エネルギーはエネルギー構成の中で着実にシェアを伸ばした。技術的解決法を探索することで統合問題の軽減を図り、同時にプロジェクト開発を単純化して、ソフト（ハードの部分ではなく）に掛かるコストを減らすよう政策計画に組み込んだ。英国では市販の屋上設置型太陽光発電パネルと温水システムの条件を改正し、1MW以内のプロジェクト許可の取得を免除した⁶⁴。州レベルでは、カリフォルニアで太陽光発電プロジェクトの承認と確認手続きの単純化を行った⁶⁵。

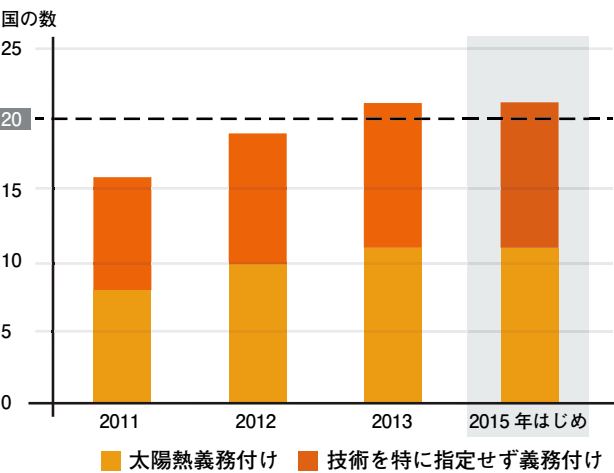
蓄電容量を増加させたり送電網インフラを近代化させたりするため、従来のメカニズムも取り入れられている。事例としては、ケニアの消費税の見直しが行われ、太陽光発電専用蓄電バッテリーの消費税を排除し、また日本では7千万ドル（810億円）の資金を投じ蓄電技術の助成金を設置した⁶⁶。一方、パキスタンでは太陽電池の輸入に税金を課した⁶⁷。

米国では、送電網と蓄電のインフラ整備プロジェクトが複数の州で活発に行われている。カリフォルニアは2014年、州の前年に定められたエネルギー貯蔵義務量を達成するため、競争入札で264MWの蓄電容量を約定した⁶⁸。また2014年、ハワイは州の送電網グリッドを発展させるためにいくつかの条項を義務づけ、送電網のオペレーターに太陽光発電の系統接続手続きを向上させ、デマンドレスポンスプログラムに投資するよう、他の事柄と一緒に促した⁶⁹。マサチューセッツでは、次の10年で州の送電網を近代化させるよう、180万ドルをプロジェクトにつぎ込んだ。この近代的な送電網には、蓄電池やマイクログリッドを搭載し、柔軟性のあるエネルギーインフラを開発する意図がある⁷⁰。ニュー・ジャージーでは、300万ドルを蓄電プロジェクト13個に割りあてた⁷¹。

■熱利用と冷房

自然エネルギーの熱利用と冷房は国のエネルギーシステムにおいて重要な役割を果たす潜在性があるにも関わらず、これまで国の政策策定者はそれらに注意を向ける余裕がほとんどなかった。しかし、この状況も変わりつつある。

図33.技術別の自然エネルギーによる熱利用と冷房を義務付けた国の数（2011年～2015年はじめ）



国の政策または準国家の政策が1つ以上実施されている場合は数に含まれている

出典：REN21 政策データベース



政策過程の中で、自然エネルギーの熱利用技術は、冷房技術以上に関心を向けられてきた。熱利用技術の中でも太陽熱、さらにその中でも太陽熱温水システムは、公共政策において注目的となっている。また、政策の主たる関心は、産業部門ではなく住宅用や商用建築物に関してであったが、近年になって、いくつかの国では産業での熱利用に関心が移った。例えば、オーストリア、デンマーク、ドイツ、インド、メキシコ、タイ、そしてチュニジアはいずれも発電所規模または産業での自然エネルギーの熱利用を後押しするインセンティブの仕組みを持っている⁷²。産業部門の政策担当者は公的な財政メカニズムに最も関心を向けた。電力部門についても、政策目標の複合化、導入割合の設定と動機付け政策、規制政策、そして公的な財政メカニズムを通じて、政策担当者は自然エネルギーによる熱利用および冷房を推進している⁷³。（補足7参照）

自然エネルギーによる熱利用および冷房の目標については主に欧州に限られているが、2015年の初期には世界中の45か国が目標を持っていたと推定される。（表R14参照）2014年には他の国で新しい目標は設定されなかった。地方レベルでは、ドイツのバーデン・ヴュルテンベルク州が熱利用の目標を改訂し、住宅用建築物に対する自然エネルギーによる熱利用の割合の要求水準を2010年からの10%から15%まで引き上げた⁷⁴。

伝統的に、目標は全ての冷熱需要の内、自然エネルギーの技術により供給されるべき特定の割合を定めるか、もしくは特定の容量の自然エネルギーや熱利用システムや、新しい自然エネルギー熱システムの導入に目を向けてきた。欧州ではEUやEnergy Community 加盟国における目標の大多数がそれぞれの国の再生可能エネルギー国別行動計画（NREAP）を鑑みて決められている。

自然エネルギーの熱利用や冷房の推進義務化は、しばしば建築基準法にも含まれており、地方自治体レベルと比較して国家レベルではゆっくりと進められている。(都市政策の項を参照) 一般的に政策担当者は、2種類の義務化政策を行なう。1つは太陽熱利用の義務化であり、11の国と地域で制定されている。もう1つは、エネルギー源を特定しない自然エネルギーの熱利用の義務化であり、2015年前半までに10か国で施行されている(図33を参照)。

南アフリカは2014年に新たな義務を設けた唯一の国であった。その義務は、新築または改修された建物において、温水利用量の最低でも50%を太陽光や地熱、バイオマスによる熱、熱回収システムなどの自然エネルギーを用いて供給することを要求している(この政策は2011年に制定されたが、施行されたのは2014年9月であった)⁷⁵。国家レベルの政策のほとんどが、欧州のものであったが、これはEUにおける建築物のエネルギー性能に関する欧州指令により規定された建築物の効率性の必要条件を遵守するために、自然エネルギーの熱利用を義務化したからである。

ギリシャやヨルダン、ケニアやウルグアイなど、多くの国の熱利用や冷房における自然エネルギー利用義務化政策は太陽熱による給湯に着目している。しかし、ギリシャを例外として、フランスやドイツ、アイルランドなど欧州におけるほとんどの熱利用義務化は、概してエネルギー源を特定せず幅広い自然エネルギーの熱利用技術を支援している。

既存する政策の大部分は2014年から変わっていない。いくつかの政府は自然エネルギーの熱利用要件を、電力会社に課された既存の自然エネルギーの電力利用義務と統合し始めた。2014年には、マサチューセッツ州が、コロンビア区、メリーランド州、ニューハンプシャー州、ノースカロライナ州に次いで、州の既存の自然エネルギー割当義務制度(RPS)のもとで義務達成手段として認定される再生可能エネルギーの熱利用を義務化した5つ目の地域になった⁷⁶。

少数ではあるが、実績に基づく政策メカニズムが熱利用部門にも採択された。2014年には、イギリスが家庭での自然エネルギー熱利用のインセンティブプログラム(dRHI)を開始した。これは熱生産量に基づいて資金を与える長期型のプログラムで、既存の家庭以外のRHIスキームを補完するためのものである。この新しいdRHIは家庭内での太陽熱温水システム、バイオマス給湯器・ストーブ、地中熱や空気の熱を利用したヒートポンプによる熱利用に対して資金を供給する⁷⁷。2014年にもまた、既存のRHIの枠組みのもとで買取価格が引き上げられた⁷⁸。

財政的なインセンティブを与える方法は、2014年に自然エネルギーの熱利用と冷房システムに対する補助政策として最も広く制定された。これらの仕組みは一般的に初期投資費用を補助金や低金利ローン、税的優遇によって減らすのに役立つ⁷⁹。2014年には、アルジェリア、チリ、ルーマニア、スロベニアの4つの国が前年に失効になったインセンティブの枠組みを再導入した。アルジェリアは太陽熱による給湯を推進するために2つ目の国家プログラムを開始し、システム構築にかかる費用の最大で35%の補助金を提供している⁸⁰。

チリは住宅用太陽熱システムに対する税額控除を再び導入し、さらに公営住宅も対象に加えた⁸¹。ルーマニアはCasa Verdeプログラムを再開し、太陽熱やバイオマスシステムの設置に対して補助金を供給している⁸²。スロベニアは環境公共基金を延長し、太陽熱システムや木材を使ったボイラーに対して補助金や低金利ローンの提供を延長した⁸³。

複数の既存の財政的なインセンティブが2014年に改訂された。チェコ共和国、インド、ケニアはインセンティブを強化した。チェコは、民間部門の融資援助が低水準であることや、行政の負担が比較的大きいといった状況の中で、自国のGreen Saving programmeの融資の第2期を開始した⁸⁴。インドは太陽光設備の部品への関税免除を改訂し、太陽熱利用システムの製造に使われる部品にかかる消費税や輸入税を免除している。これまでは太陽熱利用装置にかかる関税は14~21%であった⁸⁵。ケニアは既存の税制を改訂し、太陽熱温水システムにかかる付加価値税を廃止した⁸⁶。対照的に、南アフリカやイタリアではインセンティブを減らしている。南アフリカは輸入された太陽熱温水システムへの補助の全てを廃止し、70%が国内で製造されている高圧システムに対する払い戻しも制限した⁸⁷。イタリアは自国のConto Termicoインセンティブ枠組みに対して補助金の上限を設け、補助金を投資コストの65%までに制限した⁸⁸。

アメリカの州レベルでは、マサチューセッツ州が太陽熱温水システムに対する払い戻し額を引き上げた。商用のシステムに関しては最大で2倍に増やし、住宅用のシステム、公共と非営利の投資家に対してはインセンティブを増加させた⁸⁹。さらに、ミネソタ州は住宅用・商用太陽熱温水システムに対して10年間の払い戻しプログラムを開始し、ニューヨーク州は2015年に高効率で排出量の少ない木質熱利用システムを導入する家庭および商用目的の消費者向けとして、2700万ドルの払い戻しファンドを設立した⁹⁰。

政策担当者は自然エネルギーの熱利用をエネルギーの認可や計画段階からにより広く組み込んでいくことを始めた。例えば、スコットランドは自然エネルギーの熱利用の国内の市場規模を拡大するために、2014年にいくつかの規定を新設した。自然エネルギーの熱利用技術の設置を簡略化するために、スコットランドは地域熱供給システムの計画と認可を統治する新しい規定を設け、地方自治体に対して自然エネルギー熱利用マップ作成のための自然エネルギーの熱利用のデータセットのトレーニングを提供している。自然エネルギー熱利用マップは熱需要と熱供給を示し、両者を繋ぐ機会を提示するものである⁹¹。

補足7. 建物と地域熱供給ネットワークのための統合的な自然エネルギーの熱利用と冷房に関する政策

熱エネルギーは世界のエネルギー利用の約50%を占めている。しかしそれらの熱や冷房のうち、近代的な自然エネルギーによって賄われているのは8%にすぎない。自然エネルギーによる熱利用と冷房を広く展開することは、エネルギー安全保障、温室効果ガスの削減、経済発展の目標を達成するために必要不可欠である。自然エネルギーによる熱利用と冷房の規模を拡大するために、政策当局は自然エネルギーの熱利用および冷房を、新規または既存の建物に組み込む革新的かつ統合的なエネルギー政策を作っている。インセンティブ政策や義務政策、モデル建築、計画策定などいくつかの新しい政策が近年になって採用され、自然エネルギーによる熱利用および冷房がエネルギーや気候といったより大きな目標と結びつく形で認識されるようになった。

■新規または既存の建物における自然エネルギーの熱利用および冷房

オーストリアのオーバーエスターライヒ州やデンマーク等のいくつかの世界的な代表例を除くと、世界のほとんどが建物における自然エネルギーの熱利用および冷房の必要性を見過ごしてきた。しかし、それも変わりつつある。例えば、2012年にはイギリスが商業や産業部門に対する自然エネルギーの熱利用インセンティブ政策（RHI）を開始した。これは熱利用に対する包括的な実績ベースの優遇策の先駆けとなるものであり、2014年には住宅部門も対象に加えた。このRHIは住宅、商業、公共、産業の消費者が生み出した全ての自然エネルギーによる熱を固定価格で買い取るものであり、1kWhあたり1ペンスで買い取る。

2008年には、ドイツが2020年までに自然エネルギーによる熱利用および冷房を14%にする法的拘束力のある目標をたてた。ドイツの政策策定者は、全ての新規建築物の建設時に太陽熱温水システムやバイオマス、地中熱によるヒートポンプなどを含む自然エネルギーの熱利用および冷房を組み込むことを要求することで義務を達成しようと努めた¹。ドイツのバーデン＝ヴュルテンベルク州ではこの義務政策をさらに進め、既存の居住用建造物に対しても中心となる熱システムが取り替えられる時に、少なくとも10%の熱を自然エネルギーにより供給することを必要条件としている。2015年の7月からはバーデン＝ヴュルテンベルク州はこの水準を15%にまで引き上げる。2012年にはケニアが一日に100リットル以上の温水を使う既存の建物全てに、5年以内に太陽熱温水システムを導入して需要の60%をまかなうことを義務化した。この義務政策は全ての新規の建築物にも適用される。

これらの政策が建造物での自然エネルギーの熱利用および冷房を直接的に促進しようとする一方で、ネット・ゼロ・エネルギー（NZE）の建物の建設を促進するための政策が自然エネルギーの熱利用および冷房を後押ししている。熱利用と冷房は建物内でのエネルギー消費のうち最大のものであるため、自然エネルギーの熱利用と冷房の

技術はNZEの建物を実現するには欠かせない。結果的に、NZEの目標や義務政策、その他の政策が事実上自然エネルギーの熱利用および冷房を促進する政策としてはたらいっている。

例えば、EUの建物のエネルギー性能に関するEU指令のもとで、EU加盟国は2020年までに新規の建設をNZEに近い状態にすることが求められている。米国では、カリフォルニアが2020年までに新規住宅、2030年までに商用建築物をNZEにするために強力な計画手順を実施している。マサチューセッツやニューヨークを含む他の米国の州では、試験的な補助金やコンペを建築物に対して実施した。いずれもNZEの潜在性を調べるためである。日本は2020年までに新しい公共建築物を、2030年までに民間建造物をNZEにすることを目指している。いずれのケースについても、政策担当者や建物の所有者、ディベロッパー、そして設計者達は、自然エネルギーの熱利用および冷房の役割を、建物のエネルギー目標を達成するための統合的エネルギーシステムの一部とみなしている。

■自然エネルギーの熱利用とスマート地域エネルギーネットワーク

歴史的に、従来の地域熱供給ネットワークはいくつかの大規模で集中型の熱源によって構築され、エンドユーザーに一方的に熱を送る形を取って来た。それとは対照的に、スマート熱ネットワークは、多くの分散型の熱源がエネルギーを系統に逆方向に供給することを可能にする。これによって、熱ネットワークの柔軟性と信頼性はより高まる。また、それは地域熱供給ネットワークの中で、自然エネルギーの熱利用および冷房やエネルギー効率化技術をより多く利用することを可能にする。しかし、スマート地域熱ネットワークの広範囲における展開は、数多くの技術的また市場の障壁によって妨げられてきた。それらの障壁に対して、政策担当者や系統管理者（特に欧州の）は今まさに立ち向かい始めている。

従来の地域熱供給ネットワークは、高圧システムの中で、中～高温の熱をこれまで消費者に供給してきた。これらのシステムにはバイオマス、CHP、化石燃料のボイラーのみが使われるのが典型的であり、太陽熱温水システムや、先進的ヒートポンプなどの低温自然エネルギー熱/冷房利用技術の広範な導入を妨げてきた。

この技術的な障壁に対処するために、地域の熱供給者やエネルギープランナーは低温地域熱系統を試験運転する準備をしており、カナダやデンマークでは実際に試験運転をしている。運転時の温度が低いために、それらのネットワークはさらに効率的で、最終消費者は余った低温熱を建物から系統に供給することが出来る。低温ネットワークは、自然エネルギーの熱利用および冷房やエネルギー効率が高い技術を、建物に組み込む上でコミュニティの柔軟性を高める「スマートシティの根幹として機能」することを期待されている。

市場の障壁に対処するため、また分散的な熱供給者がス

マート熱グリッドに熱を送る動機を与えるために、新しい相互接続や、熱の配分制御、買い取り政策が必要とされている。その目的達成に向け、近年ハンブルクで開催された国際建物展示会では、新しい規制策を実践しているWilhelmsburg地区でのパイロットプロジェクトを展開した。その規制の枠組みは、集中型設備での熱生産、分散型の自然エネルギーの熱利用および冷房、蓄熱を組み合わせたスマート熱システムの運用を可能にした。

Wilhelmsburgでのプロジェクトを監督している地域組織は、ドイツでの自然エネルギーへの固定価格買い取り制度の考え方を熱にも応用した。2012年には、分散した熱供給者が、システムの年間必要量の10%までを優先的に送るという規制が制定された。システムの運用企業は分散型の熱供給者が供給した全ての自然エネルギー熱に対して、kWhあたりで固定された価格を支払う。時間が経つにつれ、分散した熱生産者がWilhelmsburgの中心のシステムに必要な熱の25%を供給できるようになるように、買い取り上限は引き上げられるだろう。

■地域冷房に対する計画と技術的補助

いくつかの政府は地域冷房のための計画づくりを助けるため、または地域冷房の規則、財政支援、発展のためにその権限を使っている。例えば、ドバイの都市では2030年までに冷房容量の40%を地域冷房により供給する目標を持っている。ドバイにとって、総電力消費のおよそ70%を占めるエアコンの運転量を減らす必要性が主な動機である。ドバイは、公共の資産と規制権限を利用して地域冷房の導入を最大限支援した。そのなかには、供給負荷のリスクを和らげ、投資を引き出すために安定的な需要を生み出すことも含んでいる。特に、全ての公的建設物や新たな開発は地域冷房システムに接続される必要がある。

欧州では、欧州委員会が共同出資してRenewable Smart Cooling Urban Europe (RESCUE) プロジェクトを立ち上げた。RESCUEは地方の政策担当者が低炭素地域冷房システムを開発・実施する際の障壁に対処するための技術的サポートを提供する。これはサポートパッケージの提供を含んでおり、エネルギープランナーや技術者にプロジェクト概念や実行可能性から、実施に至るまでの開発ガイドラインを提供する。持続可能なエネルギー行動計画 (SEAP) のEU首長誓約に対応するかたちで、炭素排出削減を達成する方法としての地域冷房のポテンシャルを評価するために、RESCUEサポートを使って、多く都市が実行可能性に関する研究を始めると予想されている。

出典：この章の注73を参照



ⁱ ヒートポンプのエネルギー出力は少なくとも最終エネルギーベースで見ても部分的には自然エネルギーである。(GSR2014の補足4を参照)

■交通

交通用燃料の分野における自然エネルギーは、規制策や金銭的なインセンティブ政策の組み合わせにより推進されている。電気自動車もますます注目を集めている。ただし、自然エネルギーと関連して推進されており、かつその推進の程度も自然エネルギーと比較すると限定的なものである。近年では、交通に関連する政策はバイオ燃料部門や道路交通の開発に目が向けられてきたが、他の交通形態も関心を集めつつある。

特定の量や割合のバイオディーゼル、バイオエタノール、先進型バイオ燃料を交通用の石油系燃料に混ぜる混合義務は現在33か国で実施されており、31の国レベルの政策と26の州／県レベルの政策がある。それらの政策枠組みの中で、44の政策事例ではバイオエタノールの混合割合を指定しており、27の政策事例ではバイオディーゼルの混合を義務化しており、多くの国が両方のバイオ燃料混合義務化を施行している。(表18と図34参照)

いくつかの国は2014年に既存の義務を強化した。アルゼンチンは2014年12月にバイオエタノールの混合義務を従来の7% (E7) から10% (E10) に引き上げ、さらに別個にバイオディーゼルの10%混合 (B10) も義務化した⁹²。ブラジルはバイオディーゼル混合義務を2014年に2回引き上げた。7月1日に従来の5%から6%に引き上げ、11月1日に7%に引き上げた。また、ブラジルはエタノールの混合割合の上限を25%から27.5%に引き上げた⁹³。マレーシアは、バイオディーゼルに関して5%から10%に引き上げた⁹⁴。パナマは混合義務を2014年に2%から5%に引き上げ、さらに2015年初期に7%に引き上げた⁹⁵。ベトナムは7つの都市にエタノール5%混合の燃料を流通させることを要求する国家政策を公布した⁹⁶。州レベルでは、ミネソタ州がバイオディーゼルの10%義務化を定めた国内最初の州となった⁹⁷。

再生可能エネルギー燃料を利用するために、ますます多くの義務化が施行される中、義務を達成するために使われる第一世代のバイオ燃料の持続可能性についての論争が多くの国で続けられている。2014年には、欧州のエネルギー大臣が、EU全体での再生可能エネルギー交通燃料の目標 (全交通用燃料の10%) に向け、穀物や他のでんぷんが豊富な作物や砂糖、油料作物などから作られるバイオ燃料の割合の上限を7%とすることに同意した。なお、前年の2013年時点での欧州議会の提案は5%を上限とすることであった⁹⁸。上限を7%に引き上げる最終的な決定は2015年になされると予想されている。国単位ではイタリアが先進型バイオ燃料に対して具体的な混合義務を導入した欧州における最初の国となった。2018年までに発効し、0.6%の先進型バイオ燃料の混合が義務化される⁹⁹。2014年の初期には、スペインがどのバイオ燃料の原材料が国のバイオ燃料混合義務法に適合しているかの規定を改訂した¹⁰⁰。

複数の国は再生可能エネルギー燃料を推進する追加的手段としてバイオ燃料の開発と製造に財政的支援を行っている。例えばブラジルは2014年にエタノールの輸出に対する減税を認可した¹⁰¹。インドはバイオディーゼルの販売に関する規制を緩和し、生産者が直接消費者に販売できるように

することで、バイオディーゼルの市場を拡大しようと試みている。インドの州が保有する鉄道会社であるインド鉄道は機関車の燃料に5%のバイオディーゼルを混合することを目指している¹⁰²。一方で、バイオ燃料に対する支援を削減した国もある。例えばオーストラリアの2014年度予算案においては2015年半ばまでにバイオエタノール生産に対する補助金を終了する見通しであり、ウクライナは代替交通燃料に対して消費税を課した¹⁰³。

国際的なバイオ燃料の貿易は2014年の間、政策策定者の注目を集め続けた。南アフリカはEUと新しい経済的協定を締結し、南アフリカはEUに対して8万トンのバイオエタノールを非課税で輸出することとなった¹⁰⁴。しかし、多くの国が国際取引におけるバイオ燃料部門の開発を中心に不満を申し立てている。インドネシアは、インドネシアからのバイオディーゼルの輸出に対するEUのアンチダンピング関税について、WTOに不服を公式に申し立てた¹⁰⁵。アルゼンチンもEUに対して国内のバイオ燃料産業のために同様に不服を申し立てている¹⁰⁶。

電気自動車（EV）は、世界の自動車市場においてまだシェアは小さいものの、拡大を続けている。世界中で電気自動車の販売を拡大するための優遇策が多く存在する中で、発電源に関わりなく、自然エネルギーによる発電と電気自動車を合わせた開発に重点的に取り組んでいる国はほとんどない。もし同時平行で開発されれば、電気自動車と自然エネルギーは温室効果ガスの削減に関して、それぞれが単独で示しうる以上の潜在能力を発揮できる。さらに、電気自動車は充電施設を提供することにより、送電系統間のネット

ワークのバランスを取る潜在性がある¹⁰⁷。2014年に、中国では2016年までに政府所有の全車両の少なくとも30%を電気自動車にすることを決定した¹⁰⁸。地方レベルでは、アメリカのメリーランド州では、電気自動車の充電スタンドへの太陽光発電の設置を支援する200万ドルの補助金プログラムを施行した¹⁰⁹。

■都市や地方自治体の政府

都市や地方自治体は電力事業や建物、交通システムに自然エネルギーを統合していくための先導的役割を担っている。世界の何千もの都市や町がそれぞれ独自の調達や規制の権限を用いて政策や目標を決定したり、自然エネルギーを押し進めたりしている。地方自治体は、直接的な支援の仕組みと、より広範な環境に配慮した開発や気候変動のプログラムなどを通じた間接的な支援の仕組みを組み合わせを行っている¹¹⁰。

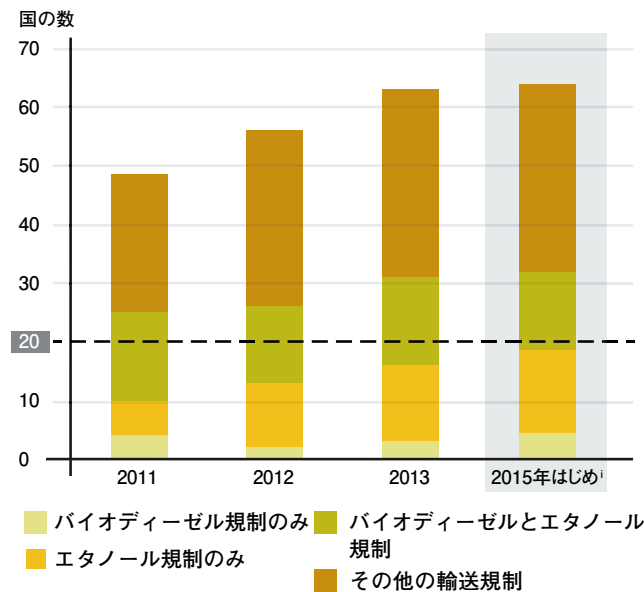
都市の政府によって導入された目標や政策は、世界で最も野心的で革新的であることがしばしばある。ドイツの地方の固定価格買取制度やスペインにおける太陽熱利用の義務付けなどの地方自治体レベルの政策は、州や国家レベルの政策の青写真（参考）となる。地方政府は、再生可能エネルギー技術の拡大のために民間部門とのパートナーシップを強めていく点においても、先導的役割を担っている。電力部門の再生可能エネルギー技術の更なる普及に対する支援は、都市レベルの政策が発展していく上で主要な要素である。

しかし、補助政策は電力部門に留まらない。国家レベルでは自然エネルギーの熱利用の推進政策の採用が遅いのとは対照的に、数多くの地方自治体が計画や規制の権限を使って、再生可能エネルギーの熱利用技術を取り込んでいる。例えば、欧州と南米では都市がしばしば掲げる独自の規制策により自然エネルギーの熱利用部門が利益を得ており、自然エネルギーと統合した地域熱および冷房利用ネットワークの開発や、太陽熱温水システムの展開につながっている。都市は自然エネルギーを用いた交通の代替手段も推進しており、バイオ燃料や電気自動車を公共交通機関の全車両に取り入れ、充電スタンドなどの補助インフラの導入を進めている。この章は世界の都市での概観を提供しようとするものであり、地方自治体の政策的活動の包括的な一覧表を提供するものではない。

世界で最大規模の都市を含め、数多くの自治体が自然エネルギー事業の地元での普及に関する目標を設定している。それらの都市のほとんどは先進国にあるが、目標を設定している発展途上国の都市も増えている。それらの目標は規模と範囲が様々であり、国家レベルの目標より野心的なものもある。2014年に目標を設定した都市の主な例を以下に挙げる。米国のオースティン州、テキサス州は2025年までにエネルギー使用における自然エネルギーによるシェアを65%にすることを義務づけた。ニューヨーク州は、今後10年で350MWの太陽光発電を新規に展開することを目標にした。東京は、2024年までに電力の20%を自然エネルギーにより供給することを目指している¹¹¹。オーストリアのウィーンでは、自然エネルギーの熱利用部門において、2050年までに熱需

図34. (技術別) 輸送分野での自然エネルギー利用を義務付けている国の数(2011年～2015年はじめ)

出典：REN21 政策データベース



少なくとも1つの国のレベルの政策または州／省レベルの政策が実施されている国

i - イタリアの先進的バイオ燃料混合規制は「その他の輸送に関する規制」に含まれている。



要の半分を太陽熱エネルギーにより供給するという新たな目標を設定した¹¹²。

地方自治体が電力部門や経済全体において100%自然エネルギーを達成するという世界的な動きもある。ドイツだけでも、140の自治体がエネルギーまたは電力の100%を自然エネルギーにすることを約束した¹¹³。2014年に100%自然エネルギーの目標を設定した地域の中には、日本の福島県が含まれており、2040年までにエネルギー供給の100%を自然エネルギーから得ることを目標とした。また、ハワイのマウイ郡の3つの島が、完全に自然エネルギーだけで電力が供給される米国初の島になることを目指している¹¹⁴。ドイツの74の自治体を含め、世界中の多くの都市や地方自治体が既に100%自然エネルギーという目標を達成しており、それらの自治体のほとんどが電力供給の100%を自然エネルギーで供給することを対象としている¹¹⁵。2014年には、米国のバーモント州の都市のバーリントンが電力の100%自然エネルギー化を達成した¹¹⁶。100% RES Communities や RES Champions League in Europe、Global 100% RE initiativeなどの協同の取り組みにより、地方自治体レベルでの100%自然エネルギー化達成に向けた取り組みにますます注目が集まっている¹¹⁷。

義務化政策は自然エネルギーを推進するための手段としてさらに必要な存在となっている。義務化政策は新しい建築基準の規制を改訂する時に導入され、建設や改築の際に自然エネルギーシステムを導入することを求めている。義務化政策は自然エネルギーの熱利用技術を推進する方法として一般的な方法になった。大半の都市の義務化政策は、太陽熱温水システムの展開に重点的に取り組んでいる。サンパウロを含むブラジルの主要都市は、自然エネルギーの熱利用技術を推進する建築基準を採択するリーダー的な役割を担っている¹¹⁸。中国の都市も太陽熱温水システムの利用を推進するために義務化政策を特に積極的に用いている。例えば、2014年時点で山東省の10の都市が、住宅用建造物での太陽熱温水システム利用の義務化政策を採択した¹¹⁹。義務化政策は自然エネルギーによる発電技術の利用促進のためにも使われる。2014年には、いくつかの欧州の都市は、太陽光発電の利用義務化においてドバイ（アラブ首長国連邦）とグルガーオン（インド）の仲間入りをした¹²⁰。

地方自治体は、自然エネルギーの普及をさらに加速させる



ための規制手段も施行してきた。ネットメータリングは国や州の政策の影響を受けない地方の政策担当者が用いる大切な手法である。デリーやバンガロールなどのインドの都市は新しいメータリングプログラムを2014年に採択した¹²¹。ドバイは誰でも太陽光発電システムを導入し、余った電力を電力系統に供給する包括的な法的枠組みを採択した中東最初の都市である¹²²。

固定価格買取政策は地方自治体レベルでも使われており、国や州より高い買取価格を提案していたり（例：ロサンゼルス、カリフォルニア）、国や州の固定価格買取制度より早く導入されていることもある。（例：ドイツのいくつかの都市）しかし、世界的には固定価格買取制度は、都市レベルでは国レベルほど広くは採用されていない。都市レベルで採択されているところであっても、国レベルでの固定価格買取制度と同様の困難に直面することが多い。2014年には、都市の固定価格買取制度は良い方向にも悪い方向にも改訂された。例えば、カナダのアルバータ州バンフはカナダで初めて地方自治体による固定価格買取制度を開始した。カリフォルニア州のパロアルトは買取上限を引き上げた。フロリダ州のゲインズビルは地方での固定価格買取制度の先導者であったが、過剰な買取量を制限して電力価格を管理するために固定価格買取制度を一次中断している¹²³。

公的融資政策は、自然エネルギーの普及や自然エネルギーによる電力システムの補助、太陽熱技術、代替交通手段などを促進する重要な要素となってきている。例えば、2014年にスペインのバルセロナが、太陽熱温水システムの導入のための屋根改装を推進するために、1370万ドル（1130万ユーロ）の補助金の枠組みを導入した¹²⁴。オーストラリアのメルボルンでは、政府が太陽光発電システムの需要を刺激するため、システムを購入・導入する事業に対して割引を行っている。また、電気自動車の個人購入をより促進させるために、資金援助の仕組みを作っている都市がある¹²⁵。中国では、深セン市が市内のタクシー車両として使われる電気自動車の数を増やすための新しいプログラムを作り、タクシー運転手が頭金無しで電気自動車等をリースできるようにした¹²⁶。

官民パートナーシップも、自然エネルギー資源に富んでいるにもかかわらず予算が限られている地方自治体が、自然エネルギー事業を実行するための手法である。中国の保定市に位置する雄県は、地域内の90%の熱需要を満たせる地中熱資源を利用するためにパートナーシップ方式を採用した¹²⁷。メルボルンは、規模の経済で利益を得るために、市内の大口消費者が需要をまとめる「集団購入モデル」を試験導入している¹²⁸。

地方自治体は、民間による自然エネルギー技術の普及・導入を補助するだけでなく、自ら自然エネルギーシステムを購入して、公共の建物やインフラの改善に役立てることで直接先導することもある。都市では、電気自動車と同様に、自然エネルギー技術を公的調達の中に取り入れる革新的な方法を作り出した。国家レベルの電気自動車政策と同様、政策担当者は電気自動車の普及促進と自然エネルギーを直接つなぐ仕組みを導入することにも遅れを取っている。公



公共バス車両の全てをバイオ燃料と電気で作る車に変えるというサンフランシスコでの事例を踏まえ、2014年に地方政府の連合体は、米国ではかつてない大きな規模で電気自動車を購入した¹²⁹。公共車両での電気自動車利用を増やしていくことは、都市の交通部門における化石燃料消費量を減らすためのいくつかの取り組みの鍵にもなっている。例えばフランスのパリでは、試験的な電動バスプログラムの一部として、1200～4900万ドル（1000～4000万ユーロ）分の電動バス車両を購入することを発表した¹³⁰。

地方レベルでの自然エネルギー発電の導入に良い影響を与えるもうひとつの手法は、地方自治体が地元の電力会社の運転や所有を引き継ぐことである。欧州での自然エネルギー資源のさらなる統合のために、欧州12か国にわたるコミュニティ・パワーシステムの創出を支援しようと、CO-POWERプロジェクトが展開された¹³¹。

米国では、2015年初期に、2000以上の団体がコミュニティ・パワーシステムを作り、自然エネルギー事業に取り込むことが可能になった。その中にはテキサス州のオースティンが含まれ、オースティン・エナジーが市の自然エネルギー目標の達成の責任を負っている¹³²。さらに米国における800以上の共同組合が、消費者所有型の発電システムの利益を拡大することに貢献している¹³³。

地域熱供給および冷房システムは、自然エネルギーの規模拡大を促すもう1つの方法として台頭してきた。都市レベルでは、地域エネルギーネットワークは自治体の計画および規制のもとで推進されてきた。自然エネルギーに依存したシステムの少数だが注目すべき例としては、雄県に加えて、2030年までに水冷却装置のような技術を利用して冷房需要の40%を満たす計画の一環として世界最大の地域冷房ネットワークを作ったドバイや、セヌ川の水から冷熱を引き出して欧州で最初の地域冷房ネットワークを作ったパリがある¹³⁴。さらにデンマークのコペンハーゲン、フィンランドのヘル

シンキ、リトアニアのヴィリニュスといった欧州の都市は、冷暖房のほぼ全てを地域エネルギーネットワークにより供給している¹³⁵。EUを横断する地域エネルギーネットワークに熱を供給するために、大規模な太陽熱プラントが北欧を中心として作られた。新規導入においてはデンマークが先駆的存在であるが、オーストリアやドイツ、スウェーデンといった国の都市も大規模システムの開発においてリーダー的な役割を担っている¹³⁶。

多くの都市の政策策定者は、認可手続きを簡略化することで、自然エネルギー促進の行政手続き上の障害を減らすことに重点的に取り組んだ。2014年には、上海を含む中国のいくつかの都市で太陽光発電の導入に関する行政手続きが簡略化された¹³⁷。米国では、ロサンゼルスが新しい太陽光発電システムを導入する家主の費用負担を減らすために認可手続きをネット上で行えるようにした。アメリカ合衆国連邦政府のSunShot initiativeは2020年までに太陽光発電の導入コストを1kWhあたり0.06ドルにまで下げるために多くの団体とパートナーシップを組んだ¹³⁸。

都市は限りある資源を最大限活用して効果的に自然エネルギーの普及を加速させるために、ますます協働的に活動している。2014年9月に国連事務総長により開催された国連気候サミットにおいて、世界規模での首長誓約（Compact of mayors: イクレイ日本HPでの和訳）が動きはじめた。この首長誓約では、自然エネルギーやエネルギー効率的な技術の普及を含んだ気候変動に対する行動を支持し、推進するために2000の都市が集められた¹³⁹。首長誓約（Covenants of mayors: 日本版首長誓約HPによる和訳）は、地方自治体でそれぞれ行政が自然エネルギーやエネルギー効率の増加に貢献するという欧州を基盤に持つイニシアチブである。2014年末までに、6149の署名が集まり、さらに2015年初頭までに71の小規模な地方自治体が、資源を集めて規模の経済から利益を得るために、誓約のガイドラインのもとJoint Sustainable Energy Action Plansを採択した¹⁴⁰。Energy-safe Cities East Asia programは、中国、日本、韓国、モンゴルの都市が、2030年までに自然エネルギー100%を達成する手助けをするために2014年に始まった¹⁴¹。



表3.自然エネルギー促進政策

国別		規制政策							財政優遇と公的融資				
	自然エネルギー 目標	固定価格買取制度 (プレミアム制度も含む)	RPS	ネット メータリング	バイオ燃料 義務付け	自然エネルギー 熱利用義務付け	取引可能な自然 エネルギー証書	入札制度	初期投資助成金・ リベート	控除 投資・生産税額	消費税・エネルギー税・炭素税 付加価値税その他税控除	エネルギー生産 支給金	公的投資・融資・ 助成金
高所得国													
アンドラ		○										○	
オーストラリア	○	●	○		●	●	○	★	○				○
オーストリア	○	○			○		○		○	○			○
バーレーン	○												○
バルバドス ¹	○			○							○		○
ベルギー	○		●	●	○		○	○	●	○	○		
カナダ	●	R*	●	●	○			○	○	○	○		○
チリ	○		○	○				★	○	★	○		○
クロアチア	○	○			○								
キプロス	○	○		○	○			○	○				
チェコ共和国	○				○		○		○	○	○		R
デンマーク	○	R		R	○		○	○	○	○	○		○
エストニア	○	○			○							○	○
フィンランド	○	○			○		○		○		○	○	
フランス	R	R			○	○	○	○	○	○	○		○
ドイツ	○	R			○	○			○	○	○		○
ギリシャ	○	R		○	○	○			○	○	○		○
アイルランド	○	○			○	●	○	○					
イスラエル	○	○	○	○		○		○			○		○
イタリア	○	R		○	★	○	○	○	○	R	○		○
日本	R	R	○	○			○	○	○				○
クウェート	○							○					
ラトビア	○	○		○	○			○			○		
リヒテンシュタイン		○											
リトアニア	○	○	○		○								○
ルクセンブルク	○	○			○				○				
マルタ	○	R		○					○		○		
オランダ	○	○		○	○		○		○	○	○	○	○
ニュージーランド	○								○				○
ノルウェー	○		○		○		○	○	○		○		○
ポーランド	○	R	○		○		○	R			○		○
ポルトガル	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○		○
ロシア	○	R						★	○				
サンマリノ		○											
シンガポール	★			○				○					○
スロバキア	○	○			○		○				○		
スロベニア	○	○					○	○	○	○	○		R
韓国	○		○	○	○	○	○		○	○	○		○
スペイン ²	○			○	R	○	○		○	○		○	
スウェーデン	○	○	○		○		○		○	○	○		○
スイス	○	R				○			○		○		
トリニダード・トバゴ	○									○	○		
アラブ首長国連邦	R*		●			●		●				●	●
英国	○	○	○		○		○		○		○	○	○
米国 ³	R*	R*	R*	R*	○	●	●		○	R	○		○
ウルグアイ	○	○		○	○	○		○	○		○	○	○

○=国の既存政策(自治体の政策を含むこともある)、●=自治体の既存政策(国の政策はない)、★=新しい政策、R=改訂された政策、
×=廃止された/期限切れの政策、*=自治体の政策

¹ カリブ海のいくつかの国ではネットメーティングと固定価格買取制度を組み合わせた政策を採用した。これによって、一般の消費者が自らの施設で発電した電力も100%買い取られることになり、その売上によって電気料金を相殺することができる。このような政策はGSRではネットメーティングと定義される。

² 2012年、スペインは新規事業に対する固定価格買取制度を廃止した。以前ならFITによるサポートを受けていた事業への優遇策は改定のまただ中にある。

³ RPS政策を含む米国の州レベルの目標

表3.自然エネルギー促進政策 (続き)



国別	目標	規制政策							財政優遇と公的融資				
		自然エネルギー (プレミアム制度も含む)	RPS	ネット メータリング	バイオ燃料 義務付け	自然エネルギー 熱利用義務付け	取引可能な自然 エネルギー証書	入札制度	初期投資助成金・ リベート	控除 投資・生産税額	消費税エネルギー税炭素税・ 付加価値税その他税控除	エネルギー生産 支給金	公的投資・融資・ 助成金
高位中所得国													
アルバニア	○	○	○		○		○	○		○	○	○	○
アルジェリア	R	R						○	○				★
アンゴラ					○								○
アルゼンチン	○	○		○	R			★	○	○	○	○	○
アゼルバイジャン	○												○
ベラルーシ	○	○	○								○		○
ベリーズ	○							○					
ボスニア・ヘルツェゴビナ	○	○						○	○				
ボツワナ	○								○				
ブラジル	○			○	R	●		★		○	○		○
ブルガリア	○	R			○								○
中国	R	R	○		○	○		○	○	○	○	○	○
コロンビア	○			★	○					★	R		★
コスタリカ	○	R		★	○			○			○		
ドミニカ共和国	○	○		○				○	○	○	○		○
エクアドル	○	○			○			○			○		○
フィジー	○									○	○		
グレナダ	○			○							○		
ハンガリー	○	○			○				○		○		○
イラン	○	○								○		○	○
ジャマイカ	○			○	○			○		○	○		
ヨルダン	○	○		○	○	○		★			○		○
カザフスタン	○	★					○		○				
レバノン	○			○							○		○
リビア	○										○		
マケドニア	○	○											
マレーシア	○				○						⚙		○
モルディブ	○	○						○					
マーシャル諸島	○										○		
モーリシャス	○							○	○		○		○
メキシコ	○			○				○		○			○
モンテネグロ	○	○											
ナミビア	○					○							
パラオ	○		○										
パナマ	○	○		○	○			○		○	○	○	
ペルー	○	○	○		○			○			○		○
ルーマニア	○		○		○		○						R
セルビア	○	○							○				
セーシェル	○			★						○	○		○
南アフリカ	R		○		○	○		★	R		R		○
セントルシア	R			○							○		
セントビンセントおよび グレナディーン諸島 ¹	○			○									
タイ	○	R			○						○	○	○
チュニジア	○			○					○		○		R
トルコ	R	○			○				○				○

○=国の既存政策(自治体の政策を含むこともある)、●=自治体の既存政策(国の政策はない)、★=新しい政策、R=改訂された政策、
×=廃止された/期限切れの政策、*=自治体の政策

⁴ パレスチナ自治区は世界銀行による国の分類では「ヨルダン川西岸とガザ」に含まれている。
それらは国連による2009年「パレスチナ暫定自治区」の1人当たりGNI(1483米ドル)を用いた。

注: 表中の各国は1人あたりの国民総所得(GNI)によって以下の様に分類されている。「高所得」: 1万2746米ドル以上、「高位中所得」: 4125~1万2745
米ドル、「低位中所得」: 1046~4125米ドル、「低所得」: 1045米ドル以下
1人当たりの所得水準とグループ分けは、2015年3月時点の世界銀行のCountry and Lending Groupsのデータを使用した。制定された法律のみ表に掲載され
ているが、掲載されているもののうちいくつかはまだ運用されていない。または有効でないために、実効性や影響力を欠いていることもある。継続されなかつ
たものは掲載していない。多くの固定価格買取制度は技術的な範囲に限定されている。

出典: 本章巻末を参照

表3.自然エネルギー促進政策(続き)

国別		規制政策							財政優遇と公的融資					
	目標 自然エネルギー	固定価格買取制度 (プレミアム制度も含む)	RPS	ネット メータリング	バイオ燃料 義務付け	自然エネルギー 熱利用義務付け	自然エネルギー 証書	取引可能な自然 エネルギー	入札制度	初期投資助成金・ リベート	控除 投資・生産税額	消費税・エネルギー税炭素税 付加価値税その他税控除	エネルギー生産 支給金	公的投資・融資・ 助成金
低位中所得国														
アルメリア	○	○							○		○		○	
カーボベルデ	○			○					○					
カメルーン												○		
コートジボワール	○								○			○		
エジプト	○	★		○					○	○		○		
エルサルバドル									○		○	○	○	○
ガーナ	○	○	○		○		○			○		○		○
グアテマラ	○			○	○				○		○	○		
ガイアナ	○											○		
ホンジュラス	○	○		★					○		○	○		
インド	○	○	○	●	○	●	○	★	○	○	○	★	○	○
インドネシア	○	○	○		○				○	○	○	○		○
キプロス共和国			○							○		○		
レソト	○			○					○	○	○		○	○
ミクロネシア連邦	○			●										
モルドバ	○	○												○
モンゴル	○	○							○					
モロッコ	○			○					○					○
ニカラグア	○	○										○		
ナイジェリア	○	○			○					○		○		○
パキスタン	○	○		○	○		○			●		★		○
パレスチナ自治区 ⁴	○	○		○								○		
パラグアイ					○							○		
フィリピン	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○
セネガル	○	○	○	○					○			○		
スリランカ	○	○	○	○	○					○		○	○	○
スーダン	○				○									
シリア	○	○		○					○		○			
ウクライナ	○	○		○	○					○		×		○
ウズベキスタン									○					
バヌアツ	○											○		
ベトナム	○	○			○		○			○	○	○		
ザンビア										○		○		○
低所得国														
バングラデシュ	○							○		○		○		○
ブルキナファソ								○			○	○	○	
エチオピア	○				○							○		○
ガンビア	★											○		
ギニア	○											○		
ハイチ	○													○
ケニア	○	○				○		○				R	○	○
リベリア	○											○		
マダガスカル	○											○		
マラウイ共和国	○											○		○
マリ	○				○							○		○
モザンビーク	○				○							○		○
ミャンマー	○											○		
ネパール	○	○					○	○	○	○	○	○		○
ニジェール	○											○		
ルワンダ	○	○						★			○	○		○
タジキスタン	○	○										○		○
タンザニア	○	R								○		○	○	○
トーゴ	○											○		
ウガンダ	○	○						★	○	○		○		○
ジンバブエ	○				○							○		○

第5章 エネルギーアクセスのための分散型自然エネルギー

サハラ以南のアフリカでは、マラリアや栄養失調で亡くなるよりも屋内で調理をしている際に発生する煙や蒸気を吸って亡くなる少女の方が多いようだ¹。南アジアの農村地域に住む女性は、調理に利用する薪を集めるため、1か月に40時間もの時間を費やしている²。北アジアの一部に住むいくつかの村の人々は、冬季に調理のための炭を、貧しさが故に購入できない³。

そして、多くの地域では電気や近代的なエネルギーサービスの欠如が、健康や教育のサービスを阻んでいる⁴。

世界中で約7人に1人が電気へのアクセスを持たず、5人に2人以上が家事に必要なエネルギーを得るために伝統的バイオマスに頼っている⁵。それは多くの人々にとって、日々きわめて基本的なニーズに対応するためのエネルギーアクセスを得ることが困難な状況にある。

発展途上国の多くの農村地域では、中央集中型電力システムへの接続は経済的に困難であり、実現するとしても数十年はかかると思われる。さらに、電力システムへの接続では、持続可能な熱利用や調理という需要に十分に対応することはできない。

分散型自然エネルギーシステム（DRE）¹により、遠隔地域および農村地域における近代的なエネルギーサービスへの移行を加速させるかつてない機会が現れている。これは持続可能な調理・熱利用の器具、手頃な照明装置・通信手段・教育・冷蔵手段の増加、公衆衛生の改善、処理工程やその他の生産活動のためのエネルギーアクセスの改善によるものである。これらの目的は、再生可能エネルギー普及を推進するための制度、財政、法制度、規制面における支援メカニズムを確立し、強化する事によって達成される。同様に資金調達へのアクセスの改善、必要不可欠なサプライチェーンのインフラ開発、自然エネルギーや持続可能なエネルギー源へのアクセスの欠如や再生可能エネルギーのポテンシャルといった課題を明確に認識させることに、これらの支援メカニズムは貢献することができる⁶。

現実的で価格競争力のある選択肢を明示することは、信頼できて持続可能なエネルギーを提供する。利用可能な技術として含まれるのは、独立型の小規模な発電システム、照明のためのミニグリッド、バッテリー充電、通信技術、揚水、そしてその他の生産用途である。また、これらは部屋暖房や温水、冷房、クリーンな調理を行うための再生可能エネルギーのシステムもカバーしている。

革新的で、モジュール化され、かつ持続可能で現地に適したDRE解決策が、個人やコミュニティのエネルギーニーズを満たすために利用可能となっている。また一方で、エネルギー・セキュリティの向上、燃料関連のコスト削減（化石燃料の助成金を含む）、労働力の教育スキル、薪炭材の収集にかかる負担の緩和、そして灯油を利用したランプや

非効率なストーブからの有害な排出を避けることを促すことができる⁷。

この章では、発展途上国における最新のDRE市場の状況および主要なネットワークや2014年に行われたプログラムの概観を示す。

■農村地域におけるエネルギーアクセスの状況

最新の利用可能なデータ（2015年初頭のもの）によると、世界人口の約15パーセントに当たる10億人はいまだ電力系統へアクセスできていない⁸。また、約29億人が、よりクリーンな調理方法を利用できていない⁹。このように電気やクリーンな調理を使わずに生活している人々は、世界中に点在している。しかし、電気を持たない人々の半分以上はサハラ以南のアフリカに住み、クリーンな調理を行うことが出来ない人々の大半は南アフリカに住んでいる¹⁰。（図35・36を参照）

電気やクリーンな調理方法を利用できていないことへの解決策は、農村地域では未だ主な問題のままである。都市に住む1億3900万人が電気を持たないのに対して、農村地域では9億4100万人にもおよぶ。同様に、都市に住む約4億人の人々がクリーンな調理ができないのに対して、農村地域では24億人にのぼる¹¹。（表20・21を参照）しかしながら、こうした生のデータではトレンドの傾向がほとんど描けない。図中では望みが無いようにも見えるが、電化をとりまく環境は改善している。1990年から2012年まで世界の電化率は75%から85%へと増加した¹²。

データとトレンドは地域によっても異なる。サハラ以南のアフリカでは、6億2000万人以上の人々、すなわち人口の3分の2にあたる人々が電気のない生活をしている。そして、7億3000万人が環境負荷の大きい調理法に頼っている¹³。アフリカ大陸には約10億人が住んでいるが、世界の4%の電気しか生み出していない。全設備容量は147GWでありアフリカの発電容量はドイツよりも低い¹⁴。サハラ以南のアフリカの47の国々（南アフリカを除く）を合わせると自然エネルギーの新規設備容量はたった23GWであり、これはインドの新規設備容量を全て足し合わせたものの3分の1にも満たない¹⁵。加えて、一人あたりのGDPが増加しているにもかかわらず、人口の増加に伴い、有害な調理を行う人口も増加し、そのスピードは1995年から2012年の間で年間約2.7%である。こうした傾向は今後も続くと思われる¹⁶。

北アフリカと中東は電化と近代的なエネルギーサービスへのアクセスについて際立った発展をしている。イエメン（人口の40%がエネルギーサービスへのアクセスを持たない）を除けば、この地域の国はほぼすべて電化している。

電気へのアクセスの提供は、特に北アフリカやレバントの山岳地域や農村地域、あるいはバイオマスの伝統的な使用方法に頼りつづけている農村人口の大部分にとって、ひとつの挑戦である¹⁷。

¹ この章は分散型再生可能エネルギーのためのエネルギーシステムについて言及することを目的とする。これは、中央集中型システムから独立した分散型の発電のために大規模で中央集中型のものではなく、比較的小規模に広がる（屋根上にある小規模の太陽光パネルのような）エネルギーシステムのことである。DREは発展途上国における都市や農村地域で、提供されている電化、調理、暖房や冷房などのあらゆる中央集中システムから独立した分散型エネルギーサービスである。

図35. 世界の電力アクセスと地域ごとのアクセスの不足 (2012年)

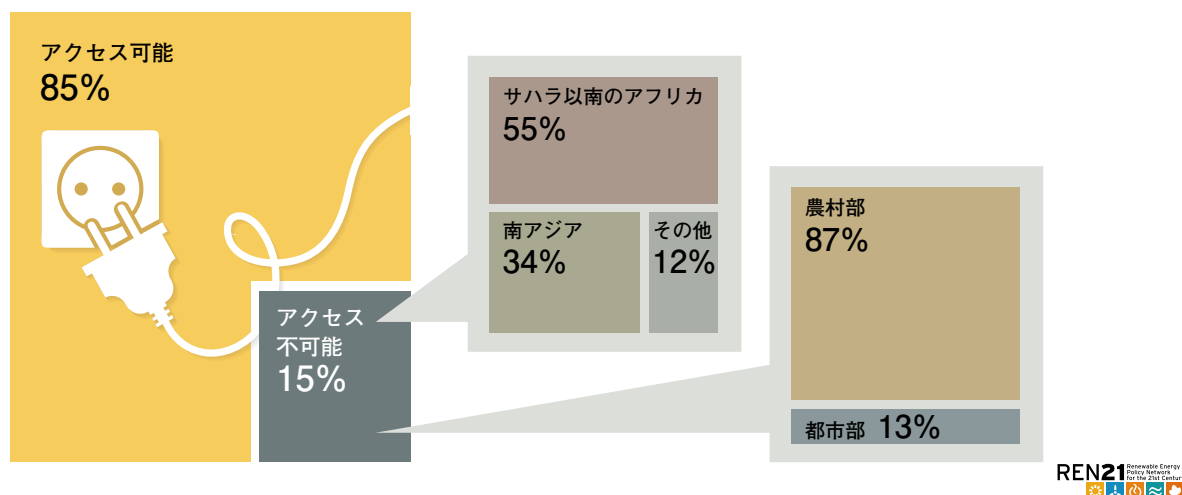
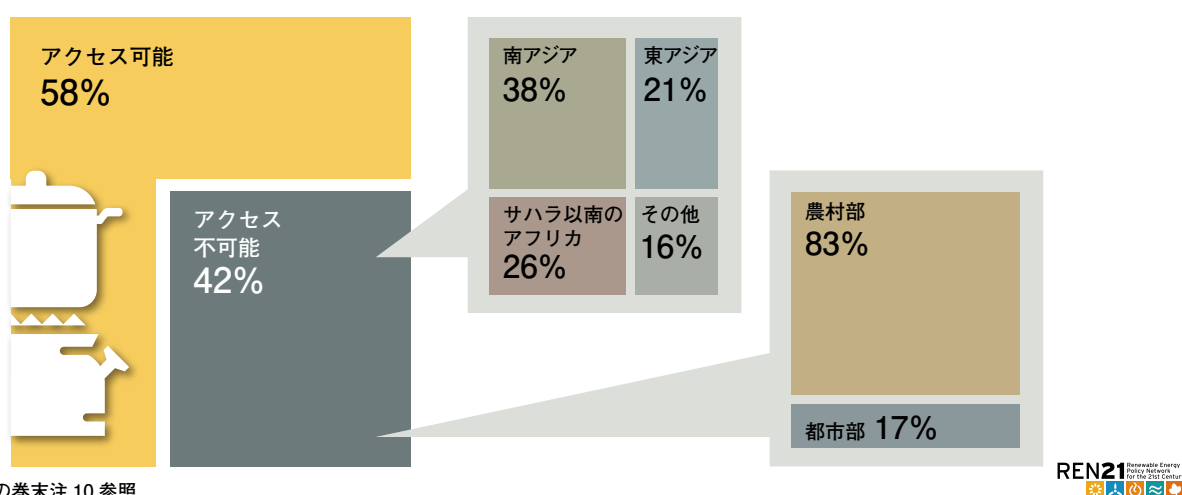


図36. 世界の低公害型調理へのアクセスと地域ごとのアクセスの不足 (2012年)



出典：本章の巻末注 10 参照

人口の集中する南アジア（アフガニスタン・バングラデシュ・ブータン・インド・ネパール・パキスタン・スリランカ）では、一人あたり消費電力がアフリカ大陸での消費よりも少ない¹⁸。インドでは多くの人々が固体燃料に頼る調理を行っており（7億7800万人）、電気への接続が欠落している（2億6300万人）¹⁹。中国の電化率は国際的な基準に近づいているが、中国に住む推定6億700万人の人々がまだ固体燃料を利用した調理に頼っている²⁰。

フィジーやバヌアツのようにオセアニアの発展途上国の中での孤立した小さな島に住む人々にとって、現代的なエネルギーにアクセスすることは難しく費用がかかる。これらの国々はディーゼル燃料の輸入に非常に高く依存したままで、小さな電力システムを保有し、高い関税を設定している²¹。

ラテンアメリカやカリブの国々は、国民保険加入率が西半球最低のハイチ（30%以下）からほぼ皆保険となっているブ



ラジル（99%以上）まで状況は様々ではあるが、全体としての電化率は高い²²。一方で、クリーンな調理法という観点から見れば、国々の状況は異なる。中央アメリカに住む人々のうち、推定50%以上が調理時に薪を利用しており、そのうちのほんの10%程度が改良型調理用コンロを保有している²³。アマゾン川流域の農村地域—ボリビア、ブラジル、コロンビア、エクアドル、ペルー—に住む人々はいまだ調理や暖房時の薪の利用に強く依存している²⁴。

■分散型自然エネルギー技術

農村地域や遠隔地域に住む人々は、たいいていエネルギーアクセスの改善を3つの方法で行っている。(1) 独立型装置やシステムを利用した、家庭レベルでの発電、熱利用と調理 (2) コミュニティレベルのミニグリッドシステム (3) 系統が都市や都市周辺を超えて広がるグリッドベースの電源である。本項ではエネルギーアクセスを改善する最初の2つの方法に焦点を当てる。(GSR2014の補足9参照)

分散型自然エネルギー市場と導入済み容量に関する信頼できる統計的なデータは、比較的限られている。しかしながら、家庭と非住宅レベルの市場では、小規模のソーラーPV、独立型の照明システム、風力、バイオディーゼル、電化のためのマイクロまたはピコ水力発電、冷暖房機器、調理機器を含む分散型自然エネルギーの技術が重要で成長中の存在であることは明らかである。(参照表22)

LEDライトや新型のリチウムバッテリーのような手ごろな価格で効率的な電気機器とうまく組み合わさっているソーラーPVセルの劇的な価格の低下は、非常に小さな機器だとしてもソーラーPVシステムをより入手しやすいものにした。(市場全体で価格が変動するにも関わらず)。ソーラーランタンとソーラーピコPVシステム(発電容量1~10W)、わずかに大きめのソーラーホームシステム(SHS)(10-200W)の人気は2014年も上昇し続けた。最も成功したSHSプログラムはバングラデシュで行われたものである。2014年5月時点で300万以上のシステムが稼働中でそこでは総人口の9%である1300万人が恩恵を受けている²⁵。

特にサハラ以南の地域において、ソーラーランタン、フラッシュライト、バッテリーLED装置を含む独立型照明システムの急激な増加が始まった²⁶。加えて2014年中、小型風力発電機は主にバッテリーの充電、遠隔通信、灌漑、揚水で使われていた²⁷。

手ごろな電気をローカルコミュニティに供給するものとして1kWほどの小規模なマイクロまたはピコ水力システムは多くの国で採用され続けた。概してこれらの水力システムは最低20年間確実に稼働し、堆積物を取水口のスクリーンから取り除くことを別にすれば最低限のメンテナンスで済む。ネパールでは2013年の終わりまでに2600台以上のマイクロまたはピコ水力システムが設置され、総発電容量は45MW以上となった²⁸。

バイオマスとバイオガスは、より多くの電気を供給している。より多くの国々でエンジンをういた発電装置に燃料を供給するためにパームヤシやココナッツ、ジャトロファの原料からと

れる植物油がディーゼルの代替として用いられている。タイでは、使用済み調理油から発電するためのバイオディーゼルが小規模に生産されている²⁹。カンボジア、インド、ベトナム、その他の国々では、乾燥した木材、雑草やもみ殻から作られたバイオガスがエンジンの燃料としてより一層利用されており、ミニグリッドに電力を供給するための発電装置を動かしている³⁰。

農村地域の熱利用や冷暖房分野は技術の進歩と森林破壊に関する意識の向上によって発展した。低公害型の調理や温水および暖房のために近代的バイオマスや太陽熱利用システムを活用することの利益について農村地域の人々の意識を高めるという点で、教育プログラムの人気が高まっていることは意義のあることである³¹。中国政府による歴史的な努力と、低公害調理用ストーブ国際同盟の国際的な努力によって近代的バイオマスを促進させるプログラムを実施する家庭は著しい数に達した³²。

他の家庭調理向けの燃料は、非常に少ない量だが、エタノール、木質ペレット、太陽光、非自然エネルギーとされる石炭、灯油、液化石油ガスが含まれる。エチオピアではバイオマスよりも液体バイオ燃料の調理用ストーブプログラムがほとんどである³³。ナイジェリアではSMEFundsが約20万の低公害ストーブを配った。これは燃料としてエタノールゲルを使う³⁴。簡素な嫌気性消化装置技術によって、家畜糞尿や作物残渣、その他の有機廃棄物減量を資源とした調理用のクリーン・バイオガスを生産できる³⁵。バイオガスは、家畜(と人間)の排泄物を日常的に回収できる推定1億5500万世帯の家庭と営利農家に最も適している³⁶。ネパールのバイオマスプロジェクトは世界でも最も成功したプロジェクトの一つであり、バイオガスサポートプログラムによって33万以上のプラントが設置された³⁷。

2014年、街灯や生産用途のエネルギーのような、分散型自然エネルギーによる他の効果は表れ続けている。例えば、太陽光を使った公共照明装置はいくつかの国で激増し、農村地域の電化プログラムの第一歩となっている。2014年、ハイチでは政府が1万4000もの太陽光による街灯の設置を支援し、民間事業者による導入も数えきれられないほど多かった³⁸。ナイジェリアのアブジャでも100を超える通りに太陽光による街灯が建てられた³⁹。

加えて多数の分散型自然エネルギーシステムは生産設備や機械によってもたらされる多くの種類のエネルギーサービスを提供することが出来る(表4参照)⁴⁰。ディーゼル発電機よりも安く便利なため、途上国の学校、診療所、いくつかの近代的な住宅にエネルギーを供給する上で分散型自然エネルギーは大きな役割を果たしながら成長している⁴¹。他にも、遠隔通信塔や、余剰のエネルギーをコミュニティマイクログリッドに送り返すという機能も持っている⁴²。

もう一つの異なる分散型自然エネルギーシステムはマイクロおよびミニグリッドに関連している。これは適切に構成すれば、中央集中型のグリッドよりもコスト面で効率的である⁴³。Sun Edison は5000のインドの村で太陽光のマイクログリッドを作ることによってインドのomni-grid Micropower company と合意

表4. 生産エネルギーサービスと経済発展のための分散型自然エネルギー

エネルギーサービス	技術	新たな収入機会	既存の活動の改善	付加的な利益
照明	小規模ソーラー PV、独立型照明システム;ピコ風力、バイオディーゼル、マイクロピコおよびピコ水力発電;バイオディーゼルエンジン	夜間の街灯、娯楽施設 娯楽施設	レストラン、カフェ、商店の深夜営業、教育と読書、夜間の製造	夜間の活動の機会を創出、安全性の向上、社会化の向上の向上
調理	低公害型バイオマス調理用ストーブ、バイオガス、太陽光加熱用調理器具	近代的な商業用燃料とストーブの販売と流通	低公害でより費用対効果の良い調理法	木材収集、調理、ポットの洗浄の時間短縮、健康の向上
冷房 / 冷凍	大規模ソーラー PVと風力、バイオディーゼル、マイクロおよびピコ水力発電;バイオディーゼルエンジン	牛乳やチーズ、ヨーグルトや凝乳のような冷蔵食品、乾燥させた魚に代わる新鮮な魚のための新しい市場	農業、漁業生産物の廃棄の減少、より多くの所得創出、薬品の安全な貯蔵	時間の削減、商品を新鮮に保つためのエネルギー利用、薬品投与による生命維持投与による生命
暖房	太陽熱温水器、バイオガス、バイオマス	農業加工のような他の活動と新産業プロセスのためのプロセス加熱	住宅や商業施設の快適さの向上	暖房のための木材の収集にかかる時間短縮
情報・通信技術 (携帯電話、ラジオ)	ソーラー PV、ピコ風力	インターネットカフェ、携帯充電器、ラジオ放送局	リアルタイムの市場価格へのアクセスを可能にする	移動時間の短縮、通信、銀行取引、請求書支払にかかる費用の削減
灌漑	バイオ燃料をもとにしたディーゼルポンプシステム、マイクロ水力、ソーラー PV、風力	新種、多種の作物の栽培	天水農業と比べて既存の土地でのより多くの収穫量	作物への短時間で水の供給
農業処理	バイオディーゼルポンプ、マイクロ水力、マイクログリッド、太陽光乾燥機	精製した農業製品による付加価値	処理量の向上と低価格化	破碎、粉碎、乾燥などの手作業の時間短縮
機械的エネルギー	バイオディーゼルポンプ、マイクロ水力	金属細工	質の向上と土木作業の迅速化	同じ動作を繰り返す作業の機械化による時間短縮

を交わした。(累積容量250MW)⁴⁴ ガボンの企業 (Meagle Sun) はシングルマイクログリッドとして構成されたバッテリー付きのソーラーホームシステムを展開し、100のコミュニティに設置した⁴⁵。インド政府は、累積40GWの屋上ソーラーPV発電機を設置するという非常に野心的な目標を掲げた。これは、今後5年間にわたって1kWから500kWまでの容量でコミュニティマイクログリッドに整備するというものである⁴⁶。

他のマイクログリッドは近代的な地域に配置された。例えば、ネパールのGham Power は信頼性の低い公共のグリッドからのエネルギー供給の代わりに近代的なディーゼルソーラーマイクログリッドのためのビジネスモデルを開発した。現在、病院、銀行、ホテル、工場などの約30の施設に供給する約4MWのハイブリッドソーラーPVディーゼル発電機が建設されている⁴⁷。

既存の確立している技術に加えて、2014年には新しいタイプの分散型自然エネルギー機器、構成、利用法の進化が見られた⁴⁸。(補足8参照)

政策の発展

エネルギーアクセスの拡大は、グリッドの拡大だけでは成し遂げられないため、政策決定者は多様な専門的な政策や規制(法律)、目標を通して分散型自然エネルギーをサポートしている。エネルギーアクセス改善のためにこれまで発展してきた政策の枠組みの大半は、電化に重きをおくものばかりで、低公害型調理や冷暖房に焦点を当てるものは限られてきた⁴⁹。

ブラジル、中国、インド、南アフリカは、大規模なオフグリッド自然エネルギープログラムの展開をけん引してきた。これら

のプログラムは、エネルギーアクセスと持続可能性という2つの課題に取り組む上で大きな影響力を持っている⁵⁰。これらの国々における自然エネルギー戦略の重要な成功要因は、政府の支援や実質的で持続的な公的資源配分によって支えられている幅広い長期的な地方電化計画を含めていることである⁵¹。

最も評判の良い手段はエネルギー市場原理を伴い、開発を加速させるためにプロジェクト開発者の中で起こる市場競争の力を利用しようとしている。例えば、ペルーは分散型自然エネルギーのリザーブオークションを準備し、実行した最初の国であり、最も低い価格を提示した事業者が契約を得られるようになっていく。そのオークションは2013年に準備され、2014年後半にその契約は15年間契約の50万のオフグリッドソーラーPVシステムに対して行われた。これは建設、導入、運営、メンテナンス、必要な交換を含んでいる⁵²。

2014年、分散型自然エネルギーに関する省または課を設立した、もしくは形成途中の国もある。例えば、バングラデシュの2014年の自然エネルギー政策に基に、「持続可能な自然エネルギー機関」(SREDA)が設立された⁵³。チャドもまた、エネルギーアクセスの開発を調整し、分散型自然エネルギー部門への投資を促進する自立した組織の形成途中である⁵⁴。

他の国も農村地域へのエネルギーアクセスを拡大するために新しいプログラムを始めた。チリは2014年にEnergy Access Fundを創設した。これは農村地域へのアクセスを向上させるための小規模自然エネルギープロジェクトに資金を融通するためのものである⁵⁵。ミャンマーは全地域を電化すると宣言しており、2015年までに国家電化計画を達成するためにその計画を続けた⁵⁶。さらに、スリランカはSunithyaalokayaプログラムを作った。これは分散型自然エネルギーを通して1200のオフグリッド世帯に電気へのアクセスを提供するプログラムであり、残りの独立供給型世帯を100%にすることを目標としている⁵⁷。

バルバドス、中国、ガーナ、南アフリカ、スリランカなどの多くの国々が電化目標を持っており、1～6年以内に100%の市民に電気へのアクセスを与えることを目標としている。(目標年数は国によって異なる)⁵⁸ 2017年までに90%の世帯への電化を達成することを目標とするThe Philippines Expanded Rural Electrification Programは、2014年4月現在で、99.98%を達成している⁵⁹。

多くのプログラムはソーラーホームシステムのような専門的な技術の公表に重点を置いている。コスタリカは独立型ソーラーPV装置を農村地域に配置する促進政策を続けた。2014年初め、「800以上の家庭向けソーラーPVシステムへの対策」が発刊された⁶⁰。ガーナは2013年からソーラーランタン配布プロジェクトを続けた。このプロジェクトは農村地域での灯油の使用から転換するために5年間で20万のランタンを提供することを目標としている。このプログラムは島地域と道路インフラのない地域を対象としており、ローカルな組み立て工場の設立と、認知度の向上を目標としている⁶¹。

2014年には、自然エネルギーによる低公害型調理を促進する新しい政策もあった。7月には、エクアドルが計画を実行しはじめた。これは300万の太陽発電と連結することができる電磁調理器を2016年までに導入するものだ⁶²。グアテマラでは、改良型調理ストーブと低公害の燃料の分野で働く人々を支援する連合組織が設立された。これは、家庭での空気汚染、藁の過剰利用などの問題に対する技術的、社会的、経済的な解決策を提供することを目的としており、同様に、燃料効率の向上と技術的、社会的責任を適切に担うことを目的としている⁶³。バングラデシュは、低公害型調理用ストーブの国家行動計画を発表し、2030年までに3000万戸に普及させ、全てのキッチンが無煙にすることを目標としている⁶⁴。2014年、インドでもUnnat Chulha Abhiyan Programmeを開始し、2017年までに275万の低公害型調理用ストーブを製造、配置するものである⁶⁵。インドはNational Biogas and Manure Management Programを続け、2014年から2019年までに11万のバイオガスパラントを導入することを決めた⁶⁶。ナイジェリア、セネガルを含めたいくつかのアフリカの国では、100万の低公害型調理用ストーブを配布する計画がある⁶⁷。

オフグリッド自然エネルギー電力計画における融資、交付金、減税といった財政的なインセンティブは、高額な初期費用という課題に対応するために多くの国で有効に用いられてきた。国によって手法は異なるが、最も一般的なのは、遠隔地域で電化計画を発展させる際に、系統管理者が自然エネルギー技術を採用することを促す補助金を提供することである⁶⁸。

2014年、国家レベル以外で、少なくとも30の計画と20のグローバルネットワークを含む多数の国際的なアクターが分散型自然エネルギーの導入を行っている。(表23.24を参照) 顕著な国際的な取り組みは「すべての人のための持続可能なエネルギー」(SE4ALL)であり、2012年から潘基文国連事務総長と世界銀行総長が共同で始めたものである⁶⁹。SE4ALLはいくつかの目標を有しており、1つは、2030年までに近代的なエネルギーサービスを全世界に届けることを助けるものである。SE4ALLイニシアチブは、さらに勢いを増し続け、6月に行われた「すべての人のための持続可能なエネルギーの最初の1年フォーラム」で、「すべての人のための持続可能なエネルギー国連10年(2014～2042)」が始まった⁷⁰。

SE4ALLイニシアチブは国家レベルで機能しており、政府が行動目標を制定する際の支援を行い、いくつかの大きな影響力を与えることが出来る分野で先駆けとなって活動している。これにはクリーンエネルギーミニグリッドと、女性と子供のためのエネルギーが含まれており、これらの分野は、大きな影響と規模の拡大をもたらす可能性がある⁷¹ SE4ALLのもとで「農村電化連盟」(ARE)と「欧州-アフリカエネルギー協議会(PANGAEA)」は2014年後半に協力関係を結ぶことを発表した。これはエネルギーアクセスを進歩させるために、分散型自然エネルギーによるバイオマスの発展を支援するものである⁷²。国際再生可能エネルギー機関(IRENA)はSE4ALLプロセスにおける自然エネルギーの拠点として、重要な利害関係者間の定期的な交流と、途

補足8. 革新的な分散型自然エネルギー技術の登場

近年のいくつかのイノベーションにより、急激に発展する分散型自然エネルギーの将来に対し明るい展望がもたらされている。例えば、

熱電発電（TEG）ストーブは送風機を動かす電力を生み出すために自身の熱を利用し、外部電源の必要をなくし、燃焼効率を向上させる。また、生み出す電気は携帯電話のような小さい機器の充電に使用できる。熱電発電（TEG）ストーブはコスト競争力を増してきており、伝統的なストーブと比べて有害な汚染物質は明らかに減少している。多数の企業から支援されている多様なモデルはハイチ、インド、マラウイ、ネパール、ニカラグアで実地実験済みである。

フレキシブルバイオガスシステムはポリエチレンかビニル袋からできるバルーン発酵装置（もしくはチューブ発酵装置）を使用し、持ち運び可能であり、非常に軽量である。これには、従来の装置に比べていくつかの利点がある。これらは基本的に1日で建設することができ、自転車かオートバイで持ち運ぶことが出来る。コストが低く、少ない道具で済む。始める際、少量の肥料で十分である。より短時間で廃棄物からエネルギーへ転換できる。国際農業開発基金（IFAD）とバイオガスインターナショナルは、2011年から2014年の間で500のシステムを設置した。フレキシブルバイオガスシステムはインド、ルワンダ、サントメ、プリンチペでもIFADが試験的に導入しており、メキシコでは多数国間投資機関が導入した。

ピコ風力タービンは遠隔通信システムを動かすための非常に低価格な技術である。数年前に設立されたFairwind社はペットボトルで作られた小型風力メカニズムを開発し、これはナイフとはさみで、ものの数分で組み立てることが出来る。この装置は「そよ風」だけで、約3～4時間で携帯の充電ができる。Fairwind社は南アフリカでそのシステムの試験運転をしており、2015年には、サハラ以南のアフリカと南アジア（インドやネパール）でも、広げようとしている。

太陽光発電による灌漑装置によって農場経営者は高品質の野菜や果物を作ることが出来る。SunCultureが作成した灌漑装置は、費用効率が高い太陽光ポンプシステム技術と高効率な細流灌漑システムを兼ねている。このシステムは農場経営者を助け、アフリカでは、300%以上の収穫高を実現し、80%まで節水した。ベナンでは太陽光基金（SELF）が「太陽光マーケットガーデン」を促進している。SELFプロジェクトはソーラーPV装置（1.5～3kw）と細流灌漑システムを結び付けている。細流灌漑システムでは、掘削孔を開け、0.5ヘクタールの農業小区画地に灌漑することが出来る。バングラデシュでは、2014年にインフラ開発企業が1万8700のディーゼル灌漑ポンプを取り換えるため、オフグリッド太陽光ポンプシステムを160MW設置した。自然エネルギーとエネルギー効率パートナーシップ（REEEP）もエチオピアとケニアで太陽光灌

漑に投資した。

アンシラリーサービスとモニタリングはデジタル化しており、「モノのインターネット化」は遠隔モニタリングシステムなど、分散型自然エネルギー分野に大きく取り上げられている。これはシステムの使用状況のデータを集めることができ、アフターサービスも向上し、より良い消費者サービスを可能にする。また、低価格化により企業は多くの人々に届けることが出来る。分散型自然エネルギー企業のサービスとして、Product Health は、バッテリー状況と遠隔ソーラーの使用傾向のデータを集め、分析する。SperkMeter社のマイクログリッド計測システムによってマイクログリッド管理者は、電気料金の前払いが可能になり、リアルタイムでの監視と制御が可能になる。低価格システムは、4つのハードウェアコンポーネントとクラウドオペレーターインターフェース、そして電子マネー（もしくは現金）前払いシステムで構成されている。

2014年にも、多国籍投資機関は、ラテンアメリカと、カリブ海周辺で、太陽光充電調節器の開発を始めた。これは、無線通信の信号による遠隔監視システムを、電子決済サービスと連動させて、ミニグリッドや全国の送電線網への接続のような追加のエネルギーの統合のための外部情報と結合させるものである。調理分野において、Suryaプロジェクトは「調理用ストーブ温度モニタリングシステム」を開発した。これはワイヤレスセンサーを活用し、ストーブが調理用に何回使われたか、それぞれの使用時間がどれだけかを遠隔で認証することができる。

ソーラー直流（DC）マイクログリッドは、LEDランプや充電池式の携帯電話、コンピューター、テレビなどの信頼できる電気機器などと優れた適合性を持っており、変換機の必要を無くすことが出来る。Schneider ElectricはソーラーPVユニットを低電圧の放射線上の配電線とつなげるDCマイクログリッドを開発している。バングラデシュの企業は、送電ロスを減らす高圧直流で電気を送るためDC変換器が埋め込まれた充電調節器を開発した。

ハイブリッド型の、もしくは統合型の定型方式の商品とサービスのシステム販売、とりわけ、遠隔通信や調理など、電気と家電の使用を促進するセット販売は、もう一つの強い衝撃を与えるイノベーションになるだろう。ソーラーホームシステムに直接接続できる非常に効率の良いDC機器は、新たな傾向となり、LEDを使って最近始まり、12Vで動くテレビやラジオ、電気カミソリ、扇風機のような他の機器にも使用されている。インドでは、TERIが新型の「統合型家庭エネルギーシステム」を開発した。これは照明、携帯電話の充電、強制送風の調理用ストーブのファンの操作に不可欠なソーラーエネルギーシステムへのアクセスを可能にするものである。2015年3月現在でTERIは7793の機器をインドで設置した。

出典：この章の注48を参照

上国における投資家の信頼を強固にするためのプラットフォームの提供を通して、分散型自然エネルギーの発展のための政治体制と規制の枠組みの構築を支援している⁷³。

他の取り組みは主に国政府によって行われ、二国間または多国間の援助を提供している。米国主導の大きなプログラムの一つであるPower - Africa では、サハラ以南のアフリカの電気へのアクセスに取り組んでいる。2014年8月現在で、アメリカは260億ドル以上を財政支援、借入れ保証で投資した。ノルウェー、スウェーデン、英国は追加の120億ドルを共同で投資することを約束した⁷⁴。オーストラリア、ドイツ、オランダ、ノルウェー、スイス、イギリスが主導する、Energising Development (EnDev) は、2018年末までに1500万人に近代的なエネルギーサービスへの持続的なアクセスを提供することを目標としている。EnDevは2014年末までにアフリカ、アジア、ラテンアメリカにおいて1290万人に近代的なエネルギーアクセスを提供した⁷⁵。いくつかのプログラムでは政府と共同で、分散型自然エネルギーの持続的な発展を支援する政策の枠組みを立案し、実行している。例えば、ドイツのGIZはインド、ケニア、マダガスカル、パキスタンなどのプログラムを支援している⁷⁶。

これらと並行して、政府や国際機関、官民協働、NGOなどの従来のアクターも分散型自然エネルギーを促進している。例えば、Global Alliance for Clean Cookstove は2020年までに低公害型調理用ストーブを1億世帯に促進するためにハイレベルの国家および民間寄贈者の誓約を取り付けた。これは30の国々で調理用ストーブのための国際標準機関の活動に携わり、2014年でその第1フェーズを終えた。第2フェーズ（2015-2017）では投資促進、イノベーション促進、プロジェクトの規模拡大に重点を置いている⁷⁷。Global lightning Energy Access Partnership (Global LEAP) はエネルギー・アクセス解決の商業的市場の発展のために機能している。2014年、Global LEAP はLighting Africa Program の支援を続けた。これは、アフリカで品質保証されたオフグリッド照明装置270万台販売することを可能にし、29の国で700万人以上にいきわたった⁷⁸。

■金融と投資

歴史的に、エネルギーアクセスの発展は政府と国際機関が率先して行ってきた。しかしながら、それはここ10年ほどで、中央集中型で公共部門主導の手法から、官民パートナーシップやベンチャー企業へ移っていき、自然エネルギーへの注目が高まっている。携帯電話産業と同様に、物品・サービス市場の急激な成長がオフグリッドの低収入顧客によるものだという認識がより高まり、民間部門の関わりが増加した⁷⁹。とくに自然エネルギーを中心とした独立型調理・電力システムは、遠隔地域の家庭や企業へのエネルギーサービス提供における費用対効果の高い選択肢であり、認識の高まりによって自然エネルギーはより大きな役割を果たしている。これによりますます、技術発展が続き、コストの減少が図られる⁸⁰。これらすべては分散型自然エネルギーへの資金（公共と私的）の増加という結果をもたらした。

分散型自然エネルギーシステムは継続してベンチャーキャピタル、民間銀行、企業からの投資を呼び込んだ。例えば、

2014年にはKhosla Impact and Solar Cityのようなエネルギー企業が、約639億ドルをオフグリッド地帯のソーラーPVに投資した⁸¹。バンク・オブ・アメリカ（米国）は100億ドルを分散型エネルギープロジェクトの支援に充てることを約束した。これらは一般的にリスクアセスメントを通過できないようなプロジェクトである。また、大きな影響力を持つクリーンエネルギープロジェクトに対して少なくとも100億ドル以上の投資を刺激するCatalytic Finance Initiativeを広めた⁸²。このようなイニシアチブはより広範囲の機関投資家の分散型エネルギー部門に対する興味を持たせるため、投資リスクを減少させるための革新的な財政メカニズムを開発するだろう。

他の金融の動向は従来とは異なった。アフリカでのすべての人へのエネルギーアクセスに対して商業的なアプローチで従事しているPersistent Energy Capitalのブティック型投資銀行は、ガーナ、タンザニア、ウガンダなどの国で自然エネルギー装置とサービスを提供する企業に投資した⁸³。自然エネルギー・エネルギー効率パートナーシップ（REEEP）は競争的な振興プログラムを開始した。これは分散型自然エネルギーを採用するためのわずかな補助金もしくは転換社債によって小規模と中規模の事業を提供されたものである。同様にコーチング、アドバイス、投資家との仲介などのサービスを提供している⁸⁴。

2014年、多数の国が参加している金融機関と開発銀行は分散型自然エネルギーに影響を与え続けた。化石燃料を支援する一方で、世界銀行は少なくとも36億ドルを自然エネルギー業界に投資した。（分散型か集中型かは、区分されていない）⁸⁵アジア開発銀行は「すべての人にエネルギーを」イニシアチブのもとで4億ドルをエネルギーアクセスのために調達した。この利益は825万人に行き届く⁸⁶。米州開発銀行は多数国からなる投資ファンドへの支援を続けた。このファンドの2014年における20億ドルの累積融資額は1800以上の分散型自然エネルギープロジェクトにつながった⁸⁷。アフリカ開発銀行は6000万ドルを「アフリカのための持続可能なエネルギーファンド」に直接融資した。これらは、ナイジェリアの調理用ストーブ、カメルーンのソーラーPV、タンザニアでのソーラーディーゼルミニグリッドの個別のプロジェクトに向けられた⁸⁸。イスラム開発銀行は1億2500万ドル規模の「貧困削減のための自然エネルギー計画」に参入した。これは、サハラ以南のアフリカ6か国において低価格の分散型エネルギー資源を推進するものである⁸⁹。また、ドイツ復興金融公庫は200万人以上の人々に近代的なエネルギーアクセスを提供するエネルギープロジェクトのファンドに参加した⁹⁰。

これらの銀行のうちいくつかは新しい融資メカニズムとして競争的賞金を中心としている。たとえば、米州開発銀行は「エネルギーイノベーションコンテスト」を毎年開催している。エネルギーアクセスと、自然エネルギー、エネルギー効率の分野における革新的なプロジェクトの実施を支援するもので、ラテンアメリカとカリブ海で行われている。2014年、ティエラ・デル・フエゴおよびチリのパタゴニア南部でのHydro kinetic プロジェクト（海と川）と、ニカラグアでの家庭ソーラーシステムの遠隔サービスとメンテナンスを提供する計画を表彰した⁹¹。ほかにも2014年には、Global LEAPは2つのオフグリッド商品コンテストを開催し、もっとも効率的なオフ

グリッドLEDライトとテレビが表彰された⁹²。

さらに、Green Climate Fund (GCF) は、国連気候変動枠組条約締約国会議のパリ会議を通して、数十億ドルの資金の活用を始めた。GCFは現在進行中のエネルギーと輸送インフラに関する国際的な金融取組を調和させることを目標としている。これらは世界銀行、地球環境ファシリティ、適応基金、京都議定書によるクリーン開発メカニズム、そしてG8によるものであり、分散型自然エネルギーシステムと技術移転が注目を集める2つの中心的領域となっている。2014年の終わりの時点でGCFは102億ドルを誓約通り集めた⁹³。

それと同時にクラウドファンディングのような新しいメカニズムの融資額も増加した。2014年に、新製品を発売することや新しい市場に拡大するためのいくつかの事業開始キャンペーンにおいてクラウドファンディングの人気は高まり続けた。「エネルギーアクセス実践者ネットワーク国際基金」はクラウドファンディングで様々なSE4ALL活動のために20万ドルを調達した⁹⁴。他のアクターは、ケニアにおけるオフグリッドコミュニティのエネルギーアクセスを促進するためのマイクログリッドをクラウドファンディングによる資金調達で導入した。また、ハイチの分散型自然エネルギー事業者を支援した⁹⁵。

■ビジネスモデル

エネルギーサービス会社 (ESCO)、マイクロクレジットやマイクロファイナンス、現金払い、ワンストップショップを含む革新的なビジネスモデルは2014年、勢いを増した。



エネルギーサービス会社モデル (ESCO) もしくは、「サービスに対する料金」は、サービス提供会社によって所有され、運営され、メンテナンスが行われている、自然エネルギーシステムの使用に対して通常料金を支払うものである⁹⁶。良いサービスの提供、専門的なメンテナンス、システムの交換を含む利益は、否定的側面として、使用者が所有していないがために、不注意による操作ミスや損傷を引き起こしてしまう可能性がある⁹⁷。増加中のESCOsはスタッフの確保やメンテナンスの促進、地域の雇用創出のために訓練学校を設立している⁹⁸。

マイクロクレジットモデル (マイクロファイナンス) のもとで、購買者 (家庭、中小企業) は、分散型自然エネルギーに必要な設備にかかる費用をまかなうために銀行から小口の融資を受ける。このモデルは、使用者が長い時間をかけながら分割して支払うため、自然エネルギーシステムに関わる高額な初期費用を回避することが出来る⁹⁹。過去10年でマイクロファイナンスは発展途上の地域でエネルギーシステムを普及させる最も広まったモデルであることが証明された¹⁰⁰。2014年、ハイチ、インド、ウガンダでのプログラムは、ソーラーランタンと低公害型調理用ストーブ向けの消費者金融の有効性の拡大のために、すべてマイクロファイナンスプログラムで資金調達を行った。また、バングラデシュでは、低公害型調理用ストーブやバイオガス発酵槽、ソーラーホームシステム (SHS) を手ごろな値段にするためのこのようなプログラムを活用し続けた¹⁰¹。

現金払い方式のもとでは、消費者は一般的に持ち運び可能な太陽光発電の充電器や、LEDライトの点灯や携帯などの機器の充電に利用することができる制御装置などのために、少額の先払い手数料を支払う。そして、必要なエネルギー分の金額を消費量に合わせて先に、または定期的に支払う。このような少額決済計画は最も一般的なビジネスモデルの一つである¹⁰²。これは、値段や支払日が消費者の現金収支やエネルギー消費のパターンに対応しているので、太陽光電池式の充電器などの太陽光発電技術で特に効果的である。2014年現在、アフリカで実行中の現金払い方式モデルは、流通経路に3万のソーラーPV装置があり、そのうち、1万5000は年末までに消費者の家庭に設置された¹⁰³。ケニアではすでに大規模なソーラーホームシステム (SHS) のための現金方式が採用されており、インドでは、ソーラーランプのための現金払い方式に似た手法の計画の開始が発表された¹⁰⁴。

ワン・ストップ・ショップモデルの採用も拡大している。このモデルでは、一つの機関が自然エネルギーホームシステムの販売と消費者のローン組み立ての双方を行う。(基本的に企業は供給者および小規模投資家として活動する) このモデルはバングラデシュで一般的であり、そこでは1つの機関が15%の頭金でソーラーホームシステム (SHS) を販売し、6%の利子がある3年のローン、アフターサービス、長期の製品保証を提供している。さらに、このモデルはバングラデシュの農村地域に技術訓練を提供し、自身の自然エネルギービジネスのオーナーになれるように (とくに女性の) 事業家の養成を行っている¹⁰⁵。(補足9参照)

ⁱ off Grid Election, BBOX, EarthSpark International など。

補足9. 女性と分散型自然エネルギー

分散型自然エネルギーは、エネルギー貧困の状況下で生きる人々、とくに女性の生活の向上に大きく貢献する。女性のエネルギー貧困状態の結果として、不健康、日々くり返される体的に困難な仕事、休息や子育ての時間、そして現金収入を得る活動のための時間の不足が挙げられる。

煙の出ない木材、もしくはバイオガストーブを持つことで、キッチンに汚染の少ない状態にすることが出来ると同時に、薪の収集にかかる時間、重い荷物の運搬、また、それに伴う健康のリスクを削減することができる。ウガンダでは、バイオガスにより～1時間程度、女性が料理をする時間を削減することができ、同時に、男性が食事の準備をする時間を後押しすることができると報告されている。ソーラーPVと電球（灯油ランタンもしくはロウソクではなく）によって提供される高品質の照明によって、女性が家事を行なう時間の配分をより自由にし、エネルギー費用を削減でき、子供がより健全で安全な環境で勉強することが可能になる。スリランカでは、ソーラーホームシステムによる照明が日々の仕事を夜間に行うことを可能にし、1日の管理における自由度を大きく増した。灯油をソーラーランプに交換した東アフリカの女性は30%以上の家庭の支出を抑えた。

分散型自然エネルギーは、農村地域に電気を届け、テレビやラジオ、携帯電話やその他のサービスの使用を可能にする。これらの機器とサービスによって女性は他の場所で働いている家族と連絡を取り続けることができる。また、従来の銀行を介した場合と比べて、お金と支払請求書を少ない費用でより早く受け取とることができ、現代社会の一部であると感じることが出来る。

発展途上国において、女性は単に消費者だけにとどまらず、事業者としてセールスチームの役割を担う存在であるという認識が自然エネルギー技術サプライチェーンの中で増えている。アジア、アフリカそしてラテンアメリカにおける42の自然エネルギー企業を対象とした調査で、多くの事業者が、家庭内で使う（改善された調理用ストーブのような）装置のデザインに女性が加わることは、商品の最終的な成功にとって重要な要素であるとみなしている。同じ状況下では、女性の消費者に商品を売る場合、男性が行うよりも、女性が行った方がより良い。バングラデシュで、ソーラーホームシステムや、改良型調理用ストーブ、バイオ発酵槽を販売するGrameen Shakti は、地域の女性エンジニアと専門家を採用し、養成している。彼女らは、家庭内で潜在的な女性顧客と、調和した関係を築くことが出来る。これは男性にとっては必ずしもできることではない。

不幸にも発展途上国の女性は、男性に比べて、自然エネルギー事業者になるための壁に直面している。例えば、女性事業者は開業資金を十分に持っておらず、融資を受けるために必要な担保が乏しい。また、男性に比べて

技術的、金融的な知識や不可欠なビジネススキルを持っていない。いくつかの国では自然エネルギー技術分野で働くのは「男性の仕事」と見なされている。

さらに、雇用主が女性を雇うとするならば、雇用主は、オフィス環境や雇用慣習が女性にやさしいものであることを保証しなければならない。インドのGreenway Grameen Infra は、ストーブの販売において少なくとも25%の女性を雇うことを目標としており、適切な公衆衛生施設と、女性が自身の家事が仕事を阻害するときお互いが助け合い、代理を務めることが出来るようにする「グループ雇用」をもとにした柔軟な雇用政策が必要であることを自覚した。異なるビジネスモデルの分野で行われているいくつかのプログラムは、自然エネルギーサプライチェーンにおける女性参加を支援することを重視するものである。ENERGIAの女性の経済的エンパワーメント計画（WEE）は、エネルギーサービス提供業界で働いている、3000人の女性事業者をサポートしている。彼女らは、5か国にまたがる200万人以上の消費者にサービスを届けることを目標にしている。この計画の中の一つの社会的企業である東アフリカのSolar Sisterは、女性事業者に「business in a bag」と共に、商品の立ち上げ道具一式、訓練、彼女らのコミュニティ内の家庭へ持ち運び可能な太陽光技術を届けるための市場販売支援を提供している。もう一つの例として、インドネシアにおけるKopernik（これもWEE）がある。女性によって経営されている既存の売店を使い、ソーラーランタンを配布している。

女性が共に働くことで、彼女らが直面している壁に打ち勝つための結束と支援を見出すことが出来る。たとえば、Khulumani Gogos Going Green は南アフリカの農村地域に住んでいる年配の女性達が始めた小さな事業であり、彼女らが太陽光による照明と電気へのアクセスを得ることが出来るようにするものである。西ソロモン諸島におけるマイクロ水力計画のような、コミュニティ規模での計画では、彼らは、お金の管理は男性より女性の方が頼りになると考えているため、しばしば女性に財務管理の責任を与えている。バングラデシュのChar Montaz の遠く離れた島のコミュニティでは、40人の女性が「ソーラーホームキット」を収集し販売する生活協同組合を運営しており、離れた出張所では、15人を追加で雇用しているこのビジネスモデルの成功は、近隣の島への広がりを通して理解することができる。

政策環境もまた、事業者として、また消費者として自然エネルギーサプライチェーンにおける女性の参加の支援のために非常に重要である。

たとえば、ウガンダの自然エネルギー政策は、特別な政策であり、家事をしながら、女性が自然エネルギー技術によって利益を得られることを確実にするためマイクロファイナンスを促進することを含んでいる。

インドの国家バイオ燃料計画では、女性のバイオ燃料の

栽培における役割が明確に言及されている。その結果、カーナタカの Hassan 地方における女性は、彼女らの裏庭で作物を栽培することが出来る。それは家事と一緒にするのと適しており、切望していた収入を稼ぐことが出来る。

SEEDと Ashden awardsのように、表彰を通して女性の功績を表彰することは、女性を自然エネルギー関連ビジネスに巻き込むことが出来る。しかしながら、女性が賞に申し込むには後押しが必要である。タンザニア農村エネルギー機関（REA）は、受賞し得る女性が率いている企業があるにも関わらず、タンザニア農村照明コンペティション（LRTC）に申し込んだほとんどの機関が、男性によって率いられていることに気付いた。したがって、現在彼らは、女性の申し込みを後押しするために、男女の区別のない言い回しで公告している。Ashden Awards による女性企業家への追加的な便益は、自然エネルギーによる解決策を促進するために、小規模の持続可能なエネルギー機関である Ashden インド自然エネルギー共同体を設立したことである。女性はその共同体で指導的役割を担っており、影響力のある政府の政策において女性により強い発言権を与えている。

出典：この章の注105を参照



第6章 エネルギー効率：自然エネルギーとの対の柱

自然エネルギーとエネルギー効率は未来の持続可能なエネルギーの二本柱である¹。エネルギー・サービスがより効率的に行き渡れば、自然エネルギーはより早く効果的で重要な一次エネルギーの要素になることができる。同時に、自然エネルギーのシェアが増えれば、同じ水準のエネルギーサービスを提供するために必要な一次エネルギーは少なくなる。

エネルギー効率化の方策と自然エネルギーの選択は、広範なシステムでの環境面および経済面でのコスト削減という相互作用が働く可能性がある。たとえば、エネルギー効率の改善と一体となった分散型自然エネルギーシステムは、エネルギー輸送時の損失とボトルネックを少なくすると同時にシステムの最大電力需要を引き下げることができる。非燃料の自然エネルギー — たとえば風力、太陽光、水力 — はそれらが化石燃料の熱転換に固有の損失を必要としないので、それ自体でシステム効率を改善することが出来る。二本柱が相互に支え合うことにより、技術的・経済面に実現が難しかった応用ができるようになり、相乗効果でそれぞれの合算よりも大きな結果を出している。

基本的なサービスの提供に必要なエネルギーの総量は、エネルギー源とそれぞれの段階（一次エネルギーの掘削、精練、輸送、送電、最終消費）で生じる損失の両方に依存する。それぞれの段階でシステム全体のエネルギー効率を改善する機会があり、一次エネルギー資源が何であるかに関わりなく利点がある。しかしながら、技術的および政策的文脈の両方でエネルギー効率と自然エネルギー資源の間には特別な相乗効果が存在している。たとえば、以下のような相乗効果が含まれる。

■システム全体の利益をより大きくする相乗効果：オンサイトで自然エネルギー発電が併設された効率的建築システムや

デザインは、最終消費エネルギー需要、送電網の混雑と損失の削減、燃料輸送に関わる費用やエネルギー消費を削減する。

■エネルギー構成のうち自然エネルギー占有率をより大きくする相乗効果：最終消費の効率改善と自然エネルギーのオンサイトで利用増大は一次エネルギー需要を削減する。最終消費エネルギーの需要が少なくなれば、エネルギー密度の低い自然エネルギー資源がすべてのエネルギー・サービス需要をまかなう機会は増える。総エネルギー消費の中で自然エネルギーのシェアを高める目標は、自然エネルギーの量を増やすことと、総エネルギー消費量を減らすことの両方によって達成される。

■自然エネルギーと効率化への投資をより大きくする相乗効果：最終消費エネルギー効率の改善は自然エネルギーによって最終消費サービスを提供するコストを削減することにつながる。そして、効率化によって節約した資金は、財政や追加的なエネルギー効率の改善や、もしくは自然エネルギー技術の設置をサポートするために利用する。

これらの相乗効果は建築や電力事業から輸送や産業²（GSR2012を参照）に至るまで数多くの部門に存在する。

エネルギー強度（すなわち、経済生産単位あたりの一次エネルギー消費）は、エネルギー効率の指標としてマクロレベルの分析に用いられてきた。これは、国際的に合意された高度な指標の欠如が原因である³。（捕足10を参照）世界レベルでのエネルギー原単位は、1990年から2013年の間に年平均で約1.25%ずつ減少している。そして、世界中の多くの地域において、この期間全体でエネルギー原単位の向上を達成している⁴（図37を参照）。最も著しくエネルギー原



この章はコペンハーゲンエネルギー効率化センター（C2E2）と共同で執筆された。
¹ これ以降の章では（エネルギーアクセスのための分散型自然エネルギーの章を除く）では、分散型エネルギーシステムは以下のエネルギーシステムを指す。そのエネルギーシステムは、1）大規模集中型ではなく、相対的に小規模で分散していること（たとえば屋根の上の小規模太陽光発電）。それに加えて、もしくは、2）その発電および配電は集中型送電網から独立して行われていること。

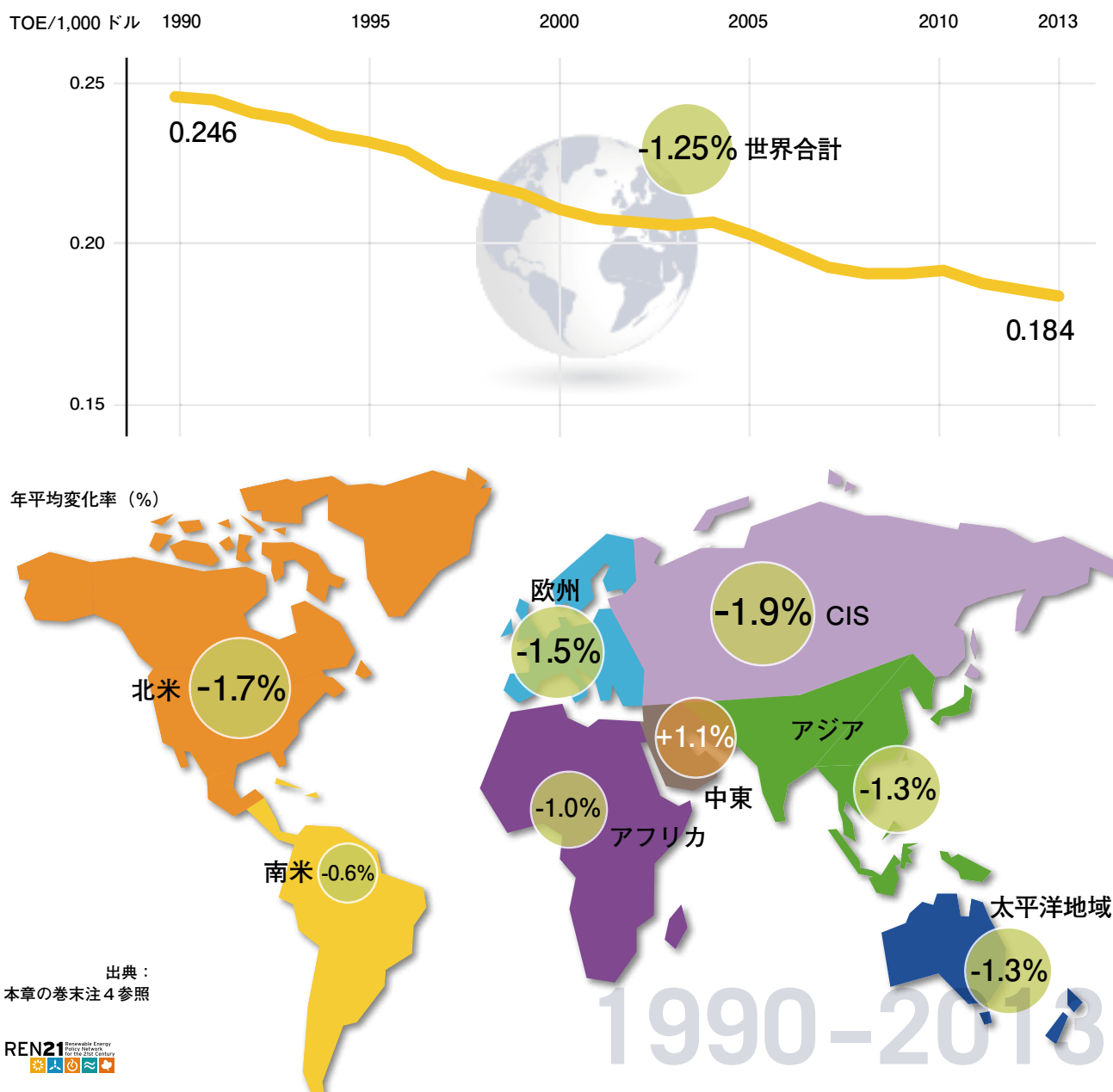
単位を削減したのは独立国家共同体地域（CIS）、北米、欧州であった。しかしながら、これらの経済構造の変化がエネルギー強度の低減に寄与した可能性がある。中東地域は、全体的にエネルギー強度が増えた世界で唯一の地域であった⁵。他地域にくらべ、エネルギーをより効率的に使用する地域もあり（かなり差がある場合もある）、改善の余地は、国や地域をまたいでかなりばらつきがある。それでも、すべての地域や経済分野で、エネルギー効率の改善は可能である⁶。

次の小項目では建築物や電化製品、運輸、産業における

エネルギー効率の状況や動向、発展について議論する。これらの部門は世界の最終エネルギー需要の約3分の1を占めている。残りの本文では、エネルギー効率やエネルギー効率と自然エネルギーの相乗効果を進める政策と現状を扱う。一方、この章では、近年の政策展開と各部門のいくつかの新興技術についても焦点を当てているが、包括的に紹介することを意図していない。

エネルギー効率と自然エネルギーの進展との連関が重要であるという認識のもと、2015年自然エネルギー世界白書の本章では、年刊の章として初めて、この議題を扱う。

図37.世界のエネルギー強度(1990年～2013年)



補足10. エネルギー効率に関するデータの現況

エネルギー効率の改善は多くの国で政策の優先事項だが、国際的に合意された国レベルもしくは国際レベルでエネルギー効率の動向を計測し、追跡するための高度な指標が存在していない。

最も集約的な指標の1つとしてエネルギー効率の改善率を示すために広く利用されているものはエネルギー強度である。しかし、この指標の実効性は限られている。なぜならば、エネルギー強度の変化は、経済構造の変化（例：エネルギー強度の高い産業からサービス産業への移行）やエネルギー効率以外の他の要素によって引き起こされる可能性がある。他のアプローチとして、たとえば、エネルギー効率指数や指標、スコアカードなどがあるが、たいいてい詳細な部門別と政策のデータの片方もしくは両方を必要とし、部門や地域が異なると利用できないことがよくある。

建造物部門で、最も重要なデータ形式のひとつは建築のエネルギー性能である。データベースがいくつか存在し、公的に利用可能であるが、一般に地理的な制約があり、ほんの少数の建築物しか扱えない。具体例としては、米国の建築性能データベースである、the U.S. High Performance Building Database、ドイツ政府に支援された国際的なプロジェクトであるネットゼロエネルギー建築物の地図や新しい建築研究所による“Case Studies of NZE Verified and NZE Emerging Projects”などがある。また、パッシブハウスの発展を追跡するためのデータベースも存在する。

必要データの不足に対処するために、the EU ZEBRA2020 projectが、欧州中（17の加盟国に及ぶ）の低エネルギー建築物市場の導入を監視し、政策評価や最適化の証拠やデータを作成するために2014年に開始した。

その他の取り組みは、収集のしやすさを活用して、建築証書やラベリング制度を通して、建築物のエネルギー性能

データを収集している。2013年に、ニュージーランドは、商業建築物のエネルギー性能を計測し、順位づけする目的でオーストラリア国立建築環境評価システム（NABERS）という画期的な仕組みを利用した自発的な制度（NABERSNZ）を開始した。NABERSのもとでは、商業ビルのエネルギー性能が評価され、星評価が適用される。

様々な分野において性能データを収集すると、省エネルギーやエネルギー効率の高い解決策の優位性を説明する比較研究やその他の広報に利用できる。たとえば、2014年にアルジェリアは、いくつかの州で建築物のエネルギー効率の計測と冷熱における省エネルギー評価をするためのエコバットという実証事業を開始した。その評価の一環として、エネルギー効率基準に対応する住宅のエネルギー性能が従来の建築物の性能と比較されている。

エネルギー効率に関するデータの質と入手しやすさを高めることは、部門や地域をまたいだ適切な意思決定を行う重要な前提条件であり、基盤である。データ収集の取り組みや指標開発において改善はみられるものの、概して自然エネルギー源のデータと比較すると、やはり、エネルギー効率はデータの質と収集範囲で遅れている。

この問題にはいくつかの理由がある。第一に、エネルギー効率は自然エネルギーよりもはるかに具体性に欠け、どのように定義してエネルギー効率の改善を計測するのかという不確定事項が残っている。第二に、エネルギー効率データへの需要が、多くの国でいまだ小さい。これは、確かなデータ収集のための情報源と能力が足りないことに加えて、エネルギー効率のデータが重要であると認識されていないためである。最後に、データ収集の取り組みが行われている多くの国でも、それぞれに違ったレベル（たとえば、国、準国家、地方自治体など）で実施し、それぞれ調査方法や質が異なるため、一貫性の確立をさらに困難にしている。

出典：この章の巻末注3を参照



建築と設備

建築部門は、世界の最終エネルギー需要の約3分の1を占めている⁷。建造物部門で消費されるエネルギーの40%が冷暖房に使用され、その他の残りが最終消費、たとえば温水、照明、電化製品の運用に使用されている⁸。快適さを上げながら、建築物におけるエネルギー消費を減らせる大きな見込みがある。たとえば、建物の向きの最適化、太陽エネルギーのパッシブ利用の効用を最大化する設計（たとえば暖房や自然光など）、ヒートブリッジ（熱橋）の削減、改良ガラス窓、気密性の改善、建築物の吸熱および蓄熱性能を改善する熱質量、換気の改善などがあげられる⁹。

近年では、個別のシステムのエネルギー効率をあげることよりも、建築物のエネルギー性能を全体的なアプローチで改善することがより注目されている¹⁰。つまり、与えられた地理的条件において、最も費用対効果の大きい方法で、総合的に性能を最適化し、効率の高い建築設計のすべての側面に取り組むということである。建築基準の例としては、米国におけるエネルギースターやパッシブハウス基準が含まれる。これらの建築基準は、欧州の大部分で高い建築エネルギー性能に対する共通のベンチマークである。定義によると、パッシブハウスのエネルギー需要はとても小さく、従来の冷暖房技術を使わずに高水準の熱的快適性を供給する¹¹。欧州単独では、このような建築物の総数は2000年から2012年までの間に3倍になっており、ドイツとオーストリアが成長をけん引している¹²。

ゼロエネルギー建築（NZEBs）やニアリーゼロエネルギー建築（nZEBs）は、エネルギー効率の改善によってエネルギー需要がかなり削減され、そのすべての（もしくは、nZEBsの場合はほとんどすべて）残ったエネルギー需要を自然エネルギーで充足する¹³。ゼロエネルギー住宅の性能は、さまざまな立地や気候において達成可能であるという証拠を示しながら、ゼロエネルギー新規住宅は毎日多くの国で建設されている¹⁴。エネルギー住宅に関連してわかってきた傾向と教訓は以下である。

■ゼロエネルギー建築やニアリーゼロエネルギー建築の実現可能性を証明するために、公共建築物がますます活用され、潜在的利益について人々の教育を促している。北米では、公共建築物は既存のゼロエネルギー建築物のうち、3分の2を占める。そして米国の公益プログラムはオレゴン州とカリフォルニア州では、ゼロエネルギー住宅実証において成功を収めている¹⁵。

■大規模なゼロエネルギー建築（敷地面積5000m¹⁶かそれ以上）はより一般的になってきている¹⁷。

■世界中の建築家がニアリーゼロエネルギー設計にさらに精通してきている。2014年には、国際的な建築連合体が満場一致で「2050年に向けた責務」に合意し、会員組織（これは124か国130万人以上の建築家を指す）は2050年までに100%をニアリーゼロエネルギー設計にすることに専念する¹⁸。

■北米は、ゼロエネルギー建築の性能は新築に限らないことを示している。つまり、北米地域における認定されたゼロエネルギー建築の24%がリノベーション事業であった¹⁹。既存建築に対するゼロエネルギー建築またはニアリーゼロエネ

ルギー建築のプロジェクトや目標に対する関心は、複数のEU諸国で顕著に高まっている。

■共通のゼロエネルギー建築目標のもとで近隣の建築物や地域全体のポートフォリオのために計測される全体エネルギーバランスを見てみると、プロジェクトは建築物単体にとどまらず、より多く展開している。たとえば、北米では米軍の軍事施設や複数の大学を含む18のゼロエネルギー建築地域がある²⁰。

■既存のゼロエネルギー建築事業の多くは先進国に位置しているが、実証的なゼロエネルギー建築がいくつかの発展途上国や中国、ケニア、マレーシア、台湾を含む新興経済で建設されている²¹。

■同様の従来の建築物と比較するとゼロエネルギー建築のための追加的な投資コストは5%から19%の幅で見積もられている。エネルギー効率による投資回収は、助成金をのぞいて、5%から12%と見積もられている²²。

建築の効率は、主にデザインと冷熱を含むシステムによって決定されている。ヒートポンプは、熱源が空気か地中か水のいずれであっても、冷暖房需要を満たす効率的な技術であろう。2001年から2014年にかけて、ヒートポンプの世界市場はおおよそ150万台から200万台まで成長し、大部分はアジア地域、とくに中国の追い上げによるものだった²³。ヒートポンプは建築物の冷暖房のためにいくらかの自然エネルギー容量を供給する潜在性がある。（自然エネルギー世界白書2014補足4を参照）もし、建築物が効率的な外皮であれば、ヒートポンプを使った冷暖房需要の充足がはるかに簡単になるような相乗効果は存在する。また、太陽熱や近代的バイオマスシステムとの相乗効果もある。

建築に使用される電化製品と電子機器によって図式は完成する。大規模な電化製品、たとえば、冷蔵庫、洗濯機および乾燥機は、住宅の電力消費の原因で、かなりのシェアを占めている²⁴。効率の改善によって、大規模な周辺電化製品のエネルギー消費は、急激に低下した。冷蔵庫のエネルギー消費は、たとえば、1996年の年間450～800kWhから、2011年には250～400kWhまで減少した（欧州における冷蔵庫がこの時期を通して最も高い効率を示している）²⁵。

テレビ（やコンピューターのモニター）もまた、この10年間で大いに効率改善を成し遂げている。この変化には、ブラ



ウン管から平面パネル技術（液晶ディスプレイ（LCD））やプラズマディスプレイパネル（PDP）への置換、このアナログからデジタルの転換、冷陰極蛍光管（CCFL）バックライトから発光ダイオード（LED）への転換、そしてテレビの電力マネジメントシステムの適応が含まれている²⁶。2015年に市販されている技術の中で、最も効率の良いモデルは、従来の冷陰極蛍光管バックライトブラウン管パネルと比較して32%～71%の省エネルギーを示した²⁷。2010年から2014年までの間、効率の悪い冷陰極蛍光管バックライトブラウン管パネルの世界的な発送はおよそ90%減少した一方、LED液晶ディスプレイは8倍まで増加した²⁸。

世界の照明市場はエネルギー集約型の白熱電灯からLED電灯への転換の段階にある²⁹。LED電灯は、同じ明るさを出力するのに、従来型の白熱電球と比べエネルギー消費は90%少なく、照明時間は6倍もつと見積もられている³⁰。近年では、LED技術は急速に進展し、同時にコストは大幅に低下している。60W相当のLED電球のコストは2011年から2012年の間に40%近く低下した³¹。多くの国で白熱電球の禁止令が市場のLED製品の普及をけん引し、急速な展開をもたらした³²。主要なLED市場は、欧州（世界市場の23%）、中国（同21%）、米国（同19%）、そして日本（9%）があげられる³³。

電化製品と装置は、運転が可能な状態でエネルギーを消費する。加えて、それらの多くは、待機電力と言われるよう

に、信号の受信や内部時計への電力供給やその他の用途を維持するために、本機能を実行していないときもエネルギーを消費する。多くの先進国では、待機電力は一般的に住宅のエネルギー消費のうち5%～10%を示している。発展途上国、とくにその都市部では、待機電力は少なめだが、その割合は高くなりつつある。商業建築物では、待機電力は少なめに設計されているが、しかし、それでも全電力消費のかなりの割合を占めている。2010年までに多くの先進国で設置された規制によって、単位当たりの待機電力消費は低下している³⁴。

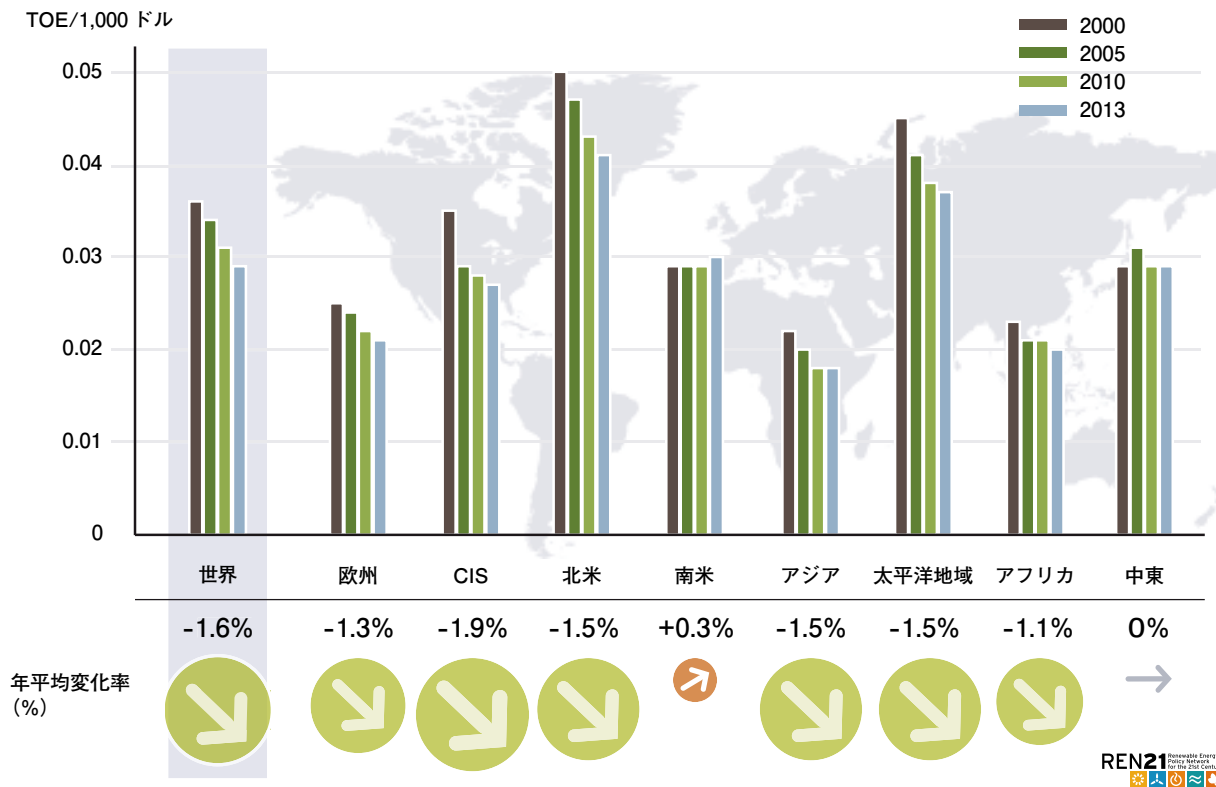
交通

交通は世界の最終エネルギー消費の30%弱を占める³⁵。この総量のうち、航空輸送は8%、水上輸送は4.5%、パイプライン輸送は3.8%、鉄道は2.3%であるのに対し、道路輸送（軽量自動車、バス、大型トラックを含む）は交通エネルギー消費の81.4%を占める³⁶。現在まで、効率の改善で最も重要視されてきたのは道路輸送の分野である。

道路輸送部門における主要傾向は、自家用車の燃費改善、電気自動車（EV）やハイブリッド自動車（HEV）の進出増加、旅客のより持続可能な形態への移行（たとえば、公共交通機関、鉄道、高速バス運輸（BRT）システムⁱ）が含まれる。結果として、燃費は過去15年間で着実に改善している。世界でもそれぞれの地域においても（ラテンアメリカと中東地域を除いて）、この分野の平均的なエネルギー強

図38. 輸送部門における国家や地域ごとのエネルギー強度（2000年、2005年、2010年、2013年）

出典：
本章の巻末注
37 参照



ⁱ BRTは、速く快適で費用効率の高い地下鉄相当の収容人数を持つ、バスによる高品質の輸送システムである。

度は2000年から2013年にかけて大幅に低下している³⁷。(図38を参照)

たとえば、米国では乗用車や軽トラックの燃費は過去10年間でおよそ25%、1975年からは85%も改善した。2014年に米国市場で購入可能なディーゼルやガソリンの型で最も改善が進んだものは、—すべてのガソリンハイブリッド車両を含む—燃費値がリットルあたり30から32キロメートル（ガロンあたり70から76マイル）の範囲であった³⁸。

電気自動車は、系統からの電気エネルギーの約59%から62%を車輪の動力に変換する。他方、従来のガソリン自動車はガソリンに蓄えられたエネルギーのうち約17%から21%しか車輪の動力に変換しない³⁹。2008年から2013年にかけて、世界の電気自動車の販売数は、年間平均成長率100%を超え、約1万台から40万台以上へと急増した⁴⁰。しかしながら世界市場および国内市場における電気自動車の割合はいまだ小さい。2013年、最も大きい市場シェアを達成したのはノルウェーであった（6.1%）、続いて、オランダ（5.6%）、カリフォルニア（4%）、一方、米国全体では1.3%であった⁴¹。

たとえば、BRTシステムのような自家用車から公共交通機

関への切り替えもまた、モビリティ（移動）の効率を高める。2013年のように、世界中の150都市が何らかのBRTシステムを導入し、平日ごとに推定2800万人にモビリティを提供している⁴²。

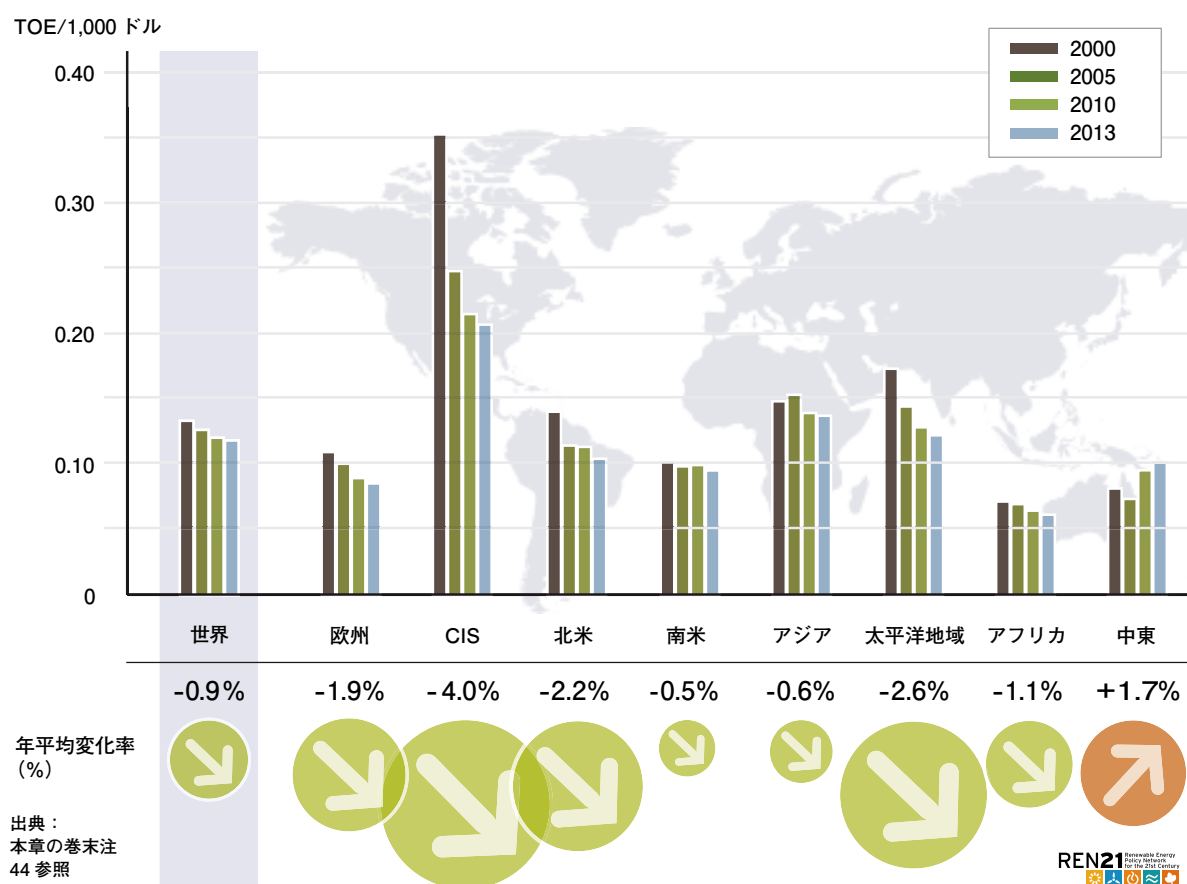
産業

世界の最終エネルギー消費のおおよそ40%が、電気、熱、機械エネルギーの形態で産業部門において生じている⁴³。2000年から2013年までの間、産業部門における世界のエネルギー強度は着実に低下し、中東地域をのぞく世界のほとんどの地域でも同様に、エネルギー強度は低下した⁴⁴。(図39を参照)

最もエネルギー集約型の産業は化学（精製を含む）、金属、合金、パルプと製紙、そしてセメントである⁴⁵。それぞれの産業は、既存のベストプラクティスの適用を通して、エネルギー効率の改善における大きな潜在性を提示している。世界レベルでエネルギー消費を削減する技術の潜在性は、パルプ・製紙産業では26%、化学産業では24%、鉄鋼産業では21%、セメント産業では18%、アルミニウム製造産業では11%と見積もられている⁴⁶。

産業部門におけるエネルギー効率改善の肯定的な動きとし

図39.産業部門における国家や地域ごとのエネルギー強度（2000年、2005年、2010年、2013年）



ⁱ 交通部門におけるエネルギー原単位は、GDPあたりの交通エネルギー消費割合により計算される。部門の付加価値とは関係がない。付加価値は、運送会社の活動しか反映しない。そして、運送会社はこの部門の総消費の一部分でしかない。(たとえば、EU諸国の場合、たいてい60%未満である)

ⁱⁱ 内燃機関の油井から運転までのエネルギー使用量をすべて計上するためには、採掘、精練、燃料輸送に関わるエネルギーを計算することが必要である。同様に、電気自動車では、発電のための採掘、燃料輸送、発電時のエネルギー損失、送電時のエネルギー損失を考慮しなければならない。発電源が自然エネルギーであり、オンサイト型である場合には、電気自動車の効率は大幅に増加する。

て、とくに国際標準化機構（ISO）50001ⁱのもとになされた産業設備のエネルギーマネジメントシステム（EnMS）の設備増強がある。EnMSは、2011年（ISO50001が規定時）から2014年5月の間で、7300以上の世界各地の場所で実行されてきた⁴⁷。

エネルギー効率化の推進政策

エネルギー効率の改善を促進する政策の原動力は、エネルギーセキュリティの向上、経済成長の支援、そして気候変動の削減が含まれる⁴⁸。エネルギー効率の改善は、経済競争力においても重要である⁴⁹。貧しい国では、効率の向上（たとえば電化製品や照明電球における）によって、エネルギーアクセスがない人々に、さらに簡単にエネルギーサービスを提供できる⁵⁰。そのために、より多くの国が建築や電化製品や輸送手段や産業においてエネルギー効率を改善する政策を実行してきた。

エネルギー効率を推進する目標設定は、地域単位を含むすべてレベルの行政で実施されてきた。2014年の後半、EUは法的拘束力のない目標として、2030年までにエネルギー効率改善を最低でも27%行うと設定した（1990年水準と比較）。この目標値は、2020年の目標値である20%を引き上げたものである。EU全体に及ぶ最初の2020年目標を達成するために、それぞれの加盟国が、2020年への指標として国の目標を設定している。2013年から2014年にかけて、14の加盟国ⁱⁱは、国家内でのエネルギー削減目標を設定し、そして20のEU諸国が、どのようにして目標値を達成するかという概要を示すNational Energy Efficiency Action Plans（NEEAP）を提出した⁵¹。

EUにとどまらず、中国、インド、南アフリカ、タイ、米国、そしてアフリカのすべてのECOWASⁱⁱⁱ国など他の国や地域もエネルギー効率の目標値を適用している。2015年初期、中国の首相は国家のエネルギー強度を2015年のうちに3.1%（2014年の4.8%と比較して）削減する政府計画を発表した⁵²。

それらの目標値を達成するために、政府は経済のすべての

分野においてエネルギー効率の改善を加速させる新たな規制を導入、もしくは既存の規制の更新を行っている。建設部門では、近年の発展としては、2014年のカナダのプリティッシュコロンビア州の一戸建て住宅や小規模建築のより厳しいエネルギー効率要件、2013年のベルギーやリトアニアの新しい建築物のエネルギー性能要件、2013年の英国のエネルギー事業者への削減義務付けが挙げられる。この英国の計画は燃料不足で生活を送る人々に援助を提供する一方で、国家のエネルギー消費を削減することを目的としている。そして、同じく2013年、ベトナムのエネルギー効率要件を含んだ新たな建築規則の導入である⁵³。

規格やラベリングプログラムは、電化製品やその他のエネルギーを消費する製品の効率を改善するために用いられる主要な手段である。2014年までに、81の国が同様のプログラムや強制力のあるエネルギー性能基準を行っていた。この性能基準は、もっとも一般的に規制される冷蔵庫、ルームエアコン、照明、テレビを含む55種の製品に及んでいる。世界中の規格やラベリング手法（エネルギー性能と関連する）のすべての種の数値は、2014年時点で3600を超え過去10年間で3倍近くに達した⁵⁴。

いくつかの規格やラベリングスキームが過去2年で拡張もしくは増強された。たとえば、ポーランド、日本、韓国はそれぞれすべてのエネルギー消費製品（以前は、国内の製品の周辺電化製品のみ）に設定をしていた）に対象を拡大した。ドイツは、もっともエネルギー効率の良い製品を識別し、ラベリングするために任意のラベリングスキーム「気候変動に対応した製品トップ100エコラベル」を導入した⁵⁵。その他の国では、規格を開発し、プログラムをラベリングする段階にある。たとえば、コートジボワールは、「2011年から2030年の戦略的開発計画」のもとで住宅用電化製品の規格やラベリングを改善しようとしている⁵⁶。

とくに発展途上国と新興国では、調理技術のエネルギー効率が重要になっており、いくつかの国において、関連する規制や規格を適用してきた。たとえば、イランは、2013年に調理用ストーブやガスレンジ／ガスレンジトップのためのエ



ネルギー性能基準（EPS）を導入した。ベトナムでは、2013年に、法的拘束力のあるラベリング、翌年には炊飯器のためのEPSを適用した。同様の法的手段を考慮にいれ、開発している他の国にはバングラシュ、チリ、インドネシア、そしてメキシコが含まれる⁵⁷。さらに、ブルキナファソやガンビア、ガーナ、ギニア、マリ、

ⁱ EnMSにより製造業者、法人、電力事業者、エネルギーサービス会社、その他の組織がエネルギーコストと炭素排出量を減らすことができる。ますます多くの設備がISO50001に基づいて運営されており、様々なエネルギー調達と使用を含めて、組織や設備がエネルギー消費を制御していくエネルギーマネジメントの枠組みとなっている。

ⁱⁱ それらはベルギー、ブルガリア、キプロス、エストニア、フランス、ハンガリー、イタリア、ラトビア、オランダ、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロベニア、英国を含む。

ⁱⁱⁱ 西アフリカ諸国経済共同体：ベナン、ブルキナファソ、カーボベルデ、コートジボワール、ガンビア、ガーナ、ギニアビサウ、リベリア、マリ、ニジェール、ナイジェリア、セネガル、シエラレオネ、トーゴ

ニジェール、セネガルやトーゴを含むいくつかの発展途上国で、効率の良い調理用ストーブを促進するプログラムを行っている⁵⁸。

エネルギー効率基準とラベリングは急激に輸送と産業部門で注目されつつある。運輸では、近年の発展に以下が含まれる：米国とカナダの2025年に向けた燃費基準の制定、メキシコの国内最初の基準の制定、そしてEU、中国、日本の軽量自動車燃費基準の厳格化と拡張、インドの基準の開発とその実施に向けた取り組み、チリの国内最初の燃費ラベリング政策の導入、そしてモーリシャスの世界初の二酸化炭素あたりの燃費を基準としたフィーバート制度（車両の燃料効率によって賦課金と払い戻しを行う）の開発と実施である⁵⁹。2014年後半のように、車両における燃費基準は軽量自動車市場の70%に及んだ⁶⁰。

産業部門では、エネルギー性能基準はしばしば特定の機器を対象にする。2013年の終わりまでに、産業用の機器で使用される電動モーターの基準は、ブラジル、中国、韓国、米国を含む44か国で導入されていた⁶¹。2013年、中国では、全国各地で大規模なエネルギー消費者を対象として省レベルでエネルギーマネジメントプログラム実施を義務づけた⁶²。米国では、41の州がエネルギー料金に上乗せされて需要家から集められた資金を用いたエネルギー効率プログラムを遂行した。そして、35の州のエネルギー事務所で、上述のプログラムと切り離してもしくはその支援と位置づけて、産業エネルギー効率プログラムを制定している⁶³。

財政的インセンティブ—たとえば、払い戻し、減税、低金利ローン—はエネルギー効率の改善を促すために使用されてきた。たとえば、いくつかの欧州諸国で、建設部門の財政的インセンティブを制定してきた。2014年では、イタリアとオランダが建築（イタリアの産業設備や生産プロセスにも及んでいる）における金融エネルギー効率プロジェクトを支援するための回転基金（リボルビングファンド）を創設した。チェコ共和国はグリーン投資のスキーム、「New Green Savings 2014+」を確立した。これは、排出手当（EU-ETS）オークションの利益から建築のエネルギー効率

改善のために8300万米ドル（19億チェココルナ）を計上するものである。そして、2013年にポーランドでは、建築の効率化を奨励する2つの補助金が始まった⁶⁴。このエネルギー効率住宅プログラムは、リノベーションや高効率の建築に対して、住宅の所有者に性能基準で補助金を与える。また公共建築を対象とした同様のプログラムでは、建築におけるエネルギー効率の等級によって投資額の30%～70%の範囲で補助金を提供する⁶⁵。

運輸部門では、財政的インセンティブは、電気自動車を含むエネルギー効率の良い自動車の税額控除や払い戻しが含まれている。2013年には、ポーランドが都市交通においてエネルギー消費の削減目標をもつプロジェクトを支援する財政スキームを導入した。受益者は、地方自治体や地方輸送当局に従事する公益事業会社、地方自治体と契約を結んでいる都市交通サービス供給者が含まれる⁶⁶。米国とフランスでは、燃料効率のよいHEVやEVに払い戻し提供している⁶⁷。

財政的インセンティブは、産業部門でも用いられている。2014年、トルコでは、産業施設のエネルギー効率を促進する目的で、国の投資インセンティブスキームの改正を発表した⁶⁸。ドイツでは、エネルギー効率関連の会社の投資、認証、測定を支援する2つの助成金プログラムを導入した⁶⁹。2014年の時点では、40%を超えるEU加盟国がEnMSの使用を奨励するインセンティブを実施し、約15%の加盟国は環境マネージメントシステムへのインセンティブを実施し、およそ35%の加盟国が自発的な同意を示していた⁷⁰。さらに、自然エネルギーで用いられていたグリーン証明書スキームに対応するホワイト証明書スキームのような、エネルギー効率を促進するための市場メカニズムが存在する。

自然エネルギーとエネルギー効率化の統合推進政策

自然エネルギーとは別にエネルギー効率を支援する政策を別々に立ち上げている国は多く、また増えているにもかかわらず、これまで両者には政策領域で比較的わずかなつながりしかなかった。いくつかの事例では、エネルギー効率と自然エネルギーは互いに競合として位置づけられている場合さえある⁷¹。しかしながら、効率と自然エネルギーを調和させながら対応する政策の数は少数ではあるが、増加しつつあり、とくに建築に関連するインセンティブや経済全体の目標や規制などを通して行われている。

今までは、3つの主要なアプローチがとられている。それは、自然エネルギーとエネルギー効率を並行して経済全体基準で奨励すること（たとえば、互いに並行した目標設定）、自然エネルギーとエネルギー効率を同じ経済全体基準で統合すること（例：自然エネルギー割当基準、RPS、などの自然エネルギーとエネルギー効率の一方もしくは双方に合うもの）、自然エネルギーとエネルギー効率の共同実施を要求すること（たとえば、自然エネルギーが実行される前にエネルギー効率の性能向上を要求すること）である。



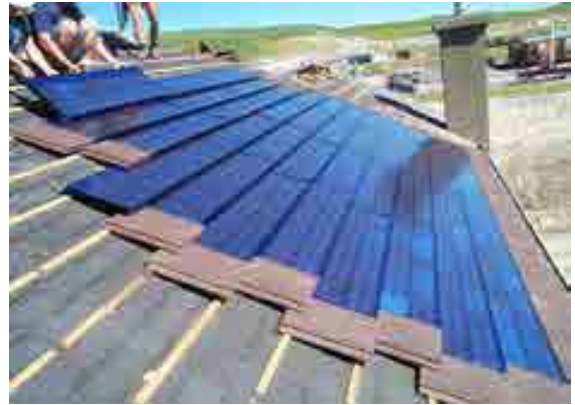
近年の効率と自然エネルギーを組み合わせた目標は、EUレベルと同様にいくつかの各国それぞれで適用されている。たとえば、2020年と2030年のエネルギー効率目標と並んで、EUは全体のエネルギー構成における自然エネルギー割合の増加（2030年までに27%）に取り組んでいる⁷²。2013年、インドは12度目の5年計画（2012年～2017年）を導入した。この計画は、インドのエネルギー強度を2020年までに20%～25%削減し、2012年から2017年の間に自然エネルギーの設備容量を30GW追加するという目標の達成に必要な活動に焦点を当てている⁷³。また、2013年には、日本がイノベーションと政府の支援政策を通じて、エネルギー効率と自然エネルギー技術を開発し普及させるために低炭素技術計画を導入した⁷⁴。

EUのすべての加盟国に対し、公共建築は2018年の終盤までに、すべての新築物は2020年までに、ニアリーゼロエネルギー建築にすることを要求した指令を達成するために、ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、イタリア、英国を含むいくつかのEU加盟国が公共建築に関する中間目標を設定している⁷⁵。それらの目標は、建物の大きさや目標年などの要素によって、国により異なっている⁷⁶。目標値は、同様に、運輸部門の効率と自然エネルギーを促進するためにも用いられてきた。たとえば、チェコ共和国はエネルギー消費と排出削減に加え、すべての運輸エネルギー消費に対する自然エネルギーの割合を2020年に10%まで増やす目標を2014年に採択した⁷⁷。

政策決定者が、エネルギー効率と自然エネルギーを組み合わせるための法令を用いる場合もある。2015年初期、スイスは、2020年以降のゼロエネルギー基準を含む建築エネルギー規約のための規則（建物のエネルギー性能に関する指令のもとにあるEUの要求と同様に）と、暖房システムの改善のための自然エネルギーの10%要件を立ち上げた⁷⁸。2014年、米国のカリフォルニア州において、改正した建築規則の実施が始まっている。改正した実施規則では、すべての新築住宅と商業建築はそれぞれ2020年、2030年までにゼロエネルギー建築にすることが求められる⁷⁹。

オーストラリアでは、建築規制は連邦レベルで設定されているが、シドニーは地域レベルの建築計画において、エネルギー効率と自然エネルギーを統合したアプローチの一例を示している。2015年初期の時点で、同市はエネルギー効率マスタープランの草稿を協議する過程にあった。このマスタープランは、建物のエネルギー消費（および関連する温室効果ガスの排出）の削減を意図しており、同市の自然エネルギーマスタープランおよびトリジェネレーションマスタープランと共同で実施される予定である⁸⁰。

目標や規制に加えて、使用している自然エネルギーとエネルギー効率を並行して促進するための財政的インセンティブを複数の国が活用している。2014年初期、カリフォルニア州は、優れたPACE財政プログラムを受け取るために、住宅ローン会社の懸念に対する対策を講じた。PACEプログラムは、建物と屋上太陽光発電設備のエネルギー効率改善を支援してきたプロジェクトである⁸¹。2015年初期、カリフォルニア



州の38の都市と3つの地域が新たなPACEプログラムを開始した⁸²。

また、2015年初期、ドイツは、気候変動目標を達成するために、建築物の熱利用の自然エネルギーの割合を高める助成金のガイドラインを改訂した。つまり、このインセンティブプログラムは、エネルギー効率と同様に太陽熱も支援する⁸³。コロンビアでは、自然エネルギー源の開発と、電力市場への統合を促進するために、1715法を2014年に設立した。また、同時に、エネルギー効率を促進する法的な枠組みと金融商品を創設した。この金融商品には、イニシアチブを支援するために非従来型エネルギーとエネルギー効率を運営する資金の創設が含まれている⁸⁴。2013年、ルクセンブルクは、既存もしくは新規の高性能建築において、省エネルギーを改善し自然エネルギーの利用を増やすプロジェクトに助成金を与える、というスキームを適用した⁸⁵。同年、イタリアは、既存建築物、小規模高効率システム、そして自然エネルギー熱技術におけるエネルギー効率改善の投資の40%に及ぶインセンティブを導入した⁸⁶。

その他の部門では、自然エネルギーと効率を組み合わせる財政的インセンティブが存在するが、より制限があることは明らかである。ポーランドは、たとえば、エネルギー効率と再生可能エネルギーの活用を含む都市交通から排出量を減らす事業に対し投資助成（45%まで）を供与する5年プログラムを2013年に導入した⁸⁷。

エネルギー効率を向上させ、それらの取り組みを自然エネルギーの利用と組み合わせる活動がなされているにも関わらず、取り組みがリバウンドするリスクが依然として存在する。効率化によるコスト削減が利用（個々の機器の運用、輸送手段の長時間化、使用する電球や周辺電化製品などの数の増加）を増やす場合にリバウンドが起こる。しかしながら、典型的なエネルギー効率事業におけるリバウンド影響に関して結論づけることができていない研究の数は、いまだ限られている⁸⁸。

第7章 気候変動適応のための自然エネルギー利用

地球上の気候が温暖化し続けていることと、近年観測された気候変動は人間活動によって作り出された温暖化ガスの上昇による可能性が極めて高いということには、明白な科学的証拠がある。気候変動の正確な範囲とその影響については不確実性が残る一方で、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による直近の評価は、気候変動は異常気象の頻度と強さの両方に影響するだろうと結論を下している¹。

増加する気候変動の例には、（洪水を引き起こす）豪雨、激しい嵐、地滑り、極地風、寒波、熱波、周期的な干ばつ等がさらに激しくなっていることが含まれる。これらの一つ一つが国のインフラ、例えば道路、橋、トンネル、食糧と水の供給、下水、電気通信、エネルギーシステムなどに影響するだろう。

現代のエネルギーシステムは天候とは関係のない複数の要因、例えば戦争、地震、燃料供給不足、テロ行為などに影響されやすいが、異常気象および気候変動に結びついたその他の影響要因はエネルギーインフラの脆弱性をさらに高めるだろう。燃料供給網を中断させ、サービスを混乱させる自然災害が急激に増えてきている²。その上、多くの発展途上国はエネルギーを伝統的なバイオマスに大きく依存している。すなわち、植物が気候変動によって減少することにより、資源不足が起これ、弱い立場の住民にとって、基本的なエネルギーへのアクセスが減ってしまう可能性がある。経済発展や社会の全体的な機能においてエネルギーが重要な役割を果たすことで、変化する気候条件に影響されることなく、エネルギーシステムが機能し続けるということが大切である。（化石燃料に対抗するものとしての）自然エネルギー資源の利用は重要な役割を果たすことができる。

被害を緩和したり、回避したりするために、実際の刺激や予想される刺激、またそれらの効果や影響に応じて、適応はシステムの中での調整にまで話が及ぶ³。気候変動の状況の中では、適応は、気候パターンの変化によって生み出される潜在的な被害を緩和し、利益を得るといったプロセス、実行、構成における変化にまで話が及ぶ⁴。気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）は、気候変動に関する有害な結果に対して、将来の影響に対し準備すると同時に、既に起こっている変化に対応するため、適応に注目している。たとえ二酸化炭素排出が減少したとしても、社会は過去や将来の排出が引き起こす変化に適応することが今まで通り必要になるだろう⁵。

自然エネルギーの利用は緩和、つまり気候変動の規模や割合を減らすための活動において重要であると広く認識されている⁶。しかし、自然エネルギーは 1) 気候変動の影響に対して、既存エネルギーシステムのレジリエンスを改善する。2) 変化する気候条件下において、照明、熱利用、冷房を含むエネルギーサービスを確実に届ける、という点においても、気候変動に対する適応の重要な構成要素でもある⁷。

■自然エネルギーのレジリエンスの増加

気候変動対応の要素は、気候関連の脅威があるにせよ、需要に合わせ、エネルギーシステムのレジリエンスを増やすことである⁸。全てのエネルギーシステムは気候の変わり易さと極端さの影響を受けやすい。例えば水位の下降と干ばつによって、水冷システムに頼っている火力発電所が停止する可能性がある⁹。洪水と交互にやってくる乾季は浸食と堆積のパターンを変えてしまうかもしれず、またバイオマスの成長比率を変え、潜在的な燃料産出の質や量にも影響する¹⁰。気温上昇によって引き起こされる氷河の融解は、発電能力に影響すると同時に、洪水と泥の沈殿からインフラ被害を引き起こし、水力発電への悪影響を与える可能性がある。太陽光発電の効率は高温とほこりの蓄積によって低下するし、現在の風力タービンのほとんどが時速100から120キロメートルを超える風では止まってしまう¹¹。

システムの脆弱性を減らす典型的な対応には、（タワーと送電線を強化することも含め）既存のインフラを強化することが含まれる。つまり重要なシステムの冗長性を確実にすること、発電所の周りに防潮堤を建設すること、発電所の冷却水の必要性を減らすこと、発電所内にさらに多くの燃料を蓄積すること、などである¹²。さらに革新的な戦略には、地域での発電と蓄電、エネルギー資源の多様化、スマートグリッドと技術の組み合わせの利用、緊急時に中心のグリッドシステムから個々のシステムを連結したり、切り離したりするための能力の改善が含まれる。

自然エネルギーシステムは気候変動に対して脆弱ではあるが、独自の特性を持っている。その特性によって、広範にエネルギーインフラのレジリエンスを強化するため、また変化する気候条件下でエネルギーサービスの供給を確実なものとするため、自然エネルギーシステムはふさわしいものとなっている。システムモジュール方式、分散型配置、燃料資源における地域の有用性と多様性など、エネルギーシステムのレジリエンスの中心となる構成要素はほとんどの自然エネルギーシステムの重要な特性である¹³。最終的には自然エネルギーシステムは、多様な分散型資産プールに対して、個々にもしくは集団として貢献することにより、既存の発電システムのレジリエンスを改善する。

モジュール方式：多くの自然エネルギー技術はモジュール方式で設計される¹⁴。すなわち、計測可能であり、エネルギーサービスの変更が必要となったときにはユニットを追加する（もしくは接続する）ことも可能となる。多くの自然エネルギーに対する比較的短期の計画サイクルは何ヶ月かであり、化石燃料もしくは原子力発電が何年かになってしまうのに対し、一定水準の柔軟性を備えている。低い場所に位置する多くの島国で起こっているように、人々が気候変動により、その土地から追い払われてしまう時に、これは特に重要となり得る¹⁴。

（特にいくつかの太陽光技術に対する）自然エネルギーのモジュール方式は緊急事態において、速やかなサービスの

¹ 風力タービンが強い風力で止まってしまう問題に向けては、新しい技術が市場に売り出されている。

² 例は太陽光発電、風力発電、太陽熱利用・冷房、バイオマス・発酵槽を含む。



供給も可能である¹⁵。ハリケーン・サンディは内陸のコミュニティにも、アメリカの大西洋沿岸全てにも影響し、甚大な被害をもたらした嵐であり、850万人が停電の被害にあった¹⁶。ロングアイランドのニューヨーク地域では、ロングアイランド電力公社（LIPA）の110万人の顧客のうち9割が何日も、あるいは何週間も停電となった。暫定措置として、自然エネルギーが必要な電力を提供した。例えば、ソーラー・サンディ・プロジェクトでは、LIPAがなかなか電力を復旧できなかった地域で、移動型の太陽光発電装置が供給され、被害によって影響を受けた人々に必要なエネルギーサービスが提供された¹⁷。

分散型・非集中型配置：自然エネルギー技術は分散型とすることができる。したがって、天候関連の事象が広範囲にわたって、電力供給インフラの大部分に悪影響を及ぼすとは考えづらい¹⁸。さらに、1つもしくは複数のユニットが電力網から切断されたとしても、分散型システムは動き続けることができる。そのシステムは、機能を回復し、停電の拡大を防ぎ、重要なサービスを速やかに回復し、全体の供給保証を確保する潜在性を持っている¹⁹。しかし現在、電力網に接続されているほとんどの自然エネルギー電力は、電力網と同期させる必要がある。従って、中央発電システムが稼働しない場合は、分散型発電もまた動かない。この限界は技術そのものによるものではなく、むしろいかに電力網を管理するかという結果によるものである。ドイツをはじめ、何か国かでは異常気象時に電力網を安定させるための方策を実施することで、この問題を解決する方法を探している²⁰。

冗長性：自システムのレジリエンスを増やすため昔から用いられてきた方法は、システム内の冗長性を作ることだ。これは複数の分散システムを使用可能にする必要がある。その結果、もし供給形態の1つ、例えば送電線が機能しなければ、元々の電力資源から、あるいは別のシステムを接続す

ることにより、エネルギーに確実にアクセスするための別の方法がまだあることになる。

電力の冗長性を確立する一般的な方法はバックアップ発電を導入することだ。多くの国では規則によって、重要な施設（製油所、病院、情報システムセンターなど）には、バックアップ電源システムを持つことが求められ、一般的にはディーゼル発電となっている。自然エネルギーは多くの場合、ディーゼル発電バックアップシステムとの代替に適するといえるかもしれない。なぜなら、これらのディーゼル発電は定期的な燃料供給が必要で、コストもかかり、時には汚染を引き起こすからだ²¹。

有用性：たとえ他の地域に比べてある地域が様々な、かつもしくはまたは、優れた資源を持っていたとしても、ある形態、または別の形態の自然エネルギー資源は人が住んでいるところならどこでも利用可能であるⁱⁱ。特定の地域できわめて多くの量があるのがどちらであっても、エネルギー需要を満たすため、自然エネルギー技術が電力供給に使われるだろう。さらに、道路、鉄道、港などのインフラが、海面上昇、激しい嵐、地滑り、洪水、暴風などによって被害を受けた時には、燃料保管や輸送も被害を受けやすい。地域で利用できる自然エネルギー資源を使うことで、起こりうる燃料配送網の中断を避けることができる²²。

多様性：自然エネルギー資源の多様なポートフォリオによって、個々の資源タイプが抱えるかもしれない気候ストレスを回避しやすくなる。世界の複数の地域では、電力供給を大規模水力発電に大きく頼っている。例えば、ラテンアメリカでは水力発電が電力の50～60%を占めている。既存の水力依存エネルギーシステムを非水力発電で補完するのは、脆弱性を低くするための1つの方法であるⁱⁱⁱ。水力発電の不足に应运、ブラジル、ケニア、ウルグアイはとりわけ、水力発電の危機を回避するため、その他の自然エネルギー容量を拡大している²³。

■確実なエネルギーサービスのための自然エネルギー
レジリエンスに加え、個別の、多くの場合は分散型の設備として、または大規模な多様化したエネルギーシステムの一部として、自然エネルギーは気候変動の影響に直接に対応して、エネルギーサービスの供給を確実なものとすることができる。

ガーナでは、電力需要は年間10%ずつ増えている。しかし、アフリカ西部での変化しつつある気候状況により年間降水量割合が減り、平均気温が上昇していて、そのため、水力発電の出力が減っている²⁴。その結果は国家的な電力危機である。ガーナのエネルギー省は最近、太陽光エネルギーが電力需要に応えるために役立つことができると示唆する一方で、システムレジリエンスと化石燃料輸入からの自立について懸念を表明した²⁵。気候変動と安定したエネルギー供給の関係が、国のエネルギー保障上のさらに大きな議論

ⁱ 発電装置は電話の充電、食品加熱、その他の重要な機器を動かすことに使われていた。その地域ではまたRoofing Sunlight（巨大な移動型の太陽光パネルを載せたトラック）によって電力が提供された。Greenpeaceによって運営されたこのシステムは50kWhのエネルギーを貯めることができる。ソーラー・パネルはトラックの中の設置された電池を充電する。つまり120/240ACを発電して、インバーターに電力を供給する。このシステムは夜の間ずっと、一定水準の大きさの地域を照らし続けるのに十分な照明を作り出せる。

ⁱⁱ 例えば、現代の（維持できるように作られた）バイオマスの有用性は地域によってかなり異なっているかもしれない。

ⁱⁱⁱ 例えば、干ばつに襲われたブラジルでは、水の有用性が激しく落ち込むことによって、水力発電が減り、国中の停電を招いた。

の一部となるべきであるという意見も出てきている²⁶。

ネパールの低地においては、降雨の頻度と強度が変化することで、コミュニティは地域での水供給を地下水の汲み上げで補完せざるを得なくなった。太陽光発電ポンプは地下水を汲み上げ、それから、その地下水は太陽光水浄化システムを使って浄化される。自然エネルギー電力システムに対する動機は、降雨パターンの変化に対応するため、また二酸化炭素排出を緩和するため、水システムに対する安定した回復力のあるエネルギー供給を確保することである²⁷。

前述したように、気候変動は気温極値についての条件を作り出す可能性がある。例えば地域冷暖房システムなど、大規模な対応は、負荷増加に対処しやすくするため、自然エネルギー資源を利用することができる。吹きさらしで、雲に覆われた北欧に位置し、特に夏の気温が滅多に平均20度を超えないとなれば、デンマークのコペンハーゲンも、まずエアコンの必要性を思い浮かべる都市ではない。しかし、コペンハーゲン市ではこれからの何十年かで冷房需要が増えることを予測している。より暑い気候と比べれば穏やかではあるものの、夏の最高気温は一日の平均気温の上昇と同様、2050年までに2～3%上昇すると考えられている。市の港から汲みあげた海水を地域冷暖房システムで利用することにより、この市は二酸化炭素排出を増やさずに、予想される気温上昇に対応することができる²⁸。

■前へと進むために

気候によって制約を受ける環境で、必要なエネルギーサービスを供給するためには、将来のエネルギーシステムは、頑丈かつ柔軟で対応力のあるシステムとなることによって、異常気象や、変わり続けたり、予想できない状況下であったとしても、回復力がありサービスを維持する必要があるという意識が高まってきている²⁹。

しかし、エネルギーシステムのレジリエンスにおいて、またより広範な適応行動において、自然エネルギーの特定の役割についての議論は、未だに比較的限られたものである。多

くの文献は電力インフラに焦点を当てており、自然エネルギーが需要の増加や電力障害の場合に提供できるバックアップ機能と同様に、いかに自然エネルギーが災害の回復に貢献するかに第一に目を向けている。エネルギーシステム上の気候多様性による影響は（国レベルや地域レベルで、様々なリサーチフォーラムで、また地域の発案や国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のような国際的な主体を通じて、そして発展している多くの論文や研究において）さらに議論が高まっているが、主な焦点は現在目撃されている影響を確認することであり、将来の影響を予想することだ³⁰。自然エネルギーが増加するエネルギーシステムのレジリエンスにおいて、果たすことができる、またいかにそれらの技術がより大きな対応行動の一部としてサービスを提供できるかといった、先を見据えた役割についてはほとんど書かれていない。

それにもかかわらず、自然エネルギーが気候対応政策の不可欠の一部として考えられるべきである徴候がある。気候変動に対する準備について、2014年米国ホワイトハウスの報告書では、エネルギー部門への計画と投資のための機会が生じた際には、気候レジリエンス、エネルギー効率性、クリーンエネルギーシステムに優先順位をつけるべきである、と明確に述べられている³¹。

自然エネルギーの役割は気候変動緩和策で証明されつつある。異常気象の影響は増えていると感じられるが、エネルギーサービスが保障できるよう、自然エネルギーがいかに適応作業を支えることができるかということに、さらなる注目がなされる必要があるだろう。気候変動に対応する緩和と適応は、お互いに単独で維持することはできない。気候変動の課題に対処するには、それらの補完的な性質と共有の役割を示し、むしろ両方の対応が同時に起こることが必要である³²。



表R1. 世界の自然エネルギー発電容量とバイオマス燃料生産(2014年)

	2014年新規	2014年末までの累積
発電 (GW)		
 バイオマス発電	5	93
 地熱発電	0.6	12.8
 水力発電	37	1,055
 海洋発電	~0	0.5
 太陽光発電	40	177
 集光型太陽熱発電 (CSP)	0.9	4.4
 風力発電	51	370
暖房／温水 (GWth)		
 近代的バイオマス熱利用	9	305
 地熱利用 ¹	1.1	20
 温水用太陽熱集熱器 ²	33	406
輸送燃料		
 エタノール生産	6.2	94
 バイオディーゼル生産	3.3	30
 水素化植物油 (HVO)	0.8	4

¹ 2014年の推計値は地熱直接利用における地中熱ヒートポンプの合計を含まない。

² 太陽熱集熱器の容量はガラス管式/非ガラス管式の温水用システムに限られている。追加分は正味分である。

注：値はGWやGW_{th}、10億リットル未満を四捨五入している。ただし、15以下の値は少数第2位で四捨五入している。合計値は表中の値を加算したものであるため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。四捨五入は入手可能なデータの不明点や不整合を考慮している。より正確なデータについては、表R2からR10、「技術別の市場と産業の傾向」および関連する巻末注を参照のこと。

出典：本節の巻末注1を参照

表R2. 自然エネルギーの発電容量 世界統計と上位地域／国(2014年)

	世界	EU 28か国	BRICS	中国	米国	ドイツ	イタリア	スペイン	日本	インド
技術	GW			GW						
 バイオマス発電	93	36	29	10	16.1	8.8	4	1	4.7	5
 地熱発電	12.8	1	0.1	～0	3.5	～0	0.9	0	0.5	0
 水力発電	1,055	124	463	280	79	5.6	18	17.3	22	45
 海洋発電	0.5	0.2	～0	～0	～0	0	0	～0	0	0
 太陽光発電	177	87	32	28	18	38	18.5	5.4	23	3.2
 集光型太陽熱発電 (CSP)	4.4	2.3	0.2	～0	1.6	0	～0	2.3	0	0.2
 風力発電	370	129	144	115	66	39	8.7	23	2.8	22
自然エネルギー 発電容量 (水力発電含む)	1,712	380	668	433	185	92	50	49	54	76
自然エネルギー 発電容量 (水力発電を除く)	657	255	206	153	105	86	32	32	31	31
一人当たりの容量 (W/人、水力発電を除く)	90	500	70	110	330	1,070	530	680	250	20

注:世界統計は、表に掲載されてない国のデータも反映している。表は水力発電を含まない自然エネルギー発電容量の上位7か国を示している。水力発電を含んだ場合、国々と順位に多少の変化が起きる(上位7か国は、中国、米国、ブラジル、ドイツ、カナダ、インドそして日本である)。数値は制作時点での入手可能な最新データに基づいている。入手可能なデータの不明点や不整合を考慮して、数値は1GW未満を四捨五入している。ただし、20GWを下回るものについては少数第2位、一人当たりの数値は10W未満でそれぞれ四捨五入されている。この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。実証事業を含まない50MW以下の発電容量は「～0」と表示している。より正確なデータについては、「世界の概要」や「技術別の市場と産業の傾向」の章および関連する巻末注を参照のこと。各数値は実際の容量の変更ではなく、数値の改善により修正されているため、毎年の増加を把握するために前報告書の表と比較することは適当でない。水力発電容量の合計には純揚水式発電容量は含まれていない。すなわち、世界全体の自然エネルギー設備容量の合計(そしていくつかの国での合計)にも同様のことが言える。水力発電と純揚水式発電に関する詳しい情報については、178ページの方法論注を参照のこと。

出典：本節の巻末注2を参照

表R3. 木質ペレットの世界貿易(2014年)

輸出国	輸入国	売買高(キトン)	
		2013年	2014年
米国	EU-28	2,776	3,924
カナダ	EU-28	1,963	1,166
ロシア	EU-28	702	821
ウクライナ	EU-28	165	137
ベラルーシ	EU-28	116	126
ボスニア・ヘルツェゴビナ	EU-28	171	178
セルビア	EU-28	70	71
オーストラリア	EU-28	31	0
ノルウェー	EU-28	48	18
エジプト	EU-28	17	20
その他	EU-28	23	33
EU-28	スイス	87	59
EU-28	ノルウェー	30	27
EU-28	日本	6	6
カナダ	韓国、日本	250	503

出典:本末の巻末注3を参照

表R4. 世界のバイオ燃料生産 上位16か国とEU28か国(2014年)

国	燃料用 エタノール	バイオ燃料	水素化植物油 (HVO)	合計	2013年の生産量 との比較
単位10億リットル					
米国	54.3	4.7	1.1	60.1	+ 3.9
ブラジル	26.5	3.4		29.9	+ 1.6
ドイツ	0.9	3.4		4.3	+ 0.6
中国	2.8	1.1		3.9	+ 0.3
アルゼンチン	0.7	2.9		3.6	+ 0.8
インドネシア	0.1	3.1		3.2	+ 0.9
フランス	1.0	2.1		3.1	+ 0.1
オランダ	0.4	0.7	1.7	2.5	+ 0.2
タイ	1.1	1.2		2.3	+ 0.4
カナダ	1.8	0.3		2.1	+ 0.1
ベルギー	0.6	0.7		1.3	+ 0.2
スペイン	0.4	0.8		1.2	+ 0.1
シンガポール	0	0	1.0	1.0	+ 0.1
ポーランド	0.2	0.8		1.0	+ 0.1
コロンビア	0.4	0.6		1.0	変化なし
オーストラリア	0.2	0.1		0.3	- 0.1
EU28 各国	5.2	11.6	1.8	18.6	1.9
世界	94	29.7	4	127.7	10.4

注：表内のすべての数値は1億リットル未満を四捨五入している。差が5000万リットル未満である場合、2013年との比較の列では、「変更なし」としている。エタノールの数値は燃料用エタノールのみである。表の順位は、エネルギー含有量ではなく、2014年に生産されたバイオ燃料の全体積による。合計値は表中の値を加算したものではないため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。

出典：本節の巻末注4を参照

表R5. 世界の地熱発電容量と新規導入量 上位6か国(2014年)

	2014年新規 MW	2014年末までの累計 GW
全容量の上位国		
米国	4	3.5
フィリピン	49	1.9
インドネシア	62	1.4
メキシコ	－	1.0
ニュージーランド	－	1.0
イタリア	40	0.9
正味追加分の上位国		
ケニア	358	0.6
トルコ	107	0.4
インドネシア	62	1.4
フィリピン	49	1.9
イタリア	40	0.9
ドイツ	18	0.03
世界総計	640	12.8

出典: 本節の巻末注5を参照

表R6. 世界の水力発電容量と新規導入量 上位6か国(2014年)

	2014年新規 GW	2014年末までの累計 GW
全容量の上位国		
中国	22	280
ブラジル	3.3	89
米国	0.0	79
カナダ	1.7	77
ロシア	1.1	48
インド	1.2	45
正味追加分による上位国		
中国	22	280
ブラジル	3.3	89
カナダ	1.7	77
トルコ	1.4	24
インド	1.2	45
ロシア	1.1	48
世界総計	37	1,055

注：追加容量は0.1GW未満を四捨五入し、世界総計は1GW未満を四捨五入する。データは、様々な計算方法や方法論を反映した多くの情報源を元にしており、ときには大きく異なる場合もある。さらなる情報や統計については「水力発電」の節および「技術別市場と産業の傾向」の章の関連する注釈を参照のこと。

出典：本節の巻末注6を参照

表R7. 世界の太陽光発電容量と新規導入量 上位10か国(2014年)

	2013年末までの累計	2014年新規	2014年末までの累計
	GW		
追加分による上位国			
中国	17.5	10.6	28.2
日本	13.6	9.7	23.3
米国	12.1	6.2	18.3
英国	3.4	2.4	5.2
ドイツ	36.3	1.9	38.2
フランス	4.7	0.9	5.7
オーストラリア	3.2	0.9	4.1
韓国	1.5	0.9	2.4
南アフリカ	0.1	0.8	0.9
インド	2.5	0.7	3.2
全容量の上位国			
ドイツ	36.3	1.9	38.2
中国	17.5	10.6	28.2
日本	13.6	9.7	23.3
イタリア	18.1	0.4	18.5
米国	12.1	6.2	18.3
フランス	4.7	0.9	5.7
スペイン	5.3	0	5.4
英国	2.8	2.4	5.2
オーストラリア	3.2	0.9	4.1
インド	2.5	0.7	3.2
世界総計	138	40	177

注：各国のデータは0.1GW未満を四捨五入し、世界合計は1GW未満で四捨五入している。四捨五入は入手可能なデータの不明点や不整合を考慮している。合計値は表中の値を加算したものではないため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。日本とスペインのデータは、交流（AC）で報告されている公式データを直流（DC）に変換している。データは、計算方法や方法論を反映した様々な情報源を元にしており、ときには大きく異なる場合もある。「～0」は50MW以下の追加容量を示している。さらなる情報については、「太陽光発電」の節や、「技術別の市場と産業の傾向」の章の関連する巻末注を参照のこと。

出典：本節の巻末注7を参照

表R8. 世界の集光型太陽熱発電 (CSP) 設備容量と新規導入分 (2014年)

国	2013年末までの累計	2013年新規	2014年末までの累計
		MW	
スペイン	2,300	0	2,300
米国	882	752	1,634
インド	50	175	225
アラブ首長国連邦	100	0	100
アルジェリア	25	0	25
エジプト	20	0	20
モロッコ	20	0	20
オーストラリア	12	0	12
中国	10	0	10
タイ	5	0	5
世界総計	3,425	925	4,350

注：表は、2014年末の時点で稼働中の商業用CSPの設備容量を持つすべての国々を含む。さらにいくつかの国々は、年末までに稼働する小規模な実験的プラントを持っており、中国（3.5MW）、フランス（少なくとも0.75MW）、ドイツ（1.5MW）、イスラエル（6MW）、イタリア（5MW）、韓国（0.2MW）が含まれる。国のデータは1MW未満を四捨五入し、世界総計は5MW未満の数値を四捨五入している。四捨五入は入手可能なデータの不明点や不整合を考慮している。合計値は表中の値を加算したものではないため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。

出典：本節の巻末注8を参照

表R9. 世界の太陽熱温水器設備容量と新規導入量 上位12か国(2013年)

国	2013年新規 MWth			2013年合計 GWth		
	ガラス管式	非ガラス管式	合計	ガラス管式	非ガラス管式	合計
中国 ¹	44,492	0	44,492	262.3	0	262.3
米国	165	540	705	2.1	14.6	16.7
ドイツ	714	0	714	11.9	0.4	12.3
トルコ	1,344	0	1,344	11.0	0	11.0
ブラジル	530	435	965	4.7	2.1	6.7
オーストラリア	130	455	585	2.3	3.3	5.6
インド ²	770	0	770	4.3	0	4.3
オーストリア	125	1	126	3.2	0.4	3.5
ギリシャ	159	0	159	2.9	0	2.9
イスラエル	294	2	296	2.9	0	2.9
日本	102	0	102	2.9	0	2.9
イタリア	208	0	208	2.6	0	2.6
その他	5,286	337	5,623	35.1	4.2	39.3
世界総計	53,260	1,690	54,950	348	25	373

¹ 2014年、中国は、中国製のシステムの耐用年数が10年であることを前提に、累積容量を計算する新たな方法で作成した。中国と世界のデータはこの変化を反映している。

² インドのデータは暦年ではなく、年度ごとである。

注：国は設備容量の順に並べられている。2013年における新規導入量の上位国は、中国、トルコ、ブラジル、インド、ドイツ、米国（空気集熱器を含めると、わずかにドイツを上回る）、オーストラリア、イスラエル、イタリア、ポーランド、メキシコそしてスペインであった。データはガラス管式集熱器および非ガラス管式集熱器を対象としたものであり、空気集熱器は2014年末に世界で合計約1.7GW_{th}追加されている。世界全体での追加分は総追加容量であり、2013年末の世界総計には廃止分の設備を置き換えた設備容量を含んでいる。各国とその他の世界のデータは1MW_{th}未満、世界総計は10MW_{th}未満を四捨五入している。2013年末の各国とその他の世界のデータは0.1GW_{th}、世界の合計は1GW_{th}未満を四捨五入している。四捨五入は入手可能なデータの不明点や不整合を考慮している。合計値は表中の値を加算したものではないため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。国際的に認められている換算に従い、100万 m² = 0.7GW_{th}とする。2013年は、確実性の高い世界のデータおよびほとんどの国の統計が利用可能な直近の年である。2014年末までに406GW_{th}の太陽熱温水器（水式集熱器に限る）の設備容量が稼働していたと推定されている。2014年の詳細および情報源については、「太陽熱利用」の節や「技術別の市場と産業の傾向」の章の関連する巻末注を参照のこと。

出典：本節の巻末注9を参照

表R10. 風力発電設備容量と新規導入量 上位10か国(2014年)

	2013年末累計	2014年新規	2014年末累計
	GW		
追加分による上位国			
中国 ¹	75.5 / 91.4	20.7 / 23.2	95.8 / 114.6
ドイツ ²	34.3	5.3	39.2
米国	61.1	4.9	65.9
ブラジル	3.5	2.5	5.9
インド	20.2	2.3	22.5
カナダ	7.8	1.9	9.7
英国	10.7	1.7	12.4
スウェーデン	4.4	1.1	5.4
フランス	8.2	1	9.3
トルコ	3	0.8	3.8
全容量の上位国			
中国 ¹	75.5 / 91.4	20.7 / 23.2	95.8 / 114.6
米国	61.1	4.9	65.9
ドイツ ²	34.3	5.3	39.2
スペイン	23	～0	23
インド	20.2	2.3	22.5
英国	10.7	1.7	12.4
カナダ	7.8	1.9	9.7
フランス	8.2	1	9.3
イタリア	8.6	0.1	8.7
ブラジル	3.5	2.5	5.9
世界総計	319	51	370

¹ 中国については左側のデータが、系統に接続されており、年度末まで稼働中（固定プレミアム制度の対象）であると公式に分類された量である。また右側のデータは総導入量であり、全てではないが、ほとんどが変電所に接続されている。世界総計は、中国の高位の数値を含んでいる。（詳しい情報は「風力発電」の節および関連する巻末注を参照のこと）

² ドイツについては、2013年は陸上における容量の236MWはリパワリングのために取り除かれ、約355MWは年末までに系統に接続されなかった。また2014年は陸上における容量の0.4GWはリパワリングのために取り除かれ、1.3GWの容量（上記は含まない）は年末までに陸上に導入され、系統への接続待ちである。（詳しい情報は「風力発電」の節および関連する巻末注を参照のこと）

注：追加分は総追加容量である。各国のデータは0.1GW未満、世界総計は1GW未満で四捨五入している。四捨五入は入手可能なデータの不明点や不整合を考慮している。合計値は表中の値を加算したものではなく、その差は四捨五入や既存のプロジェクトの再発電または除外によるものと考えられる。データは、計算方法や方法論を反映した様々な情報源を元にしており、ときには大きく異なる場合もある。さらなる情報については「風力発電」の節および「技術別市場と産業の傾向」の章の関連する巻末注を参照のこと。

出典：本節の巻末注10を参照

表R11. 自然エネルギーへの投資の世界的傾向(2004年～2014年)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
10億米ドル											
段階別新規投資											
技術調査											
政府の研究開発	1.9	2.0	2.2	2.7	2.8	5.3	4.7	4.6	4.5	4.9	5.1
企業の研究開発	3.2	2.9	3.1	3.5	4.0	4.1	4.2	5.1	5.0	6.6	6.6
開発/商業化											
ベンチャーキャピタル	0.4	0.6	1.2	2.1	3.2	1.6	2.5	2.5	2.4	0.7	1.0
製造業											
未公開株式(増資)	0.3	1.0	3.0	3.6	6.8	2.9	3.1	2.5	1.7	1.4	1.7
公開株式市場	0.3	3.7	9.1	20.7	10.9	13.1	11.4	10.1	3.9	10.5	15.1
プロジェクト											
アセットファイナンス	30.4	52.5	84.7	110.4	135.4	120.0	154.6	181.2	163.2	154.6	170.7
(再投資資本)	0.0	0.2	0.7	3.1	3.7	1.9	5.6	3.3	2.9	1.9	3.6
小規模分散型	8.6	10.3	9.5	14.1	22.3	33.4	62.2	76.1	78.8	54.9	73.5
新規投資合計	45.1	72.9	112.1	153.9	181.8	178.5	237.2	278.8	256.4	231.8	270.2
M&Aトランザクション	8.8	26.2	36.0	58.5	59.3	64.2	58.4	73.5	67.7	66.8	68.8
合計投資額	53.9	99.1	148.1	212.5	241.1	242.7	295.7	352.3	324.1	298.6	339.0
新規技術投資											
 太陽光発電	12.0	16.3	22.1	38.0	60.8	63.7	103.3	155.7	144.3	119.8	149.6
 風力発電	17.9	29.1	39.6	61.6	75.2	81.2	98.9	84.2	84.1	89.3	99.5
 バイオマス/廃棄物エネルギー発電	7.4	9.6	12.1	15.8	16.9	13.9	16.0	17.4	12.4	9.3	8.4
 バイオ燃料	3.9	9.6	28.4	28.7	19.2	10.2	10.1	10.4	7.0	5.5	5.1
 水力発電(50MW未満)	2.6	7.2	7.6	7.1	7.8	6.3	5.7	7.2	6.4	5.5	4.5
 地熱発電	1.2	1.0	1.5	2.0	1.7	2.9	3.0	3.7	1.8	2.2	2.7
 海洋エネルギー	0.0	0.1	0.9	0.8	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4
新規投資合計	45.1	72.9	112.1	153.9	181.8	178.5	237.2	278.8	256.4	231.8	270.2

注：データは、ブルームバーグ・ニュー・エナジー・ファイナンスのデスクトップデータベースに基づいており、投資決定のタイミングを反映している。自然エネルギー計画は、すべてのバイオマス、地熱、1MW以上の風力発電、1MWから50MWの水力発電プロジェクト別に見積もられた。小規模分散型容量と呼ばれる1MW以下の太陽光発電、すべての海洋エネルギープロジェクト、少なくとも100万リットルかそれ以上の年間生産容量を有するすべてのバイオ燃料プロジェクトを含んでいる。合計値は表中の値を加算したものではないため、この四捨五入された数値を加算しても合計とは異なる。投資段階について、詳しくはGSR2013の補足5を参照のこと。

出典：本節の巻末注11を参照

表R12. 自然エネルギーの一次および最終エネルギーにおける割合(2012/2013年の実績および目標値)

国	一次エネルギー		最終エネルギー	
	割合	目標値	割合	目標値
EU28か国			15%	→2020年までに20%
アルバニア		→2020年までに18%		→2020年までに38%
アルジェリア				→2030年までに40%
アルメニア		→2020年までに21% →2025年までに26%		
オーストラリア ¹			33%	→2020年までに45%
アゼルバイジャン		→2020年までに9.7%		
バルバドス		→2016年までに20%		
ベラルーシ				→2015年までに28% →2020年までに32%
ベルギー			7.9%	→2020年までに13%
ボスニア・ヘルツェゴビナ				→2020年までに40%
ボツワナ				→2016年までに1%
ブラジル	41% (2014)			
ブルガリア			19%	→2020年までに16%
ブルンジ				→2020年までに2.1%
中国				→2015年までに11.4% →2017年までに13%
コスタリカ			37%	
コードジボワール		→2015年までに5% →2020年までに15% →2030年までに20%		
クロアチア			18%	→2020年までに20%
キプロス			8.1%	→2020年までに13%
チェコ共和国 ¹			12%	→2020年までに13.5%
デンマーク			27%	→2020年までに35% →2050年までに100%
エクアドル	9.3%			
エジプト		→2020年までに14%		
エストニア			26%	→2020年までに25%
フィジー				→2030年までに23%
フィンランド			37%	→2015年までに25% →2020年までに38% →2025年までに40%
フランス	9.5%		14%	→2020年までに23% →2030年までに32%
ガボン				→2020年までに80%
ドイツ ¹			11% (2014)	→2020年までに18% →2030年までに30% →2040年までに45% →2050年までに60%
ギリシャ ¹			15%	→2020年までに20%
グレナダ		→2020年までに20%		
グアテマラ				→2026年までに80%
ハンガリー ¹			9.8%	→2020年までに14.65%
インド	2%			
インドネシア		→2025年までに25%		

表R12. 自然エネルギーの一次および最終エネルギーにおける割合(2012/2013年の実績および目標値)(続き)

国	一次エネルギー		最終エネルギー	
	割合	目標値	割合	目標値
アイルランド			7.8%	→2020年までに16%
イスラエル				→2020年までに50%
イタリア			17%	→2020年までに17%
ジャマイカ			8%	→2020年までに15% →2030年までに20%
日本	7.2%	→2020年までに10%		
ヨルダン		→2015年までに7% →2020年までに10%		
コソボ				→2020年までに25%
ラオス				→2025年までに30%
ラトビア			37%	→2020年までに40%
レバノン				→2020年までに12%
レソト			3%	
リビア		→2020年までに10%		
リトアニア		→2025年までに20%	23%	→2020年までに23%
ルクセンブルク			3.6%	→2020年までに11%
マケドニア				→2020年までに28%
マダガスカル				→2020年までに54%
マラウイ		→2020年までに7%		
マリ		→2020年までに15%		
マルタ			3.8%	→2020年までに10%
モーリタニア		→2015年までに15% →2020年までに20%		
モーリシャス	4.2%	→2025年までに35%		
モルドバ		→2020年までに20%		→2020年までに17%
モンゴル		→2020年までに20~25%		
モンテネグロ				→2020年までに33%
ナウル共和国				→2015年までに50%
ネパール		→2030年までに10%		
オランダ ¹			4.5%	→2020年までに16%
ニカラグア			75% (2014)	
ニジェール		→2020年までに10%		
ノルウェー			65.5%	→2020年までに67.5%
パラオ共和国		→2020年までに20%		
パレスチナ自治区				→2020年までに25%
パナマ		→2023年までに18.3%		
フィリピン	38%			
ポーランド		→2020年までに12%	11%	→2020年までに15.5%
ポルトガル			26%	→2020年までに31%
ルーマニア			24%	→2020年までに24%
サモア		→2030年までに20%		
セルビア				→2020年までに27%
スロバキア			9.8%	→2020年までに14%
スロベニア			22%	→2020年までに25%

表R12. 自然エネルギーの一次および最終エネルギーにおける割合(2012/2013年の実績および目標値)(続き)

国	一次エネルギー		最終エネルギー	
	割合	目標値	割合	目標値
韓国		→2015年までに4.3% →2020年までに6.1% →2030年までに11%		
スペイン ¹			15%	→2020年までに20.8%
セントルシア		→2020年までに20%		
スワジランド	17%			
スウェーデン ¹			52%	→2020年までに50%
スイス		→2020年までに24%		
シリア		→2030年までに4.3%		
タンザニア			29%	
タイ				→2021年までに25%
ウクライナ		→2030年までに18%		→2020年までに11%
イギリス			5.1%	→2020年までに15%
ウルグアイ	49%	→2015年までに50%		
ベトナム		→2020年までに5% →2025年までに8% →2050年までに11%		
ザンビア			10%	

¹ EU28か国に含まれるすべての国における最終エネルギーの目標は、EU指令2009/28/ECに基づき設定されている。オーストリア、チェコ共和国、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、スペイン、スウェーデンの政府は上表で示されているEUの目標よりも高い目標を設定している。また、オランダ政府はより意欲的に設定していた目標をEU指令の設定値まで引き下げた。

注：関連する目標が別に示されている場合を除いて、割合については10%を超えるものについては小数第1位で四捨五入されている。ここに記載のある国のなかには他の種類の目標を持っている場合もある（それらについては表R13,R14,R15を参照）。

出典：本節の巻末注12を参照

表R13. 発電量における自然エネルギーの割合(2013年の実績および目標)

国	割合	目標	国	割合	目標
EU28か国	25.4%		ギリシャ	21%	→2020年までに40%
アルジェリア		→2017年までに5% →2030年までに27%	グアテマラ		→2027年までに80%
アンティグア・バーブーダ		→2015年までに5% →2020年までに10% →2030年までに15%	ギニアビサウ		→2015年までに2%
アルゼンチン		→2016年までに8%	ガイアナ		→90% (データなし)
オーストラリア		→2020年までに20%	ハイチ		→2020年までに50%
オーストリア	68.1%	→2020年までに70.6%	ホンジュラス		→2022年までに60% →2038年までに80%
アゼルバイジャン		→2020年までに20%	ハンガリー	6.6%	→2020年までに10.9%
バハマ		→2020年までに15% →2030年までに30%	インドネシア		→2025年までに26%
バーレーン		→2030年までに5%	イラク		→2030年までに10%
バングラデシュ		→2015年までに5% →2020年までに10%	アイルランド	20.9%	→2020年までに42.5%
バルバドス		→2029年までに29%	イスラエル		→2014年までに5% →2020年までに10%
ベルギー	12.3%	→2020年までに20.9%	イタリア	31%	→2020年までに26%
ベリーズ		→50% (データなし)	ジャマイカ	7% (2012)	→2020年までに30%
ブルネイ・ダルサラーム		→2035年までに10%	日本	12% (2014)	→2020年までに13.5% →2030年までに20%
ブルガリア	18.9%	→2020年までに20.6%	カザフスタン		→2020年までに3% →2030年までに50%
カーボベルデ		→2020年までに50%	キリバス		→2020年までに3%
カンボジア		→2015年までに15%	クウェート		→10% (データなし)
チリ ¹	8.6% (2014)	→2025年までに20%	ラトビア	49%	→2020年までに60%
コスタリカ	90%	→2021年までに100%	レバノン		→2020年までに12%
クロアチア	39%	→2020年までに39%	リベリア		→2021年までに30%
キューバ		→2030年までに24%	リビア		→2020年までに7% →2025年までに10%
キプロス	6.6%	→2020年までに16%	リトアニア	13%	→2020年までに21%
チェコ	12.8%	→2020年までに14.3%	ルクセンブルク	5.3%	→2020年までに11.8%
デンマーク ²	43%	→2020年までに50% →2050年までに100%	マケドニア		→2020年までに24.7%
ジブチ		→2020年までに100%	マダガスカル	63%	→2020年までに75%
ドミニカ		→100% (データなし)	マレーシア		→2015年までに5% →2020年までに9% →2030年までに11% →2050年までに15%
ドミニカ共和国		→2015年までに10% →2025年までに25%	モルディブ		→2017年までに16%
エクアドル	48%	→2017年までに85%	マリ ³		→2015年までに10% →2033年までに25%
エジプト		→2020年までに20%	マルタ	1.6%	→2020年までに3.8%
エリトリア		→50% (データなし)	マーシャル諸島		→2020年までに20%
エストニア	13%	→2015年までに18%	モーリシャス		→2025年までに35%
フィジー		→2030年までに100%	メキシコ		→2026年までに25%
フィンランド	31%	→2020年までに33%	モルドバ		→2020年までに10%
フランス	20% (2014)	→2020年までに27%	モンゴル		→2020年までに20～25%
ガボン		→2020年までに70%	ミャンマー		→2020年までに15～18%
ガンビア		→2020年までに35%	ナミビア		→2020年までに10%
ドイツ	28% (2014)	→2025年までに40～45% →2035年までに55～60% →2040年までに65% →2050年までに80%	オランダ	10%	→2020年までに37%
ガーナ		→2020年までに10%	ニュージーランド	80% (2014)	→2025年までに90%
			ニカラグア	51% (2014)	→2027年までに90%

表R13. 発電量における自然エネルギーの割合(2013年の実績および目標)(続き)

国	割合	目標	国	割合	目標
ナイジェリア ⁴		→2020年までに10%	セントルシア		→2015年までに15% →2020年までに35%
パキスタン	1.7% (2014)	→2015年までに10%	セントビンセント・グレナディーン		→2015年までに30% →2020年までに60%
パレスチナ自治区		→2020年までに10%	スーダン		→2031年までに11%
ペルー		→2025年までに60%	スウェーデン	61.8%	→2020年までに62.9%
フィリピン	29% (2012)	→2020年までに40%	タンザニア		→2015年までに14%
ポーランド	10.7%	→2020年までに19.3%	タイ ⁶		→2021年までに10%
ポルトガル	49%	→2020年までに45%	東ティモール		→2020年までに50%
カタール		→2020年までに2% →2030年までに20%	トーゴ		→2020年までに15%
ルーマニア	38%	→2020年までに43%	トンガ		→2015年までに50%
ロシア ⁵		→2015年までに2.5% →2020年までに4.5%	チュニジア		→2016年までに11% →2030年までに30%
セネガル		→2017年までに20%	トルコ		→2023年までに30%
セーシェル		→2020年までに5% →2030年までに15%	ツバル		→2020年までに100%
シエラレオネ		→2015年までに18% →2020年までに33% →2030年までに36%	ウガンダ	91%	→2017年までに61%
スロバキア	21%	→2020年までに24%	ウクライナ	1% (2014)	→2020年までに12.4% →2030年までに20%
スロベニア	32.8%	→2020年までに39.3%	イギリス	19%	→2015年までに50%
ソロモン諸島		→2015年までに50%	ウルグアイ	84%	→2015年までに92%
南アフリカ		→2030年までに9%	バヌアツ		→2014年までに23% →2015年までに40% →2020年までに65%
スペイン	36.4%	→2020年までに38.1%	ベトナム		→2020年までに5%
スリランカ		→2016年までに10% →2020年までに20%	イエメン		→2025年までに15%
セントクリストファー・ネイビス		→2015年までに20%			

表R13. 発電目標値を持たない国における自然エネルギーの割合

国	割合
ブラジル	79% (2014)
ブルンジ	70%
カメルーン	60%
コロンビア	72%
エチオピア	99%
ジョージア	78% (2014)
インド ⁷	12% (2014)
イラン	21%
ケニア	65%
モザンビーク	95% (2014)
ルワンダ	60% (2014)
スリナム共和国	40% (2014)
タンザニア	38% (2014)
米国	13% (2014)

- ¹ チリの目標は40MW以上の水力発電を除いている。
² デンマークは2012年3月に2020年までに電力消費量の50%を風力発電によって供給する目標を設定している。
³ マリの目標は大型水力発電を除いている。
⁴ ナイジェリアの目標は30MW以上の水力発電を除いている。
⁵ ロシアの目標は25MW以上の水力発電を除いている。
⁶ タイは6MW以上の水力発電設備を自然エネルギー源と分類していないため、6MW以上の大型水力発電設備は国の割合および目標から除かれている。
⁷ インドは25MW以上の水力発電設備を自然エネルギーと分類していないため、25MW以上の大型水力発電は国の割合および目標から除かれている。

注：とくに記載のない場合、目標およびそれに対応する割合はすべて水力発電を含む自然エネルギーを表している。ここに挙げられていない多くの州や県、地方自治体が追加的な目標値を持っている。米国およびカナダでは現行のRPS制度に沿って事実上の州・地方レベルの目標値があるが、国家レベルの目標はない(表R15、R17を参照)。表中のいくつかの国々は別形式の目標を掲げている(表R12-R18)市や地域に関しては、より多くの情報を含むため、政策の展望の章(第4章)および表R19を参照。既存の割合は最も確からしい数値であるが、より正確な国の統計データが発表されたときには訂正する必要があるかもしれない。掲載データの出典は計算手法を明記していない報告もよくあるため、当表の発電量に占める割合は異なった手法で計算されたものが混在している可能性がある。そのため、各国間のデータは直接比較できるものではなく、整合性をとったものではない。Observerによる情報が寄稿者からREN21に提出された数値とは異なる場合は、寄稿者からREN21に提供された数値が優先されている。

出典：本節の巻末注13を参照

表R14. 熱利用と冷房における近代的自然エネルギーの割合(2013年の実績と目標)

国	割合	目標	国	割合	目標
オーストリア	33.5%	2020年までに全熱利用と冷房供給の32.6%を自然エネルギーでまかなう	リトアニア	37.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の39%を自然エネルギーでまかなう
ベルギー	8.1%	2020年までに全熱利用と冷房供給の11.9%を自然エネルギーでまかなう	ルクセンブルグ	5.6%	2020年までに熱利用と冷房の全最終消費中8.5%を自然エネルギーでまかなう
ブータン		2025年までに太陽熱による冷暖房を3MW相当まで増加させる	マルタ	23.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の6.2%を自然エネルギーでまかなう
ブルガリア	29.2%	2020年までに全熱利用と冷房供給の24%を自然エネルギーでまかなう	モルドバ		2020年までに全熱利用と冷房供給の27%を自然エネルギーでまかなう
中国		2015年までに太陽熱温水を280GWth(4億㎡まで増加させる)	モンテネグロ		2020年までに全熱利用と冷房供給の38.2%を自然エネルギーでまかなう
クロアチア	18.1%	2020年までに全熱利用と冷房供給の19.6%を自然エネルギーでまかなう	モロッコ		2020年までに1.2MWth(170㎡)まで太陽熱温水を増加させる
キプロス	21.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の23.5%を自然エネルギーでまかなう	モザンビーク		農村地域に10万の太陽熱温水暖房システムを導入する(目標年次なし)
チェコ共和国	15.3%	2020年までに全熱利用と冷房供給の14.1%を自然エネルギーでまかなう	オランダ	3.6%	2020年までに全熱利用と冷房供給の8.7%を自然エネルギーでまかなう
デンマーク	34.8%	2020年までに全熱利用と冷房供給の39.8%を自然エネルギーでまかなう	ポーランド	13.9%	2020年までに全熱利用と冷房供給の17%を自然エネルギーでまかなう
エストニア	43.1%	2020年までに全熱利用と冷房供給の17.6%を自然エネルギーでまかなう	ポルトガル	34.5%	2020年までに全熱利用と冷房供給の30.6%を自然エネルギーでまかなう
フィンランド	50.9%	2020年までに全熱利用と冷房供給の47%を自然エネルギーでまかなう	ルーマニア	26.2%	2020年までに全熱利用と冷房供給の22%を自然エネルギーでまかなう
フランス	18.3%	2020年までに全熱利用と冷房供給の33%を自然エネルギーでまかなう	セルビア		2020年までに全熱利用と冷房供給の30%を自然エネルギーでまかなう
ドイツ	10.6%	2020年までに全熱利用と冷房供給の14%を自然エネルギーでまかなう	シエラレオネ		ホテル、ゲストハウス、飲食店における太陽熱温水器の普及率を2015年までに1%、2020年までに2%、2030年までに5%まで増加させる 2030年までに住宅部門における太陽熱温水器の普及率を1%まで増加させる
ギリシャ	26.5%	2020年までに全熱利用と冷房供給の20%を自然エネルギーでまかなう	スロバキア	7.5%	2020年までに全熱利用と冷房供給の14.6%を自然エネルギーでまかなう
ハンガリー	13.5%	2020年までに全熱利用と冷房供給の18.9%を自然エネルギーでまかなう	スロベニア	31.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の30.8%を自然エネルギーでまかなう
インド		2012年から2017年にかけて5.6GWth(800万㎡)分の太陽熱温水を新規導入する	スペイン	14.9%	2020年までに全熱利用と冷房供給の18.9%を自然エネルギーでまかなう 2020年までにバイオマスエネルギーを4653ktoeまで増加させる 2020年までに地熱を9.5ktoeまで増加させる 2020年までにヒートポンプを50.8ktoeまで増加させる 2020年までに太陽熱温水暖房を644ktoeまで増加させる
アイルランド	5.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の15%を自然エネルギーでまかなう	スウェーデン	67.2%	2020年までに全熱利用と冷房供給の62.1%を自然エネルギーでまかなう
イタリア	18%	2020年までに全熱利用と冷房供給の17.1%を自然エネルギーでまかなう 2020年までにバイオマスエネルギーを熱利用と冷房で5670ktoe活用する 2020年までに地熱を熱利用と冷房で300ktoe活用する 2020年までに太陽熱温水冷暖房で1586ktoe活用する	タイ		2022年までにバイオマスエネルギーを8200ktoeまで増加させる 2022年までにバイオガスを1000ktoeまで増加させる 2022年までに生物由来の都市固形廃棄物 ² を35ktoeまで増加させる 2022年までに30万の太陽熱温水システムを稼働させる、および100ktoeまで増加させる
ヨルダン	13% (2010) ¹	2020年までに家庭用の太陽熱温水の30%をまかなう	ウガンダ		2017年までに21MWth(3万㎡)まで太陽熱温水器を増加させる
ケニア		1日に温水を100リットル以上使用しているビルの太陽熱温水の年間需要の60%をまかなう	英国	2.6%	2020年までに全熱利用と冷房供給の12%を自然エネルギーでまかなう
ラトビア	49.7%	2020年までに全熱利用と冷房供給の53.4%を自然エネルギーでまかなう			
レバノン		2009年から2014年の間に133MWth(19万㎡)の太陽熱温水が新規に導入された			
リビア		2015年までに太陽熱温水を80MWth、2020年までに250MWthまで増加させる			

¹ ヨルダンの割合は、家庭における太陽熱温水暖房のものである。² 生物由来でない廃棄物(プラスチック、金属等)や、純粋に生物由来のみのバイオマスが含まれているため、このデータが生物由来の都市固形廃棄物を確実に示すかどうかは定かではない。

注：表R14は、EU Renewable Energy Action Plans のもとで設立された目標も含まれている。熱利用と冷房に関する目標は各国間で規格化されていないため、上表では一般的な比較のために様々な形の目標を掲載している。

出典：本節の巻末注14を参照

表R15. その他の自然エネルギー目標

国	分野/技術	目標
EU28か国	輸送	2020年までにEU広域での輸送部門の最終エネルギー需要の10%
アルバニア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
アルジェリア	電力	2030年までに22GW
	廃棄物バイオマス発電	2030年までに1GW
	地熱発電	2030年までに15MW
	太陽光発電	2030年までに13.5MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2030年までに2GW
	風力発電	2030年までに5GW
アルゼンチン	電力	2016年までに3GW
	地熱発電	2016年までに30MW
アルメニア	水力発電(小規模)	2020年までに377MW、2025年までに397MW
	地熱発電	2020年までに50MW、2025年までに100MW
	太陽光発電	2020年までに40MW、2025年までに80MW
	風力発電	2020年までに50MW、2025年までに100MW
オーストリア	固形バイオマスおよびバイオガスによるバイオマス発電	2010年～2020年に200MWを追加
	水力発電	2010年～2020年に1GWを追加
	太陽光発電	2010年～2020年に1.2GWを追加
	風力発電	2010年～2020年に2GWを追加
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の11.4%
アゼルバイジャン	電力	2020年までに1GW
バングラデシュ	固形バイオマスによるバイオマス発電	2014年までに2MW:2.6m ³ の容量がある100000箇所の発電所で40MW
	バイオガスによるバイオマス発電	2014年までに2MW、2017年までに7MW
	バイオガス発酵槽	2016年までに発電設備を150000箇所
	太陽光発電	2016年までに500MW
	太陽光発電(農村におけるオフグリッド)	2016年までにソーラーホームシステムを600万箇所(合計で240MWp):150KWpのミニグリッドを50箇所:2017年までに太陽光で稼働する灌漑システムを1550箇所
ベナン	電力(農村におけるオフグリッド)	2025年までに50%
ブータン	電力	2025年までに20MW
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2025年までに5MW
	太陽光発電	2025年までに5MW
	風力発電	2025年までに5MW
ボリビア	電力	2015年～2025年に自然エネルギー容量160MWを追加
ブラジル	バイオマス発電	2021年までに19.3GW
	水力発電(小規模)	2021年までに7.8GW
	風力発電	2021年までに15.6GW
ブルガリア	水力発電	2017年～2018年までに174MWの発電所3機を運転開始
	太陽光発電	2014年までに80MWのソーラーパークを運転開始
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の11%
ブルンジ	固形バイオマスによるバイオマス発電	4 MW
	水力発電	212 MW
	太陽光発電	40 MW
	風力発電	10 MW

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
中国	バイオマス発電	2015年までに13GW
	水力発電	2017年までに330GW
	太陽光発電	2017年までに70GW(発電所規模で35GW、分散型発電で35GW)
	集光型太陽熱発電(CSP)	2015年までに1GW、2020年までに3GW
	風力発電	2017年までに150GW
コロンビア	電力(系統に接続しているもの) ¹	2015年までに発電量の3.5%、2020年までに6.5%
	電力(オフグリッド)	2015年までに発電量の20%、2020年までに30%
クロアチア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
キプロス	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の4.9%
チェコ共和国	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.8%
デンマーク	風力発電	2020年までに発電量のシェアの50%
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
ジブチ	太陽光発電(農村のオフグリッド発電)	2017年までに30%
ドミニカ共和国	分散型発電	2016年までに20%
エジプト	水力発電	2020年までに2.8GW
	太陽光発電	2020年までに220MW、2027年までに700MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに1.1GW、2017年までに2.8GW
	風力発電	2020年までに発電量の12%および7.2GW
エリトリア	風力発電	発電量の50%(期限なし)
エストニア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の2.7%
エチオピア	バイオガスによるバイオマス発電	103.5MW(期限なし)
	地熱発電	2015年までに75MW、2018年までに450MW、2030年までに1GW
	水力発電	2015年までに10.6GW(うち90%以上が大規模水力発電)2030年までに22GW
	風力発電	2014年までに770MW
フィンランド	バイオマス発電	2020年までに13.2GW
	水力発電	2020年までに14.6GW
	風力発電	2020年までに884MW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の20%
フランス	洋上発電および 洋上風力発電	2020年までに6GW
	風力発電(陸上)	2020年までに25GW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要10.5%
ドイツ	風力発電	陸上風力発電:2020年までに年間2.5GW 洋上風力発電:2020年までに6.5GW、2030年までに15GW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の20%
ギリシャ	太陽光発電	2030年までに2.2GW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.1%
ギニア	太陽光発電	2025年までに電力の6%
	風力発電	2025年までに電力の2%
ギニアビサウ	太陽光発電	2015年までに一次エネルギーの2%
ハンガリー	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
インド	電力	2014年～2015年に3.77GWを設置、2012年～2017年までに30GWを追加、2022年までに170GW
	バイオマス発電	2014年～2015年に400MWを設置、2012年～2017年に2.7GWを追加
	小水力発電 ²	2014年～2015年に250MWを設置、2012年～2017年に2.1GWを追加
	太陽光発電	2014年～2015年に1.1GWの太陽光発電と60MWの太陽光発電(小規模)を設置、 2010年～2022年までに20万台の太陽光照明装置を追加
	太陽光発電とCSP	2022年までに100GW
	風力発電	2014年までに2GWを設置、2022年までに60GWを設置

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
インドネシア	水力発電、太陽光発電、風力発電	2014年までに一次エネルギーの1.4% (水力、太陽光、風力を合算)
	バイオ燃料	2025年までに一次エネルギーの10.2%
	地熱発電	2025年までに12.6%
	水力発電	2025年までに2GW (小水力発電の0.43GWを含む)
	揚水発電 ³	2025年までに3GW
	太陽光発電	2025年までに156.8MW
	風力発電	2025年までに100MW
イラン	太陽光発電、水力発電	5GW (期限なし)
イラク	太陽光発電	2016年までに240MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2016年までに80MW
	風力発電	2016年までに80MW
アイルランド	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
イタリア	バイオマス発電	2020年までに3.8GWの容量で年間1万9780GWhを発電
	地熱発電	2020年までに920MWの容量で年間6760GWhを発電
	水力発電	2020年までに17.8GWの容量で年間4万2000GWhを発電
	太陽光発電	2017年までに23GW
	風力発電(陸上)	2020年までに12GWの容量で年間1万8000GWhを発電
	風力発電(洋上)	2020年までに680MWの容量で年間2000GWhを発電
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.1%
日本	バイオマス発電	2020年までに3.3GW、2030年までに6GW
	地熱発電	2020年までに0.53GW、2030年までに3.88GW
	水力発電	2020年までに49GW
	洋上発電(波力および潮力)	2030年までに1.5GW
	太陽光発電	2020年までに28GW
	風力発電	2020年までに合計5GW、洋上風力発電を2030年までに8.03GW
ヨルダン	電力	2018年までに1GW
	太陽光発電	2020年までに300MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに300MW
	風力発電	2020年までに1.2GW
カザフスタン	電力	2020年までに1.04GW
ケニア	地熱発電	2016年までに1.9GW、2030年までに5GW
	水力発電	2016年までに794MW
	太陽光発電	2016年までに423MW
	風力発電	2016年までに635MW
クウェート	太陽光発電	2030年までに3.5GW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2030年までに1.1GW
	風力発電	2030年までに3.1GW
ラトビア	固形バイオマスによるバイオマス発電	2016年までに発電量の8%
レバノン	バイオガスによるバイオマス発電	2015年までに15～25MW
	水力発電	2015年までに40MW
	風力発電	2015年までに60～100MW、2020年までに400MW～500MW
レソト	電力	2030年までに260MW
	電力(農村のオフグリッド)	2020年までに農村電化の35%を自然エネルギーでまかなう
リベリア	バイオ燃料	2015年までに全輸送燃料の5%
リビア	太陽光発電	2015年までに129MW、2020年までに344MW、2025年までに844MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに125MW、2025年までに375MW
	風力発電	2015年までに260MW、2020年までに600MW、2025年までに1GW

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
リトアニア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
ルクセンブルグ	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
マケドニア	固形バイオマスによるバイオマス発電	2020年までに50 G Wh
	バイオガスによるバイオマス発電	2020年までに20 G Wh
	小水力発電	2020年までに216 G Wh
	太陽光発電	2020年までに14 G Wh
	風力発電	2020年までに300 G Wh
マラウイ	水力発電	2014年までに346.5MW
マレーシア	電力	・2.1GW(大規模水力発電を除いて)の容量で11.2T Wh/年、または国の供給量の10%(指定された期限なし) ・2015年までに全設備容量の6%、2020年までに11%、2030年までに14%、2050年までに36%
マルタ	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.7%
ミクロネシア	電力	2020年までに都市部で10%、農村部で50%
モルドバ	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の20%
モロッコ	電力	全発電量の42%
	水力発電	2020年までに2 G W
	太陽光発電および集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに2 G W
	風力発電	2020年までに2 G W
モザンビーク	バイオガスのためのバイオ発酵槽	1000基導入(期限なし)
	水力発電、太陽光発電、風力発電	それぞれ2 G W(期限なし)
	太陽光発電	82000件のソーラーホームシステムを導入(期限なし)
	揚水用風力	3000ヶ所の設備を導入(期限なし)
	自然エネルギーに基づいた生産システム	5000ヶ所の設備を導入(期限なし)
オランダ	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
ナイジェリア	バイオマス発電	2015年までに50MW、2025年までに400MW
	小水力発電 ⁴	2015年までに600MW、2025年までに2 G W
	大規模太陽熱発電(1M V以上)	2015年までに75MW、2025年までに500MW
	風力発電	2015年までに20MW、2025年までに40MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2015年までに1MW、2025年までに5MW
ノルウェー	電力	2016年までに30 T Wh/年
	電力	スウェーデンとの共通の電力証書市場で2020年までに26.4 T Wh
パレスチナ自治区	バイオマス発電	2020年までに21MW
	太陽光発電	2020年までに45MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに20MW
	風力発電	2020年までに44MW
フィリピン	電力	2030年までに2010年の3倍の発電容量
	バイオマス発電	2010年～2030年に277MWを追加
	地熱発電	2010年～2030年に1.5 G Wを追加
	水力発電	2010年～2030年に5398MWを追加
	洋上発電	2010年～2030年に75MWを追加
	太陽光発電	2010年～2030年に284MWを追加
	風力発電	2010年～2030年に2.3 G Wを追加
ポーランド	洋上風力	2020年までに1 G W
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の20%
ポルトガル	電力	2020年までに15.8 G W
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2020年までに769MW
	バイオガスによるバイオマス発電	2020年までに59MW

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
ポルトガル(続き)	地熱発電	2020年までに29MW
	小水力発電	2020年までに400MW
	洋上風力(波力)	2020年までに6MW
	太陽光発電	2020年までに670MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに50MW
	風力発電	2020年までに陸上5.3GW、洋上27MW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
カタール	太陽光発電	2014年までに1.8GW
	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
ルーマニア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
ロシア	小水力発電 ⁵ 、太陽光発電、風力発電	2020年までに組み合わせて6GW
ルワンダ	バイオガス発電	2017年までに300MW
	地熱発電	2017年までに310MW
	水力発電	2017年までに340MW
	小水力発電	2017年までに42MW
	電力(オフグリッド)	2017年までに5MW
サモア	最終エネルギー	2030年までに現在の全エネルギー供給中のシェアを20%まで増加させる
サウジアラビア	電力	2040年までに54GW
	太陽光発電と集光型太陽熱発電(CSP)	2040年までに41GW(CSP25GWと太陽光発電16GW)
	地熱発電、廃棄物発電、風力発電	2040年までに組み合わせて13GW
セルビア	太陽光発電	2017年までに150MW
	風力発電	1.4GW(期限なし)
シエラレオネ	電力	1GW(期限なし)
シンガポール	太陽光発電	2020年までに350MW
スロバキア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%
スロベニア	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.5%
南アフリカ	電力	2030年までに178GW、2010年～2030年までに全発電容量の42%を追加
韓国	電力	2015年までに1万3016GWh/年(全発電量の2.9%) 2020年までに2万1977GWh/年(4.7%)、2030年までに3万9517GWh/年(7.7%)再生可能エネルギー技術を組み合わせた供給を含む
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2030年までに2628GWh/年
	バイオガスによるバイオマス発電	2030年までに161GWh/年
	バイオマス発電(埋立地ガス)	2030年までに1340GWh/年
	地熱発電	2030年までに2046GWh/年
	水力発電(大規模)	2030年までに3860GWh/年
	水力発電(小規模)	2030年までに1926GWh/年
	洋上発電	2030年までに6159GWh/年
	太陽光発電	2030年までに2046GWh/年
	集光型太陽熱発電(CSP)	2030年までに1971GWh/年
	風力発電	2016年までに900MW、2019年までに1.5GW、2030年までに16619GWh/年 2019年までに洋上風力を2.5GW
スペイン	最終エネルギー	
	バイオエネルギー(固形バイオマス、バイオガス、生物由来の都市固形廃棄物) ⁶	2020年までに0.1%
	地熱エネルギー、洋上発電、ヒートポンプ ⁷	2020年までに5.8%
	水力発電	2020年までに2.9%

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
スペイン(続き)	太陽光発電	2020年までに3%
	風力発電	2020年までに6.3%
	電力	
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2020年までに1.4GW
	生物由来の都市固形廃棄物によるバイオマス発電 ⁶	2020年までに200MW
	バイオガスによるバイオマス発電	2020年までに400MW
	地熱発電	2020年までに50MW
	水力発電	2020年までに13.9GW
	揚水発電 ³	2020年までに8.8MW
	洋上発電	2020年までに100MW
	太陽光発電	2020年までに7.3MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2020年までに4.8MW
	風力発電(陸上)	2020年までに35GW
	風力発電(洋上)	2020年までに750MW
	輸送	
	バイオディーゼル	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の11.3%
	エタノール/バイオ-ETBE ⁸	2020年までに2313ktoe
	輸送用途の電力	2020年までに4.7GWh/年(2020年までに自然エネルギー由来で501ktoe)
スリランカ	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の20%をバイオ燃料でまかなう
スーダン	固形バイオマスによるバイオマス発電	2031年までに54MW
	バイオガスによるバイオマス発電	2031年までに68MW
	水力発電	2031年までに63MW
	太陽光発電	2031年までに667MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2031年までに50MW
	風力発電	2031年までに680MW
スウェーデン	電力	2020年までに年間の自然エネルギー発電量を25TWh増加させる(2002年比)
	電力	2020年までにノルウェーとの共通電力証明書市場で26.4TWh
	輸送	2030年までに化石燃料を使用しない輸送手段
スイス	電力	2035年までに12TWh/年、2050年までに43TWh/年
	水力発電	2035年までに43TWh/年
シリア	バイオマス発電	2020年までに140MW、2025年までに260MW、2030年までに400MW
	太陽光発電	2015年までに45MW、2025年380MW、2025年までに1.1GW、2030年までに1.8GW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2025年までに50MW
	風力発電	2015年までに150MW、2020年までに1GW、2025年までに1.5GW、2030年までに2GW
タジキスタン	小水力発電	2020年までに100MW
タイ	輸送	
	エタノール	2022年までに900万リットル/日
	バイオディーゼル	2022年までに600万リットル/日
	先進的バイオ燃料	2022年までに2500万リットル/日
	電力	
	バイオマス発電(固形バイオマス)	2021年までに4.8GW
	バイオマス発電(バイオガス)	2021年までに600MW
	バイオマス発電(生物由来の都市固形廃棄物) ⁶	2021年までに400MW
	地熱発電	2021年までに1MW
	水力発電	2021年までに6.1GW
	洋上発電(波力と潮力)	2021年までに2MW
	太陽光発電	2014年までに1GW、2021年までに3GW
	風力発電	2021年までに1.8GW

表R15. その他の自然エネルギー目標(続き)

国	分野/技術	目標
トリニダードトバゴ	電力	2020年までにピーク需要(もしくは60MW)の5%
	風力発電	100MW(期限の指定はなし)
チュニジア	電力	2016年までに1GW(発電容量の16%)、2030年までに4.6GW(発電容量の40%)
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2016年までに40MW、2030年までに300MW
	太陽光発電	2016年までに140MW、2030年までに1.5GW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2030年までに500MW
	風力発電	2016年までに430MW、2030年までに1.7GW
	固形バイオマスによるバイオマス発電	2023年までに1GW
トルコ	地熱発電	2023年までに1GW
	水力発電	2023年までに34GW
	太陽光発電	2023年までに5GW
	風力発電	2023年までに20GW
	固形バイオマスによるバイオマス発電 ⁶	2017年までに30MW
ウガンダ	地熱発電	2017年までに45MW
	水力発電(大規模)	2017年までに1.2GW
	水力発電(小規模)	2017年までに85MW
	太陽光発電 (ソーラーホームシステム)	2017年までに700kW
	バイオ燃料	2017年までに年間使用量のうち22億リットル
	風力発電(洋上)	2030年までに39GW
英国	輸送	2014年までに輸送部門の最終エネルギー需要の5%、2020年までに10.3%
ウルグアイ	バイオマス発電	2015年までに200MW
	風力発電	2015年までに1.3GW
ベネズエラ	電力	2013年～2019年に613MWの発電容量を追加
	風力発電	2013年～2019年に500MWの発電容量を追加
ベトナム	バイオマス発電	2015年までに200MW
	水力発電	2020年までに19.2GW
	風力発電	2020年までに1GW
	バイオ燃料	2015年までに輸送部門の石油エネルギー需要の1%、2025年までに5%
	風力発電	2025年までに400MW
イエメン	バイオマス発電	2025年までに6MW
	地熱発電	2025年までに200MW
	太陽光発電	2025年までに4MW
	集光型太陽熱発電(CSP)	2025年までに100MW
	風力発電	2025年までに400MW
ジンバブエ	輸送	2015年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10%

¹ コロンビアは「非在来型エネルギー源」をもとに目標を達成する。

² インドは25MW以上の水力発電設備を自然エネルギーと分類していないため、25MW以上の水力発電は割合および目標から除かれている。2014年～2015年にかけての目標は、2014年4月～2015年3月までの年度目標である。

³ 揚水発電はエネルギー源ではなく、エネルギーの貯蔵手段である。そのため、転換損失を伴い、自然エネルギーおよび非自然エネルギー由来の電力を動力源とする。揚水発電設備は調整電源として、とくに変動型の自然エネルギーの調整で重要な役割を担うため、ここに含めた。

⁴ ナイジェリアの目標は30MW以上の水力発電所を除く

⁵ ロシアの目標は25MW以上の水力発電所を除く

⁶ 都市廃棄物(MSW)のデータでは、非有機物廃棄物(プラスチックや金属等)が含まれているか、有機バイオマスのみで構成されているかは常に判断できるものではないとされている。ウガンダは主に有機物を利用している。

⁷ ヒートポンプのエネルギー出力がこの表に含まれるのは、最終エネルギーの基準上、部分的に再生可能エネルギーの基準を満たしているからである。詳細については2014年度版GSRの補足4を参照

⁸ ETBEとは、エタノールとイソブチレンからなるバイオ燃料の一種である。

表R15. その他の自然エネルギー目標:国/地方レベル

国	分野/技術	目標
オーストラリア		
南オーストラリア	電力	2020年までに発電量の33%
タスマニア	電力	2020年までに発電量の100%
ベルギー		
ワロン地域	輸送	2020年までに輸送部門の最終エネルギー需要の10.14%
	最終エネルギー	2020年までに再生可能エネルギー 20%
	電力	2020年までに8TWh/年
カナダ		
ニューブランズウィック州	電力	2016年までに再生可能エネルギーの割合を10%、2020年までに40%増加させる
ノバスコシア州	電力	2015年までに発電量の25%、2040年までに40%
プリンスエドワード島	風力発電	2030年までに30MW増加させる(2011年比)
オンタリオ州	電力	2022年までに再生可能エネルギー技術を組み合わせた10.7GWを供給
	水力発電	2025年までに1.5GW
	太陽光発電	2025年までに40MW
	風力発電	2025年までに5GW
中国		
台湾	地熱発電	2015年までに4MW、2020年までに66MW、2025年までに150MW、2030年までに200MW
	洋上発電	2015年までに1MW、2020年までに30MW、2025年までに200MW、2030年までに600MW
	太陽光発電	2015年までに420MW、2020年までに1.02GW、2025年までに2.5GW、2030年までに3.1GW
	風力発電	2015年までに881MW、2020年までに1.8GW、2025年までに3GW、2030年までに4.2GW
インド		
アンダマン・ニコラス諸島	電力	発電量の3%(太陽光0.4%)
アンドーラ・プラデーシュ州	電力	発電量の7%(太陽光0.2%)
アルナーチャル・プラデーシュ州	電力	発電量の7%(太陽光0.2%)
アッサム州	電力	発電量の7%(太陽光0.25%)
ビハール州	電力	発電量の5%(太陽光0.75%)、2022年までに太陽光3%
チャンディールガル	電力	発電量の3%(太陽光0.4%)
チャットティースガル州	電力	発電量の6.75%(太陽光0.75%)、2016年までに7.25%
ダンドラーおよびナガル・ハヴェリー連邦直轄領	電力	発電量の3%(太陽光0.4%)
ダマン・ディーウ連邦直轄領	電力	発電量の3%(太陽光0.4%)
デリー	電力	発電量の6.2%(太陽光0.25%)、2017年までに9%
ゴア州	電力	発電量の3.3%(太陽光0.6%)、2022年までに6%
グジャラート州	電力	発電量の9%(太陽光1.5%)、2017年までに10%
ハリヤーナ州	電力	発電量の3.25%(太陽光0.25%)、2022年までに5.5%
ヒマチャール・プラデーシュ州	電力	発電量の10.25%(太陽光0.25%)、2022年までに19%
ジャンムー・カシミール州	電力	発電量の6%(太陽光0.75%)、2017年までに9%
ジャールカンド州	電力	発電量の4%(太陽光1%)、2016年までに4%
カルナータカ州	電力	発電量の10.25%(太陽光0.25%)
ケーララ州	電力	発電量の4.5%(太陽光0.25%)、2022年までに6.6%
ラクシャディーブ諸島	電力	発電量の3%(太陽光0.4%)
マディヤ・プラディーシュ州	電力	発電量の7%(太陽光1%)
マハーラーシュトラ州	電力	発電量の9%(太陽光0.5%)
マニプル州	電力	発電量の5%(太陽光0.25%)
メーガーラヤ州	電力	発電量の1%(太陽光0.4%)
ミゾラム州	電力	発電量の7%(太陽光0.25%)
ナガランド州	電力	発電量の8%(太陽光0.25%)

表R15. その他の自然エネルギー目標:国/地方レベル(続き)

国	分野/技術	目標
インド (続き)		
オリッサ州	電力	発電量の6.5% (太陽光0.25%)
ボンディシェリ	電力	発電量の3% (太陽光0.4%)
パンジャブ州	電力	発電量の4% (太陽光0.19%)
ラージャスターン州	電力	発電量の9% (太陽光1.5%)
タミル・ナードゥ州	電力	発電量の11% (太陽光2%)
トリプラ州	電力	発電量の2.5% (太陽光1.05%)
ウッタル・プラデーシュ州	電力	発電量の6% (太陽光1%)
ウッタラーカンド州	電力	発電量の7.075% (太陽光0.075%)
西ベンガル州	電力	発電量の4.5% (太陽光0.15%)
コンゴ		
	熱利用と冷房	2020年までに熱利用と冷房供給の45.65%を自然エネルギーでまかなう
ニュージーランド		
クック諸島	電力	2015年までに50%、2020年までに100%
ニウエ	電力	2020年までに100%
トケラウ	電力	100% (期限なし)
アラブ首長国連邦		
アブダビ	電力	2020年までに設備容量の7%
ドバイ	電力	2020年までに設備容量の7%、2030年までに15%
英国		
スコットランド	電力	2020年までに100%
米国		
アリゾナ州	電力	2025年までに供給量の15%
カリフォルニア州	電力	2015年までに供給量の25%、2020年までに33%
コロラド州	電力	2020年までに供給量の30% (私営会社 ⁹⁾ 都市公社と協同組合 ¹⁰⁾ は10%か20%
コネチカット州	電力	2020年までに供給量の27%
デラウェア州	電力	2015年～2016年に供給量の25%
ハワイ州	電力	2020年までに供給量の25%、2030年までに40%
イリノイ州	電力	2015年～2016年に供給量の25%
アイオワ州	電力	発電容量の105MWを私営会社 ⁹⁾ がまかなう
カンザス州	電力	2015年～2019年までに供給量の15%、2020年までに20%
メイン州	電力	2017年までに供給量の40%
メリーランド州	電力	2020年までに供給量の20%
マサチューセッツ州	電力	2020年までに供給量の15%、その後1年ごとに1%ずつ増加
ミシガン州	電力	2015年までに供給量の10%
ミネソタ州	電力	2025年までに供給量の26.5% (私営会社 ⁹⁾ 、2025年までに25% (他の会社)
ミズーリ州	電力	2021年までに供給量の15% (私営会社 ⁹⁾)
モンタナ州	電力	2015年までに供給量の15%
ネバダ州	電力	2025年までに供給量の25%
ニューハンプシャー州	電力	2025年までに供給量の24.8%
ニュージャージー州	電力	2021年までに供給量の24.5%
ニューメキシコ州	電力	2020年までに供給量の20% (私営会社 ⁹⁾ 、2020年までに10% (協同組合 ¹⁰⁾)
ニューヨーク州	電力	2015年までに供給量の29%
ノースキャロライナ州	電力	2021年までに12.5% (私営会社 ⁹⁾ 、2018年までに10% (都市公社と協同組合 ¹⁰⁾)
オハイオ州	電力	2024年までに25% 供給量の25%

表R15. その他の自然エネルギー目標:国/地方レベル(続き)

国	分野/技術	目標
米国 (続き)		
オレゴン州	電力	2025年までに25%供給(3%以上は州が負担) 2025年までに10%(1.5～3%は州が負担) 2025年までに5%(1.5%以下は州が負担)
ペンシルバニア州	電力	2020年～2021年までに18%供給
ロードアイランド州	電力	2019年までに18%供給
テキサス州	電力	2015年までに5,880 MW
ワシントン州	電力	2016年までに9%供給、2020年までに15%
ウィスコンシン州	電力	2015年までに10%供給
コロンビア特別区	電力	2020年までに20%供給
北マリアナ諸島	電力	2015年までに80%供給
プエルトリコ	電力	2035年までに20%供給

⁹ IOUsは政府や協同運営ではなく、私営のことを指す。

¹⁰ 都市公社 (munis) とは所有と運営が公的なものである。協同組合 (co-ops) とは顧客基盤に基づいたメンバーによって所有と運営が行われている組織のことである。

注：特に記載のない場合を除き、設備容量の目標値はすべて累積設備容量に関連している。目標値は少数第2位で四捨五入されている。自然エネルギーの目標は各国で標準化されていないため、上表は一般的な比較のために様々な形の目標を掲載している。多くの国はRPS政策の下、地方レベルで目標を制定している(表17を参照)。この表に掲載されている国は一次エネルギー、最終エネルギー、電力、熱利用と冷房の目標を持っている場合がある(表R12、R13およびR14を参照)。表R15は輸送エネルギーの目標を掲載しているが、バイオ燃料の混合規制については表R16(国および州/地域のバイオ混合規制)を参照のこと。輸送部門の目標が道路での輸送に限定されたものなのかどうかを判断することはかならずしも可能ではない。さらに、目標はバイオ燃料の活用のみか、より広範な自然エネルギー由来の輸送手段(すなわち、電気自動車や水素製造への自然エネルギー利用)を含む場合がある。

出典：本節の巻末注15を参照

表R16. 固定価格買取制度 (FIT)を採用している国/州/地域の累計数と2014年の政策改訂

年	累計数 ¹	新規導入した国/州
1978	1	米国 ²
1990	2	ドイツ
1991	3	スイス
1992	4	イタリア
1993	6	デンマーク、インド
1994	9	ルクセンブルク、スペイン、ギリシャ
1997	10	スリランカ
1998	11	スウェーデン
1999	14	ボルトガル、ノルウェー、スロベニア
2000	14	
2001	17	アルメニア、フランス、ラトビア
2002	23	アルジェリア、オーストラリア、ブラジル、チェコ共和国、インドネシア、リトアニア
2003	29	キプロス、エストニア、ハンガリー、スロバキア共和国、韓国、インドのマハラシュトラ州
2004	34	イスラエル、ニカラグア、プリンスエドワード島(カナダ)、インドのアンドラ・プラデシュ州およびマドヤ・プラデシュ州
2005	41	中国、エクアドル、アイルランド、トルコ、インドのカルナタカ州、ウッタラーカンド州、ウッタル・プラデシュ州
2006	46	アルゼンチン、パキスタン、タイ、オンタリオ州(カナダ)、ケーララ州(インド)
2007	55	アルバニア、ブルガリア、クロアチア、ドミニカ共和国、フィンランド、マケドニア、モルドバ、モンゴル、オーストラリアの南オーストラリア州
2008	71	イラン、ケニア、リヒテンシュタイン、フィリピン、サンマリノ、タンザニア、ウクライナ、オーストラリアのクイーンズランド州、インドのチャステイスガル州、クジャラート州、ハリヤナ州、パンジャブ州、ラジャスターン州、タミル・ナドゥ州、西ベンガル州、アメリカのカリフォルニア州
2009	81	日本、セルビア、南アフリカ、オーストラリア首都特別地域、オーストラリアのニューサウスウェールズ州、ビクトリア州、台湾(中国)、米国のハワイ州、オレゴン州、バーモント州
2010	87	ベラルーシ、ボスニア・ヘルツェゴビナ、マレーシア、マルタ、モーリシャス、英国
2011	94	ガーナ、モンテネグロ、オランダ、シリア、ベトナム、カナダのノバスコシア州、米国のロードアイランド州
2012	99	ヨルダン、ナイジェリア、パレスチナ自治区、ルワナ、ウガンダ
2013	101	カザフスタン、パキスタン
2014	103	エジプト、アメリカ領ヴァージン諸島
合計 ³	108	

¹ 累計数はその年の時点で固定価格買取制度 (FIT) が法的に導入された国の数を示している。

² 米国のPURPA政策 (1978年) は後に発展するFITの原型である。

³ 「合計」は、導入後に政策が取りやめになった9か国 (ブラジル、チェコ共和国、モーリシャス、ノルウェー、南アフリカ、韓国、スペイン、スウェーデン、米国) を差し引き、固定価格買取制度が導入されているがその施行年が不明な9か国 (アンドラ、ホンジュラス、モルディブ、ペルー、パナマ、ロシア、セネガル、タジキスタン、ウルグアイ) およびインドの5つの州 (ビハール州、ヒマーチャル・プラデシュ州、ジャンムーカシミール州、ジャールカンド州、オリッサ州) を含んだ数字である。

表R16. 固定価格買取制度 (FIT) を採用している国/州/地域の累計数と2014年の政策改訂 (続き)

2014 年に実施された買取価格の調整・変更	
ブルガリア	水力:5%減 太陽光:28%減 風力:22%減
中国	太陽光:10%減 洋上風力(新規):0.12ドル/kWh (0.75-0.85人民元/kWh) ⁴ 陸上風力:0.003-0.006ドル/kWh (0.02-0.04人民元) 減
クリミア半島	風力および太陽光:0.09ドル/kWh減
デンマーク	10kW未満の風力(新規):0.4ドル/kWh (0.33ユーロ/kWh) 10kW-25kWの風力(新規):0.24ドル/kWh (0.2ユーロ/kWh)
ドイツ	太陽光:ひと月あたり1%の減少 風力:年間1.5%の減少
ギリシャ	太陽光:209ドル (171.9ユーロ)/MWhから115.4ドル (95ユーロ)/MWhに減少
日本	太陽光:19%減少し0.24ドル (29円)/kWh
カザフスタン	太陽光(新規):0.176ドル/kWh 風力(新規):0.115ドル/kWh
マルタ	40kW以下の太陽光:5月1日から10月31日は0.2ドル (0.165ユーロ)/kWh 11月1日から4月30日は0.19ドル (0.155ユーロ)/kWh 40kW以上の太陽光:5月1日から10月31日は0.19ドル (0.16ユーロ)/kWh 11月1日から4月30日は0.18ドル (0.15ユーロ)/kWh
フィリピン	バイオマス: 0.15ドル (6.63フィリピンペソ)/kWhに減額 流れ込み式水力発電:0.13ドル (5.9フィリピンペソ)/kWhに減額 太陽光:0.22ドル (9.68フィリピンペソ)/kWhに減額 風力:0.19ドル (8.53フィリピンペソ)/kWhに減額
ポーランド	3kW未満の風力(新規):0.21ドル (0.17ユーロ)/kWh 3-10kWの風力(新規):0.18ドル (0.15ユーロ)/kWh
ロシア	発電方式を特に指定せず、原料や労働力の70%を国内から調達できなかった場合、50%以上の減額を行うために固定価格買取制度を改訂
スイス	29.9kW以下の太陽光:23%減 30kW ~ 1MWの太陽光:18%減 1MW以上の太陽光:12%減
アメリカ領ヴァージン諸島	太陽光(新規):0.26ドル/kWh
ベトナム	廃棄物発電(新規):風力プロジェクトに適用される数字より25%高い価格

⁴ 全ての通貨は以下のサイトを用いて2014年12月31日の為替レートでドル (米ドル) に変換されている。
<http://www.oanda.com/currency/converter/>

出典: 本節の巻末注16を参照

表R17. RPS/クォータ政策を採用している国／州／地域の累計数¹

年	累計数 ¹	該当年に新規導入した国／州／地域
1983	1	米国のアイオワ州
1994	2	米国のミネソタ州
1996	3	米国のアリゾナ州
1997	6	米国のメイン州、マサチューセッツ州、ネバダ州
1998	9	米国のコネティカット州、ペンシルベニア州、ウィスコンシン州
1999	12	イタリア、米国のニュージャージー州、テキサス州
2000	13	米国のニューメキシコ州
2001	15	オーストラリア、ベルギーのフランドル地域
2002	18	英国、ベルギーのワロン地域、米国のカリフォルニア
2003	21	日本、スウェーデン、インドのマハラシュトラ州
2004	34	カナダのポーランド、ノバスコシア州、オンタリオ州、プリンスエドワード島、インドの アンドラ・プラデシュ州、カルナタカ州、マドヤ・プラデシュ州、オリッサ州、米国の コロラド州、ハワイ州、メリーランド州、ニューヨーク州、ロードランド州
2005	38	米国のコロンビア特別区、デラウェア州、モンタナ州、インドのグジャラート州
2006	39	米国のワシントン州
2007	45	中国、米国のイリノイ州、ニューハンプシャー州、ノースカロライナ州、北マリアナ諸島、オレゴン州
2008	52	チリ、インド、フィリピン、ルーマニア、米国のミシガン、ミズリー州、オハイオ州 ²
2009	53	米国のカンサス
2010	56	韓国、ブリティッシュ・カナダのコロンビア州カナダ、アメリカのプエルトリコ地域
2011	58	アルバニア、イスラエル
2012	59	ノルウェー
2013	59	該当なし
2014	59	該当なし
合計 ³	98	

¹「累計数」はその年の時点でRPS/クォータ政策を既に制定している区域の数である。国や地域名は、最初の政策が制定された年の欄に記載している。

なお、多くの政策は、後に改訂されたり廃止されたりしている。

²オハイオのRPS政策は2014年に保留されたが、まだ正式に廃止になっていない。

³「合計数」ではRPS/クォータ政策を持つと考えられる下記の41の国と地域を加えているが、制定された年が不明である（ベラルーシ、ガーナ、インドネシア、キルギスタン、リトアニア、マレーシア、パラオ、ペルー、ポルトガル、セネガル、南アフリカ、スリランカ、アラブ首長国連邦、インドのアラナーチャル・パラデシュ州、アッサム州、ビハール州、チャッティースガル州、ゴア州、ハリヤーナー州、ヒマーチャル・パラデシュ州、ジャムムー・カシミール州、ジャールカンド州、ケーララ州、マニプラ州、メーガーラヤ州、ミゾラム州、ナガランド州、パンジャブ州、ラージャスターン州、タミル・ナドゥ州、トリプラ州、ウッタラーカンド州、ウッター・パラデシュ州、西ベンガル州、インド連邦直轄領のアンダマン・ニコバル諸島、チャンディール、ダードラ、ナガル・ハヴエーリー、ダマン・ディウ、デリー、ラクシャディープ、ボンデシェリ諸島）。また2012年にRPSの段階的な廃止を実行したイタリアを除いた。米国では、RPS政策による法的拘束力のない政策目標をもった10の州・領域がある（グアム、インディアナ、ノースダコタ、オクラホマ、サウスカロライナ、サウスダコタ、米国バージン諸島、ユタ、バーモント、ヴァージニア）。ウェストヴァージニアは2015年に法的拘束力のない目標を廃止した。同様に、カナダでも3つの州（アルバータ、マニトバ、ケベック）が法的拘束力はないが、政策目標を設定している。

出典：本節の巻末注17を参照

表R18. 国および州／地域のバイオ燃料混合規制

国	規制内容
アンゴラ	E10
アルゼンチン	E10およびB10
オーストラリア	ニューサウスウェールズ州のE6およびB2、クイーンズランド州のE5
ベルギー	E4およびB4
ブラジル	E27.5およびB7
カナダ	国レベル: E5およびB2 州レベル: アルバータ州のE5およびB2、ブリティッシュコロンビア州のE5およびB4、マニトバ州のE8.5 およびB2、オンタリオ州のE5およびB2(2016年までにB3)、サスカチュワン州のE7.5およびB2
中国	9つの省でE10
コロンビア	E8
コスタリカ	E7およびB20
エクアドル	B5
エチオピア	E10
グアテマラ	E5
インド	E5
インドネシア	E3およびB5
イタリア	先進的バイオ燃料を2018年までに0.6%、2022年までに1%
ジャマイカ	E10
マレーシア	B5
モザンビーク	2012年～2015年にE10、2016年～2020年にE15、2021年以降はE20
ノルウェー	B3.5
パナマ	E7(2016年4月までにE10)
パラグアイ	E25およびB1
ペルー	E7.8およびB2
フィリピン	E10およびB2、2015年の時点でB5
南アフリカ	2015年10月時点でE2およびE5
韓国	B2(2015年8月までにE2.5)および2018年までにB3
スーダン	E5
タイ	E5およびB5
トルコ	E2
ウクライナ	E5(2017年までにE7)
米国	国レベル: 再生可能燃料基準2(RFS2)は2022年までに年間1360億リットル(360億ガロン)の再生可能燃料と輸送燃料の混合を要求している。2013年の再生可能燃料基準(RFS)は492.1億リットル(130億ガロン)に低減された。 州レベル: ハワイ州のE10、ルイジアナ州のE2およびB2、ミズーリ州とモンタナ州のE10、ニューメキシコ州のB5、オレゴン州のE10およびB5、ペンシルベニア州の2億ガロンに達した一年後にB2、さらに4億ガロンに達した1年後にB20、ワシントン州でE2およびB2、さらに州内の原料の菜種油の処理容量が必要量の3%を満たした180日後にB5へと拡大。
ウルグアイ	E5およびB5
ベトナム	E5
ジンバブエ	E5、時期は不明だがいずれE10やE15に拡大する予定

注: 表中“E”とはバイオエタノールを、“B”とはバイオディーゼルを意味している。中国の省レベルの規制は、安徽省、黒竜江省、河南省、吉林省および遼寧省を含んでいる。チリはE5およびB5という目標を掲げているが、現段階では混合義務化は実施していない。同様にドミニカB2およびE15という目標を掲げているが、現段階では混合義務化は実施していない。フィジーは将来的な義務化の期待を伴った自主的なB5およびE10の混合義務化を2011年に承認した。メキシコはグアダラハラでE2規制を試験的に導入している。ナイジェリアはE10という目標を掲げているが、現段階では混合義務化は実施していない。

表R18はバイオ燃料混合義務のみを並べており、輸送用およびバイオ燃料目標は表R15に示している。

出典: 本節の巻末注18を参照

表R19. 都市および地域のエネルギー政策:主な事例

すべてのエネルギー消費における自然エネルギーの導入割合目標	
米国 テキサス州 オースティン	2025年までに総エネルギーの65%
米国 コロラド州 ボルダー	2020年までに総エネルギーの30%
カナダ アルバータ州 カルガリー	2036年までに総エネルギーの30%
南アフリカ ケープタウン	2020年までに総エネルギーの10%
日本 福島県	2040年までに総エネルギーの100%
ドイツ ハンブルク	2020年までに総エネルギー 20%、2050年までに100%
インド ハウラー	2018年までに総エネルギーの10%
日本 長野県	2050年までに総エネルギーの70%
メキシコ オアハカ	2020年までに総エネルギーの5%
フランス パリ	2020年までに総エネルギーの25%
スウェーデン シェレフテオ	2020年までにバイオマス、水力発電あるいは風力発電のエネルギーの純輸出を行なう
スウェーデン ベクショー	2030年までに総エネルギーの100%
すべての電力消費における自然エネルギー導入割合目標	
オランダ アムステルダム	2025年までに25%、2040年までに50%
米国 コロラド州 アспен	2015年までに100%
米国 テキサス州 オースティン	2020年までに35%
南アフリカ ケープタウン	2020年までに15%
米国 カリフォルニア州 ランカスター	2020年までに100%
スウェーデン マルメ	2020年までに100%
ドイツ ミュンヘン	2025年までに100%
日本 長野県	2020年までに10%、2030年までに20%、2050年までに30%
米国 カリフォルニア州 サンフランシスコ	2020年までに100%
米国 カリフォルニア州 サンホセ	2022年までに100%
スウェーデン シェレフテオ	2020年までに100%
台湾 台北	2020年までに12%
日本 東京	2024年までに20%
ドイツ ウルム	2025年までに100%
ニュージーランド ウェリントン	2020年までに78～90%
自然エネルギー導入設備容量または発電目標	
オーストラリア アデレード	2020年までに、住宅および商業施設で2MWの太陽光発電
スウェーデン エスキルスチュナ	2020年までに48GWhの風力発電と9.5GWhの太陽光発電
米国 カリフォルニア州 ロサンゼルス	2020年までに1.3GWの太陽光発電
米国 ニューヨーク州 ニューヨーク	2024年までに350MWの太陽光発電
米国 カリフォルニア州 サンフランシスコ	2020年までにピーク需要(950MW)の100%
自治体によるエネルギー導入目標	
オーストラリア コックバーン	2020年までに市庁舎で使用するエネルギーの20%
ベルギー ゲント	2020年までに最終エネルギーの50%
オーストラリア ハップバーンシャー	公共施設で使う最終エネルギーの100%、公共の電灯の電力の8%
スウェーデン クリステアニスタッド	2020年までに最終エネルギー消費の100%
スウェーデン マルメ	2030年までに最終エネルギー消費の100%
米国 オレゴン州 ポートランド	2030年までに最終エネルギー消費の100%
オーストラリア シドニー	建造物で使用する電力の100%、街灯の電力の20%

表R19. 都市および地域のエネルギー政策:主な事例(続き)

熱関連の規制	
オランダ アムステルダム	2040年までに少なくとも20万軒の家のための地域暖房導入 (バイオマス、バイオガス、廃棄物熱の利用)
インド チャンディーガル	産業、ホテル、病院、刑務所、食堂、住宅団地および政府での太陽熱温水暖房、 および2013年時点での居住用建造物での使用義務
ポルトガル ロウレス	2013年時点で良好な日照条件にあるスポーツ施設や学校のすべてに太陽熱システム利用を 義務化。
ドイツ ミュンヘン	2058年までに(2009年基準)パッシブソーラーデザインで熱需要を80%削減 (熱、プロセス熱、または温水を含む)
フランス ナント	2017年までに都市住民の半数のため、バイオマス・ボイラーからの熱を供給するために 地域暖房システムを拡張
オーストリア ウィーン	2050年までに総熱需要の50%を太陽熱エネルギーでまかなう

注：表R19は世界全体から地域の自然エネルギー導入目標の例を示した。ここでの目的は、都市の自然エネルギー導入目標を完全に示すことではない。

出典：本節の巻末注19を参照

表R20. 地域および国別電力アクセス

地域／国	電化率	非電化人口	目標
	電氣を利用できる 人口の割合(%) (2012)	百万人(2012)	割合(%)
アフリカ	43%	622	
北アフリカ	99%	1	
サハラ以南のアフリカ	32%	620	
新興アジア	83%	620	
ラテンアメリカ	95%	23	
中東	92%	18	

アフリカ			
アルジェリア	99%	0.4	
アンゴラ	30%	15	
ベナン	28%	7	
ボツワナ	66%	1	→2016年までに80%
ブルキナファソ	16%	14	
ブルンジ	10%	9	
カーボベルデ	94%	0.03	
カメルーン	54%	10	
中央アフリカ共和国	3%	4	
チャド	3%	12	
コモロ	45%	0.4	
コンゴ共和国	35%	3	
コートジボワール	26%	15	
コンゴ民主共和国	9%	60	
ジブチ	50%	0.1	
エジプト	99.6%	0	
赤道ギニア	66%	0.3	
エリトリア	32%	4	
エチオピア	23%	70	
ガボン	60%	1	
ガンビア	35%	1	
ガーナ	72%	7	→2016年までに100%
ギニア	12%	10	
ギニアビサウ	20%	1	
ケニア	20%	35	→2020年までに70%
レソト	28%	2	→2020年までに40%
リベリア	2%	4	
リビア	99.8%	0	
マダガスカル	19%	15	
マラウイ	9%	15	
マリ	27%	11	→2015年までに都市部 で55%、地方で15%
モーリタニア	21%	3	
モーリシャス	100%	0	
モロッコ	99%	0.4	
モザンビーク	39%	15	

表R20. 地域および国別電力アクセス(続き)

地域／国	電化率	非電化人口	目標
	電氣を利用できる 人口の割合(%) (2012)	百万人(2012)	割合(%)
アフリカ			
ナミビア	30%	2	
ニジェール	14%	15	→2020年までに15%
ナイジェリア	45%	93	→2020年までに75%
ルワンダ	19%	9.5	
サントメプリンシペ	59%	0.1	
セネガル	55%	6	→2016年までに60%
セーシェル ¹	99%	0	
シエラレオネ	5%	6	→2015年までに30% →2025年までに75% →2030年までに100%
ソマリア	15%	9	
南アフリカ	85%	8	→2019年までに100%
南スーダン	1%	11	
スーダン	35%	24	
スワジランド	27%	1	
タンザニア	24%	36	→2035年までに75%
トーゴ	27%	5	
チュニジア ²	100%	0	
ウガンダ	15%	31	
ザンビア	26%	10	
ジンバブエ	40%	8	→2030年までに66% (都市部では90%、 地方では51%)
新興アジア			
バングラデシュ	60%	62	→2021年までに100%
ブルネイ	99.7%	0	
カンボジア	34%	10	
中国	99.8%	3	→2015年までに100%
北朝鮮	26%	18	
インド	75%	304	
インドネシア	76%	60	
ラオス	78%	1	
マレーシア	99.5%	0	
モンゴル	90%	0.3	
ミャンマー	32%	36	
ネパール	76%	7	
パキスタン	69%	56	
フィリピン ¹	79%	21	→2017年までに90%
シンガポール	100%	0	
スリランカ	89%	2	
タイ	99%	1	
ベトナム	96%	4	

表R20. 地域および国別電力アクセス(続き)

地域／国	電化率	非電化人口	目標
	電氣を利用できる 人口の割合(%) (2012)	百万人(2012)	割合(%)
南アメリカ			
アルゼンチン	96%	1.5	
バルバドス ³	98%	0.0	→2021年までに100%
ボリビア	88%	1.2	→2015年までに都市部で100%、 2025年までに地方で100%
ブラジル	99.5%	1.0	
チリ ¹	98%	0.4	
コロンビア	97%	1.4	→2017年までに97.45%
コスタリカ	99%	0.0	→2015年までに100%
キューバ	98%	0.2	
ドミニカ共和国	96%	0.4	
エクアドル	94%	0.9	→2022年までに都市部で 98.92%、地方で96.29%
エルサルバドル	93%	0.5	
グアテマラ	86%	2.2	
ハイチ	28%	7.3	
ホンジュラス ¹	89%	0.9	
ジャマイカ ⁴	98%	0.1	
メキシコ ³	98%	3.7	
ニカラグア ⁴	75%	1.6	
パナマ ¹	91%	0.3	
パラグアイ	99%	0.1	
ペルー	91%	2.7	
スリナム ³	90%	0.1	
トリニダード・トバゴ	97%	0.0	
ウルグアイ	99%	0.0	

表R20. 地域および国別電力アクセス(続き)

地域／国	電化率	非電化人口	目標
	電気を利用できる 人口の割合(%) (2012)	百万人(2012)	割合(%)
中東			
バーレーン ²	100%	0.0	
イラン	98%	1.2	
イラク	98%	0.6	
ヨルダン ²	100%	0.0	
クウェート	100%	0.0	
レバノン	100%	0.0	
オマーン	98%	0.1	
パレスチナ自治区 ^{1,5}	99%		
カタール	100%	0.0	
サウジアラビア	99%	0.3	
シリア	93%	1.6	
アラブ首長国連邦	100%	0.0	
イエメン	42%	13.8	
オセアニア			
ミクロネシア連邦 ^{3,6}	4%	0.0	→2015年までに75%
全発展途上国	76%	1,283	
世界全体 ⁷	82%	1,285	

¹ 2013年のデータ² 2012年に電化率100%を達成した国³ 2011年のデータ⁴ 2014年のデータ⁵ パレスチナ自治区の電化率は、国の電力系統に接続された村の数をもとに決定されている。⁶ ミクロネシア連邦における農村電化率は首都を持つ4島（都市とみなされる）以外の島の電化率である。⁷ OECDや市場経済移行中の国も含む

注：特に指定のない限り電化率や目標は国単位での値である。オフグリッドや地方の電化に関わる他の目標は表15を、出典については巻末注20を参照

表R21. 調理用エネルギー源を伝統的なバイオマスに依存している人口

地域/国	2012年における割合	人口（百万人）
アフリカ	67%	728
サハラ以南のアフリカ	80%	727
北アフリカ	1%	1
新興アジア	51%	1,875
ラテンアメリカ	15%	68
中東	4%	8
アフリカ		
アンゴラ	56%	12
ベナン	94%	9
ボツワナ	37%	1
ブルキナファソ	95%	16
ブルンジ	98%	10
カーボベルデ	31%	0.2
カメルーン	75%	16
中央アフリカ共和国	97%	4
チャド	93%	12
コモロ	71%	1
コンゴ共和国	76%	3
コートジボワール	79%	16
コンゴ民主共和国	93%	61
ジブチ	14%	0.1
赤道ギニア	78%	1
エリトリア	63%	4
エチオピア	95%	87
ガボン	21%	0.3
ガンビア	95%	2
ガーナ	84%	21
ギニア	96%	11
ギニアビサウ共和国	98%	2
ケニア	84%	36
レソト	62%	1
リベリア	98%	4
マダガスカル	98%	22
マラウイ	97%	15
マリ	98%	15
モーリタニア	56%	2
モロッコ	3%	1
モザンビーク	96%	24
ナミビア	55%	1
ニジェール	94%	16
ナイジェリア	68%	115
ルワンダ	98%	11
サントメプリンシペ	71%	0
セネガル	56%	8
シエラレオネ	98%	6
ソマリア	96%	10
南アフリカ	13%	7
南スーダン	97%	11

表R21. 調理用エネルギー源を伝統的なバイオマスに依存している人口(続き)

地域/国	2012年における割合	人口(百万人)
アフリカ(続き)		
スーダン	72%	27
スワジランド	62%	1
タンザニア	96%	46
トーゴ	95%	6
ウガンダ	97%	35
ザンビア	83%	12
ジンバブエ	70%	10
新興アジア		
バングラデシュ	89%	138
カンボジア	89%	13
中国	33%	448
北朝鮮	47%	12
インド	66%	815
インドネシア	42%	105
ラオス	65%	4
モンゴル	70%	2
ミャンマー	93%	49
ネパール	80%	22
パキスタン	62%	112
フィリピン	49%	47
スリランカ	74%	15
タイ	24%	16
ベトナム	51%	45
ラテンアメリカ		
アルゼンチン	1%	0.6
ボリビア	25%	2.7
ブラジル	6%	12.5
コロンビア	15%	7.1
コスタリカ	6%	0.3
キューバ	7%	0.8
ドミニカ共和国	8%	0.9
エクアドル	4%	0.6
エルサルバドル	21%	1.3
グアテマラ	64%	9.6
ハイチ	93%	9.4
ホンジュラス	51%	4.1
ジャマイカ	13%	0.4
ニカラグア	54%	3.2
パナマ	17%	0.7
パラグアイ	46%	3.1
ペルー	36%	10.7
中東		
イラク	1%	0.3
イエメン	33%	7.8
全発展途上国	49%	2,679
世界全体 ¹	38%	2,679

¹ OECDや市場経済移行中の国も含む

出典:本節の巻末注21を参照

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
アンゴラ	ソーラー パワーパック ¹		299 kW _p	- 897人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
ベナン	ソーラーピコPVシステム(SPS)	100 個	100 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラー電灯	1,500 個	2,825 個	SNV出資のオフグリッド太陽光市場開発プログラムのもと 実行された
	ソーラー パワーパック ¹		50 kW _p	- 250 人に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	太陽光とバイオディーゼルの ハイブリッドミニグリッド		30 kW _p (2013)	Energias Sin Fronteras (EsF) プロジェクトのもとベニン北部 で実行された
	バイオガス発酵槽	100 個	107 個	政府も出資をしてSNVにより実行された
	木質燃料の 改良型調理用コンロ	60,900 個	214,600 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ブルキナファソ	ソーラーホーム システム	159 kW _p	342 kW _p	- 3,365 人に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された (FRES)
	ソーラー電灯	3,000 個	3,325 個	SNV出資のアフリカへのソーラーピコシステム導入プロジェクト のもと実行された
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	21,352 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	太陽光とバイオディーゼルの ハイブリッドミニグリッド		45 kW _p	- 3つの太陽光とバイオディーゼルのハイブリッド発電によるミニグリッド プロジェクト、それぞれが15kW _p 導入された (2014年7月時点) - 国レベルで一元管理された
	バイオガス発酵槽	1,448 個	5,462 個	- 4,741世帯 - オランダのDirectorate General for International Coopera- tion(DGIS)出資のAfrican biogas Partnership Programme のもとSNVとHIVOSにより実行された
	木質燃料の 改良型調理用コンロ	24,500 個	124,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ブルンジ	木質燃料の 改良型調理用コンロ	845 個	966 個	- 中小規模の農業経営者が生産的に使うため - SNV出資のEnergy, Poverty and Gender in Agro Processing (EPGAP)プロジェクトのもと実行された
	ソーラーランタン	250 個	500 個	国レベルで一元管理された
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	5,300 個	9,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
カメルーン	木質燃料の 改良型調理用コンロ	900 個	1,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ハイブリッドミニグリッド		23 MW	- 30のハイブリッドミニグリッドが稼働している - 国レベルで一元管理された
コンゴ共和国	バイオガス発酵槽	104 個	302 個	SNV出資のプロジェクトのもと実施された
	太陽光発電		60 kW _p	国レベルで一元管理された
コートジボワール	ソーラー街灯		9 kW _p	- 45のソーラー街灯が導入された - AREの構成員により導入された
コンゴ民主 共和国	ソーラー電灯	508 個	508 個	SNV出資のアフリカへのソーラーピコシステムプロジェクトのもと 実行された
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	37,452 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	ミニグリッド (バイオ燃料)	16 kW _p	16 kW _p	-生活協同組合が運営するパームオイルのバイオ燃料をもとにした ミニグリッド - 100世帯に電力供給が開始された - DGISとFACT FoundationのプロジェクトのもとSNVにより実行された
	木質燃料の 改良型調理用コンロ	1,528 個	1,728 個	SNV出資の改良調理用コンロプログラムのもと実行された
エチオピア	太陽光発電		5 MW	- 60%は農村の通信機器のため、20%は水用ポンプのため、 20%は家庭用システムとして導入された - 国レベルで一元管理された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
エチオピア (続き)	太陽光発電		5 MW	- 60%は農村の通信機器のため、20%は水ポンプのため、 20%は家庭用システムとして導入された - 国レベルで一元管理された
	ソーラービコPVシステム(SPS)	44,300 個	71,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラービコPVシステム(SPS)	580,930 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもとで実行された ³
	ソーラー水ポンプシステム		15 個 (2012)	ACP-EU Energy Facility Programmeのもと Plan Internationalにより実行された
	ソーラーランタン		9,000 個	AREの構成員により導入された
	ソーラー パワーパック ¹		500 kWp	- 1,500 人に電力供給が開始された - AREのネットワークにより導入された
	ソーラーホームシステム	1,600 個	3,200 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーホームシステム		500 個	AREの構成員により導入された
	バイオガス発酵槽	1,465 個	10,678 個	- 3,136世帯(2012年から 2014年) - DGIS出資のAfrica バイオガス Partnership Program のもとSNVとHIVOSにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	15,100 個	352,200 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	3,200 個	3,200 個	SNV出資のIntegrated Renewable Energy Services プロジェクトのもとで実行された
エリトリア	太陽光発電		310 kWp	AREの構成員により、429のコミュニティ裁判所(Community Courts:地域社会の諸問題を扱う裁判所)に導入された
ガンビア	ソーラー水ポンプシステム		26 kWp	- 地域への水供給と灌漑のための16のソーラー水ポンプシステム - AREの構成員により導入された
	ミニグリッド(風力発電)		350 kWp	国レベルで一元管理された
ガーナ	太陽光発電		3.2 MW	国レベルで一元管理された
	ソーラー電灯	1,033 個		SNV出資のプロジェクトのもとで実施された
	太陽光充電ステーション		6 kWp	- 2つの小型充電ステーションが1,800人に電力を供給する - AREの構成員により導入された
	ミニグリッド(太陽光発電)		6 kWp	- 2つのミニグリッド - AREの構成員により導入された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	1,200 個	1,233 個	- 中小規模の農業経営者が生産的に使うため - SNV出資のEPGAPプロジェクトを通して実行された
ギアナビサウ	太陽光発電		127 個	国レベルで一元管理された
	ソーラーホームシステム	138 kWp	279 kWp	- 2,041人に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された (FRES)
ケニア	ソーラービコPVシステム(SPS)	36,900 個	56,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラービコPVシステム(SPS)		695 個 (2012)	SNV出資のプロジェクトのもとで実行された
	ソーラービコPVシステム(SPS)	599,052 個	1,574,078 個	GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもとで実行された ³
	太陽光発電キット	150 個	150 個	REPIC共同出資のプロジェクトのもとOoluxにより実行された
	太陽光発電キット	100 個	100 個	SYMPHASIS共同出資のプロジェクトのもとOoluxにより 実行された
	ソーラーランタン		7155 個 (2012)	SNV出資のプロジェクトのもとで実施された
	ソーラー パワーパック ¹		430 kWp	- 1,290人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ソーラーホームシステム		100 個	REPIC共同出資プロジェクトのもとMobisolにより 実行された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
ケニア (続き)	独立型家庭用システム		320,000 個	- 6~8MWが導入された - 国レベルで一元管理された
	ハイブリッドのミニグリッド		19 MW	- 18システムが導入された - 国レベルで一元管理された
	ミニグリッド (太陽光発電)		113 kW _p	ミニグリッド(45kW) 1つ, 25のミニグリッド(58kW), 4つのコンテナ型ミニグリッド(10kW)がAREの構成員により導入された
	バイオガス発酵槽	2,533 個	14,112 個	- 10,873家庭 - DGIS出資のアフリカバイオガスパートナーシッププログラムのもとでSNVとHIVOSにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ		917,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	839 個		SNV出資のプロジェクトのもとで実行された
レソト	ソーラーホームシステム		1,537 個	レソトの自然エネルギーによる農村電化プログラムのもとで実行された (2013年3月に終了)
リベリア	ソーラービコPVシステム(SPS)	7,000 個	7,500 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	600 個	1,100 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
マダガスカル	太陽光発電	150 kW _p		- 75kWの太陽光発電所が2つの村に導入された - 国レベルで一元管理された
	ソーラー水ポンプシステム		10 kW _p	- 4つのソーラー水ポンプシステム地域の水供給および灌漑のために導入された - AREの構成員により導入された
	マイクログリッド (太陽光発電)		3.2 kW _p	- 2kWのマイクログリッド - REPICとAgena Energies (民間企業)出資のプロジェクトのもとで実行された
	水力発電	3 個	3 個	- 5kWが3基が導入された - REPIC共同出資のプロジェクトのもとで実行された
マラウイ	太陽熱利用システム		1,500 個	- 1つあたり200リットルの容量 - 国レベルで一元管理された
	独立型家庭用システム		700 kW _p	- 5,000システムが導入された - 国レベルで一元管理された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	10,200 個	14,400 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
マリ	太陽光発電		13 個	- 20kWから240kWのオフグリッドユニット - 国レベルで一元管理された
	太陽光発電		902 kW _p	- ソーラーホームシステムとミニグリッドで6314人に電力供給 - AREの構成員により導入された
	太陽光発電		2 個	- 学校でオフグリッドシステムが導入された - Plan Internationalのプロジェクトのもとで実行された
	ソーラービコPVシステム(SPS)	700 個	1,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラー電灯	2,275 個	2,867 個	SNV出資のプロジェクトのもとで実施された
	太陽熱利用システム		3 kW _p	Plan Internationalのプロジェクトのもとで実行された
	ソーラーキオスク	9 kW _p	30 個	ACP-EU Energy Facility ProgrammeのもとでPlan Internationalが作った充電ステーション
	ソーラーホームシステム	86 kW _p	280 kW _p	- 2,286 のシステムが導入された - FRESにより導入された
	独立型家庭用システム		216 kW _p	国レベルで一元管理された
	ミニグリッド (太陽光発電)		622 kW _p	FRESにより導入された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
マリ (続き)	太陽光とバイオディーゼルのハイブリッドミニグリッド		2.1 MW	- 21のハイブリッドミニグリッドが導入された - 国レベルで一元管理された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	17,529 個	25,459 個	- 家庭用の生産性の高いコンロ - SNV出資のEPGAPプロジェクトのもと実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ		3,100 個	Plan Internationalのプロジェクトのもと実行された
モーリタニア	ソーラー水ポンプシステム		16 kW _p	- 地域の水供給と灌漑のため 8つのソーラー水ポンプシステムが導入された - AREの構成員により導入された
	太陽光とバイオディーゼルのハイブリッドミニグリッド		6 個	太陽光/バイオディーゼル発電所 (3つの15~20kW _p のシステムと 3つの25 kW _p のシステム)
モロッコ	ソーラーホームシステム		51,599 個 (2013)	政府による農村電化プログラムのもと実行された
モザンビーク	ソーラーピコPVシステム(SPS)		6,600 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	太陽光充電ステーション		6 kW _p	- 1,800人の住民に電力供給がされた - AREの構成員により導入された
	ミニグリッド (太陽光発電)		9 kW _p	- 3つの ミニグリッド が導入された - AREの構成員により導入された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	4,500 個	4,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ニジェール	太陽光発電		4 MW	国レベルで一元管理された
	ソーラー電灯	7,600 個		SNV出資のプロジェクトのもと実行された
	ミニグリッド (太陽光発電)		27.5 kW _p	- 105世帯に電力供給が開始され、また生産的利用のためにも電力が供給された - ECREEE EREF IIのもとPlan Internationalにより実行された
ナイジェリア	ソーラーピコPVシステム(SPS)	147,396 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	太陽光充電ステーション		23 kW _p	- 6,900人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ソーラー街灯		5.4 kW _p	- 40個のソーラー街灯が導入された - 国レベルで一元管理された
	独立型家庭用システム		5 個	国レベルで一元管理された
	ハイブリッドミニグリッド		6 個	国レベルで一元管理された
	ミニグリッド (水力発電)		4 kW _p	- 150人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ミニグリッド (太陽光発電)		16 kW _p	- 12個のミニグリッド - AREの構成員により導入された
ルワンダ	ソーラーピコPVシステム(SPS)	80,111 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	ソーラーホームシステム	400 kW _p		- 4,000個設置; 21,200人に電力供給が開始された - Mobisolによって導入された
	ミニグリッド (水力発電)		1,000 kW _p	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	太陽光とバイオディーゼルのハイブリッドミニグリッド		50 個	- 保健所のための3~6kW _p のミニグリッド50個 - 国レベルで一元管理された
	バイオガスシステム	200 個	1,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	24,769 個	24,769 個	- Clay-based, efficient Canarumwe stoves - 世界銀行出資の改良調理用コンロプロジェクトのもとSNVにより実行された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
セネガル	太陽光発電		21 MW	GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	14,930 個		国レベルで一元管理された
	独立型家庭用システム		50,000 個	国レベルで一元管理された
	ソーラーホームシステム	700 個	2,600 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	30,200 個	110,400 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
シエラレオネ	太陽光と水力のハイブリッドミニグリッド		1 unit	国レベルで一元管理された
ソマリア	太陽光発電		5 kW _p	- 冷房目的に使われる - ARE の構成員により導入された
南アフリカ	ソーラーパワーパック ¹		504 kW _p	- 1,640 人に電力供給がされた - ARE の構成員により導入された
	ソーラーホームシステム		1,317 kW _p	- 18,065 人の住民 電化された - ARE の構成員により導入された (FRES)
スーダン	ソーラーホームシステム		100 個	国レベルで一元管理された
タンザニア	太陽光充電ステーション		66 kW _p	- 1,800 人に電力供給がされた - ARE の構成員により導入された
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	1,800 個	1,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	787,488 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	ソーラー電灯	750 個	1,050 個	SNV 出資の International Renewable Energy Services Programme のもとで実行された
	ソーラーホームシステム		900 kW _p	- 7,500 人の住民に電力供給が開始された - ARE の構成員により導入された
	ソーラーホームシステム	1,000 kW _p		- 56,000 人に電力供給が開始された (2014 年) - Mobisol により 10,000 のシステム が導入された
	独立型家庭用システム		4 MW	- 4,000~8,000 個が導入された - 国レベルで一元管理された
	ミニグリッド (太陽光発電)		6 kW _p	- 2つの小型ミニグリッド - ARE のネットワークにより導入された
	バイオガス発酵槽	2,304 個	11,103 個	- 8,532 世帯 - DGIS 出資の African biogas Partnership Program のもと SNV と HIVOS により実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	2,200 個	2,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ		960 個	SNV 出資のプロジェクトを通して実行された
ウガンダ	ソーラーピコPVシステム(SPS)	5,900 個	14,000 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーピコPVシステム(SPS)	70,022 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	太陽光発電キット	200 個	200 個	REPIC 共同出資のプロジェクトのもと Oolux により実行された
	太陽光発電キット	130 個	130 個	SYMPHASIS 共同出資のプロジェクトのもと Oolux により実行された
	ソーラーホームシステム	600 個	1,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーホームシステム	114 kW _p	544 kW _p	- 3,482 人に電力供給が開始された - ARE の構成員により導入された (FRES)
	独立型家庭用システム		400 kW _p	- 15,000 のシステムが導入された - 国レベルで一元管理された
	ハイブリッドミニグリッド		5 kW _p	国レベルで一元管理された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
アフリカ				
ウガンダ (続き)	木質燃料の改良型調理用コンロ	5,200 個	12,400 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ	3,847 個	3,847 個	SNV出資のInternational Renewable Energy Services programmeのもとで実行された
	バイオガス発酵槽	527 個	5,695 個	- 3,793世帯 - DGIS出資のAfrican biogas Partnership ProgramのもととSNVとHIVOSにより実行された
ジンバブエ	ソーラーパワーパック ¹		550 kW _p	- 1,650人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ソーラー電灯	25,000 個	25,803 個	SNV出資のプロジェクトのもとで実施された
新興アジア				
バングラデシュ	太陽光発電		630 kW _p	- 3,600人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	太陽光発電		550 kW _p	- 2,500人に屋上設置の太陽光発電による電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ソーラーランタン		106 個	国レベルで一元管理された
	ソーラーホームシステム	271,200 個	3,600,000 個	- 2014年春の時点での情報 - 1300万人が太陽光による電力へのアクセスを得た - EnDevのプログラム ² のもと2014年に導入された
	ソーラーホームシステム		28,800 kW _p	- 720,000人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ミニグリッド (太陽光発電)		300 kW _p	- 7,500人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	バイオガスシステム	5,173 個	37,059 個	- 37,059世帯 - DGISとKfW出資のバイオガスプログラムのもととSNVにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	87,200 個	382,100 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ブータン	バイオガスシステム	581 個	1,420 個 (2013)	ADB出資のプロジェクトのもととSNVにより実行された
カンボジア	ソーラーランタン		10,000 個	国レベルで一元管理された
	バイオガスシステム	700 個	1,100 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	バイオガスシステム		22,119 個	- 22,119世帯 - DGIS出資のバイオガスプログラムのもととSNVとHIVOSにより実行された
インド	ソーラーピコPVシステム (SPS)	1,054,051 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもとで実行された ³
	ソーラーランタン		27,913 個	国レベルで一元管理された
	ハイブリッドミニグリッド		1,123 MW	国レベルで一元管理された
	バイオガス発酵槽	82,733 個	4,750,000 個	国レベルで一元管理された
インドネシア	ソーラーピコPVシステム (SPS)	54,473 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもとで実行された ³
	ミニグリッド (水力発電)	500 kW _p	5,000 kW _p	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ミニグリッド (太陽光発電)	2,000 kW _p	3,700 kW _p	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	バイオガスシステム	1,000 個	1,700 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	バイオガスシステム	2,861 個	14,192 個	- 14,192世帯 - DGIS出資のバイオガスプログラムのもととSNVとHIVOSにより実行された
ラオス	バイオガスシステム		2,888 個	DGIS出資のプロジェクトのもととSNVにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	21,240 個	28,000 個	EU、Oxfam、Blue Moon Fund出資のもととSNVにより実行された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
新興アジア				
モンゴル	太陽光発電		100,000 世帯	100,000 Solar Ger projectのもと実行された
ミャンマー	ソーラーピコPVシステム(SPS)	26,764 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
ネパール	ミニグリッド(水力発電)	500 kW _p	600 kW _p	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	太陽光と風力のハイブリッドミニグリッド	7 kW _p		- 風力発電5kW _p と太陽光発電2kW _p - ADB Energy for All initiativeのもと実行された
	バイオガスシステム	35,108 個	70,526 個	- 70,526世帯 - DGIS出資のバイオガスプログラムのもとSNVにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	19,046 個	32,246 個	- 32,246世帯 - OFIDとSNV出資のもと実行された
フィリピン	ソーラーパワーパック ¹		406 kW _p	- 2,030人に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	ソーラーランタン		34 kW _p	- 20,000ソーラーランプが導入された - AREの構成員により導入された
パキスタン	ソーラーピコPVシステム(SPS)	17,411 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³
	ソーラーパワーパック ¹		26 kW _p	- 80人に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	バイオガスシステム	2015 個	5,360 個	- 5,360世帯 - DGIS出資のバイオガスプログラムのもとSNVにより実行された
スリランカ	ソーラーホームシステム		30,000 個	国レベルで一元管理された
ベトナム	バイオガスシステム	5,300 個	8,900 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	バイオガスシステム		173,905 個 (2013)	DGIS、アジア開発銀行、世界銀行、日本国際協力機構、Blue Moon Fund出資のもと実行された
ラテンアメリカ				
ボリビア	ソーラーピコPVシステム(SPS)	260 個	260 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーランタン		5,705 個	家庭または地域の太陽光発電システムの実績ベース援助の世界的パートナーシップのもと実行された
	バイオガスシステム		500 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	木質燃料の改良型調理用コンロ		44,400 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
コロンビア	太陽光と水力のハイブリッドミニグリッド		4 kW _p	- 90人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
コスタリカ	太陽光発電		2,800 世帯	国レベルで一元管理された
グアテマラ	ソーラーホームシステム		335 世帯	IDB出資の3335の家庭用ソーラーシステムを目標とする農村電化プログラムのもと実行された
ホンジュラス	ソーラーホームシステム	1,100 個	4,100 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	バイオガスシステム		4 個	- 中小規模の農業経営者が生産的に使うためのバイオガス(コーヒーと豚) - DANIDAと米国大使館の出資のもとSNVにより実行された
	木質燃料の改良型調理用コンロ		9,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ニカラグア	ソーラーホームシステム		406 世帯	IDB出資の4,218の家庭用ソーラーシステムを目標とする農村電化プログラムのもと実行された
	バイオガスシステム	279 個	283 個	IDB、Nordic Funds、HIVOSにより出資されたプロジェクトのもとSNVにより実行された

表R22. 分散型自然エネルギーの市場と導入量の例(続き)

国	技術/システム	2014年に追加された容量	2014年末での累計	追加的情報 (プログラム、資金パートナー、プロジェクト開発者を含む)
ラテンアメリカ				
パナマ	ソーラーホームシステム		1,425 世帯	IDB出資の農村電化プログラムのもと実行された
ペルー	ソーラーピコPVシステム(SPS)	2,200 個	3,000 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ソーラーホームシステム	1,100 個	4,900 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
	ミニグリッド (バイオガス)	16 kW _p		- 50家庭に電力供給が開始された - 政府とDutch Foundation出資のプロジェクトのもとSNVにより実行された
	太陽光と水力のハイブリッドミニグリッド	4 kW _p		- 192人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
	木質燃料の改良型調理用コンロ	20,000 個	124,800 個	EnDevのプログラムのもとで実行された ²
ベネズエラ	太陽光発電		2.5 MW	政府の "Sowing Light" プログラムのもと139の太陽光発電システムが導入された
中東				
サウジアラビア	ソーラー パワーバック ¹		14 kW _p	- 50人の住民に電力供給が開始された - AREの構成員により導入された
アラブ首長国連邦	太陽光発電		80 kW _p	国レベルで一元管理された
オセアニア				
オーストラリア	太陽光発電		275 kW _p	AREの構成員により導入された
パプアニューギニア	ソーラーピコPVシステム(SPS)	23,833 個		GOGLAと世界銀行の合同プロジェクトのもと実行された ³

¹ ソーラーパワーバックは 太陽光発電モジュール、メンテナンス不要の電池、インバータと充電の制御機器、安全スイッチとリレー、取り付け金具、接続ケーブルからなる太陽電池。

² Energising Development (EnDev) のデータは全て2014年末に報告された数字に基づく。それらのデータは持続可能性、望外利益と交換の3つの要素を考慮に入れて補正されている。持続可能性の要素は使用されている自然エネルギーが修理されないかもしれない場合、または耐用期間が過ぎたときに家庭が以前のエネルギー源を再び使い始める場合に適用される。望外利益の要素は同じ時期にそのプロジェクトがなかった場合でもやはり同等のサービスによりアクセスを得ていたかもしれない人のことを指す。交換の要素はプロジェクト期間中に寿命により交換する必要があるシステムのことを指す(主に調理用コンロとソーラーピコシステムに適用される)

³ Global Off-Grid Lighting Association (GOGLA) のデータはすべて2014年にGOGLAのメンバーによって販売された個数を示す(2014年後半のみの場合もある)。データはGOGLAの3つ以上の会員企業が販売を報告した国についてのみ掲載した。すべての自立ソーラーランプと15 kW_p以下のシステムをソーラーピコシステム (SPS) と呼ぶ。

注：この参照表は 入手可能な情報と重要な関係者からの貢献に基づいた分散型自然エネルギーのデータを編集した初めての取り組みである。そのため、この表は網羅的でもなければ、包括的でもない。この表はすべての国を含んではおらず、特定の国にあるシステムや技術を見落としているかもしれない。データはREN21のデータベースより引用しており、報告書の提出者、特に地元の貢献者やまさに分散型自然エネルギーに貢献する人からの献身により編集された。表にはREN21のデータベースにデータを寄贈した開発銀行や組織のみからの情報を掲載している。累計値は断りのない限り2014年末のデータである。

出典：本節の巻末注22を参照

表R23. エネルギーアクセスを高めるプログラムのいくつかの例

名称	概要
ACP-EU Energy Facility	地方自治体や地域社会を含んだアフリカやカリブ海地域、太平洋（ACP）地域の国の貧しい地方や都市郊外における持続可能かつ手頃な価格でのエネルギー供給へのアクセスを高めるための共同融資機関。
Africa-EU Renewable Energy Cooperation Programme (RECP)	2020年までに少なくとも新たに1億人の人々に自然エネルギー使用の増加と近代的な電力へのアクセスを向上させるというアフリカとEUのエネルギー協定の政治目標に貢献するプログラム。政策助言、民間部門の提携、プロジェクトの準備のための支援活動、能力開発などを行う。
African Renewable Energy Fund (AREF)	南アフリカを除くサハラ以南のアフリカ地域で、中小規模の自然エネルギープロジェクトに投資するプライベート・エクイティ・ファンド。雇用を創出するとともに、政府の自然エネルギーや炭素排出量削減の目標を達成できるよう援助することを目的とする。AfDBとSE4ALLは共同スポンサー・主要投資家である。
Asian Development Bank – Energy for All Initiative	ADBのエネルギーアクセスへの投資を強化するための新しい取り組み。2008年から2014年にかけてのADBの総計の投資は52億ドルであり、8640万人の人々に恩恵をもたらすと期待されている。
Capital Access for Renewable Energy Enterprises Programme (CARE2)	ケニア、タンザニア、ウガンダ、そしてルワンダにおけるビジネスへの供給資本が増加するように介入することによって、自然エネルギー市場の拡大を目指す700万ドル規模のプログラム。CARE2はスウェーデン国際開発協力機構の支援を受けている。
Central America Clean Cooking Initiative (CACCI)	グアテマラやホンジュラス、ニカラグアなどの国（エルサルバドルを含む場合もある）においてクリーンな調理法を普及させることを目的とする新しい取り組み。補助金支援活動には、2030年までに普遍的なクリーンな調理法へのアクセスを拡大させるための計画表の作成が含まれる。計画表は地域の持続可能なエネルギー戦略2020に基づいて作られる。
CleanStart	国連資本開発基金と国連開発計画が展開したプログラムで、貧しい家庭や零細企業家が安価なクリーンエネルギーのためのマイクロファイナンスを利用する手助けをする。他地域への移転や規模拡大が可能な方法で、2017年までに少なくとも250万人の人々がエネルギー貧困状態から脱却できるように手助けすることを目指す。
Energising Development (EnDev)	オーストラリア、ドイツ、オランダ、ノルウェー、スイス、英国の多国間イニシアティブ。2018年の末までにアジア、アフリカ、そしてラテンアメリカの24か国において、2018年末までに少なくとも1500万人に近代的なエネルギーサービスへの持続可能なアクセスの提供を目的としている。これまで、EnDevにより1290万人がエネルギーへのアクセスを得た。
Energy Environment Resiliency in Africa (EERA)	ベナン、マリ、トーゴにおいて、国家のエネルギー政策枠組を評価し、エネルギー政策がどのように気候変動の対応力や持続可能なエネルギー目標を支えるか確認するエネルギーの政策策定者を支えるプロジェクト。
EU-Africa Infrastructure Trust Fund (ITF)	欧州とその加盟国、そして銀行からの補助金や融資を組み合わせたファンドで、特に発電における地域のインフラプロジェクトを支援する。2013年の末までに、36の補助金が承認され、総計3億3300万ドル（2億4000万ユーロ）が投資されている。
GIZ – HERA Basic Energy Supply	貧しい家庭や社会施設、零細企業の自然エネルギーへのアクセスと持続可能で効率的な利用を促進するために活動するプロジェクト。HERAは貧困層向けの基本的なエネルギーサービスの戦略とコンセプトを発展させ、ドイツ政府の代理としてGIZが実施しているエネルギーアクセスプロジェクトを支援する。
Global Alliance for Clean Cookstoves	クリーンで効率的な家庭の調理方法のための活況な世界市場を作ること、命を救い、生活を改善し、女性の権利を向上させ、そして環境を守ることを目的とした官民パートナーシップ。2020年まで1億世帯に低公害型調理用ストーブとその燃料の提供を目標としている。
Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (GEEREF)	公共・民間資金を動員して中小規模の自然エネルギーやエネルギー効率化プロジェクトを支援するための持続可能な開発ツール。EU、ドイツ、ノルウェーがスポンサーになり、欧州投資銀行グループが助言を行う。
Global LEAP Awards for Outstanding Off-Grid Products	LEDを使った室内灯や薄型カラーテレビなどを含む、世界で最も優れたオフグリッドで使用できる低圧の直流オフグリッドで使用できる電子機器を決める国際的なコンテスト。第1回は2014年5月に開催された。

表R23. エネルギーアクセスを高めるプログラムのいくつかの例(続き)

名称	概要
Global Lighting and Energy Access Partnership (Global LEAP)	10 の政府や開発パートナーを含むクリーンエネルギー大臣会合のイニシアティブ。品質保証の枠組みや、オフグリッド利用のための超効率の技術への市場の転換を後押しするプログラムを提供する。
Global Sustainable Energy Islands Initiative (GSEII)	NGO や多国間機構と共同で発展途上の小さな島国 (SIDS) がエネルギー安全保障や気候変動問題に対応する支援をするイニシアティブ。これまで 9 つの SIDS での人材開発、意識の向上、エネルギー効率化や自然エネルギープロジェクトの実施の援助をしてきた。これまでに 100 万ドルを国のエネルギー計画、バイオ燃料の実現可能性研究、エネルギー効率化訓練、自然エネルギープロジェクトに費やしてきた。
Green Climate Fund (GCF)	デンマークのコペンハーゲンと南アフリカのダーバンでの COP の気候変動会議で気候変動の緩和と適応への基金を確立するために作られたファンド。エネルギーと交通インフラに対する既存の世界銀行や GEF、適応基金、京都議定書の CDM、G8 による融資取り組みを調和させることを目指す。
IDEAS – Energy Innovation Contest	地域内で移転や規模の拡大が可能な革新的エネルギーソリューションを推進することにより、ラテンアメリカやカリブ海地域での自然エネルギー、エネルギー効率、エネルギーアクセス分野における革新的なプロジェクトの実施をコンテスト形式で支援する取り組み。
IRENA – Abu Dhabi Fund for Development (ADFD)	エネルギーアクセス拡大のための革新的で再現可能なアプローチを提供し、ミレニアム開発目標とすべての人のための持続可能なエネルギー (SE4ALL) 目標の社会的・経済的な問題、そしてエネルギー安全保障問題に取り組む自然エネルギープロジェクトを支援するファンド。
Lighting a Billion Lives	2008 年に発足し、The Energy and Resources Institute が運営する世界規模でのイニシアティブ。エネルギー貧困状態の地域社会がクリーンな照明や調理法へアクセスしやすくすることを目的とする。このプログラムは革新的で手頃であるかつ信頼できるオフグリッド太陽光システムを供給するために、エネルギーサービス配給する起業モデルに基づき運営される。2015 年の 3 月時点で、インドやサハラ以南のアフリカ地域、南アジアで 350 万人にクリーンな照明や調理法へのアクセスをもたらした。
Lighting Africa	国際金融公社 (IFC) と世界銀行のプログラムで、アフリカ中の低所得世帯や零細企業のための手頃で近代的なオフグリッド照明機器の持続可能な市場の発展を加速させることを目標とする。2014 年初頭時点で、Lighting Africa は 770 万人にクリーンで安全な照明を供給した。
Lighting Asia	国際金融公社 (IFC) の市場移行プログラムで、バングラデシュやインドの農村地域で現代的なオフグリッド照明商品やシステム、ミニグリッドの接続を推進してクリーンで手頃なエネルギーへのアクセスを高めることを目標とする。民間部門と提携することによって、市場の参入障壁を除去し、マーケティングの知識を与え、企業間の繋がりを育み、消費者の現代的な照明の選択肢の認知度を上げる。2016 年までにインドで 300 万人、バングラデシュで 2300 万人へ恩恵を届けることを目指す。
Power Africa	260 億ドルの資金援助と融資保証で、サハラ以南のアフリカ地域における電力アクセスの問題に取り組むための米政府のイニシアティブ。サハラ以南のアフリカで自然エネルギーを用いて、6000 万以上の家庭および職場を加えて電力へのアクセスを 2 倍にすることを目標としている。2014 年の 8 月には、ノルウェー、スウェーデン、イギリスがさらに合計 120 億ドルを出資した。
Readiness for Investment in Sustainable Energy (RISE)	世界銀行グループによるプロジェクトで、SE4ALL イニシアティブの 3 つの重点ポイント (電力アクセス、エネルギー効率化、自然エネルギー) について国家間の投資環境を比較する指標を提供する。
Renewable Energy and Energy Efficiency Partnership (REEEP)	CO ₂ の排出削減と発展のために途上国でのクリーンエネルギー市場に投資するパートナーシップ。影響力の大きなプロジェクトの戦略的ポートフォリオによって、エネルギーアクセスの創出、生活と経済的機会の改善、持続可能な市場の生成、気候変動に対応するために活動する。REEEP は 120 以上の政府、銀行、企業、非政府組織、政府間組織とパートナーシップを結んでおり、145 以上のプロジェクトに対して約 2000 万ドルを投資した。

表R23. エネルギーアクセスを高めるプログラムのいくつかの例 (続き)

名称	概要
Scaling Up Renewable Energy in Low Income Countries (SREP)	世界の最貧の国々での自然エネルギー市場を拡大し、自然エネルギーの導入を拡大するために設立された戦略気候基金(SCF)。エチオピア、ホンジュラス、ケニヤ、リベリア、モルディブ、マリ、ネパール、タンザニアで実証され、2014年にはさらに14か国が追加された。
SNV Netherlands Development Organisation – Biogas Practice	世界中での国家的バイオガスプログラムの準備および実施を支援する多主体セクターによる開発アプローチ。パートナーとの協力によって、SNVは2013年末までに57万9000基のバイオガスプラントをアジア、アフリカ、南アメリカの18の発展途上国に導入した。(2013年度だけでは7万4000機)
Sustainable Energy for All Initiative (SE4ALL)	国連事務総長の潘基文の世界的なイニシアティブで、2030年にむけて電力への普遍的アクセスとクリーンな調理法の達成、世界の自然エネルギー源によるエネルギー供給シェアの倍増、エネルギー効率の改善率の倍増の3つの目標を定めている。
Sustainable Energy Fund for Africa (SEFA)	アフリカ開発銀行が管理するファンドで、技術援助や能力育成、投資資本、そして指導への補助金を通じたアフリカでの中小規模のクリーンエネルギーやエネルギー効率化のプロジェクトを支援するためにデンマーク政府からの5700万ドルの投資が投じられた。

表R24. エネルギーアクセスを促進するネットワークのいくつかの例

名称	概要
African Bioenergy Development Platform	国連貿易開発会議 (UNCTAD) が開始したプラットフォームで、関心のあるアフリカ諸国が総合関係や複数の利害関係者間の分析手法を通じて人と経済の発展を進めるために、バイオエネルギーが持つ潜在能力の発展を支援することを目的とする。
African Center for Renewable Energy and Sustainable Technologies (ACREST)	アフリカでの自然エネルギーや持続可能な技術の情報、実証、認識、生産、そして研究に関して 2005 年に設立されたセンター。自然エネルギー技術と持続可能な技術を推進することで、人々の生活環境を改善し、貧困を緩和することを目的とする。
African Renewable Energy Alliance (AREA)	アフリカにおける自然エネルギーの拡大を加速するための政策、技術、そして金融メカニズムについての情報や意見交換のための世界中の様々な利害関係者によるプラットフォーム。
AKON Lighting Africa	2014 年 2 月に始まったイニシアティブで、アフリカでのエネルギー危機に対して市民レベルで具体的な反応を示し、将来の発展のための土台をつくることを目指す。アフリカの農村にクリーンで手頃な電力へのアクセスを供給する太陽光による革新的な解決策を策定させることを目指す。
Alliance for Rural Electrification (ARE)	分散型エネルギーセクターを代表する国際ビジネス組織であり、発展途上国や新興国における、特に農村部の電化市場での自然エネルギーの統合を働きかけている。DRE システムの一連の価値連鎖には 80 人以上の構成員がいる。
Clean Energy for Africa (CLENA)	アフリカで持続可能なエネルギーを推進し、エネルギーの貧困を緩和するための 2012 年から 2016 年の五カ年行動計画。
Climate Technology Initiative Private Financing Advisory Network (CTI PFAN)	CTI (Climate Technology Initiative) が UNFCCC の技術移転専門グループと協力して創立した多国間の官民パートナーシップ。PFAN は投資とクリーンエネルギービジネスの間の溝を解消するために活動している。既存の世界規模のイニシアティブと地域的なイニシアティブを途切れなく繋げて、クリーンエネルギーへの融資の利益が全ての利害関係者に行き渡るようにするために作られた。
Consultative Group to Assist the Poor (CGAP)	さらなる融資の展開をめざす世界銀行による 34 の先進的組織の世界規模でのパートナーシップ。実証研究や財政サービスの供給者や政策策定者、大規模な取り組みを可能にする資金提供者と活発に関わることで革新的な解決策を考案する。
CTI – Private Financing Advisory Network	見込みのあるクリーンエネルギープロジェクトを初期段階で特定し、ビジネス計画や投資の提案、成長戦略などの助言をするネットワーク。
ENERGIA International	ジェンダー問題や女性の社会的地位の強化、そして持続可能なエネルギーに重点的に取り組む国際的ネットワーク。2014年初頭までにアフリカとアジアで活動する22の組織を取り込んだ。
Energy Access Practitioner Network	分散的な低炭素型の家庭・地域社会レベルの電化に重点的に取り組む、170 か国で 2000 以上の企業や非営利団体の国際ネットワークである。主に市場を基盤にした所得創出、健康、農業、教育、小規模ビジネス、そして遠隔通信などを助長する活動を行う革新的な財政的、そしてビジネスモデルを支援する。
Global Network on Energy for Sustainable Development (GNESD)	エネルギーアクセスの問題に取り組む、貧困を緩和する自然エネルギー技術を推進するためのネットワーク。主にワークショップを開催し、アジア、アフリカ、ラテンアメリカにおけるエネルギーと貧困に関するレポートを出版している。
Global Renewable Energy Islands Network (GREIN)	島国における自然エネルギーの活用を拡大するために作られたネットワーク。島の州や領土においてクリーンで費用対効果の高い自然エネルギーを加速的に更新するために知識を収集、成功事例を共有し、そして革新的な解決策を探すプラットフォームとしての役割を果たす。
HEDON Household Energy Network	知識の格差に対処し、協力関係を築き、情報共有を促進することにより、事業者が家庭の電力アクセスする障害をなくすことを目的とするネットワーク。

表R24. エネルギーアクセスを促進するネットワークのいくつかの例(続き)

名称	概要
International Network for Sustainable Energy (INFORCE)	リオ会議の一環で設立された60か国で活動する140のNGOのネットワーク。持続可能なエネルギーと社会の発展を推進するため活動しており、国家政府、多国籍機構、市民社会組織の集まりによって出資されている。INFORCEは持続可能なエネルギー利用への認識強化、国家政府間の組織改革の推進、エネルギーに関する論点に対する地域と国の能力開発、そして研究と開発の支援の4つに重点的に取り組んでいる。
La Via Campesina (LVC)	非公式には“国際小作農運動”として知られており、150人の組織のメンバーが移民労働者、農家、農村の女性、土着の地域社会を農村開発問題に関して調和させる活動をしている。“持続可能な農業”、“水”、“女性と人権”というプログラムは、食の安全とバイオ燃料の繋がりをはじめとする農村でのエネルギー利用の様々な問題を取り扱っている。
RedBioLAC	ラテンアメリカとカリブ地域における嫌気性消化ガスの研究と普及、そして有機性廃棄物の処理と管理に取り組む機関の複数国家間ネットワーク。
Small-Scale Sustainable Infrastructure Development Fund (S3IDF)	地元の起業家が貧しい人にインフラサービスを提供する小規模事業を行なう Small Merchant Bank Approachを向上させるためのファンド。2015年初期段階で、200近くの小規模投資を含み、インドで事業を組み、さらに進行中の100のプロジェクトがある。
WindEmpowerment	農村部の持続可能な電化のために地方で建てられた小型風車の発展のための世界的な組織。

方法論に関する注釈

この2015年版報告書は、今年10版目の自然エネルギー世界白書（GSR）であり、2005年以降（2008年版は例外）毎年発行されている。読者は過去の報告書からその歴史をたどることが出来る。

この報告書に示されている2014年度の国および世界の設備容量、発電量、成長、そして投資に関するデータは予備的なものである。情報やデータが噛み合わなかったり、部分的であったり、または古いものである場合は、必要に応じて専門家の判断をもとに調整している。巻末注では、参考文献、補足情報、そして関係する推測などの追加の詳細を提供している（本報告書の補足4と2014年版の補足1を参照）。

各報告書は、国際機関や産業関係の報告書を含む数千もの発表・未発表の資料をもとにしている。具体的には、GSRコミュニティを通じて国、地域、各セクター、そして技術分野の貢献者などから提供されたアンケート調査や数回の公式・非公式の見直しからのフィードバック、多数の世界

的専門家との個人的コミュニケーションのみならず、電子メール、ニュースメディア、そしてその他の多様な情報源が含まれている。

GSRで用いられているほとんどのデータは、このような情報をもとに各執筆者たちによってまとめられた。これらは、主要国の各セクターにおける最近の変化、あるいは最近の成長率と世界的推移をもとに、古いデータからの推定もしばしば含まれている。その他のかなり特定された、狭い範囲のデータは、ほとんど第三者組織から提供されている。GSRは毎年このようなデータポイントを一つに集約しようと取り組んでいる。

GSRは、自然エネルギー市場や産業、政策発展のみならず、発展途上国のエネルギーアクセスを拡大するような自然エネルギー関連の発達におけるすべてのデータを世界規模で正確に取り上げようと努力している。各報告書において最良のデータを提供しようと試みており、年ごとの変化を確認するために前年度の報告書と比較するべきではない。

集計および報告に関する注釈

自然エネルギーの設備容量や発電量を集計するに当たって、多くの問題点が浮上する。その問題のいくつかを以下で紹介する。

1. 設備容量 vs エネルギーデータ

本報告書は、電力、熱、そして輸送燃料の生産量のみならず、追加や合計の設備容量の正確な推計を提供することが目的である。このような測定は、技術ごとに差異はあるが、ある程度の不正確性の影響を受けている。市場と産業の傾向の章では、可能な限り推計されたエネルギーの生産量を提示しているが、データに制約があるため、主に電力や熱の設備容量に注目している。なぜなら、設備容量のデータは概して高い確実性をもとに推測できるからである。さらに、ほとんどの国においての実際の熱生産量と電力の発電量は、12か月後、あるいはそれ以降にしか入手できず、ときには全く入手できないときもある。

2. 建設済みの設備容量 vs 連系済および稼働中の設備容量

過去数年間、太陽光と風力発電市場では系統連系されているが、公式に稼働していない、あるいは建設されているが年末までに系統に連系されていない設備容量（つまり、建設された翌年に系統に連系される）がかなり見られるようになった。この現象は特に最近の中国における風力発電所の設置（2009～2014）と欧州の国々で太陽光発電所が設置において顕著であった。

2012年版以降の本報告書では、前年度に系統に連系された設備容量や電力供給を始めた設備（たとえば、オフグリッドで利用する設備の容量）の追加分のみを算

出することも目標の一つにしている。しかし、利用できるデータの重要性によっては例外があるかもしれない（たとえば、中国の場合）。このアプローチからの逸脱が判明したものは、技術の章における本文や巻末注で示されている。

その理由として、本報告書は、設備の集計をまとめる際に多様な方法論を用いており、数多くの組織が系統連系の統計に関する報告を行なうからである。結果的に、多くの国々において、実際の導入量のデータの入手がますます困難になっている。欧州太陽光発電産業協会（European Photovoltaic Industry Association）や世界風力会議（Global Wind Energy Council）を含めたいくつかの自然エネルギー産業団体は、設備の容量よりも稼働中、もしくは系統連系された設備容量の追跡や報告に転換している。

3. バイオマス発電のデータ

複雑さと制約（本報告書の図6とGSR2012年版の補足2参照）があるにも関わらず、本報告書はバイオマスエネルギーに關した最善かつ最新のデータを提供できるよう努めている。国ごとのバイオマスによるコージェネレーションシステムの問題に加え、熱と電力の総合的設備容量やバイオマスエネルギー発生量はさらなる問題に直面している。可能な限り、本報告書のバイオマス発電のデータは、電力のみの場合と固形バイオマス、埋立地ガス、バイオガス、そして液体バイオ燃料を用いたコージェネレーションシステムによる設備容量と発電量を含んでいる。

電力と熱における異なるバイオマス供給原料（固形やガス化）の割合算出の方法論について、本報告書は

GSR2012年版に比べて、その数値を提示しているという面で異なっている。GSR2014年版では、2015年5月1日の国際エネルギー機関（IEA）の”統計：世界：自然エネルギーと廃棄物2008-2012”（<http://www.iea.org/statistics>）からのデータをもとに、線形回帰分析を用いて算出していた。IEAによると、一般廃棄物（MSW）の50%のみが再生可能と評価されているが、産業用廃棄物は算出から抜けている。

本報告書のすべての為替相場は2014年12月31日基準のOANDA為替変換ツールを用いて計算している（<http://www.oanda.com/currency/converter/>）。

4. 水力発電データの修正と揚水発電の取り扱い

2014年版GSRは、2013年末の世界の合計を1000GWと示している。しかし、本報告書では最新のデータに基づき2014年末の総設備容量1055GWから新たな設備容量の37GWを引いて、18GW分を上方修正している。

2012年版GSR以降、本報告書は純揚水発電容量（蓄電目的で貯水池間の水の移動だけに使われる容量）を除外した水力発電の発電容量を提示しようと試みた。この区別は、揚水発電がエネルギー源ではなく、エネルギーの貯蔵手段だからである。揚水発電は変換損失も含まれることや、再生可能かどうかにかかわらず、すべての電力形態により利用される可能性がある。しかし、いくつかの従来の水力発電施設は揚水発電が通常の発電能力と区別されていない、もしくは追加に備えられている。これが本報告書において純粋な（あるいは増加分の）揚水発電要素を区別した目的である。（GSR2013年版の補足3で触れたように、揚水発電は系統において、特に変動性自然エネルギー源がエネルギー構成の多くの割合を占めている場合に重要な役割を果たせる）

この計測方法は産業界では慣習となっている。国際水力発電協会は、純揚水発電の数値を区別して調査、報告している。さらに、純揚水発電のデータを従来の水力発電とその他の自然エネルギーと区別して報告している国もいくつか存在する。

5. 太陽熱利用のデータ

GSR2014年版以降、世界の容量データと上位国の順位付けの項目として水を熱伝達媒体（あるいは熱媒体）として用いるすべての太陽熱温水器を含めることにした。以前のGSR報告書では、主にガラス管式太陽熱集熱器（平板型と真空管型の両方）に集中していたが、今回の版では水泳プールの熱利用によく用いられる非ガラス管式太陽熱集熱器も含めている。

空気式太陽熱集熱器（空気を熱媒体として使う太陽熱集熱器）は、より不明確であり、このような集熱器のタイプは全体的な市場に微々たる影響しかないことを強調しておく。空気式太陽熱集熱器は特定されている場合にしか含まれていない。

6. その他

本報告書の編集内容は、技術的データに関しては2015年5月17日まで、その他は5月1日までのものである。

吸収式冷凍機

空調あるいは冷凍システムの駆動のために、エネルギー源（太陽光、バイオマス、廃棄物熱など）から熱エネルギーを用いる冷却装置のことを指す。これらの熱源が機械式圧縮機の電力消費を置き換えることが出来る。吸収式冷凍機が、従来の（蒸気圧縮機）冷房システムと2つの点で異なる。まず、冷却装置の熱吸収過程は、機械的なものというより本来熱化学的なものである。次に、フロンとも呼ばれるクロロフルオロカーボン（CFCs）やハイドロクロロフルオロカーボン（HCFCs）よりも水が冷却材として循環する。冷却装置は、一般的には地域供給熱や廃棄物由来、熱電併給からの熱でエネルギーを供給されており、地熱、太陽エネルギー、あるいはバイオマス資源からの熱で運用することもできる。

吸着式冷凍機

空調あるいは冷凍システムの駆動のために、エネルギー源から熱エネルギーを用いる冷却装置のことを指す。吸着プロセスがガスと固形の相互作用によることが吸収式冷凍機との違いである。冷凍機の吸着室にある固形材料が熱されると冷却蒸気が放出される。その後、蒸気が次第に冷却され液体になり、蒸発管において外部の熱を吸収してまた蒸気に変えることで冷却効果をもたらすと同時に、固形材料に再吸収される。

オークション

入札項目を参照。

バイオディーゼル

大豆、アブラナ（キャノーラ）、アブラヤシなどの油料種子作物のほか、廃食用油や動物性油脂などその他の油源から精製される燃料のことである。バイオディーゼルは、定置型の熱と電力用途の他、車、トラック、バス、およびその他車両において搭載されるディーゼルエンジンにも使用される。（水素化植物油（HVO）の項目も参照）。

バイオマスエネルギー

バイオマスエネルギーとは、あらゆるバイオマスから生み出されるエネルギーのことで（固形、液体、ガス化）、熱、電力、そして輸送バイオマスなどに使われる。（バイオ燃料項目参照）

バイオ燃料

バイオ燃料は、液体燃料のエタノールやバイオディーゼル、そしてバイオガスを含むバイオマスによる燃料のことを指す。バイオ燃料は、車両エンジンの燃料や、熱電併給のための定置型エンジン、そして家庭の暖房や調理にも利用されている（例えば、エタノールゲルなど）。木質系バイオマス源の一部や藻類からなる供給原料による先進的バイオマスもある。これらは、非伝統的バイオ化学や熱化学変換過程に用いられる。

バイオガス／バイオメタン

バイオガスは、有機物の嫌気性消化（酸素のない環境下での微生物による分解）によってできる、主にメタンと二酸化炭素の混合ガスである。有機物あるいは廃棄物の分解によってバイオガスが生まれる。持続可能な供給原料は、農業残さ、家畜廃棄物、食品産業の廃棄物、下水汚泥、バイオマスエネルギー転換目的作物、そして有機性成分の都市ごみを含める。精製されていないバイオガスは、熱あるいは電力を生産するために燃焼されることもあり、二酸化炭素、シロキサン誘導体、そして硫化水素などの不純物を除去するスクラビングと呼ばれる簡単な精製過程を経てバイオメタンになることもある。バイオメタンは、天然ガスネットワークに直接注入され、天然ガスの代わりに腐食の懸念がない内燃機関の燃料ともなる。

バイオマス

化石燃料やペレットを除いて、すべての生物由来のものはエネルギーを化学的に貯蔵したものであり（もとは太陽エネルギー）、これらは広い範囲の容易なエネルギー運搬体へ転換できる。

近代的バイオマスエネルギー

効率の高い変換システムによる固形、液体、そしてガス化バイオマス燃料の燃焼によるエネルギーは、小さな国内電化製品から産業用の変換プラントにまで用いられている。近代的設備には、熱や電気の生産、コージェネレーション（CHP）、そして輸送も含まれる。

伝統的バイオガスエネルギー

固形バイオマスは木質燃料、木炭、農業や森林の残さ、そして動物の糞尿などが含まれ、発展途上国の農村地域で、調理用の焚火やストーブ、農業や産業プロセスに必要な小型オープンなどに主に使われている。伝統的なバイオマスの利用は、環境汚染、森林の劣化や伐採につながることもある。

バイオマスペレット

乾燥して細かく砕かれた廃木材や農作物残さなどのバイオマスを圧縮した固形バイオマス燃料を指す。ペレットは、一般的に直径約10mm、長さ30～50mmの筒状の形をしている。ペレットは、取扱い、貯蔵、運搬が容易であり、熱利用や調理のみならず、発電やコージェネレーション（CHP）にも用いられる。

設備容量

熱生産設備あるいは発電所の定格容量とは、潜在的に発生できる瞬間的な熱や電力の出力、あるいはそのような設備単位（例えば、風力ファームまたは太陽光パネル）を指す。導入済みの設備容量とは、稼働しているかどうかに関わらず、すでに建設された設備を指す（例えば、系統への電力供給、利用できる熱やバイオ燃料の提供など）を指す。

設備稼働率

ある期間内（通常は1年間）の発電設備あるいは熱生産設備の実際のエネルギー生産量と、その設備が同じ期間内に中断することなく運用された際に生成される理論上のエネルギー生産量との比率のことである。

資本補助金

資産（たとえば、太陽熱温水器）の初期投資の一部を援助する補助金を指す。これらは、たとえば、購入者補助金、払い戻しや電力事業者、政府機関、または政府銀行による一回限りの支払いを含む。

熱電併給設備（CHP）/ コージェネレーション設備

コージェネレーション設備は、化石燃料あるいはバイオマス燃料の燃焼のみならず、地熱や太陽熱エネルギー源からも熱や電力を両方生産する。さらに、火力発電プロセスからの“廃熱”を回収する施設を指すこともある。

競争入札

入札の項目参照

集光型太陽光発電（CPV）

鏡やレンズを用いて相対的に小さな面積の太陽電池セルに太陽光を集光させて発電する技術（太陽光発電の項を参照）。低・中・そして高集光型CPVシステム（使われる反射鏡やレンズのデザインによって異なる）は、主に直達日射量が高く、湿度が低い場所が最も効率的である。

集光型太陽熱発電（CSP）

太陽熱発電（STE）とも呼ばれる。鏡を用いて太陽光を集光し、ソーラーレシーバーの作動流体を熱して、タービンあるいは熱エンジン/発電機を駆動して発電する技術を指す。反射鏡は様々な組み合わせで配置されるが、すべて太陽光線をレシーバーへ送る。商業用のCSPシステムには、4つの種類があり、パラボリック・トラフ式、リニアフレネル式、タワー式、ディッシュ/エンジン式で太陽エネルギーを集光して400℃の熱を生み出すことができ、後者の2つは一か所に集光することによって800℃以上の熱を発する。

変換効率

エネルギー変換装置から出される利用できるエネルギー出力と入力との比率。たとえば、太陽電池モジュールの変換効率とは、発電量と太陽電池モジュールが受けた太陽エネルギーの比率であり、仮に、100kWhの日射量を受け、10kWhの電力を生成すると、変換効率が10%となる。

クラウドファンディング

多数の人（群衆）から少額の資金を集めてプロジェクトやベンチャーの資金を調達する活動。一般的にインターネットやソーシャルメディアを活用する。クラウドファンディングを通じて集められたお金で、貸し手がベンチャーの株を買う必要はなく、ベンチャーが

成功しても資金が戻る保証もない。しかし、株式比率および/または計画支払いなどの商品で、資金提供者に報酬を与えるタイプもある。

ていげん 逓減

政策の中に組み込まれ、ある一定のしきい値を超えると支払額を自動的に下方修正する仕組み（たとえば、一定の容量が契約を結んだ場合や一定の期間を過ぎた場合など）。

分散型自然エネルギー

分散型エネルギーシステムとは、生産システムが比較的小規模かつ分散されている、たとえば小規模屋根設置型太陽光発電などの場合や集中型ネットワークと独立して分布、発電する場合を指す。特に発展途上国における分散型自然エネルギーは、上記の二つをすべて満たす。これらは途上国の都市部や郊外における電化、調理、そして冷暖房など集中型発電システムとは独立した発電によるエネルギーサービスを含んでいる。

ENERGIEWENDE（エネルギーヴェンデ）

“エネルギーシステムの転換”を意味するドイツ語。原子力発電や化石燃料から脱却し、主にエネルギー効率の向上や自然エネルギーによるエネルギーシステムに向かうことを意味する。

エネルギー

物体が「仕事」をなし得る能力のことで、熱、光、運動、化学、位置、そして電気の形態をとる。

最終エネルギー

一次エネルギーから変換、送電、配電による損失を除いたもので、消費者に届けられ、熱や温水、照明などのサービスの提供が可能となる。最終エネルギーの形態には、電力や地域熱供給、力学的エネルギー、灯油や燃油などの液体炭化水素、または天然ガス、バイオガス、水素などの多様なガス燃料がある。最終エネルギーによってのみ、製油所や発電所の損失など、最終消費者の上流で発生する変換ロスの説明できる。

一次エネルギー

最終消費者に届けられる有用な最終エネルギーに転換する前の、（石炭、石油、天然ガス、ウラン鉱石、地熱、バイオマスエネルギーなどの）自然界から算出するエネルギー源から理論的に利用可能なエネルギー容量を指す。一次エネルギーから他の形態の有用な最終エネルギー（電気や燃料など）への転換は損失を伴う。いくつかの一次エネルギーはそのまま最終エネルギーとして最終消費者に利用される。

エネルギー強度

GDP当たりの一次エネルギー消費の割合を意味する。エネルギー効率を測る国際的な尺度がないため、マクロ段階の分析におけるエネルギー効率を表す尺度として用いられる。

エネルギーサービス企業（ESCO）

システムの所有権を保持しつつ、長期的に（自然）エネルギーシステムからエネルギーサービスを販売し、消費者から定期的に集金、必要な管理サービスを提供するなど、様々なエネルギーソリューションを提供する企業。ESCOは、電力事業者、協同組合、NGO、または民間企業からなり、かつ一般的に消費者の周辺地域、もしくは現地にエネルギーシステムを設置している。また、（建築や工業など）システムのエネルギー効率改善および、省エネルギーやエネルギー管理の手法についてアドバイスをこなうことができる。

エタノール（燃料）

バイオマス（主に、トウモロコシ、サトウキビ、または小穀物、穀草類）を原料として製造される液体燃料で、典型的なガソリンエンジン（定置型または車両用）では、少量の割合でガソリンを代替できる。また、「フレックス燃料車」に用いられているような、若干改良されたエンジンでは高い純度で利用できる（大抵はエタノールが85%以上、ブラジルでは100%）。エタノール生産には、燃料用ではなく、化学、飲料用で利用されているものもあることを注記しておく。

固定買取制度（固定価格買取制度や固定プレミアム）

一定期間、再生可能エネルギー発電による電力の価格（たとえば、米ドル/kWh）を保証する制度。固定価格買取制度は、その他にも電力事業者がグリッドへ系統アクセスしたり販売することを規定する場合がある。補助金の段階を設定するにあたっては、様々な選択肢がある。たとえば、最低買取価格が保障されていたり（FITなど）、卸電力価格に上乗せする場合もある（固定プレミアム）。

財政的インセンティブ

所得税などを介して、個人、世帯、企業が財政への支払い分を軽減できる経済的インセンティブ。

発電

風力エネルギー、太陽エネルギー、天然ガス、バイオマスなど、一次エネルギー源からエネルギーを電気や有用な熱へ変換するプロセス。

地熱

地殻から、通常、熱水や蒸気の形で放出される熱エネルギー。火力発電所における発電の他、建物、産業や農業における様々な温度での暖房のために直接利用される。

グリーンエネルギー購入

一般家庭、企業、政府、産業の顧客による、自然エネルギー（通常は電気だが、熱や輸送燃料も含まれる）の自主的な購入。方法としては、エネルギー取引業者や電力会社から直接、または自然エネルギー証明（RECs、またはグリーntag、発電源証明とも呼ばれる）の取引を介した間接購入がある。多くの場合、政府の支援政策や規制がもたらす成果を越えて、自然エ

ネルギーの設備容量や発電の追加需要を生み出すことができる。

ヒートポンプ

外部の電力または熱エネルギーで駆動する冷凍サイクルを使って、熱源から加熱器へ熱を移動させる機器。加熱モードでは、地面（地熱）や周辺空気（空気熱）、水（熱水）を熱源として利用し、冷却モードでは、加熱器として利用する。ヒートポンプの最終エネルギーの出力は、固有の効率や運転条件次第で、投入エネルギーの数倍にもなることがある。ヒートポンプの出力は最終エネルギーベースでは少なくとも一部が再生可能である。しかし、一次エネルギーベースでは再生可能な要素ははるかに少なくなりうる。これは投入されたエネルギーの構成とエネルギー源に左右され、電力の場合には発電プロセスでの効率が含まれる。ヒートポンプの投入エネルギーを完全に再生可能なものになれば、出力エネルギーも完全に再生可能となる。

水力発電

高い位置から低い位置に流れる水を捉え、その位置エネルギーを利用した発電方法。発電方式には、河川の流れ込み式のもの、大規模な貯水池を利用するもの、そして低落差での流水式発電技術（もっとも開発が遅れている）がある。水力発電は、大規模なものから小規模なものまである。通常、10MWを越えるものを大型水力と呼ぶが、国によって定義は異なる。小規模設備は、それぞれ「小」、「マイクロ」、「ピコ」といった接頭辞が、規模によってつけられている。

水素化植物油（HVO）

廃棄された料理用油や油脂、植物油から水素を用いて酸素を取り出して生成する”ドロップイン”バイオ燃料。脂肪酸メチルエステル（FAME）としてトリグリセリドから生成されるバイオディーゼルと比べて、ディーゼルやジェット燃料と容易に混合できる炭化水素燃料となる。

インバーター（およびマイクロインバーター）

インバーターは太陽光モジュールによって発電された直流（DC）を交流（AC）に変換するもので、交流に変換することで電気系統に給電することや地域およびオフグリッドのネットワークで使うことができる。従来型のストリング・インバーターと中央集中型のソーラーインバーターは、一枚の効率的な大きなパネルを形成する多数のモジュールに接続される。対照的に、マイクロインバーターは個々の太陽光モジュールごとに電流を変換する。マイクロインバーターの出力は何かでまとめて接続されていて、頻繁に電気系統に電力が送り込まれる。マイクロインバーターの最も優位な点は、モジュールが独立していて個々のパネルの出力を調節することができ、影や故障で一つないしは複数のモジュールが全体の出力に与える影響を和らげることができることである。マイクロインバーターには大型システムに固有の設計上の課題がなく、必要に応じて新しいモジュールを付け足すことも可能である。

投資

将来の有利な収益性を期待した価値のある商品の購入。この報告書において、自然エネルギーへの新たな投資とは、技術研究開発、実用化、生産施設の建設や事業開発（風力発電所の建設、太陽光発電システムの購入と設置を含む）への投資を指す。投資総額は、新規投資に加え、合併・買収（M&A）活動（企業や事業の再建および売却）のことをいう。

投資税額控除

自然エネルギーへの投資に対する、全額もしくは部分的な税額控除であり、プロジェクト開発者、企業、ビル所有者などの収入や納税義務から控除される。

ジュール

ジュール（J）はエネルギーや仕事を表す単位で、1ワットの電力を1秒間つくり出すのに必要なエネルギー量である。石油1バレルの潜在的化学エネルギーおよび燃焼させたときに発生するエネルギー量は、約6GJであり、1トン分の乾燥木材は、約20GJのエネルギーを含む。

均等化発電原価（LCOE）

事業の存続期間にわたって、現在の収益価値と費用価値が等しいとしたプロジェクトのエネルギー出力原価（たとえば、USE/kWhもしくはUSD/GJ）。

義務化

対象となる集団（消費者、供給者、エネルギー生産者）に最低限の、またはしばしば後に増加するような自然エネルギーに関する目標を要求する手法。目標値には、全体の供給量に占める割合や、定められた生産容量などがある。コストは一般に消費者が負担する。自然エネルギー割当基準（RPS）、建築基準や自然エネルギーの熱生産、発電技術の導入をもとめる義務化制度がある（しばしば、エネルギー効率化のための投資と組み合わせられる）。自然エネルギー熱購入義務や輸送燃料へのバイオ燃料（バイオエタノールまたはバイオディーゼル）の混合規定などがある。

競争的営業許可モデル

民間企業またはNGOが競争過程を経て選択され、顧客の要望に応じて、サービス地域におけるエネルギーサービス提供について独占的な義務が与えられる方式。この方式により、与えられた状況下で、もっとも適したコスト効率の良い技術を営業許可取得者に選択させることとなる。

メリットオーダー

利用可能なエネルギー源（とくに発電）をエネルギー生産の短期的限界コストに基づいて昇順に並べ、順序付けする方法。限界コストが最も低いエネルギー源から先に利用して需要を満たし、最も高いエネルギー源を最後にする。メリットオーダー効果とは、より安い変動のあるコスト（限界コスト）で運転する発電所の市場参入によって、メリットオーダーあるい

は供給曲線に併せて市場価格が推移されることである。このため（需要の変化がないと想定されたうえで）生産コストが最も高い発電所を市場から外し、市場により低価格の電力を受け入れることが出来る。

マイクログリッド

ミニグリッドと類似するが、両者の間に明確な区別を定めた世界的な定義はない（ミニグリッドの項目参照）。途上国における分散型自然エネルギーにおいてマイクログリッドは、グリッドネットワークから独立した1から10kW規模のものを指す。米国では、マイクログリッドは主要電力グリッドから独立あるいは接続している大型ネットワーク（MW規模まで）を指す場合もある。これらはピーク時のバックアップ電源であったり、系統電力を補強する目的である。さらに、価格の削減、信頼性の向上、また、もしくは自然エネルギーの統合手段としても用いられる。

ミニグリッド

小規模（10kWから10MWまで）発電や比較的に小規模で、消費者が集中している郊外地域において系統品質の電力の配電を行なう。これらはしばしば地域で運営され、外部の送電網に接続せずとも稼働することが出来る。

ネットメータリング/ネットビリング

発電設備を所持する消費者が、電力会社から供給される正味の電力量のみ料金を支払う規制制度。ネットメータリングにおいて、消費者は卸売価格での支払いを受けることになる。ネットビリングでは、消費者が卸売価格より低い価格で余剰電力の買い取りを受けることになる。しかし、地域によって異なる規定がある場合もある。

海洋エネルギー

波、潮汐、海流、塩分濃度、そして海水の温度差を利用した発電方式である。波エネルギーは海面上の波浪を利用し、波力エネルギー変換器を通して発電する。潮流発電は潮流の運動エネルギーでタービンを回して発電する。そして潮汐ダムは潮汐活動のある河口に設置されたダムで潮の満ち引きを利用して発電する。

仕事率

単位時間あたりに転換されるエネルギーの比率で、ワット（ジュール/秒）と表される。

生産税額控除

特定施設の出資者や所有者に対する、その施設からの自然エネルギー生産量（電力、熱、バイオ燃料生産）に応じた、年次の税額控除。

公共融資

自然エネルギー技術の発展と普及の為に、政府が奨励金やローンの形で支援する、財政的支援メカニズムの一種。

揚水発電

余剰電力を利用して、低位の貯水池から高位の貯水池に水をくみ上げ、必要な時に流れを反転させて発電する。揚水発電は発電というより蓄電手段であり、システム全体の効率は80～90%程度となる。

規制政策

対象の行為を誘導し制御するためのルール。自然エネルギーにおいては、自然エネルギー利用割当基準、固定価格買取制度、そして技術やバイオ燃料の義務化などがある。

自然エネルギー証書（REC）

自然エネルギーによる一単位（一般的には1MWhの電力だが、熱でもありうる）分のエネルギー生産を証明する証明書。RECに基づく制度では、証書は蓄積することになり、自然エネルギーの利用割合義務の目標につながるほか、消費者と発電社間の取引を可能にする。また、自主的なグリーン電力購入の手段としても用いられる。

自然エネルギー目標

政府（地域、州、国または地域レベル）による、将来のある時点までに達成を目指す自然エネルギーの公約、計画、目標値。目標値は特定のメカニズムや政策によって支援される場合がある。ある目標値は法制化されている反面、規制当局、省庁、そして担当部局によって設定される場合もある。

自然エネルギー割当基準（RPS）

電力事業者や企業、消費者に、設備容量や電力あるいは熱の生産量や販売量において、あらかじめ定められた割合に自然エネルギーを供給あるいは利用するよう政府が義務付ける制度。違反すれば、罰金が科される場合がある。こうした政策は管轄区によって「自然エネルギー電力基準（Renewable Electricity Standard）」、「自然エネルギー義務付け（Renewable Obligations）」、「義務付け市場シェア（Mandated Market Shares）」などと呼ばれている。

逆オークション

入札項目参照。

スマートエネルギーシステム

電気と電気以外（熱、ガス、燃料も含む）の双方について、相互に接続されたエネルギー技術とプロセスの全体的な効率とバランスを最適化するためのシステム。刻々と変化する需要と供給の管理や電気、熱、燃料ベースの設備システムの監視を通じて実現される。さらに、消費者用機器、家電製品、およびサービスの制御と最適化、分散型エネルギー（マクロとミクロの両規模）のよりよい統合、ならびに供給者と消費者のコスト最小化により高められる。

スマートグリッド

情報通信技術を利用して、発電事業者、電力網管理

者、消費者や電力市場関係者の需要と供給能力を調節する電力網。最大限効率的にシステム全体を運営すること、コストや環境負荷を最小限に抑え、信頼性、弾力性、安全性を最大限にすることを目的としている。

太陽熱集熱器

太陽エネルギーを熱エネルギー（熱）へ変換する機器。一般的に家庭用給湯に使用されるが、暖房、産業用熱供給、熱冷却器の駆動の際にも使用される。世界で最も一般的に使用される太陽熱集熱器は真空管型と平板型で、水のみ、もしくは水とグリコールの混合液を熱媒体として作動する。エネルギーが熱に変換され、熱媒体を通じて運ばれる前に、太陽からの照射が（断熱用）ガラスに当たることから、ガラス管式集熱器と言われる。非ガラス管式集熱器は、プラスチック製の単純な集熱器で低温熱利用に活用され、スイミングプール用集熱器と呼ばれることが多い。非ガラス管式またはガラス管式の空気集熱器は、熱媒体として水ではなく空気を使用し、農業や工業目的で乾燥した空気を予熱、もしくは燃焼させる。

ソーラーホームシステム（SHS）

小型太陽光発電モジュール、バッテリー充電制御器などから構成される独立型モジュール。小型電子機器を動かし、照明やラジオなど、少量の電気を過程に供給できる。大抵の場合、農村地域や送電網に接続されていない遠隔地域に用いられる。

太陽光発電（PV）

太陽放射（光）を電気に変換する技術。太陽光発電セルは半導体から構成され、太陽光を利用し原子から電子を分離させて、電流を生み出す。モジュールは、単体の太陽光発電セルを相互接続することで形成される。単結晶モジュールは、多結晶シリコンモジュールよりも効率性に優れるが、比較的高価である。薄膜太陽光発電の素材は、既存の外壁にフィルムのように張り付けたり、屋根瓦のような建築部材に結合させたりして使用できる。建物一体型太陽光発電（BIPV）は電力を生産し、従来の建物の屋根や外壁などの一部を代替するかたちで設置できる。側面受光型太陽電池モジュールは側面での太陽光（直射光や反射光）を受けて発電する両面パネルで、主にBIPV分野で使われる。

太陽光発電・熱利用（PV-T）

太陽光発電モジュールの下に太陽熱集熱器を据え付けた太陽光発電と太陽熱利用のハイブリッドシステム。太陽放射を電力と熱エネルギーに変換する。太陽熱集熱器は太陽光発電モジュールから不要な熱を取り除くため、より効率的に稼働できる。

ソーラーピコシステム

ソーラランプや情報通信機器であり、通常12Vで1～10Wの出力を持つ非常に小さな太陽光発電を備えたシステム。

太陽熱温水システム（SWH）

太陽熱集熱器、貯蔵タンク、水道管とその他の要素によって構成されるシステム。太陽熱温水システムには2種類あり、一つ目のポンプ式は機械式ポンプにより集熱ループを通じて熱媒体液を循環させる（アクティブシステム）。もう一つの自然循環式は、自然対流によって起こる浮力を利用する（パッシブシステム）。

補助金

人為的に消費者がエネルギーに支払う価格を下げる、または生産コストを下げる政策。

入札

オークション/逆オークションあるいは応札とも言われる。自然エネルギーの供給や容量の確保が、複数の事業者により競争的に提示される調達メカニズムであり、参加者は可能な範囲で低い価格で入札に参加する。入札は価格と非価格要素を両方査定する場合もある。

焙焼ペレット

固形燃料でペレットの形をしていることが多い。材料となる木を低炭素環境下で200～300℃で焙焼して生成される。高いエネルギー密度と粉碎性、そして防水性など個体燃料として有用な性質を持つ燃料。

ワット（WATT）

ワットは電力の単位で、エネルギー変換や転送率をあらわす。キロワットは1000（10の3乗）ワットに等しい。メガワットは100万（10の6乗）ワットに等しい。メガワット電力（MWe）は電力を表す単位で、メガワット熱（MWth）は熱エネルギーを表す単位である。仕事率とは、エネルギーの消費または生産率である。キロワット時（kWh）は1kWの固定した電力を1時間使用するためのエネルギー消費量を表す単位。

イルドカンパニー（イルドコ）

自然エネルギーイルドコは、電力会社が自然エネルギー発電事業を分離する際に生まれる公開的取引による資金の調達手段で、高利回り事業を指す。これらはリスクや変動性を抑え、資本と配当金を増やすためにつくられた。投資者に利益を与える長期的電力購入合意による自然エネルギー発電から収益が保障されており、これらは低いリスクや配当などからの収益、そして特に自然エネルギーへの投資を望む人々を魅了する。資本の増加は、債務のペイオフやタックスエクイティーファイナンスによって他より低金利で新たなプロジェクトへ資金を支援する。

エネルギー単位と換算

単位

キロ(k)	=	10 ³
メガ(M)	=	10 ⁶
ギガ(G)	=	10 ⁹
テラ(T)	=	10 ¹²
ペタ(P)	=	10 ¹⁵
エクサ(E)	=	10 ¹⁸

体積／容積

1立方メートル	=	1000リットル(ℓ)
1米ガロン	=	3.78ℓ
1英ガロン	=	4.55ℓ

例: 1 TJ = 1,000 GJ = 1,000,000 MJ = 1,000,000,000 kJ = 1,000,000,000,000 J
 1 J = 0.001 MJ = 0.000001 GJ = 0.000000001 TJ

エネルギー単位換算表

	GJ	Toe	MBtu	MWh
GJ	1	0.024	0.948	0.278
Toe	41.868	1	39.683	11.630
MBtu	1.055	0.025	1	0.293
MWh	3.600	0.086	3.412	1

Toe = 石油換算トン

1 Mtoe = 41.9 PJ

例: 1 MWh × 3.600 = 3.6 GJ

燃焼熱(高位発熱量)

1ℓエタノール=84,530Btu/USガソリン=21.2MJ/ℓ

1ℓバイオエタノール=127,960Btu/USガソリン=32.1MJ/ℓ

注: 1)これらの値は燃料と温度によって変化する。

2)およそ1.5ℓのエタノールは、ガソリン1ℓと同等と見なされる。

3)アメリカ合衆国エネルギー省(U.S Department of Energy)代替燃料データセンターの発熱量評価値による。

太陽熱利用システム

1百万m² = 0.7 GWth

太陽熱のデータは一般的に認められている計算方法に基づいて、平方メートル(m²)からギガワットサーマル(GWth)に換算されている。

略語一覧(英語参考用)

BIPV	Building-integrated solar photovoltaics
BNEF	Bloomberg New Energy Finance
BOS	Balance of system
BRICS	Brazil, Russia, India, China, and South Africa
BRT	Bus Rapid Transit
CDM	Clean Development Mechanism
CHP	Combined heat and power
CIS	Commonwealth of Independent States
CNG	Compressed natural gas
CO ₂	Carbon dioxide
CPV	Concentrating solar photovoltaic
CSP	Concentrating solar (thermal) power
DRE	Distributed renewable energy
DSM	Demand-side management ECOWAS Economic Community of West African States
ECOWAS	Economic Community of West African States
ECREEE	ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency
EEG	German Renewable Energy Law – “Erneuerbare-Energien-Gesetz”
EJ	Exajoule
EMEC	European Marine Energy Centre
EnMS	Energy management systems
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
EPS	Energy performance standards
ESCO	Energy service company
EU	European Union (specifically the EU-28)
FPIC	Free, Prior, and Informed Consent
FUNAE	Energy Fund of Mozambique – “Fundo de Energia”
GACC	Global Alliance for Clean Cookstoves
GEF	Global Environment Facility
GFR	Global Futures Report
GHP	Ground-source heat pump
GSR	Renewables Global Status Report
GW / GWth	Gigawatt / Gigawatt-thermal
GWh	Gigawatt-hour

HSAP	Hydropower Sustainability Assessment Protocol
HVO	Hydrotreated vegetable oil
IEA	International Energy Agency
IFC	International Finance Corporation
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRENA	International Renewable Energy Agency
kW / kWh	Kilowatt / kilowatt-hour
LCOE	Levelised cost of energy
LED	Light-emitting diode
LPG	Liquefied petroleum gas
m ²	Square metre
MW / MWh	Megawatt / megawatt-hour
NGO	Non-governmental organisation
NREAP	National Renewable Energy Action Plan
NZEB	Net zero energy building
nZEB	Nearly zero energy buildings
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PPP	Public-private partnership
PTC	Production tax credit
PV	Photovoltaic
RPS	Renewable portfolio standard
SE4ALL	United Nations Sustainable Energy for All initiative
SHS	Solar home system
SPS	Solar pico system (pico PV)
SWH	Solar water heater / solar water heating
toe	Tonne of oil equivalent
TW / TWh	Terawatt / Terawatt-hour
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
USD	United States dollar
VAT	Value-added tax
Wp	Watt-peak (nominal power)
WTO	World Trade Organization

フォトクレジット

Page 18	Windmill in Sweden / © Courtesy of Vesta Wind System	Page 89	Air-conditioned bus station in Dubai / Patryk Kosmider, shutterstock
Page 19	District Heating facility Hurup Thy, Denmark / © World Futures Council	Page 91	Solar Panel in the city of Dubai / Philip Lange, shutterstock
Page 21	Installation of solar decentralized renewable energy for energy access / © Soltys	Page 92	Solar powered street lights used to light-up the streets of a community in Oregon / © Greenshine New Energy
Page 31	Installation of solar panels on roof / Daniele Pietrobelli, shutterstock	Page 97	Cooking outside of home, Burkina Faso / Hector Conesa, shutterstock
Page 35	Ethanol Manufacturing Plant in Brazil / © AFNR, shutterstock	Page 103	Old house in rural india with wind mill / KreativKolors, shutterstock
Page 38	Sugar cane transport for ethanol production, in Joao Pessoa, Brazil / © Alessio Moiola, shutterstock	Page105	Solar PV Off-grid, Myanmar / © Christine Lins
Page 39	Fuel production plant / Jason Lee, shutterstock	Page105	Local Market, Myanmar / © Christine Lins
Page 41	Biodiesel factory / Chiqui, shutterstock	Page106	Wind Turbines in Hvinde Sande, Denmark / © World Futures Council
Page 43 and Page 45	Hellisheiði power plant, Iceland / © Kristján Pétursson	Page108	Infrared thermovision image showing lack of thermal insulation on House / Ivan Smuk, shutterstock
Page 46	The Limmernboden reservoir in Switzerland / © Andritz	Page108	Insulation to increase Energy Efficiency / © Sara Farrar, National Renewable Energy Laboratory
Page 49	Atlantis AK-1000 tidal turbine / © Hallin Marine	Page109	Air conditioning / Antoni Halim, shutterstock
Page 50	Ocean Hydropower Turbine / © OpenHydro	Page112	Energieausweis, Germany / Alexander Raths, shutterstock
Page 52	Solar panels on roofs / Gyuszkó-Photo, shutterstock	Page112 and Page113	Solar Decathlon Europe / © Rana Adib
Page 53	Solar panel system / Migel, shutterstock	Page113	Energy Efficient House, France / © Solar Decathlon Europe 2014
Page 54	Solar PV / wattboonrod, shutterstock	Page114	Installing PV roof panels, California, US / © Davis Energy Group
Page 55	Solar panels on mountain / ColorWorld	Page116	Blackout in New York after Sandy / © Felix Lipov, shutterstock
Page 57	Solar photovoltaic panels / Lucarelli Temistocle, shutterstock	Page117	Marine wind farm in the coast of Copenhagen / Nanisimova, shutterstock
Page 57	Solar panels in Granada, Spain / Vibe Images, shutterstock	Page117	Solar cells on tropical island / think4photop, shutterstock
Page 62	Panel Vacuum solar water heating system / jeep2499, shutterstock		
Page 65	Wind turbine on a field / ER_09, shutterstock		
Page 78	Macarthur, Australia / © Courtesy of Vesta Wind System		
Page 79	A parabolic trough collector installation in Newcastle, Australia. © Dr. Uli Jakob, Solem Consulting		

著作権&印刷

Renewable Energy Policy Network
for the 21st Century

REN21 Secretariat
c/o UNEP
12 rue de Milan
75441 Paris, France

日本語版作成にあたって (Global Status Report 2015)

本報告書は21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク (REN21) により、世界の研究者の協力を得て作成された「Renewables 2015 Global Status Report」(主筆: ジャネット・L・サウイン、名誉主筆: エリック・マーティノー) を認定NPO法人環境エネルギー政策研究所の責任で、日本語翻訳したものです。

REN21は2004年にボンで開催された自然エネルギー国際会議(以下RE)2004を契機として発足したネットワークです。初版のGlobal Status Report 2005は、RE2004のフォローアップ会議として、2005年11月に開催された北京自然エネルギー国際会議で発表され高い評価を受けました。自然エネルギーに関する草の根の視点からの包括的な国際レポートが存在しなかったことから、その続編が待ち望まれ、2006年改訂版、2007年版、2009年改訂版、2010年版、2011年版、2012年版、2013年版、2014年版そして2015年版へと発展しています。

環境エネルギー政策研究所は、自然エネルギーが初めて国際交渉のメインテーマとして取り上げられたRE2004のフォローアップに積極的に取り組んでおり、この報告書にも執筆者として貢献しています。また、当研究所所長飯田哲也がREN21の運営委員を務め、2007年からは事務局運営にも携わっています。当研究所シニアフェローであるエリック・マーティノーも名誉主筆として本報告書作成に貢献しています。

REN21 (英語)

<http://www.ren21.net/>

Global Status Report2015 (英語) ※ 巻末注はこちらをご覧ください。

<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>

本報告書の日本語版作成は、環境エネルギー政策研究所の会員、サポーターの皆様からのご支援によって可能になりました。また、翻訳にあたっては下記のインターン、ボランティアの皆様にご協力を頂きました。

この場を借りて、皆さまに厚くお礼申し上げます。

(五十音順)

池田実央さん、因幡拓興さん、加志村拓さん、勝野真之さん、黒木俊作さん、小林由美さん、Sam Trippeさん、白幡真澄さん、Jinyoung PARKさん、鈴木美紗さん、須田瑞穂さん、早出彩さん、高橋叶さん、辺見怜さん、松村悠子さん、三國志成さん、宮本隆志さん

発行日: 日本語訳2015年12月

発行所: 認定NPO法人 環境エネルギー政策研究所 (ISEP)

日本語版編集: 山下紀明、前薊みのり

認定NPO法人 環境エネルギー政策研究所 (ISEP)

〒164-0001 東京都中野区中野4-7-3

Tel: +81 (0) 3 5942-8937 Fax: +81 (0) 3 5942-8938

URL: <http://www.isep.or.jp/>

印刷: 株式会社アールムーン

〒105-0004 東京都港区新橋3-3-13

Tel: +81 (0) 3 5532-8856 Fax: +81 (0) 3 5532-8857

URL: <http://www.rmoon.jp>



本報告書は独立行政法人環境再生保全機構地球環境基金の活動助成により作成されています。

RENEWABLES GLOBAL STATUS REPORT 2015



ISBN 978-3-9815934-6-4

REN21
c/o UNEP
15, Rue de Milan
F-75441 Paris CEDEX 09
France



www.ren21.net

REN21 Renewable Energy
Policy Network
for the 21st Century

