



ADVANCING THE GLOBAL RENEWABLE ENERGY TRANSITION

世界的な自然エネルギーへの転換の促進



REN21
自然エネルギー世界白書
2017 ハイライト



ADVANCING THE GLOBAL RENEWABLE ENERGY TRANSITION

自然エネルギー世界白書 2017ハイライト

21世紀のための 自然エネルギー政策ネットワーク

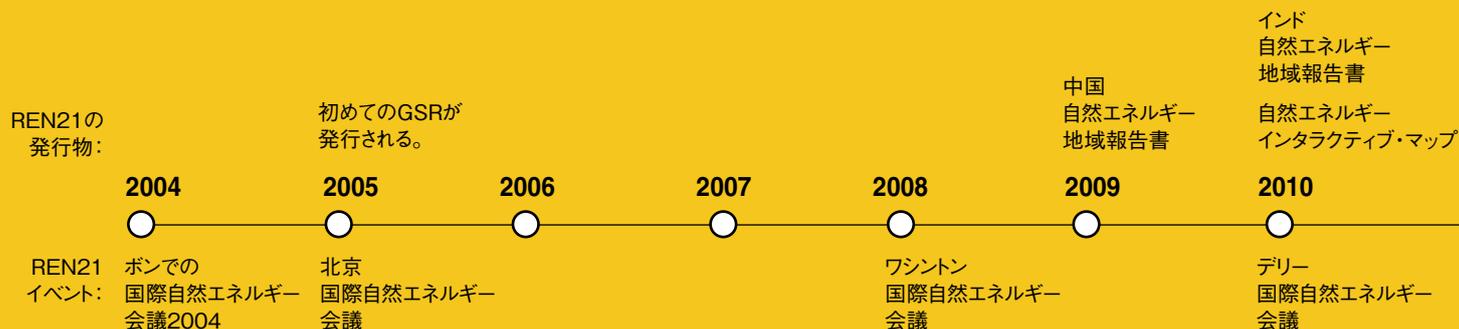
REN21は、主要な関係者を広く結びつける、世界の自然エネルギー政策に関する多様な主体のネットワークである。REN21の目的は知識の交換、政策の発展、自然エネルギーへの迅速な世界的移行に向けた共同行動を促進することである。

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。政策決定を支援するために、REN21は良質な情報を提供し、議論や討論を促し、テーマ毎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。これらの情報は官長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6つの制作物を通じて上記の活動を進めている。



自然エネルギー世界白書
2005年以降の年次発行物



REN21 発行物

自然エネルギー世界白書

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、800人以上に及ぶ著者や貢献者、レビュー協力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および政策動向についての報告書である。

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について詳しく述べている。これらの報告書は地域のデータ収集方法の確立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関する発展状況を追跡するための研究ツールである。それは報告書からのインフォグラフィックスのみならず詳細でエクスポート可能なデータセットを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う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。さらに、未来志向の政策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課題に参加者が積極的な貢献ができるようにしている。

国際自然エネルギー会議 (IREC)

国際自然エネルギー会議(IREC)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が運営している。



地域報告書

www.ren21.net/map

世界自然エネルギー未来白書

自然エネルギーアカデミー

国際自然エネルギー会議



REN21 運営委員会

産業団体

農村電化同盟 (ARE)
米国再生可能エネルギー評議会 (ACORE)
ポルトガル語圏再生可能エネルギー協会 (ALER)
中国再生可能エネルギー産業協会 (CREIA)
グリーンエネルギー評議会 (CEC)
欧州再生可能エネルギー連盟 (EREF)
国際オフグリッド照明協会 (GOGLA)
グローバルソーラー協議会 (GSC)
世界風力エネルギー会議 (GWEC)
インド再生可能エネルギー連盟 (IREF)
国際地熱協会 (IGA)
国際水力発電協会 (IHA)
ポルトガル再生可能エネルギー協会 (APREN)
地中海再生可能エネルギーソリューションズ (RES4MED)
世界バイオエネルギー協会 (WBA)
世界風力エネルギー協会 (WWEA)

国際機関

アジア開発銀行 (ADB)
アジア太平洋エネルギー研究センター (APEREC)
ECOWAS 再生可能エネルギー・エネルギー効率化センター (ECREEE)
欧州委員会 (EC)
地球環境ファシリティ (GEF)
国際エネルギー機関 (IEA)
国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)
再生可能エネルギー・エネルギー効率化地域センター (RCREEE)
国連開発計画 (UNDP)
国連環境計画 (UNEP)
国連工業開発機関 (UNIDO)
世界銀行 (WB)

NGO

気候行動ネットワーク (CAN)
エネルギー・環境・水に関する評議会 (CEEW)
再生可能エネルギー財団 (FER)
クリーン調理ストーブ普及のための世界連盟 (GACC)
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)
グリーンピース・インターナショナル
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
環境エネルギー政策研究所 (ISEP)
マリ・フォルケセンター (MFC)
持続可能な低炭素交通輸送のためのパートナーシップ (SLoCaT)
自然エネルギー財団 (REI)
再生可能エネルギー世界会議 (WCRE)
ワールド・フューチャー・カウンシル (WFC)
世界資源研究所 (WRI)
世界自然保護基金 (WWF)

無任所会員

Michael Eckhart
Mohamed El-Ashry
David Hales
Kirsty Hamilton
Peter Rae

各国政府

アフガニスタン
ブラジル
デンマーク
ドイツ
インド
ノルウェー
南アフリカ
スペイン
アラブ首長国連邦
英国
米国

科学者および研究者

バリローチェ財団 (FB)
国際応用システム分析研究所 (IIASA)
国際太陽エネルギー学会 (ISES)
米国再生可能エネルギー研究所 (NREL)
南アフリカ共和国エネルギー開発研究所 (SANEDI)
エネルギー資源研究所 (TERI)

議長

Arthouros Zervos
アテネ国立技術大学 (NTUA)

事務局長

Christine Lins
REN21

REN21 コミュニティ

21世紀のための自然エネルギー政策ネットワーク (REN21)は、官民にわたる多様な主体のネットワークである。この自然エネルギー、エネルギーアクセス、エネルギー効率化の専門家のネットワークは団結して、その見識や知識を共有し、REN21事務局が例年「自然エネルギー世界白書」や地域ごとの報告書を作成することを支援している。現在ネットワークでは800人以上の寄稿者とレビュー提供者が活動している。

これらの専門家たちは時間を割き、データを提供し、ピア・レビューにおいてコメントを出して、GSRの作成に携わっている。これらの共同作業が、世界で最も頻繁に参照されている世界の自然エネルギーに関する市場、産業、政策動向についての報告書として毎年刊行されている。

→ 155か国を追跡



→ 世界のGDPの96%を扱う



→ 世界の人口の96%を占める





世界のエネルギー転換は順調である

世界的な自然エネルギーへの転換の促進：
REN21自然エネルギー世界白書
2017ハイライト

REN21自然エネルギー世界白書(GSR)2017が明らかにしていることは、自然エネルギーの導入量が記録的に増えており、とくに太陽光や風力発電において急速にコストが下がっていて、3年連続で経済成長とエネルギー由来の二酸化炭素(CO₂)排出量のデカップリング(分離)が実現しており、世界のエネルギー転換が順調であるということである。革新的でより持続可能なエネルギー需要の満たし方—つまり、より総合的な部門間の計画手法や、大胆かつ新しいビジネスモデルの採用、実現技術のよりクリエイティブな扱い方は、化石燃料で動く世界からのパラダイムシフトを加速している。

※本報告書において、ドルはUSドルを表す。

2017年のハイライト

■ 2016年、自然エネルギー容量の新規導入量は161GWと新たな記録を樹立し、これは世界全体で見ると2015年に比べ約9%の増加となった。太陽光発電は2016年に最も躍進し、自然エネルギー増加量のうちの47%を占め、続いて風力発電が34%、水力発電が15.5%を占めた。5年連続して、自然エネルギー(水力を含む)導入への投資は火力発電への投資額のおよそ2倍となり、2498億ドルに達した。今や毎年、世界の自然エネルギー容量の導入量は、化石燃料関連の容量の導入量よりも多くなっているのである。

■ 太陽光発電と風力発電のコストは急激に低下している。アルゼンチン、チリ、インド、ヨルダン、サウジアラビア、アラブ首長国連邦では、前例のないような太陽光発電の入札が行われており、入札価格は市場によってはキロワットアワー(kWh)あたり0.03ドルとなった。風力発電部門は、チリ、インド、メキシコ、モロッコなどいくつかの国で成長し、同様に低い入札価格となった。デンマークとオランダでは洋上風力で過去最低の入札価格を記録し、2025年までに洋上風力を石炭よりも安くするというヨーロッパの産業界の目標に近づいた。

■ 過去2年間と同様に2016年は、世界経済が3%成長してエネルギー需要は増加したにもかかわらず、化石燃料と産業界から排出された世界のエネルギー関連のCO₂量は変わらなかった。これは何よりもまず石炭の消費量の減少によるものであり、自然エネルギー容量の増加やエネルギー効率の向上にも由来するであろう。経済成長とCO₂排出のデカップリング(分離)は、世界の気温上昇が2度を大幅に下回るために必要な排出量の大幅削減を達成するために、重要な第一歩である。

■ 太陽が出ていない時や風が吹いていない時には、火力発電と原子力発電は「ベースロード」電源を供給するために

必要であるという神話は誤りであると示された。2016年には、デンマークとドイツはそれぞれピーク時に、自然エネルギーからの発電の割合を140%と86.3%にすることに成功した。またいくつかの国々(たとえばポルトガル、アイルランド、キプロスなど)では、蓄電を追加しなくとも変動性の自然エネルギー割合を例年20~30%にしている。高い割合の変動性の自然エネルギーを統合していくためには、発電システムに最大限の柔軟性をもたせる必要があるということが最大の教訓である。

■ さまざまな都市や州、国、主要な企業が100%自然エネルギーという目標に参画する数が急増してきた。というのも100%自然エネルギーという目標は、気候や環境、公衆衛生といった点で理に適っているばかりではなく、経済的にもビジネス的にも理に適っているからである。2016年には新たに34の企業が、事業運営を100%自然エネルギーでまかなうことを目標とする国際的なイニシアチブであるRE100に加盟した。2016年を通して、100%自然エネルギーへ転換する一エネルギー利用全体において、ないしは電力部門において一世界中の都市の数は増え続け、すでに100%自然エネルギーの目標を達成した都市や自治体もある(たとえば日本では100を超える自治体が達成している)。気候エネルギーに関する市長誓約の下では、2億2500万人もの市民を擁する7200以上の自治体が、エネルギー効率を向上させて自然エネルギーを導入することで、2030年までにCO₂排出量を40%削減するべく参画している。そして100%自然エネルギーに取り組もうとしているのは、企業や地域の主体だけではない。2016年11月にモロッコで開催されたCOP22マラケシュ会議では、48の発展途上国の指導者たちが、100%自然エネルギーでの電力供給に向けて積極的に取り組むとした。

■ 何十億という人々がまだ電気へのアクセスなしに(およそ12億人)、また衛生的な調理設備なしに(およそ27億人)暮らしている発展途上国において、パラダイムシフトが進んでいる。システムの拡張だけで電気へのアクセスを提供しようとする面倒な手法は時代遅れになっている。というのも新しいビジネスモデルや技術によってオフグリッド市場が発展しているからである。ミニグリッドと独立型システムの市場はともに急成長中である。バングラデシュは主にマイクロクレジットのスキームによって、最大のソーラーホームシステム市場を有しており、その導入数は400万件に上る。モバイル技術(たとえば携帯電話で用量を払うような形で)によって支えられている「PAYG(Pay as you go: その都度払いすること)」モデルは、急速に発展している。2012年にはPAYGモデルの太陽光発電企業への投資はわずか300万ドルに過ぎなかったが、2016年までには2億2300万ドルにまで上昇した(そのたった1年前には1億5800万ドルだった)。この傾向は東アフリカで始まり、すぐに西アフリカに広がり、南アフリカにも広がった。ミニグリッド市場は今や例年2000億ドルを超えている。2016年には、太陽光発電と風力発電による、23MWを超える規模でのミニグリッドプロジェクトが発表されている。

■ 自然エネルギーは豊かな国しか導入できる余地はないという考えは適切ではない。新規導入された自然エネルギーの大部分は、主に中国など発展途上国のものであるし、中国は過去8年間、自然エネルギーと熱利用をどの国よりも開発してきた。太陽光発電革命がインドで始まり、今や48か国もの発展途上国が100%自然エネルギーという目標を掲げていて、世界における自然エネルギーの中で発展途上国の占める割合はさらに増えていくと考えられている。さらには、2015年には発展途上国や新興国が、初めて自然エネルギーへの投資で先進国を凌駕した(2016年には、中国がなおも単独では最大の投資国であったにも関わらず、先進国がリードを取り返していた)。自然エネルギーは高すぎる、あるいは一握りの豊かな国しか自然エネルギーで優位に立てないという神話は、もはや信用性をなくしている。多くのケースで、自然エネルギーはもはや最も安い選択肢なのである。

■ 自然エネルギーに基づく未来への転換という点で、間違いなく最も大きな課題に直面している交通部門においてさえ、大きな変化が起こっている。自然エネルギーを交通部門で利用していくための政策面での支援は、主にバイオ燃料混合に集中し続けているが、電気自動車(EV)の購入を促進するための政策が目立ってきている。この政策は効果を上げ始めていて、具体的には、国際的に路上交通に電気自動車、とくに電気乗用車を導入する動きが近年急速に広がっている。2016年には、世界の電気乗用車の売り上げはおよそ77万5千台に達し、2016年末までに世界では200万台を超える電気乗用車が走っている。

しかし自然エネルギーと電気自動車の直接的なつながりはまだ限定的なものである。大部分ではなくとも多くの電気自動車は、燃料電池の電気自動車が走っているノルウェーを除いては、まだ原子力と火力発電でつくられた電気で走っている。とはいえ明るい兆しはある。たとえば英国とオランダではカーシェアリングのキャンペーンで、電気自動車を自然

エネルギーで充電できるようになっている。系統電力における自然エネルギーの割合が増加していることと同様に、交通に使われる電気における自然エネルギーの割合も増加していくだろうし、このことは電力と交通部門を繋げるためには体系的な計画や政策の構想が必要であることをよく表している。

鉄道交通は、交通部門での総エネルギー使用量の2%を占めているが、ここにも自然エネルギーは入り始めている。とくにインドやモロッコなどで、2016年には多くの鉄道会社が自然エネルギーを自家発電するプロジェクトを実施した(たとえば鉄道用地に風車を立てたり、太陽光パネルを駅に設置したりした)。

■ 熱利用部門と冷房部門の進展は少なかったが、いくらかの好ましい発展もあった。太陽熱エネルギーのプロセス熱利用は食品産業や工業で増加を続けたが、他の産業にも拡大している。現在とはとくにデンマークで発達しているが、ヨーロッパには太陽熱を大容量で地域熱供給システムに組み込む大きなプロジェクトが行われている国がある。EUでは地熱による地域熱供給の利用が拡大していて、自然エネルギーを熱に変換することで電力システムに柔軟性をもたらず地域熱供給には、関心が高まっている。

■ 最後に、実現技術が自然エネルギーの導入を容易にして促進している(2017年のGSRで初めて、実現技術がいつそう重要な役割になっていることが論じられている)。いくつかの例を挙げれば、ICT(情報通信技術)、エネルギー貯蔵システム、電気自動車、ヒートポンプなどが、自然エネルギーの導入を容易にし、促進している。これらの技術は、本来自然エネルギーのために開発されたものではないが、より大規模なシステムを統合し、電力需要により効率的に応答することを容易にするために、非常に大きな可能性を示している。とくにエネルギー貯蔵は、電力システムにさらに柔軟性を与える可能性があるため、大きな注目を集め始めている。エネルギー貯蔵は限定的な市場の中で急増しているが、まだその規模は小さい。2016年には、およそ0.8GWの非揚水型エネルギー貯蔵容量が使用可能になり—主に蓄電池(電気化学)だが、CSP(集光型太陽熱発電)でのエネルギー貯蔵も含む—、2016年末には総量でおよそ6.4GWに達した。非揚水型エネルギー貯蔵容量は、世界でおよそ150GWある揚水エネルギー貯蔵容量を補っている。エネルギー貯蔵の増加のほとんどは蓄電池(電気化学)におけるもので、イノベーションの大部分は電気自動車産業によって引き起こされている。エネルギー貯蔵システムはいつそう大規模な発電所プロジェクトに導入されるようになっていて、屋根に設置した太陽光発電の電気を貯蔵するために家庭でも利用されている。



自然エネルギー推進の原動力

気候変動の緩和こそが、100%自然エネルギーの未来が必要となる、主要な根拠とされてきた。しかし、自然エネルギーの二酸化炭素削減という恩恵のみが、自然エネルギー推進の唯一の原動力だということでは決してない。

多くの国では、地域的大気汚染の削減、そして大気汚染を原因とする健康問題への取り組みが主要な原動力となっている。例えば中国である。同国は2017年初め、2020年までに2.5兆人民元(3600億ドル)を自然エネルギーに投資すると発表した。これは主に中国の主要都市で石炭火力発電により引き起こされている甚大な大気汚染問題への対応である。

エネルギー安全保障もまた大きな原動力である。例えば米軍の上級幹部は、国家安全保障の観点から、また米軍自身の軍事作戦上の安全保障のためにも、自然エネルギー電力および燃料の利用拡大が必要だと提唱している。またエネルギー安全保障は、予想される気候変動の影響に対する、エネルギーシステムのレジリエンス強化の一環として、より多面的な検討が加えられている。

自然エネルギー技術のコストは全般に、とくに電力部門で、急速に低下している。いくつか具体例をあげると、太陽光発電の製造及び設置段階における技術革新、風力発電機材・器具およびデザインの改善、太陽熱発電用熱エネルギー貯蔵技術の進展、これらが全体のコスト削減に寄与してきている。多くの国において自然エネルギーは、今や新設の化石燃料あるいは原子力発電に対するコスト競争力を有している。実態を見えにくくしている政府補助金を考慮すれば、自然エネルギーのコスト競争力は更に増すことになる(自然エネルギーに対する政府補助金は化石燃料の4分の1に過ぎない)。

最後に自然エネルギーの普及は、地域付加価値、そして雇用を創出する。低成長に直面する各国の経済にとって、自然エネルギー産業は所得を増やし、貿易収支を改善し、産業発展に貢献し、雇用を創出する手段を提供するものである。安定的な自然エネルギー政策のフレームワークを堅持している国々が、自然エネルギー産業が創出する地域の付加価値を得ていることは、検証結果が示す通りである。

**“2016年、投資家は
より少ない資金で
より多くの自然エネルギー容量を
獲得できた”**

しかし、エネルギー転換のスピードが十分とは言えない

こうした良好な傾向を見せているものの、2015年12月に新たに採択されたパリ協定の設定目標達成に向かって、エネルギー転換が順調に進んでいるとは言い難い。パリ協定は各国政府に、一致して世界の気温上昇を産業革命前と比べて2℃より十分低く抑えるよう、また安全側の1.5℃未満に抑えるよう求めている。この目標に向かい2016年中に117か国が国別削減案を採択し、そのうちの55か国が自然エネルギーの目標値を明示し、107か国がエネルギー効率の目標値を示した。しかし国別約束を積み上げた合計値は上限値2℃をかなり上回り、最善の予測値で2.3℃から3.5℃の範囲に留まっている。

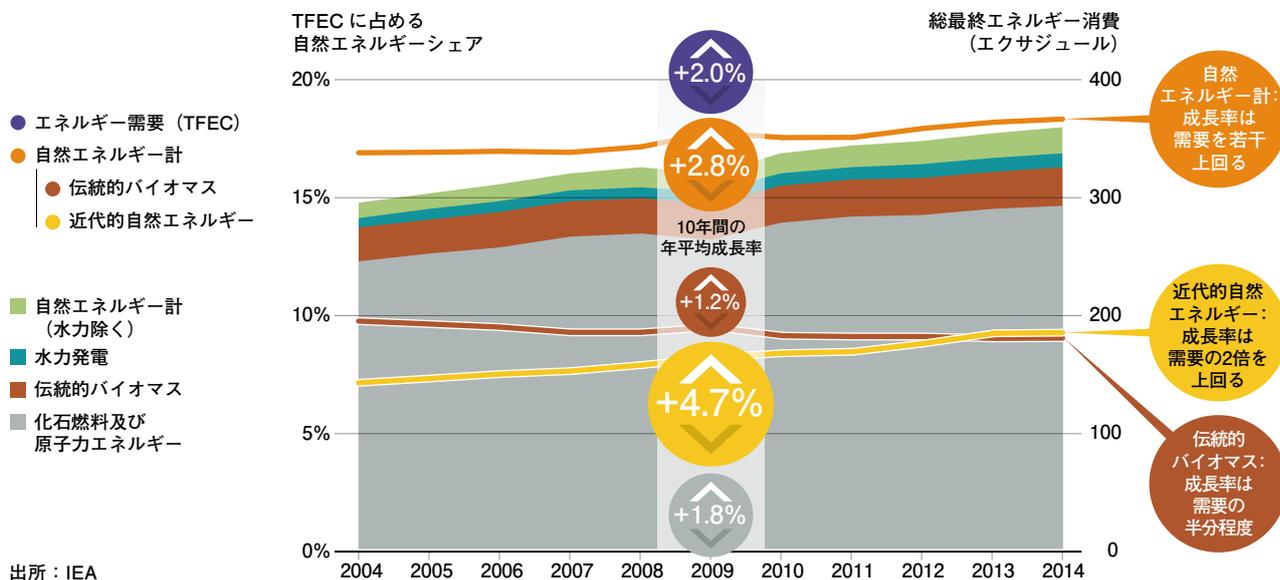
電力部門は、適切な政策の実施により今世紀半ばまでに温暖化ガス排出ゼロを実現するだろう。一般的に電力とエネルギーの区分はしばしば混同されがちだが、現実的にエネルギー市場は電力部門、交通部門、熱利用及び冷房部門の三部門で構成される。交通部門、熱利用および冷房部門における自然エネルギーの進捗状況は、電力部門における非常に大きな進展に比べて、相当遅れを取っている。

すべての人のための持続可能エネルギーイニシアティブ

は万人に対し持続可能エネルギーへのアクセスを提供すること、自然エネルギーシェアの倍増(2010年の18%から2030年までに36%へ)、そして2030年までに2010年レベルに比べエネルギー効率の全世界向上率の倍増を目標としている。端的に言えば、エネルギー効率の劇的な改善なしに自然エネルギーの将来目標は達成できない。幸運にも過去25年の間に講じられてきた様々なエネルギー効率化は、現在の中国、インド、EUの需要合計に等しいだけの節減を実現してきた。1990年から2014年までの25年間で、世界の一次エネルギー強度は年平均1.5%低下し、2015年までに1990年比30%を上回る低減を実現した。

2015年(本報告書発行時におけるデータ取得可能な最新年)における世界の一次エネルギー強度は、前年に対し2.6%改善し、2010年から2015年までの年平均改善率を2.1%へ引き上げた。これは重要な成果であった。しかしすべての人のための持続可能エネルギーのエネルギー効率目標を達成するためには、2017年を起点に年率平均2.6%の改善が必要となる。毎年この平均値を達成できなければ、将来さらに高い年改善率を達成して、不足分を補てんすることが必要となるだろう。

総最終エネルギー消費(TFEC)における自然エネルギーシェアの推移(2004年~2014年)



2016年の主要指標

		2015	2016
投資			
自然エネルギー発電および燃料への年間新規投資額 ¹	10億ドル	312.2	241.6
電力			
自然エネルギー発電容量（合計、水力除く）	ギガワット	785	921
自然エネルギー発電容量（合計、水力含む）	ギガワット	1,856	2,017
⌚ 水力発電容量 ²	ギガワット	1,071	1,096
🔥 バイオマス発電容量	ギガワット	106	112
🔥 バイオマス発電量（年間）	テラワット時	464	504
🔥 地熱発電容量	ギガワット	13	13.5
☀️ 太陽光発電容量	ギガワット	228	303
☀️ 集光型太陽熱発電（CSP）容量	ギガワット	4.7	4.8
🌬️ 風力発電容量	ギガワット	433	487
熱利用			
☀️ 太陽熱温水システム容量 ³	ギガワット熱	435	456
交通			
🔥 エタノール年間生産量	10億リットル	98.3	98.6
🔥 バイオディーゼル年間生産量	10億リットル	30.1	30.8
政策			
政策目標を有する国	#	173	176
固定価格買取制度を採用している州／地域／国	#	110	110
RPS/クォータ制度を採用している州／地域／国	#	100	100
入札を行っている国 ⁴	#	16	34
自然エネルギー熱利用を義務化している国	#	21	21
バイオ燃料使用を義務化している州／地域／国 ⁵	#	66	68

¹投資額データはブルームバーグ・ニュー・エネジー・ファイナンス(BNEF)から引用しており、次のすべてのプロジェクトを含むものである。1MW以上のバイオマス、地熱、風力発電プロジェクト、1MW以上50MW以下の水力発電プロジェクト、太陽光発電プロジェクト（1MW以下は別途推計値）、海洋エネルギー発電プロジェクト、年間生産容量100万リットル以上のバイオ燃料プロジェクト。

²GSR2016では2015年末における水力発電容量の世界計を1,064GWと報告している。今回の報告ではこれを1,071GWとしている。1,071GWは2016年末の設備容量1,096GWから2016年中の新設分25GWを差し引いたものである。かかる誤差は各年における運転終了分及びリパワリングの計測が不確実なことに一因がある。なお、GSRでは水力発電設備容量データから、できる限り純粋な揚水発電容量を取り除いている。

³太陽熱温水システム容量データは水式集熱器容量のみのデータである。2016年のデータは暫定的な推定値である。

⁴入札制度のデータは、当該年末までのいずれかの時点で入札を実施した国の数である。

⁵バイオ燃料政策は表3（自然エネルギー促進政策）と参照表R25（国と州／地域のバイオ燃料混合義務）に示されている政策を含むものである。

注：数値は四捨五入し整数で表示している。但し、15未満の数字とバイオ燃料及び投資については四捨五入し小数第1位まで示している。

最大限の速さでもない

投資は減少

新規の自然エネルギー発電と燃料生産設備への世界的な投資額は化石燃料の約2倍であったが、50MW以上の水力発電を除く新たな自然エネルギー設備への投資は2015年に比べて23%減少した。発展途上国と新興国では、自然エネルギー投資は前年比30%減の1166億ドル、先進国は14%減の1250億ドルとなった。2016年に投資が全体として低調であった原因は、主に中国や日本の市場とインドや南アフリカなどの新興国での景気減速によるものである(後者は主に自然エネルギーオークションの遅延によるもの)。

中国は世界最大規模の投資国(50MW以上の水力発電プロジェクトを除く、全世界の自然エネルギーの資金調達額の32%)である。しかし、2015年に史上最大規模の投資を実施した後、2016年の投資の一部は、既存の自然エネルギー資源をより有効に活用するために、系統強化と電力市場の改革に転用された。2017年1月、中国政府は、2020年までに360億ドルを費やすと発表した。これは自然エネルギー投資において世界的リーダーとしての中国の地位を強化する事となる。

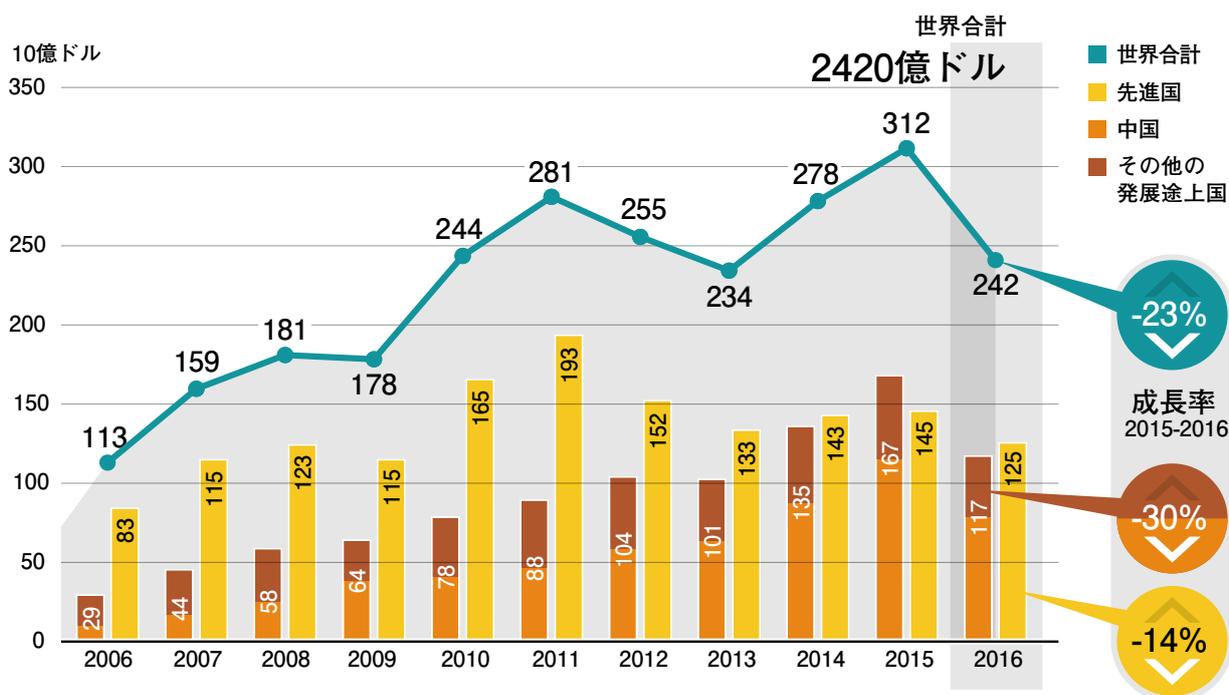
日本では、2011年の福島第一原子力発電所事故の結果とし

て自然エネルギー発電を進めた。しかし、実際のところは、電力会社はこのエネルギー転換に抵抗し、風力発電の場合には市場の発展を遅らせる手続きの遅延が起こった。気前のよい固定価格から入札への政策転換により、小規模な自然エネルギー発電設備への投資は2016年に70%減少した。(訳者注:入札制度は2MW以上の大規模太陽光発電に対し2017年度から導入)

熱利用は進展が遅れている

前述のように、自然エネルギーの移行において、熱利用部門は、電力部門よりかなり遅れている。熱利用のためのエネルギー(温水および暖房、調理および工業用プロセス)は、2016年の全世界の最終エネルギー消費量の半分以上を占めた。そのうち自然エネルギーは約25%を占めている。しかし、自然エネルギーの3分の2以上の割合は伝統的バイオマス(主に調理と暖房のために発展途上国で使用)である。これはしばしば持続不可能な形で収穫され、非効率に燃焼された場合、環境汚染と健康への悪影響を及ぼす。400万人以上が固体燃料による調理で汚染された空気に起因する病気のために早期に死亡している。現代的な自然エネルギーによって供給される熱は、主として工業目的(56%)に使用されている。

世界の自然エネルギー発電および燃料への新規投資額 先進国、新興国および途上国(2006年~2016年)



注: 50MWを超える水力発電プロジェクトへの投資は含まない。投資総額は10億円未満四捨五入。

出典: BNEF

大部分が電化製品によって行なわれる冷房は、世界全体の最終エネルギー消費の約2%しか占めていない。自然エネルギー熱利用に基づく冷房技術の需要は、冷房の需要の増加に追いついていない。

冷暖房分野における自然エネルギー技術の展開は、この市場の独特で分散型の性質のために依然課題として残っている。この技術は初期投資コストが高く、低コスト(補助金付き)の化石燃料との競争は、自然エネルギー熱の普及を妨げ続けている。効果的な政策や政治的意志が欠けているため自然エネルギーの普及が遅れている。

さらに限定的な技術認識や、化石燃料価格を人為的に低く保つ化石燃料補助金を含む政策支援と政治的意思といった要因によって制約されている。発展途上国では特に、暖房用に自然エネルギーを使用する可能性が高いにもかかわらず、特に産業用の熱について、設置ノウハウの欠如が大きな障壁となっている。

交通 - 特に航空と船舶 - 自然エネルギーへの移行の遅れ

交通部門における自然エネルギーの拡大は遅れている。

EV市場の急速な発展などの進歩があるにもかかわらず、石油製品は交通市場における最終エネルギー消費の約93%を占めている。国際的に、パリ合意の採択に伴い、交通部門の脱炭素化に注目が集まったが、各国の約束草案のうちわずか22か国が交通部門の自然エネルギーに触れており、その内2か国(ニウエとニュージーランド)のみが、自然エネルギーで動力を得るEVの必要性について言及している。

交通の効率化、最適化、およびモード切替(すなわち、個々の自動車から大量輸送へ)が、交通部門を脱炭素化するための重要な要素である。しかしながら、交通部門において自然エネルギーをベースとした脱炭素化はまだ重視されていないか、または優先事項とみなされていない。

道路交通部門における電化の障壁には、高いEV車両コスト、距離とバッテリー寿命の限界、および充電インフラストラクチャの不足が含まれる。発展途上国ではこれらの他に信頼性の高い電力供給の不足が挙げられる。さらに、発展途上国で焦点となるのは、基本的な交通インフラを確立することである。その必要性は明らかであるが、自然エネルギーに基づく解決策は計画プロセスに統合される必要がある(現時点ではそうでないことが多い)。



鉄道交通に関しては、世界の鉄道の総エネルギーの消費量において自然エネルギーの占める割合は、1990年の3.4%から2013年には約9%に増加し、一部の国ではより高い割合に達している。一方、都市鉄道のインフラとサービスはすでに大部分が電化されているが、長距離鉄道の電化はインフラの大幅な変更と関連する資金調達を必要とする。

バイオ燃料は、道路交通だけでなく、航空や船舶についてもますます必要となるであろう。それは、これらの分野の電化が難しいためである。バイオ燃料は、それぞれの用途および異なるタイプのエンジン毎に適合させる必要がある。航空バイオ燃料の開発には強い関心があるにもかかわらず、2016年の生産量は比較的少なく、そのほとんどがデモンストレーションに使用された。同様に、船舶利用のためのバイオ燃料生産も初期段階にある。

国際レベルでは、国際民間航空機関は2016年に航空機からのCO₂排出量削減のための世界的な市場ベースの措置を確立することに合意した。この措置は持続可能な航空燃料の生産と使用を推進するための方策を含んでいる。しかしながら、航空部門の脱炭素化への進捗は非常に遅い。船舶部門もまだCO₂排出の課題に対処していない。個々の船舶の炭素排出量が低いとしても、世界の貿易および輸送サービスの増加に伴い、世界の排出量は増加し続けるであろう。

このような状況下でも、2016年にはいくつかの大きな進展が見られた。主に欧州の国々において、政府は、長期的な構造変化を伴う輸送部門を脱炭素化するための中長期戦略

を検討し始めた。そしてその多くが交通部門と電力部門をより密接に結びつけるための戦略を検討または開発した。

2016年に開発されたドイツの気候変動行動計画は、2030年までに交通における排出量を40~42%削減することを目標としており、交通部門の完全な脱炭素化という長期的な目標も有している。

化石燃料の補助金は全体として進歩を妨げ続けている

最後に、自然エネルギーの急速な普及における主な障害は、化石燃料(および原子力)を段階的に廃止するという国際公約があるにもかかわらず、それらの継続的な補助金である。2016年末までに、50か国以上が化石燃料補助金を段階的に廃止することを確約しており、いくつかの改革が行われたが十分ではなかった。2014年には、化石燃料補助金と自然エネルギー補助金の比率は4:1であった。つまり、自然エネルギーに1ドルを費やすたびに、政府は化石燃料に依存し続けるために4ドルを費やした。これは非常に非生産的な方法で市場を歪めている。

上位5か国

2016年の年間投資額/新規導入量/バイオ燃料生産量

	1	2	3	4	5
自然エネルギーとバイオ燃料への投資 (50MWより大きい水力発電は含まない)	中国	米国	英国	日本	ドイツ
GDP比の投資額 ¹	ボリビア	セネガル	ヨルダン	ホンジュラス	アイスランド
地熱発電容量	インドネシア	トルコ	ケニア	メキシコ	日本
水力発電容量	中国	ブラジル	エクアドル	エチオピア	ベトナム
太陽光発電 (PV) 容量	中国	米国	日本	インド	英国
集光型太陽熱発電 (CSP) 容量 ²	南アフリカ	中国	-	-	-
風力発電容量	中国	米国	ドイツ	インド	ブラジル
太陽熱利用システム容量	中国	トルコ	ブラジル	インド	米国
バイオディーゼル生産量	米国	ブラジル	アルゼンチン・ドイツ・インドネシア		
バイオエタノール生産量	米国	ブラジル	中国	カナダ	タイ

2016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	日本	インド
1人あたりの自然エネルギー発電容量 (水力を含まない) ³	アイスランド	デンマーク	スウェーデン・ドイツ		スペイン・フィンランド
バイオマス発電の年間発電量	米国	中国	ドイツ	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	ニュージーランド	メキシコ
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	南アフリカ	モロッコ
太陽光発電 (PV) 容量	中国	日本	ドイツ	米国	イタリア
一人あたりの太陽光発電 (PV) 容量	ドイツ	日本	イタリア	ベルギー	オーストラリア・ギリシャ
風力発電容量	中国	米国	ドイツ	インド	スペイン
1人あたり風力発電容量	デンマーク	スウェーデン	ドイツ	アイルランド	ポルトガル
熱利用					
太陽熱利用システム容量 ⁵	中国	米国	トルコ	ドイツ	ブラジル
1人あたりの太陽熱利用システム容量 ⁵	バルバドス	オーストリア	キプロス	イスラエル	ギリシャ
地熱熱利用システム容量 ⁶	中国	トルコ	日本	アイスランド	インド
1人あたりの地熱熱利用システム容量 ⁶	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構成となっており、GDP(支出側)に関するデータは世界銀行による2015年のデータに基づいている。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未満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設備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。単位GDPあたりの投資を計算するために使われた小規模設備のデータは、2億ドル以上の投資を行った国のデータのみを含めている。

2.2016年に、集光型太陽熱発電(CSP)を新たに系統に接続した国は2か国のみのため、3~5位は空白になっている。

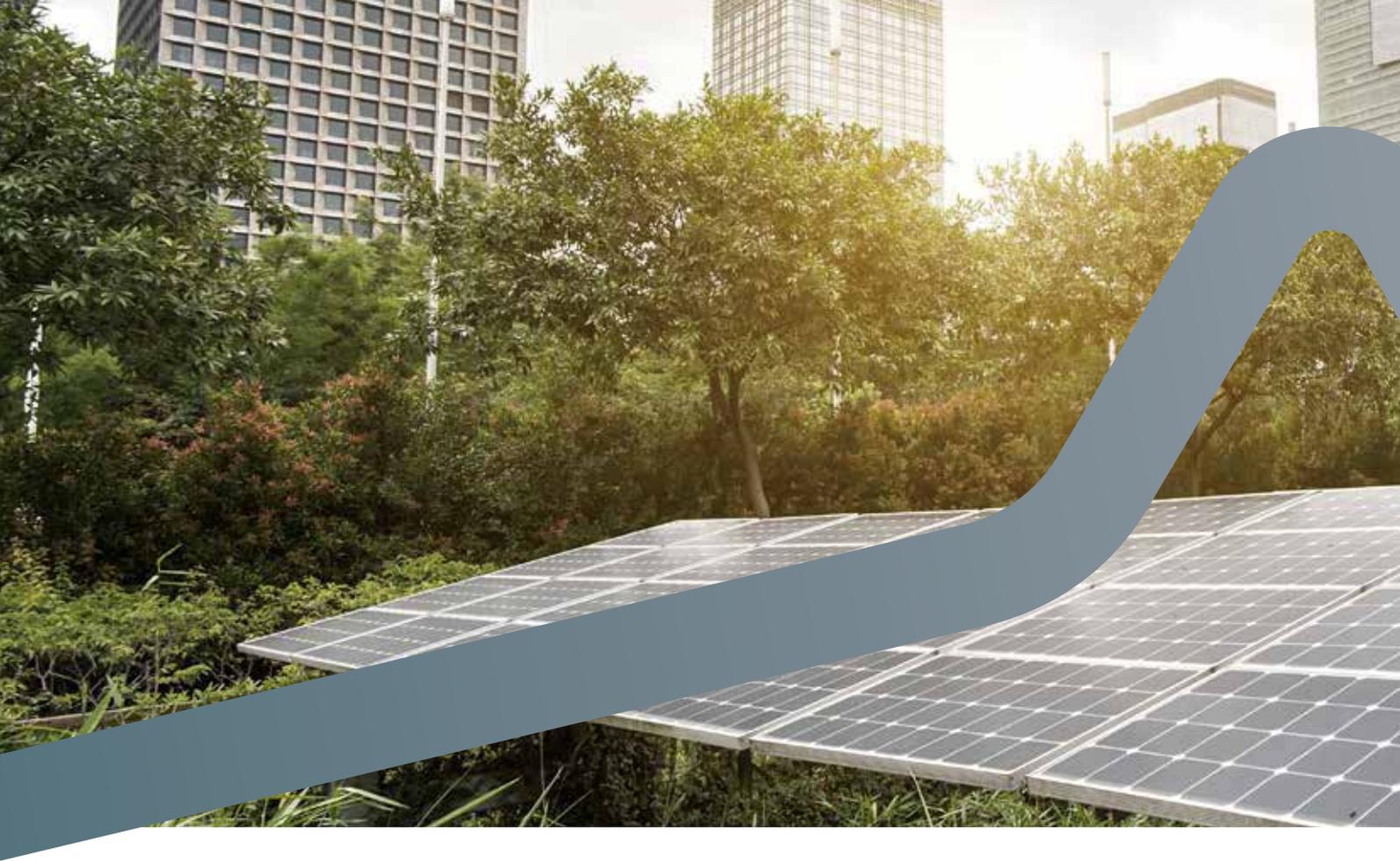
3.一人あたりの自然エネルギー発電容量の順位は、水力発電以外のすべての自然エネルギーの設備容量の上位70か国のみを対象にしており、人口データは2015年のもので、世界銀行から引用した。

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.総人口と一人あたりの太陽熱集熱器の順位は2015年末のものであり、水式集熱器(ガラス管式、非ガラス管式)の容量のみに基づいている。データはIEA SHCより。総設備容量の順位は2016年末まで変化していないと推定した。

6.ヒートポンプを含んでいない。

*ほとんどの順位は投資額、発電容量と発電量、バイオ燃料生産量の絶対量に基づいて作成されており、一人当たりの数値や国のGDP、他の基準を元に作成すれば、順位は多くのカテゴリーで異なった結果を示す(このことは、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当たりの順位でも示されている。)



転換をどう早めるか

1) もし世界が気候変動の約束に真剣に取り組むなら、化石燃料は地下に保存されたままになるはずである。

中国は2017年1月に現在開発中の100以上の石炭火力発電を中止すると発表し、5月に全32州のうち29州にある新たな石炭火力発電所の建設計画を差止めると発表した。これらの措置は、政治的意思があればどれほど早く転換が可能となるかを示している。(普及しつつあるエネルギー効率化と合わせて)自然エネルギーを選択し、石炭を削減していくことは、CO₂排出量を減らす最もコスト効率的な方策であり、健康への追加的な便益ももたらす。

政府が気候変動に真剣に取り組むにつれ、石炭や化石燃料への投資が座礁資産になる危険性が高まる。

2) より高い変動制自然エネルギー割合の電力システムを運用するためには、化石燃料や原子力のようなベースロード電源への投資よりむしろ、発展しつつある負荷制御可能な自然エネルギーや集合的に柔軟性をもたらず選択肢に集中して取り組むべきである。

どのように実現するかは地域の状況に応じて異なる。電力需要は安定しているか、系統は十分整備されているか(さらに、相互接続しているか)、需要は増えているか、風力発電と太陽光発電が拡大して供給が増加しているか、曇りの日や風のない日に発電をいつもどおり行えるように供給の余剰分はあるのか、基本的なシステムはまだあまり発展していないが、(多くの発展途上国のように)需要が急激に増えるのかどうかなどである。

効果的な計画を有している発展途上国では、一連の補完的な措置により、あらかじめ最大限の柔軟性が設計されている。既存のシステムについて、柔軟性確保のための措置には下記が含まれる。より短い取引時間の管理、より慎重に需要と供給を一致させること、相互連系の実施、蓄電への投資、自動化技術の活用、部門間統合の計画(たとえば、電力需要を超過した太陽光発電や風力発電からの電力を活用するために日中に電気自動車に充電するなど)。

一般的に、政策は電力、交通、熱利用の部門間で相互に統合されるように発展させるべきである。そのためには、部門や政府の省庁や大臣を横断して計画することが必要である。政策設計は公的部門と民間部門の間の綿密な対話のもとで進められるべきである。そして異なるレベルの政府の政策は相互補完的に強化されるべきである。



自然エネルギーへの移行を 促進するキープレイヤー

米国や欧州のいくつかの国を含めた多くの自然エネルギーの先駆者らは、自然エネルギーへの移行に重要な役割を果たし続けている。一方で、新たなキープレイヤーが現れてきている。

新興経済国:

中国は、世界の自然エネルギーにおけるヘビー級チャンピオンである。過去8年間で、自然エネルギー由来の電力や熱に関して単独で最大の開発国である。2016年、これまでにないほど多くの発展途上国が自然エネルギーの発電容量を拡大させ続け、いくつかの国は急速に重要な市場になりつつある。新興経済国が、さらなる低コスト化やより効率的な自然エネルギー技術、より信頼性の高い資源量予測などから恩恵を受けることで、彼らのエネルギー産業は急速に変わっていくだろう。そして、アルゼンチンやチリ、中国、インド、メキシコといった国々を投資にとって魅力的な市場へと様変わりさせるであろう。

企業:

より多くの企業は100%自然エネルギー電力による自社操業に取り組んでいる。データセンターで大規模な電力を使うグーグルやフェイスブックといった企業の取り組みの意義は過小評価されるべきではない。事前購入契約や直接投資による彼らの自然エネルギーへの取り組みは、新たな自然エネルギー電力事業への投資に数10億ドルの投資を促した。

都市:

都市はますます、自然エネルギーへの移行に対して重要な役割を担ってきている。気候変動を緩和するためか、その地域の空気汚染物質を減らすためか、雇用を生み出すためのいずれかであるとしても、都市は移行を進めている。2014年度において、都市は世界のエネルギー需要の65%を占めており、それぞれの都市はその地域特有の課題や機会に直面している。都市は、ほとんどのエネルギーを建築部門や交通部門、他には、エネルギー多消費型の産業部門で消費している。都市の政策策定者は、購買活動を選ぶことができ、規制的な権力も用いることができる。例として、自然エネルギー燃料や自然エネルギーで充電された電気自動車を公共交通機関に導入したり、公共建築物の上に太陽光パネルを取り付けたり、独自の建築基準を設けたり、太陽熱温水器の使用を義務付けたり、エネルギー効率の基準を設けたりといったものが挙げられる。

3) エネルギーを利用できていない数十億の人々に近代的エネルギーサービスを提供するという取り組みが強化されるにつれて、自然エネルギーや最大限の柔軟性を持つシステムを可能とするような技術が優先されること、もっとも効率的なエネルギー技術が利用されることが極めて重要である。

特に、地域の資源に依存した熱利用部門を持つ場合、地域の能力開発を行うような発展途上国の政策により注意を向けると同時に、分散型自然エネルギー技術への支援を増やすべきである。2015年は、エネルギー利用や分散型自然エネルギーに関するプログラムの資金調達は、エネルギーへの投資全体の16%以下であった(投資総計の174億ドルのうち31億ドル)。すべての人へのエネルギーアクセスを達成する緊急性を考えると、これらの分野への投資は劇的に増えるはずである。

さらに政府は、とくにそれがなければエネルギーへのアクセスができないような人々にエネルギーを提供する場合に、企業が機会を得られるような環境をつくるべきである。政府がさらなる発展を妨げる障壁部分を取り除くことが必要不可欠である。障壁には下記が含まれる。政策やエネルギー計画の不確実性、企業や消費者にとってのファイナンスの利用が難しいこと、自然エネルギーという代替案に不利となる灯油やディーゼルの補助金、たとえば輸入関税や付加価値税のように価格を上昇させるような資金や輸入における障壁、出資者にとっての情報や保険の不足、製品の質や信頼を保証するような製品規格の欠如である。

市場と産業の発展

🌱 バイオマスエネルギー

世界のバイオマスエネルギーの生産は2015年に減少した後、再び回復した。バイオマス発電量はEU諸国やアジア地域、とりわけ韓国で引き続き成長した。2016年に、水素化植物油(HVO)やバイオメタンの輸出が増加した。世界のバイオマス発電の発電容量と発電量は2016年度で6%ほど増加すると推測される一方で、暖房における近代的バイオマスエネルギーの利用は近年減速しており年約1%の増加にとどまる。

🔥 地熱

2016年度に、世界の地熱発電では78TWhが発電されたと推測される。しかし、地熱業界では、掘削やプロジェクト開発における固有のリスクが高く、関連するリスクの緩和措置も欠けている状態が続いている。2016年末にインドネシアやトルコでは新たに地熱発電容量を追加し、欧州のいくつかの国では新型または強化型の地熱の地域熱システムを完備させた。

🌊 水力発電

アメリカ大陸やアジアにおいて水文学的条件が改善し、水力発電量が増加した。中国やブラジル、エクアドル、エチオピア、ベトナムを含むいくつかの国で新たに発電容量が追加された。中国国内市場は収縮し続けているものの、2016年度は他の国よりもはるかに多くの発電容量を追加した。気候リスクは差し迫った懸念事項として残し続けている。



🌊 海洋エネルギー

多くの企業が海洋エネルギー技術を進展させ、新型や改良型の設備を展開した一方で、産業界は長年続く困難に直面している。その主たるものは、高いリスクと高い初期投資コストなどの資金的な課題と、事業計画、合意形成、許認可手続を改善する必要があるという2点である。

☀️ 太陽光発電(PV)

太陽光発電は1時間あたり3万1000枚以上もの太陽光パネルに相当する正味導入量を記録し、2016年に発電容量の正味追加量で世界を先導する資源となった。年末までに、少なくとも17か国が電気需要の2%かそれ以上を太陽光発電でまかない、いくつかの国ではさらに高いシェアとなった。また、前例のないほどの価格低下がみられた。とくに顕著だったのは太陽光発電モジュールであった。

☀️ 集光型太陽熱発電(CSP)

2016年度に導入された3つの新しいCSP設備は熱エネルギー貯蔵システムを採用しており、それによって電力を必要に応じて供給することができる。つまり、ピーク需要の際に電力を供給することができるのだ。CSPはここ10年で世界の総発電容量の年増加率は最も低いが、2017年に稼働を始める容量は900MW程度と予想され、この部門は力強い成長軌道に乗っている。CSPはまた、石油やガスの埋蔵量が限られている国、送電網が不足している国、エネルギー貯蔵の必要がある国、また強力に産業化して雇用創出を目論む国などで高まっている政策支援の恩恵を受けている。

☀️ 太陽熱利用

太陽熱利用技術は2016年度も世界的に広がり続けている。アルゼンチンや中東、東/中央アフリカの一部を含めたいくつかの新市場での販売活動によって広がっている。しかし、より大きな既存市場では2016年は非常に低価格になった石油やガスなどといったいくつかの理由から難しい年になった。中国は世界の追加量の約75%を占め世界を牽引し続けている。

🌬️ 風力発電

大手風力タービンメーカーにとって2016年は良い年であったが、技術革新は低コストの天然ガスや近年増加している太陽光発電との競争に挑み続けた。世界中で新たな市場が開拓されている。2016年末には90か国以上が風力発電事業に積極的であった。洋上風力は、最初の商用事業が韓国やアメリカで行なわれ、相当量の新たな発電容量がドイツ、オランダ、中国で追加された。少なくとも24か国で年間電力需要に対する風力発電の割合が5%以上を占め、さらに少なくとも13か国で10%以上を占めている。



4) 政策は重要である:すべての部門にわたってシステムアプローチが必要。

過去数年と同様に、2016年の自然エネルギーへの政策支援は主に発電に焦点を当てており、熱利用・交通部門の政策はほとんど進展がなかった。この状況は変更されなければならない。パリ合意に定められた目標を達成するためには、持続可能なエネルギー転換の3つの柱のすべてに対して強力な政策支援が必要である。政策支援には、国家レベルと準国家レベルの両方で、多くの形態がある。固定価格買取制度、オークション(競争入札または入札とも呼ばれる)、規制義務化や建築物基準の変更、燃費基準、助成金、融資、補助金などが含まれる。どの政策枠組みを選択するとしても、透明性と安定性は不可欠である。

下記のような特定分野の政策提言は強調されるべきである。

■ 体系的な手法

まず最も重要なこととして、自然エネルギーの割合が国や地域において一定の水準に達すると、体系的な手法が必要となるだろう。高い割合の変動型自然エネルギーを電力システムに統合する方法については、すでに多くの人が始めているように、単一の系統、単一の国、単一の都市または単一の分野という狭い範囲を超えて考えることによって確実に利点を見いだすことができる。体系的な手法では、自然エネルギーに基づくエネルギーシステムを構成するものは、伝統的で小さい自然エネルギー源(風力、太陽光、水力発電など)を超えて、送電網や配電網などのインフラを支える幅広い定義に移行する。その定義には効率化措置と(例えば、電力網と交通網の統合などの)セクターカップリングを通じた需要と供給の制御措置、幅広い有効化技術も含まれる。エネルギーとインフラ建設の計画、資金調達、

政策立案において、体系的な手法が標準となるべきである。

■ 電力

多くの国で固定価格買取制度から転換し、大規模な自然エネルギープロジェクトの導入に対する入札に置き換わっている。この手法は自然エネルギー電力の価格を大幅に引き下げているが、いくつかの事例では、スケジュールの遅れにより、市場の継続性を損なったり、市場の不安定性を増大させたりといった悪影響が出た。例えば、南アフリカでの継続的なエネルギーオークションの遅れにより、国内の自然エネルギー産業に深刻な問題が生じた。これらの悪影響を避けるためには、エネルギー計画、政策の設計や制定、産業の発展を結びつけることは決定的に重要である。エネルギー計画についてより戦略的な手法を採用することによって、また入札スケジュールの長期的な予見可能性を確保することによって、継続的な市場成長の機会が創出される。これは、技術やノウハウが確立され、地域付加価値が創出されるような活発な自然エネルギー電力産業の発展を助けるだろう。分散型で地域所有型の自然エネルギープロジェクトの普及を支援することもまた重要である。

■ 交通

持続可能な交通を進めるための政策支援は従来エネルギー効率を高め、(航空や船舶輸送用の先進的バイオ燃料を含めて)バイオ燃料の使用を拡大することに焦点を当ててきた。政府は下記のような明確な政策を定めるべきである。持続可能なバイオ燃料の開発を進めるための研究の促進と市場の機会の創出、自然エネルギー源により電力を供給されるEV車両の急速な拡大の確実性増大(高いシェアの変動型自然エネルギーを系統に組み入れるための柔軟性確保のオプションにEVを統合することを含む)、持続可能

なバイオ燃料の義務化と経済的支援策の拡大、交通部門へのバイオマスエネルギーの利用を進めるためのより幅広い戦略において航空、鉄道、船舶輸送への先進的バイオ燃料を位置づけることである。

■ 熱利用

2016年に政策策定者は自然エネルギーの熱利用の発展のために義務化や建築基準と同様に補助金、ローン、税制優遇策などの金融面でのインセンティブに注目し続けた。技術発展を促進するための政策を施行した国もある。さらに、いくつかの政府は、多くの場合はエネルギー効率性とのつながりも含めて、主に建設部門において固定価格買取制度と入札制度メカニズムを導入している。多くの国の前向きな発展があるにもかかわらず、自然エネルギー熱利用部門は多くの政策不確実性に直面している。政府による熱利用部門へのもっとも重要な対策は、投資の増加を促進するために確実性のある長期的政策を確立することである。

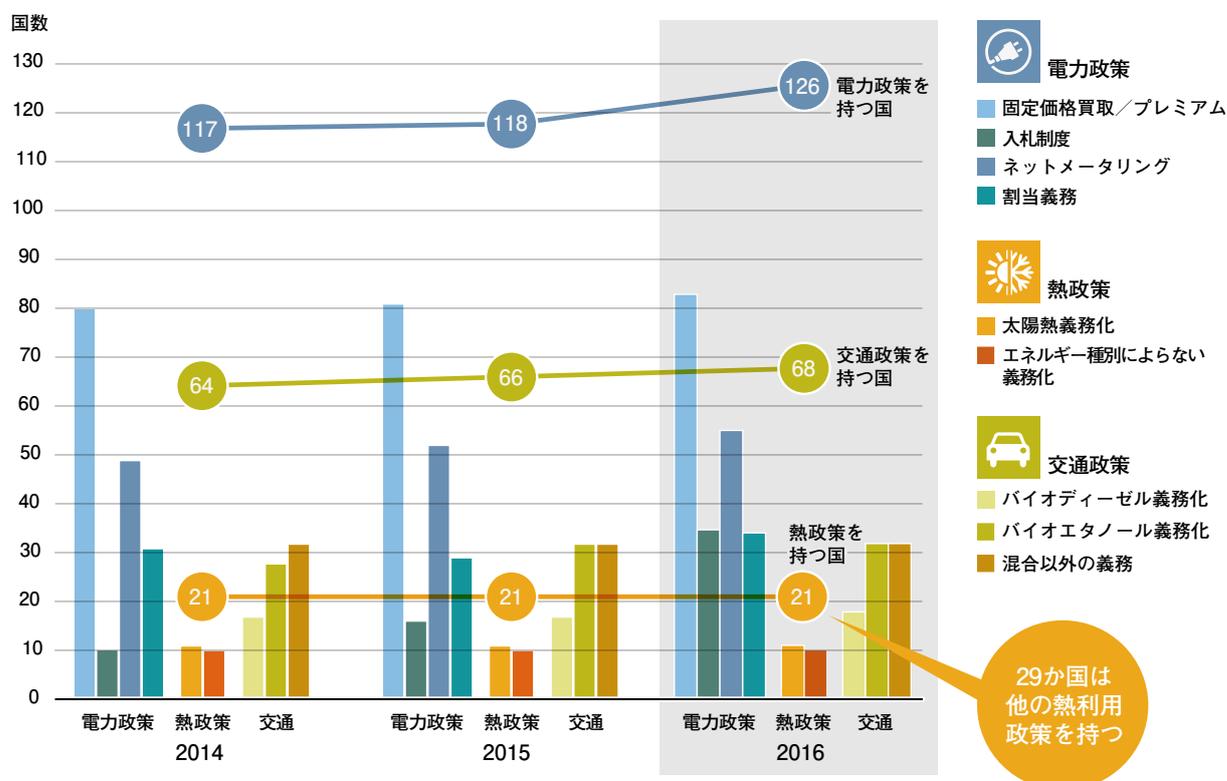
■ エネルギーアクセス

もっとも効率的で持続可能な方法で、幅広いニーズを満たすことができるということを確認するためには、電力部

門のようにエネルギーの計画立案、政策の策定、産業の発展を結びつけるような統合された過程が必要不可欠である。分散型自然エネルギーに関する発展によって、グリッド拡張だけを行うようなエネルギー利用の古いパラダイムは時代遅れとなっている。エネルギー利用を促進するためには、安定したオフグリッド型の分散型市場が形成され、産業が発展できるようにするために政策策定者は将来を見ることが重要である。

パラダイムシフトの促進のため、下記のような様々な政策が採用されている。電化と合わせて特定の分散型自然エネルギーの目標を立てることや一定期間に導入する自然エネルギーの目標を定めること、国の電化計画に、特にミニグリッドをはじめとする独立型システムの解決策を統合すること、これらの新しい手法を含めた融資を得るための明確な政策枠組みを確立すること、そして品質基準を引き上げるための手法である。

自然エネルギーの規制的インセンティブと義務付けの数、政策手法別（2014年～2016年）



注: この数値は実施中のすべての政策手法を示しているわけではない。多くの場合、自然エネルギーを支援するためにさらなる財政的インセンティブや公的金融のメカニズムを制定している。暖房と冷房の政策には(英国にある)熱利用固定価格買取制度を含んでいない。国、または州・地方規模での政策を1つ以上持っている場合は数に含まれている。もし国、または州・地方規模において1つ以上の政策を持っている場合は1として数えられている。いくつかの交通政策はバイオディーゼルとバイオエタノールを含む。この場合、政策は各々の(バイオディーゼルとバイオエタノール)部門で一度カウントされる。もし一年間にある国や地域が一度でも入札制度を実行しているなら、その年の入札制度に含まれている。

出典:REN21政策データベース

2016年の政策の動向

ほぼすべての国は自然エネルギー技術の開発や普及を支援するため2016年に政策を採用したか、導入している。政策の中にはエネルギー効率やエネルギーの目標、直接的(金銭的)支援、変動性自然エネルギーを国のエネルギーシステムに統合するという内容が含まれている。

電力:2016年には、初の実施となるマラウイ、ザンビアを含め、自然エネルギーのオークションが昨年の2倍以上の34か国で行われた。

このオークションは自然エネルギープロジェクトの発展を支援する最も急速に広まった手法形式であり、大規模プロジェクトの発展を支援する政策ツールとして好まれている。

交通:2016年の末までに、バイオ燃料混合義務化は国家、準国家レベルで68か国が導入している。アルゼンチン、インド、マレーシア、パナマ、ザンビアは義務化を導入または改訂しており、デンマークでは先進的バイオ燃料義務化を採用している。

熱利用と冷房:ブルガリア、チリ、ハンガリー、イタリア、オランダ、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア共和国、アメリカ合衆国を含む様々な国は自然エネルギーの熱利用のための新たな経済的支援のメカニズムを施行、または改訂している。

エネルギー効率化:2016年の末までに、年間を通して政策を採用、改訂した48か国を含め、少なくとも137か国でなんらかの自然エネルギー効率化政策が施行された。新たに改訂されたエネルギー効率化目標もまた世界のすべての地域で採用された。149か国が一つ以上のエネルギー効率化目標を導入している。2015年以降56か国が新たな目標を採用した。

雇用:いくつかの主要な市場において、雇用は政策の変更、投資の減少、自動化の導入に伴い減少した。それでも2016年に世界の雇用数は記録的な自然エネルギーの発展(特に太陽光発電)によって増加した。大規模水力発電を含めた自然エネルギーにおける世界の雇用数は、大規模な水力発電を含め、今では980万人に達した。大規模水力発電を除いた自然エネルギー雇用は、2016年で2.8%増加した。

未解決の問題

政策は引き続き電力部門を主な対象としている。国家/準国家レベルで、交通部門よりも2倍、熱利用と冷房部門よりも6倍多くの国が電力部門の規制政策を行っている。

交通:バイオ燃料混合義務化を取り入れている国の数は、2015年以降2か国が政策を実施したため、基本的に変わずにいる。さらに、自然エネルギーと電気自動車の連携という包括的な交通政策は急速には進展していない。

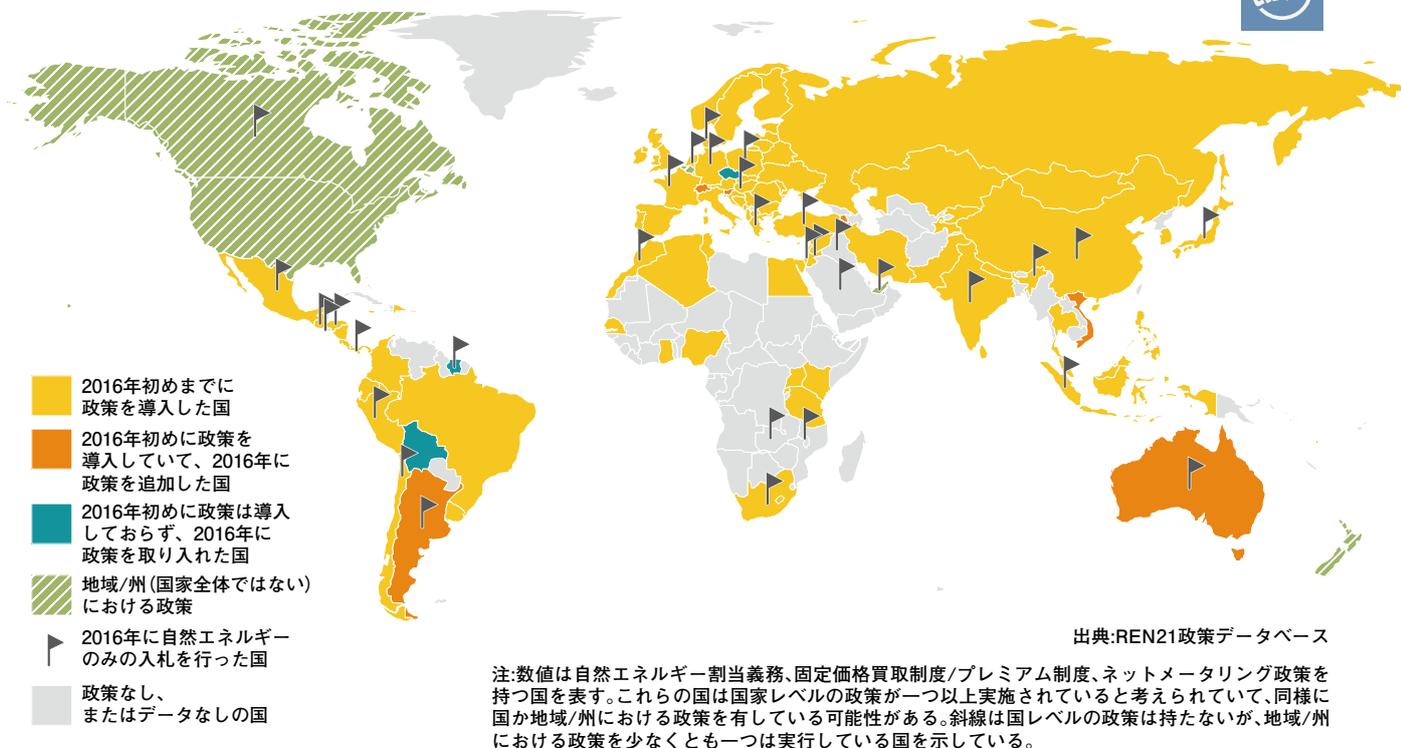
自然エネルギーの熱利用と冷房:自然エネルギーの熱利用が義務づけられている国は21か国のままで、3年間続けて新たな国の参入はなかった。

エネルギー効率化:多くの国がエネルギー効率化策を採用したが、特に発展途上国では、まだ達成するための政策を欠いている。

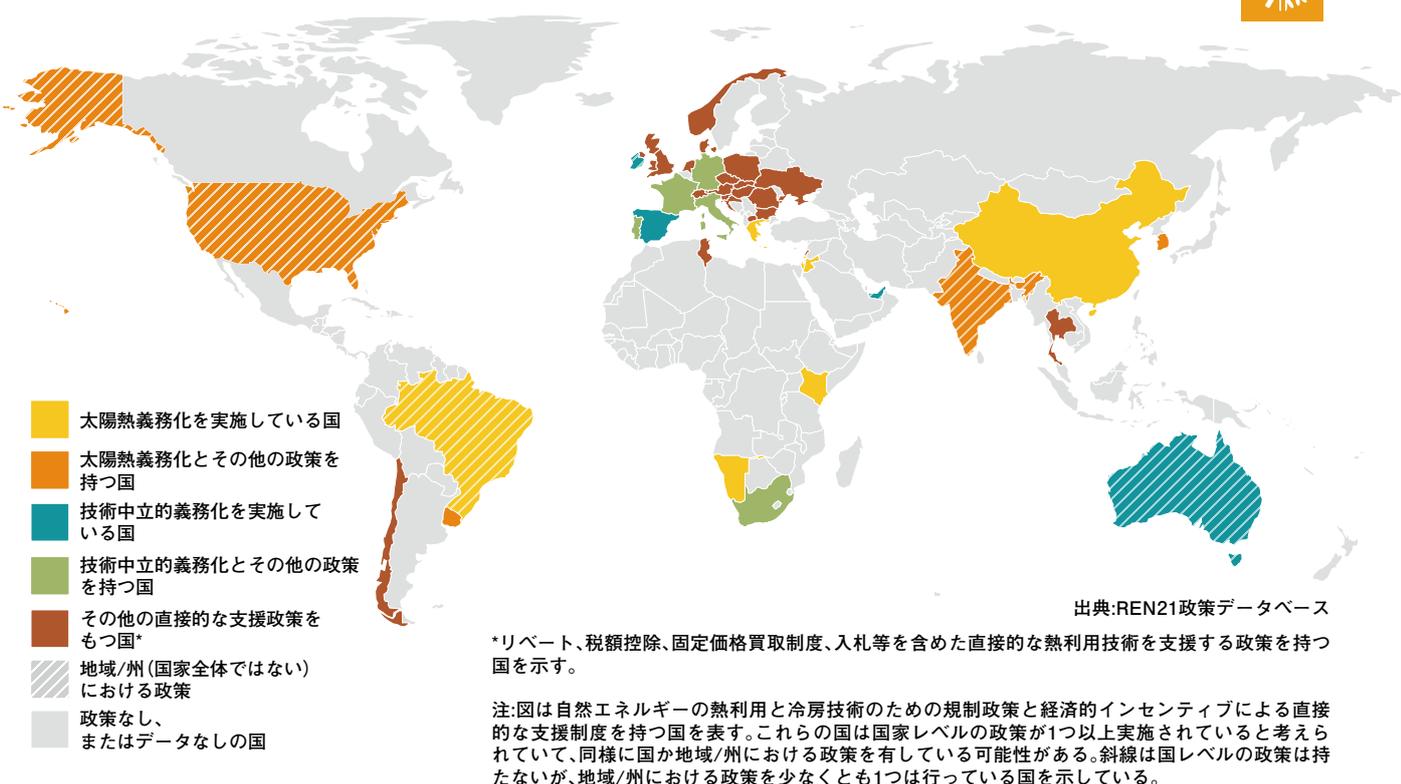
さらに、エネルギー効率化や自然エネルギーの支援策は世界的にみると十分には統合されていない。

2016年の政策の展望

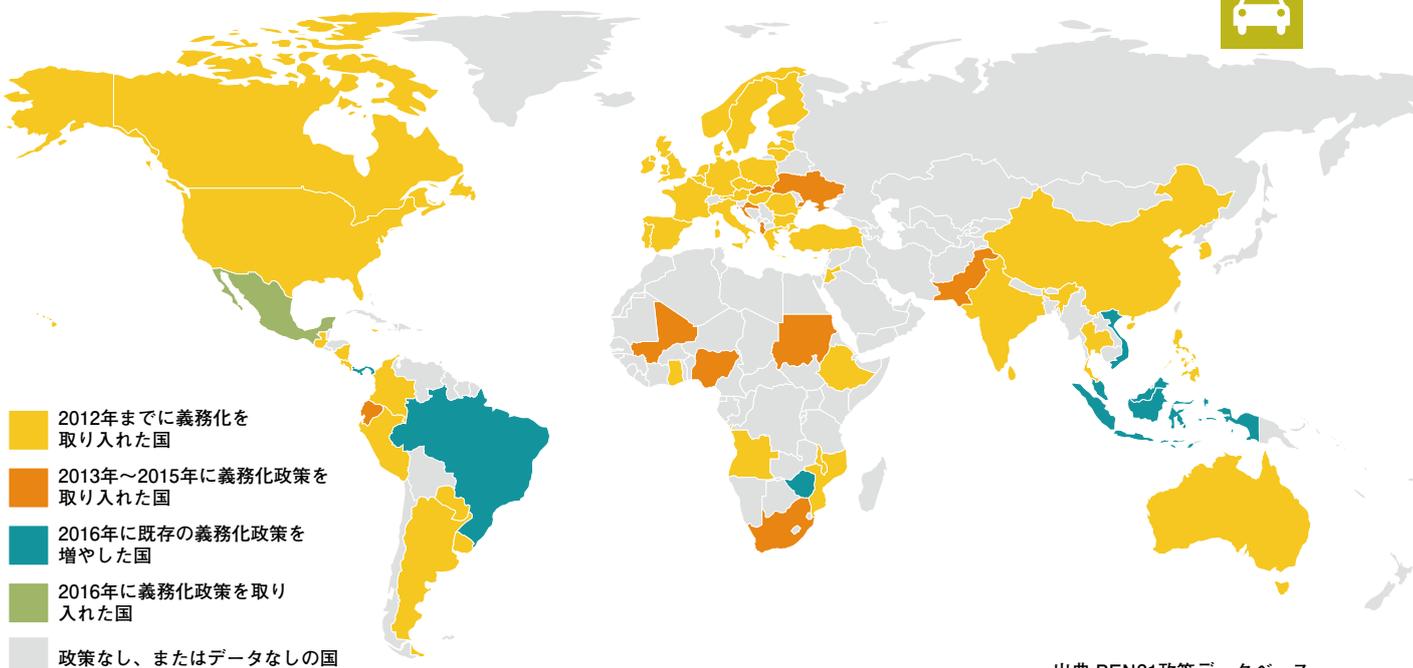
自然エネルギー電力政策を持つ国（政策手法別、2016年）



自然エネルギーによる熱利用の政策を持つ国（2016年）



交通分野のバイオ燃料義務化政策を持つ国 (2016年)



出典:REN21政策データベース

注:図は交通部門におけるバイオ燃料義務化政策を導入した国を表す。これらの国は国家レベルの政策が一つ以上実施されていると考えられていて、同様に地域/州における政策を所持している可能性がある。ドミニカ共和国、パレスチナ自治区、ザンビアは2010年～2012年に政策を取り入れたが、2013年～2015年の間に廃止した。



2016年の雇用

自然エネルギーによる雇用

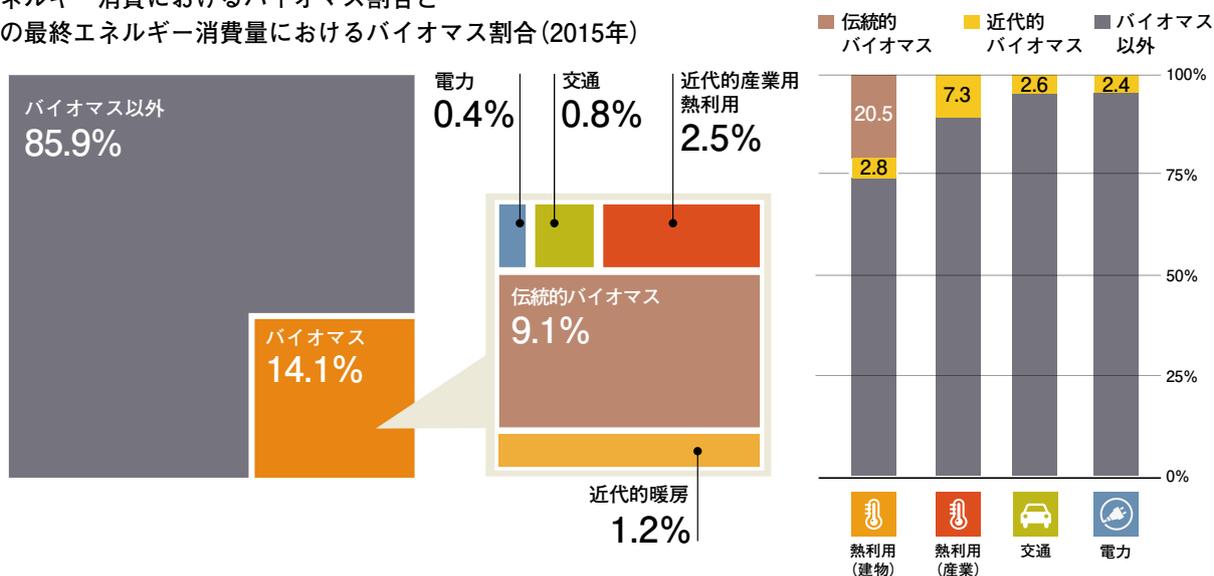


世界全体: **980 万人**の雇用

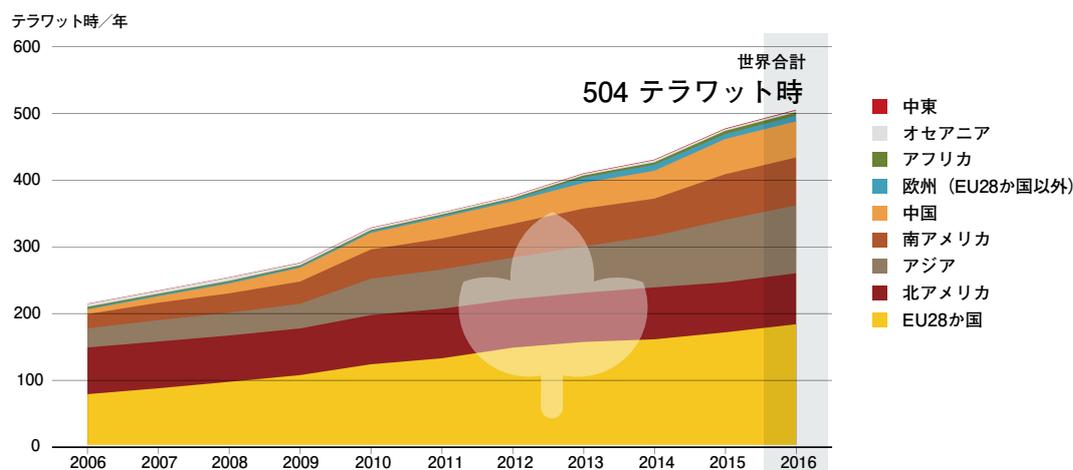
出典:IRENA

バイオマスエネルギー

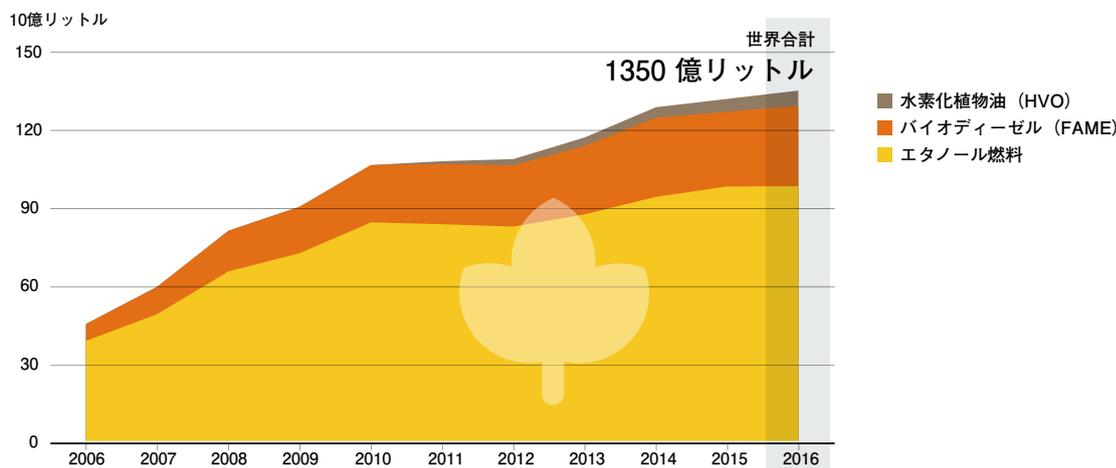
最終エネルギー消費におけるバイオマス割合と
部門別の最終エネルギー消費量におけるバイオマス割合 (2015年)



国・地域別の世界のバイオマス発電量 (2006年～2016年)

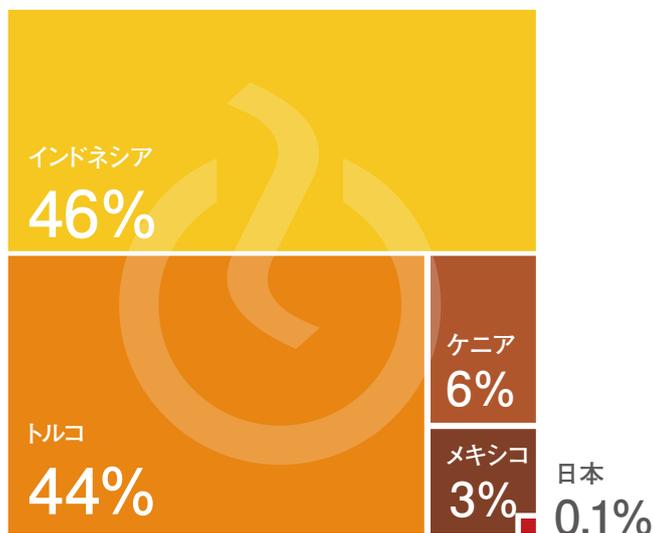


バイオエタノール、バイオディーゼル、水素化植物油 (HVO) 生産量の傾向 (2006年～2016年)

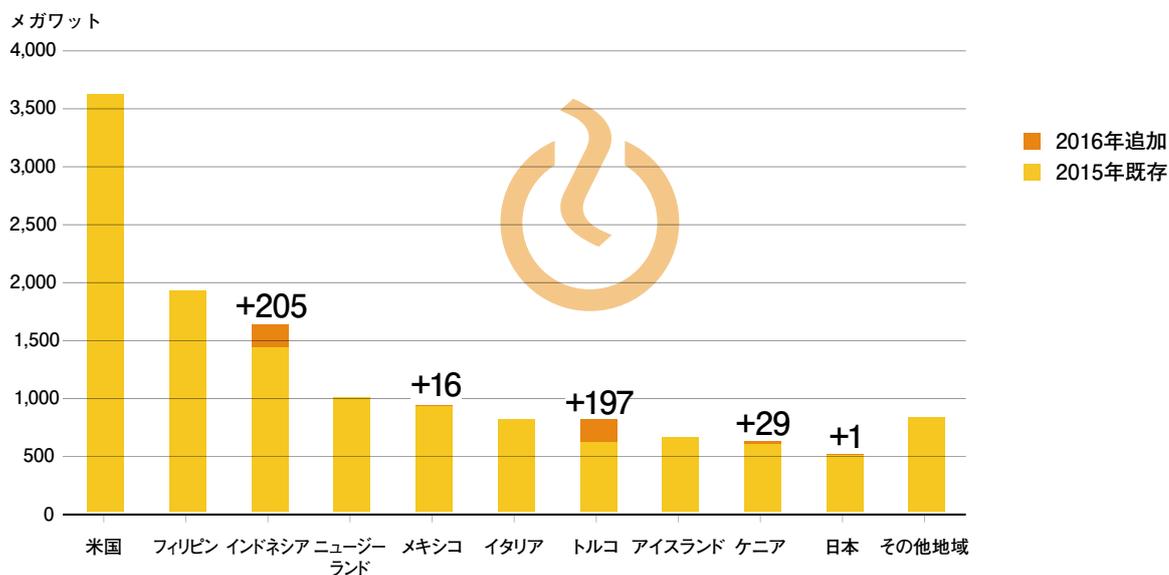


地熱発電

地熱発電の追加容量 国別割合 (2016年)



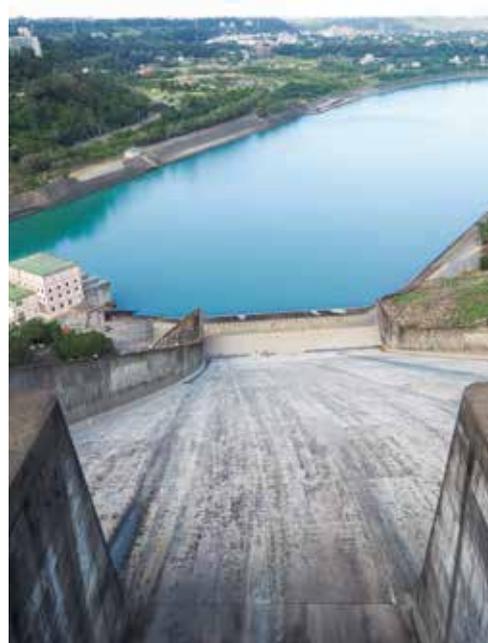
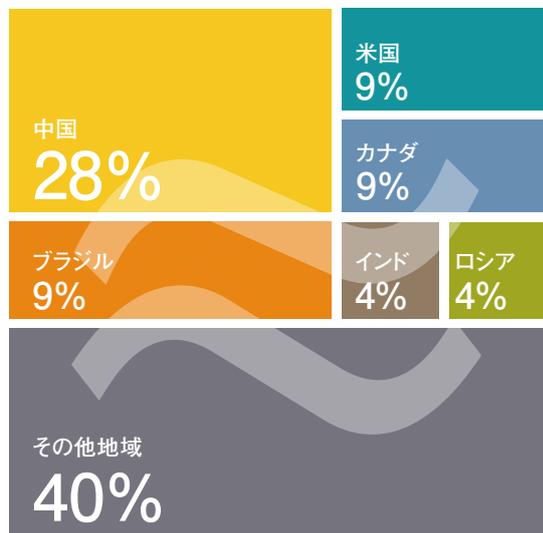
地熱発電容量および追加容量 世界上位10か国 (2016年)



インドネシアとトルコが新規地熱発電の導入を牽引しており、欧州は依然として地熱利用の活発な市場であり続けている。

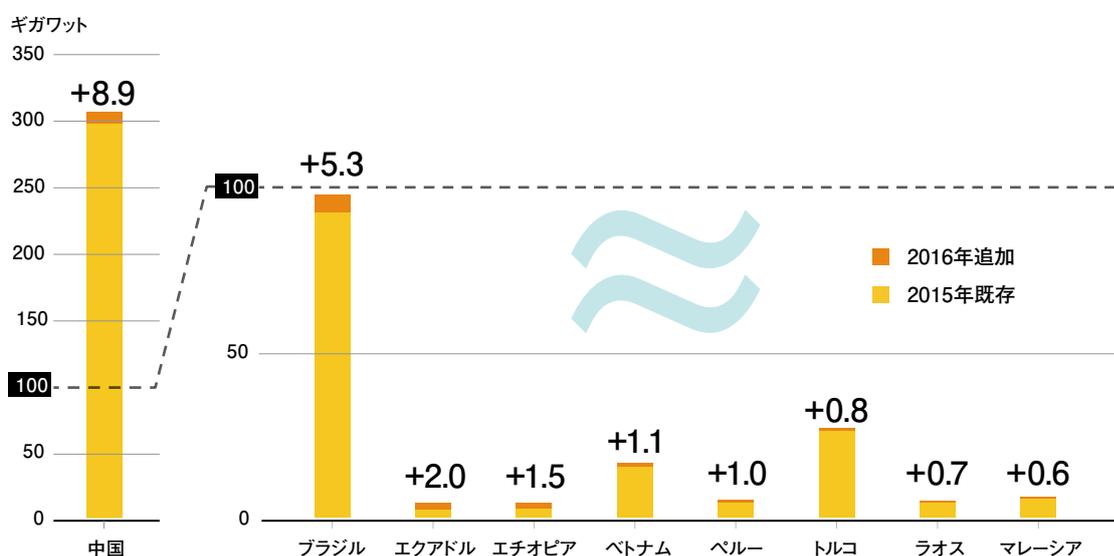
水力発電

世界の水力発電容量
上位6か国およびその他地域の割合 (2016年)



少なくとも**25GW**の水力発電設備が稼働し、揚水発電は**6GW**以上増加した。

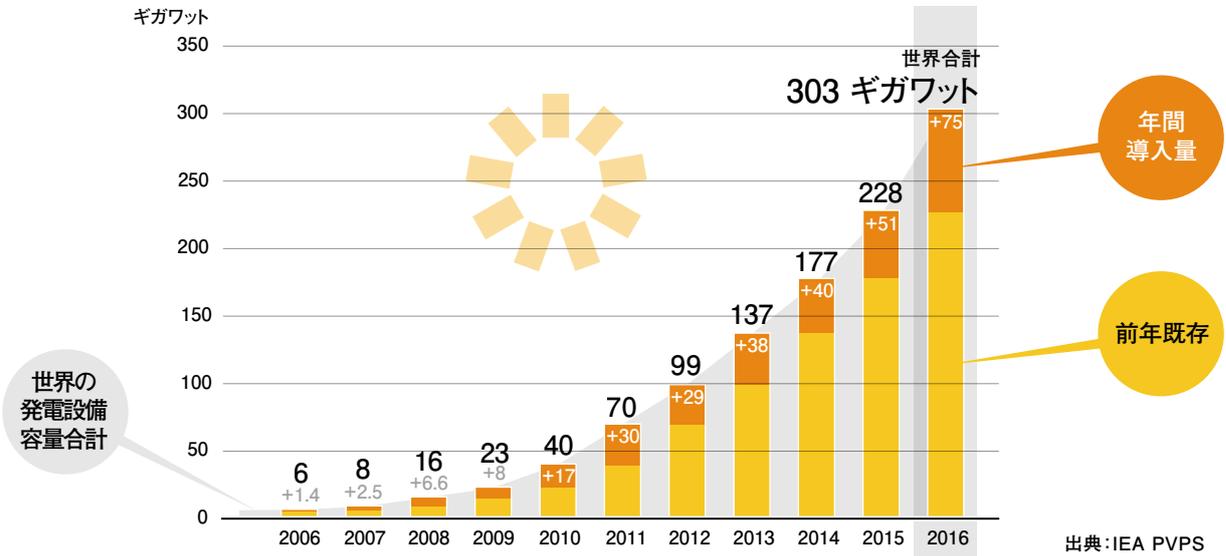
水力発電容量および追加容量 追加容量上位9か国 (2016年)





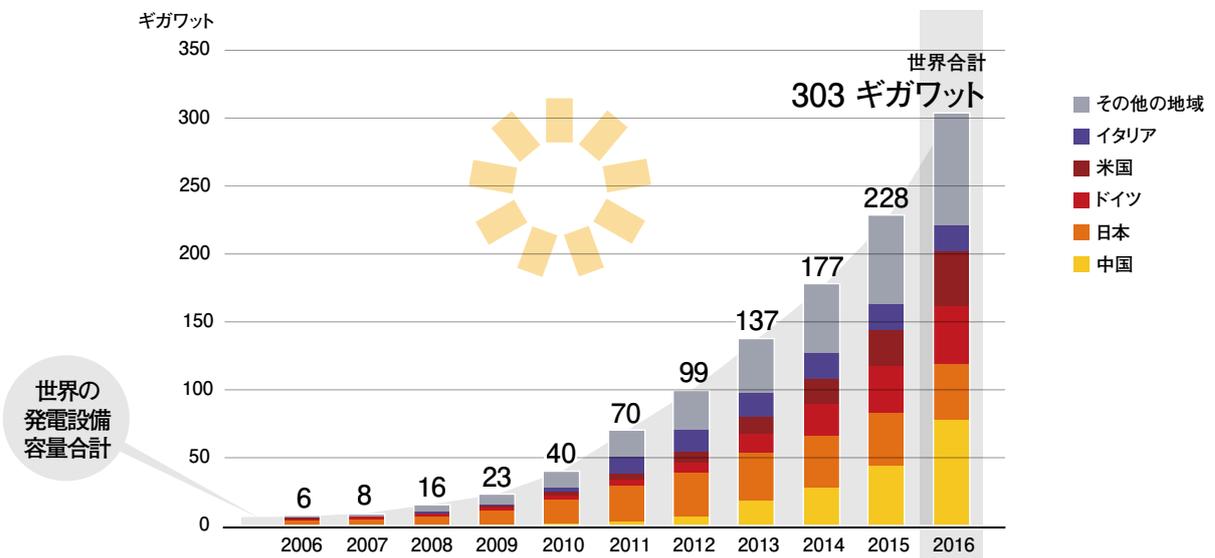
太陽光発電

世界の太陽光発電設備容量および年間追加容量 (2006年～ 2016年)

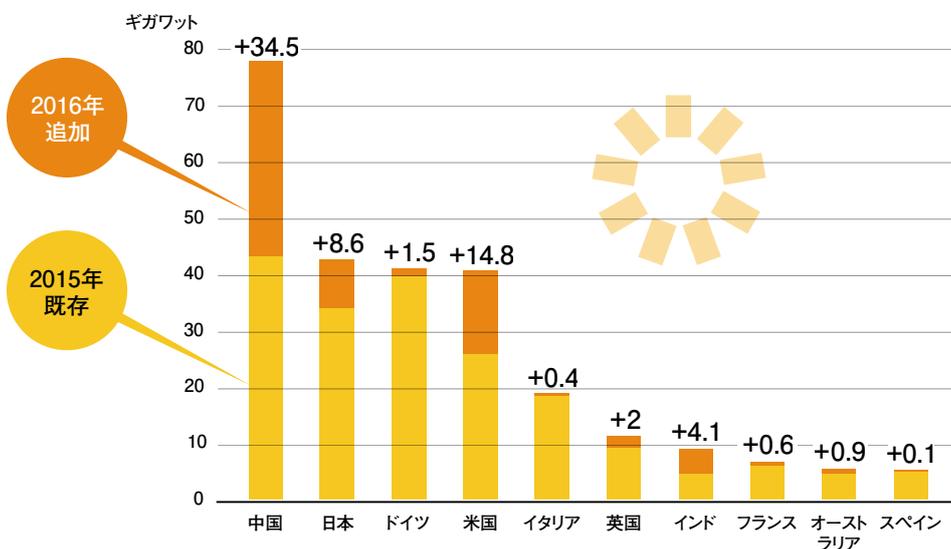


2016年に、少なくとも**75GW**の太陽光発電が世界で導入された。これは**毎時31,000枚以上**の太陽光パネルの導入に相当する。

国・地域別の世界の太陽光発電設備容量 (2006年～ 2016年)



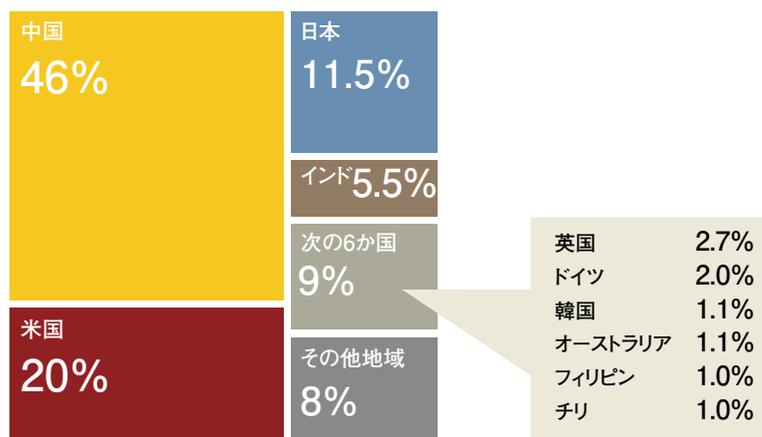
太陽光発電容量および追加容量 上位10か国 (2016年)



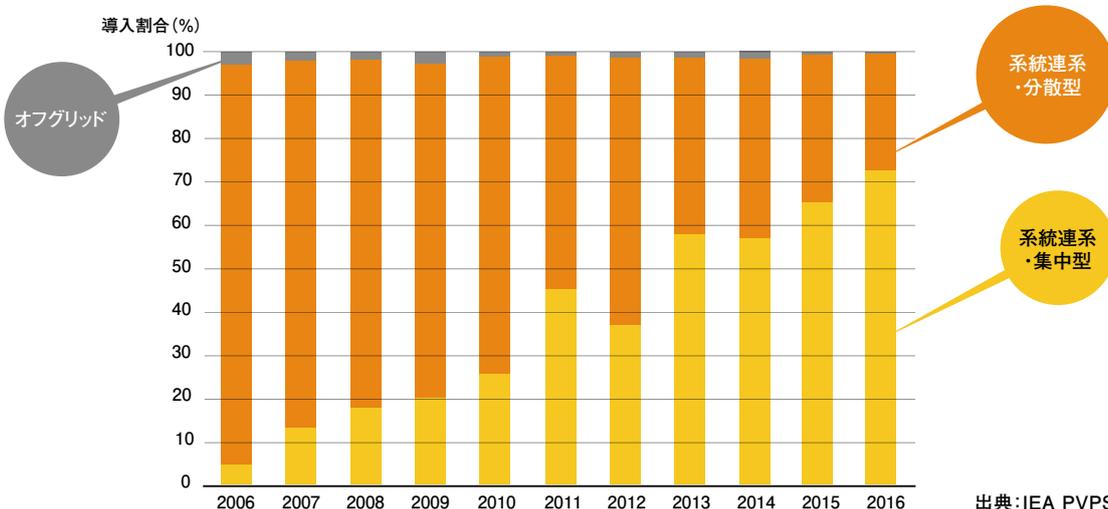
新規発電設備容量の46%を中国が占めた。



世界の太陽光発電の追加容量、上位10か国およびその他の地域の割合 (2016年)



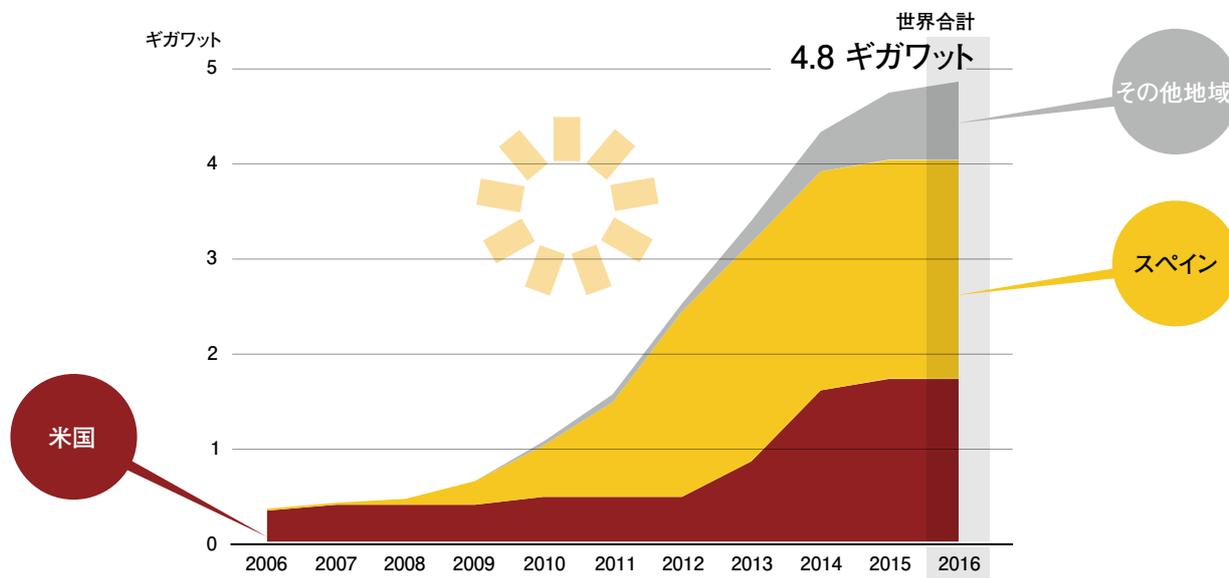
世界の太陽光発電追加容量および、系統連系型またはオフグリッド型の導入割合 (2006年～2016年)



出典: IEA PVPS

☀️ 集光型太陽熱発電(CSP)

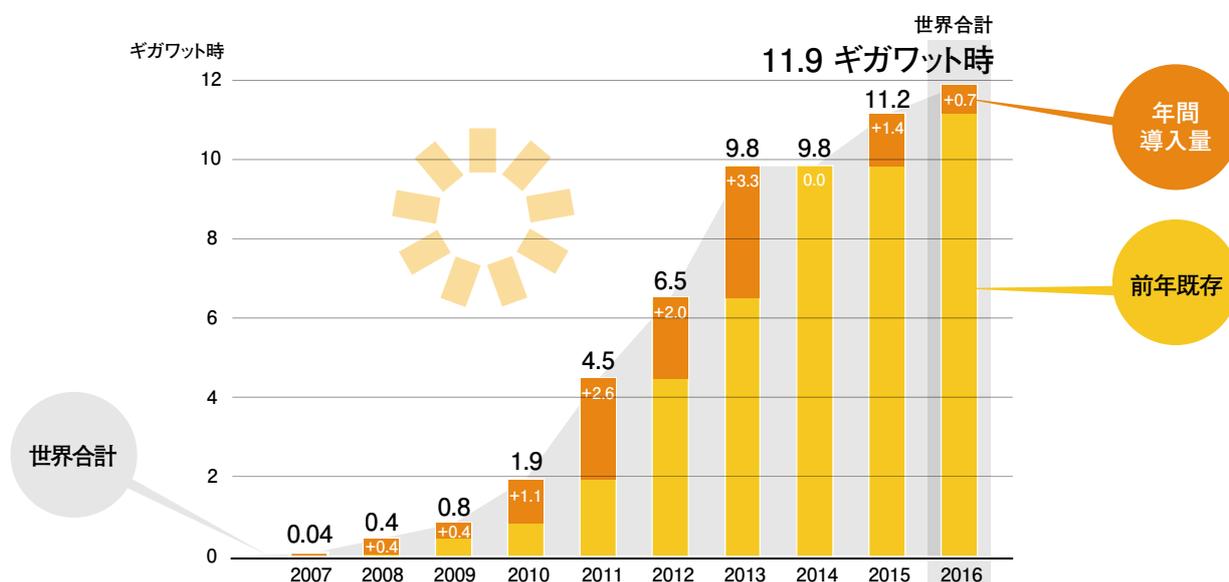
国・地域別の世界の集光型太陽熱発電容量 (2006年～2016年)



稼働したすべての新たな施設は、
熱エネルギー貯蔵
システムを備えている。

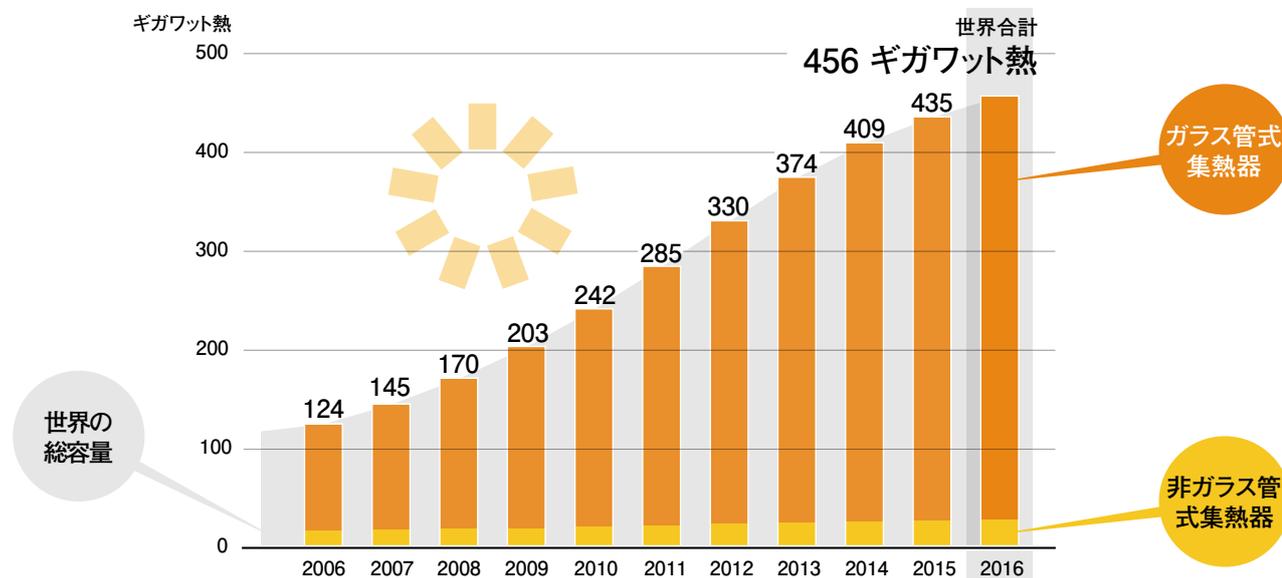


世界のCSP 附属熱エネルギー貯蔵システムの容量と年間導入量 (2007年～2016年)



太陽熱利用と冷房

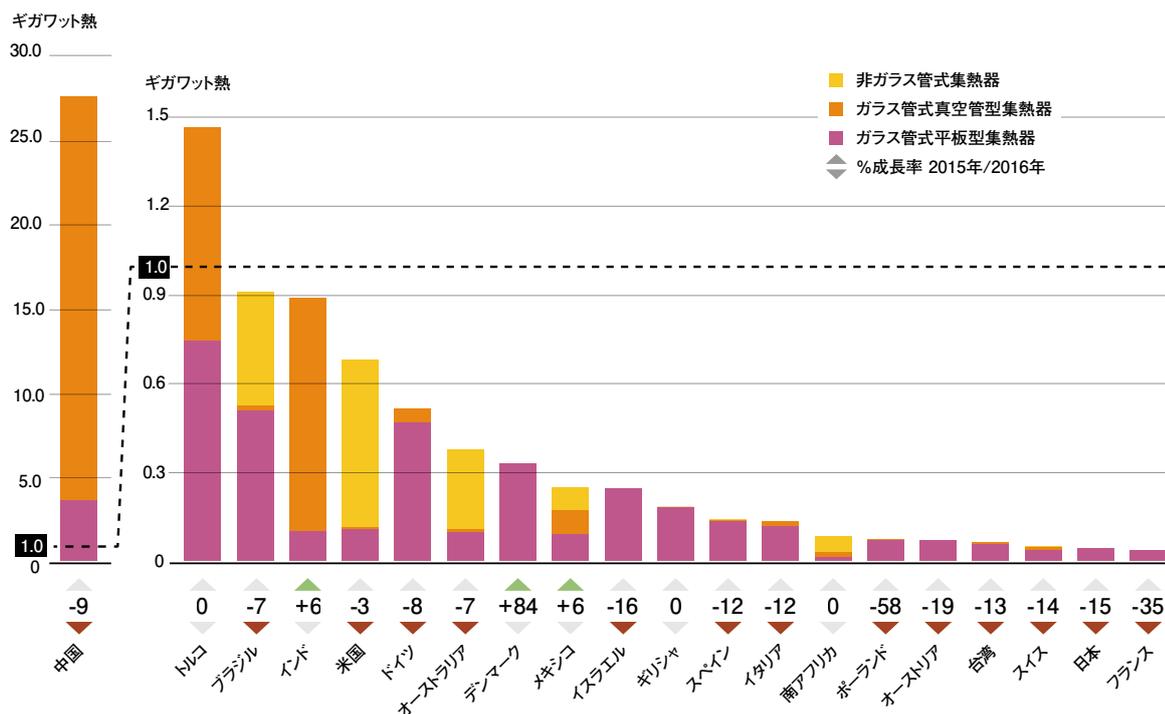
世界の太陽熱集熱器設備容量 (2006年～2016年)



出典：IEA SHC.

デンマークにおける太陽熱地域熱供給の設備容量は2倍に(2016年)。

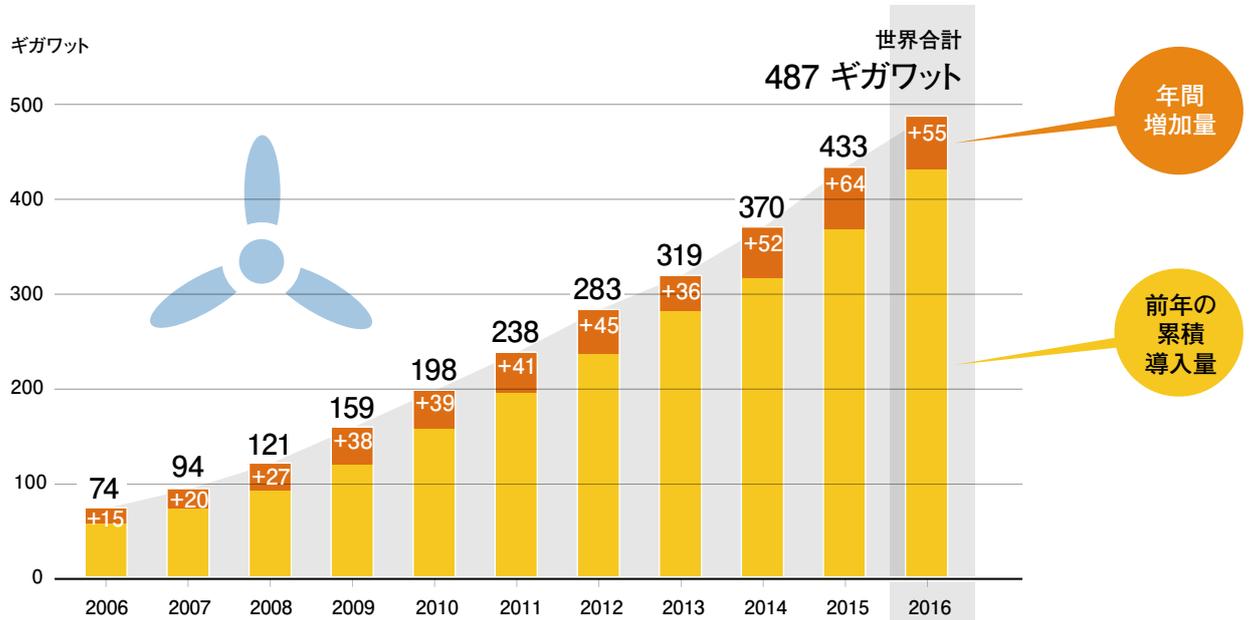
太陽熱集熱器追加容量 上位20ヶ国 (2016年)



注:追加容量は総容量の増加を示している

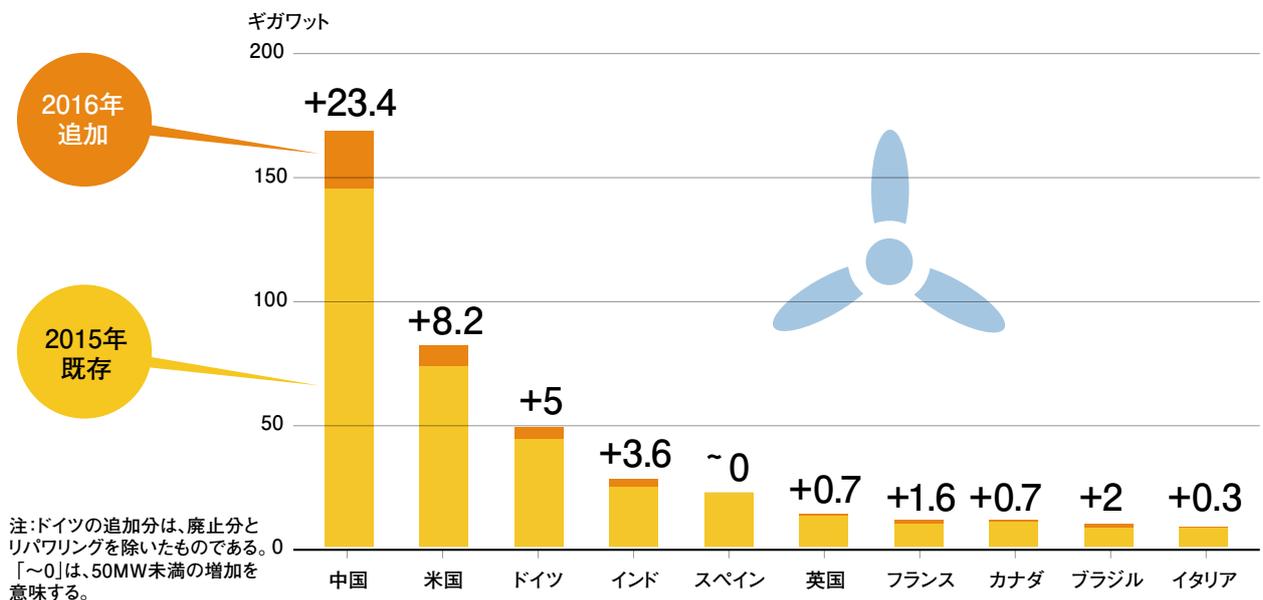
風力発電

風力発電の世界発電設備容量と年間増加量 (2006年～ 2016年)

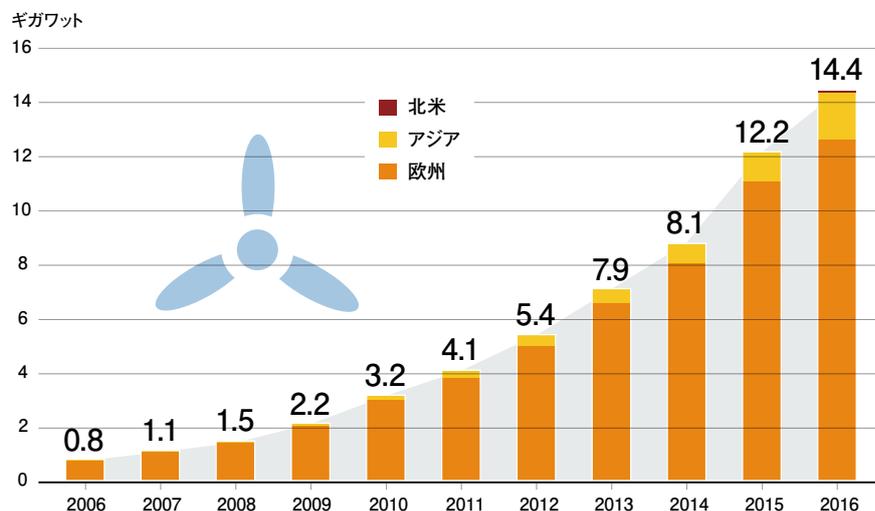


2016年末までで、90か国以上で商業規模の風力事業が行われ、29か国では、1GW以上が導入されている。

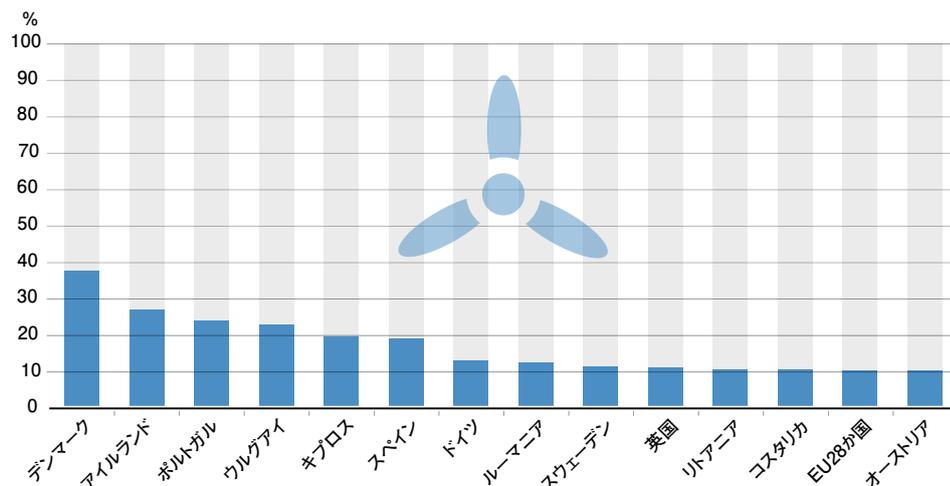
風力発電容量と追加容量上位10か国 (2016年)



世界の洋上風力の発電容量、地域別 (2006年～ 2016年)



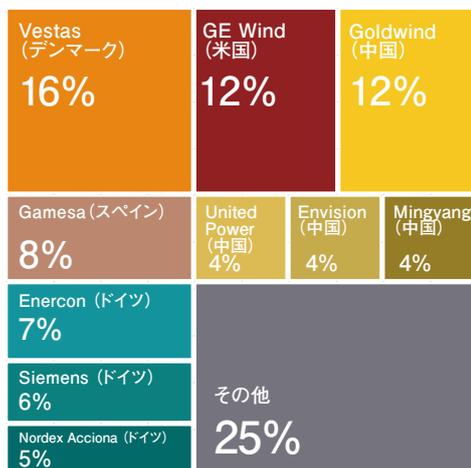
風力発電により供給されている電力需要の割合、10%以上の国々とEU28か国 (2016年)



より多くの市場において、**風力発電**は新規電源の中で最も低コストの選択肢となっている。



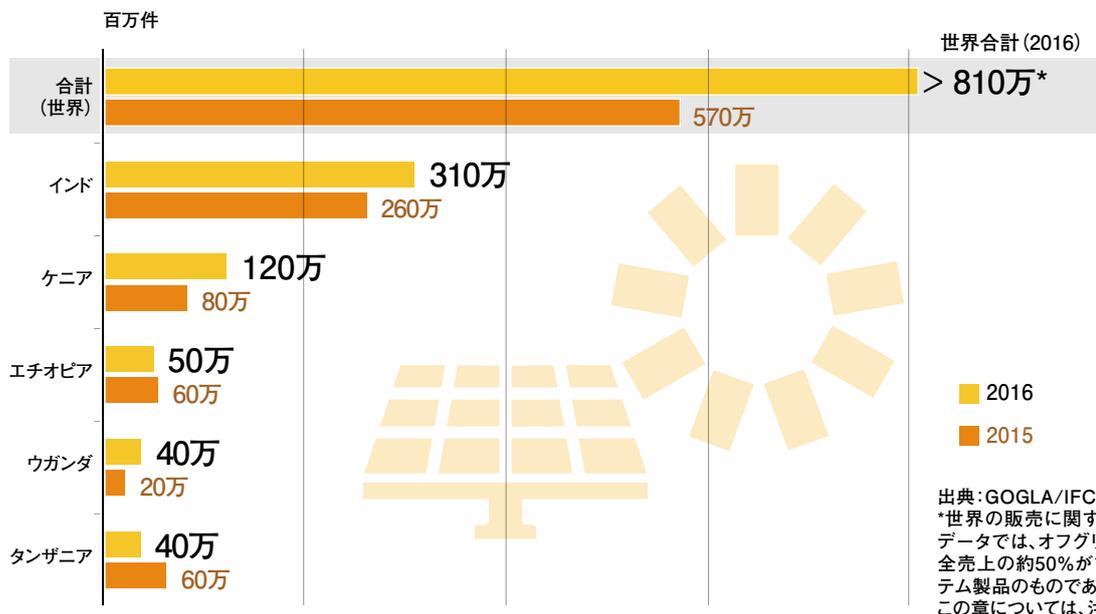
風力タービン製造上位10社による市場占有率 (2016年)



出典：FTI Consulting.

分散型自然エネルギー

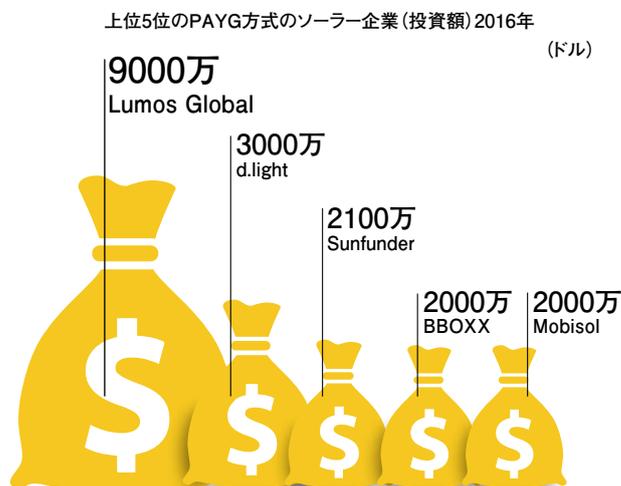
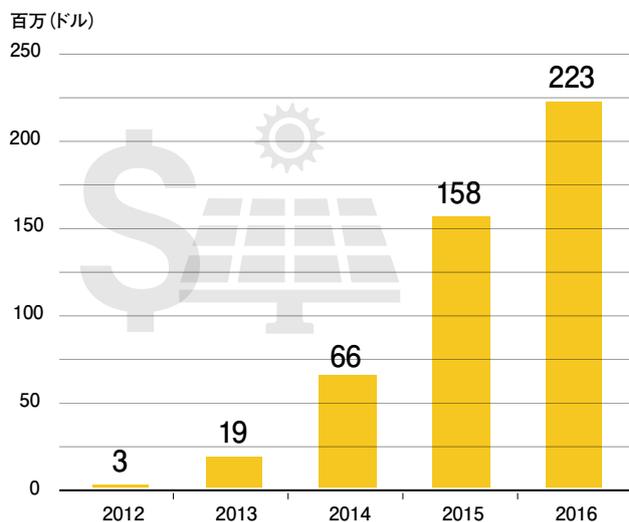
上位5か国におけるオフグリッド型ソーラーシステムの販売 (2015年～2016年)



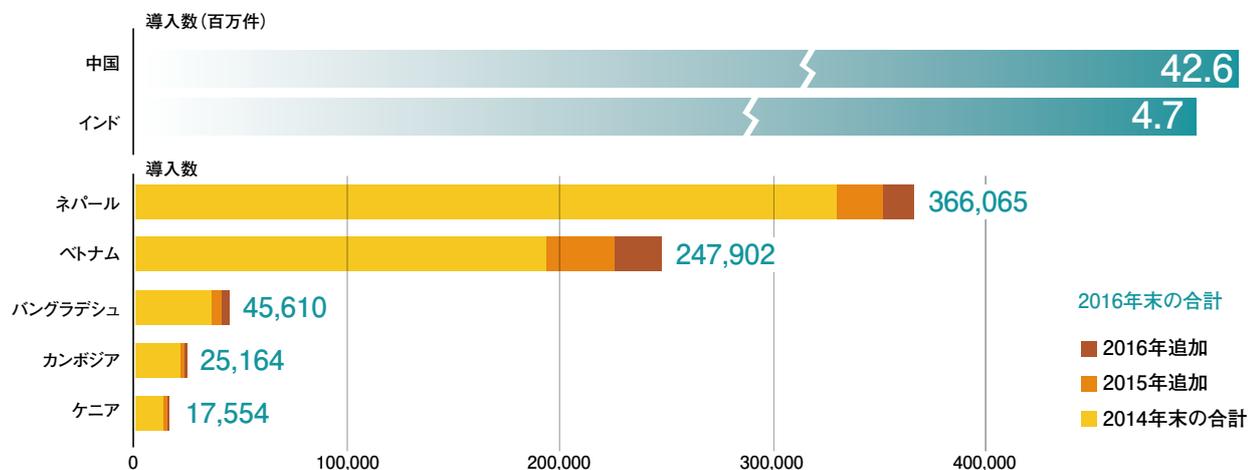
自然エネルギーミニグリッド市場は2016年に拡大し、年末までに年間2000億ドルを超えた。



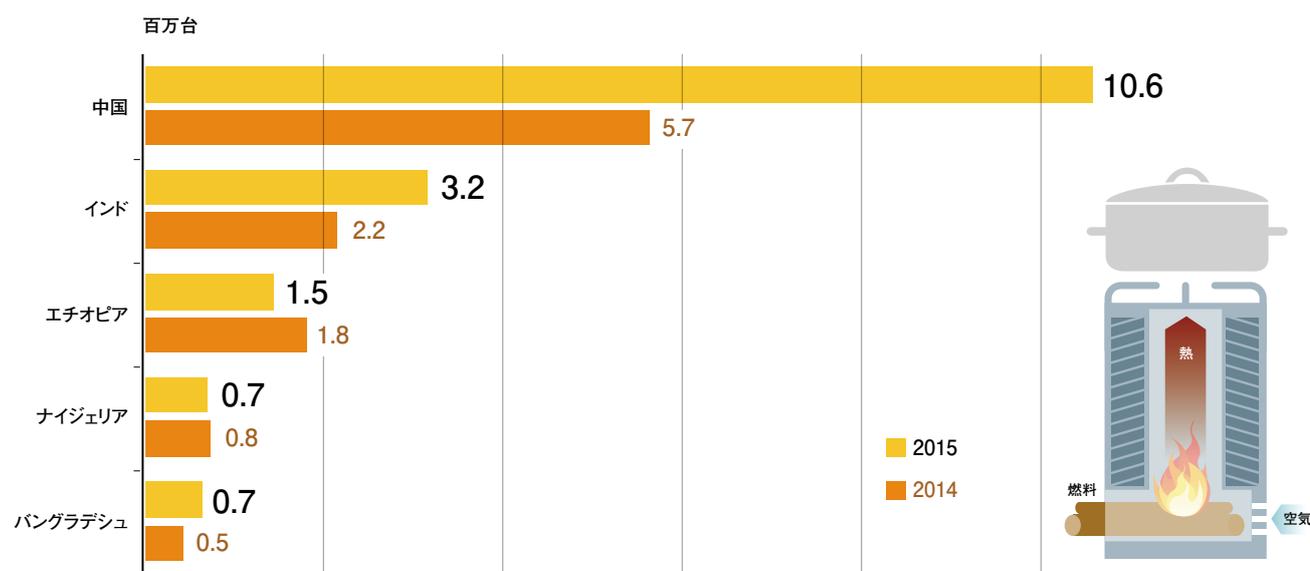
Pay-As-You-Go方式ソーラー企業への投資 (2012年～2016年)



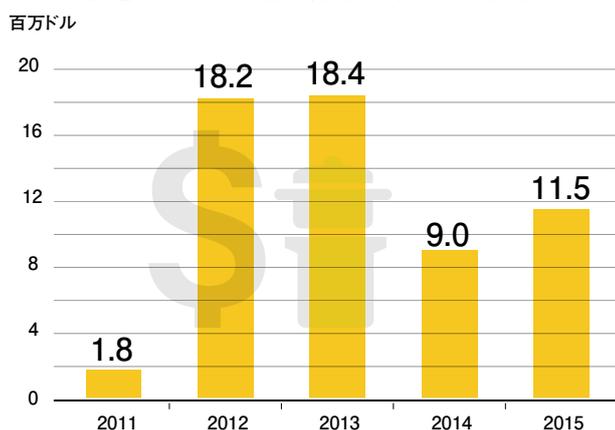
上位5か国における家庭用バイオガспラントの数、合計と年間追加数(2014年～2016年)



上位5か国におけるクリーン調理ストーブの追加数(2014年と2015年)

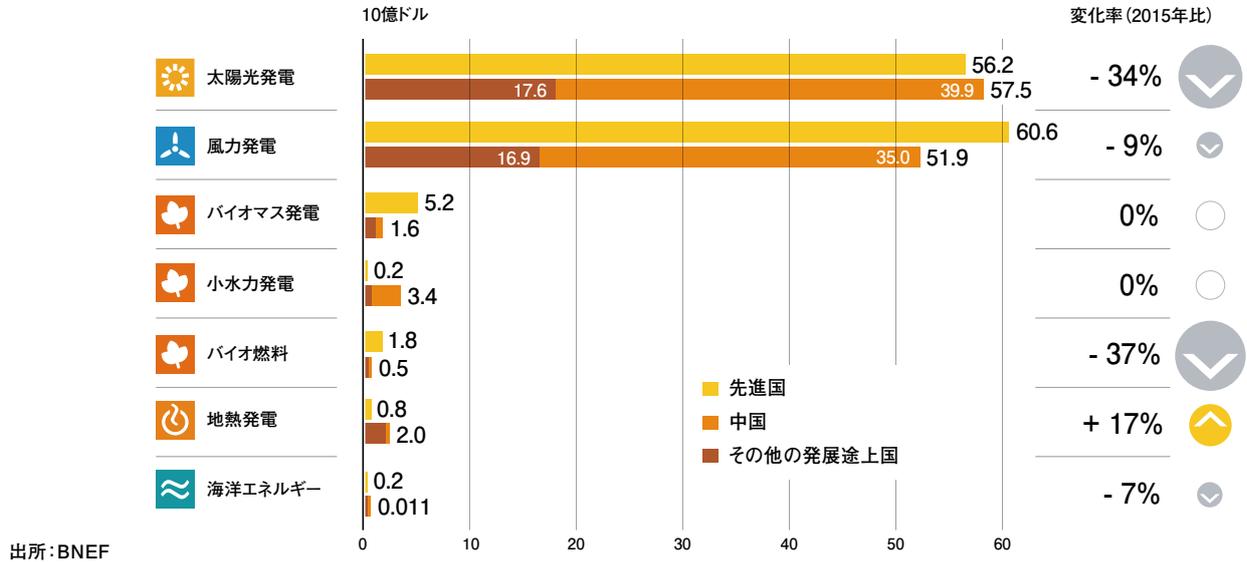


クリーン調理ストーブへの投資(2011年～2015年)

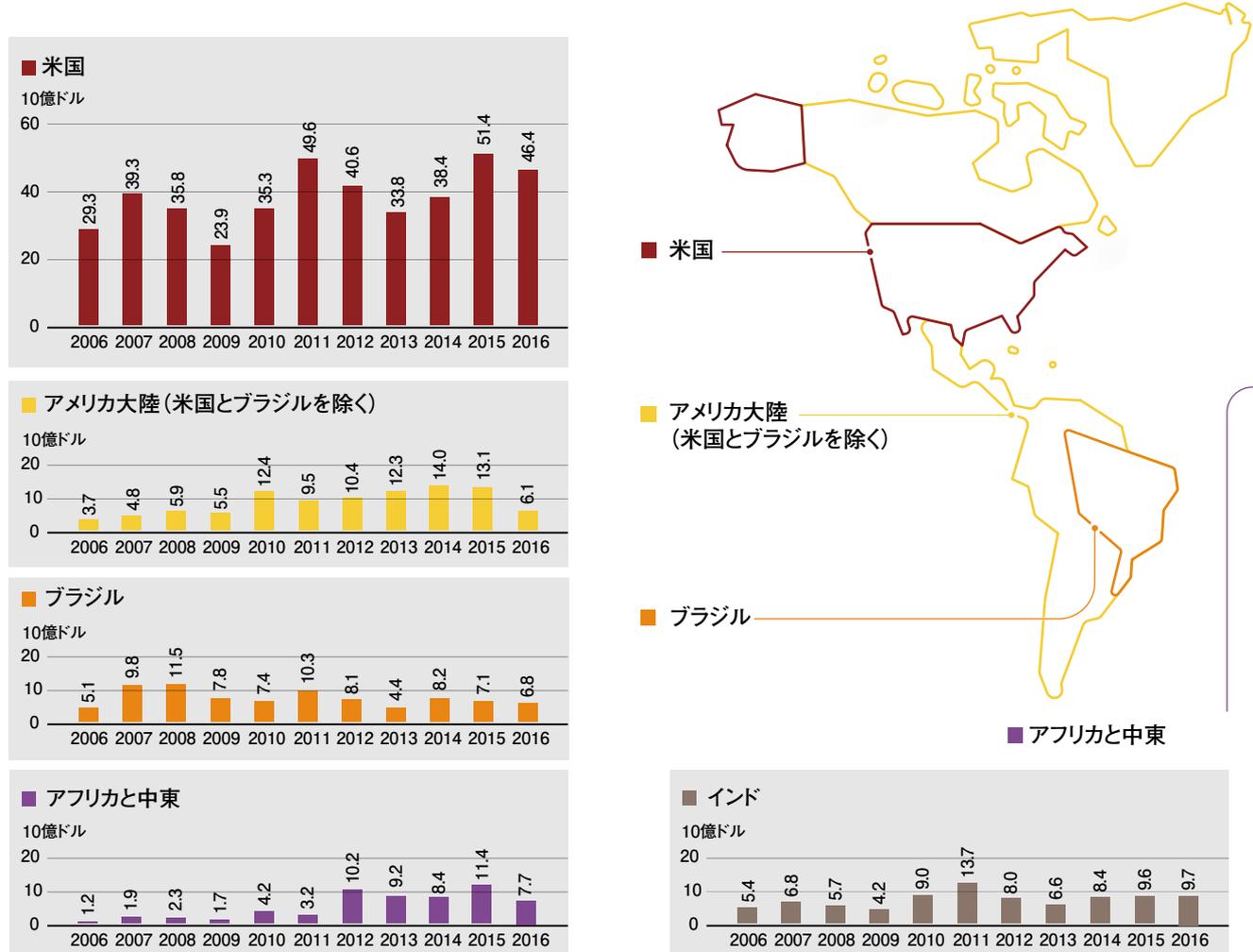


世界の投資2016年

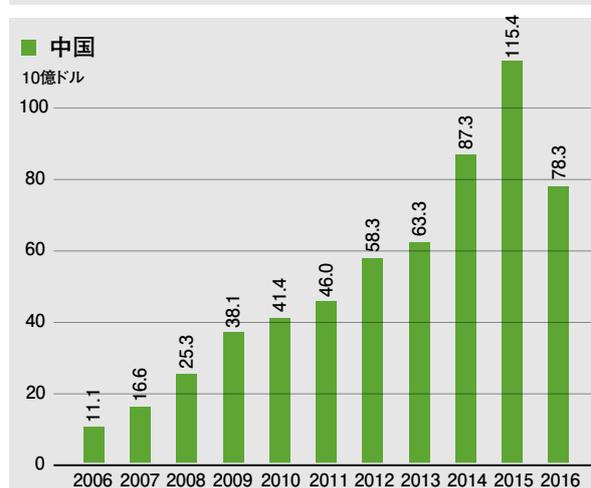
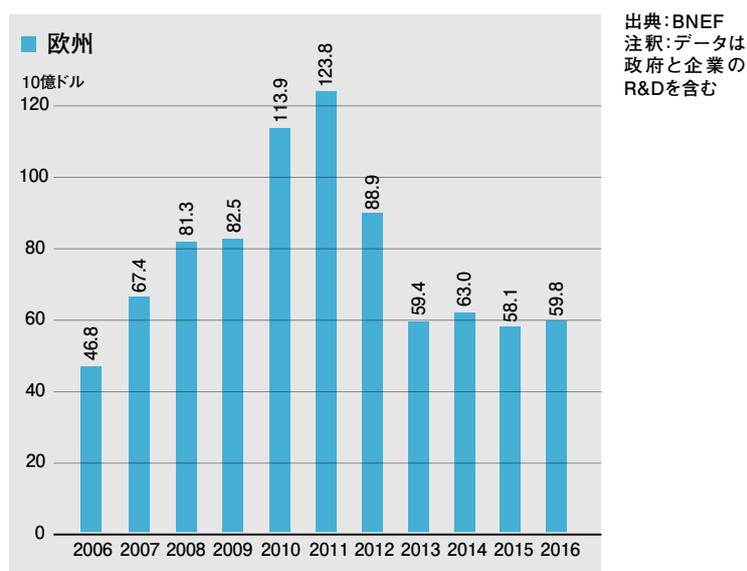
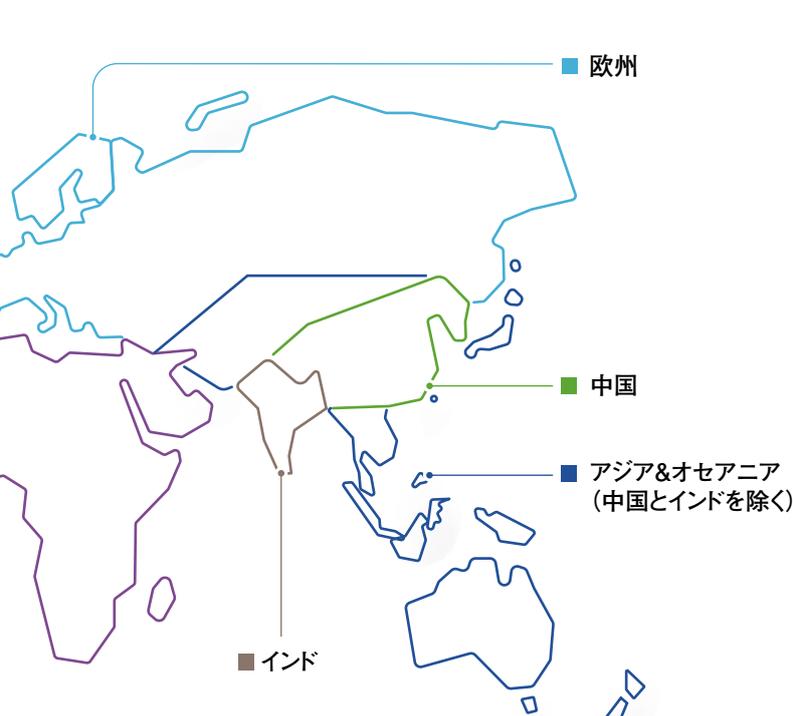
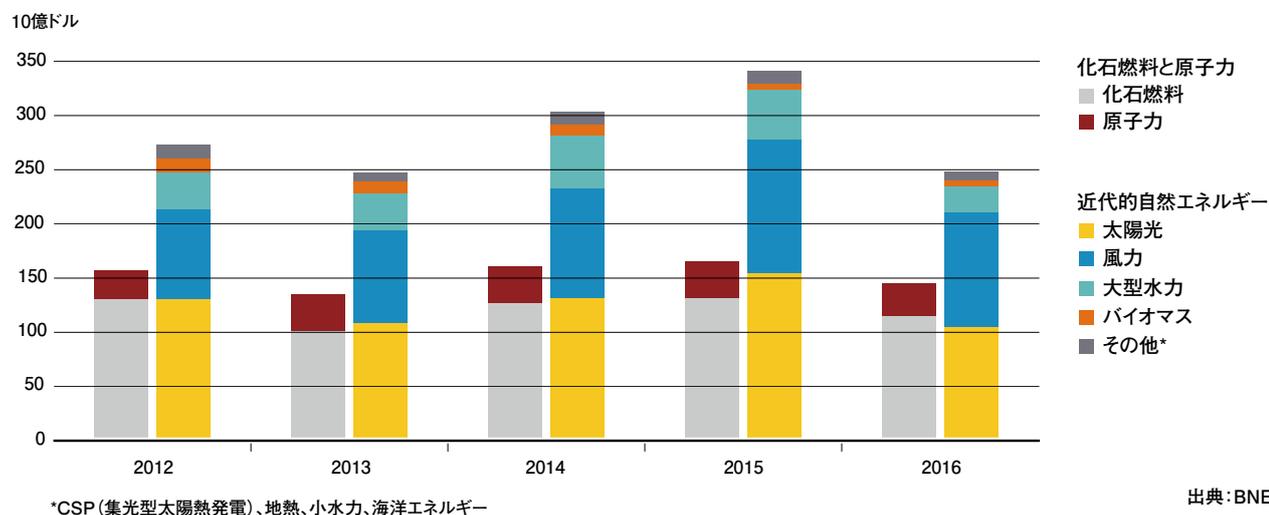
技術別の自然エネルギーへの世界新規投資額、先進国／発展途上国 (2016年)



国別・地域別の自然エネルギー発電および燃料への世界の新規投資額 (2006年～2016年)

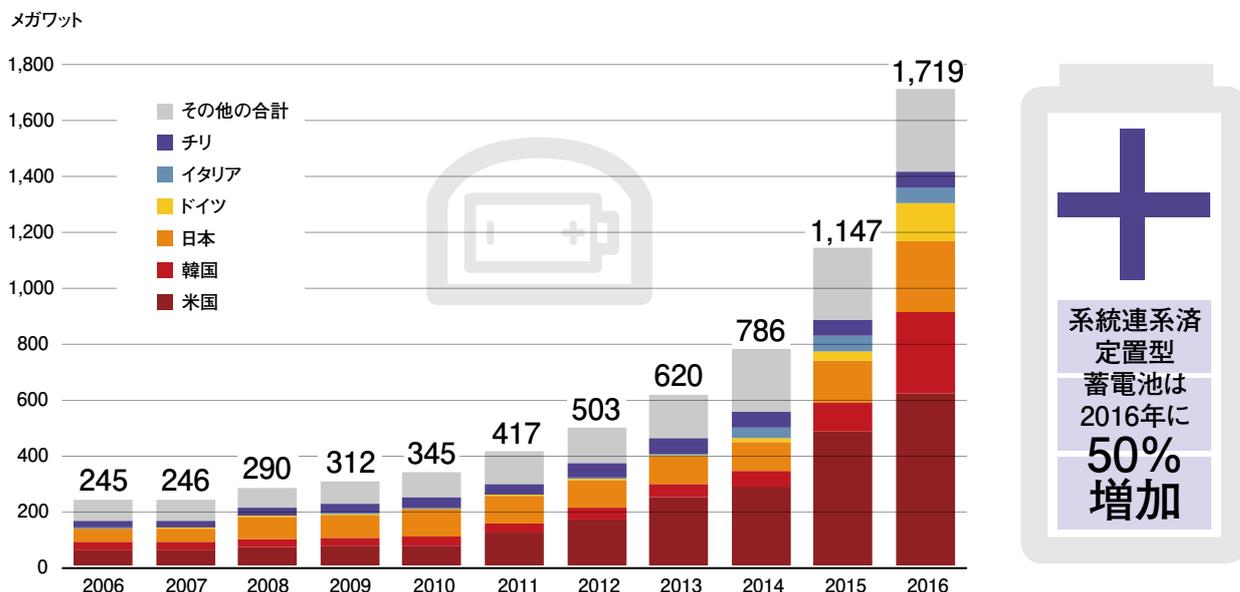


種類別の発電容量への世界投資(自然エネルギー、化石燃料および原子力)、(2012年～2016年)



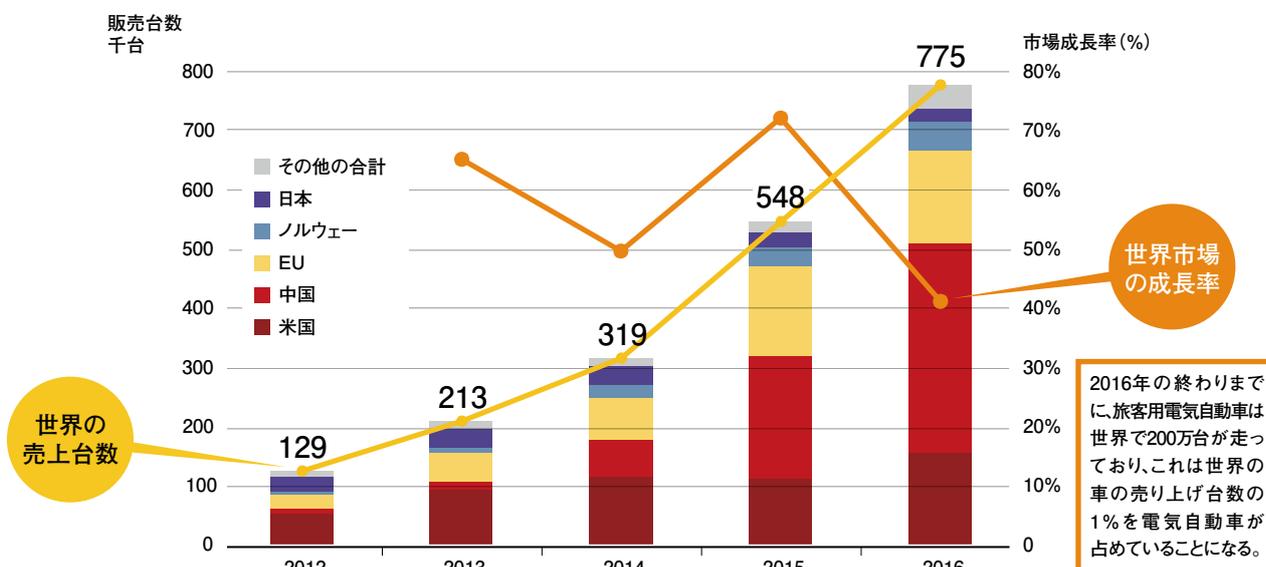
実現技術

世界の系統連系定置型蓄電池容量 (国別、2006年～2016年)



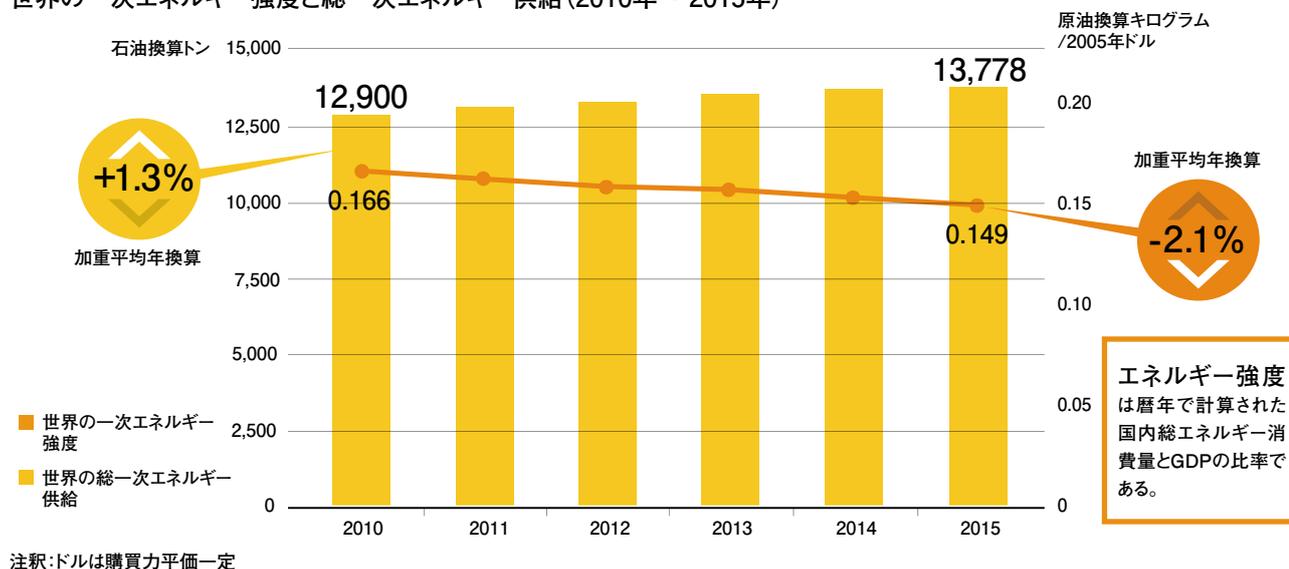
情報・コミュニケーション技術、蓄電池、電気自動車といった**実現技術**は、再生可能エネルギーの利用をより容易にする

世界の旅客用電気自動車市場 (プラグインハイブリットカーを含む) (2012年～2016年)

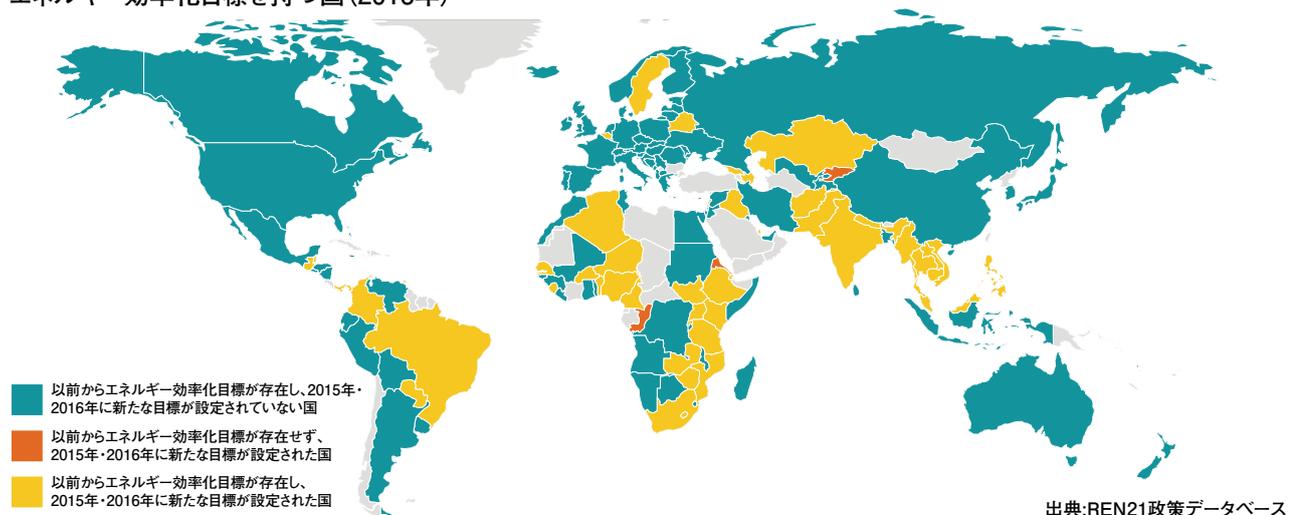


エネルギー効率化

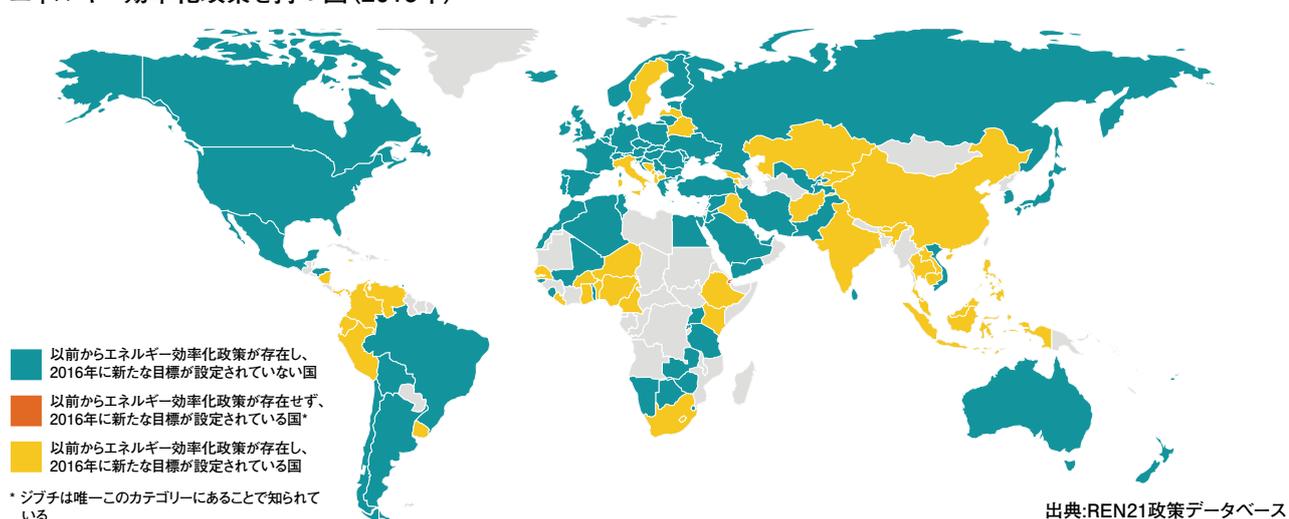
世界の一次エネルギー強度と総一次エネルギー供給(2010年～2015年)



エネルギー効率化目標を持つ国(2016年)



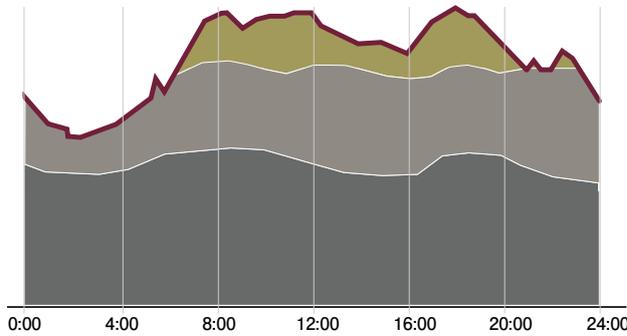
エネルギー効率化政策を持つ国(2016年)



特集2017:ベースロードを脱構築する

ベースロードのパラダイムから100%自然エネルギー電力の新しいパラダイムへの概念的な進歩

A) ベースロードパラダイム

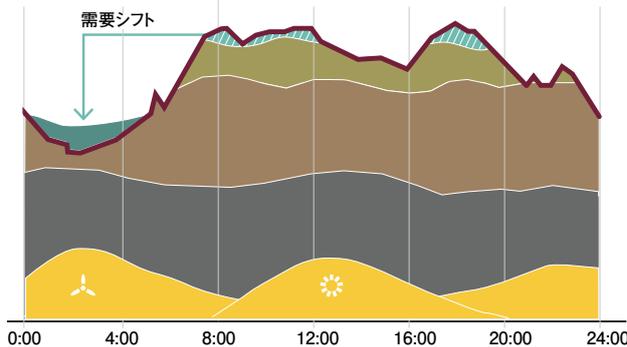


	発電種別	
■ ピーク電力	  	
■ ミドル電力 調整可能な電源	 	
■ ベースロード電源	 	  



変動性自然エネルギー発電がより高い割合を占めていく進歩の初期段階では、電力システムは系統運用の調整を進め、自然エネルギー発電量の予測システムを強化し、より効率的なスケジューリングと受給調整のために改善された制御技術と運用手続きを導入していく。

B) 移行初期

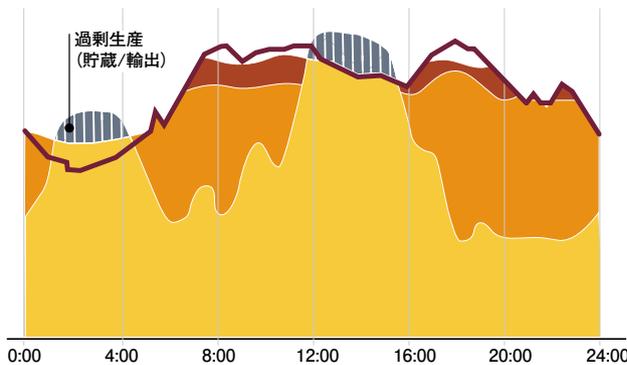


	発電種別	
■ 需要シフト	→ 早朝まで	
■ ピーク電力	  	
■ ミドル電力 調整可能な電源	 	  
■ ベースロード電源	 	  
■ 変動性自然 エネルギー		 



自然エネルギー中心の電力システムに向けた進歩の最終段階では、先進的な資源量予測技術、系統と相互連系の拡大、系統運用のための改良型情報技術と制御技術、より普及したエネルギー貯蔵技術、大幅に効率的かつ対象範囲が広がったデマンドレスポンス、電気・熱利用・交通分野とのカップリングを通じて変動性自然エネルギー発電が統合される。

C) 新しいパラダイム



	発電種別	
■ 過剰生産		  → 貯蔵または売電
■ 貯蔵および 輸入/売電		 太陽光発電と風力発電のピークから
■ 調整可能	   	*
■ 変動性自然 エネルギー		 

* CSPによる熱エネルギー貯蔵

 石炭火力
  石油火力
  ディーゼル発電
  原子力
  天然ガス火力
  水力
  バイオマス発電
  太陽電池とCSP
  地熱発電
  風力発電

変動性自然エネルギー (VRE) の割合

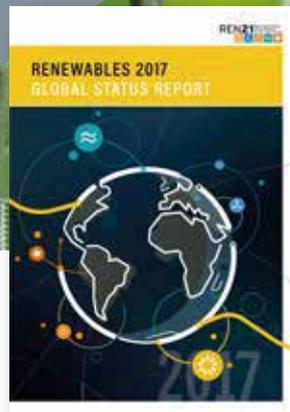


変動性資源の発電量シェア

50%以上

影響	顕著な影響なし。	供給における変動と不確実性の若干の増加が、システム運用レベルで顕著となる。 個々の発電所の運転に一定の影響あり。	供給における変動と不確実性が拡大し、システム運用レベルで大きな影響を与える。 複数の発電所の運転に顕著な影響あり。	供給における変動と不確実性がより拡大し、システム運用レベルで多大な影響を与える。 事実上全ての発電所の運用に顕著な影響あり。	VRE発電の構造的な余剰と季節間でのエネルギー需給の不均衡。
応答要件	追加対策なし。	システム運用と送電インフラに一定の調整。	システム運用の重要な変更。 需要と供給の柔軟性を大幅に高める。 電圧と周波数の安定性のための送電網の強化。	システム運用の大きな変更。 供給と需要の柔軟性の追加的対策。 電圧および周波数の安定性のための重要な送電網の強化。	需要と供給の不均衡を管理するための追加的措置。
応答	リソース予測	■	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
	システム運用	■	■ ■	■ ■ ■	■ ■ ■
	エネルギー貯蔵		■	■ ■	■ ■ ■
	需要管理		■	■ ■	■ ■ ■
	システム強化		■	■ ■	■ ■ ■
	セクターカップリング			■	■ ■ ■
技術面および運用面での応答の例	将来のVREの拡大のため、技術基準を含むシステムの状況と計画に関する情報の収集。	再生可能エネルギー発電量予測システムの確立。 システムリソースの効率的なスケジューリングと調整力拡大のための改良型制御技術と運用手順の導入。	高度な資源量予測、送電インフラの改善と調整可能な電源のより柔軟な運用を通じて、変動を管理する。 改善された情報技術と制御技術、連系線の強化により、地域間の調整を行う。	より良い情報技術と制御技術により、デマンドレスポンスの効率と対象範囲を大幅に拡大する。 エネルギー収支と電圧および周波数の安定化のために、系統上とメーター後に追加の重要な先進的蓄電池を設置する。	セクターカップリング、つまり日毎、週ごと、もしくは季節ごとのVRE発電の吸収用に、熱利用と交通を電化する。 電気を化学的に貯蔵できる形に転換する(例えば水素)。
国ごとのVRE導入割合	インドネシア メキシコ 南アフリカ	オーストラリア、オーストリア、ベルギー、ブラジル、チリ、中国、インド、オランダ、ニュージーランド、スウェーデン	ドイツ、ギリシャ、イタリア、ポルトガル、スペイン、イギリス、ウルグアイ	デンマーク、アイルランド	

備考:この表は一般化されている。技術面および運用面での応答に対する様々な影響および優先順位はシステムによって異なり、単一の手法に限定されるものではない。



つながりを作る

物事を正しく判断するためには、最新の情報が必要である。自然エネルギー世界白書(GSR)は、最新の情報とデータをもとに、1年間の自然エネルギーの発展を辿る。中立的で事実に基づいたこの報告書は、年間の自然エネルギー市場、産業、政策を詳細に記している。この白書は、国際的なネットワークから、800人を超える著者、協力者、レビュー担当者を155か国から集い、連携して作業することによって実現した。今年で発刊12年目となる自然エネルギー世界白書は、自然エネルギーの市場、産業、政策の傾向を知るために最も参照されているレポートである。

世界的な自然エネルギーへの転換の促進 REN21自然エネルギー白書2017ハイライトは、全体的なエネルギー転換の流れの中で、自然エネルギーがどのように進化しているかを深く理解することができる補完的な出版物である。このレポートでは、昨年に起こった好ましい発展状況を示し、進展が遅れている地域に言及し、自然エネルギーへのエネルギー転換の速度を上げる方策を紹介している。

自然エネルギー世界白書シリーズは、リアルタイムで発生している事象をありのままに報告している。それに対し、21世紀のための自然エネルギーネットワーク(REN21)の**世界自然エネルギー未来白書**シリーズは、自然エネルギーが今後どのように発展していくのかという考えを提唱している。また、本レポートのシリーズは、自然エネルギーの今後の発展のため、信頼に足る可能性を幅広く紹介している。本シリーズは、将来の展望を1つに絞って紹介するわけ

はなく、むしろ多くの人々の集合的で現代的な考えに基づき、多面的で客観的な展望を提唱している。

これらのレポートを総合すると、我々の現在の立ち位置と、自然エネルギーへの移行を成功させるためには何がなされるべきかの距離感が浮き彫りとなってくる。

自然エネルギー未来白書:100%自然エネルギーに向かうための議論が、2017年4月に発刊された。この白書は、21世紀中頃までにエネルギーを100%自然エネルギーで賄うことが世界的にできるかどうかを書いたものである。我々のエネルギーシステムを低炭素化することは広く同意されているものの、やり方は1つだけではない。ある国で通用することが、他の国でも通用するとは限らないからである。白書では、2016年中にインタビューした110人を超える世界中のエネルギーの専門家の意見を分析している。これは、未来を予想するためではなく、100%自然エネルギーの機会と課題についての議論を加速させるためのもので、結果的によい政策決定ができるようサポートすることが目的である。

報告書のアクセス

www.ren21.net/GSR and www.ren21.net/GFR

REN21の事務局は、世界的な自然エネルギーへの移行を視野に、2016年に起こった自然エネルギーに関する重要な傾向に焦点を向けるため、本報告書を作成した。本報告書は、自然エネルギー世界白書から、要点を引用している。

GSR 2017 編集／執筆チーム

主筆と編集主任

Janet L. Sawin (Sunna Research)
Kristin Seyboth
(KMS Research and Consulting)
Freyr Sverrisson (Sunna Research)

プロジェクトマネジメント・ GSRコミュニティマネジメント (REN21事務局)

Rana Adib
Hannah E. Murdock

チャプター執筆

Fabiani Appavou (Ministry of Environment
and Sustainable Development, Mauritius)
Adam Brown
Ilya Chernyakhovskiy (NREL and
21st Century Power Partnership)
Bärbel Epp (solrico)
Lon Huber (Strategen Consulting)
Christine Lins (REN21 Secretariat)
Jeffrey Logan (NREL and 21st Century
Power Partnership)
Lorcan Lyons (Lorcan Lyons Consulting)
Michael Milligan (National Renewable
Energy Laboratory (NREL) and 21st
Century Power Partnership)
Evan Musolino
Thomas Nowak (European Heat Pump
Association)
Pia Otte (Centre for Rural Research)
Janet L. Sawin (Sunna Research)
Kristin Seyboth (KMS Research and
Consulting)
Jonathan Skeen (SOLA Future Energy)
Benjamin Sovacool (Aarhus University /
University of Sussex)
Freyr Sverrisson (Sunna Research)
Bert Witkamp (AVERE, The European
Association for Electromobility)
Owen Zinaman (NREL and 21st Century
Power Partnership)

スペシャル・アドバイザー

Adam Brown

研究・プロジェクト支援 (REN 21事務局)

Isobel Edwards, Martin Hullin,
Linh H. Nguyen, Satrio S. Prillianto,
Katharina Satzinger

コミュニケーションサポート

Laura E. Williamson, Lewis Ashworth

編集・デザイン・レイアウト

Lisa Mastny, Editor
weeks.de Werbeagentur GmbH, Design

制作

REN21事務局、パリ、フランス



SUSTAINABLE
ENERGY FOR ALL

REN21は「すべての人のための持続可能なエネルギー(SE4ALL)」が掲げる目標を達成するための世界的な活動を推進するために貢献している。

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間で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良のものであるが、REN21とネットワーク参加者たちが情報の精度と政策等の責任を負うものではない。

フォトクレジット

page 6-7	jasonblackeye.com/ unsplash.com	page 21	Stockr / shutterstock.com	page 30	NREL / © Warren Gretz
page 9	© Alex Wong, killerfvith. com / unsplash.com	page 23	© Dennis Schroeder / NREL	page 32-33	shutterstock.com Production line / © Nordex
page 10-11	Nellis Air Force Base / © Sunpower	page 26	Heizwerk Freiham, Munich, Germany / © Marcus Schlaf	page 34	© Simpa Networks, India
page 13	www.alvaroarroyo.com / istockphoto		Dieng geothermal wells / © Noor Patria Budhiekusuma	page 35	© Global Alliance for Clean Cookstoves
page 14	Stauauer Muttsee, Switzerland / © Fotowerder	page 27	Johnson76 / shutterstock. com	page 38	Roenkhausen, Germany © Hans Blossey
page 16-17	asharkyu / shutterstock. com		Lake Kwiecko, Zydowo, Poland / © Lukasz Siekierski	page 42-43	Energy Storage / © Stornetic
page 18	Englebright Dam on the Yuba River / © Gary Saxe	page 28-29	shutterstock.com		
page 19	Khi Solar One, South Africa / © planet.com				

日本語版作成にあたって

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 2017 Global Status Report」の要約版である「Advancing the Global Renewable Energy Transition: Highlights of the REN21's Renewables 2017 Global Status Report in Perspective」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、2015年版そして2016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。

REN21（英語）

<http://www.ren21.net/>

Global Status Report 2017（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/>

ISEP「自然エネルギー世界白書」特集ページ

<http://www.isep.or.jp/gsr>

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、寄付者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いただきました。この場を借りて、皆さまに厚くお礼申し上げます。

（順不同）

石坂彰さん、川畑ともみさん、鈴木美紗さん、早出彩さん、高木寛人さん、畔田奈実さん、星亜友美さん、堀亜佑美さん、宮本正明さん、平川奇跡さん、野崎悠さん、Sean Deckerさん、Benjamin Demonbreunさん、巖振さん、李玲玉さん、原田卓哉さん

発行日：日本語訳2017年11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、笠原恵美

認定NPO法人 環境エネルギー政策研究所（ISEP）

〒160-0008 東京都新宿区三栄町3-9

Tel: +81 (0) 3 3355-2200 Fax: +81 (0) 3 3355-2205

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>

HIGHLIGHTS 2017



RENEWABLES 2017 GLOBAL STATUS REPORT

For further details and access to the report
and references, visit www.ren21.net/GSR



REN21 Secretariat
c/o UN Environment
1 Rue Miollis
Building VII
75015 Paris
France

REN21 Renewable Energy
Policy Network
for the 21st Century



www.ren21.net

ISBN 978-3-9818107-7-6

Printed on 100% recycled paper

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