

脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ

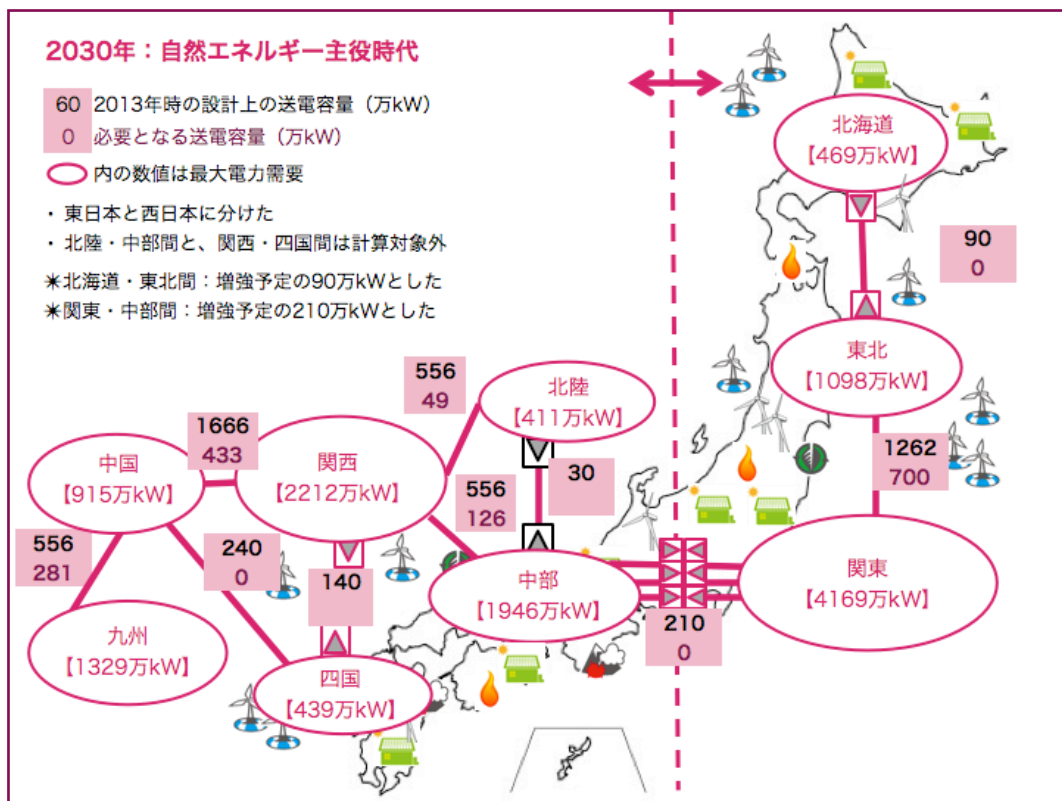
“日本の電力系統で大量の自然エネルギー導入が可能”

「電力系統編」報告書 概要版

WWFエネルギーシナリオが示す4つのキーポイント

1. 今ある省エネルギー技術の急速な普及で、必要とする**エネルギーを半減**できること
2. **自然エネルギー**を飛躍的に拡大することで、**100%賄う**社会が可能であること
3. 必要な費用は毎年の**GDP比で1.6%程度**、2030年ごろから**費用より便益**がまさること
4. 日本の**電力系統は自然エネルギーの大量導入が可能**であり、必要となる増強策は実現可能な範囲であること

※本概要版は『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ』を基にWWFジャパンの責任においてまとめたものである。



WWFインターナショナルは、2011年2月に、世界レベルで100%自然エネルギーが可能であることを示す報告書を、エネルギーに関するシンクタンクEcofysと共同で作成しました。

この「100%自然エネルギー」の可能性を、日本においてシステム技術研究所に研究委託した報告書(以下「WWFシナリオ」と呼ぶ)が、『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案』です。

2011年に第1部〈省エネルギー編〉と第2部〈自然エネルギー編〉を発表し、2013年3月にシナリオ実現のために必要な費用を算定した第3部〈費用算定編〉を発表しました。

今回の第4部〈電力系統編〉では、日本の電力系統が大量の自然エネルギーを受け入れられるのか、どの程度地域間や地域内の連系線の増強が必要となるのかを算定しました。

- ▶ WWFインターナショナル/Ecofys 『エネルギー・レポート』(2011)

http://www.wwf.or.jp/re100_global

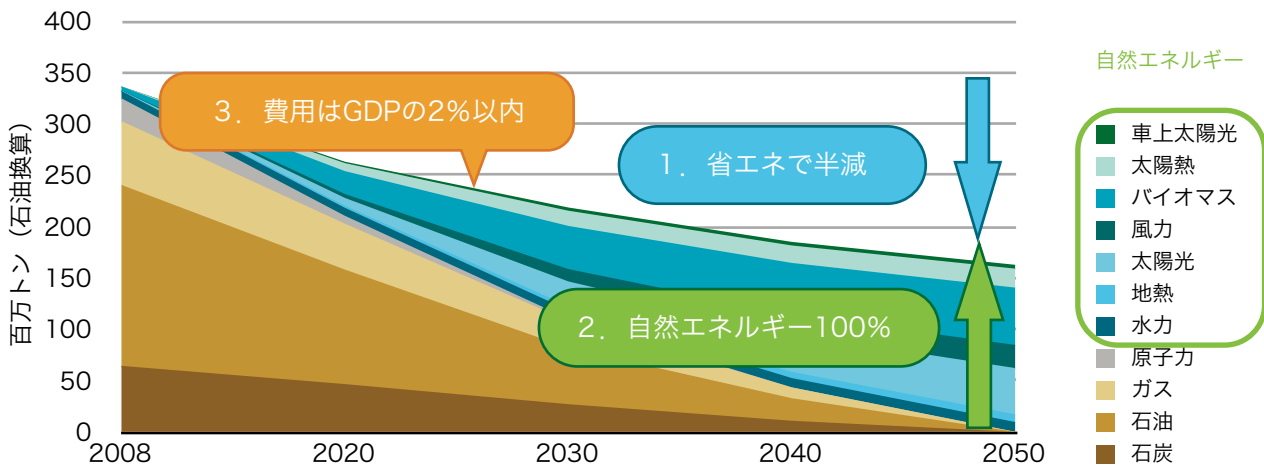
- ▶ WWFジャパン 『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案』

第1部〈省エネルギー編〉 第2部〈自然エネルギー編〉(2011) 第3部〈費用算定編〉 第4部〈電力系統編〉(2013)

<http://www.wwf.or.jp/re100>

第1部〈省エネルギー編〉第2部〈自然エネルギー編〉第3部〈費用算定編〉でわかったこと

WWFシナリオ100%自然エネルギー実現への道



- ◆ 現在すでに想定される技術や対策の普及で、日本のエネルギー需要は、2050年に現在の約半分まで削減可能
- ◆ 既存の自然エネルギーのポテンシャル調査等をもとにして、自然エネルギーによって日本のエネルギー需要を満たすことは、少なくとも技術的には十分可能
- ◆ 電力だけではなく、熱・燃料を含めた総合的なエネルギーを自然エネルギーで満たすためには、自然エネルギーで供給しやすい電力の形でまかなう用途を増やすこと（最終用途エネルギー需要の約半分の電力化）
- ◆ 自然エネルギーだけでは供給が困難な熱・燃料需要には、自然エネルギーから水素を作って、水素で充当することで代替可能（ちなみにWWFインターナショナルのグローバルシナリオでは水素を想定せず、持続可能なバイオマスを想定）
- ◆ 変動する電力需要に、変動する自然エネルギーを合わせることができるとかを、全国の気象データを使ったダイナミックシミュレーションで検証した結果、太陽光・風力・水力発電などを時間ごとにうまく組み合わせることで、1年間の電力を切れ目無く供給することは可能
- ◆ 自然エネルギー100%の2050年時点でのCO2排出量はゼロ、2020年のエネルギー起源CO2の排出量は1990年比約25%削減、2030年には約58%削減
- ◆ 決して耐乏生活ではなく、快適で安全な生活が可能だが、省エネルギーや自然エネルギーを後押しする政策やライフスタイルを変革することが必要
- ◆ 省エネルギーと自然エネルギーの投資総費用は、GDP比で1.6%程度におさまる。省エネルギーと自然エネルギーの普及によってエネルギー費用が削減され、2030年ごろに節約額が投資費用を上回り、2050年ごろには正味では大きな便益となる
- ◆ 電力価格は2030年ごろまで増加するが、その後は化石燃料価格の上昇とともにBAU(成り行きケース)では価格が上がっていく一方であるのに対し、WWFシナリオの電力価格は2050年に向かって低下していく

第4部〈電力系統編〉(2013)で新たにわかったこと

- ◆ 地域間連系線の送電容量に大きな影響を及ぼす風力発電は、同時刻における地域ごとの発電出力に大きな差があることが多いため、広い地域での運用によって、発電出力の補完が期待できる
- ◆ 東日本には関東、西日本に関西という大需要地があり、関東へは北海道と東北から、関西へは中国や九州などから余剰電力量を供給できるため、東西の50/60ヘルツ間を二つに分けたそれぞれで、広域運用できることが分かった
- ◆ 風力発電の地域配分によって、自然エネルギー比率30%までは新たな地域間連系線の建設は必要なく、50~80%で現在の運用容量を超える増強が必要となってくる。100%になっても、時間的にみて実現可能な増強の範囲内
- ◆ 現在ある化石燃料の発電設備を削減しつつも、調整電源として活用し、あわせて既存の揚水発電の活用で自然エネルギーの変動を吸収する。これにより、追加で必要となる蓄電池（定置型と電気自動車用）の規模は400GWhですむ
- ◆ 地域内・地域間連系線、系統安定化、および余剰電力利用（水素生産）と蓄電池の合計費用は、24.9兆円~28.0兆円であり、40年間にこれを毎年支払うとすると年間6227億円~7012億円となり、毎年のGDPの0.1%程度である

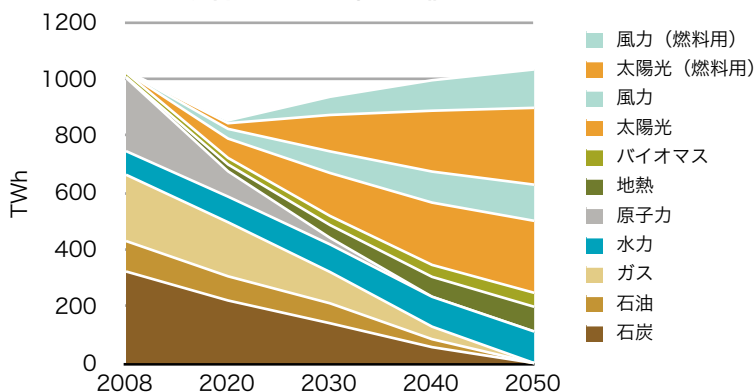
1. シナリオの基本的前提

1-1. 「熱・燃料用」を含む電力供給

太陽光や風力などの自然エネルギーによる発電電力は変動する性質上、電力需要に合わせる事が課題になります。WWFシナリオでは、この課題に対応するため、風力と太陽光発電について、それぞれが純粋な電力需要を満たす時に必要とされる量の2倍量発電させることを想定しました。そして余った発電電力量で水素を生産して、熱や燃料用のエネルギーに充当させるのです。つまり、あえて「作り過ぎる」ことによって不足が生じる時間を極力なくし、

逆に余った電力については有効に活用するのです。そもそも日本のエネルギー需要は、電力需要が4割、その他の燃料（熱）需要が6割であるため（一次ベースで見た場合）、すべてのエネルギーを自然エネルギーで賄うために、燃料用のエネルギーをなんとかしなければなりません。WWFシナリオでは、燃料用エネルギーの一部を電力化で置き換えたり（電気自動車など）、自然エネルギーから作った水素で充当する（燃料電池車や産業用の高熱用）ことを想定しました。そのため2050年に向けて純粋な電力用途は、省エネルギーが進んで減少していくのですが、燃料用の用途が増加するために、全体として必要な発電電力量は2008年とほぼ同程度となります。こうすることによって、100%自然エネルギー社会が可能となります。

燃料用を含む供給電力構成



1-2. 火力発電の設備容量は、削減しつつも調整電源として活用

自然エネルギーの変動を吸収するために、火力発電所は寿命40年で減少させつつも、供給が不足するときには定格出力いっぱいに対応するものとして、調整電源として活用していくことにしました。また現存する揚水発電所は増設しないものの、同じ規模を将来も維持するものとして、調整電源として活用します。さらに必要となる蓄電池の規模は、2050年に400GWhで間に合うことがわかり、消費電力量に応じて地域別に配分しました。

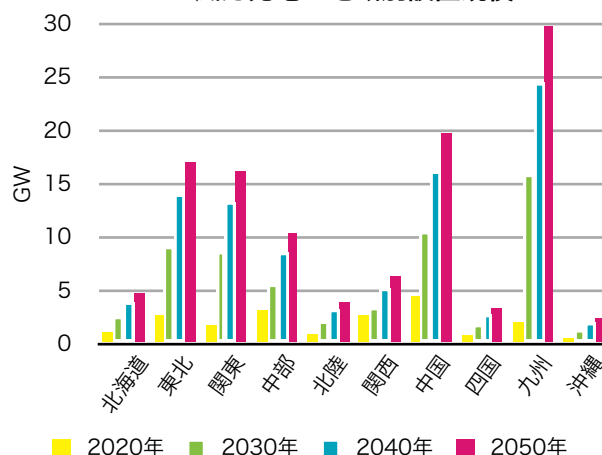
1-3. 風力発電の地域別配分は、大消費地に隣接する地域に多目とするのが有効

太陽光発電については、地域ごとの発電電力量が、その地域の消費電力量に比例するように配分しましたが、風力発電の発電電力量は、地域間の連系線の送電容量に大きく影響することがわかったため、慎重に配分比率を決めました。その結果、大消費地である関東と関西に隣接する地域に多く設定し、関東に対しては東北、関西に対しては北陸・中国・九州などの風力規模を大きくしました。北海道のポテンシャルは大きいのですが、北海道に多く配分すると、東北を経由して関東に送るための送電線投資が過大になりやすいため、比較的小さめに抑えています。環境省調査の風力発電のポテンシャルに対して、WWFシナリオの設置規模は全国的には6.1%ですが、関東19%、関西16%、中部15%と多目になっています。

風力発電のポテンシャル(万kW)と配分比の設定

風力 (万kW)	地上	洋上	合計	配分比 (2030-2050)	2050年風力 (万kW)	2050年容量/ポテンシャル 合計 (%)
北海道	13,966	40,314	54,280	47	466	0.9
東北	7,263	22,479	29,742	142	1,699	5.7
関東	411	7,938	8,349	157	1,610	19.3
中部	481	6,212	6,693	94	1,033	15.4
北陸	795	3,869	4,664	24	382	8.2
関西	1,290	2,542	3,832	47	622	16.2
中国	924	15,199	16,123	142	1,962	12.2
四国	491	4,167	4,658	47	324	7.0
九州	2,098	45,467	47,565	276	2,971	6.2
沖縄	574	9,074	9,648	24	231	2.4
合計	28,293	157,261	185,554	1000	11,300	6.1

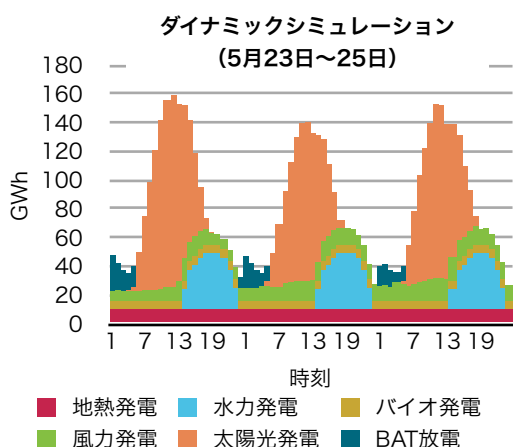
風力発電の地域別設置規模



2. ダイナミックシミュレーションで見た地域間連系線の送電容量の推定

2-1. 全国の気象データに基づくダイナミックシミュレーション

第2部〈自然エネルギー編〉では、変動する需要に合わせて、変動する電源である太陽光や風力を活用できるかを見るために、日本全国の気象データを使って、365日1時間ごとの自然エネルギーによるダイナミックシミュレーションを行いました。結果として自然エネルギーだけですべての需要を満たせることがわかったのですが、これは全国の送電網が一つにつながっている（地域間連系線の送電容量に制約がない）という前提で行ったものでした。そこで今回の〈電力系統編〉では、9地域に分かれている日本の送電網の現実に即して、地域ごとにダイナミックシミュレーションを行いました。これによって、どの程度それぞれの地域が、他の地域からの送電を必要とするのかを見ていったのです。



9地域全体では電力の不足は生じませんが、地域ごとに見ていくと、太陽光と風力の供給量や地域ごとに配分された蓄電池の蓄電量によって、不足が生じる時間帯があります。特に関東や関西などの大消費地では、地域外からの送電が必要となることがわかりました。

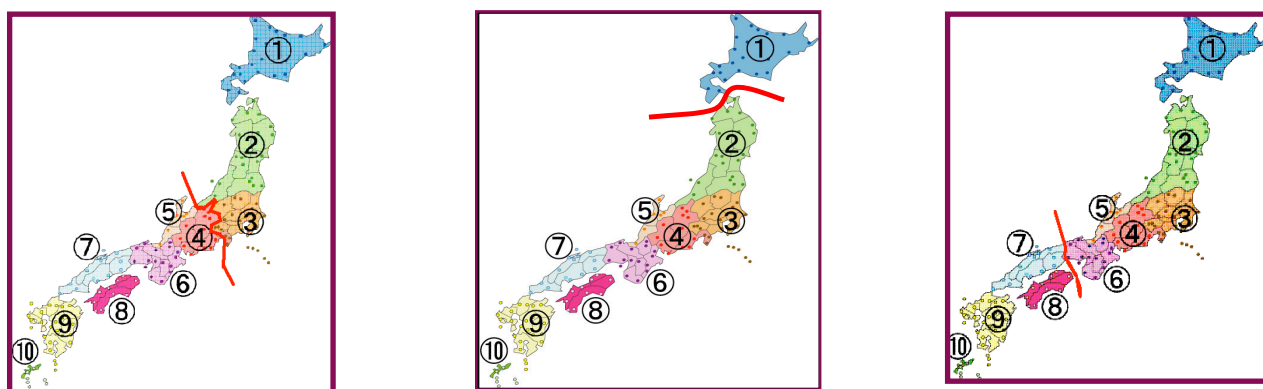
2-2. 地域間の送電容量に必要な規模を推定する方法

計算方法は、9地域を原則2つのグループに切断するパターンを複数作り（下図）、それぞれのグループの最大の不足電力と余剰電力を計算しました。今回のモデルでは、各グループで不足になる最大電力=別のグループから必要な送電容量の最大規模と考えています。その切断面において、双方向に必要な最大の送電規模がわかれば、地域間送電線の必要容量を知ることができると考えたのです。

まず9地域を北海道・東北・関東の東日本地域と、中部から九州までの西日本地域の50/60ヘルツ間を二つに分け、東西それぞれの不足・余剰電力を計算しました。シミュレーションによって、少なくとも東日本、西日本それぞれの中で十分な連系があれば、東西間の送電はなくてもモデル上は問題ないことが確認できました。東日本には関東、西日本に関西という大需要地があり、関東へは北海道と東北から、関西へは中国や九州などから余剰電力量を供給できるからです。

これを踏まえ、9地域を東西に分けた上で、さらにそれぞれの中で2グループに分けるパターンをいくつか作りました。北海道：東北・関東、北海道：東北：関東、中部：その他西日本、中部・北陸：関西：その他西日本など、いくつかのグループ間で計算し、切断面で不足する最大電力と余剰電力（kWとkWh両方）を推定していきました（詳しい計算手法は本報告書参照）。

（注）中部・北陸間と関西・四国間については、う回路として計算の一部を配分すればよいので、本報告では計算対象外

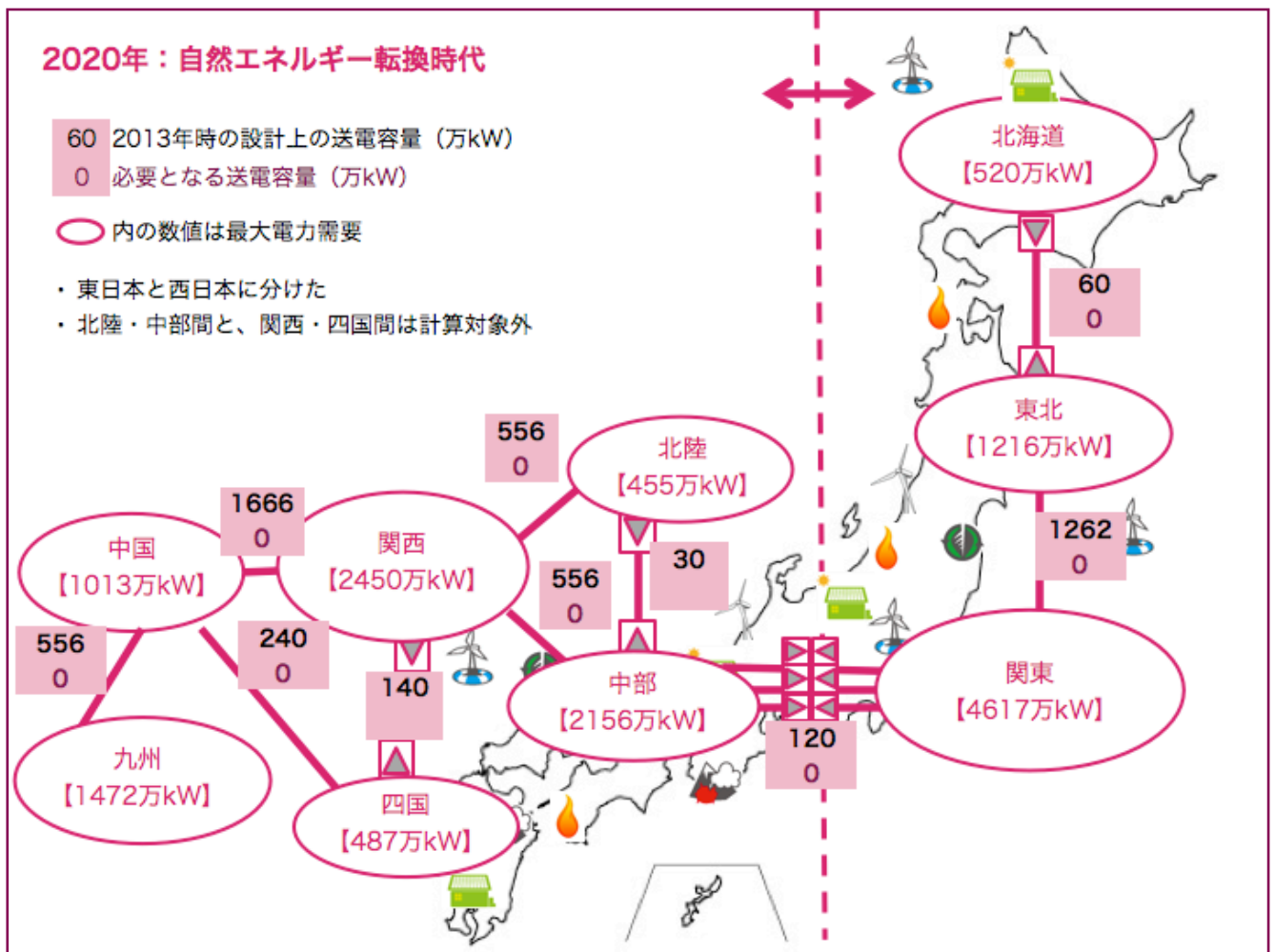


なお、関東と中部間の東西連系線をまたぐ送電をできる限り小さくする方針で検討しましたが、現在検討されている300万kW程度の送電容量の規模が設置できるのであれば、さらに広域運用が可能となり、有益だと思われます。

また地域間で不足する電力量について、送電容量が大きくても、発生時間が小さい（かつ電力量が小さい）場合には、送電線を敷くよりもデマンドレスポンスで対応した方が経済性が高い場合があるため、複眼的な計画が必要です。

2-3. シミュレーションの結果

2020年 地域間連系線の送電容量のイメージ図



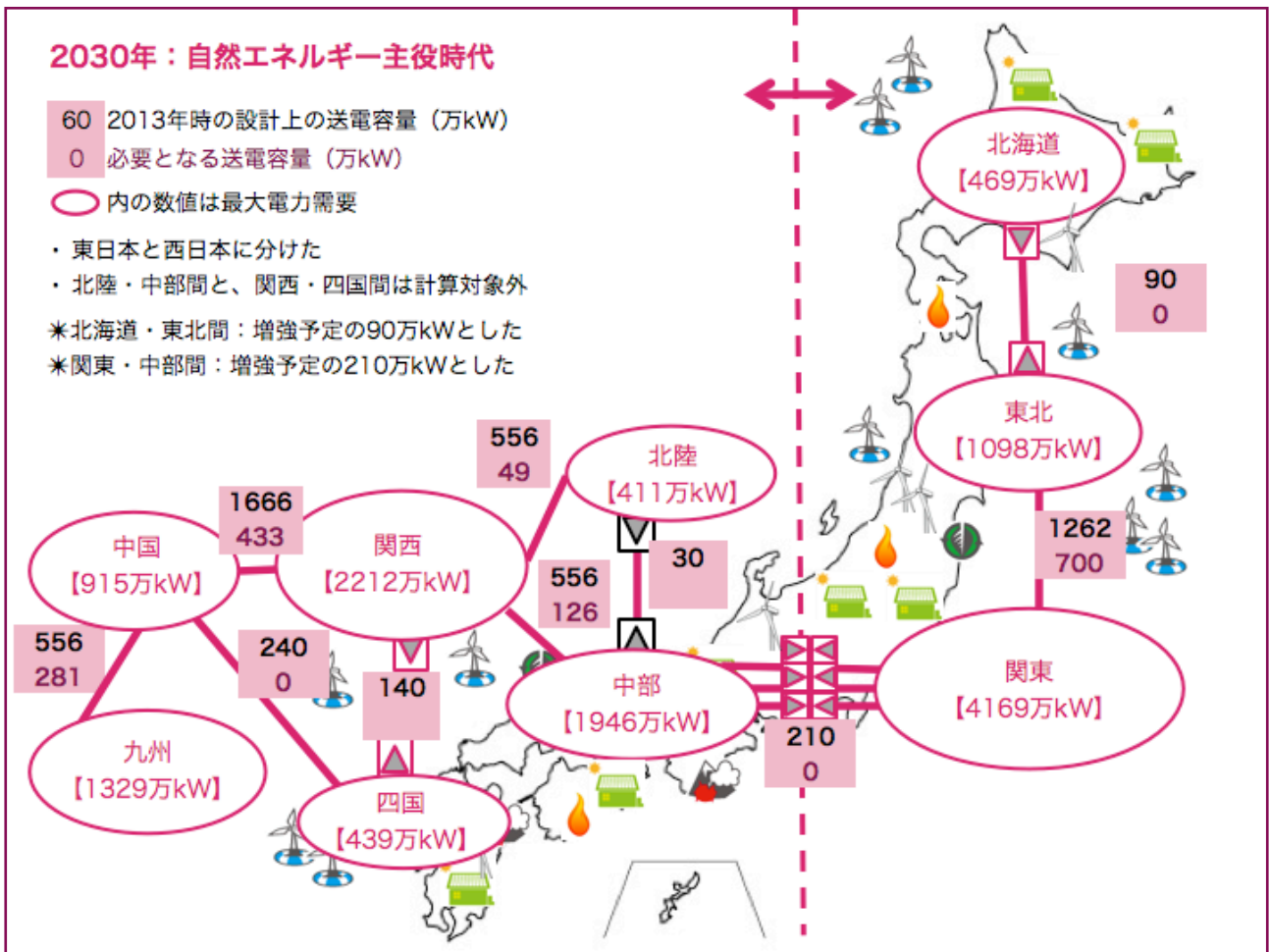
2020年 電源構成とCO₂排出量

発電電力量 (TWh)	自然エネルギーの占める割合	その他電源構成	CO ₂ 排出量 (電力以外からの排出量も含む)	
			上段：1990年比	下段：2008年比
電力： 824 燃料用： 30	電力： 30%	化石燃料： 60% 原子力： 11%	-25%	-32%

2020年 風力発電と太陽光発電の設備容量 (万kW)

	北海道	東北	関東	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国計
最大電力需要	520	1,216	4,617	2,156	455	2,450	1,013	487	1,472	140	14,452
太陽光発電容量	336	835	2,470	1,100	291	1,327	556	244	737	68	7,963
風力発電容量	99	259	171	312	80	265	438	69	198	48	1,938

2030年 地域間連系線の送電容量のイメージ図



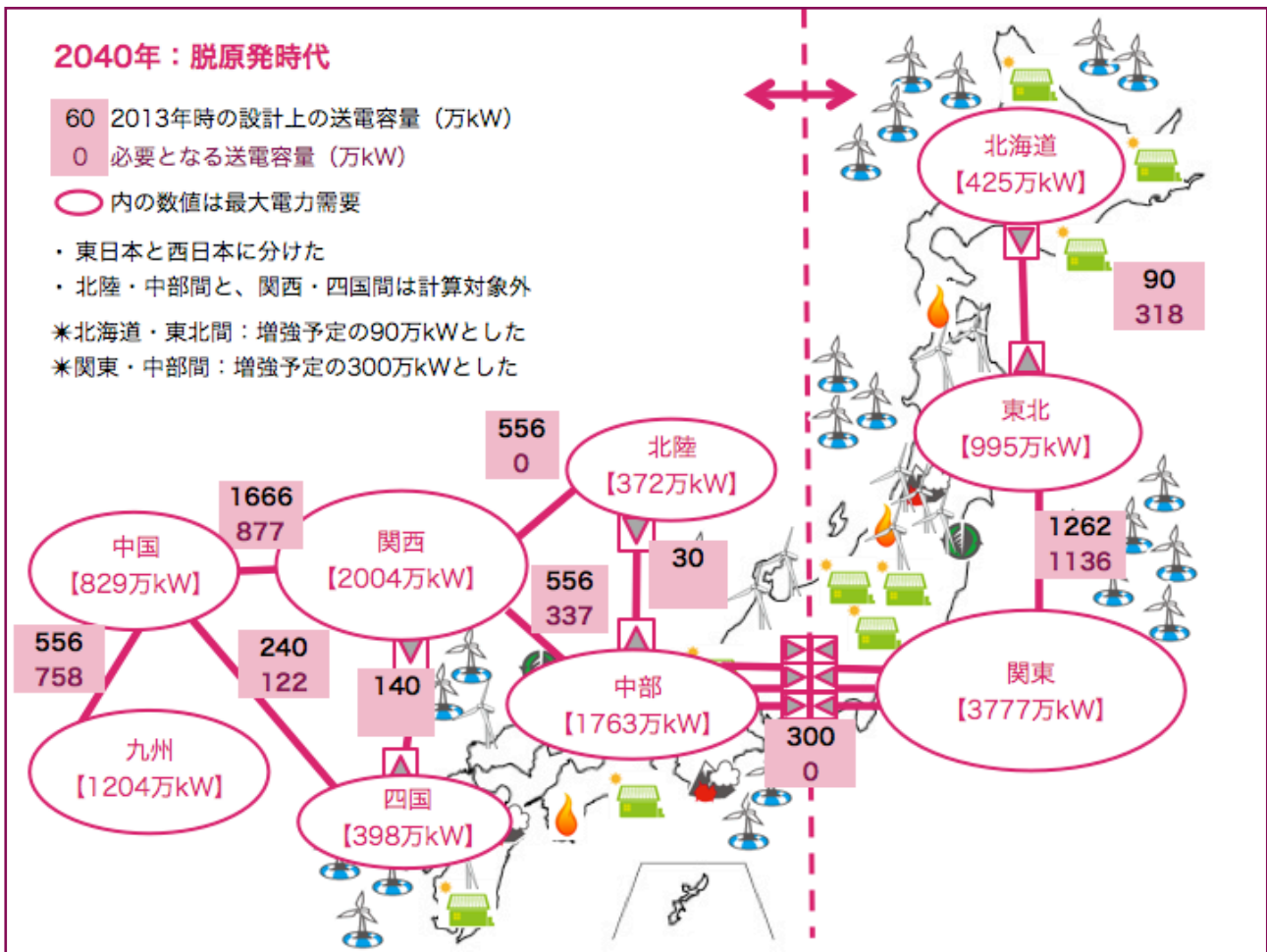
2030年 電源構成とCO₂排出量

発電電力量 (TWh)	自然エネルギーの占める割合	その他電源構成	CO ₂ 排出量 (電力以外からの排出量も含む)	
			上段：1990年比	下段：2008年比
電力： 744 燃料用：192	電力：50%	化石燃料：43% 原子力： 3%	-58%	-62%

2030年 風力発電と太陽光発電の設備容量 (万kW)

	北海道	東北	関東	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国計
最大電力需要	469	1,098	4,169	1,946	411	2,212	915	439	1,329	127	13,049
太陽光発電容量	1,066	2,649	7,837	3,491	923	4,211	1,764	775	2,340	215	25,269
風力発電容量	247	903	856	549	203	331	1,043	172	1,579	123	6,005

2040年 地域間連系線の送電容量のイメージ図



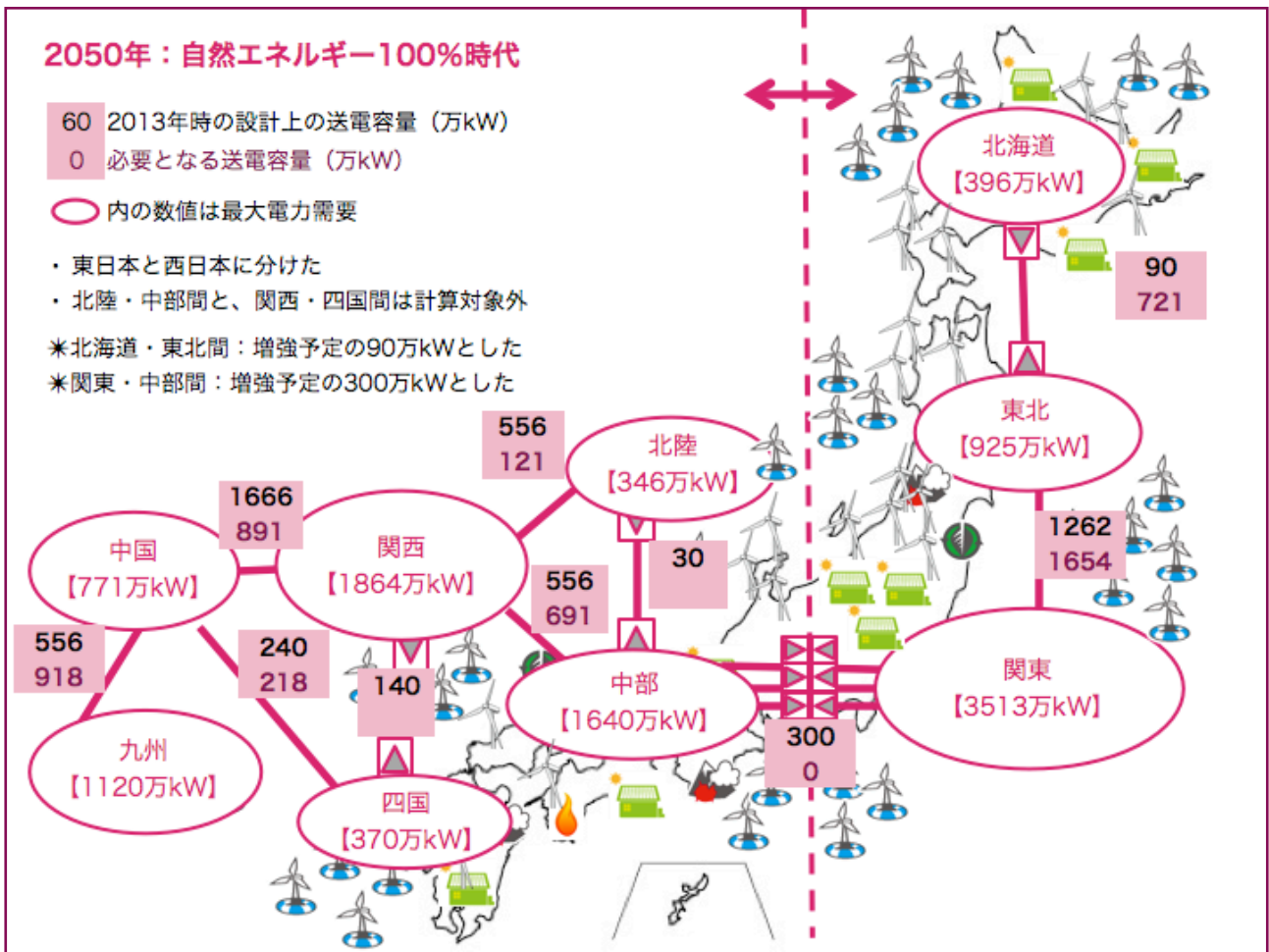
2040年 電源構成とCO₂排出量

発電電力量 (TWh)	自然エネルギーの占める割合	その他電源構成	CO ₂ 排出量 (電力以外からの排出量も含む)	
			上段：1990年比	下段：2008年比
電力： 674 燃料用：321	電力：80%	化石燃料：19% 原子力： 0%	-83%	-85%

2040年 風力発電と太陽光発電の設備容量 (万kW)

	北海道	東北	関東	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国計
最大電力需要	425	995	3,777	1,763	372	2,004	829	398	1,204	115	11,822
太陽光発電容量	1,654	4,110	12,162	5,418	1,432	6,535	2,737	1,202	3,632	333	39,215
風力発電容量	382	1,393	1,320	847	313	510	1,609	266	2,437	190	9,267

2050年 地域間連系線の送電容量のイメージ図



2050年 電源構成とCO₂排出量

発電電力量 (TWh)	自然エネルギーの占める割合	その他電源構成	CO ₂ 排出量
			(電力以外からの排出量も含む) 上段：1990年比 下段：2008年比
電力： 627 燃料用：405	電力：100% 燃料：100%	化石燃料：0% 原子力：0%	-100% -100%

2050年 風力発電と太陽光発電の設備容量 (万kW)

	北海道	東北	関東	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄	全国計
最大電力需要	396	925	3,513	1,640	346	1,864	771	370	1,120	107	10,997
太陽光発電容量	2,012	4,999	14,791	6,590	1,741	7,947	3,329	1,462	4,417	405	47,693
風力発電容量	466	1,699	1,610	1,033	382	622	1,962	324	2,971	231	11,300

3. 費用算定

3-1. 地域間・地域内送電線、太陽光発電の系統安定化の費用

地域間の送電線建設費用については、地域間の送電距離をJRの主要駅間距離を参考にして算出し、既存文献のデータを基に計算しました。2050年までの累積費用は、地域間送電線が3兆円程度となりました。一方、地域内で、各風力発電設備まで敷かなければならない送電線については、風力2万kWに対して送電距離を1kmとにおいて、2050年位は6.9兆円となりました。太陽光発電の系統安定化の費用については、既存の文献を参考にして6.1兆円と計算され、あわせて送電線関係の費用は、16兆円になることがわかりました。

3-2. 余剰電力を利用する費用

発電電力量のうち、余剰電力として取り扱う燃料用が次第に増加していき、2050年には40%に達する予定です。WWFシナリオでは、これらは電気自動車用の電力需要や、燃料電池車や産業用の高熱のための水素生産に充当されることになっています。水素生産装置の費用は、量産によって低下していくと想定して、2020年には1kW当たり12万円、2050年には5万円として計算した結果、4.7兆円となりました。

3-3. 蓄電池の費用

2020年以降は電気自動車の普及が見込まれるため、2030年以降に電気自動車の台数のうち30%が、一台当たり5kWの容量を、電力の変動調整用に提供できるものと想定しました。その他に必要となる定置型の蓄電池の費用は、2020年の1kWh当たり4万円から2050年には2万円まで低下するものとした結果、2050年に7.3兆円となりました。なお、揚水発電については現状の規模をそのまま2050年まで維持するものとしましたが、利用可能容量について、現状の低い利用量から推定したため（年間113GWh）、実際に利用可能な容量はもっと大きい可能性（260GWh）があります。最大限の容量を使えた場合には、必要な蓄電池の費用は2050年に4.3兆円程度に下がります。

3-4. 総合的な費用の算定

以上をまとめると、2050年までの費用合計は累積で25.1兆円～28兆円であり、40年間にこれを毎年支払うとすると年間6277億円～7012億円となります。この間の年間平均GDPは697兆円であり、その0.090～0.101%となり、ほぼ0.1%程度です。

単位：億円	2020	2030	2040	2050
送電線				
地域間	0	8,516	19,872	30,223
地域内	2,175	23,881	56,864	69,337
太陽光系統安定化	10,171	32,290	50,103	60,938
水素生産装置	2,209	27,903	40,074	47,311
バッテリー				
ケース1	4,000	21,495	62,641	72,662
ケース2	0	0	25,891	43,262
気象予測システム	194	601	927	1,130
合計(ケース1)	18,555	114,085	229,554	280,472
合計(ケース2)	14,555	92,590	192,804	251,072

(*ケース1 揚水発電の利用可能容量 113GWh ケース2 260GWh)

第3部〈費用算定編〉で「2050年100%自然エネルギー社会」実現のために必要となる省エネルギーと自然エネルギーの合計費用は、設備投資が442兆円、運転費用（節約額）が673兆円でしたので、設備費用に今回の電力系統強化費用28兆円を足して、投資合計は470兆円となります。40年間に毎年支払う額は、約11.7兆円で、年間GDPの約1.7%となります。

毎年GDPの1.7%前後の投資というのは、大きく聞こえるかもしれませんが、これは化石燃料の輸入に使われる金額（毎年約20兆円）と違って、純粋に国内投資となるものなので、国内の産業振興、雇用増大に寄与する投資となります。この投資によって、真の意味でのエネルギー安全保障を確保し、温暖化も進めない社会が実現可能となるのです！

4. まとめと実現するために必要な政策

自然エネルギーを主役とする電力システムを妨げているのはむしろ社会的・政治的なバリア

WWFシナリオは日本の送電網において、技術的には大量の自然エネルギーを導入していくことは可能であることを示しました。2020年には、最大不足電力量でみる1時間ごとの送電量においては、今の連系線の容量のまま発電電力量に占める自然エネルギー30%の導入が可能です。2030年の自然エネルギーが主役の時代には、地域間の連系線は、現状の運用容量を超えて、設計上の送電容量が活用可能となることが必須です。2040年にかけていよいよ原発からの電力がなくなる時代には、北海道・東北間と中国・九州間などで地域間連系線の増強が必要ですが、いずれも時間軸的には敷設可能と考えられる範囲内です。2050年は、いよいよ自然エネルギー100%の時代となり、今までと全く違った新しい発想のアイデアが必要な電力システムとなります。これらの地域間・地域内送電線の増設や蓄電など実現するために必要となる費用は、毎年のGDP比の0.1%以内で、多くの負担となる額ではないことも示されました。

つまり、日本の電力システムにおいて自然エネルギーを大量導入は、技術的にも経済的にも実現可能であり、問題はむしろ社会的・政治的なバリアにあるということが示唆されています。社会的な問題であるならば、私たちの意思次第でできるはずで

WWFは実現のために必要な施策を大きく3つに分けて考えています。

(1) 送電網の独立性を高め、公平性を確保すること

● 発送電分離

送電網を新規の発電会社も公平に使えるような体制をつくるには、発電・送電・配電を一括所有する地域独占型の電力システムから、送電網を切り離して独立性と透明性を高め、公平性を確保することは不可欠です。発送電分離には、法的に分離する形式から、機能を分離する形式、所有権を分離する形式とありますが、系統運用会社が自ら送電網を所有し、送電網増強計画や整備に責任を持つ形が最も効果が高いことから、日本においても最終的には所有権分離へ移行することが望まれます。送電会社＝系統運用会社とし、公益性が高い事業形態とするべきです。

● 自然エネルギーの優先接続と優先給電

系統接続の際に、自然エネルギー発電事業には優先的に接続し、優先的に系統へ給電させるというルールを徹底し、自然エネルギーの変動吸収は系統運用側で管理することが重要です。現状の運用のあり方は、大量に発電できるが調整が困難な原子力と、価格が安い石炭火力をずっと稼働させて「基幹電源」とし、需要に合わせて石油やガスを活用したり、水力で調整するという考え方がとられています。これをまずは変動する自然エネルギーを最大限に活用することを原則とする考え方に改めていくべきです。

(2) 気象予測を使った出力予測システムを活用した広域の中央制御の系統運用施行

● 広域を中央で一括して系統運用する体制

大量の自然エネルギーを制御するには、広いエリアで自然エネルギーの変動を吸収していくことが欠かせません。強い権限を持って一括して中央で制御できる系統運用システムを確立する必要があります。WWFシナリオは、東日本(50Hz)と西日本(60Hz)を独立して扱うことが可能であることを示しているため、少なくとも東日本全体と西日本全体で、広域で系統運用するシステムが必要です。この広域系統運用機関が、地域の中央給電指令所を統括する体制を整え、送電網の整備・新設については国レベルでのエネルギー計画をもとに、広域運用機関が決定していくことが必須です。

● 気象予測を使った出力予測システムの活用

気象予測を使った出力予測システムを中央給電指令所で活用した系統運用は、変動する自然エネルギーを効率的かつ経済的に運用するためには欠かせません。欧米の自然エネルギー先進国では、24時間から32時間前の出力予測によって経済的な電源から選択していくことが可能となっており、当日の5~6時間前のさらに精度が上がった出力予測による調整によって、系統運用の安定度が増すことがわかっています。

日本の出力予測システムはまだ実証実験段階であるため、早期に開発していくことが急務です。そのためには現在の防災目的である気象観測所からの気象データを、風力や太陽光発電の出力予測に役立つ気象データも観測するように整備し、風況のよい場所などの観測地点を新たに増やす必要があります。風力や太陽光発電所からの気象観測のリアルデータを中央制御センターに集めるシステム開発も必要です。

● 自然エネルギー専門の制御センターの設置

急速に自然エネルギーを電力供給の主役に育てていくには、変動する自然エネルギー発電所からの発電量をリアルタイムで監視し、制御する自然エネルギー専門の中央制御センターを置くことが効果的です。成功例はスペインにあり、中央制御を行う給電指令室に、2006年から自然エネルギー専門の制御センターが設置された結果、1年間の発電電力量の3割を自然エネルギーが占めるまでに至っています。日本においても広域系統運用機関の設立当初から、自然エネルギー専門の中央制御センターを設置し、その下に、地域ごとに自然エネルギー制御センターを置いて、リアルタイムで風力や太陽光の出力量や気象データ、あるいは出力抑制信号などをやりとりできるIT体制をとることが有効です。

● 蓄電システムの活用

自然エネルギーの変動を吸収するには、蓄電と放電が必要です。まずは全国に2500万kWある揚水発電所をフルに活用していきます。2020年までには蓄電池はわずかしかなければならず、最終的に2050年100%自然エネルギーの時代にも400GWh分ですむと、WWFシナリオは示しています。日本のお家芸である蓄電池の開発と早期の費用低減が可能となれば、日本の自然エネルギー導入に資するだけでなく、日本産業の国際競争力にも寄与するでしょう。

● デマンドレスポンスの活用

電力需要は一日に大きく変動するため、需要をコントロールするデマンドレスポンスは有効な策です。現在もすでにアグリゲーター（節電電力量や発電電力量を集める事業者）が需給ひっ迫時に節電を実施する顧客を募集し、節電量のとりまとめを実施していますが、2020年に向けてこうした様々な電力事業を活性化していく必要があります。2030年ごろにはスマートグリッドの開発・普及とともに、一般家庭においても需給ひっ迫時の節電や余剰電力発生の際に電気自動車への充電などを行えるでしょう。今回の報告書では明示的には取り入れていませんが、有効に活用できれば、系統運用をより効率的にできる可能性があります。

(3) 効率的な電力市場とルール設計

● 電力自由化

電力事業を経済的に運用していくためには、多くの電力関連事業者が参画できるように電力自由化が不可欠です。小売り全面自由化を速やかに実施し、地域独占制度を撤廃し、過渡期には経過措置が必要ですが、2020年までには、需要家が自然エネルギーを選び取ることが可能となるように、電気を選択できる体制が整っていることが必須です。

● 電力取引所の活性化と、気象予測の特性を生かした市場設計

再生可能エネルギーの先進国はほぼ例外なく、発達した電力取引所を持っています。変動する需給を効果的にマッチングさせて、安定的な電力供給を確保しながら、全体として費用を抑えていくためには、効率的な電力市場が欠かせません。日本においても現状の地域を超えた広いエリアからの多様な電源入札者から選べるように電力取引所を改革し、活性化していくことは不可欠です。自然エネルギー電源を最優先に給電することを前提に、残りを最も効率的で低炭素型で価格競争力のある電源から順番に使用していく環境を整える必要があります。

さらに電力系統の運用決定時間を実際に給電する時間に近づけることを可能とする市場の仕組みが必要です。変動する自然エネルギーを大量導入していく系統運用の経済性から、ここで強調しておきたいのは、気象予測は直前になるほど予測精度が上がることです。自然エネルギーの導入には、気象予測を使った出力予測システムは必須ですが、その予測が正確であるほど、系統運用に関する追加的費用を押し下げる効果があるからです。電力取引も、前日市場と合わせて、当日市場、それもなるべく実際に給電する時間に近い取引を可能とすればするほど、最新の気象予測に基づく出力予測を織り込むことができるため、系統運用も安定化し経済的になります。電力市場の設計には、これらの気象予測の特性を活かす発想が大切です。

● 容量市場の創設

自然エネルギー20~30%を超えるころから、火力発電所は調整電源としての活用が主となってきます。利益率が下がっていくことが予測されます。そのため火力発電所を維持するインセンティブを与える容量市場の創設が必要となります。WWFシナリオでは火力発電所を耐用年数内は閉鎖せず、調整電源として活用することを想定しているため、火力発電所維持に固定費を支払う容量市場を作ることによって確保する仕組みが必要となります。

WWF エネルギーシナリオ 電力系統編

100%

2050年に自然エネルギー100%の社会は世界的にも日本においても可能

日本の電力系統で自然エネルギーは可能

自然エネルギーの大量導入は技術的には可能
むしろ社会的・政治的な問題



CO₂ゼロ

2050年に向かって地球温暖化の進行を抑える社会を次世代に残せる

トータルではプラス

40年間で必要な投資は470兆円
しかしエネルギー削減で673兆円浮く
トータルでは、204兆円の便益