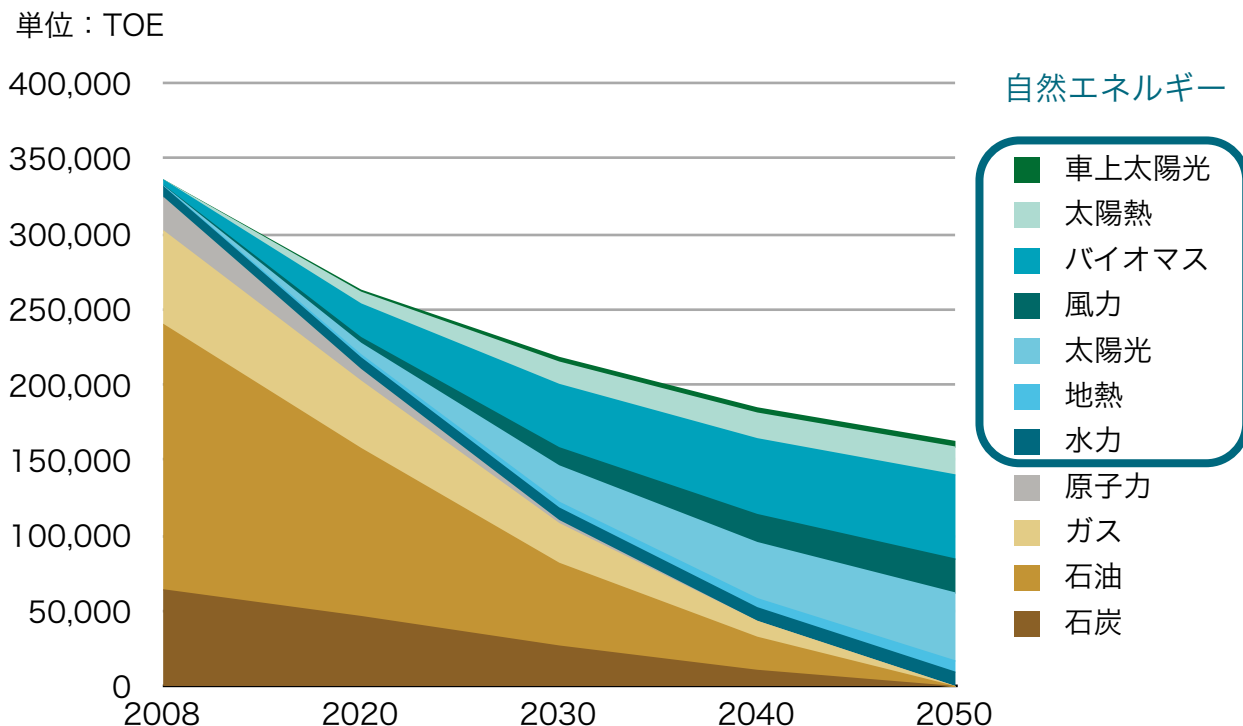




脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ ＜最終報告 自然エネルギー100%＞ 概要版

“100% 自然エネルギー” という選択肢



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

目的と概要

東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所の事故をうけ、日本のエネルギー政策の見直しが始まっています。今回のエネルギー政策の見直しは、日本にとって、今まで以上に重要な機会になることは間違いありません。

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発表しました。この「100%自然エネルギー」の可能性を、日本についても検討したのが今回の『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案』（WWFシナリオ）です。

「100%」という大胆かつ野心的な選択肢は、これまでであれば、選択肢としてすら浮上しなかったかもしれません。しかし、史上稀に見る大惨事を経験し、エネルギー政策の根本的な見直しを迫られている今、この選択肢を真剣に検討するべき時に来ていると、私たちは考えます。

7月に発表した省エネルギーに関する中間報告に続き、今回の最終報告では、自然エネルギーによる供給可能性を検討しました。

その結果、既存の自然エネルギーのポテンシャル調査等を基にして、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充分可能であることが分かりました。シナリオの計算結果においては、2050年にその移行を完了するためには、2020年・2030年・2040年の時点でどれくらい、自然エネルギーが普及していなければならないのか、そして、それはどれくらいのCO2排出量削減につながるのかも示しています。

無論、このシナリオに書かれている中身を達成することは、大きな挑戦となります。しかし、それができない理由ばかりをあげつらうのではなく、どうすればできるのかを考えることによって、日本にとっての新しいエネルギーの将来の選択肢をつかみ取る議論につなげていくべきです。そのために、本概要版の最後においては、WWFシナリオを実現するために必要な政策提言も行っています。

WWFシナリオの基本的な考え方

WWFシナリオでは、以下のような過程で100%自然エネルギーの可能性を検討しました。

1. 省エネルギーによって需要を大幅に絞る
(この部分は2011年7月の<中間報告 省エネルギー>において検討)
2. 原発の段階的な廃止を想定する
3. 各自然エネルギーのポテンシャル想定を吟味した上で、需要をどのように満たせるのかを検討する
4. 別途、2050年における365日間の変動する需要を満たせるかを、気象データなどを用いるダイナミック・シュミレーションを用いて確認する

以上の過程については、参考資料1 (p.9) の概念図でより詳しく説明しています。

自然エネルギーの想定については、環境省のポテンシャル調査を参考にしつつ、持続可能性を考慮して一定の制限を与えています。

また、本シナリオで「自然エネルギー」として検討しているのは、水力発電（今後増やすのは中小水力のみ）、太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電、太陽熱、バイオマスなどです。その他の波力等の自然エネルギーについては、データ不足から本シナリオでは検討していませんが、それらの可能性を否定するものではありません。

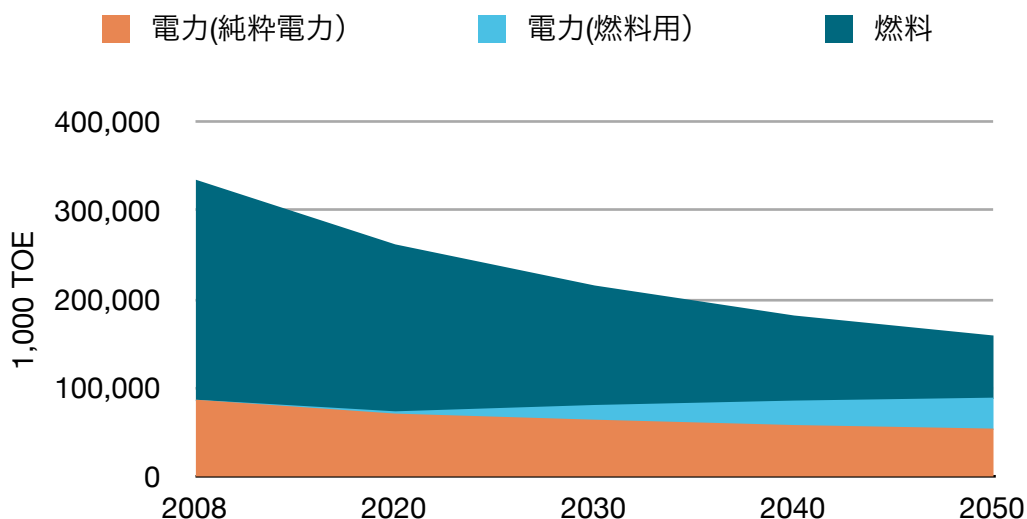
WWFシナリオの特色

- ・ 電力だけでなく、熱・燃料も含めた総合的なエネルギーの姿を検討している
- ・ 現在既に想定できる技術や自然エネルギーのポテンシャルを基に需給の計算を行っている。
- ・ 気象データ等を用いたダイナミック・シュミレーション

計算結果

1. 電力と燃料の分担

WWFシナリオでは、中間報告の結果として得られたエネルギー需要の中で、電力需要とその他の燃料（熱）需要を切り分けています。



このうち、熱・燃料需要については、日本にある自然エネルギー熱（バイオマス・太陽熱など）だけでは供給が困難であるため、一部、電力化によって電力で代替したり、自然エネルギー電力から水素を作って、水素で充当することを想定しました。

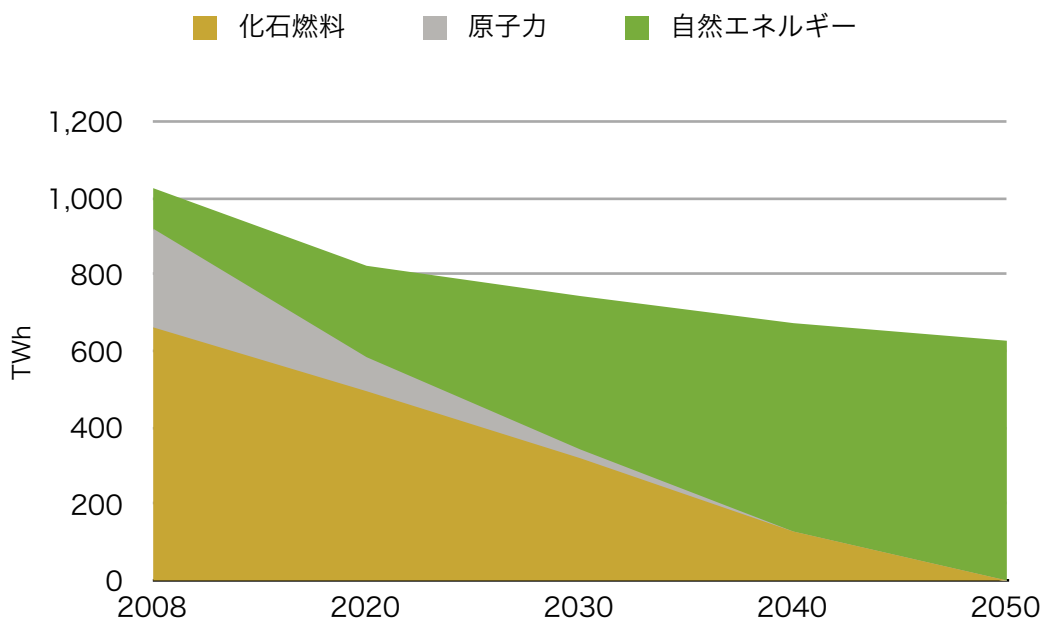
2. 電力（純粋電力需要）における自然エネルギーの推移

電力需要を、どのように自然エネルギー源でまかなっていくかについて、各自然エネルギーのポテンシャルを吟味した上で計算しました。

この時、WWFシナリオでは、上記の説明のように一部の燃料を自然エネルギー電源から作った水素で充当することを想定しているため、電力を需要以上に発電することを想定しています。

下の表は、そうした「燃料のための発電」を除いた純粋な電力の需要に占める各エネルギー源の推移を示しています。100%自然エネルギーへの移行が2050年時点で完了しているためには、2020年には自然エネルギー全体で電力の約29%、2030年には約54%、そして、2040年には約81%に達していることが必要であることが分かります。

	2008	2020	2030	2040	2050
化石燃料全体	65.8%	60.1%	43.0%	19.0%	0.0%
石炭	32.0%	26.7%	18.8%	8.3%	0.0%
石油	10.6%	10.3%	9.4%	4.2%	0.0%
ガス	23.2%	23.1%	14.8%	6.5%	0.0%
原子力	25.6%	10.8%	3.1%	0.0%	0.0%
自然エネルギー全体	10.5%	29.0%	53.9%	80.9%	100.0%
水力	8.3%	10.9%	13.0%	15.6%	17.7%
地熱	0.3%	2.9%	6.0%	10.4%	13.9%
バイオマス	1.5%	2.8%	4.3%	6.2%	7.8%
太陽光	0.2%	8.3%	20.3%	32.5%	40.4%
風力	0.3%	4.1%	10.2%	16.2%	20.3%



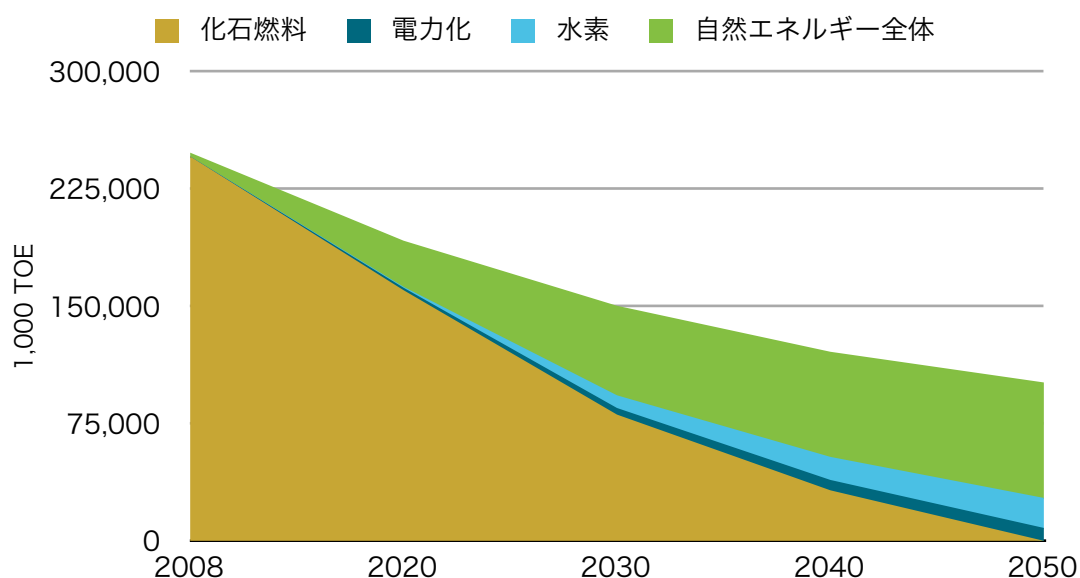
3. 燃料における自然エネルギー

次に、燃料（熱）需要を満たすために、大きく分けて3つのエネルギー源を検討しました。1つ目は、太陽熱やバイオマス等の自然エネルギーです。2つ目は、燃料需要を電力に代替する「電力化」です。3つ目は、自然エネルギーから生産した水素による燃料供給です。

この中で、直接的な自然エネルギー熱源だけに注目すると、2020年時点で燃料需要全体の約15%、2030年の時点では38%、2040年時点では約56%、2050年の時点では約73%の燃料需要が自然エネルギーから直接満たされることとなります。これは、現在の水準から考えれば極めて大規模な太陽熱やバイオマスの活用を要することとなります。

現在のエネルギー需給構造を見た時、電力よりも燃料（熱）需要の方が最終消費に占める割合が高いことを考えれば（「1. 電力と燃料の分担」のグラフ参照）、この部分での自然エネルギーの活用は、今後の大きな課題となります。

	2008	2020	2030	2040	2050
自然エネルギー全体	1.0%	15.4%	38.1%	55.6%	72.9%
太陽熱	0.0%	4.1%	9.9%	14.1%	18.3%
バイオマス	1.0%	10.6%	26.1%	38.6%	51.0%
車上太陽光	0.0%	0.7%	2.1%	2.9%	3.7%
電力化	0.0%	0.8%	2.8%	5.5%	8.1%
燃料代替電力（ヒートポンプ）	0.0%	0.1%	0.2%	1.2%	2.1%
運輸用電力	0.0%	0.8%	2.6%	4.3%	6.0%
水素	0.0%	0.3%	5.4%	12.2%	18.9%
燃料用水素	0.0%	0.0%	2.4%	7.1%	11.8%
運輸用水素	0.0%	0.3%	3.0%	5.1%	7.2%



4. 自然エネルギーがエネルギー源全体に占める割合の推移

以上のように、電力・燃料（熱）それぞれの需要をどのように充当するのかを検討し、総合的な姿を示したのが、本概要版の冒頭にあるグラフです。以下の表は、その具体的なパーセンテージを示しています。

自然エネルギーのうち、最も割合として大きくなるのはバイオマスとなっています。ただし、水素を作るために余分に供給されている太陽光・風力の部分はこのグラフ・表では省略されています。

日本という国が持つ潜在力を、省エネルギーと自然エネルギーの双方で発揮すれば、「自然エネルギー100%」の将来は可能であることを示しています。

供給源	2008	2020	2030	2040	2050
化石燃料	90.0%	77.1%	49.5%	23.4%	0.0%
石炭	19.1%	17.7%	12.3%	5.8%	0.0%
石油	52.4%	42.4%	25.1%	11.9%	0.0%
ガス	18.5%	17.0%	12.1%	5.7%	0.0%
原子力	6.6%	2.9%	0.9%	0.0%	0.0%
自然エネルギー	3.4%	20.0%	49.6%	76.6%	100.0%
水力	2.1%	2.9%	3.8%	4.9%	5.9%
地熱	0.1%	0.8%	1.8%	3.3%	4.6%
太陽光	0.1%	2.9%	11.0%	20.1%	27.7%
風力	0.1%	1.4%	5.5%	10.1%	13.9%
バイオマス	1.1%	8.5%	19.2%	27.2%	34.3%
太陽熱	0.0%	3.0%	6.8%	9.2%	11.4%
車上太陽光	0.0%	0.5%	1.4%	1.9%	2.3%

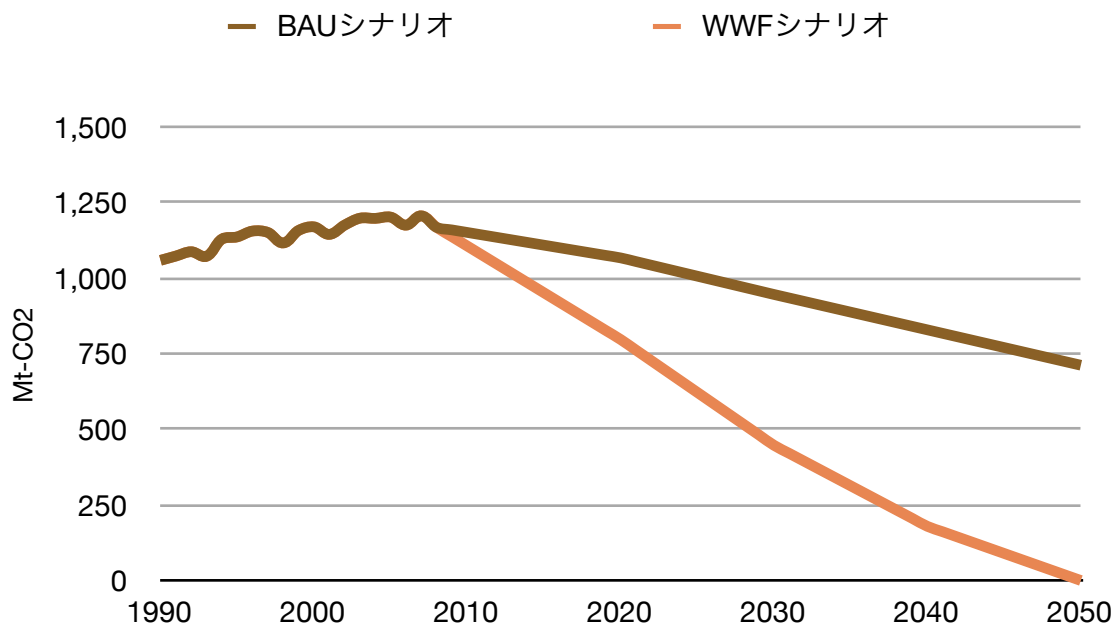
5. CO₂排出量（エネルギー起源）

最後に、エネルギーの需給構造が100%自然エネルギーに向けてシフトする時、CO₂排出量がどのように推移するのかも計算しています。2050年時点で全てのエネルギーが自然エネルギーからまかなわれることになれば、2050年時点でのCO₂排出量は当然ゼロになります。

WWFシナリオの下では、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%削減となります。

現在、政府が掲げている「2020年までに1990年比で温室効果ガス排出量を25%削減する」という目標は温室効果ガス全体を対象とした目標であるため、このシナリオの計算だけで結論を出すことはできませんが、達成可能性を十分に示すものと言えます。

		1990	2008	2020	2030	2040	2050
BAUシナリオ	90年比	0.0%	10.3%	0.8%	-10.7%	-21.7%	-32.8%
	08年比	-9.3%	0.0%	-8.6%	-19.0%	-29.0%	-39.0%
WWFシナリオ	90年比	0.0%	10.3%	-24.7%	-57.8%	-83.1%	-100.0%
	08年比	-9.3%	0.0%	-31.8%	-61.7%	-84.7%	-100.0%



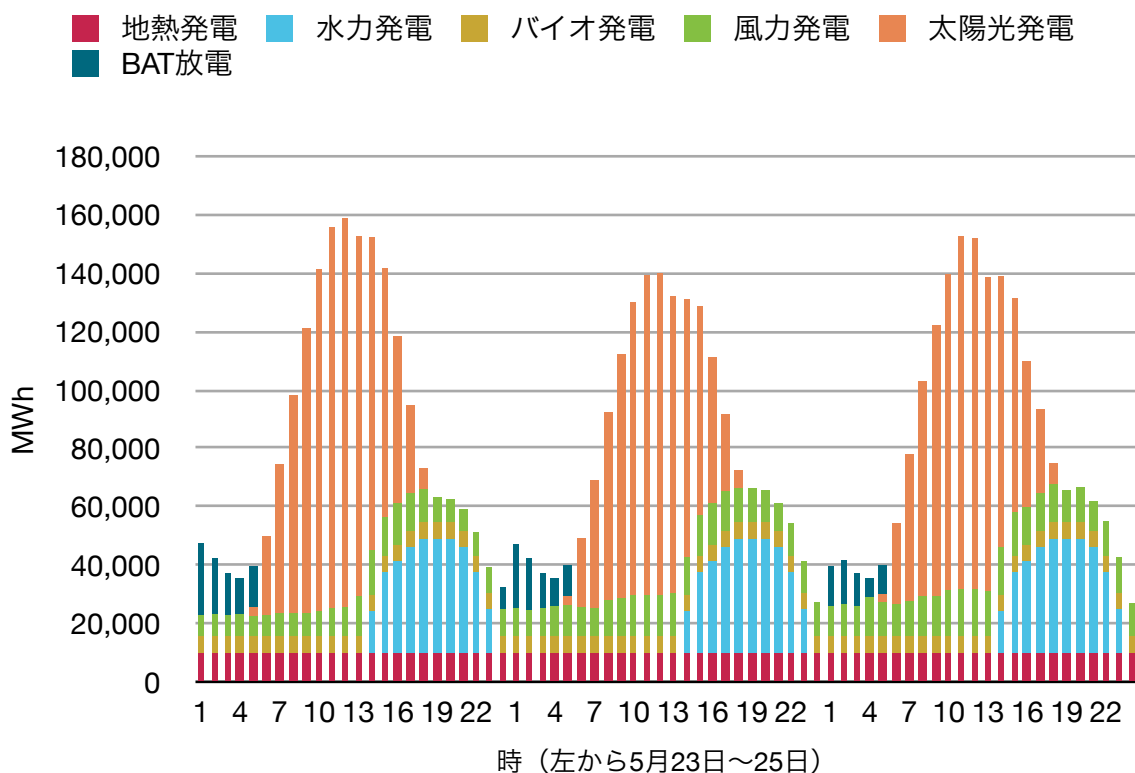
6. ダイナミック・シミュレーションを用いた検証

電力需要は、本来、一日の中でもダイナミックに変動します。このため、量として一年間に必要な電力量を自然エネルギーが供給できるかの確認と同時に、一年間365日の変動する需要を満たし続けることができるかどうかを確認することも必要です。

電力に占める自然エネルギーの割合が多くなるほど、需要と供給のミスマッチを埋める手段として、電力を貯蔵したり放出したりすることが必要となります。そのためには一般的にはバッテリーの容量が大量に必要になると言われていますが、自然エネルギーが、需要にあわせて供給を行うことが可能であれば、大量のバッテリーは必要ありません。

一日の電力需要曲線に合わせて日々自然エネルギー主体で供給ができるかどうかを、気象データを用いてシミュレーションを行いました。結果として、地熱とバイオマスは一定に、太陽光と風力はできる限り需要に対応し、太陽光が減少する夕方には水力を用いることによって、必要となるバッテリー容量を抑えることができることがわかりました。

下の図は、その計算の一部の例です（5月23～25日の3日間を例示）。



実現するために必要な政策

1. 明確な省エネルギー目標と自然エネルギー目標の設定

自然エネルギー主体の将来を実現するためには、2020年・2030年・2040年という経過地点において、着実に自然エネルギー普及目標を達成させていくことが必要です。WWFシナリオの計算結果を参照するなら、たとえば、以下のような目標が必要です。ただし、電力については、燃料のための電力も必要であるため、純粋な電力需要を満たす以上に自然エネルギー電源の普及が必要となります。

	2020	2030	2040
自然エネルギー普及目標	電力：30% 燃料：15%	電力：50% 燃料：40%	電力：80% 燃料：55%
2008年比省エネルギー目標 (最終エネルギー消費量削減目標)	20%削減	30%削減	40%削減

2. 自然エネルギーのポテンシャルを十分に活かすような推進政策

このシナリオで想定されているような急速な自然エネルギーの普及のためには、強力な自然エネルギー推進政策が必要です。その代表的なものとして、2011年8月に日本でも設立が決まった固定価格買取制度があります。しかし、同制度の詳細（特に買取価格・期間など）はこれから議論がされることとなっており、その詳細によって、WWFシナリオが示しているような将来が達成可能かが決まってしまうかもしれません。明確な普及目標と共に、それと整合的な制度設計が必要です。

3. 電力システム改革

ダイナミック・シュミレーションの中で置かれた重要な仮定として、全国の送配電網が繋がっていることがあります。これは、逆に言えば、本シナリオの実現のためには、全国的な連携を可能にする電力系統の確率が不可欠であることを意味します。

さらに、自然エネルギーのポテンシャルを最大限に活かすために、自然エネルギーの優先接続を義務づけたり、自然エネルギーのための給電指令体制を整えることが必要です。このためには、電気事業法の改正等、今までの議論よりもさらに一步踏み込んだ政策議論が必要です。

4. 自然エネルギーの熱活用／水素の有効利用

WWFシナリオ検討の中で課題として浮上してきたのは、大きな燃料・熱需要をどのようにして満たしていくのか、という問題です。これまでは、どちらかといえば軽視されがちだった太陽熱やバイオマスの熱利用にもっと光を当てていくことが必要です。また、それだけでは全ての熱需要をまかなうことができない場合のために、水素の活用についても、そのインフラ整備も含めて真剣に検討がされなければなりません。

5. 原発の着実な段階的廃止方針の採択

福島原発事故は、原子力の非持続可能性を端的に示しました。今後のエネルギー政策を考えるにあたっては、原子力を段階的に着実に廃止していくことを明確に決定し、それを前提として需給についても考えていくことが必要です。

以上の提言は、本シナリオ実現のために必要な条件のほんの一部ではありますが、同時に、これらなくして達成は不可能といえる重要な要素です。WWFジャパンでは、今後も、このシナリオが示すビジョン実現のために必要な要素について、提言を続けていきます。

参考URL

- ◆ 報告書本体も含めたWWFジャパンの自然エネルギー100%キャンペーンのページ
http://www.wwf.or.jp/change_en/
- ◆ WWFインターナショナル/Ecofys 『エネルギー・レポート』
http://www.wwf.or.jp/re100_global
- ◆ 『脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案 <中間報告 省エネルギー>』
http://www.wwf.or.jp/re100_ee/

参考資料1：WWFシナリオの考え方・概念図

