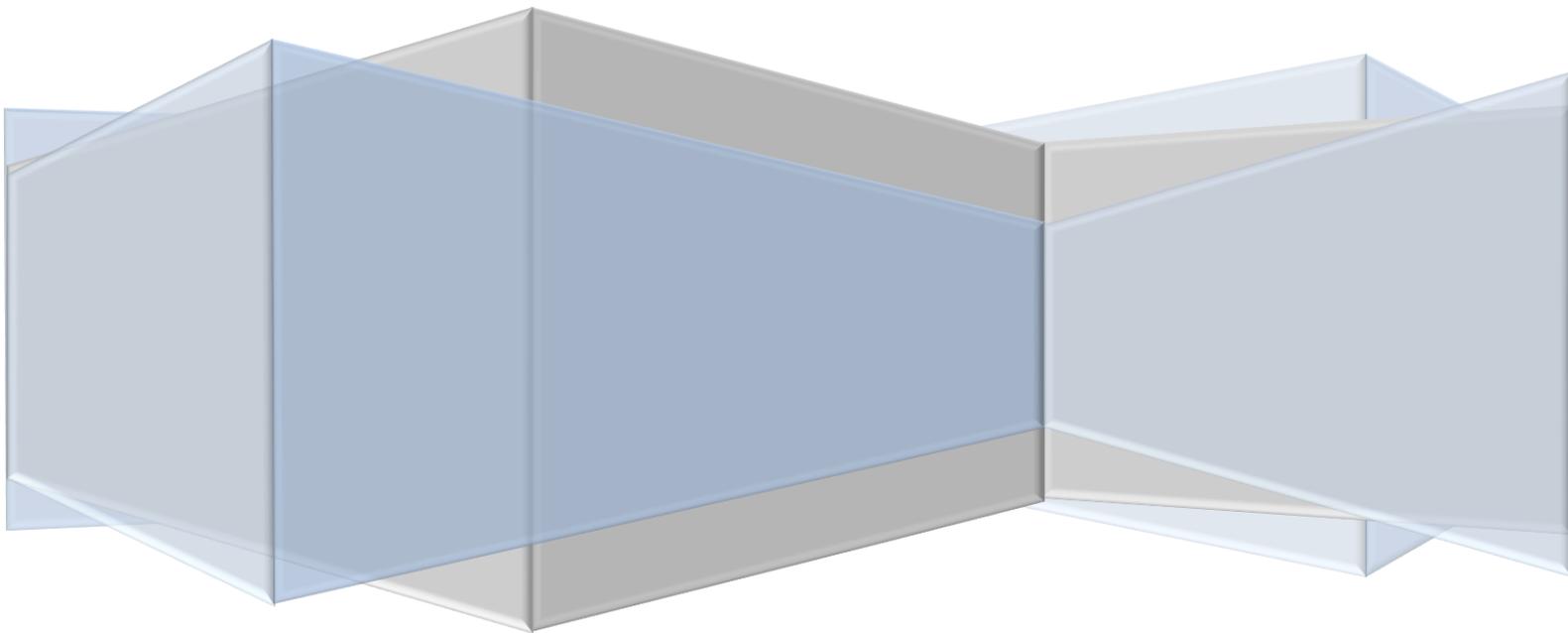


セッション3
「自然エネルギーの未来展望」



セッション 3

「自然エネルギーの未来展望」

チェア：

末吉 竹二郎 (自然エネルギー財団代表理事)

講演者：

エリック・マーティノー (環境エネルギー政策研究所 主任研究部長)

スベン・テスケ (グリーンピース・インターナショナル自然エネルギーユニット部長)

山岸尚之 (WWF ジャパン気候変動エネルギーグループリーダー)

議論概要：

○末吉 竹二郎

3名の方に話を伺い、セッション1、2を総括して自然エネルギーでどんな未来展望を描くのか、話したいと思う。

お話しいただくのはNGOで活躍する3名。政府とは関係なく、ビジネスの立場でもなく、社会の立場で自然エネルギーに足跡を残している方々である。

○エリック・マーティノー

手短に、「Renewable Energy Global Future Report」の報告をする。このレポートは、REN21によって発表されたもので、午前中のセッションでREN21のクリスティン・レンが紹介した”Global Status Report”の姉妹レポートといえるもの。レポートの目的は、自然エネルギーの将来について現在の見解をまとめること。特定の視点からではなく、約150名の専門家にアンケート調査・面談を行い、各種文献も参照して作成した。

まず、エネルギー全体に対する自然エネルギーの導入比率について。スウェーデンはエネルギー全体の半分が自然エネルギーで、オーストリア、デンマーク、アイスランド、ポルトガル、ラトビア、フィンランド、ニュージーランドは20%、ドイツは10%、日本は6%。

未来シナリオでは、自然エネルギーの比率が高くなると考えられている。最近発表されているものでは、長期的には50~100%になるとみられている。IAEAが示すシナリオの一つでは、2050年に40%の見通し、グリーンピースでは80%との見通しを示している。

昨年、欧州委員会が発表したロードマップでは、2050年までに欧州全体で最大75%が可能としている。私がインタビューした専門家からも、それらの高い比率は可能とのコメントがあり、最低でも30~50%は可能との見解を示した。一部の専門家は100%も可能との見解を示した。

電力は、自然エネルギーの導入が最も容易な分野である。一方、暖房は難しく、交通についてはさらに不確定要素が大きい。

以下それぞれについて話す。

・電力について：

現状で、スペインは20%超、ドイツは14%が自然エネルギーでまかなわれている。

目標については、カリフォルニアは2020年目標を33%に引き上げ、ドイツは2030年目標を50%まで引き上げると考えてられている。各種シナリオでは、電力における自然エネルギー比率はかなり高くなっている。WWFは2050年100%のシナリオを考えている。また、最も低いものはIEAの「Energy Outlook」における「新政策シナリオ」で、2035年に32%である。

では、どうすれば自然エネルギー比率を引き上げられるのか？目標達成までの道筋はどうか。

4つの課題がある。

まず、1点目はシステムの安定化をいかに実現するかという課題である。この問題は複数の対策があり、対応

可能である。すでに電力会社は、風力、太陽光などの変動電源の安定化対策を実施しているが、今後、さらに対応をする必要がある。

対策のうち最も重要なのは、デマンドリスポンスである。電力システムにおける柔軟性が鍵となる。発電側も需要側も、状況に応じて柔軟に対応できるシステムが重要である。

2点目は蓄電池の利用。蓄電池が商業的に利用可能になるには、多少時間を要するかも知れない。すでに蓄電池の販売やサービス提供が始まっているが、すでに述べた系統対策等の他の対策が先決であり、蓄電池の利用はまだ先になるかもしれない。

3点目は天然ガスで、自然エネルギーを接続した系統の安定化にとって鍵となるだろう。近い将来、自然エネルギーと天然ガスの統合システムが、政策的にもビジネス的にも重視される可能性がある。

4点目は分散型電源。マイクログリッドや、小規模なウィンドファーム、小規模なバイオマス発電所などもあり、分散型電源は様々なレベルで導入が促進されるだろう。

・冷暖房について：

バイオマスは既に、全エネルギー供給の2.5%を占め、重要な役割を担っている。185GWは太陽熱によって供給されている。この規模は、日本の総発電設備容量のおよそ半分程度で相当大きい数字。各種シナリオにおける熱供給における自然エネルギーの比率は、16%～85、90%と幅があり、前提としている背景も大きく異なる。また、それらのシナリオで数値の工程があるのか、背景を考えなければならない。

目標達成には、地方自治体による新しい政策が重要である。コペンハーゲン市は、地域熱供給の98%をバイオマスで賄うことを目標に掲げ、ハンブルグ市では新築住宅の冷暖房は自然エネルギーを前提とする条例を策定している。また、EUは2018年～2020年頃までには原則として住宅の冷暖房エネルギーを差し引きゼロに近づけることを目標としている。冷暖房を必要としないパッシブハウス・パッシブビルで、外部からのエネルギーを必要としないゼロエネ住宅を考えている。ゼロエネ住宅実現のための技術は様々あり、地中熱やヒートポンプ、小規模バイオマス、コンバインド暖房・発電設備、家庭用以外の商業規模の太陽熱暖房などが考えられている。夏の期間に蓄熱をして冬に使う、あるいはその逆など、今後も技術開発がされるだろうと考えられる。

・交通分野について：

交通分野の自然エネルギー比率についても、同様に大きな幅がある。IEAのシナリオでは8%、WWFのシナリオでは100%であり、現状は3%である。

交通分野における自然エネルギーの利用は、大きく3つの技術に分けて考えられる。まずバイオ燃料。IEAのWEOによると2020年には先進的バイオ燃料技術が商業化される。持続可能性に関する議論等もある。次に電気自動車。電気自動車は、短期的には必ずしも自然エネルギーの導入につながるとは限らないが、長期的には自然エネルギーの変動を吸収する役割を果たせる。また、電気自動車か燃料電池のいずれがメインになるかという点もある。さらに、超小型自動車なども出てくる。合成天然ガスはアウディが既にやっている。

・「転換」について：

太陽光発電は、スペイン、ドイツ、米国、カリフォルニア、ハワイなどで、近いうちにグリッドパリティに到達する見込みである。電力市場に関する新しい政策の導入など、政策の転換が必要だ。ビジネスモデルの転換も求められている。電力会社は、技術的にも組織的にも、過去100年間でもっとも大きな構造改革に直面している。2020年以降は、現在の収益モデルは通用しない。将来は、中央集権的な電力システムは存在せず、原発、化石燃料が恐竜のように死に絶えていくと考えられる。

○末吉

社会のサイドでは、自然エネルギーへの変化の対応が遅れている。どのような準備が必要なのか？

○マーティノー

政策が重要である。政策が自然エネルギーの導入を促進している。欧州ではFIT、アメリカではRPSなどがそうだった。

日本はちょうど転換点に到達していると考えられる。

中国では意欲的な目標をかかげている。将来的にはインセンティブが必要だが、やはり制度が重要である。

○末吉

グリーンピースは社会的に信頼を得ているNGOである。全世界で300万人のサポーターがいて、2億3000万ユーロ、200数十億円の予算を持ち、43カ国1200人が活動しているのがグリーンピース。そのグリーンピースから、スベン・テスケさんの話を伺う。

○スベン・テスケ

グリーンピースは、2005年から“Energy (r)evolution”シナリオシリーズを発表しており、2005年に欧州のシナリオ、2007年にはグローバルシナリオを出している。その後、3度にわたり改訂しているが、改訂の度にデータベースの拡張を行い、雇用への影響等についても分析している。

毎年の発電設備導入状況を見ると、1970年代以降90年代までは、電源構成はおおよそ同じだった。石炭、水力、石油、ガス、原子力の組み合わせで、年間約85,000MWから95,000MW程度の新規建設であった。

2000年に2つの意味で状況が変わった。まず、先進国において設備更新が必要となったこと。更に、途上国において電力需要が増大したことにより、発電設備導入量が大幅に増大した。

1990年半ばには、米国や欧州において電力自由化が進み、その影響として最初の5年程度は新規建設が行われなくなった。

その後、天然ガス発電設備が導入され始め、風力や太陽光といった自然エネルギー発電設備も導入が始まった。なお、同時に石炭比率も依然高いが、この多くが中国での新規建設によるもの。一方で、風力の新規建設の半数は中国によるもの。天然ガス比率も高い。

設備更新について見ると、原子力の寿命が35年、石炭が45年、風力が20年で更新が必要となる。40年後の2050年には、石炭や天然ガス発電は残るが大幅に減少し、太陽光や風力などの自然エネルギーが大幅に増大するとみられる。

このような電源構成が、地球温暖化の影響を2度以内に抑制するために必要である。これらは「予測」ではなく、「シナリオ」であり、「どうなるか」ではなく、「どうしたいか」というものである。

適切な政策の下でどんなシナリオになり得るかに基

づき、5年後、10年後の予測を示すことも可能である。特に風力についての導入見通しを1998年に発表しているが、2010年時点の導入見通しがプラスマイナス10%程度の精度で予測できており、40年後にも正しいと期待できる。

・(r)evolution

ドイツの航空宇宙センターと連携して世界40か国と世界全体のエネルギーシナリオを策定しているが、ISEPと協力して日本におけるエネルギーシナリオを昨年、発表した。シナリオ策定においては、産業界の

参加も得て、シナリオで想定している設備導入が現実的に供給可能かといった観点でのチェックを行っている。また、50カ国にローカル・オフィスがあり、シナリオ策定で協力している。

エネルギー効率のコンセプトについては、ISEPの提案を採用している。また、発電設備については、まず短期的に導入が可能な風力と太陽光の導入促進と、緊急対応としての天然ガス火力の稼働率向上を想定している。天然ガス火力はしばらく稼働率を高め、ベース電源として活用するが、2020年までには通常の稼働率まで戻す。バックアップ電源としては、天然ガス火力を利用し、再エネの変動性に対応し、将来的には蓄電池の利用にシフトしていくというシナリオである。大きな流れとしては、当初は天然ガス比率が高まるが、ほどなくして風力や太陽光にシフトするというもの。問題は、風力や太陽光の導入を促進するための政策が無かったということ。

・雇用について

グリーンピースは、反開発、反雇用と批判されることがあるが、実際にはドイツでは電力会社を運営しており、12万人の顧客がいて雇用の場にもなっている。

我々のシナリオでは、現状と比べ、雇用が2015年に26万人増加すると見込まれ、さらに最大32.6万人の増加となると予測している。

ドイツと日本の比較でも、同じような雇用になると考えられる。

・FITについて

日本の概念では、FITは想定されているよりもコストが低い。いい政策ができればドイツと日本は同じくらいのコストになるはず。FITは様々な再エネ技術を支援していく制度であり、その考え方を支持している。各自然エネルギー技術の潜在性を持続的に活用していくべきで、ある特定の地域、技術に集中しすぎないような制度設計をすることが重要である。サムソ島の例なども参考に、地域に受け入れられるように開発をしていくことが重要で、風力資源が多いからといって集中的に建設するのではなく、分散して開発することが肝要だ。

FITで自然エネルギーの設備コストが下がり、燃料コストがかからないため、化石燃料と比べて経済性のあるエネルギーになり得る。

我々は、対象によって提示するパラメータを工夫しており、技術の見通しや雇用への影響、CO2の側面など様々に示すようにしている。エネルギーシナリオを

通じて自然エネルギー政策を促進し、環境・温暖化問題の解決をしていくことをめざす。

○末吉

2020年の日本のエネルギーの予測など、ありがとうございました。

ところで、日本のビッグビジネスが入って行く必要があると思われるが、どうすればもっと早く参入していけるのか？

○テスケ

グリーンピースの電力会社は、顧客によって所有されており、コミュニティモデルなどを実践的に伝えて行く努力を続けている。パワーセクターに取って変わろうとするのではなく、フォロワーが続くような新しい発想の提供をしていくことが重要なのではないか。

○末吉

次の山岸さんは気候変動分野でご活躍されている。WWFは、年間予算554億円で5000人の職員がいる。

○山岸 尚之

WWF ジャパンが日本について策定したシナリオを紹介する。

榎屋氏（システム技術研究所）に委託して開発した。需要側と供給側の両方のシナリオを作り、統合してシナリオとして示している。電力と電力以外を、自然エネルギー100%で供給していけるかを示すもの。BAUより、まず省エネでどの程度まで減らせるかを検討し、その後のエネルギー供給シナリオを考えました。結論は2050年までに50%減までエネルギー消費を抑えることができる。

・省エネルギー

日本では乾いた雑巾（これ以上絞れない）と言われるが実際は違う。

- 1) オイルショック以降エネルギー効率が改善されているが、90年以降は改善されていない。
- 2) 日本は建築、断熱などの省エネルギーが、欧州より大分遅れている。現状の先進基準を満たすだけでも、2050年までに36%に削減（64%削減）できると考えられた。日本の住宅の基準はヨーロッパに比べて低い基準。

・供給側：

電気・電気以外に分解すると、電力はエネルギー消費のうちの4分の1程度。4分の3は電気以外のエネルギーであり、電気以外のエネルギーをいかに自然エ

ネルギーで供給するかが重要となってくる。

環境省の自然エネルギーのポテンシャル調査の数字よりも低い導入見込であったとしても、2050年の電力需要は十分に賄うことができると試算している。電力以外のエネルギー需要を満たすことが課題であり、WWFのシナリオでは、それらを一部電化する、又は電気で作った水素で賄うことを想定している。2050年に100%自然エネルギーを達成するには、2020年に30%程度を達成しないと難しい。

2050年にどうやって電力需要を満たすことができるかを検討する。5月23～25日の例として取り上げると、地熱がベース電源となり、ピークには太陽光、夕方からは水力が活躍して電力を提供するなど、実際の気象データに基づいて検討している。

自然エネルギーのバックアップ電力の必要性について検討したが、バッテリーを300GW以上用意できれば、バックアップ電力が不要であることが証明された。

シナリオの実現には、目標の設定、FITのような政策の導入、国内の系統の統合、燃料と熱需要への対応ができるが重要である。

○末吉

シンプルで説得力のあるシナリオだ。政府・産業サイドの話と山岸さんサイドの話とでは、描き方が違うのはなぜだろうか？

○山岸

前提として何を求めるかが違う。100%自然エネルギーのシナリオも最初躊躇していたが、震災以降は今までと違う考え方が必要となった。今までにはない自然エネルギー100%を検討するのは、将来への責任と考える。今までと同じシステムと考えるか、違うと思うのが、大きな分岐点になる。

○末吉

社会に情報を出す時に、新しい情報提供をしていくのが重要と思うが、選り好みした特定のものしか提供されない。違った視点からリサーチを行い提供することが今後は必要と思うが、何か意見はあるか？

○テスケ

情報を使って国民を鼓舞し、ローカルプロジェクトを造り上げていくこともある。技術も開発され、今や国民にとってもやりやすくなっている。高価でもない。

電力事業者ができないと言ってきたことを、やらせるように仕向けなければならない。

○マーティノー

2点回答する。情報は、大手電力会社や石油会社から得られるものが多い。メディアも、それらの会社と利害関係があることが多く、自然エネルギーのことは話したがらない。しかし私たちはそれを伝えていく必要がある。日本がいかに遅れているかということを知らなければならない。10年間ですっかり遅れをとっていることを考えてほしい、それを伝え理解してもらい、その観点からさらに変化することをプッシュしたい。

再びトップになる可能性があること、変化を起こす必要があることを考えるべき。

○質問：

アメリカや途上国で仕事しているが、どこから装置を調達するべきかを考える。ソーラーパネルはどこで製造すると考えているのか？日本のトップになるにはどうすべきか？安い中国から入れるのか？競争力を発揮できるのか？

○テスト

ドイツでいうと、メーカーの競争はある。それで生産効率は高まるが、中国には勝てない。だから質を高める。輸入により、メーカーで雇用喪失もあるが、設置などには人が必要となる。風車は大きいのでなるべく近くで生産し、太陽光パネルは輸入して値段を下げる。

○マーティノー

日本は中国と競争できない。組み合わせ、統合、運輸とか電気自動車などでは競争できる。パネルの価格は低いけど、よりインテグレーションで考えるのがいいだろう。統合化には中国は向いていない。

○質問：

日本では省エネの選択しかないが、消費者としては何ができるか？

○マーティノー

太陽熱はどうだろう？太陽熱、光はパネルも安くなった。自治体ではやっていて、市民風車などもできつつある。市民が集まってみんな自然エネルギーを実現していくという解決策がある。

REN21 RENEWABLES GLOBAL FUTURES REPORT

FIRST REVIEW DRAFT

Lead Author and Research Director:
Dr. Eric Martinot, Institute for Sustainable Energy Policies
martinot@isep.or.jp

Report is a collaboration between
REN21 Renewable Energy Policy Network for the 21st Century
and Institute for Sustainable Energy Policies, Tokyo

Japan Renewable Energy Foundation
"Revision 2012 – New Renewable Direction for Japan"
Tokyo, Japan
March 9, 2012

REPORT SCOPE AND PURPOSE

- "Sister report" to Renewables Global Status Report
- What is our current thinking about the future of renewable energy?
- What is the range of credible possibilities for renewable energy futures?
- Tool for education and discussion – an objective framework for thinking about the future of renewables, not a specific vision or position
- Four primary forms of source material have been employed:
 - Published long-term scenarios and roadmaps
 - Interviews with experts from around the world, including industry leaders and visionaries
 - Government policy targets, including regional, national, state/provincial, municipal
 - Long-term action plans by local (city) governments

ENERGY – HOW MUCH FROM RENEWABLES?

Today: Sweden already gets half of its total energy from renewables. Countries over 20% include Austria, Denmark, Finland, Iceland, Latvia, New Zealand, and Portugal. Germany and several others are at 10%. Japan is 6%.

Scenarios: in 2010-2011 several scenarios were published showing 50-100% renewables shares of energy by 2050. Includes power, heat, and transport.

- International Energy Agency (IEA) ETP Blue Map: 40%
- IEA RETD ACES: 55%
- Greenpeace/EREC: 58%/80%
- European Commission Energy Roadmap 2050 (2011) "High RE" scenario: 75% for Europe

Interviewees: almost all believed at least 30-50% in the long term (typically 2050) and "should" get close to 100%. Electricity easiest, heat much more difficult, transport most difficult/uncertain.

ELECTRIC POWER – HOW MUCH FROM RENEWABLES?

Today: Many countries are already at high shares or targeting high shares: Spain (21% in 2010; 50% by 2020); Germany (14% in 2010; 50% by 2030); California (33% by 2020); Denmark (100% by 2030).

Scenarios:

	By Year	Electricity
IEA World Energy Outlook (2010) "New Policies"	2035	32%
IEA World Energy Outlook (2010) "450"	2035	45%
IEA Energy Technology Perspectives (2010) "Blue Map"	2050	58%
IEA Energy Technology Perspectives (2010) "Blue Map HR"	2050	75%
IEA RETD "ACES" (2010)	2030	61%
BP Energy Outlook 2030 (2010)	2030	~30%
Exxon-Mobil Outlook to 2030 (2010)	2030	~25%
U.S. DOE EIA International Energy Outlook (2010)	2030	23%
Greenpeace/EREC (2010) "Revolution"	2030	48%
	2050	79%
Greenpeace/EREC (2010) "Advanced Revolution"	2030	61%
	2050	95%
WWF (2011) "Ecofys Energy Scenario"	2050	100%

ELECTRIC POWER – HOW?

1. Balancing. Utilities will respond to the challenge of balancing large shares of variable renewables on power grids. There are a dozen different options. One of the most important options is “demand response” – contracting with customers to reduce load during specific conditions. *“Flexibility in power systems is the commodity of the future.”*

2. Energy storage. We don’t need to wait for storage technology to become commercial. There are commercial forms of storage emerging today, and companies are already making money building storage, but it will take a long time before we see large amounts of storage. *“There is a lot of headroom with other balancing options before storage becomes necessary.”*

3. Natural gas. Natural gas and biomass are key compliment to variable renewables like solar and wind. In the future, we will see integrated renewables/gas business models, ownership, and policy.

4. Distributed power. Power systems will be a mix of centralized and distributed (on-site and remote): rooftop solar, local micro-grids serving small neighborhoods, small local wind farms, small biomass power plants with heat supply, dedicated power plants (i.e., wind/CSP for desalination), and large centralized wind, solar, geothermal, and hydro. Power systems become “multi-level.”

HEATING AND COOLING – HOW?

1. Policy: Copenhagen plans that in the next decade, 98% of homes in Copenhagen will be connected to district heating system powered by biomass. Hamburg in 2009 enacted a Renewable Heating Act and Energy Efficiency Ordinance that will require new buildings to use renewable energy for a share of heating. EU directive on buildings requires near-zero-energy new buildings by 2018/2020.

2. Technologies:

- “Passive” houses – (“near-zero-energy” houses) very low heating requirements. *“With passive house designs, by 2020, we will realize that no sacrifices are needed and thermal comfort is not a luxury but a basic right.”*
- Geothermal heat pumps
- Biomass pellet stoves
- Biomass small-scale combined-heat-and-power
- Solar heating for commercial buildings: *“There is a huge potential for future cost reduction of solar thermal, especially at larger scales than traditional household systems.”*
- Solar heating for industrial process heat
- Heat storage: building materials, phase-change materials allow seasonal heat storage
- Solar electricity for cooling (reduce day-time air-conditioner electricity demand)
- Solar heat for cooling

HEATING AND COOLING – HOW MUCH FROM RENEWABLES?

Today: Modern biomass for heating widespread, about 2.5% of global primary energy supply. Solar hot water and heating capacity reached 185 GW (thermal) in 2010.

Scenarios:

	By Year	Heat
IEA World Energy Outlook (2010) “New Policies”	2035	16%
IEA World Energy Outlook (2010) “450”	2035	21%
IEA Energy Technology Perspectives (2010) “Blue Map”	2050	--
IEA Energy Technology Perspectives (2010) “Blue Map HR”	2050	--
IEA RETD “ACES” (2010)	2030	--
BP Energy Outlook 2030 (2010)	2030	--
Exxon-Mobil Outlook to 2030 (2010)	2030	--
U.S. DOE EIA International Energy Outlook (2010)	2030	--
Greenpeace/EREC (2010) “Revolution”	2030	45%
	2050	71%
Greenpeace/EREC (2010) “Advanced Revolution”	2030	49%
	2050	91%
WWF (2011) “Ecofys Energy Scenario”	2050	85%

TRANSPORT – HOW MUCH FROM RENEWABLES?

Today: biofuels about 3% of global road transport energy. Brazil today: 40% of light-duty fuel. Sweden today: 6%. EU target: 10% share (including electric vehicles) by 2020.

Scenarios:

	By Year	Transport
IEA World Energy Outlook (2010) “New Policies”	2035	8%
IEA World Energy Outlook (2010) “450”	2035	14%
IEA Energy Technology Perspectives (2010) “Blue Map”	2050	50%
IEA Energy Technology Perspectives (2010) “Blue Map HR”	2050	--
IEA RETD “ACES” (2010)	2030	--
BP Energy Outlook 2030 (2010)	2030	--
Exxon-Mobil Outlook to 2030 (2010)	2030	--
U.S. DOE EIA International Energy Outlook (2010)	2030	~3%
Greenpeace/EREC (2010) “Revolution”	2030	14%
	2050	39%
Greenpeace/EREC (2010) “Advanced Revolution”	2030	--
	2050	--
WWF (2011) “Ecofys Energy Scenario”	2050	100%

TRANSPORT – HOW?

1. Advanced biofuels: IEA World Energy Outlook says advanced biofuels are currently not competitive with conventional fuels and are mostly in the demonstration phase. They are expected to be commercialized by 2020 (NPS scenario). Biofuels 8% of road-transport energy by 2035.

Biofuels debates: Some interviewees thought that as much as half of all transportation fuel by 2050 could come from biofuels, others projected much less. They raised important debates:

- How sustainable can biofuels become in the long-term?
- What markets will make the most use of biomass in the future (power, heat, or liquid/gas fuels)?
- How long will it take to commercialize cellulosic-ethanol?

2. Electric Vehicles: Assume a much larger transport role, but won't help renewables too much in the short term, except local mandates to supply charging stations from renewables. *"We are not going to deploy EVs to manage the variability of renewables; EVs must first prove their value on their own."*

Battery or fuel cell? *"The car of the future is clearly electric drive, but it's not clear if that's based on batteries or fuel cells."* Battery-EVs fill two specific niches: (1) fleet vehicles with high use and fixed stations (taxis, public transit, local trucks); (2) "micro-vehicles" (1-2 person cars, scooters).

3. Synthetic natural gas? Audi producing synthetic natural gas from renewables to supply a new fleet of natural gas vehicles.

INTEGRATION

Infrastructure. Integration of power, heat, and transport into much more integrated systems.

- Renewables integrated with natural gas and storage – natural gas as "balancing fuel"
- Denmark: use heat storage and CHP to balance variable renewable electricity (heat easier)
- "Vehicle-to-grid" (V2G) electric vehicles store power, reduce peaks, balance power systems
- "Double use" for electric vehicles to power house, store renewable power
- Make syngas or hydrogen for vehicle fuels using "excess" renewable power from grid
- "Passive" buildings with low energy requirements met entirely from renewables
- On-site solar PV to reduce peak air conditioning loads

Business models. Companies will integrate into existing businesses or create new businesses:

- Major engineering companies offer integrated solutions using renewables.
- "Local energy-service utilities" specialize in solar PV for buildings, intelligent energy management, grid connection, small-scale energy storage, ICT, efficient appliances, software.
- Third-party owned solar PV (Sun Edison model), or vendor finance of solar PV (GMAC model)

Policy. Policies in many sectors will integrate renewables:

- Power market regulation and structure
- Transport planning
- Urban planning, "smart cities," building codes and standards, district heat systems
- Water, food, sanitation policies (i.e., biorefineries, co-production of bioenergy and food)

TRANSFORMATION

Solar PV grid parity. *"We have reached the point of no return in solar PV...and will see continued cost reductions, including costs of integrated installations, not just the PV panels themselves."* Interviewees expressed confidence that grid parity was coming soon to a number of regions during the period 2012-2015, including Spain, Germany, Japan, and the U.S. states of Hawaii and California.

Transformational policies. New targets and goals for future shares, like 45% share of energy in Europe by 2030. Also new power-grid policies and regulation:

- How to establish power markets that incorporate a "price" for flexibility and balance?
- How to restructure utility reserve (ancillary) markets?
- How can policy support demand-response?
- What is the policy role for transmission planning, given the impacts on renewables?
- How to encourage efficient integration of natural gas with renewables?

Transformational business models:

- Renewable energy and natural gas become an integrated "back-to-back" business
- Major utilities enter downstream or customer-side businesses such as EVs and solar PV.
- Solar PV and wind supply 100% of daytime power in Germany – how to handle business changes?
- Local utilities are re-municipalizing (Germany/California), leading to local decisions for renewables.

TRANSFORMATION

Existing energy companies adapt and innovate, or fight back, or go out of business:

"Electric utility companies will face some of the greatest challenges in technical and institutional restructuring that they have ever faced in the past 100 years."

"Utility revenue models will be unrecognizable beyond 2020."

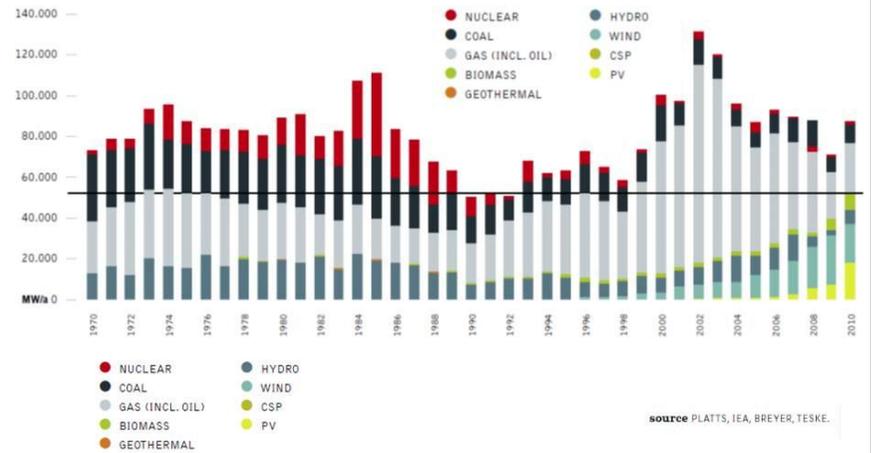
"There will be fights – the dying throes of the centralized fossil fuel and nuclear industries – it's going to get ugly."

Debates:

1. Will utilities lead, follow, or be pushed?
2. Will alliances form between gas and renewables companies?
3. Will large centralized utilities cooperate or compete with local municipal utilities?
4. How far will oil companies go in trying to dominate the biofuels and electric mobility sectors?
5. Will large utility companies get involved in electric mobility as a new business model?

Future projections for Renewable Energy Markets

global power plant market 1970-2010, excluding china



Global annual power plant market - the past 40 years and a projection of the next 40 years

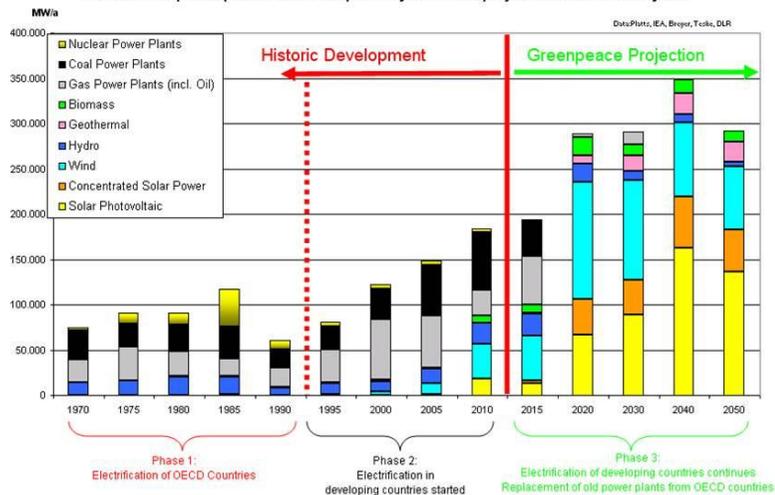
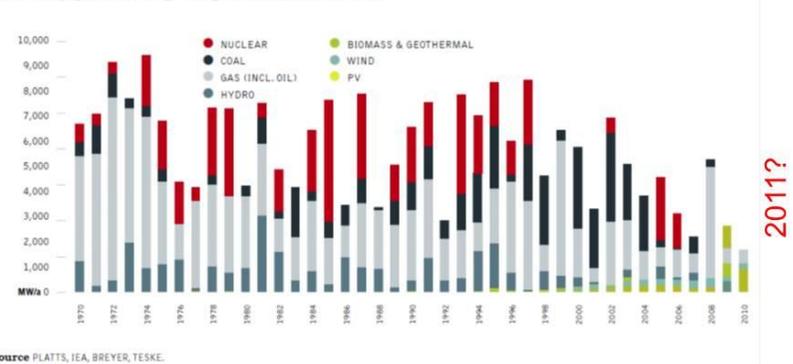


figure 6.7: japan: annual power plant market 1970-2010



Turning the nuclear crisis into an (renewable) opportunity:
the energy [r]evolution for Japan

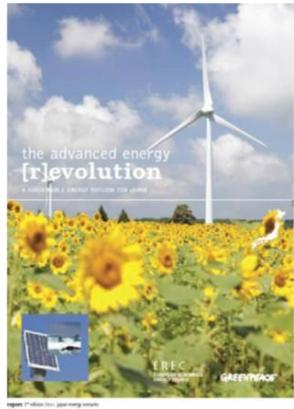
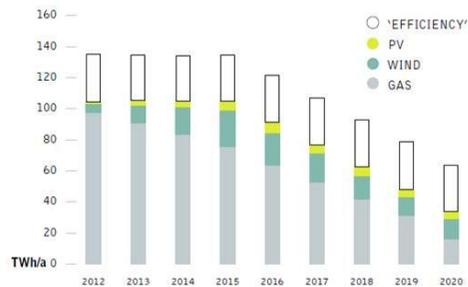


figure 1.4: japan - emergency plan: nuclear generation replacement strategy



- Energy Efficiency:** the advanced Energy [R]evolution scenario takes the ISEP efficiency concept into account:
- Power Generation**
 - ?** Faster uptake of renewables (especially solar photovoltaic and wind power due to their short construction times) and increased capacity factors for existing gas power plants are at the core of the emergency concept
 - ✓** Gas: increase average capacity factor of all gas power plants and use them as base load power plants over the coming years. By 2020, the average capacity factor will be back on "standard levels".
 - ✓** Back-up power: Use gas power plants to counter flexible generation. Gas power plants will be used to cover dips in flexible generation, and no additional capacity will be needed as current gas power generation capacity is more than enough to cover the entire time period 2012–2020.
 - ?** Wind: increase average annual market from 220 MW in 2010 to 5000 MW/a between 2012 and 2015 and around 6000 MW/a between 2016 and 2020.
 - ?** Photovoltaic: increase average annual market from 990 MW in 2010 up to 5000 MW/a between 2012 and 2015 and around 6700 MW/a between 2016 and 2020.

table 1.2: summary: power generation and installed capacity development between 2012 and 2020:

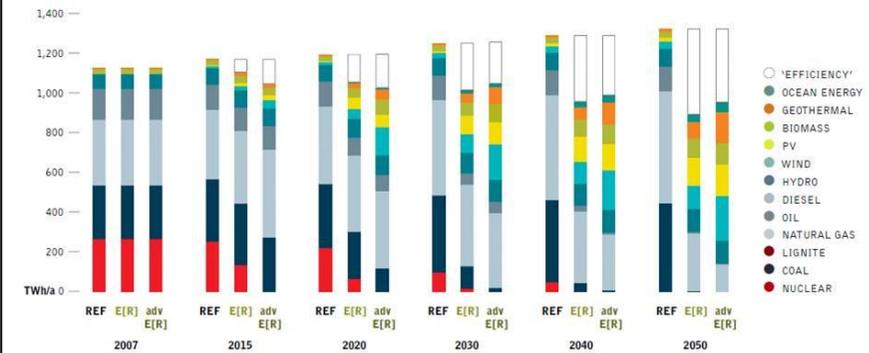
INSTALLED CAPACITY IN GW - EXCLUDING CHP	2007	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Coal	49.6	48.1	47.3	46.5	45.7	40.4	35.2	29.9	24.6	19.3
Gas	54.7	58.0	59.7	61.3	63.0	62.2	61.5	60.8	60.1	59.4
Oil	46.4	46.2	46.0	45.9	45.8	44.4	43.1	41.7	40.4	39.0
Diesel	3.2	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.0
Nuclear	48.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Biomass	3.1	3.7	4.1	4.4	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2
Hydro	19.0	20.0	20.5	21.0	21.5	22.1	22.7	23.3	23.9	24.5
Wind	1.5	8.3	13.3	18.3	23.3	29.4	35.6	41.7	47.9	56.0
Photovoltaics	1.7	8.9	13.9	18.9	23.9	30.6	37.3	44.1	50.8	57.0
Geothermal	0.6	1.4	1.9	2.3	2.8	3.6	4.4	5.3	6.1	6.9
Ocean Energy	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.7	1.2	1.7	2.1	2.6

table 0.1: japan - overview energy [r]evolution immediate nuclear energy phase out

NUCLEAR PHASE-OUT 2012: REPLACEMENT STRATEGY										
	UNIT	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NUCLEAR GENERATION REPLACEMENT	TWh/a	135	135	135	135	121.0	106.9	92.66	78.3	63.8
Increased power generation from gas power plants via higher capacity factors	TWh	98.0	90.8	83.7	76.3	64.1	53.1	42.3	31.7	17.3
Required capacity factor for gas power plants	h/a	7,565	7,335	7,115	6,900	6,780	6,675	6,570	6,465	6,290
Annual demand reduction 1.7% per year (instead of 1% per year)	TWh/a	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Wind electricity to replace nuclear	TWh/a	5.8	11.7	17.7	23.5	21.8	18.8	15.3	11.4	12.0
PV electricity to replace nuclear	TWh/a	1.2	2.5	3.8	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	4.5
Total additional Wind + PV generation	TWh/a	7.0	14.2	21.5	28.6	26.8	23.9	20.4	16.5	16.4
NUCLEAR CAPACITY REPLACEMENT										
Annual wind market	GW	19.3	19.3	19.3	19.3	17.2	15.1	13.1	11.0	8.9
Total wind capacity	GW	5.0	5.0	5.0	5.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
Annual PV market	GW	8.3	13.3	18.3	23.3	29.4	35.6	41.7	47.9	56.0
Total PV capacity	GW	5.0	5.0	5.0	5.0	6.7	6.7	6.7	6.8	6.8
Total additional Wind + PV capacity	GW	10.0	10.0	10.0	10.0	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9
Annual CO ₂ emissions	million T CO ₂ /a	1,267	1,261	1,254	1,247	1,171	1,095	1,018	942	866
CO ₂ emissions compared to 1990 levels	%	111%	110%	110%	109%	102%	96%	89%	82%	76%

figure 1.5: japan - development of electricity generation structure under three scenarios

(REFERENCE, ENERGY [R]EVOLUTION AND ADVANCED ENERGY [R]EVOLUTION) (*EFFICIENCY = REDUCTION COMPARED TO THE REFERENCE SCENARIO)



スウェーデン / Sven Teske

table 1.3: japan - projection of renewable electricity generation capacity under both energy [r]evolution scenarios

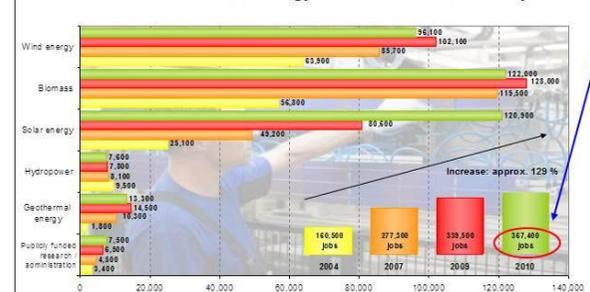
		2007	2020	2030	2040	2050
Hydro	E[R]	19	23	25	26	27
	advanced E[R]	19	24	26	27	27
Biomass	E[R]	3	7	10	13	17
	advanced E[R]	3	13	14	15	18
Wind	E[R]	2	23	34	38	37
	advanced E[R]	2	51	64	68	71
Geothermal	E[R]	1	3	6	9	11
	advanced E[R]	1	7	12	16	22
PV	E[R]	0	51	80	104	113
	advanced E[R]	0	53	96	112	125
Ocean energy	E[R]	0	2	5	8	10
	advanced E[R]	0	3	5	10	14
Total	E[R]	24	110	161	199	215
	advanced E[R]	24	152	218	248	277

Renewable energy employment – Japan projection versus Germany’s status quo

table 2.1: electricity sector jobs in the three scenarios

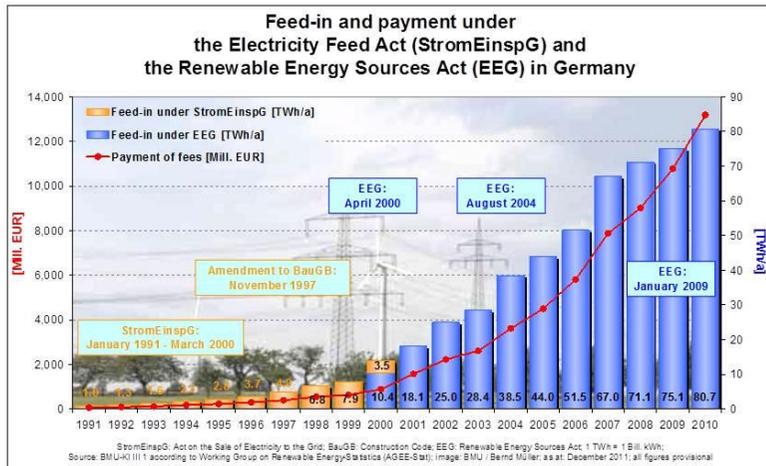
Thousand Jobs	REFERENCE				ENERGY [R]EVOLUTION			ADVANCED ENERGY [R]EVOLUTION		
	2010	2015	2020	2030	2015	2020	2030	2015	2020	2030
Coal	4.9	10.0	11.4	7.6	5.1	3.8	1.8	4.5	1.9	0.3
Gas, oil and diesel	9.7	10.3	10.8	10.6	9.1	8.3	7.3	9.6	8.8	7.9
Nuclear	24.8	17.4	12.2	4.4	6.3	2.9	0.6	0.0	0.0	0.0
Renewables	42.3	44.0	42.3	34.8	240	131	109	312	188	136
Total Jobs	81.5	81.8	76.8	57.4	260	147	119	326	198	144

Jobs in the renewable energy sources sector in Germany



Figures for 2009 and 2010 are provisional estimates. Increases in total are due to rounding.
Source: © Sullivan-Bodenheim/Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate (IBIK) / Fraunhofer IEE, March 2011. Information report of research project: 'Kurz- und langfristige Auswertungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Markt' (IBIK, Fraunhofer IEE, 2011)

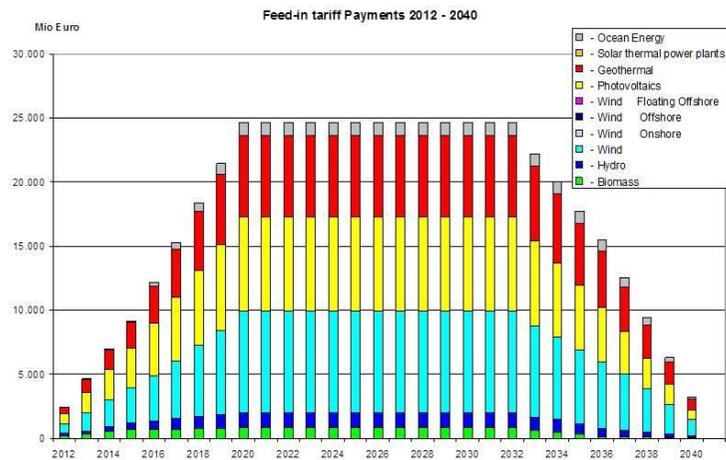
The „mother of all RE investments“: The Feed-in law



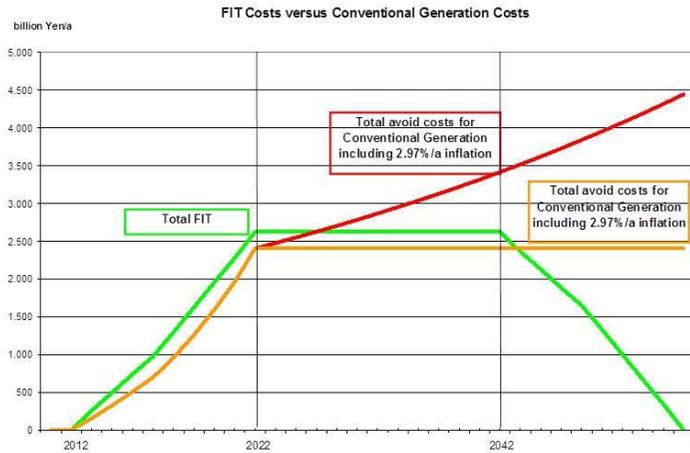
Feed-in Tariff Law for Japan

Technology	Investment Costs	Financing Costs							FIT		
Classification	Installed and connected to the grid - global average market price (example)	Credit share of the overall investment	Upfront investment	Financial costs	Total Costs	Operation & Maintenance	Capacity Factor	Full Load Hours per year	FIT Payment	Required tariff	
	Input		[€]	[€]	[€]	Input	calc.	Input	[€/kWh]		
Solar photovoltaic	[€/kW]	%	[€]	[€]	[€]	[€/a]	[%/a]	[h/a]	[a]	[€/kWh]	
< 30 kW	274.833	70	82.450	127.935	402.768	2.00%	8.055	19	1650	20	17
< 100 kW	247.350	70	74.205	115.141	362.491	2.00%	7.250	19	1650	20	15
> 100kW	197.880	70	59.364	92.113	289.993	2.00%	5.800	19	1650	20	12
Wind											
onshore	148.410	70	44.523	89.085	217.495	2.00%	4.350	20	1750	20	9
offshore	329.800	70	98.940	69.085	398.885	2.00%	7.978	40	3500	20	8
floating offshore	439.733	70	131.920	69.085	508.818	2.00%	10.176	51	4500	20	8
0											
Small Hydro											
< 500 kW	439.733	70	131.920	204.696	644.429	2.00%	12.899	51	4500	20	10
< 10 MW	384.767	70	115.430	179.109	563.875	2.00%	11.278	51	4500	20	9
< 20 MW	351.787	70	105.536	163.757	515.543	2.00%	10.311	51	4500	20	8
< 50 MW	329.800	70	98.940	153.522	483.322	2.00%	9.666	51	4500	20	8
> 50 MW	329.800	70	98.940	153.522	483.322	2.00%	9.666	51	4500	20	8
0											
Geothermal											
< 5 MW	1.319.200	70	395.760	614.087	1.933.287	2.00%	36.666	68	6000	20	23
< 10 MW	1.209.266	70	362.780	562.913	1.772.180	2.00%	35.444	68	6000	20	21
< 20 MW	1.099.333	70	329.800	495.544	1.594.877	2.00%	39.898	68	6000	20	23
> 20 MW	989.400	70	296.820	460.568	1.449.965	2.00%	28.999	68	6000	20	17
0											
Bioenergy											
< 150 kW	384.767	70	115.430	179.109	563.875	2.00%	11.278	57	5000	20	8
< 500 kW	357.283	70	107.185	166.315	523.599	2.00%	10.472	57	5000	20	7
< 5 MW	329.800	70	98.940	153.522	483.322	2.00%	9.666	57	5000	20	7
5 MW - 20 MW	302.317	70	90.695	140.728	443.045	2.00%	8.861	57	5000	20	6

Total payment under advanced E[R] for a FIT regulation between 2012 and 2020

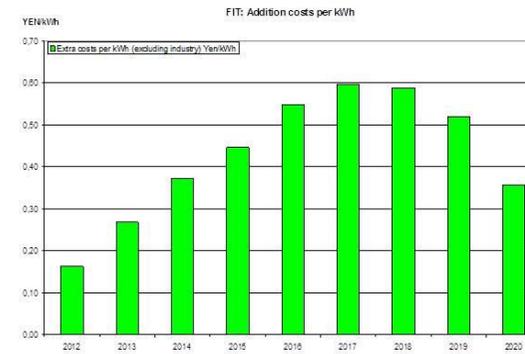


FIT versus Conventional generation costs



Extra Costs per kWh

With an average consumption per household of 4000kWh/a this would mean that each household will not pay more than 2500 – 3000 Yen/a extra to finance the FIT program.



Thank you very much!

More information: www.energyblueprint.info

sven.teske@greenpeace.org



Outline

1. Background
2. Energy Conservation Scenario (Demand Side)
3. 100% Renewable Energy Scenario (Supply Side)
4. Way Forward

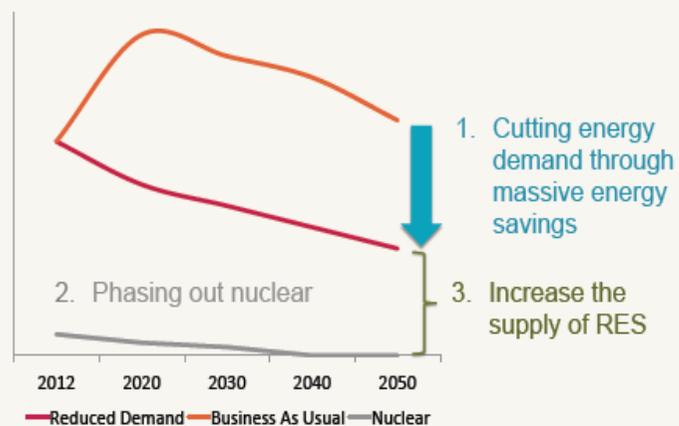


Energy Scenario for Japan

- Commissioned to **Dr. Haruki Tsuchiya** (Research Institute for Systems Technology)
- Launched in Two parts
 - 1st part in July on Energy Conservation (Demand side)
 - 2nd part in November on 100% Renewables (Supply side)
- Part of 100% renewable campaign in WWF Japan



A Simple Vision



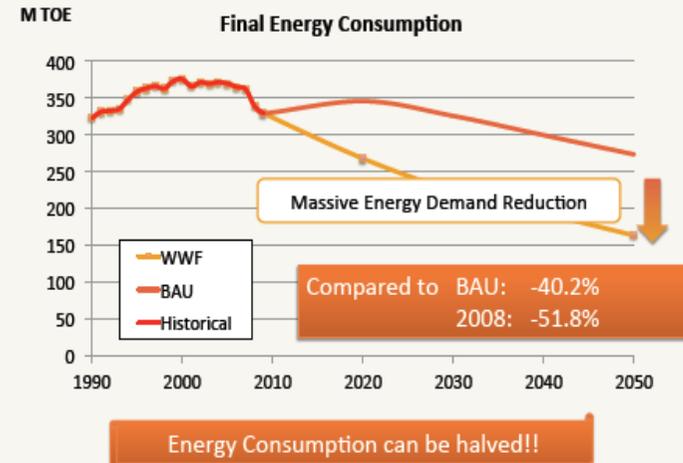


Basic Process of Scenario Creation

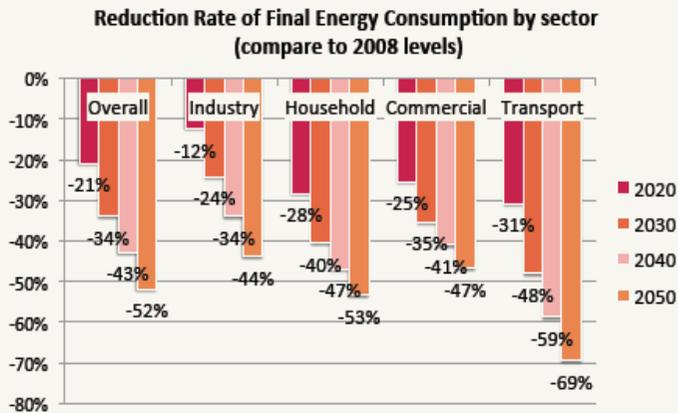
- Followed the basic process of WWF International's *Energy Report* (published in February 2011).
- 1. Examined **Energy conservation potentials**
- 2. Made **nuclear phase-out assumption**
- 3. Divided the remaining demand into **power and fuels/heat**
- 4. Examined **renewable potentials and match the demand**
- 5. Checked the validity of electricity supply and demand throughout a year of 2050



Energy Demand Reduction



Energy Demand Reduction by Sector



Technologies and Measures

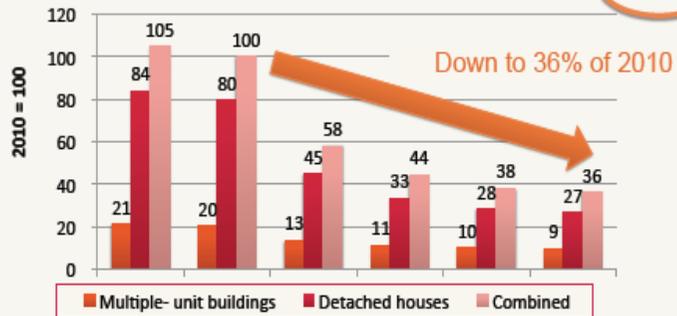
Sector	Technologies and measures
Household	More improved LED replacing conventional lighting / the current "next generation" insulation standard becoming the average / More heat pumps and the average efficiency getting doubled / More highly efficient heat water supply systems (efficiency doubled) / Improved efficiency of home appliances but it gets offset by wider use of them / Home Energy Management Systems and Smart Meter / Share of stand-by electricity consumption 1% in household
Commercial (Building)	The current "next generation" insulation standard becoming the average / More heat pumps and the average efficiency getting doubled / Air-conditioning systems' efficiency doubled / Greening of the cities / Cool Biz and Warm Biz / More LED, task-lighting, use of natural lighting, etc / Building Energy Management Systems / Improved efficiency of electronic appliances
Industry	Wider use of inverters to achieve efficient motors / Recycling rate in steel production becoming 70% / 30% improvements in other major manufacturing industries
Transport	20% improvement of fuel economy -> all vehicles become EV or FCV eventually / 15% modal shift from truck freight transport to train or marine transport / car sharing / "eco-ship" / efficiency improvement and lighter aircrafts, etc.



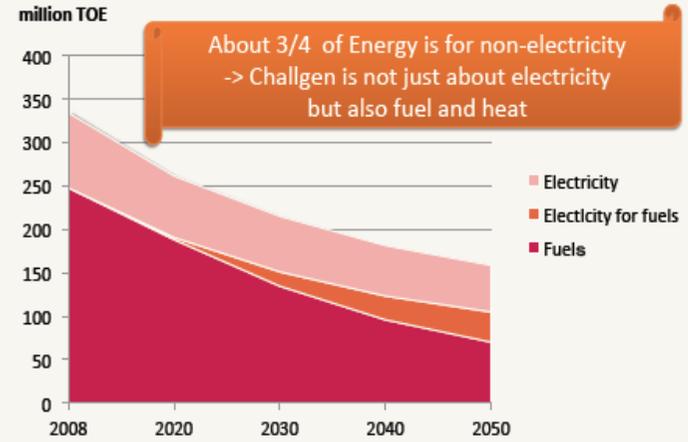
One example: Energy Savings in Household Heating

Comparison of Efficiency Standards for Households

	Before 1980	Year 1980 Standard	Year 1992 Standard	Year 1999 Standard
Heating and Cooling Efficiency	1	0.925	0.85	0.75



Electricity and Fuel (Heat)



Assessed Potentials of RES Electricity

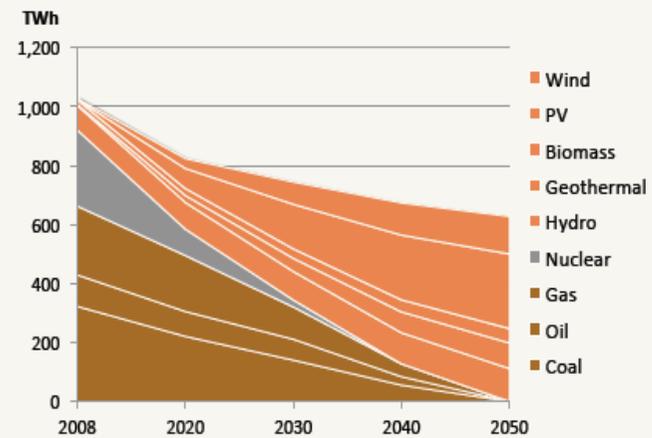
Source	Capacity (GW)	Load Factor	Generation (TWh)	Actual Use in the Scenario (TWh)
PV	700	12%	736	524
Wind	480	25%	1,051	262
Hydro	27.6	46%	111	111
Geothermal	14.19	70%	87	87
Biomass	8	70%	49	49

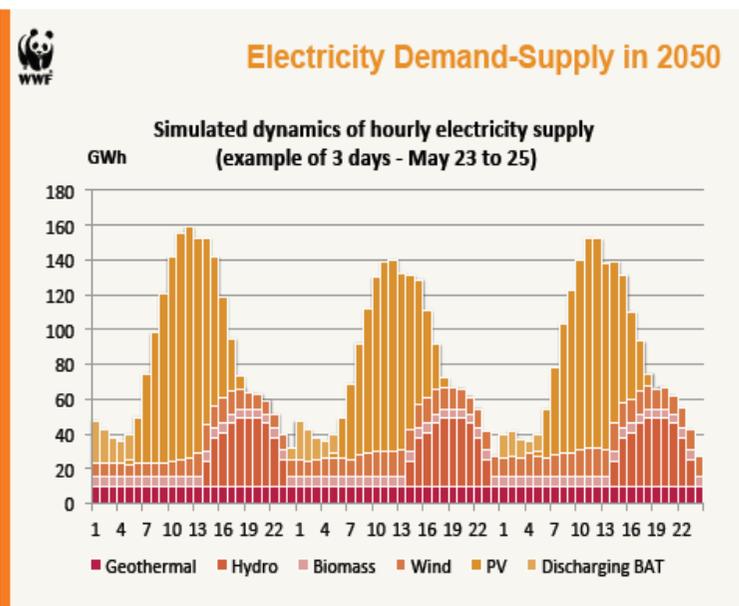
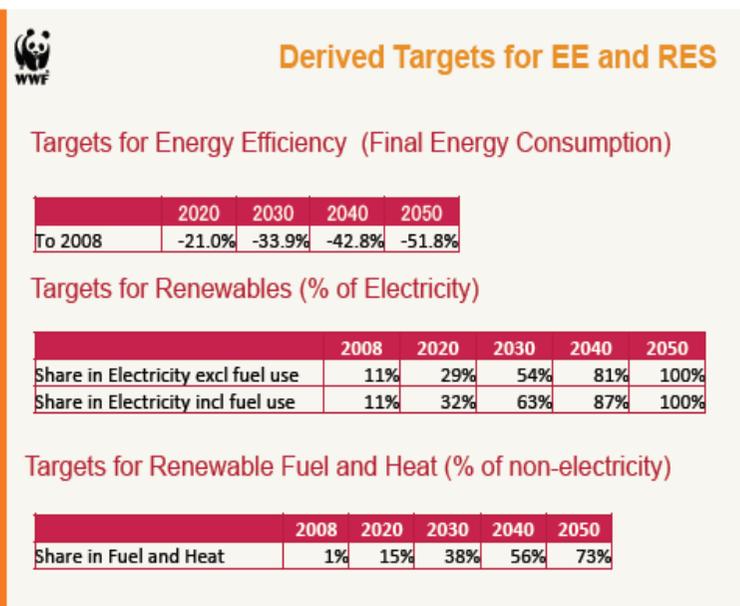
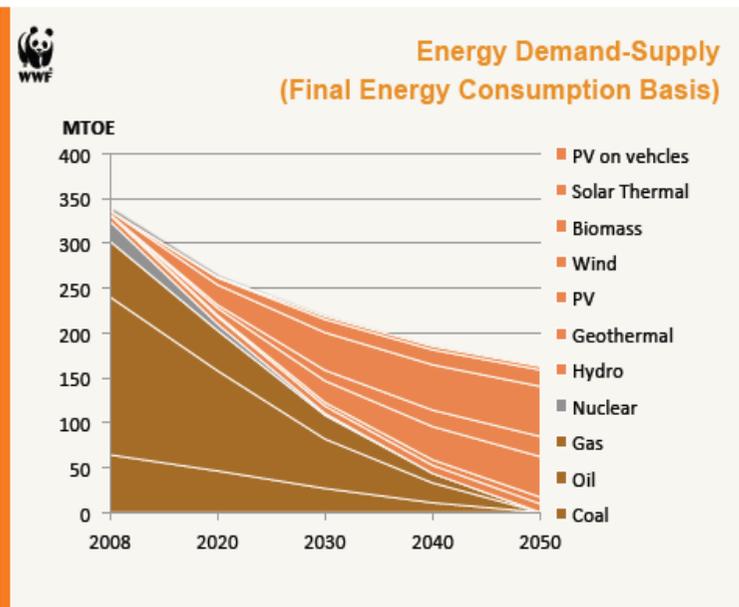
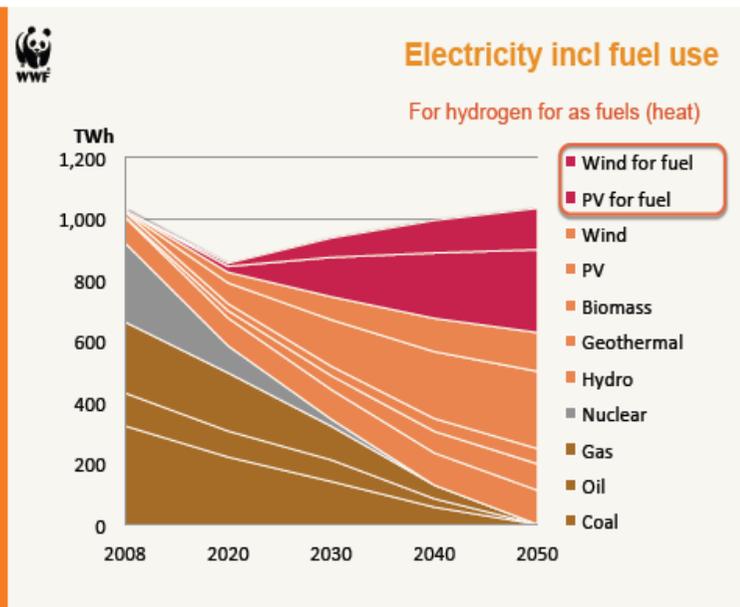
For wind and geothermal, some constraints are given for environmental protection.

The scenario does not use up the potentials of PV and wind.



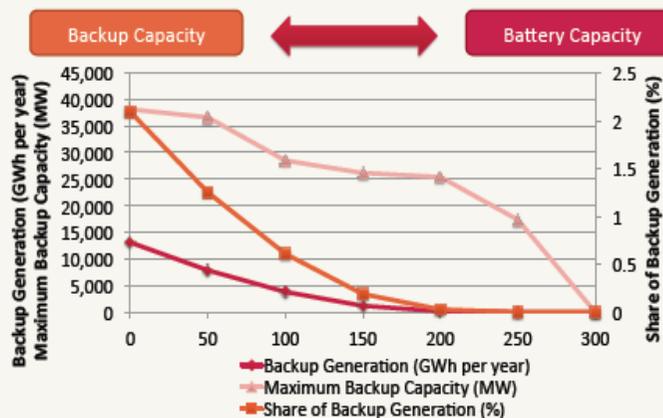
Electricity (excl fuel use)







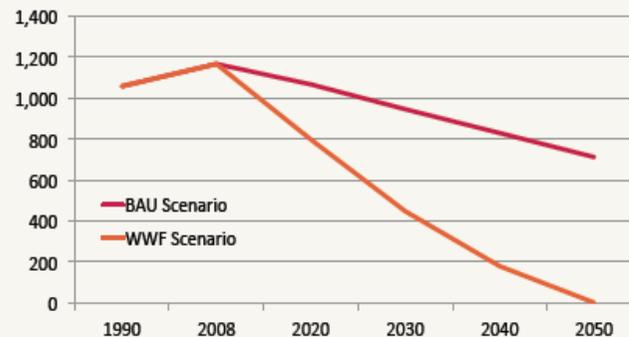
Need backup capacity and batteries?



Sufficient battery capacity (300GWh) eliminates the necessity of backup generation even in the case of 100% RES



CO2 Emissions from Energy Use



- Compared to 1990 levels
- Not all GHGs

	2008	2020	2030	2040	2050
BAU	+10%	+1%	-11%	-22%	-33%
WWF	+10%	-25%	-58%	-83%	-100%



Challenges Ahead

- Ambition challenge:** Can we set ambitious targets for energy efficiency and renewables?
- Policy challenge:** Do we get FIT design right?
- Grid challenge:** Can we create effective and integrated grid system, where renewables can get boosted up?
- Heat/Fuel challenge:** Can we successfully promote renewable heat? Can we secure sustainable biomass supply?