

エネルギー・環境戦略策定に当たっての 検討事項について

平成24年9月
経済産業大臣

目次

1. 原発ゼロとする場合の課題
2. 再エネ・省エネの課題と克服策
～「グリーン国民運動」に向けて
3. 最後に
～不確実性への対応、不断の検証の必要性

1. 原発ゼロとする場合の課題

原発ゼロの課題

1. まず向き合わなければならない課題

使用済核燃料の扱い

再稼動への影響

論点1: 関係自治体の理解と協力が得られなければ「即時ゼロ」となりうるリスクをどう乗り越えるか

電力需給ひっ迫
電気料金上昇

原子力政策変更に伴う影響

論点2: 原発ゼロによる国民生活への影響にどのように対処するか

追加的国民負担

2. 不可逆的な影響がでる課題

原子力安全を支える技術と人材の喪失

日米関係を含む外交・安全保障への影響

エネルギー調達における交渉力の低下

論点3: エネルギーの選択肢として原子力を放棄した場合に不可逆的な影響が生じる経済、外交、安全保障問題にどのように対処するか

3. 上記問題を乗り越えた上で国民とともに克服すべき課題

- 1) 現実的な代替エネルギー源の開発 (グリーン・ロードマップ)
- 2) 中期的な温暖化問題への対処方針
- 3) 原発立地地域の構造転換

論点4: 論点1~3に対応した上で、国民と共有すべき中長期の道筋をどのように描くのか。

青森県と核燃料サイクルの歴史

○ 国及び電気事業者は、これまで25年以上の長きにわたり、青森県の理解と協力のもと、青森県内に核燃料サイクル施設の建設を進めてきた経緯あり(六ヶ所再処理工場、むつ中間貯蔵施設等)。

- 1984年 4月 平岩電事連会長、北村青森県知事に**原子燃料サイクル事業の包括的協力要請（今から28年前）**
- 1993年 4月 **六ヶ所再処理工場 建設工事着工**（主工程の大部分の技術を仏アレバ社より導入）
- 1994年11月 田中科技庁長官が、北村青森県知事に対し、**高レベル放射性廃棄物について地元の了承なしに青森県を最終処分地にしない旨の文書を発出**
- 1995年 4月 高レベル放射性廃棄物（海外から返還されたガラス固化体）の受入（詳細後述）
- 1998年 3月 木村青森県知事は、輸送船の接岸拒否を表明。3日後に、知事が首相と面談した後、入港が許可（詳細後述）
- 1998年 7月 **再処理事業困難時の使用済燃料の取扱い（返還等）に関して覚書を締結**（青森県、六ヶ所村、日本原燃（株））
「再処理事業の確実な実施が著しく困難となった場合には、日本原燃は、使用済燃料の施設外への搬出を含め、速やかに必要かつ適切な措置を講ずる」
- 2005年10月 **「使用済燃料中間貯蔵施設に関する協定」締結**（青森県・むつ市、東京電力（株）及び日本原電（株））
- 2010年 7月 直嶋経産大臣が、三村青森県知事に対し、地層処分相当の低レベル放射性廃棄物について確約
「核燃料サイクルの確立は、エネルギー安全保障上不可欠であり、我が国エネルギー政策の基本方針である」
「地層処分相当の低レベル放射性廃棄物は、高レベル放射性廃棄物と同様に、青森県を最終処分地にしない」
- 2010年 8月 使用済燃料中間貯蔵施設（むつ市） 工事着工
- 2010年10月 MOX燃料加工施設（六ヶ所村） 工事着工

核燃料サイクルの意義(廃棄物の減容・有害度低減)

- 再処理・高速炉利用によって、高レベル放射性廃棄物の体積を**約7分の1**に低減。
- また、有害度が元の天然ウランと同じレベルになるために必要な期間が**約10万年から約300年に短縮**。
- 更に、将来、高速増殖炉サイクルが実現すれば、**数千年間、ウラン資源を再利用可能**。

比較項目		技術オプション	直接処分	再処理	
				軽水炉	高速炉
処分時の廃棄体イメージ			<p>キャニスタ中の燃料ペレット (PWRの例) (0.103m³) 使用済燃料キャニスタ (3.98m³)</p>	<p>ガラス固化体 オーバーバック(0.91m³)</p>	
発生体積比※1			1	約0.22	約0.15
潜在的有害度	天然ウラン並になるまでの期間※2		約10万年	約8千年	約300年
	1000年後の有害度※2		1	約0.12	約0.004
コスト※3	核燃料サイクル全体 (フロントエンド・バックエンド計)		1.00 ~ 1.02 円 / kWh	1.39 ~ 1.98 円 / kWh	試算なし
	処分費用		0.10 ~ 0.11 円 / kWh	0.04 ~ 0.08 円 / kWh	※高速炉用の第二再処理工場が必要

※1 数字は原子力機構概算例 直接処分時のキャニスタを1としたときの相対値を示す。

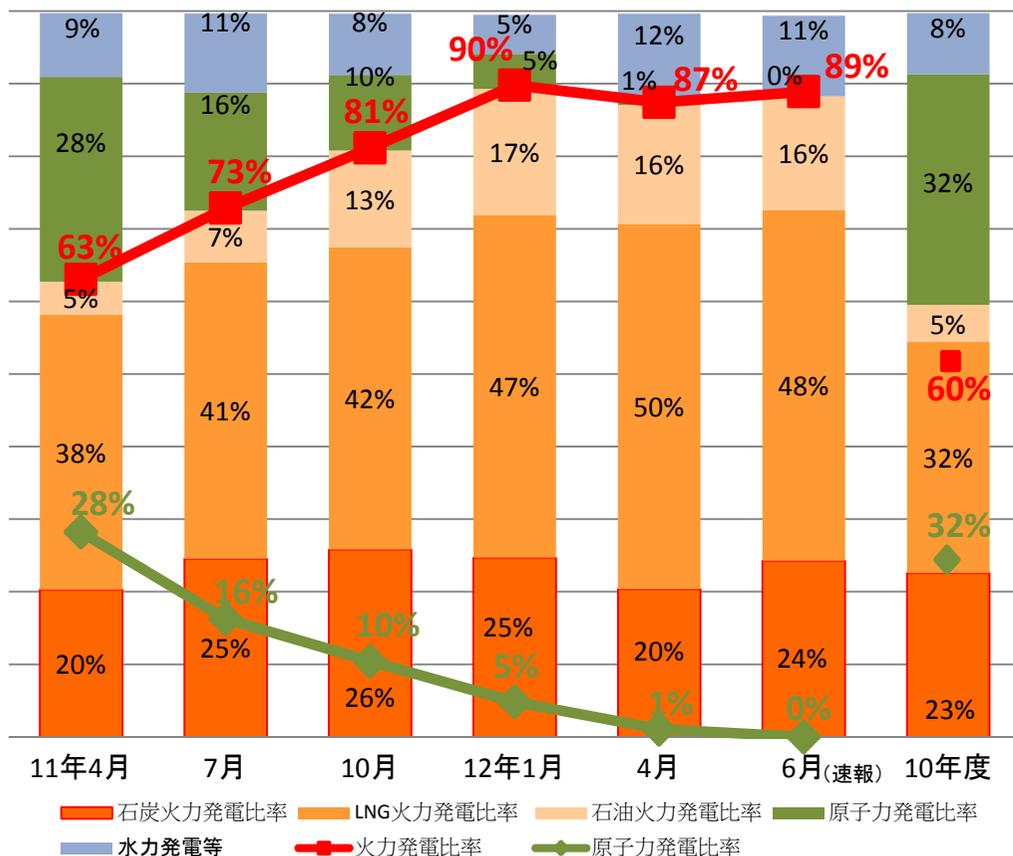
※2 出典: 原子力政策大綱。 上欄は1GWyを発電するために必要な天然ウラン量の潜在的有害度と等しくなる期間を示す。下欄は直接処分時を1としたときの相対値を示す。

※3 原子力委員会試算(平成23年11月)(割引率3%のケース) 軽水炉再処理については、使用済燃料を貯蔵しつつ再処理していく現状を考慮したモデルと、次々と再処理していくモデルで計算。

電力需給のひっ迫、料金値上げ(「即時原発ゼロ」の影響)

- すべての原子力発電所の稼働なし → 電力供給量の約3割が喪失し、需給がひっ迫。
- すべての原子力発電所の停止に伴い、火力発電による代替に伴う燃料費が年間約3.1兆円増加(電気料金の約2割に相当)。
- ホルムズ情勢の緊迫などで油価が高騰すれば、さらなる料金値上げ要因となる。

○震災後の電源構成の推移



○原子力停止に伴う燃料コスト(試算)

→ 年間約3兆円のコスト増、値上げ要因(国民負担)

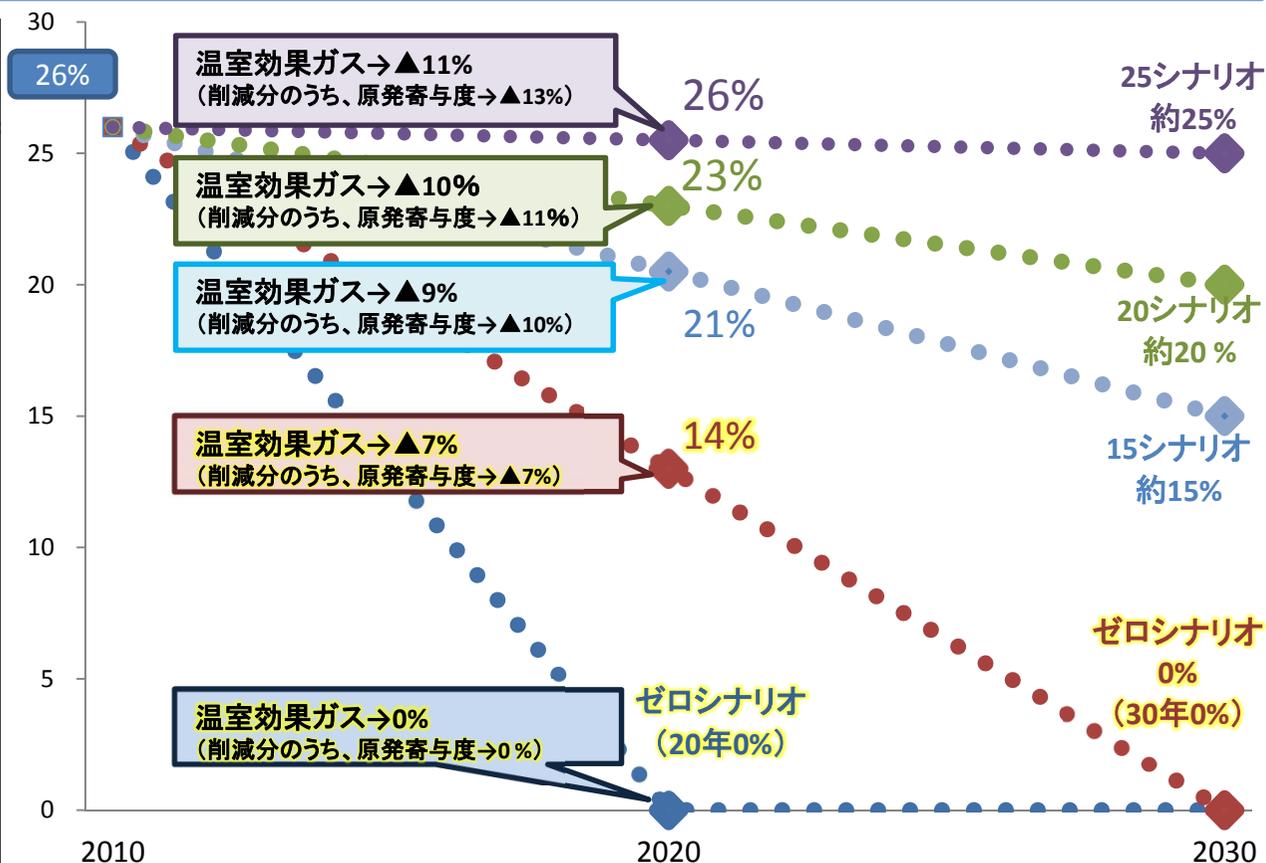
電源種	燃料費	コスト影響額
原子力	1円/kWh	-0.3兆円
石炭	4円/kWh	+0.1兆円
LNG	10円/kWh	+1.4兆円
石油	16円/kWh	+1.9兆円
合計	—	+3.1兆円

※原子力発電所の維持費用等の減少(年間0.4~1.1兆円)を差し引いたとしても、追加的なコストとして年間2.0~2.7兆円の増加。

温室効果ガス排出量の増加

- 我が国は、コペンハーゲン合意に基づき、**2020年**の温室効果ガス排出量を「**条件付き**」1990年比 **▲25%**とする目標を登録済み。**2030年目標は国際的に求められていない。**
- 2020年の原発稼働率は機械的に計算。**原発の稼働状況がCO2排出削減を左右。
- ゼロシナリオでは、±0～▲7%にとどまるが(この他に吸収源▲3%程度)、**国際的には相当野心度が低いと非難される恐れ。**

	基準年	中期目標
日本	90年比	▲25% (全ての主要排出国が参加する枠組みができ、意欲的な目標に合意すると前提条件付き)
EU	90年比	▲20% (各国の動向により▲30%)
米国	05年比	▲17% (国内法案動向などの前提付き)
中国	05年比	▲40%～▲45% (原単位目標)
インド	05年比	▲20%～▲25% (原単位目標)



※原子力発電割合低下に伴い必要な海外クレジット購入費
 原発比率が1%低下した場合**154億円** / 14%低下した場合**2156億円**

(※)コスト等検証委員会の資料より、クレジット価格を30ドル/tCO₂、1ドル=85.74円(2010年度平均)と想定。

核燃料サイクルを巡る日米関係

1968年

日米原子力協定締結

- ①米国由来の核燃料の民間保有が可能に。
- ②米国由来の使用済燃料は米国の個別合意があれば、国内再処理が可能。

1971年

東海再処理工場建設開始

1974年

インド核爆発実験

1976年

日本、NPT批准

- ①米国内の商業用再処理とプルトニウム・リサイクルの無期限延期
- ②国際核燃料サイクル評価(核不拡散と再処理の両立可能性検証)の実施

1977年

米カーター政権による核不拡散政策発表

1977年

厳しい日米交渉を経て、日米共同声明決定・共同声明発表

東海再処理工場において
2年間99トンの限り再処理
を可能とすることに合意

1977～1980年

INFCE(国際核燃料サイクル評価)において、核不拡散と再処理の平和利用の両立が可能であるとの結論

1981年

米レーガン大統領－鈴木首相との間で再処理問題を恒久的に解決するための協議開始に合意

1982年

日本の再処理実施に関する日米交渉開始

5年間、15回に亘る協議

- ①包括的同意方式(六ヶ所再処理工場であれば、個別の事前同意なく、包括的に再処理を可能に)を導入
- ②これにより、長期的な見通しの下、青森県六ヶ所村での核燃料サイクル施設の建設が可能に(1987年事業許可申請)

1988年

現行日米協定発効

1993年

六ヶ所再処理工場建設着工

核不拡散条約(NPT)に加盟する非核兵器国の中で唯一、濃縮・再処理技術を含むフルセットの核燃料サイクルを保有

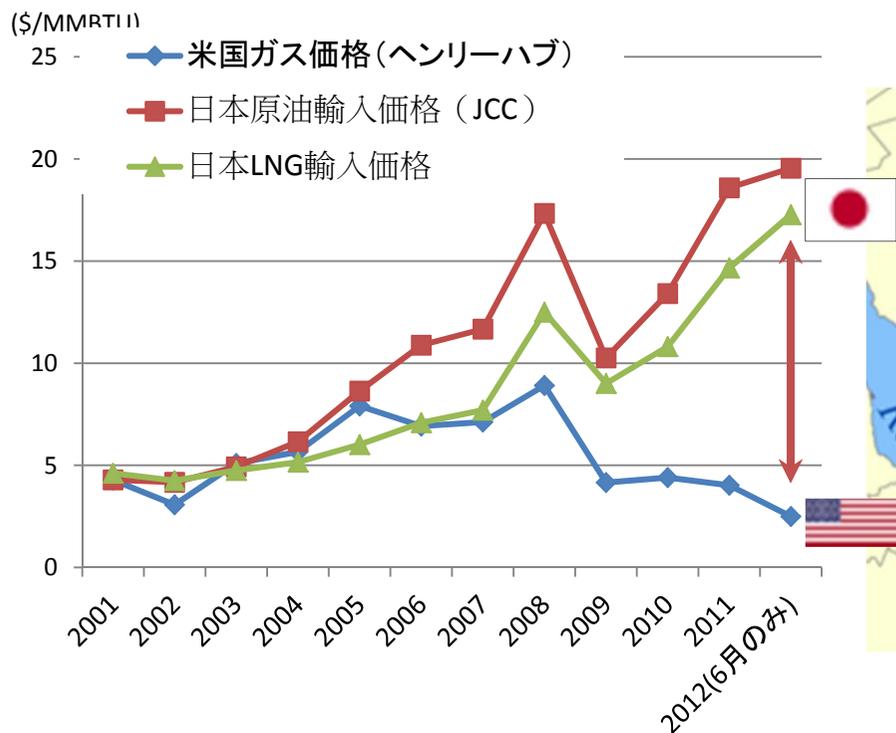
2018年

現行日米協定の有効期限終了

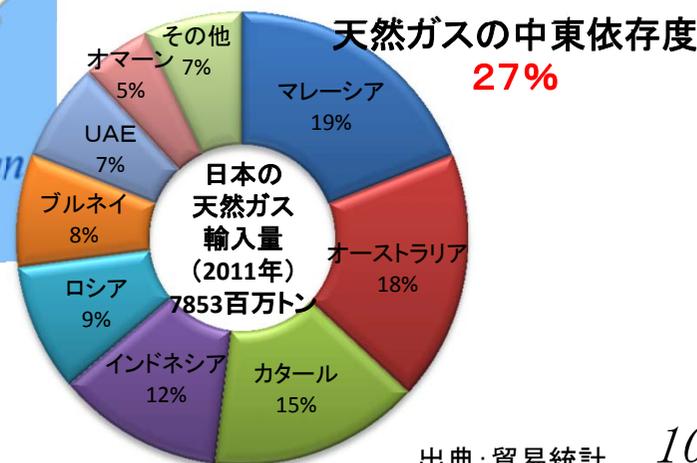
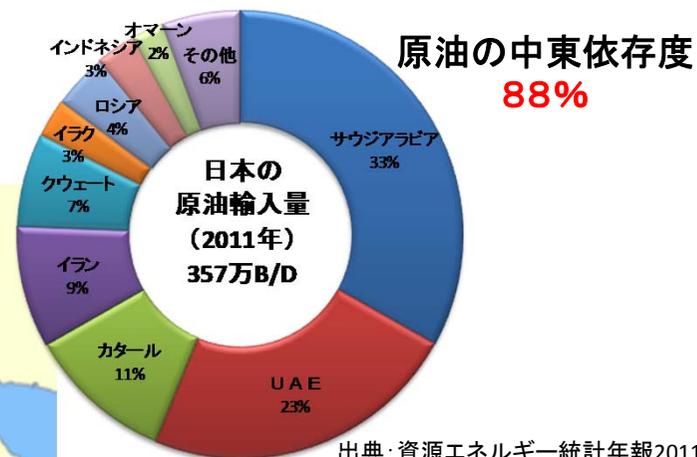
化石燃料調達における交渉条件の悪化、地政学的リスク

1. 原子力発電代替として火力発電比率が上昇した場合、化石燃料への依存度が高まる。化石燃料価格が上昇傾向にある中、価格交渉でも足下を見られるリスクが存在。
2. 我が国の原油の総輸入量の約9割、LNGの総輸入量の約3割が中東に依存。ホルムズ海峡封鎖による供給逼迫懸念が生じた場合には、エネルギー価格が史上最高値を付ける可能性や安定的なエネルギー・電力供給に支障が生じるおそれ。

日米の燃料価格比較



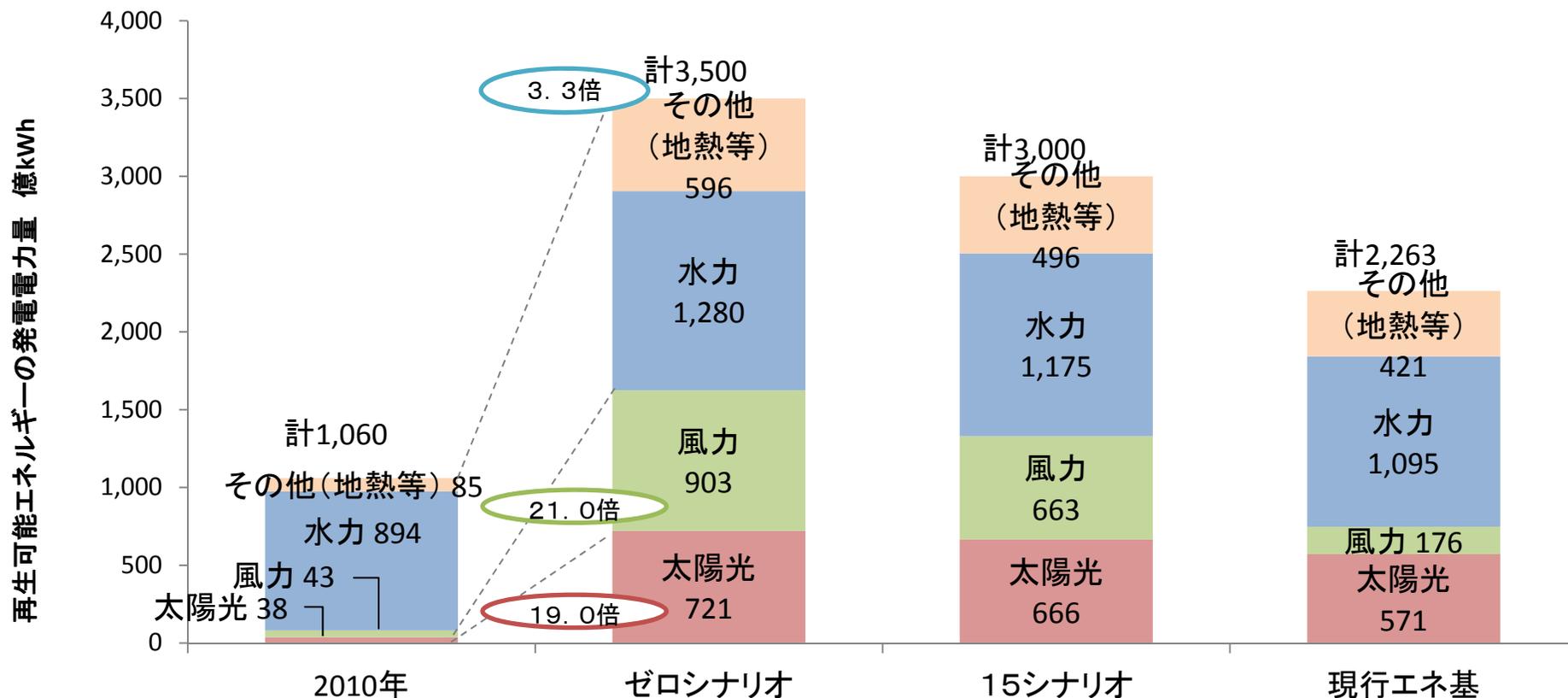
出典:財務省貿易統計 等



2. 再エネ・省エネの課題と克服策 ～グリーン国民運動に向けて

再生可能エネルギーの導入における課題

- 再生可能エネルギーの導入拡大には、発電会社の費用負担(高い発電コスト)や電力会社の費用負担(送電線の整備コスト)、土地の確保(農地利用規制)などが課題。発電コストを賄う固定価格買取制度の安定的な運営と共に、特に、太陽光に比べ発電コストの安い風力の大規模導入には、電力系統増強対策が不可欠。
- ゼロシナリオを含むどのシナリオも、再生可能エネルギーは野心的な目標であり、上記1の様々な課題を克服して始めて実現可能なギリギリの数字。 ※必要な投資額(累積):約50兆円(ゼロシナリオ)、約40兆円(15シナリオ)
- 特に、風力がどの程度導入可能になるかが、目標達成の鍵。



再生可能エネルギーの課題と克服策(太陽光)

太陽光発電

- 2030年時点における導入量到達のためには、毎年以下の導入量が必要。
 - ①15シナリオ : 毎年300万kW (住宅**186万kW** + 非住宅**113万kW**)
 - ②ゼロシナリオ : 毎年330万kW (住宅**212万kW*** + 非住宅**113万kW**)

※毎年全国新築戸建て全て(約40万戸) + 既築約10万戸の屋根に乗せるイメージ
- 住宅については、年間**186万kW(15シナリオ)**は、導入実績(2012年度は、固定価格買取制度の施行で150万kWの導入見込み)を考えれば、努力すれば実現可能。
- また、導入可能な戸建ては1200万戸とは言っても、毎年、戸建ては40万戸程度新築があるため、現在は古い耐震基準の住宅も一定程度建て替わる。こうした点を考慮すれば、年間**212万kW(ゼロシナリオ)**も、厳しいがまったく実現不可能な数字ではない。立て替え時は、原則、太陽光敷設とすべく住宅のスペックを変えていく。
- 非住宅(ビル、メガソーラー等)については、現在は、年間**50万kW**程度の導入。
年間**113万kW**のため、更に努力。
- 総体として、
 - ①(屋根貸しモデル等を活用した)屋根の更なる開拓
 - ②屋根の利用可能性を広げる軽量の太陽光パネルの開発、などが課題。

再生可能エネルギーの課題と克服策(風力)

風力発電 (発電コストが相対的に低いので依存度高くしたいが、送電線整備が各国とも課題)

1. 2011年度時点で**約250万kW**の我が国の現行の累積導入量。

これに対し、2030年の累積導入見込量は、

- ①25シナリオ：**1760万kW** (陸上1473万kW+洋上207万kW)
- ②15シナリオ：**3490万kW** (陸上2904万kW+洋上586万kW)
- ③ゼロシナリオ：**4755万kW*** (陸上3952万kW+洋上803万kW)

※東京都の約2.2倍の用地が必要

2. 現在既に、風況の良い北海道・東北管内において**500万kW**の発電者からの申込みあり。他電力管内でも一定の導入があり得ることを考えれば、陸上風力**1473万kW**(20-25シナリオ)は、事業的には実現可能。ただし、北海道・東北は、現時点でも、既に発電者の希望を全ては受け入れられない送電線の脆弱度。

3. ①農地法、環境アセスメント等の各種立地に係る制度の整備に加え、② 20-25シナリオの場合、北海道北部、青森・秋田地区の地域内送電線の整備と北本連系線の増強、③15シナリオ、ゼロシナリオについては、数兆円規模の地域間も含めた送電線整備が課題。

(注)ドイツにおいても、再エネ2020年35%目標達成のため、今後10年間で合計200億ユーロ(2兆円)の送電網増強投資が必要との計画を4送電会社が政府に提出している。

4. 洋上風力については、ちょうど2010年代半ばから実用化フェーズに入る。ただし、漁業権の調整の解決が必要。

再生可能エネルギーの課題と克服策(地熱、水力)

【地熱】

- 2010年度時点で約53万kWの累積導入量。これに対し、2030年の累積導入見込量は、
 - ①15シナリオ : 312万kW (大規模252万kW+温泉60万kW)
 - ②ゼロシナリオ: 388万kW (大規模315万kW+温泉73万kW)
- 2020年時点では、いずれのシナリオにおいても約100万kWの累積導入量までしか見込んでおらず、2020年以降に加速度的に新規の地熱発電の導入が進む必要。
- 発電のリードタイムを考慮すれば、早い時期からの拡大導入着手が必要。

【水力】

- 2010年度時点で、大規模水力1118万kW+中小水力1046万kW=2164万kW。
- 大規模水力は、2030年度に向けて、いずれのシナリオでも現行から+60万kW。2015年までに、15万kW級の水力発電所が1箇所計画されており、仮に、同様の案件がさらに3箇所出てくれば達成可能。
- 中小水力は、2030年時点における導入見込量になるためには、以下の導入量が必要。
 - ①15シナリオ : 毎年12万kW
 - ②ゼロシナリオ: 毎年22万kW
- 中小水力は近年の年間導入量は、**1~2万kW**程度であり、水利権取得手続きの円滑化が課題。

(参考) 原発1基分の発電電力量(74億kWh(120万kW相当))を代替する場合

再生可能エネルギーで原発の発電電力量を代替するには、大規模な導入が必要。

		原発1基分 (発電電力量の比較)	規模感 (イメージ)	投資額※ (原子力1基分との比較)	稼働年数
住宅太陽光		175万戸	東京都の戸建の ほぼ全て (169万戸:2008年時点)	1.6兆～3.3兆円 (4～8倍)	20年 (2030モデル は35年)
メガソーラー		5,800ヶ所	国内導入量 の73倍 (80ヶ所:2012年時点)	1.6兆～2.9兆円 (4～7倍)	20年
小水力		7,000ヶ所	国内市区町村数 の4倍 (1,719:2012年時点)	1.3兆円 (3倍)	40年
風力※※ (陸上の場合)		210地点 (2,100基)	国内導入基数 の1.2倍 (1,814基:2010年時点)	0.9兆～1.2兆円 (2～3倍)	20年
地熱		35地点	国内地点数 の2.3倍 (15地点:2012年時点)	0.8兆円 (2倍)	40年
火力 (石炭火力の例)		1.4基	—	0.2兆円 (0.6倍)	40年
原子力		1基	—	0.4兆円 (1倍)	40年

※ 系統費用は含まず。投資額は建設費のみ。幅があるものはコスト等検証委員会報告書で、建設費のコスト低減を見込んでいるもの。

※※ 特に風力については、電力系統の整備がない場合、上記の導入基数の達成は不可能。(平成23年12月19日 コスト等検証委員会報告書より作成)

省エネルギーの課題と克服策(導入目標)

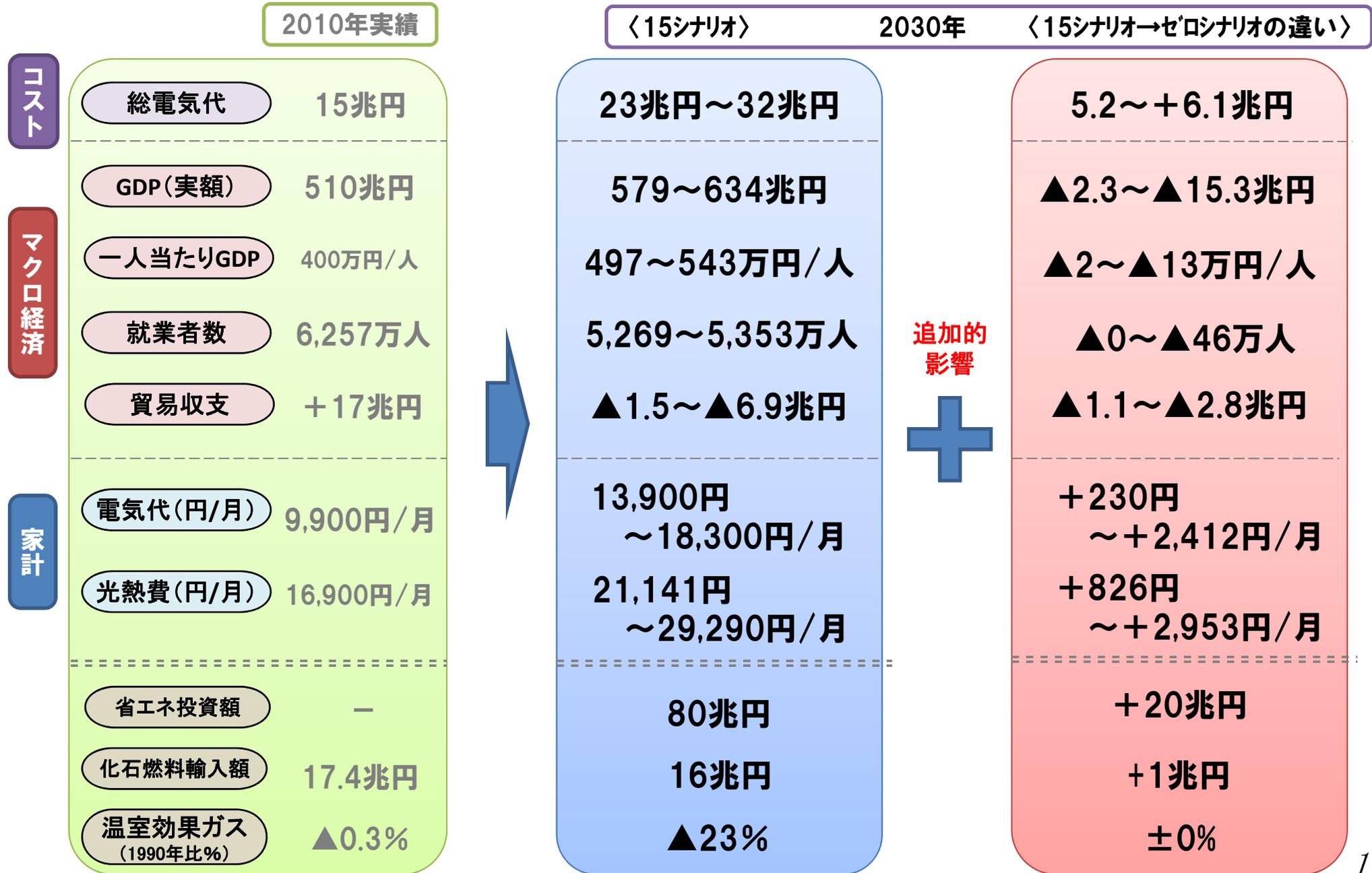
1. 省エネルギーについては、家庭・業務部門を含む全ての部門で取組の抜本強化が必要。
2. 15/20-25シナリオでは、財政・金融などの支援を総動員し、買換え時期に最高水準の機器に更新することにより、省エネルギーを実現。
3. ゼロシナリオの場合、経済的負担が重くなっても相当高水準の省エネを実施する必要。
支援の深掘りや強制的な規制措置も考慮。

	15/20-25シナリオ(2030年) 2010年比▲19%	ゼロシナリオ(2030年) 2010年比▲22% <左記の導入に加えて>
導入目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 欧米流に住宅の断熱を義務化し、新築住宅の100% (現状4割)が現行省エネ基準以上に ● 既築ビルの8割 (現状2割)が現行省エネ基準以上 ● LED等の高効率照明を100%導入 (現状2割) ● HEMSの100%導入 (現状1%未満)、BEMSの69%導入 (現状2割)により電力の使用状況を見える化 ● 家庭用燃料電池530万台を含む高効率給湯器を全世帯の約9割に導入 (現状1割) ● 新車販売に占める次世代自動車の割合を最大7割 (現状1割)。うち電気自動車が2割 (現状1%未満) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 既築ビルの9割が現行省エネ基準以上 ● BEMSを95%導入 ● 家庭用燃料電池530万台を含む高効率給湯器を全世帯の9割以上に導入 ● 新車販売に占める次世代自動車の割合を最大7割。うち電気自動車が6割

省エネルギーの課題と克服策（主な克服策）

	15/20-25シナリオ（2030年）	ゼロシナリオ（2030年）
主な克服策	<p>新築住宅・ビルの断熱（省エネ基準）適合義務化（大面積のものから着手し、2020年に完結）</p> <p>既築住宅・ビルの省エネ改修を支援（省エネリフォーム推進）</p> <p>買換え時期に最高水準の機器にするような省エネを実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 普及拡大・コスト低減等のための導入支援 省エネのトップランナー基準の着実な施行 環境関連投資促進税制（グリーン投資減税） 革新型生産技術の研究開発支援 	<p>相当高水準の省エネを実施</p> <ul style="list-style-type: none"> 左記の対策に加え、以下のような強制措置。 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 省エネ性能に劣る空調の改修義務化 ✓ 省エネ性能に劣る設備・機器の販売禁止 ✓ 省エネ性能に劣る住宅・ビルの新規賃貸制限 ✓ 重油ボイラーの原則禁止 ✓ 中心市街地へのガソリン車乗り入れ禁止 あるいは、電力の需要状況に応じた料金変動やポイントの与奪などによる家庭の省エネへの強いインセンティブ強化。

シナリオ別の影響



3. 最後に ～不確実性への対応、不断の見直しの必要性～

1. エネルギー政策には、国際エネルギー情勢、イノベーションの動向、国際的な地球温暖化問題への対応等、多くの不確実な要素有り。
2. こうした様々な事態に機動的に対処するため、エネルギー政策の不断の検証、見直しが必要。

1. 国際エネルギー情勢

- (1) 中東情勢を初めとした地政学リスクの顕在化によるエネルギー供給の途絶のリスク
- (2) 新興国の成長を背景とした世界的な資源獲得競争の激化に伴うエネルギー価格の大幅な上昇等

2. イノベーションの実現の可能性

以下のような革新的技術の実用化の見通し

- ① 革新的再処理技術
- ② 次世代原子炉
- ③ エネルギー変換効率の革新的向上を実現する再エネ技術(量子ドット太陽電池等)
- ④ 革新的省エネ技術(パワーエレクトロニクス等) 等

3. 国際的な地球温暖化問題への対応

- (1) 地球温暖化問題の深刻化を契機とした、国際的な地球温暖化対応枠組みの強化 等