

未確定版 無断引用禁止

Draft ver.13

2030 報告書

グリーン・リカバリーと 2050 年
カーボン・ニュートラルを実現する
2030 年までのロード・マップ

2020 年 11 月

未来のためのエネルギー転換研究グループ

内容

1. 前言
2. 要約
3. 日本にグリーン・ニューディールが必要な理由
4. 各分野の機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量
5. 雇用の公正な転換
6. 財源に関するオプション
7. 資料編
 - 1) 各種データ
 - 2) 電力需給バランス（供給安定性）の検証
 - 3) 参考文献

未来のためのエネルギー転換研究グループ

原発ゼロ・エネルギー転換戦略 HP

<http://energytransition.jp/>

2020 年 11 月

1. 前言

1. 前言

本報告書は、日本のグリーン・ニューディール案であり、コロナ禍からのグリーン・リカバリー（緑の復興）を実現するための具体的提案である。

2020 年 10 月、菅首相は、新たな目標として「2050 年カーボン・ニュートラル（温室効果ガス排出実質ゼロ）」を表明した。しかし、その具体案は白紙であり、現行の政策とは多くの矛盾がある。このままでは、単なるスローガンに終わる可能性が極めて高い。

一方、世界では、景気回復、雇用創出、そして脱炭素をめざして、多くの国が具体的なグリーン・リカバリー案を策定している。そのベースとなっているのは、近年、世界中で議論されているグリーン・ニューディールである。

日本におけるグリーン・ニューディール案としては、2019 年 6 月に私たちが発表した「原発ゼロ・エネルギー転換戦略（以下、転換戦略）」があり、具体的かつ包括的という意味では唯一といっても過言ではない。

私たちは、政府による現行の政府エネルギー基本計画の代替案である上記の転換戦略をもとに、本報告書にて 2030 年までのロードマップを中心とした数値目標、経済効果（光熱費削減額、雇用創出数、経済波及効果）、政策、失業対策、財源などを具体的に示す。

2. 要約

2. 要約

<要約>

転換戦略は下記の目標を設定している。

エネルギー全体

2030 年：省エネでエネルギー消費量 30%以上減（2010 年比）

再エネ割合約 3 分の 1

2050 年：省エネでエネルギー消費量 50%以上減（2010 年比）

再エネ割合 100%（従来技術で 80%、新技術で 100%）

電力

2030 年：石炭火力ゼロ、原発ゼロ、再エネ電力割合 44%

省エネで発電量 30%減（2010 年比）

2050 年：再エネ電力割合 100%

省エネで従来用途電力消費量 40%減（2010 年比。再エネ発電量は増加）

この目標を実現するための政策を実施した場合に下記の効果がある。

- 投資額：2030 年までに累積約 202 兆円（民間約 151 兆円、公的資金約 51 兆円）、2050 年までに累積約 340 兆円
- 光熱費削減額：2030 年までに累積約 358 兆円（2050 年までに累積約 500 兆円）
- 雇用創出数：2030 年までに約 2544 万人（年間約 254 万人の雇用が 10 年間維持）
- 経済波及効果：2030 年までに 489 兆円（年間 48.9 兆円）
- CO₂ 排出量：2030 年に 1990 年比 53%減（2013 年比 60%減）
- 大気汚染による死亡の回避：2030 年までに PM_{2.5} 曝露による 2920 人の死亡を回避

また、転換戦略の想定下で各地域（日本全体、東日本、西日本）および大手電力 10 社の各管区で 1 時間ごとの電力需給バランス（供給の安定性）を検証した結果、多くの地域では需給は域内だけで余裕があることが明らかになった。ただし、北陸電力管区および四国電力管区においては、特定の季節・時間帯（夏や冬の夕方）に、他電力管区からの融通、蓄電池利用、需要側管理などを組み合わせた対策が必要であることもわかった。

さらに、転換戦略を実施した場合、化石燃料費低減によって 2030 年の発電コスト総額は現行の政府施策案の場合よりも低減する。一方、発電コスト単価は、2030 年までは政府施策案の場合と同じであり、2030 年以降に政府施策案の単価を下回る。

現状でエネルギー転換による脱炭素によって主な影響を受ける産業（電気業、石油精製業、鉄鋼業、化学工業、窯業土石製品製造業、パルプ・紙・紙加工品製造業）の雇用者数は 2017 年において約 15 万人（日本全体の雇用者数に対する割合 0.26%、GDP 割合 0.86%）であり、原子力発電産業（約 5 万人）を加えると合計で約 20 万人となる。これは、エネルギー転換によって新規に創出される上記の雇用者数に比較すると十分に小さく、かつこれらの産業における実際の雇用喪失者数はさらに小さい。

なお、エネルギー転換の財源としては、年間約 5 兆円の国債発行などが考えられる。しかし、それ以外は民間投資が想定され、財政の健全性を損なうことはない。

2. 要約

<目標と化石燃料削減・光熱費削減>

表 1 転換戦略と現行政府施策案の比較

	転換戦略		現行政府施策案		
	2030 年	2050 年	2030 年 (現在の政府 目標値)	2030 年 (2021 年 改訂)	2050 年
再生可能エネルギー	44%	100%	22～24%	主力電源？	主力電源？
原子力発電	ゼロ	ゼロ	20～22% ^{注2}	依存？	依存？
火力発電	LNG 火力 ^{注1} (石炭火力ゼロ)	ゼロ	LNG 火力 石炭火力	LNG 火力 石炭火力	LNG 火力 石炭火力 CCS/CC ^{注3}
省エネ (電力)	-28% (2013 年比 ^{注4})	-32% (2013 年比)	+1% (2013 年比)	？	？
省エネ (最終エネルギー)	-36% (2013 年比)	-57% (2013 年比)	-10% (2013 年比)	？	？
化石燃料 輸入費	約 9 兆円 (2019 年 17 兆円)	0 円	約 14 兆円 (2019 年 17 兆円)	？	18 兆円 ^{注5}
光熱費	33 兆円	18 兆円	56 兆円	？	47 兆円
エネルギー 起源 CO ₂	-60% (2013 年比)	-100% (2013 年比)	-25% (2013 年比)	？	？

注 1：転換戦略では、石炭火力を 2030 年に停止、2035 年に廃止を目標としている。すなわち、2030 年時点では、石炭火力発電所については緊急時用に 10 基程度スタンバイさせる（高効率のみ）。

注 2：2020 年 11 月時点で、梶山経産大臣などは「原発の新增設は考えない」と発言している。しかし、この数値は新增設がなければ実現できない。

注 3：政府案では、火力発電が炭素貯留・回収（CCS）、炭素貯留・利用（CCU）によって経済的に非効率に温存される、あるいは実際には経済的な非効率性から CCS や CCU が利用されない（商業レベルで実用化されない）まま火力発電だけが残る可能性がある。

注 4：政府は目標の基準年を 2013 年に設定しているため、この表では 2013 年を基準年した数値を示している。なお、CO₂ 排出量は 2011 年から 2013 年まで増加しているものの、エネルギー消費量は減少している。

注 5：現行政府施策案の 2030 年および 2050 年の化石燃料輸入量などは政府長期需給見通しにあるシナリオなどから推算した。

2. 要約

<エネ転換における投資額、経済効果、CO₂削減量>

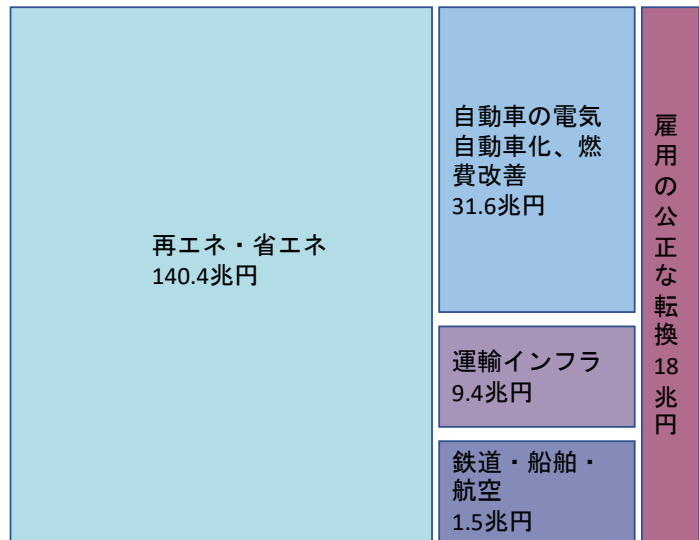


図1 転換戦略の2030年までの各分野投資額

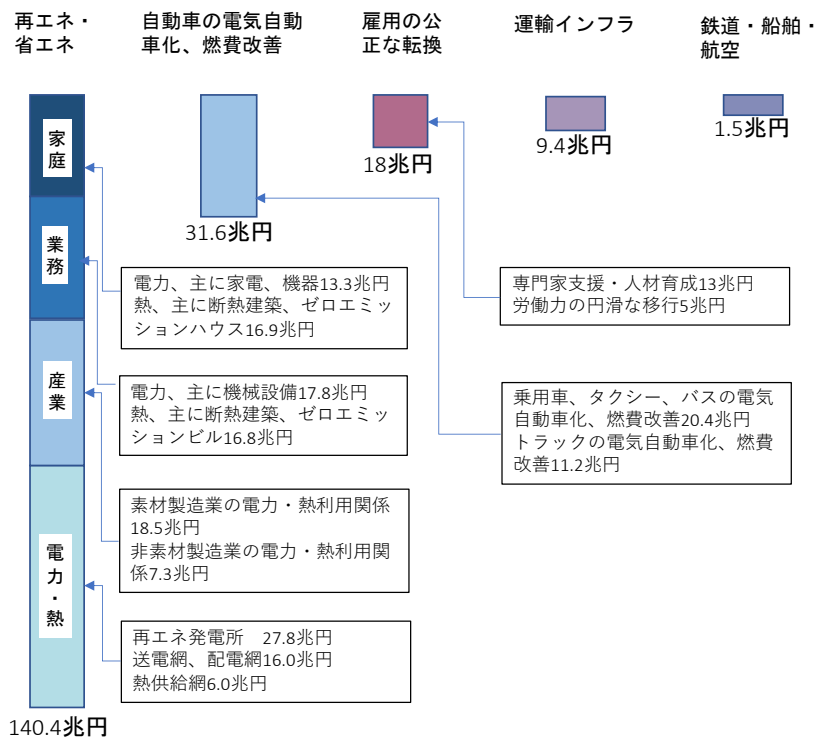


図2 転換戦略の2030年までの各分野投資額内訳

2. 要約

表 2 転換戦略の 2030 年までの各分野投資額、経済効果、CO₂削減効果

分野	種類	2030 年 までの投 資額 [兆円]	民間投資・ 財政支出 割合	累積光 熱費削 減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円・年] (設備投資な ど)(注)	雇用創出 数[万 人・年]	投資額あたり 雇用創出数 [人年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]
電力・ 熱	1.再エネ発電所	29.3	主に民間	86.3	60.5	285	9.7	360
	2.送電網、配電網	16.0	主に財政		45.5	287	17.9	
	3.熱供給網	6.0	主に財政		17.1	108	18.0	32
産業	4.素材製造業の電力、熱利用関係	18.5	主に民間	23.1	36.1	179	9.7	58
	5.非素材製造業の電力、熱利用関係	7.3	主に民間	14.6	15.3	62	8.5	21
業務	6.電力、主に機械設備	17.8	主に民間	35.6	32.8	128	7.2	45
	7.熱、主に断熱建築、ゼロエミッションビル	16.8	主に民間	42.1	47.4	275	16.3	28
家庭	8.電力、主に家電、機器	13.3	主に民間	26.7	24.5	96	7.2	20
	9a.熱、主に断熱建築、ゼロエミッションハウス	15.2	主に民間	30.3	41.8	267	17.6	28
	9b.熱、主に断熱建築、ゼロエミッションハウス(公営住宅)	1.7	主に財政	3.4	4.7	3.0	17.6	
運輸	10.乗用車、タクシー、バスの電気自動車化、燃費改善	20.4	主に民間	57.6	58.4	183	9.0	81
	11.トラック電気自動車化、燃費改善	11.2	主に民間	35.5	36.8	119	10.6	38
	12.鉄道、船舶、航空の高効率化	1.5	主に民間	3.0	2.7	10	6.7	3
	13.運輸インフラ	9.4	主に財政		25.6	167	17.8	
小計		185		358	449	2196	11.9	714
	うち財政支出	33			88	562	17.0	
	14.専門家支援・人材育成	13	主に財政		29	251	19.0	
	15.労働力の円滑な移行	5	主に財政		11	97	20.6	
小計		18			40	348	39.7	
合計		202		358	489	2544	12.6	714
	うち財政支出	51			128	910	17.8	

注 1：光熱費削減額は、2030 年の BAU ケース（政府エネルギー長期需給見通しの想定）の光熱費から転換戦略を実施した対策ケースでの光熱費を差し引いたもの。省エネ投資の場合、この光熱費削減額に投資回収年数を乗じたものを、対策がされた場合（省エネへの投資がされた場合）の追加的な投資額とした。この投資額から、経済波及効果および雇用創出数を、産業連関表から計算している（直接効果＋第 1 次間接波及効果を考慮）。各分野の計算方法および投資回収年数は、次のページの表 3 を参照のこと。

注 2：CO₂削減量は 1990 年比で 53%削減

2. 要約

表 3 各分野における投資額計算方法および想定投資回収年数

分野	計算方法	想定投資 回収年数
(1)再エネ発電所	発電種類ごとに設備費用を積み上げ	
(2)送電網、配電網（インフラ）	地域間連系線、地域内連系線の増強について榎屋（2014）を参照	
(3)熱供給網（インフラ）	地域熱供給 200 億円×300 箇所	
(4)産業部門、素材製造業（鉄鋼、セメント、化学工業、製紙）の電力、熱利用関係	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	8
(5)産業部門、非素材製造業、非製造業（農林水産業、鉱山業、建設業）の電力、熱利用関係	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	5
(6)業務部門の電力、主に機械設備	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	5
(7)業務部門の熱、主に断熱建築、ゼロエミッションビル	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	8
(8)家庭部門の電力、主に家電、機器	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	5
(9a)家庭部門の熱、主に断熱建築、ゼロエミッションハウス	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	10
(9b)家庭部門の熱、主に断熱建築、ゼロエミッションハウス（公営住宅）	1 戸 1000 万円、既存公営住宅 200 万戸、増加分 300 万戸として試算（省エネ分のみを財政支出として計算）	
(10)運輸旅客部門の乗用車、タクシー、バスの電気自動車化、燃費改善	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	8
(11)運輸貨物部門のトラック電気自動車化、燃費改善	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	2
(12)運輸部門の鉄道、船舶、航空の高効率化	対策によるエネルギー消費削減量から光熱費削減額を試算し、各分野での投資回収年を想定して投資額を試算	8
(13)運輸インフラ	路面電車 30 億円/km×20km(600 億円)を 10 年で 100 箇所、地域交通拠点・自転車道・歩道整備など 20 億円×1700 自治体	3
(14)専門家支援・人材育成	47 都道府県に 100 人ずつ、1700 自治体に 5 人ずつ専門家による支援（地元建築士などに委託）、10 年分	
(15)労働力の円滑な移行	労働シフトの研修。47 都道府県に講師 100 人。10 年分	

注：投資回収年数は、各分野において一般的とされる回収年数を想定した。ただし、このような投資が確実に実施されるための政策の後押しは必要である。

2. 要約

<再生可能エネルギー導入量>

表 4 転換戦略の 2030 年までの再生可能エネルギー導入量

		設備容量 (万 kW)	目標値の根拠	考え方	備考：政府想定設備容量 (万 kW)
太陽光	屋根置き	約 2000	太陽光発電協会「太陽光発電 2050 年の黎明」(2017)	下記注を参照	約 900
	事業系	約 8000			約 5500
風力	陸上	2660	風力発電協会「風力発電の導入拡大に向けて」(2016)	下記注を参照	918
	洋上	960			82
水力	大規模	2465	2018 年値から、政府予測（長期エネルギー需給見通し分の増加。揚水発電分を除く）	大型は、既存発電所の設備更新による出力増加、未利用落差活用拡大等が進んだ場合。小水力は、自然・社会環境上の障害が問題となる場合もあるものの、それらが解決可能とされる地点での開発が進むと想定した場合の数値。	4847-4931(含む揚水発電設備容量)。 揚水発電(2594)を除くと 2253~2337
	小規模				
地熱		108	政府予測（長期エネルギー需給見通し）	大規模開発について現状の環境規制下の開発を見込んだ場合（環境規制緩和を見込むと小型とあわせ 140~155 万 kW になるが、当面はここまで見込まず）。中小規模は開発が順調と想定した場合	140~155
バイオマス	木質	728	政府予測（長期エネルギー需給見通し）。廃棄物（一部にバイオマス分あり）を含む。	政府の想定通り。バイオマスの固定価格買取制度認定設備容量（今後建設を含む）は RPS 制度からの移行認定とあわせ 980 万 kW。バイオマスの持続可能性について懸念、ここまでは見込まないことにする	602~728
	メタン				

注：基本的に、太陽光と風力は業界団体の目標値、水力、地熱、バイオマスは政府目標をそれぞれ用いている。太陽光と風力に関しては、官庁、研究機関、業界団体などから様々な導入ポテンシャル値が提示されている。転換戦略では、現状の導入量およびヒアリングなどに基づき、様々なポテンシャル値を精査した。その結果、一般的なポテンシャル値より十分に低い（保守的に見積もっている）業界団体の目標は十分に実現可能な数値と考えて採用した。例えば、日本風力発電協会は、社会的制約条件などでポテンシャルは増減するものの、ここまで低下することはあり得ない「堅実なポテンシャル」として、陸上風力はポテンシャルの 1/2、洋上風力（着床式）は 1/3、洋上風力（浮体式）は 1/4 とした数値を公表している。転換戦略では、この「堅実なポテンシャル」の 2030 年の数値を採用した。考え方の詳細や風力以外の発電技術に関しては、本報告書資料編各種データの表 31 を参照のこと。

2. 要約

表 5 転換戦略の 2030 年までの再生可能エネルギー導入量詳細

			2030 年 (万 kw)	導入の目安	2050 年 (万 kw)	導入の目安	2019 年 (現在)
再生可能エネルギー		合計	17,182		44,665		8,816
	太陽光発電	小計	10,000		20,000		5,691
		屋根置き太陽光	2,000	認定・導入で 1200 万 kW、残りの増加 800 万 kW、認定・導入 300 万件 +4kW×200 万件、合計 500 万件(全住宅の 10%)	4,000	認定・導入で 1200 万 kW、残りの増加 2800 万 kW。認定・導入 300 万件 +4kW×700 万件、合計 1000 万件、住宅 75%750 万件(全住宅の 15%)、公共施設等 25%250 万件	1,175
		ソーラーシェアリング	1,300	3.9ha(農地・耕作放棄地の 0.8%)	9,300	28ha(農地・耕作放棄地の 6%)	-
		野立てソーラー	6,700	2020 年 6 月までの FIT 認定と移行	6,700	2030 年から追加無し	4,516
	風力発電	小計	3,620		20,000		435
		陸上風力	2,660	認定分は 1080 万 kW、認定 1000 箇所 +5 万 kW×300 箇所(1 拠点が 2500kW×20 本=5 万 kW)	10,000	5 万 kW×2000 拠点	435
		洋上風力	960	認定分 67 万 kW、残り 893 万 kW、認定分 6 箇所、15 万 kW×約 60 拠点(1 拠点 5000kW×30 本)	10,000	15 万 kW×約 670 拠点	0
	水力発電	小計	2,726		3,135		2,288
		大規模水力	1,251	現存の発電所+リニューアル	1,251	現存の発電所+リニューアル	1,251
		小水力	1,475	今後増加 190 万 kW(うち認定分 80 万 kW)、認定分 170 件+2000kW×550 箇所	1,884	今後増加 464 万 kW(2030 以前含む、うち認定分 80 万 kW、認定 170 件 +2000kW×1900 箇所)	1,037
	地熱発電	小計	108		792		54
		大規模地熱	84	今後増加 32 万 kW(うち認定分 5.3 万 kW)、認定 2 件+1.5 万 kW×18 件)	700	今後増加 650 万 kW(2030 以前含む、うち認定 5.3 万 kW)、認定 2 箇所+1.5 万 kW×430 箇所)	51
		小型バイナリー	24	今後増加 21 万 kW(うち認定分 3 万 kW)、認定 66 件+500kW×360 箇所)	92	今後増加 84 万 kW(2030 以前含む、うち認定 3 万 kW)、認定 66 件+1600 箇所×500kW)	3
	バイオマス	小計	728		738		347
		木質バイオマス	588	今後増加 120 万 kW(認定分 100 件)	586	今後増加 120 万 kW(認定分 100 件)	240
		メタン発酵バイオマス	16	今後増加 10 万 kW(認定分 42 件)	18	今後増加 12 万 kW(認定分+400 カ所×50kW)	8
		廃棄物	124		124		99
	その他	小計					0
		海流発電	0	1 カ所		2 カ所	0
原子力発電			0		0		3,308
火力発電		合計	8,849		499		16,876
		LNG火力	8,291	全国約 50 カ所※リスト	0	全国 10 カ所程度を維持	8,236
		石油火力	0		0		3,804
		石炭火力	0	全国 3 カ所程度維持(北陸、四国、沖縄)	0		4,836
		廃熱等	558		499		
蓄電能力		合計	7,707		46,499		2,752
		揚水発電所	2,747	既存施設の有効活用	2,747	既存施設改修による増強	2,747
		蓄電池(大型)			1,000		5
		蓄電池(小型)	4,960	車載電池、乗用車	42,752	車載電池	
年間発電量(億 kWh)		合計	8,053		10,653		10,277
		再エネ	3,767		10,347		1,853
		原発・火力発電	4,286		306	排熱利用のみ	8424

2. 要約

<省エネ量>

表 6 各部門での省エネ対策および省エネ量（電力、熱利用、運輸燃料）

	2030 年まで 省エネ▲5200PJ(2010 年比)	2050 年まで 省エネ▲7700PJ(2010 年比)
産業	優良工場なみの省エネ対策（素材製造業は鉄鋼業で約 9～46%改善、非素材は約 25%改善） ・生産設備は省エネ型に転換（熱は排熱回収） ・冷暖房照明も省エネ型に ・リサイクル材使用、電炉 5 割に拡大(75%改善) 省エネで▲1900PJ(▲40%)	産業平均が今のトップ工場水準に。 ・電炉 7 割に拡大 省エネで▲2700PJ(▲50%)
業務	・建物は断熱強化・ゼロエミッションビルへ ・設備機器は更新時に省エネ型に。(5 割改善) 省エネで▲1200PJ(▲50%)	ゼロエミッションビル、トップ省エネ機器 省エネで▲1500PJ(▲60%)
家庭	・建物は断熱強化・ゼロエミッション住宅へ。 ・設備機器は省エネ設備（更新時）(3-4 割改善) 省エネで▲900PJ(▲40%)	ゼロエミッション住宅、トップ省エネ機器 省エネで▲1200PJ(▲50%)
運輸 旅客	・燃費のよい車の導入(3-4 割改善) 省エネで▲900PJ(▲45%)	車は電気自動車+再エネ(石油→電気)で 8 割改善 省エネで▲1600PJ(▲80%)
運輸 貨物	・燃費のよい車の導入(2 割改善) 省エネで▲200PJ(▲10%)	車は電気自動車+再エネ(石油→電気)で 7 割改善 省エネで▲700PJ(▲50%)

表 7 各部門での省エネ対策および省エネ量（電力のみ）

	2030 年まで 省エネ▲3400 億 kWh(2010 年比) 電化+150 億 kWh	2050 年まで 省エネ▲4800 億 kWh(10 年比) 電化+870 億 kWh
産業	優良工場なみの省エネ対策（素材製造業は鉄鋼業などで約 9～46%改善、非素材は約 25%改善） ・生産設備は省エネ型に転換（熱は排熱回収） ・冷暖房照明も省エネ型に ・リサイクル材使用、電炉 5 割に拡大(75%改善) 省エネで▲1100 億 kWh(2010 年度比) 電化(電炉拡大)+30 億 kWh	産業平均が今のトップ工場水準に。 ・電炉 7 割に拡大 省エネで▲1500 億 kWh 鉄鋼電炉拡大で+40 億 kWh
業務	・建物は断熱強化・ゼロエミッションビルへ ・設備機器は更新時に省エネ型に。(3-4 割改善) 省エネで▲1200 億 kWh(2010 年度比)	ゼロエミッションビル、トップ省エネ機器 省エネで▲1800 億 kWh
家庭	・建物は断熱強化・ゼロエミッション住宅へ。 ・設備機器は省エネ設備（更新時）(3-4 割改善) 省エネで▲1100 億 kWh(2010 年度比)	ゼロエミッション住宅、トップ省エネ機器 省エネで▲1500 億 kWh
運輸 旅客	・電気自動車化(2030 年は 20%) 電化で+90 億 kWh	車は電気自動車+再エネ 電化で+470 億 kWh
運輸 貨物	・電気自動車化(2030 年は 3%) 電化で+30 億 kWh	車は電気自動車+再エネ 電化で+360 億 kWh

2. 要約

<光熱費と投資額との比較>

図3および図4が示すように、光熱費削減額は投資額よりもはるかに大きい。これは転換戦略が大きな経済合理性を持つことを意味する。

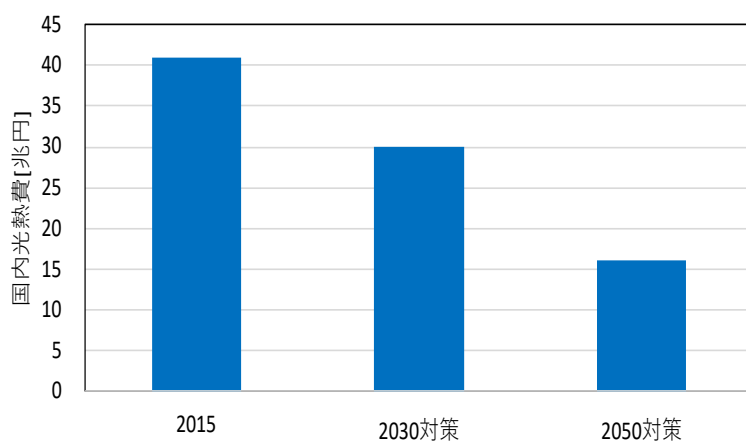


図3 転換戦略を実施した場合の2030年および2050年までの光熱費

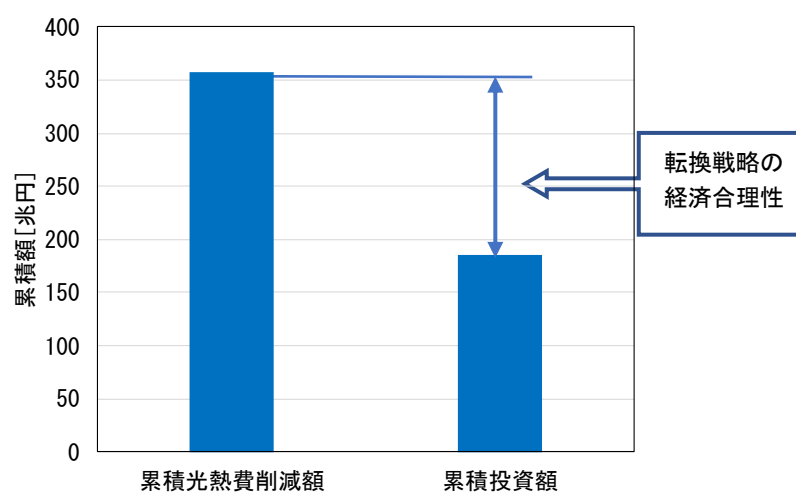


図4 転換戦略を実施した場合の2030年までの累積光熱費削減額と累積投資額との比較

2. 要約

<CO₂ 排出>

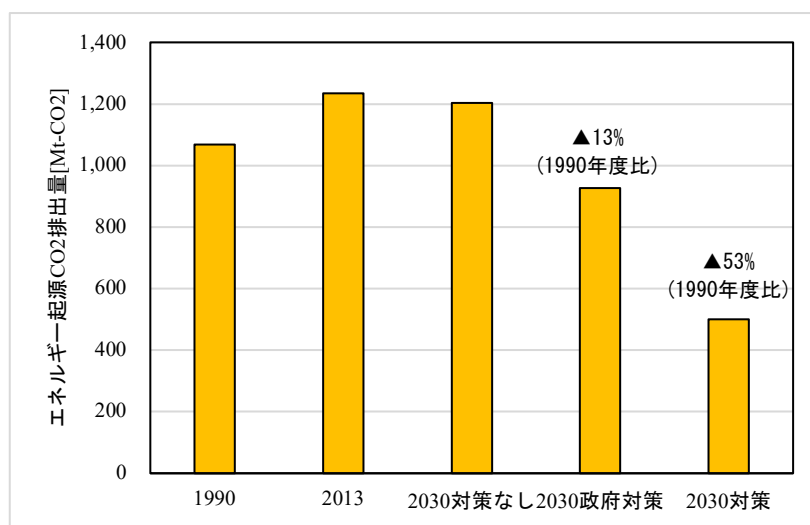


図 5 エネルギー起源 CO₂ 排出量の比較

注：2030 対策は、転換戦略を実施した場合。2030 政府対策は、現行の長期エネルギー需給見通し、エネルギー基本計画、NDC に沿った数値

<大気汚染による死亡の回避>

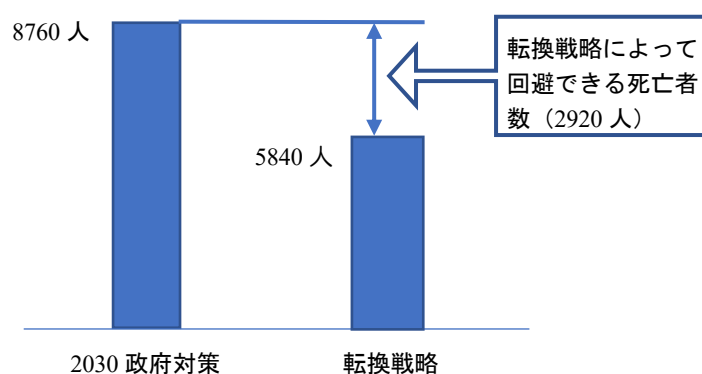


図 6 PM_{2.5} による 2030 年までの累計死亡数の比較

注：Lancet (2019) の日本の石炭火力発電からの PM_{2.5} 排出による早期死亡者数（年間 9.74 人/10 万人）および政府対策下での 2030 年の石炭火力からの PM_{2.5} 排出量を線形に半減、転換戦略では線形にゼロになるとそれぞれ想定して推算

2. 要約

<電力価格>

表 8、表 9 が示すように、転換戦略を実施した場合、化石燃料費低減によって 2030 年の発電コスト総額は政府シナリオよりも低減する。一方、発電コスト単価は、2030 年以降に政府シナリオの単価を下回る。

表 8 転換戦略と現行政府案との発電コスト総額比較

年	発電コスト総額[兆円]		
	シナリオ		
	転換戦略	政府エネルギー・ミックス(原発維持)	対策無し(火力依存)
2018	16	16	16
2030	11	15	14
2040	10	14	13
2050	9	14	13

表 9 転換戦略と現行政府案との発電コスト単価の比較

年	発電コスト単価[円/kWh]		
	シナリオ		
	転換戦略	政府エネルギー・ミックス(原発維持)	対策無し(火力依存)
2018	16	16	16
2030	14	14	14
2040	12	14	14
2050	10	14	14

注：表 8、表 9 とともに、2030 年にエネルギー転換シナリオ、政府の 2030 年エネルギーミックス、省エネ再エネ対策をしない「火力依存」と比較。再エネ単価のうち太陽光と風力は、2030 年に 2018 年の国際価格に収斂すると想定（価格想定は本報告書の資料編表 32 を参照のこと）。火力発電燃料は IEA(国際エネルギー機関)の世界エネルギー見通し 2019 年版の日本の輸入価格の将来見通しを用いた。

2. 要約

<電力需給バランス（安定供給）の検証>

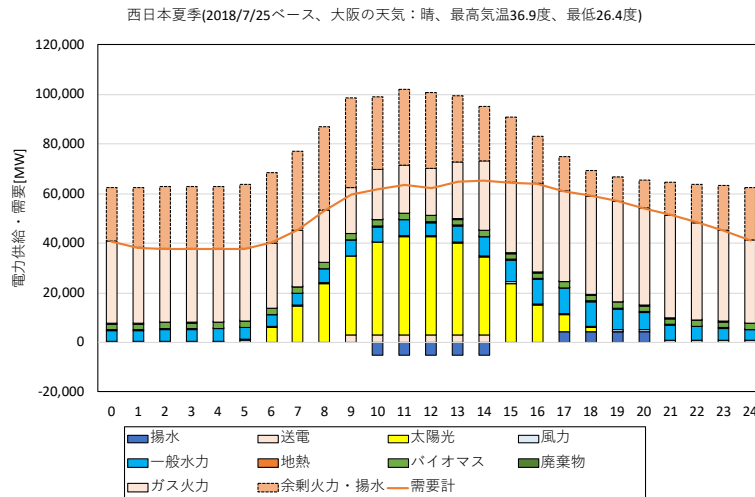


図7 転換戦略の2030年電力需給（西日本6電力、需給が最も厳しい日）

注：過去3年間実績で需給が最も厳しい日（需要から変動電源発電量を引いた残余需要が最大：2018年7月25日）をモデル日としてシミュレーションした。需要計と「余剰火力・揚水」の差は、揚水発電（汲み上げ）と、東日本からの送電（東京電力と中部電力の間に300万kW連系線）の分。この図は、十分な供給能力の余裕があることを示している。なお、東日本の場合および大手電力10管区ごとの分析などの詳細は、本報告書の資料編を参照のこと。

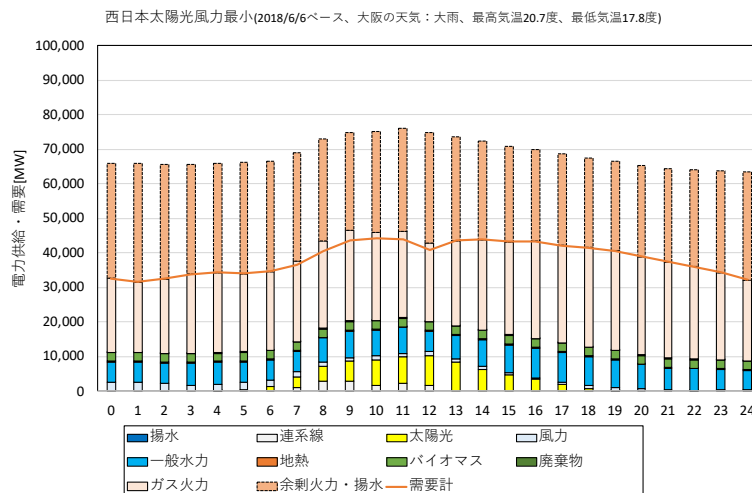


図8 転換戦略の2030年電力需給（西日本6電力、太陽光+風力が最小の日）

注：過去3年間実績で太陽光+風力の発電量が最小の日（2018年7月25日）をモデル日としてシミュレーションした。需要計と「余剰火力・揚水」の差は、揚水発電（汲み上げ）と、東日本からの送電（東京電力と中部電力の間に300万kW連系線）の分。この図は、十分な供給能力の余裕があることを示している。なお、東日本の場合および大手電力10管区ごとの分析などの詳細は、本報告書の資料編を参照のこと。

2. 要約

<雇用の公正な転換>

表 10 エネルギー転換で影響を受ける CO₂ 排出産業の雇用と付加価値（2016 年度）

産業分野名	従業者数	雇用者割合	付加価値額	GDP 割合	備考
	人		百万円		
合計	150,402	0.26%	4,501,051	0.86%	
電気業					この他に本社などの雇用がある。送電部門、配電・小売部門については、需要はなくならないため、大きな雇用減にはつながらないと考えられる。
石炭火力発電所	2,841	0.00%	208,303	0.04%	
石油火力発電所	2,488	0.00%	45,190	0.01%	
天然ガス火力発電所	4,682	0.01%	298,252	0.06%	
その他					
石油精製業	10,979	0.02%	543,186	0.10%	
鉄鋼業					
高炉製鉄業	36,257	0.06%	493,591	0.09%	
化学工業					
無機化学工業製品製造業					
ソーダ工業	3,101		52,845		
有機化学工業製品製造業					
石油化学系基礎製品製造業	5,183		308,820		
脂肪族系中間物製造業	10,120		510,725		
環式中間物・合成染料・有機顔料製造業	13,747		385,432		
プラスチック製造業	32,789		912,021		
窯業土石製品製造業					
セメント製造業	4,671		158,053		
パルプ・紙・紙加工品製造業					
パルプ製造業	1,855		16,088		
紙製造業					
洋紙・機械すき紙製造業	21,688		568,545		

注：出典は、工業統計（2017）など。詳細は、本報告書の 44 ページおよび 45 ページを参照のこと。ここに挙げた産業だけでの日本の CO₂ 排出量の約 6 割を占める。原子力発電産業に関しては、次ページの表 11 を参照のこと。

2. 要約

表 11 エネルギー転換で影響を受ける産業の雇用数など（原子力発電関連）

業種		雇用者数	備考
電気業		13032	運転保守は 6100 人。他は事務系他、広報・地域対応、放射線管理、品質保証安全管理、核燃料サイクル(5%以下)、設計建設工事部門、調査計画管理部門、研究者となっている。運転保守と核燃料サイクル以外の仕事は継続するとみられる。
鉱工業他	合計	35506	既設プラント対象が 21400 人。建設は 1900 人。廃炉や放射性廃棄物などは 8000 人。
	建設業	10900	
	精密機器、電気機器	8100	
	非鉄金属、鉱業、金属製品、鉄鋼、ガラス・土石製品	4500	
	サービス業	7100	
	その他	約 5000	
合計		48538	

出典：原子力産業協会「原子力産業に関する動向調査（2019 年版）」

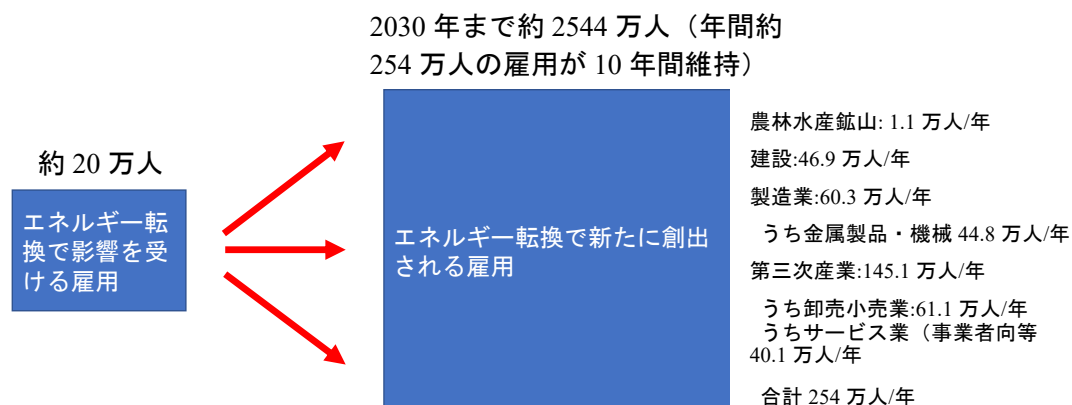


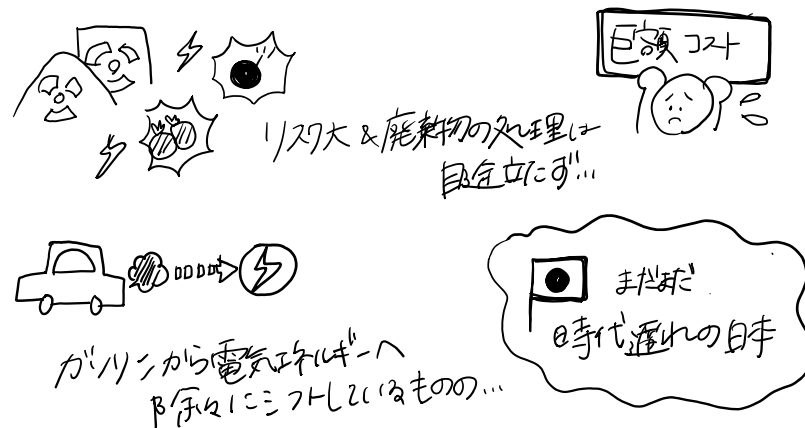
図 9 エネルギー転換による雇用転換のイメージ図

3. 日本でグリーン・ニューディール が必要な理由

3. 日本でグリーン・ニューディールが必要な理由

理由①

原発・化石燃料依存が続けば日本経済は沈没！



原発は、最も発電コストが高く、最もリスクが大きく、放射性廃棄物処理の目途は全く立っていません。そのような未熟な発電技術に頼った東芝などの日本企業は、多額の損失を抱え、経営困難に陥っています。一方、世界の多くの国で、再生可能エネルギーは最も安い発電技術で、日本でもそうなりつつあります。コストの高い原発・化石燃料依存政策が続けば、日本企業の国際競争力は喪失し、日本経済は停滞するのみで、その再生は永遠に不可能になります。

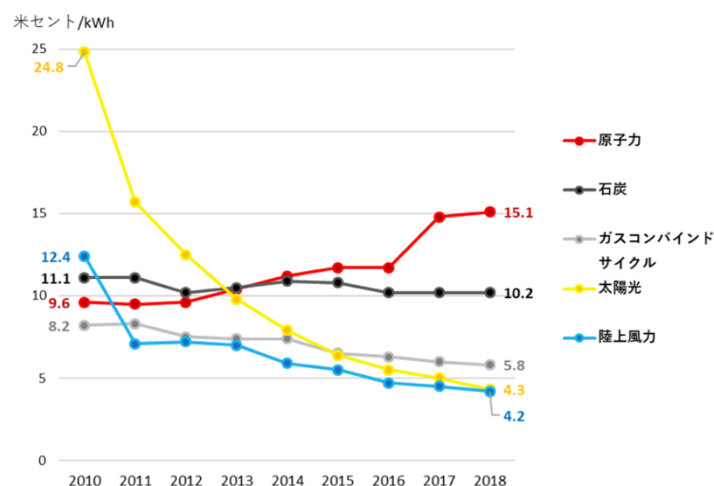


図 10 発電エネルギー技術のコスト比較

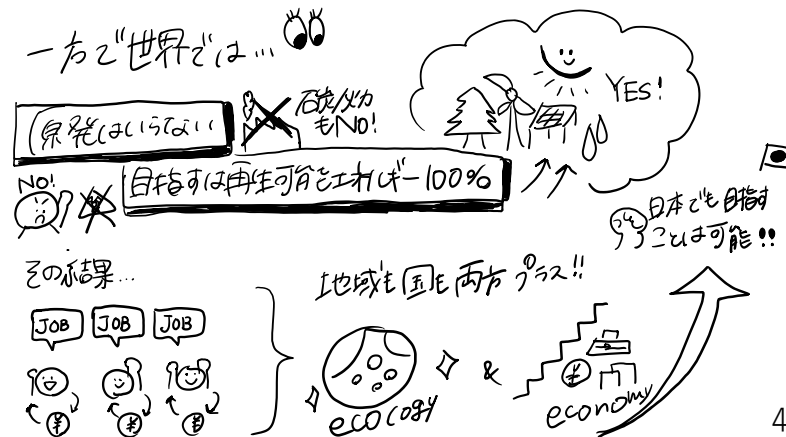
出典：Lazard (2018)

注：Lazard は米国の投資コンサルタント。毎年、政府機関である米国エネルギー情報局も、これと同内容（原子力および石炭火力の相対的なコスト高）を示す発電コスト比較を出している。これらは、米国内の数値ではあるものの、世界的な傾向を掴む場合や投資判断の際によく参照される。

3. 日本でグリーン・ニューディールが必要な理由

理由②

原発ゼロ・再エネ 100%で経済発展と脱温暖化！



気候危機はますます深刻になっており、多くの国々は、石炭火力フェーズ・アウト（廃止）の時期に関する具体的目標を持っています。それを実現するための再生可能エネルギーや省エネの導入は、数百万の雇用を生み、国全体と地域経済の両方の経済発展を実現します。脱原発・脱石炭のエネルギー転換によって、日本でも家庭や企業の光熱費は減り、雇用は増え、地域は潤い、経済は発展し、脱温暖化が実現でき、コロナ禍からのグリーン・リカバリーが可能になります。

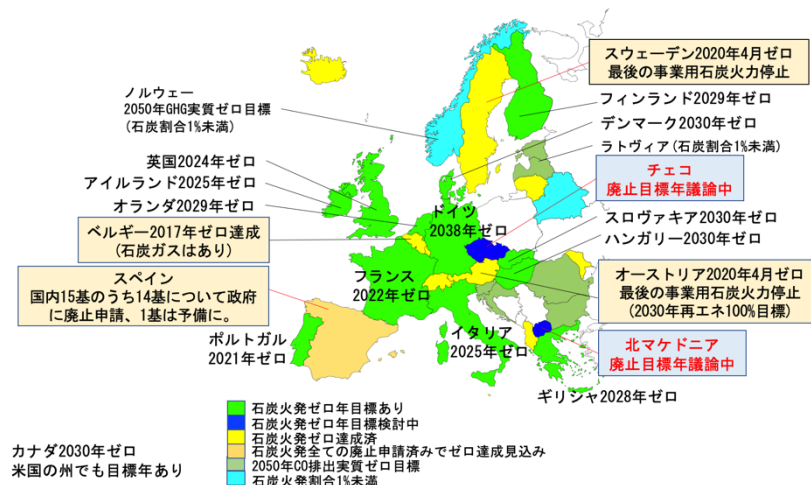


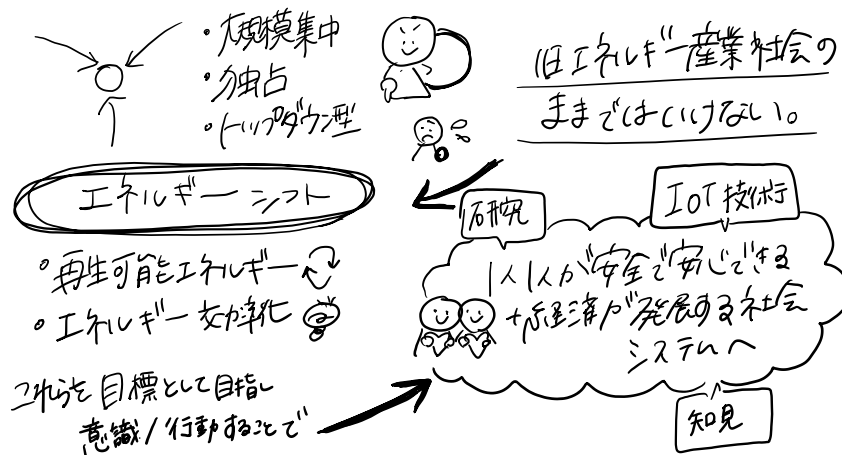
図 11 欧州各国の石炭フェーズ・アウトのスケジュール

出典：気候ネット（2019）をもとに著者作成

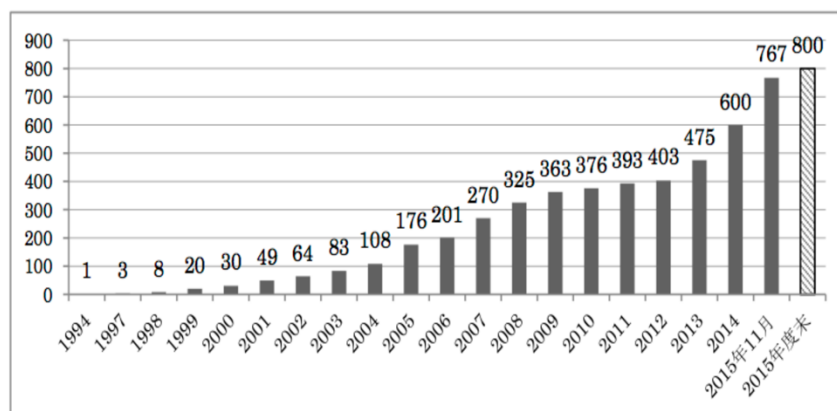
3. 日本でグリーン・ニューディールが必要な理由

理由③

未来はボトムアップの自立分散型ネットワーク！



現在、世界中の国や地域が、「大規模集中・独占・トップダウン型」のエネルギー産業社会から、再生可能エネルギーとエネルギー効率化、そしてモノのインターネット（IoT）技術などを活用して、自立した個人や地域を主体とするボトムアップ型のエネルギー産業社会への転換を目指しています。その目的は、一人一人の安全・安心と経済発展をもたらす民主的な社会システムの構築です。その担い手が市民・地域共同発電所であり、東日本大震災後、日本でも数は増えています。しかし、まだまだ不十分で、現在、政府はこれを抑制するような様々な政策（例：容量市場）を導入しています。



出所) 豊田 (2016)

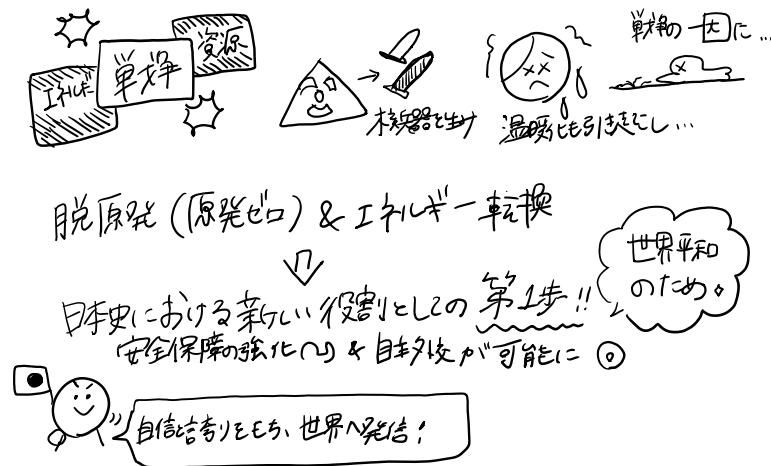
図 12 日本の市民・地域共同発電所数の推移

出典：豊田 (2016)

3. 日本でグリーン・ニューディールが必要な理由

理由④

原発ゼロ・エネルギー転換で真の平和自主外交！



多くの戦争はエネルギーや資源を巡るものです。原発は核兵器につながっており、地球温暖化は難民発生や軍事的紛争の大きな一因となっています。原発ゼロ・エネルギー転換は、近代日本史上、初めて海外に依存しないクリーンな持続成長を実現します。それは日本の安全保障環境を格段に強化し、真の自主外交の展開によって、世界平和のため、自信と誇りを持って新しい役割を果たすことを可能にします。

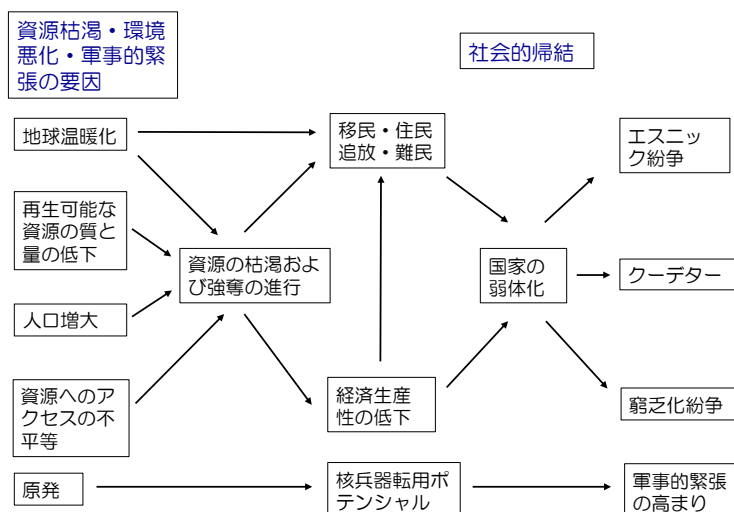


図 13 地球温暖化、資源枯渇、原発、紛争の相関関係

出典：Homer-Dixon (1977) をもとに著者作成

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

1

電力・熱分野 種類：再エネ発電所

機会

- 再エネ発電コストも蓄電池のコストも大幅に低下
- 災害などに対してレジリエントな分散型エネルギーシステム構築は必要不可欠
- 再エネと農業が両立するソーラー・シェアリングは期待大
- 経済成長のエンジンになりうる

提案・目標

2030 年再エネ発電電力量割合 44%

必要な政策・財源

- 送電線接続問題の解決（優先接続、所有権分離、空押え禁止など）
- 投資回収年 10 年を目安に FIT 実施（現行の FIT 賦課金で対応）
- 地域主体に専門的アドバイス実施（財政支出で対応）
- 建築物への再エネ設置の段階的な義務化
- 容量市場などの再エネ普及のブレーキとなる制度の導入見直しや電力市場の活用

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表 12 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
27.79	主に民間	86.3	57.4	270	9.7	360	産業用電気 機械など

注：設備投資補助金は基本的に不要。ただし、公的金融機関による融資などは必要

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

2

電力・熱分野 種類：送電網、配電網（インフラ）

機会

電力広域的運営推進機関（OCCTO）設立など、レジリエンスの強化につながるインフラ整備の必要性は認識されつつある

提案・目標

地域内・地域間送電線建設費（北海道⇄東北、九州⇄中国、東北⇄関東、中国⇄関西）

必要な政策・財源

- 電力系統設備の計画的な整備、効率的な全国一体の運用と再生可能エネルギーの大量導入を実現するため、既存の一般電力会社から送電部門の所有権分離を行い、送電会社（TSO）は独立
- 地域内配電網も、独立の地域配電会社（DSO）として独立させ、地域が主体となる政策を実施
- 再生可能エネルギーの大量導入や相互流通を前提とする次世代の電力流通網として、地域間連系線や再生可能エネルギー資源の豊富な地域への送電網整備、需給調整に参加できる分散型蓄電システムなどを新たな社会インフラ構築として推進
- 電力・ガス取引監視等委員会および電力広域的運営推進機関の独立性を強化

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化

表 13 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
16	主に財政		45.5	287	17.9	360	その他の土木建設

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

3

電力・熱分野 種類：熱供給網（インフラ）

機会

欧州に比較して熱利用において日本は圧倒的に遅れており、その意味でポテンシャルも後発の利益もあり

提案・目標

- 温熱利用の効率化を目指し、ニーズに合わせて発電と温熱利用のベストミックスを実現する。そのために、熱電併給（コージェネレーション）の導入、温熱エネルギーの面的利用（第4世代地域熱供給等）など温熱エネルギーの効率的な利用を盛り込んだ都市計画を立案し実現
- 温熱利用効率化と並行し、太陽熱、地中熱、ヒートポンプなど再エネ熱利用の普及拡大
- 地域熱供給基地を300箇所設置

必要な政策・財源

地域熱供給1箇所あたり200億円とし、300箇所で実施

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表14 2030年までの投資額、財源、経済効果、CO₂排出削減量、投資先など

2030年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万人年]	投資額あたり 雇用創出数[人年/億円]	2030年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
6.0	主に財政		17.1	108	18.0	360	その他の土木建設

注：投資額は、地域熱供給基地（200億円）×300箇所として計算

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

4

産業分野 種類：素材製造業（鉄鋼、セメント、化学工業、製紙）の電力、熱利用関係

機会

発電、素材製造業（鉄鋼、セメント、化学工業、製紙）、石油精製業が日本の CO₂ 排出量の約 6 割の排出源となっており、これらの産業分野において集中的な対策をとることによって大幅削減が実現できる。

提案・目標

- 省エネ法ベンチマーク達成（全体が優良工場レベルのエネルギー効率を達成）
- 循環利用の徹底

必要な政策・財源

- 業種ごとのエネルギー効率目標を設定。またエネルギー効率、生産量・床面積あたり CO₂ 排出量などを事業所ごとに公表、小規模施設はランク分けを示し、今後の対策に資する
- 設備投資補助金、税制優遇、公的融資
- 国の研究開発補助金は基本的に不要（研究開発名目の対策先送り、モラルハザードを回避）

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表 15 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
18.5	主に民間	23.1	36.1	179	9.7	58	基礎素材産業用機械

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

5

産業分野 種類：非素材製造業、非製造業（農林水産業、鉱山業、建設業）の電力、熱利用関係

機会

日本のものづくりの将来を担う最も重要な産業

提案・目標

エネルギー効率改善 30%（生産設備は 25%、照明・空調は 50%）

必要な政策・財源

- 省エネやエネルギーに関する情報提供、技術支援など
- 高効率機器への切り替えを全面的に推進。汎用的機器は工業用・業務用を含め、省エネ法トップランナー規制の対象にし、定期的に規制値を修正
- 業種ごとのエネルギー効率目標を設定。またエネルギー効率、生産量・床面積あたり CO₂ 排出量を事業所ごとに公表、小規模施設はランク分けを示し、今後の対策に資する
- 中小企業への省エネ設備投資融資制度
- 農林漁業とのエネルギー兼業（ソーラーシェアリングなど）の推進および高効率機器への切り替え推進
- 光熱費削減が原資（公的支出や補助金は基本的に不要）

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、企業の国際競争力強化、EU などによる国境税調整の回避、耕作放棄地の減少

表 16 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
7.3	主に民間	14.6	15.3	62	8.5	21	電気：産業 電気機械、 熱：ボイラ ー・原動機

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

6

業務分野 種類：業務部門の電力、主に機械設備

機会

工場などにおける投資回収年数が10年以下の省エネ投資案件は多くあり

提案・目標

エネルギー効率改善 50%

必要な政策・財源

- 汎用機器は省エネ法などで効率規制
- 省エネやエネルギーに関する情報提供、技術支援など
- 業種ごとのエネルギー効率目標を設定。またエネルギー効率、生産量・床面積あたりCO₂排出量を事業所ごとに公表、小規模施設はランク分けを示し、今後の対策に資する
- 中小企業への省エネ設備投資融資制度の設立
- 光熱費削減が原資（公的支出や補助金は基本的に不要）

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表 17 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
17.8	主に民間	35.6	32.8	128	7.2	45	民生用電気 機械

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

7

業務分野 種類：業務部門の熱、主に断熱建築、ゼロ・エミッションビル

機会

既存の建物の断熱化やエネルギー効率向上は、最も効果的で効率的なグリーン・リカバリー政策

提案・目標

- エネルギー効率改善 50%
- すべての新築・建材に対して断熱規制
- エネルギー性能の表示義務を導入し、段階的に強化
- 2025 年以降に新築されるすべての公共施設について、ゼロ・エネルギー化を義務づけ

必要な政策・財源

- 建築断熱規制導入
- 省エネやエネルギーに関する情報提供、技術支援など
- 業種ごとのエネルギー効率目標を定める。またエネルギー効率、生産量・床面積あたり CO₂ 排出量を事業所ごとに公表、小規模施設はランク分けを示し、今後の対策に資する
- 中小企業への省エネ設備投資融資制度の設立
- 光熱費削減が原資（公的支出や補助金は基本的に不要）

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表 18 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
16.8	主に民間	42.1	47.4	275	16.3	28	非住宅建築

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

8

家庭分野 種類：家庭部門の電力、主に家電、機器

機会

- 既存の建物の断熱化やエネルギー効率向上は、最も効果的で効率的なグリーンリカバリー政策
- 現在の機器の効率は大幅に改善されている
- ドイツの一般家庭の電力消費量は米国の一般家庭の半分であるものの、エネルギー・サービスの質は変わらない

提案・目標

エネルギー効率改善 30%

必要な政策・財源

- 汎用機器は省エネ法などで効率規制
- 省エネやエネルギーに関する情報提供、技術支援など
- 光熱費削減が原資で公的支出や補助金は基本的に不要

副次的便益

光熱費削減による利益拡大、雇用拡大、需給安定性の強化、大気汚染防止

表 19 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
13.3	主に民間	26.7	24.5	96	7.2	20	民生用電気 機械

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

9

家庭分野 種類：家庭部門の熱、主に断熱建築、ゼロ・エミッション・ハウス

機会

- 既存の建物の断熱化やエネルギー効率向上は、最も効果的で効率的なグリーンリカバリー政策
- 長野県など先進的な自治体の取り組み例あり

提案・目標

- エネルギー効率改善 30%
- すべての新築・建材に対して断熱規制
- エネルギー性能の表示義務を導入し、段階的に強化

必要な政策・財源

- 国交省が新築時断熱規制導入をやめた 300m²未満の住宅・建築物を含め、すべての新築・建材に対して断熱規制・エネルギー性能の表示義務を導入し、段階的に強化するなどの建築断熱規制でゼロ・エミッション建物を普及
- 必要情報提供、技術支援など
- 光熱費削減が原資（公的支出や補助金は基本的に不要）

副次的便益

健康増進、光熱費削減による利益拡大

表 20 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
16.9	主に民間	33.7	46.4	270	17.6	28	住宅建築

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

10

運輸分野 種類：運輸旅客部門の乗用車（自家用車）、タクシー、バスの電気自動車化、燃費改善

機会

電気自動車導入は世界の趨勢。2050年に全ての自動車（自家用車）が電気自動車に変わっても、2010年比で電力需要は1～2割程度しか増えない。

提案・目標

高燃費車普及、2030年に電気自動車は保有車の20%

必要な政策・財源

- 燃費規制、内燃機関車販売禁止政策など
- 公的支出や補助金は基本的に不要
- 炭素価格政策などで効率的に実現

副次的便益

大気汚染改善、燃料費削減

表 21 2030年までの投資額、財源、経済効果、CO₂排出削減量、投資先など

2030年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
20.4	主に民間	57.6	58.4	183	9.0	81	乗用車製造

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

11

運輸分野 種類：運輸貨物部門のトラック電気自動車化、燃費改善

機会

トラック輸送においても電気自動車導入は世界の趨勢

提案・目標

高燃費車普及、電気自動車は保有車の 20%

必要な政策・財源

- 燃費規制、内燃機関車販売禁止政策など
- 公的支出や補助金は基本的に不要
- 炭素価格政策などで効率的に実現

副次的便益

大気汚染改善、燃料費削減

表 22 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱費削減額[兆 円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
11.2	主に民間	35.5	36.8	119	10.6	38	トラック製造

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

12

運輸分野 種類：運輸部門の鉄道、船舶、航空の高効率化

機会

ゼロエミッションには不可欠で世界中で研究開発

提案・目標

省エネ機材普及

必要な政策・財源

主に民間

副次的便益

大気汚染改善、燃料費削減

表 23 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年ま で投資額 [兆円]	民間投 資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効 果[兆円](設 備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
1.5	主に民間	3.0	2.7	10	6.7	3	船舶製造、 航空機製造

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

13

運輸分野 種類：運輸インフラ

機会

- 過疎化や高齢化で小規模な公共交通機関の必要性のたかまり
- 地下鉄建設コストの高騰

提案・目標

都市部の路面電車、電気バス網、過疎地の基幹交通など公共交通機関設置

必要な政策・財源

副次的便益

大気汚染改善、燃料費削減

表 24 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
9.4 (注)	主に財政		25.6	167	17.8	3	公共インフラ製造

注：路面電車 30 億円/km×20km（600 億円）を 10 年で 100 箇所。地域交通拠点・自転車道・歩道整備など 20 億円×170 自治体

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

14

専門家支援・人材育成

機会

- 地域でのネットワークづくりは必要
- 情報のシェアが重要
- セイフティネットの構築や失業と対策としても大事

提案・目標

- 地域で省エネ再エネ設備導入にあたり、専門家・実務家のアドバイス。相談窓口の設置や導入にあたり省エネ診断などを実施
- 省エネ・再エネの専門家を集めたエネルギー事務所の設置支援
- 地域密着型地域電力小売会社の支援（人材育成）
- 国内企業の再エネ・省エネの技術普及、製造支援（人材育成）
- 地元企業の専門的人材育成（断熱建築受注、再エネ発電工事受注など）
- 国・自治体職員に専門的知見支援。そのための組織支援。また、小規模自治体に職員派遣など

表 25 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年まで投資額 [兆円]	民間投資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効果 [兆円](設備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
13 (注)	主に財政		29	251	19.0	3	事業所向け サービス業

注：47 都道府県に 100 人ずつ、1700 自治体に 5 人ずつ専門家による支援（地元建築士などに委託）、10 年分

4. 各分野の具体的な機会、目標、政策、財源、経済効果、雇用創出数、CO₂削減量

15

労働力の円滑な移行

機会

エネルギー転換において「公正な転換」は不可欠

提案・目標

化石燃料産業などから、省エネ再エネ産業などへの職業訓練など

表 26 2030 年までの投資額、財源、経済効果、CO₂ 排出削減量、投資先など

2030 年ま で投資額 [兆円]	民間投 資・財政 支出割合	累積光熱 費削減額 [兆円]	経済波及効 果[兆円](設 備投資のみ)	雇用創 出数[万 人年]	投資額あたり 雇用創出数[人 年/億円]	2030 年の CO ₂ 削減量 [Mt-CO ₂]	投資先
5	主に財政		11	97	20.6	3	事業所向け サービス業

備考：労働シフトの研修。47 都道府県に講師 100 人。10 年分投資先

5. 雇用の公正な転換に向けて

5. 雇用の公正な転換に向けて

表 27 エネルギー転換で影響を受ける産業の雇用と付加価値（2016 年度）

産業分野名	従業者数	雇用者割合	付加価値額	GDP 割合	備考
	人		百万円		
合計	150,402	0.26%	4,501,051	0.86%	
電気業					この他に本社などの雇用がある。送電部門、配電・小売部門については、需要はなくならないため、大きな雇用減にはつながらないと考えられる。
石炭火力発電所	2,841	0.00%	208,303	0.04%	
石油火力発電所	2,488	0.00%	45,190	0.01%	
天然ガス火力発電所	4,682	0.01%	298,252	0.06%	
その他					
石油精製業	10,979	0.02%	543,186	0.10%	
鉄鋼業					
高炉製鉄業	36,257	0.06%	493,591	0.09%	
化学工業					
無機化学工業製品製造業					
ソーダ工業	3,101		52,845		
有機化学工業製品製造業					
石油化学系基礎製品製造業	5,183		308,820		
脂肪族系中間物製造業	10,120		510,725		
環式中間物・合成染料・有機顔料製造業	13,747		385,432		
プラスチック製造業	32,789		912,021		
窯業土石製品製造業					
セメント製造業	4,671		158,053		
パルプ・紙・紙加工品製造業					
パルプ製造業	1,855		16,088		
紙製造業					
洋紙・機械すき紙製造業	21,688		568,545		

出典：次ページを参照のこと。

5. 雇用の公正な転換に向けて

表 27 の出典など：

＜製造業従業者数と付加価値＞

経済産業省「工業統計」2017

＜電力分野の燃料種別内訳の計算方法＞

設備容量：電力広域的運営推進機関「電力供給計画」p.14 表 3-1 の平成 28 年度（2016 年度）設備容量

従業者数：総合資源エネルギー調査会発電コスト等検証 WG「発電コストレビューシート」の発電所種類別人件費単価(それぞれの燃料種で想定している設備容量あたり)、賃金構造基本統計調査の平成 28 年 2016 年の電気業(企業規模 10 名以上)男女計学歴計のひとりあたり人件費(きまって支給する現金給与額×12 ヶ月分+年間賞与その他特別給与額)、電力広域的運営推進機関「電力供給計画 2017」設備容量から求めた。

付加価値：発電・送電・配電小売で 3 等分とし、これが発電電力量に比例するとし、国民経済計算経済活動別国内総生産(2016 暦年実質)、電力広域的運営推進機関「電力供給計画 2017」発電電力量より推定

雇用割合：上記従業者数を総務省統計局労働力調査の 2017 年 3 月分の雇用者数で割った。

GDP 割合：2016 年国内総生産（国民経済計算経済活動別国内総生産(2016 暦年実質)との比較。

	従業者 数	雇用者 割合	付加価値 額	GDP 割合	設備 容量	人件費単価	人件費単価	発電量
	人		百万円		MW	百万円/MW	百万円/人	TWh
6 大排出 産業合計	150,402	0.26%	4,501,051	0.86%				
電気業					電力供 給計画	コスト等検証 WG	賃金構造基本 統計調査	電力供給 計画
石炭火力発 電所	2,841	0.00%	208,303	0.04%	43350	0.45	6.8662	290.4
石油火力発 電所	2,488	0.00%	45,190	0.01%	39380	0.475	7.5168	63
天然ガス火 力発電所	4,682	0.01%	298,252	0.06%	82120	0.43	7.5168	415.8
原子力発電 所					39000	1.71	7.5168	17.9
その他					97290			161.6

表 28 電力分野従業者数の燃料種別内訳の計算方法

5. 雇用の公正な転換に向けて

業種		雇用者数	備考
電気業		13032	運転保守は 6100 人。他は事務系他、広報・地域対応、放射線管理、品質保証安全管理、核燃料サイクル(5%以下)、設計建設工事部門、調査計画管理部門、研究者となっている。運転保守と核燃料サイクル以外の仕事は継続するとみられる。
鉱工業他	合計	35506	既設プラント対象が 21400 人。建設は 1900 人。廃炉や放射性廃棄物などは 8000 人。
	建設業	10900	
	精密機器、電気機器	8100	
	非鉄金属、鉱業、金属製品、鉄鋼、ガラス・土石製品	4500	
	サービス業	7100	
	その他	約 5000	
合計		48538	

表 29 エネルギー転換で影響を受ける産業の雇用数など（原子力発電関連）

出典：原子力産業協会「原子力産業に関する動向調査（2019 年版）」

6. 財源に関するオプション

6. 財源に関するオプション

転換戦略において 2030 年までに必要な年間約 5 兆円の財政支出に関しては、以下の 3 つのオプションがある。

オプション 1：現行の公共投資と同様の方法を採用

- ・一般会計に計上し、建設国債の発行で経費を賄う。
- ・通常の 60 年ルールに基づいて償還を行う。
- ・償還財源は税制全体を総合的に見直す中で捻出する。

説明：表現としては事実上の棚上げであるものの、財源のことは別途議論しようというのは財政学では良くある。すでに赤字国債が発行されているということもあって、建設国債が赤字国債に置き換わるという財政技術的な対応はこれまでも事実上取られてきた。もっとも、当て込むべき財源が全くないわけでもなく、所得税の金融所得課税の（事実上の）軽減税率の廃止は再分配政策からの要請として正当であり、相続・贈与税の強化は次世代の環境改善という形で広く便益のあることなので正当性を持つ（スティグリッツ案と同じ）

ただし、地域交通に関しては、地方債→交付税措置というのが最も妥当（いったん地方政府に地方債を発行させておいて、後ほど一般会計の赤字国債に振り替えるイメージ）。交付税特会借入れに振り替えるという方法もあるものの、財務省が嫌がりそうであること、地方交付税総額が圧縮される恐れがあることなどから、かなり高度な手法になる。

オプション 2：エネルギー対策特別会計の枠組みを利用

原則的に環境・エネルギー政策なのでエネ特会計を用いるのは妥当。

- ・歳出はエネ特会計に計上し、建設国債の発行で経費を賄う。
- ・通常の 60 年ルールよりも早いペースで（例えば 30 年）償還する。
- ・財源は石油石炭税（炭素税）の引き上げによって捻出する。

説明：炭素税収は漸減していく可能性が高いので、償還期間はゼロエミッション達成の 2050 年から逆算すると整合性が取れる。もっとも、廃棄物やバイオマスの焼却が無くならず、ガソリン車が残るとしたら、税収が全くゼロになってしまうことはない。

オプション 3：東日本大震災時の対応のように GR/GND 特別会計を新規創設

- ・歳出は GR/GND 特別公債のようなものを発行する。
- ・年限は超長期（30 年）とし、償還については棚上げ。

説明：借換債は日銀引き受け（借換えは法的には可能）を想定し、経済状況等を鑑みて中長期的に扱いのチェックを行う。野心的であれば、ゼロクーポン債や永久国債、100 年債などのオプションが考えられる。

6. 財源に関するオプション

<民間資金と公的資金の分担について>

■ 民間の資金

この提言で示した総額約 200 兆円（年平均約 20 兆円）の投資資金のうち、大部分（年平均約 15 兆円）は基本的に、民間企業や家計が自己資金や融資でまかなうことができる。投資の資金は、その後の光熱費の削減で回収できるためである。もちろん、それを支援する政策は必要であるものの、財政資金を投じずに出来ることがたくさんある（政府系金融機関の融資や、各種規制など）。

■ 公的資金

転換戦略における総額約 200 兆円の投資資金総額のうち、50 兆円（年平均 5 兆円）程度がエネルギー供給インフラ等に対する財政支出となる。省エネ・再エネ投資に関する公共の相談窓口等を設置する場合も、公的資金でまかなわれる。省エネ・再エネ投資を行う企業や家庭に対する部分的な補助金や、政府系金融機関等への利子補給が行われる場合、必要な公的資金が若干増加する可能性があるものの、そのぶん民間の出費が減るので、全体の投資額には影響しない。

公的資金の調達方法には増税と国債発行の 2 種類がある。現在のコロナ不況の現状では、増税が経済や財政を悪化させる可能性もあり、ここでは増税は想定していない。

グリーン・リカバリーに必要な予算項目や資金は、一般会計予算の公共事業費として、建設国債の発行でまかなう（エネルギー特別会計や、地方自治体の支出に対する交付税措置等で取り扱う方が適当な場合は、そのようにするものの、最終的に国債発行で資金調達する点は同じ）。建設国債の返済（償還）に関しては、次の 2 つの考え方がある。

(1) 日本では、国債償還は 60 年償還ルールに則って行われている。これによれば国債を完全に返しきるために必要な税収は、毎年度、国債発行額の 60 分の 1 ずつ確保すればよいことになる。例えばある年度に 6 兆円の国債を発行した場合、公共事業の効果によって税収が増え、毎年 1000 億円ずつを積み立てることができれば問題ない。なお、10 年債の場合は、10 年ごとに当初借入額の 6 分の 1 ずつを償還しきり、残りは借り換えられる。国債の償還や借り換えは、他のあらゆる既存の国債と一緒に行われる。

(2) 国債の元本は償還しきらない、という考え方もある。国債の満期（10 年債なら 10 年経過後）が来たら、借り換え債を発行して償還の資金をまかない、国債残高は維持するということは、他の主要国や日本でも普通に行われている。財政健全性の目安の一つに「国債残高対名目 GDP 比率」がある。国債残高を一定に保てば、グリーン・リカバリーが功を奏して名目 GDP が成長すれば、この比率は低下して行く。

他方で近年では、通貨発行権を有し、変動相場制をとり、自国通貨建て国債のみを発行する政府は、財政破綻の懸念は不要だという考え方も、支持を広げつつある。この考え方に基づけば、国債残高にかかわらず、物価安定に配慮しつつ積極財政政策をとることが可能である。諸外国のグリーン・ニューディール提案のいくつかは、背景にこのような考え方がある。

6. 財源に関するオプション

7. 資料編

- 1) 各種データ
- 2) 「原発ゼロ・エネルギー転換戦略」における電力需給バランスの検証
- 3) 参考文献

7. 資料編

1) 各種データ

表 30 転換戦略を実施した場合の各分野の省エネによる需要変化

	2018 年現在						2030 年						2050 年				
	電力 (億 kWh)	化石燃 料[PJ]	電力 [PJ]	化石燃 料[PJ]	再エネ 熱・未 利用熱 [PJ]	主な省 エネ政 策	電力 (億 kWh)	化石燃 料[PJ]	電力 [PJ]	化石 燃料 [PJ]	再エネ 熱・未 利用熱 [PJ]	主な省 エネ政 策	電力 (億 kWh)	化石 燃料 [PJ]	電力 [PJ]	化石燃 料[PJ]	再エネ 熱・未 利用熱 [PJ]
家庭	2,501	906	900	906	7	住宅の断熱化、ZEHの義務化 省エネ機器への買換え	1,251	1,877	676	402	173	住宅の断熱化、ZEHの義務化 省エネ機器への買換え	1,463	0			
運輸	175	2,916	63	2,916	0	燃費の良い車の普及 EV 自動車の普及 他	2,175	351	126	2,049	0	EV 自動車の普及 他	1,364	(240)			
業務	3,147	941	1,133	941	4	建物の断熱化、ZEBの義務化 省エネ機器への買換え	1,121	2,179	784	236	101	建物の断熱化、ZEBの義務化 省エネ機器への買換え	1,580	0			
産業	3,453	3,226	1,243	3,226	31	優良工場 なみ省エネ、省エネ設備更新・改修	3,444	2,719	979	2,430	35	優良工場 なみ省エネ、省エネ設備更新・改修	2,321	(1561)			
合計	9,277	7,990	3,340	7,990	43		7,126	5,117						0			
CO2 排出量 (百万 t-CO2)	440	589					161	339					0	(112)			

7. 資料編

表 31 転換戦略までの各発電エネルギー技術導入目標量および根拠

		設備容量 (万 kW)	目標値の根拠	考え方	備考：ポテンシ ャル
	屋根置き	約 4000	太陽光発電協会 「太陽光発電 2050 年の黎明」 (2017)の目標値		
	事業系	約 16000			
	陸上	約 10000	風力発電協会 「風力発電ロード マップビジョ ン」の「堅実なポ テンシアル」	社会的制約条件などでポテンシアルは増減するものの、ここまで低下することはありません「堅実なポテンシアル」として、陸上風力はポテンシアルの 1/2、洋上風力（着床式）は 1/3、洋上風力（浮体式）は 1/4 を設定している。転換戦略では、この数値を採用した。	28576 万 kW 6932 億 kWh (環境省)
	洋上	約 10000			141276 万 kW(環境省)
	大規模	3135	環境省「平成 26 年度 2050 年再生 可能エネルギー 等分散型エネル ギー普及可能性 検証検討委託業 務報告書」の高 位	大型：資源エネルギー庁が実施した水力発電に関する研究会（2008）における 2030 年度までの水力発電電力量の増加ポテンシアルが増加 小規模：環境省推定のポテンシアル量が全量顕在化	増加は主に 中小水力
	小規模				
地熱		792	環境省「平成 26 年度 2050 年再生 可能エネルギー 等分散型エネル ギー普及可能性 検証検討委託業 務報告書」の高 位	大型：環境省の「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」（2013 年）における「条件付き導入ポテンシアル」の全量顕在化。 温泉熱発電：日本地熱学会及び日本地熱開発企業協議会のドリームシナリオ	
	木質	738	環境省「平成 26 年度 2050 年再生 可能エネルギー 等分散型エネル ギー普及可能性 検証検討委託業 務報告書」の高 位	NEDO の推計した導入ポテンシアルなど	
	メタン				

7. 資料編

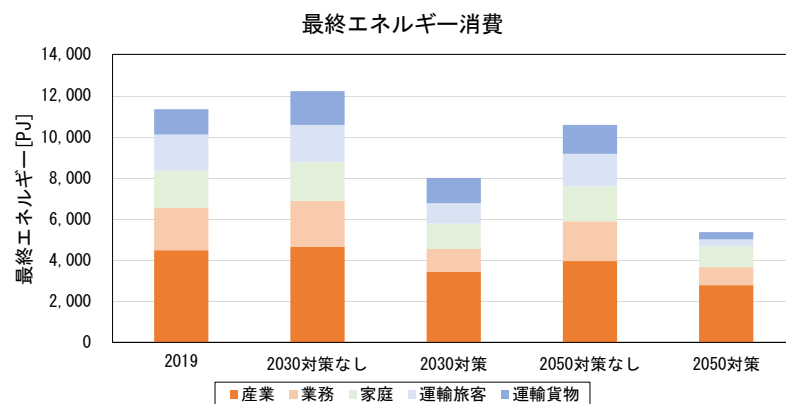


図 14 用途別最終エネルギー消費

注：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行案の場合

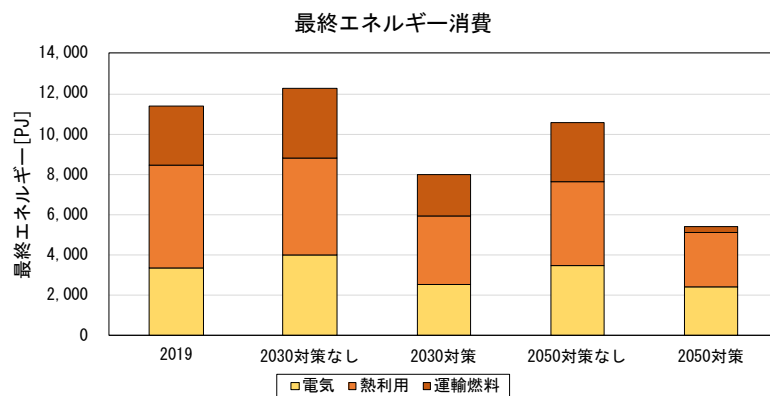


図 15 用途別最終エネルギー消費（電気・熱利用・運輸燃料）

注：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行案の場合

7. 資料編

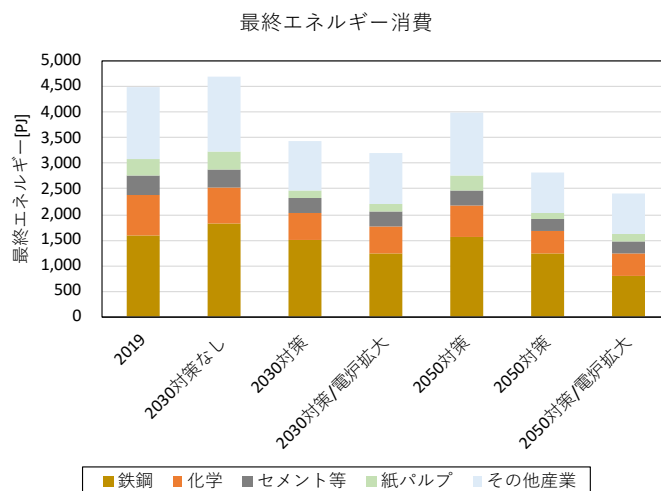


図 16 産業部門別最終エネルギー消費

注 1：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行施策案の場合

注 2：各産業分野の主な対策は以下のとおり。1)素材をつくる製造業(鉄鋼、化学、セメント、紙パルプ)：優良工場なみの省エネ対策(主に生産設備の省エネ)、2)鉄鋼追加対策→高炉(石炭・鉄鉱石から製造)を電炉(リサイクル鉄)に。生産量あたりエネルギー消費量を 4 分の 1 に削減、3)素材製造業以外(食料品、機械などの製造業と農林水産業など)→省エネ設備導入、生産設備の更新・改修、一部生産設備を熱から電気・省エネ型に、従業員の照明空調を省エネ型に、空調は電気式省エネ型に

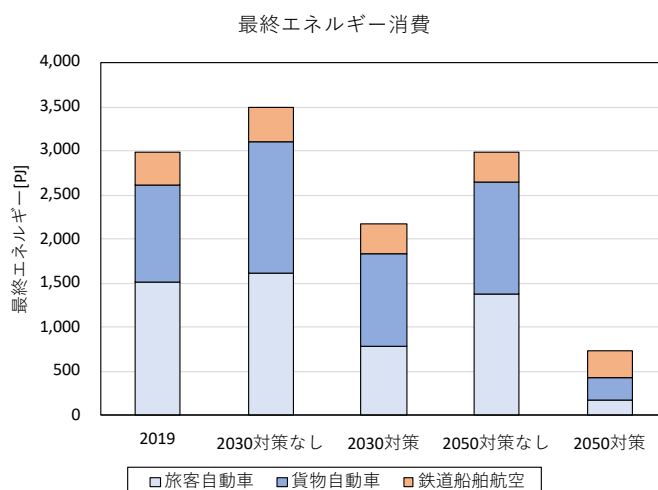


図 17 運輸部門最終エネルギー消費

注 1：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行施策案の場合

注 2：自動車 2030 年までの対策:

- ・更新時に燃費の良い車に転換
- ・電気自動車化(乗用車は 2030 年に保有車の 20%、その他は 3%。電気自動車化によりエネルギーは 70～80%削減)

2050 年までの対策:

- ・2050 年までに全て電気自動車に転換。電気自動車化によりエネルギーは 70～80%削減)

7. 資料編

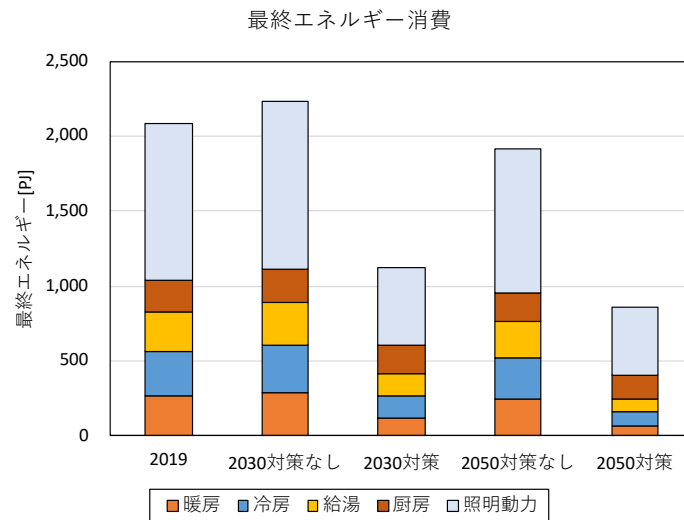


図 18 業務部門最終エネルギー消費

注 1：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行施策案の場合

注 2：業務部門の対策は、主に 1)省エネ設備機器の導入、2)建物の断熱対策(主に暖房)

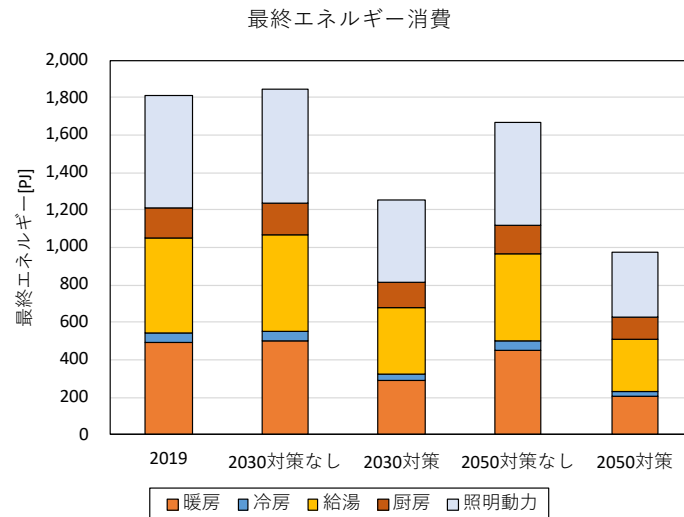


図 19 家庭部門最終エネルギー消費

注 1：対策は転換戦略を実施した場合で、対策なしは政府の現行施策案の場合

注 2：家庭部門の主な対策は、1)省エネ設備機器の導入（エアコン、冷蔵庫等家電、照明は寄与率約 3 分の 2、2)建物の断熱対策(主に暖房で寄与率約 3 分の 1)

7. 資料編

表 32 転換戦略における 2030 年の各発電エネルギー価格の想定

種類		2018 年 [円/kWh]	2030 年 [円/kWh]	考え方
太陽光	屋根置き	19	10	再エネの 2018 年単価は、調達価格算定委員会報告、IEA 報告、IRENA 報告、総合資源エネルギー調査会コスト検証 WG レビューシートより試算など。2030 年単価は、2018 年の国際価格に収斂と想定
	事業系	16	10	
風力	陸上	20	10	
	洋上	36	14	
水力	大規模	7～20	7～20	大規模はそのまま。小水力は調達価格委想定値まで値下がり
	小規模			
地熱		7～20	7～13	大型地熱はそのまま
バイオマス		22	22	そのまま

7. 資料編

2) 電力需給バランスの検証

<要約>

「原発ゼロ・エネルギー転換戦略」では、原発を速やかに停止し、石炭・石油発電は 2030 年までに停止する。また、電力供給における再生可能エネルギー比率は、2030 年に 40%以上、2050 年に 100%以上、最終エネルギー消費量および電力消費量は、2030 年に 2010 年比で 30%削減、2050 年代に最終エネルギー消費量において再生可能エネルギーが占める割合を 100%以上とする。

本研究では、これらが実現された場合の 2030 年および 2050 年時点での日本の各地域での 1 時間毎の電力需給バランスを検証した。その結果、大部分の地域および時間帯で、需給は域内だけで余裕があり、一部の地域では、2030 年時点において、特定の季節・時間帯（例：夏や冬の夕方）に、他電力からの送電を利用することで需給に余裕がでることが明らかになった。また、給湯器や電気自動車（EV）その他の需要シフトなどを用いたデマンドレスポンス、蓄電池利用などの対応も可能である。

現在、日本では電力供給力不足解消を名目にした「容量市場」が導入されつつあり、これによる電気代の上昇が予想される。しかし、本研究の結果は、「原発・エネルギー転換戦略」で原発、石炭・石油火力を廃止・停止しても大半の地域で十分な余裕が見られることを示しており、その意味で新市場の必要性は再検討されるべきである。

すなわち、電力需給の安定性を損わずに、現在の政府の 2030 年のエネルギー・ミックスを大幅に改定して、日本におけるエネルギー転換を進めることは十分に可能であり、それは CO₂ 排出削減や電気代の低減という意味でも好ましいと考えられる。

7. 資料編

1. はじめに

「原発ゼロ・エネルギー転換戦略（以下では、転換戦略）」は、エネルギー温暖化問題に長く関わってきた研究者グループによって提案された具体的なエネルギー・温暖化政策であり、現在の国の「エネルギー基本計画」の代替案となるものである。

この転換戦略では、原発を速やかに停止し、再稼働・新增設は行わず、全ての原発の廃炉を決定する。また、石炭・石油火力発電は、2030年までに停止し、2035年までに廃止する。さらに、電力供給における再生可能エネルギー（以下では、再エネ）比率を2030年に40%以上、2050年までに100%にする。最終エネルギー消費量および電力消費量に関しても、2030年に2010年比で30%削減し、2050年代に最終エネルギー消費量において再エネが占める割合を100%（エネルギー自給率100%）にする（未来のためのエネルギー転換研究グループ2020）。

このようなシナリオでは、電力需給逼迫の可能性について懸念をもたれる場合がある。実際に、風力・太陽光発電（以下では、風力・太陽光）は、気象条件などによって出力が変動する特徴がある。ただし、一般的には、これらの変動電源の割合が50%に至らない場合では、予測・制御可能でコストも特段問題にならないと考えられている（IEA 2014、2016）。実際に、世界には変動電源割合が30%を大きく上回る国・地域も幾つか存在する（IEA 2019）。そうは言っても、各国における個別の具体的な送電網において、変動電源の需給バランスへの影響を推計し検証する必要がある（竹濱・歌川 2019）。特に、風力・太陽光出力が事前予測を上回る場合（過剰電力）や、反対に風力・太陽光出力が事前予測より少ない場合（供給不足）については、具体的な対策をとることが不可欠となる。

変動電源の変動への対応は、「残余需要」（電力需要から再エネによる発電量を差し引いた需要）への柔軟な対応と同義であり、残余需要を満たすよう発電を調整する能力は、「柔軟性」と呼ばれる。柔軟性の高い系統では、変動電力を受け入れるため、制御可能な発電所（火力発電のうちLNG火力や水力など）が、出力上昇や低減をより迅速、頻繁、かつ大規模に行えるよう準備される（安田 2019）。これ以外の柔軟性確保の手段としては、電力会社間の融通、需要側での調整および給湯器や電気自動車（EV）などを用いたデマンドレスポンス、揚水発電や蓄電池などのストレージの利用、などの対応策がある。デマンドレスポンスや蓄電池利用などの貯蔵技術は、タイミングをずらすことにより需要の変動性が平滑化され、その結果として需要と供給がマッチングされる。

したがって、転換戦略のもとでの電力需給バランスの検証においては、供給不足またはそれに近い状態がおこり得るかどうかを、供給が需要を一定の割合（予備率）以上で上回っているかどうかで判断し、供給不足に近い状態が予測された場合への対応策として各管区における上記のような具体的な柔軟性について検討する必要がある。

さらに、現在、日本では、電力供給が可能な発電設備を保持することに対するインセンティブとして、消費者の追加的な経済負担（電力料金値上げ）を伴う「容量市場」が導入されようとしている。この制度の前提となっているのが、将来における電力供給力不足という、あくまでも理論的な仮定であり、実際の日本における各電力管区の設備容量、需給データ、柔軟性などに関するエビデンスが十分に考慮されているかは疑問である。また、今の制度設計では、既

7. 資料編

存の原発や石炭火力発電所を維持するための補助金となり、再エネ・省エネの導入を阻害する可能性がある。

本稿では、このような問題意識に基づいて、1) 日本全体、2) 東日本と西日本の電力管区、3) 大手9電力各管区の3つの場合において、風力・太陽光を大量に電力網に連系し、かつ、原子力と石炭火力を削減する場合について、2030年および2050年の電力需給バランスを推計した。特に、過去3年間に於いて、前出の残余需要が最も大きい日や太陽光と風力の合計発電量が最も小さい日のような再エネの役割が特に小さい日に注目し、そのような状況になった場合での需給バランスを明らかにした。同時に、供給不足になった場合の対応策としての柔軟性手段について具体的なオプションを各電力管区に対して検討した。なお、本稿は、紙幅の関係から、電力需給安定性が問題となる可能性がより高い2030年の場合を中心に述べる。

2. 方法論

ここでは、まずエネルギー転換戦略における再エネおよび省エネに関する想定およびその根拠を説明する。次に電力需給バランスの検証方法について説明する。

2.1. 転換戦略における想定

転換戦略では、エネルギー全体および電力に関して表33のように想定している。

表 33 転換戦略における想定

種類	対策	補足説明
原子力	すぐに廃止	
石炭、石油火力	2030年までに運転停止	2035年には廃止
LNG火力	2050年までに運転停止・廃止	
再エネ電力	2030年に発電電力量の44%以上 (内訳は、太陽光16%、風力11%、地熱1%、水力12%、バイオマス6%) 2050年に発電電力量の100%	再エネ発電量は増加
電力省エネ	2030年に2010年比30%削減 2050年に2010年比40%削減	電気自動車普及など、熱利用や運輸燃料から電化する分も含めてこれだけ削減
エネルギー全体における再エネ割合	2030年に約3分の1 2050年に約8割	
エネルギー消費量	2030年に30%以上減少(2010年比) 2050年に50%以上減少(2010年比)	
CO ₂ 排出量(エネルギー起源)	2030年に50%以上減少(1990年比) 2050年に90%以上減少(1990年比)	政府目標は2030年に1990年比18%削減

注：CO₂排出量は目標ではなく、転換戦略に基づいた再エネおよび省エネの想定での試算値。

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2020）

7. 資料編

なお、これらの数値は、既存技術の普及のみを想定しており、実用化していない技術の普及は想定していない。また、再エネ導入量に関しては、業界団体や政府の数値を用いている。これらは、本稿 2.2 で後述する現状の導入量を考慮すれば、保守的な数値と言える。

また、活動量も、既存技術の普及のみを想定し、2030 年の材料生産量、旅客・貨物輸送量を政府の長期エネルギー需給見通し（経済産業省 2015a）に合わせている¹。エネルギー消費量や CO₂ 排出量は、この活動量を前提とした計算結果である。したがって、1) 研究開発中の技術の実用化、2) 需給見通しの生産増想定に反しこれまで素材生産設備が減少、さらに国内需要が人口減に比例して緩やかに減少し素材生産量や輸送量などが減少、3) 新興国への材料輸出が今後減少、などを考慮すれば、エネルギー消費量や CO₂ 排出量をさらに大きく削減できる。

2.2. 再エネに関する想定

表 34 は、転換戦略で準拠した 2030 年における各再エネ発電技術の想定値および根拠を整理したものである。

表 34 転換戦略における再エネ関連想定内容および根拠

		設備容量 (万 kW)	目標値の根拠	考え方	備考：政府想定 設備容量 (万 kW)
太陽光	屋根置き	約 2000	太陽光発電協会「太陽光発電 2050 年の黎明」(2017)		約 900
	事業系	約 8000			約 5500
風力	陸上	2660	風力発電協会「風力発電の導入拡大に向けて」(2016)		918
	洋上	960			82
水力	大規模	2465	2018 年値から、政府予測（長期エネルギー需給見通し分の増加。揚水発電分を除く）	大型は、既存発電所設備更新による出力増加、未利用落差活用 拡大等が進んだ場合。小水力は、自然・社会環境上障害があるが解決可能とされる地点開発が進んだ場合。	4847～4931（含む揚水発電設備容量）。揚水発電（2594）を除くと 2253～2337
	小規模				
地熱		108	政府予測（長期エネルギー需給見通し）	大規模開発について現状の環境規制下の開発を見込んだ場合（環境規制緩和を見込むと小型とあわせ 140～155 万 kW になるが、当面はここまで見込まず）。中小規模は開発が順調と想定した場合	140～155
バイオマス	木質	728	政府予測（長期エネルギー需給見通し）。廃棄物（一部にバイオマス分あり）を含む。	想定通り。バイオマスの固定価格買取制度認定設備容量（今後建設を含む）は RPS 制度からの移行認定とあわせ 980 万 kW。バイオマスの持続可能性について懸念、ここまでは見込まないことにする	602～728
	メタン				

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2020）

¹ 粗鋼生産量が 1.2 億トンに増加など。

7. 資料編

表 35 は、表 34 の想定の妥当性を示すために、2019 年時点での再エネ導入量を、政府需給見通しにある 2030 年のエネルギー・ミックスと比較したものである（経済産業省 2015b）。

表 35 日本の再エネ電力導入の現状と政府 2030 年想定との比較

発電種	(1) 導入設備容量[万 kW] (2019 年 12 月)	(2) FIT 前導入量 +FIT 認定設備容量 (2019 年 12 月)	(3) 政府 2030 年見通し [万 kW]	政府 2030 年見通し に対する導入進捗率 (1) / (3)	政府 2030 年見通し に対する認定進捗率 (2) / (3)
太陽光	5,327	7,757	6,400	83%	121%
風力	388	984	1,000	39%	98%
地熱	60	62	140~155	41%	42%
中小水力	984	1,056	1090~1170	87%	93%
バイオマス	342	984	602~728	51%	148%

注：バイオマスはバイオマス比率を考慮している。地熱、中小水力、バイオマスの政府見通しに対する進捗率は、政府見通しの値の中間値に対する導入量の進捗を示す。バイオマス発電の認定設備には、PKS や パーム油など、燃料の持続可能性に課題があり、発電量あたり CO₂ 排出量が火力発電を大きく超える可能性のあるもの（総合資源エネルギー調査会 2019）も含まれる（経済産業省 2019a）。

出典：経済産業省（2015b、2020）などから筆者作成

表 36 は、表 35 と同様に、転換戦略と政府需給見通し（経済産業省 2015b）との比較であり、それぞれにおけるエネルギー発電技術の発電量や割合を示している。

表 36 転換戦略と政府需給見通しとの比較（2030 年度、事業用＋自家発）

発電種	転換戦略		政府需給見通し		備考
	発電量 [億 kWh]	割合	発電量 [億 kWh]	割合	
原子力	0		2,317~2,148		
石炭	0		2,810		
石油等	0		315		政府:副生ガス等含む。
天然ガス	3,744		2,845		エネ転換戦略:一部副生ガス含む
その他					
再エネ	3,725	47%			
太陽光	1,261	16%	749	7%	エネ転換戦略:太陽光発電協会 (2017、2020) より試算
風力	917	11%	182	1.7%	エネ転換戦略:日本風力発電協会 (2016) より試算
地熱	79	1%	102~113	1.0~1.1%	
水力	1,080	13%	939~981	8.8~9.2%	
バイオマス	407	5%	394~490	3.7~4.6%	
その他	0				
廃棄物	22	0.3%			
発電計	8,053	100%	10,650	100%	省エネの差

出典：筆者作成

7. 資料編

表4が示すように、再エネ発電量の2030年度想定におけるエネルギー転換戦略と、政府長期エネルギー需給見通しにあるエネルギー・ミックス（2030年）との大きな差は、太陽光と風力の設備容量および発電量である。これに関しては、転換戦略は、前述のように、業界の見通しを使っている。一方、政府長期エネルギー需給見通しの2030年の太陽光発電の設備容量想定量は、2019年12月段階で経済産業省が設備認定を出した設備容量を下回り、実際の導入容量も2030年想定 of 8割を超えている。風力についても2030年設備容量想定を、すでに2019年12月段階に経済産業省が設備認定を出した設備容量が超えようとしている。すなわち、政府の長期エネルギー需給見通しは、脱炭素に向けた要請からも、現状に即して考えても、大幅な上方修正が行われるべきだと考えられる。

2.3. 省エネに関する想定

表37、表38は、転換戦略に従った対策をとれば、今ある省エネ技術の導入で大幅な省エネが可能であることを示している。具体的には、エネルギー消費量全体（電気・熱利用・運輸燃料）で2010年比30%以上減少、2050年に50%以上減少が可能となる。また、発電量は2030年に2010年比30%減少、2050年に40%減少となる。これらは、電気自動車普及、産業・業務・家庭部門の一部熱需要の電化などの電力増加も想定している²。

表37 省エネ対策（電力・熱利用・運輸燃料）

	2030年まで 省エネ▲5200PJ（2010年比）	2050年まで 省エネ▲7700PJ（2010年比）
産業	優良工場なみの省エネ対策（素材製造業は鉄鋼業などで約9～46%改善、非素材は約25%改善） ・生産設備は省エネ型に転換（熱は排熱回収） ・冷暖房照明も省エネ型に ・リサイクル材使用、電炉5割に拡大（75%改善） 省エネで▲1900PJ（▲40%）	産業平均が今のトップ工場水準に。 ・電炉7割に拡大 省エネで▲2700PJ（▲50%）
業務	・建物は断熱強化・ゼロエミッションビルへ ・設備機器は更新時に省エネ型に。（5割改善） 省エネで▲1200PJ（▲50%）	ゼロエミッションビル、トップ省エネ機器 省エネで▲1500PJ（▲60%）
家庭	・建物は断熱強化・ゼロエミッション住宅へ。 ・設備機器は省エネ設備（更新時）（3-4割改善）省エネで▲900PJ（▲40%）	ゼロエミッション住宅、トップ省エネ機器 省エネで▲1200PJ（▲50%）
運輸 旅客	・燃費のよい車の導入（3-4割改善） 省エネで▲900PJ（▲45%）	車は電気自動車+再エネ（石油→電気で8割改善） 省エネで▲1600PJ（▲80%）
運輸 貨物	・燃費のよい車の導入（2割改善） 省エネで▲200PJ（▲10%）	車は電気自動車+再エネ（石油→電気で7割改善） 省エネで▲700PJ（▲50%）

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2020）

²ただし、産業の高温熱の全面電化のような大規模な電化は想定していない。

7. 資料編

表 38 省エネ対策（電力のみ）

	2030 年まで 省エネ▲3400 億 kWh（2010 年比） 電化+150 億 kWh	2050 年まで 省エネ▲4800 億 kWh（2010 年比） 電化+870 億 kWh
産業	優良工場 ³ なみの省エネ対策（素材製造業は鉄鋼業などで約 9～46%改善、非素材は約 25%改善） ・生産設備は省エネ型に転換（熱は排熱回収） ・冷暖房照明も省エネ型に ・リサイクル材使用、電炉 5 割に拡大（75%改善） 省エネで▲1100 億 kWh（2010 年度比） 電化（電炉拡大）+30 億 kWh	産業平均が今の優良工場水準に。 ・電炉 7 割に拡大 省エネで▲1500 億 kWh 鉄鋼電炉拡大で+40 億 kWh
業務	・建物は断熱強化・ゼロエミッションビルへ ・設備機器は更新時に省エネ型に。（3-4 割改善） 省エネで▲1200 億 kWh（2010 年度比）	ゼロエミッションビル、トップ省エネ機器 省エネで▲1800 億 kWh
家庭	・建物は断熱強化・ゼロエミッション住宅へ。 ・設備機器は省エネ設備（更新時）（3-4 割改善） 省エネで▲1100 億 kWh（2010 年度比）	ゼロエミッション住宅、トップ省エネ機器 省エネで▲1500 億 kWh
運輸 旅客	・電気自動車化（2030 年は 20%） 電化で+90 億 kWh	車は電気自動車+再エネ 電化で+470 億 kWh
運輸 貨物	・電気自動車化（2030 年は 3%） 電化で+30 億 kWh	車は電気自動車+再エネ 電化で+360 億 kWh

出典：未来のためのエネルギー転換研究グループ（2020）

2.4. 需給バランスの検証方法

本研究では、以下のような 2 つのステップで需給バランスを検証している。

ステップ 1：転換戦略で想定した再エネおよび省エネが 2030 年までに導入された場合の需給バランスを明らかにする。その際には、気象条件、需要パターン、再エネ変動パターンは、2016～2018 年の 1 時間ごと実績⁴と同じと仮定する。また、再エネは各管区での現時点での業界予測や認定設備容量などに基づいた予想導入量⁵、省エネは全国一律で比例的に増加すると、それぞれ仮定して試算する。

ステップ 2：上記から 2030 年の 1 時間ごとの電力需給を点検し、下記の特定の 3 日を選定する。

- ① 通常（一般的な需給バランス。秋や冬の晴天の日）
- ② 最も厳しい（残余需要、すなわち電力需要から太陽光・風力の発電量を引いた需要最も大きい）
- ③ 太陽光・風力の 1 日の発電量が最も小さい（夏や冬の夕方に太陽光・風力の発電量は小さくなる）

³ 省エネ法で、おおよそ偏差値 60 程度の優良事業者を示す。

⁴ 各電力会社が公表している過去 3 年間（2016～2018 年）の電力需給実績データベースを用いている。

⁵ 太陽光の過剰発電や風力の大規模化等による設備利用率向上を予測するものもある。

7. 資料編

3. 各地域の需給バランスの検証結果

以下では、上記の方法論に基づいて推計した 2030 年の各地域での電力需給バランスを示す。

3.1. 2030 年電力需給（東日本 3 電力：通常）

図 20 は、2030 年の東日本（北海道電力、東北電力、東京電力の 3 電力管区）における通常の 1 日（冬の晴天の日）の需給バランスの推計結果を示す。需要曲線の上の部分が余剰火力・揚水部分であり、再エネ電力増および省エネにより需給には余裕があり、十分な設備余裕がある。

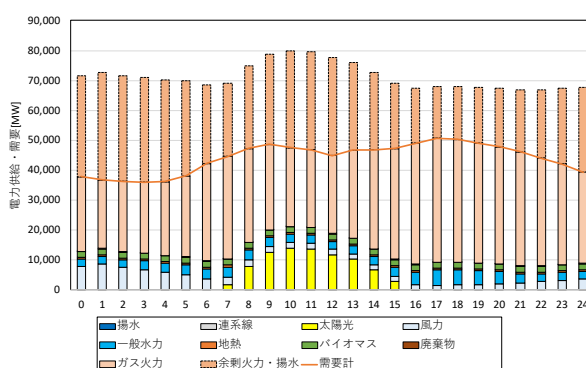


図 20 2030 年電力需給（東日本 3 電力：通常）

3.2. 2030 年電力需給（東日本 3 電力：最も厳しい日）

図 21 は、2030 年の東日本（北海道電力、東北電力、東京電力の 3 電力管区）における一年で最も厳しい（電力需要から再エネ発電量を差し引いた残余需要が最も大きい）1 日の需給バランスの推計結果を示す。これより、最も火力を使う日・時間帯でも、再エネ電力増および省エネにより 30%以上の設備余裕があることがわかる。

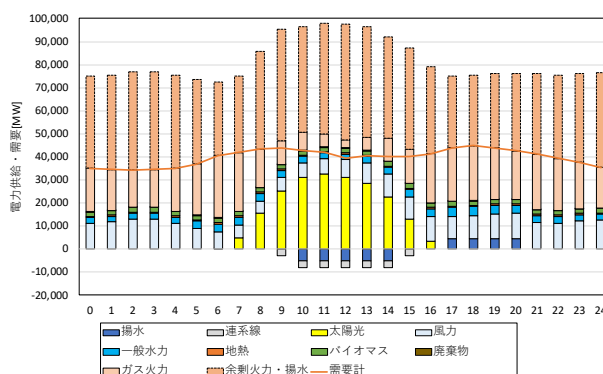


図 21 2030 年電力需給（東日本 3 電力：最も厳しい日、夏期）

7. 資料編

3.3. 2030 年の電力需給（東日本 3 電力：太陽光・風力の発電量が最小）

図 22 は、2030 年の東日本（北海道電力、東北電力、東京電力の 3 電力管区）において太陽光と風力の 1 日の合計発電量が最低の日の需給バランスの推計結果を示す。これより、太陽光と風力の合計発電量が最小の日でも 40%以上の設備余裕があることがわかる。

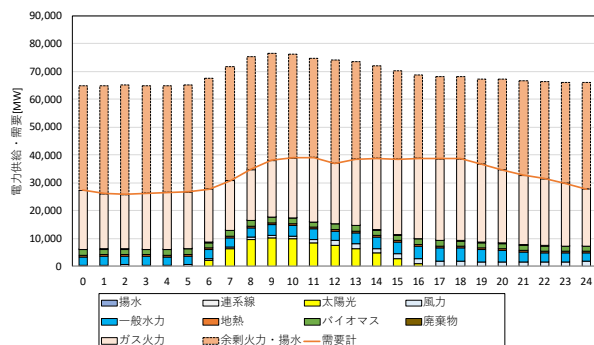


図 22 2030 年電力需給（東日本 3 電力：太陽光・風力が最小の日、夏期）

3.4. 2030 年の電力需給（西日本 6 電力：通常）

図 23 は、2030 年の西日本（関西電力、中部電力、中国電力、北陸電力、四国電力、九州電力の 6 電力管区）における通常の場合の 1 日（秋の晴天の日）の需給バランスの推計結果を示す。再エネ電力増などにより十分な設備余裕があるのがわかる。

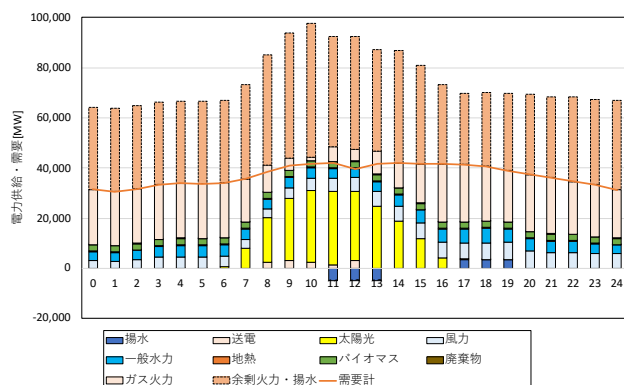


図 23 2030 年電力需給（西日本 6 電力、通常）

7. 資料編

3.5. 2030 年の電力需給（西日本 6 電力：最も厳しい日）

図 24 は、2030 年の西日本（関西電力、中部電力、中国電力、北陸電力、四国電力、九州電力の 6 電力管区）における一年で最も厳しい（残余需要が最も大きい）1 日（2018 年 7 月 25 日）の需給バランスの推計結果を示す。最も火力を使う日・時間帯でも、再エネ電力増および省エネにより 15%程度の設備余裕があることがわかる。

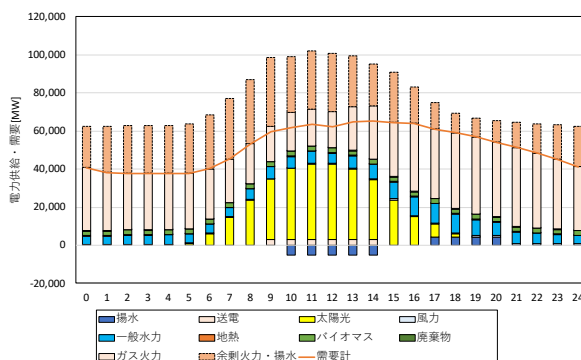


図 24 2030 年電力需給（西日本 6 電力：最も厳しい日、夏期）

注：需要計と「余剰火力・揚水」の差は、揚水発電（汲み上げ）と、東日本からの送電（東京電力と中部電力の間に 300 万 kW 連系線）の分。

3.6. 2030 年の電力需給（西日本 6 電力：太陽光・風力が最小の日）

図 25 は、2030 年の西日本（関西電力、中部電力、中国電力、北陸電力、四国電力、九州電力の 6 電力管区）において太陽光と風力の 1 日の発電量が最低の日（2018 年 6 月 6 日）の需給バランスの推計結果を示す。太陽光・風力の発電が最小の日でも 40%以上の設備余裕があることがわかる。

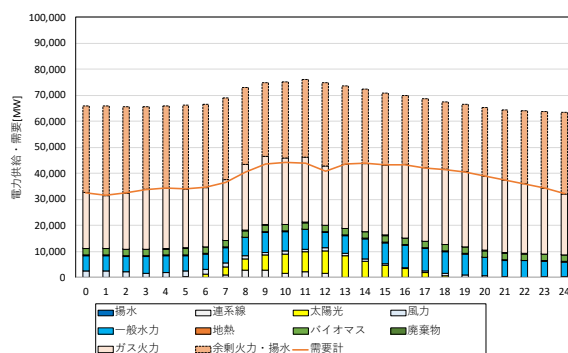


図 25 2030 年電力需給（西日本 6 電力、太陽光＋風力が最小の日、夏期）

注：需要計と「余剰火力・揚水」の差は、揚水発電（汲み上げ）と、東日本からの送電（東京電力と中部電力の間に 300 万 kW 連系線）の分。

7. 資料編

3.7. 現在の各電力管区における設備容量

2030 年における各電力管区の需給バランスは、現在の各電力設備容量の内訳に大きく依存する。図 26 は、各電力管区における水力以外の再エネを除いた設備容量の内訳を示す。

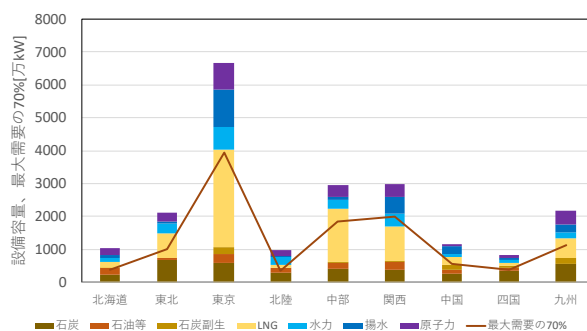


図 26 現在の各電力管区の設備容量内訳および最大需要

出典：経済産業省（2016）、経済産業省（2019b）、経済産業省（2020b）より筆者作成

各電力管区で、需給、および設備構造に、それぞれ特徴がある。原発・石炭火発依存度の小さい管区は、2030 年の 1 時間ごとの電力需給に特段の問題がないことが予想される。一方、原発・石炭火発依存度の大きい管区は、連系線利用を含めた需給バランスを検討する必要がある。

以下では、2030 年の 1 時間ごとの需給バランスについて、まず現状において他地域から供給を受け、かつ需要に比べて再エネ普及程度が小さいと懸念される 3 大都市圏を含む電力管区（東京、中部、関西）の検討結果を示す。次に、原発・石炭火発依存度が高い管区（北陸、四国）の検討結果を示す。

3.8. 2030 年の各管区の電力需給（東京電力管区、中部電力管区、関西電力管区）

図 27 は、2030 年の東京電力管区における一年で最も厳しい（残余需要が最も大きい）1 日の需給バランスの推計結果を示す。これより、東京電力管区は、火力発電だけで予備率 8%以上、揚水発電や地域間連系線を含め予備率 25%以上を確保でき、需給には余裕があることがわかる。

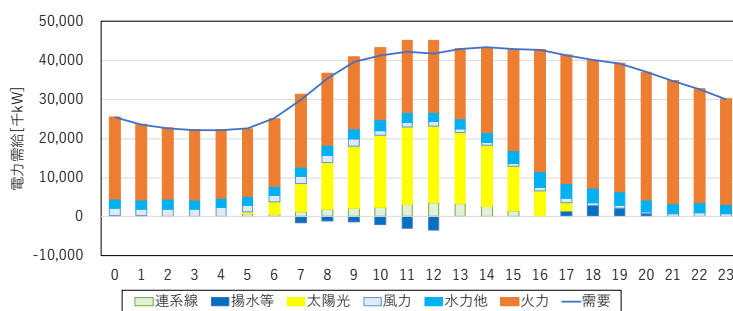


図 27 2030 年電力需給（東京電力管区：最も厳しい日、夏期）

7. 資料編

図 28 は、2030 年の中部電力管区における一年で最も厳しい（残余需要が最も大きい）1 日の需給バランスの推計結果を示す。これより、中部電力管区は火力発電だけで予備率 13%以上を確保でき、需給には余裕があることがわかる。

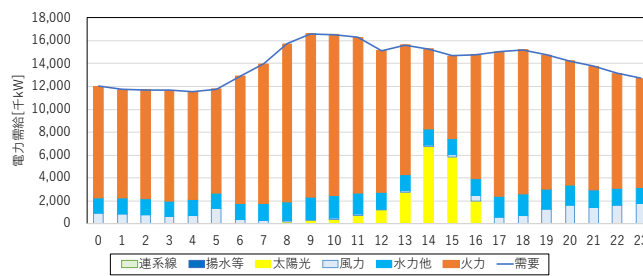


図 28 2030 年電力需給（中部電力管区：最も厳しい日、冬期）

図 29 は、2030 年の関西電力管区における一年で最も厳しい（残余需要が最も大きい）1 日の需給バランスの推計結果を示す。これより、関西電力管区は火力発電だけで予備率 3%以上、揚水発電や中部電力との連系線を含め予備率 15%以上を確保でき、需給には余裕があることがわかる。

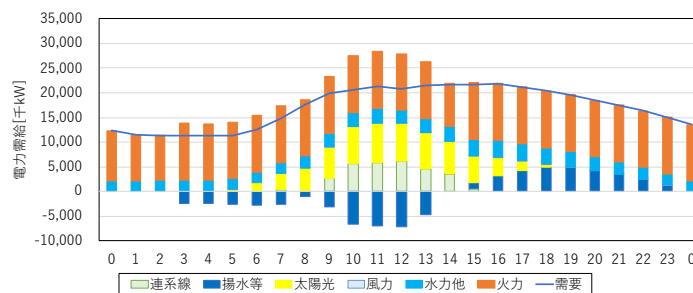


図 29 2030 年電力需給（関西電力管区：最も厳しい日、夏期）

以上のように、3 大都市圏の電力管区は、2030 年の 1 時間ごとの需給において余裕があることが明らかになった。

7. 資料編

3.9. 2030 年の各管区の電力需給（北陸電力、四国電力の各管区）

ここでは、原発、石炭火力依存度の高い北陸電力管区、四国電力管区の 2030 年の 1 時間ごとの需給バランス検討結果を述べる。

図 30 は、2030 年の北陸電力管区における一年で最も厳しい（残余需要が最も大きい）1 日の需給バランスの推計結果を示す。

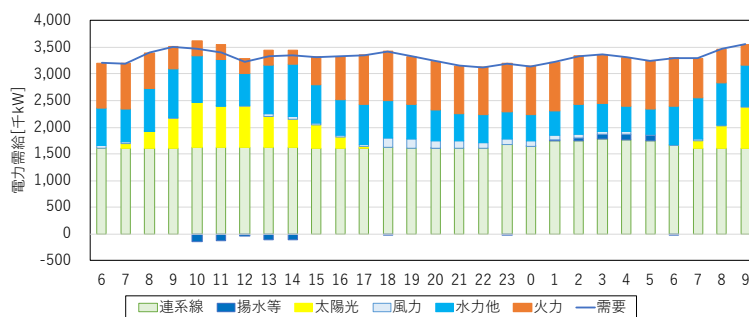


図 30 2030 年電力需給（北陸電力：最も厳しい日、冬期）

この図 11 に示されているように、北陸電力管区は、原発と石炭火力への依存度が他の電力会社管区よりも高いため、転換戦略のシナリオでは、一部時間帯に他社からの送電に依存する可能性がある。この需給バランスには多くの選択肢がある。

まず他社からの送電についてである。北陸電力管区は、関西電力管区との間に運用容量 150 万 kW⁶、中部電力管区との間に運用容量 30 万 kW の地域間連系線を有し（電力広域的運営推進機関 2020b）、この連系線を利用した送電を考慮すると 10%以上の予備率がある。送電には連系線の余裕と他地域の発電の余裕が必要だが、西日本では LNG 火力には余裕がある。さらに、地域間連系線増強として、関西電力管区・中部電力管区との間だけでなく、風力が豊富な東北電力管区（注：50Hz 領域）との直流送電線も将来考えられる。

次に、地域内で需給を改善する方策としては、1) デマンドレスポンス、需要シフト、2) 省エネ普及強化、3) 域内送電線強化と再エネ電力普及強化、4) 揚水発電強化（現在中部電力と共用する電源開発の揚水発電所の中部電力使用分の移管を含む）、5) 蓄電設備普及、6) EV 等の積極的利用⁷、7) LNG 火力転換（現在、北陸電力が管区内に保有する旧型石油火力設備 125 万 kW⁸

⁶ なお北陸向け 150 万 kW、関西向け 190 万 kW となっており、運用を逆転すれば設備を変えずに運用容量が拡大する。

⁷ デマンドレスポンスとして、電気自動車（EV）の充電や家庭用電気式給湯器（ヒートポンプと電気温水器）を活用する。具体的には、昼間に太陽光出力が過剰になるため、昼間の太陽光電力を吸収させるために、ヒートポンプを昼間に加温モードで稼働させ、電気自動車も昼間に充電を行う。

⁸ 経済産業省（2019b）

7. 資料編

のうち LNG 転換計画⁹のない 75 万 kW 分の追加が可能)、8) 逼迫があった時に備え需給調整契約の用意 (2016 年夏季には北陸電力の随時契約分 20 万 kW を用意した¹⁰)、などがある。

図 31 は、同様に、2030 年の四国電力管区における最も厳しい (残余需要が最も大きい) 時刻を含む 1.5 日の需給バランスの推計結果を示す。この図では追加の省エネ、再エネ普及、デマンドレスポンスなどは行っていない。

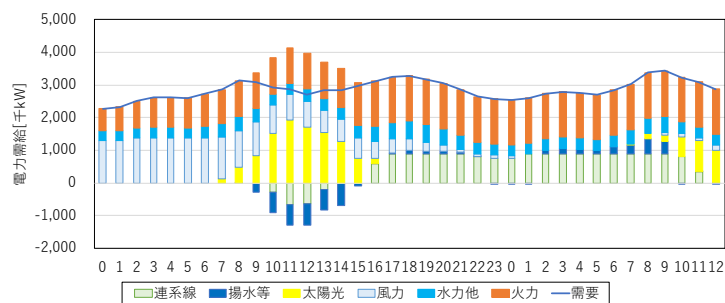


図 31 2030 年電力需給 (四国電力：最も厳しい日、冬期)

図 31 に示されているように、四国電力は、原発と石炭火力への依存度が他の電力会社よりも高いため、転換戦略のシナリオでは、北陸電力と同様、一部時間帯には他社からの送電に依存する可能性がある。この需給バランス確保には多くの選択肢がある。

まず他社からの送電について説明する。四国電力管区は、関西電力管区との間に運用容量 140 万 kW の地域間連系線、中国電力管区との間に運用容量 120 万 kW の地域間連系線を有する (電力広域的運営推進機関 2020b)。図 12 の 2030 年需給バランスの推計結果によると、最大で連系線の約 4 分の 1 強しか使っておらず、この連系線を利用した送電を考慮すると 30%以上の予備率がある。送電には連系線の余裕と他地域の発電の余裕が必要だが、西日本の LNG 火力に余裕がある。

一方、地域内で需給を改善する方策として、1) デマンドレスポンス、需要シフト、2) 省エネ普及強化、3) 地域の送電線強化と再エネ電力普及強化、4) 揚水発電強化、5) 蓄電設備普及、6) EV 等の積極的利用、7) ガス火力転換 (現在、四国電力が敷地内に保有する旧型石油火力が 135 万 kW あり¹¹、この LNG 転換で最大 135 万 kW 追加可能)、8) 逼迫あった時に備え需給調整契約の用意 (2016 年夏季には四国電力の随時契約分 40 万 kW を用意した¹²)、などがある。

他地域送電は、電力システム改革の第一段階に位置づけられた電力の広域的運用のひとつである。省エネを進め、再エネを拡大する過渡期の経過措置と捉えることもできる。再エネ導入、省エネ拡大、デマンドレスポンスなどの重点地域になることは言うまでもない。

⁹ 北陸電力 (2010)

¹⁰ 総合資源エネルギー調査会 (2016)

¹¹ 経済産業省 (2019b)

¹² 総合資源エネルギー調査会 (2016)

7. 資料編

他地域からの送電に一部依存する例は多くある。例えば、北陸電力管区や四国電力管区は、最大需要約 500 万 kW である（これに対し 200 万 kW 以上の運用容量の地域間連系線がある）。一方、以前はこの 10 倍以上の最大電力需要があった東京電力管区は、東北電力管内の石炭火力からの約 180 万 kW の送電に日常的に依存している（経済産業省 2016）。同様に、北陸、四国管内の 6 倍の約 3000 万 kW の最大電力需要のあった関西電力は、四国電力管内の石炭火力 140 万 kW の送電に日常的に依存し、多需要期は他電力の応援融通に依存、2013 年夏に最大 85 万 kW、2014 年夏に最大 140 万 kW の融通を得た（総合資源エネルギー調査会 2013、2014）。中部電力は、多需要期に関西電力の他、地理的に離れた九州電力に、2013 年夏に最大計 125 万 kW、2014 年夏に最大計 182 万 kW の応援融通を行った（総合資源エネルギー調査会 2013、2014）。北陸電力から九州電力への応援融通した例もある（総合資源エネルギー調査会 2013、2014）。

ここでは詳細説明を省略したが、北海道、東北、中国、九州の各電力管区では、最も厳しい日も、基本的に管内需給だけで一定の予備率を確保できる。北陸および四国の電力管区は、地域間連系線による電力融通や地域内で需給を改善する方策をとることで電力需給の安定性は確保できる。

4. 結論と考察

電力システムにおいて需給逼迫を判断する際には、電力の需給バランスを分析し、供給が需要を一定の割合（予備率）以上で上回っていたら電力需給リスクはごく小さいと判断できる。本研究では、過去 3 年間のデータをもとに、1) 日本全体、2) 東日本 3 電力（50Hz 領域）と中西日本 6 電力（60Hz 領域）の 2 地域、3) 9 電力会社の各管区、の 3 つの場合に関して、エネルギー転換戦略に基づいた一定の需給想定のもの、通常の 1 日、残余需要が最大の日、太陽光・風力の合計発電量が最小の日、の 3 つの場合の需給を 1 時間ごとに試算した（本稿は、紙幅の関係から、電力需給安定性が問題となる可能性がより高い 2030 年の場合を中心に述べた）。

その結果、2030 年と 2050 年を考えると、2050 年は再エネと各種システム（地域間融通、デマンドレスポンス、揚水発電、蓄電、電力・熱・輸送などのセクター間あるいはセクター内でのエネルギー融通を活発化させるセクター・カップリングなど）で対応可能であり、再エネの価格も大幅に低下し、十分なストレージの確保により需給バランスは問題ないことがわかった。また、エネルギー転換途中の 2030 年の需給では、東日本 3 電力（50Hz 領域）と中西日本 6 電力（60Hz 領域）に分けた場合、共に十分な予備率を確保でき、東西比較をすると相対的には中西日本の方が余裕は小さいことがわかった。

大手 9 電力会社（沖縄電力を除く）の電力管区別にみると、大半の電力管区で 2030 年に単独で十分な予備率が確保できることがわかった。一方、北陸電力および四国電力では、時間帯によっては、他地域からの送電に一部依存する可能性があることがわかった。他の電力管区からの送電を考慮すると一定の予備率が確保でき、かつ西日本の LNG 火力に余裕がある。また、地域内で需給を改善する方策も多くある。

なお、日本においては、他地域からの送電に一部依存する例は多くある。例えば、北陸や四国などの需要規模の小さい電力管区でなく、この何倍もの巨大な電力需要がある東京電力では、東

7. 資料編

北電力管内の石炭火力からの百数十万 kW の送電、関西電力では四国電力管内の石炭火力など他地域からの百数十万 kW の送電に日常的に依存してきた。

他地域送電は電力の広域的運用のひとつである。中西日本の 6 電力管区の北陸、四国と、中部、関西、中国、九州との連携は、電力の広域的運用の主要ミッションであり、各管区だけで考える必要はない。また、各地域でも今後の電力融通強化、再エネ導入強化、家庭や企業の EV 自動車や給湯器によるデマンドレスポンスなどの対応策も考えられる。

転換戦略では、2030 年時点では、LNG 火力が一定の役割を果たす。2030 年に予想される LNG 火力の設備利用率は、東日本においては一般的に低い（40%以下）。一方、中西日本では、北陸電力、関西電力、四国電力は比較的高いものの（ほぼ 60%以上）、中部電力、中国電力、九州電力は低い（40%以下）。前述のように、北陸電力と四国電力への送電は中部電力の LNG 火力が担当可能であり（管区で十分な余裕があり、送電線容量も余裕がある）、これを担っても中部の設備利用率は約 40%にとどまる。すなわち、設備利用率が高いのは北陸電力、関西電力、四国電力のみであり、設備利用率が低い他地域は、投資回収前の新型を中心に運転し、減価償却済みのものは需給調整用などに利用することが考えられる。

本稿の「はじめに」で述べたように、現在、日本では、電力供給が可能な発電設備を保持することに対するインセンティブとして、消費者の追加的な経済負担（電力料金値上げ）を伴う「容量市場」が導入されようとしている。この制度の名目が将来における電力供給力不足の回避であり、特に、出力変化速度が高く、かつ CO₂ 排出も相対的に少ない LNG 火力への投資が停滞することへの懸念が制度設計への前提となっている。しかし、実際の個別の各電力管区での、1) 対策が進んだ将来の需給、2) 各発電所・エネルギー設備の設備容量や柔軟性、3) LNG 発電などの具体的な役割や必要性、などに関するエビデンスに基づいた定量的な議論が、導入においては十分になされているかどうかには疑問がある。また、今の制度設計では、出力変化速度が低い既存の石炭火力や原発に対しても、設備維持のための実質的な補助金が支払われることになる。

しかし、本稿で述べてきたように、日本の大半の管区では、再エネと（既存および計画中の）LNG 火力と副生ガス火力だけで十分な電力需給の余裕が見られ、石炭・石油火力は 2030 年に予備としての維持も不要である（石炭・石油を予備に保有する可能性があるのは北陸電力と四国電力に限られる）。すなわち、今のままでは、「将来における電力供給不足」という漠然とした前提のもと、日本全国の不要かつ高炭素排出の電力設備を維持するために、国民負担が強いられ、電気代が上昇することになる。

本研究の課題としては、まず、気象条件・需要の変動パターンおよび再エネ電力変動パターンは、2016-2018 年の 1 時間ごと実績と同じとし、2030 年までの省エネおよび再エネ電力設備導入想定より需要・再エネ供給が比例的に増減すると仮定していることである。すなわち、より長期的なデータや、省エネ対策の地域差を今後考慮していくことが課題である。また、現在、電力広域的運営機関では、確率論的必要供給予備力算定手法（EUE）を用いた議論がなされている。

一方、エネルギー転換戦略の 2030 年の想定は、電力消費量 30%減（2010 年比で全国共通）、石炭・石油火発発電ゼロ、再エネ割合 40%（以上）、天然ガス発電は電力供給計画（電力広域的運営推進機関 2020a）の設備容量と各電気事業者による増設計画、太陽光発電と風力発電は業界想定、それ以外は、基本的には経産省の長期エネルギー需給見通しの数値を用いている。既存の

7. 資料編

技術の普及を想定しており、これらの前提や想定は、現状での導入量を考慮すると保守的と考えられる。

なお、再エネ電力が不安定で、大型発電所の方が安定で安心ということではない。実際に、大型発電所依存のため、東日本大震災では多くの大型発電所が停止、広域運用も不十分で、西日本は需給に余裕があったにもかかわらず、東北・関東で、関東では電力不足で計画停電が頻発した。2018年9月の北海道電力のブラックアウトの際には、地震で道内の発電が集中していた石炭火力発電所が停止し、大規模停電になった。海外では、夏季の海水温上昇で原発が稼働停止している。大型発電所への依存は環境を悪化させるだけではなく、常に大きなリスクと隣り合わせである。そのままで事故停止の電力不足に備えようとする、使われない大型電源を予備で数多くもつことになり、環境に悪くリスクの高い電源を消費者が多額の負担をして延命させることになる。

電力需給リスクは様々な原因があり、大型設備を沢山持てば良いというものではない。それには膨大なコストがかかる。電力システム改革の第一段階で電力の広域的運用が位置づけられた。本研究の結果は、省エネで全体規模を縮小し、再エネシフトで、電力融通などを考慮しながら地域ごとにリスク分散・管理をした方が、CO₂排出の削減や原発依存度の低減だけでなく、電力需給リスクの回避および電気代の低減という意味でも合理的であることを示している。

7. 資料編

3) 参考文献

- IEA (2014) The Power of Transformation (邦訳「電力の変革 風力、太陽光、そして柔軟性のある電力系統の経済的価値」).
- IEA (2016) Re-powering Markets – Market design and regulation during the transition to low- carbon power systems (邦訳「電力市場のリパワリング 低炭素電力システムへの移行期における市場設計と規制」) p33-34.
- IEA (2019) Status of Power System Transformation 2019, Power system flexibility, p5.
- 経済産業省 (2015a) 「長期エネルギー需給見通し」.
- 経済産業省 (2015b) 「長期エネルギー需給見通し関連資料」, 総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し小委員会資料 3.
- 経済産業省 (2016) 「各電力会社提出資料(報告徴収資料)」, 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力需給検証小委員会第 14 回会合資料 11.
- 経済産業省 (2019a) 「バイオマス発電燃料の持続可能性の確認方法を検討するに当たっての論点」, 総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会新エネルギー小委員会バイオマス持続可能性ワーキンググループ第 1 回資料 3.
- 経済産業省 (2019b) 「電力各社設備一覧等」 総合資源エネルギー調査会省エネルギー・新エネルギー分科会新エネルギー小委員会/電力・ガス事業分科会電力・ガス基本政策小委員会系統ワーキンググループ (第 24 回) 参考資料 1.
- 経済産業省 (2020a) 「固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト」
- 経済産業省 (2020b) 「電力調査統計」
- 原子力市民委員会 (2020) 「原発を温存する新たな電力市場の問題点」.
<http://www.ccnejapan.com/?p=11240>
- 総合資源エネルギー調査会 (2013) 「電力需給検証報告書」, 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力需給検証小委員会.
- 総合資源エネルギー調査会 (2014) 「電力需給検証報告書」, 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会電力需給検証小委員会.
- 総合資源エネルギー調査会 (2016) 「電力需給検証報告書」, 総合資源エネルギー調査会電力・ガス事業分科会電力基本政策小委員会.
- 総合資源エネルギー調査会 (2019) 「バイオマス持続可能性ワーキンググループ中間整理」.
- 太陽光発電協会 (2017) 「太陽光発電 2050 年の黎明」.
- 太陽光発電協会 (2020) 「JPEA ビジョン・PV OUTLOOK 2050 感染症の危機を乗り越え、あたらしい社会へ、『太陽光発電の主力電源化への道筋』」.
- 竹濱朝美・歌川学 (2019) 「風力・太陽光発電大量導入による電力需給バランス、2030 年シナリオ」 諸富徹編著『入門 再生可能エネルギーと電力システム：再エネ大量導入時代の次世代ネットワーク』日本評論社.
- 電力広域的運営推進機関 (2020a) 「電力供給計画 2020」.

7. 資料編

電力広域的運営推進機関（2020b）「2020~2029 年度の連系線の運用容量（年間計画・長期計画）」．

日本風力発電協会（2016）「風力発電の導入拡大に向けて」．

北陸電力（2010）「富山新港火力発電所におけるリプレース計画（LNG 火力の導入）について」．

未来のためのエネルギー転換研究グループ（2020）「原発ゼロ・エネルギー転換戦略」．

安田陽（2019）「世界の再生可能エネルギーと電力システム系統連系編」インプレス R&D.

2030 報告書：グリーン・リカバリーと 2050 年カーボン・ニュートラル
を実現する 2030 年までのロード・マップ

未来のためのエネルギー転換研究グループ

2020 年 11 月