



自然エネルギー財団

JAPAN RENEWABLE ENERGY FOUNDATION

「エネルギー・環境に関する選択肢」 原子力の発電コストに係る検証

2012年8月9日

公益財団法人 自然エネルギー財団
大阪府市エネルギー戦略会議 座長代理 古賀茂明

目的

本検証は政府の試算結果に対して、原子力の発電コストを見直し、シナリオ毎の発電コストを再試算すると共に、家庭への影響等を検証することを目的とした。

検証対象

本検証は、あくまで政府試算と同じ手法によって個別コストの見直しのみに限定しているが、本来、原子力発電は、国民の安心・安全上の懸念、放射性廃棄物処分場の立地問題など、コストに限定されない問題を抱えており、それらも踏まえて他の電源と比較することが必要である。

今後の課題

原子力発電のコストを透明性を持って評価するために、今後、建設費等の実績データの公開や、原子力発電を維持するための見えないコスト(送電インフラ、調整電源など)の定量化等が不可欠である。

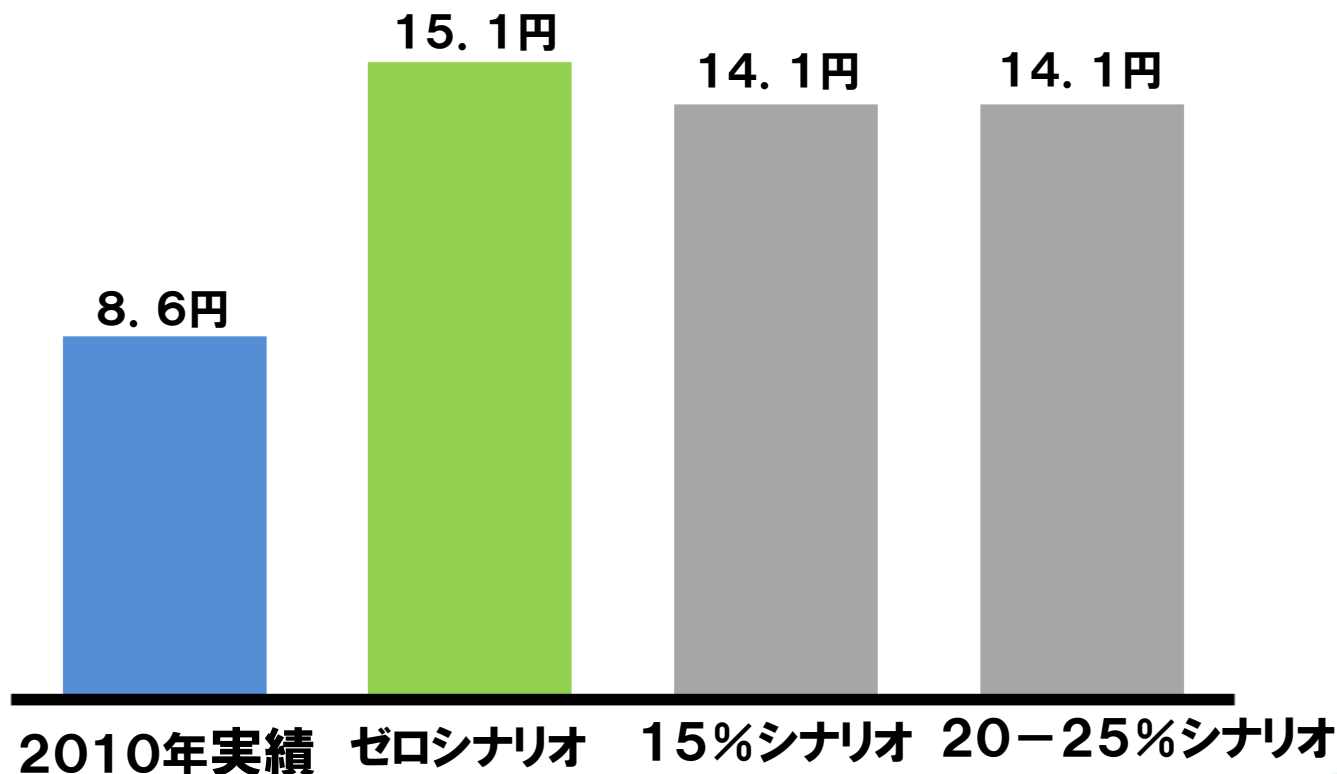
単位：%

	ゼロ シナリオ	15 シナリオ	20-25 シナリオ
原子力	0	15	20~25
再生可能 エネルギー	35	30	30~25
火力	65	55	50



1. 政府試算の検証

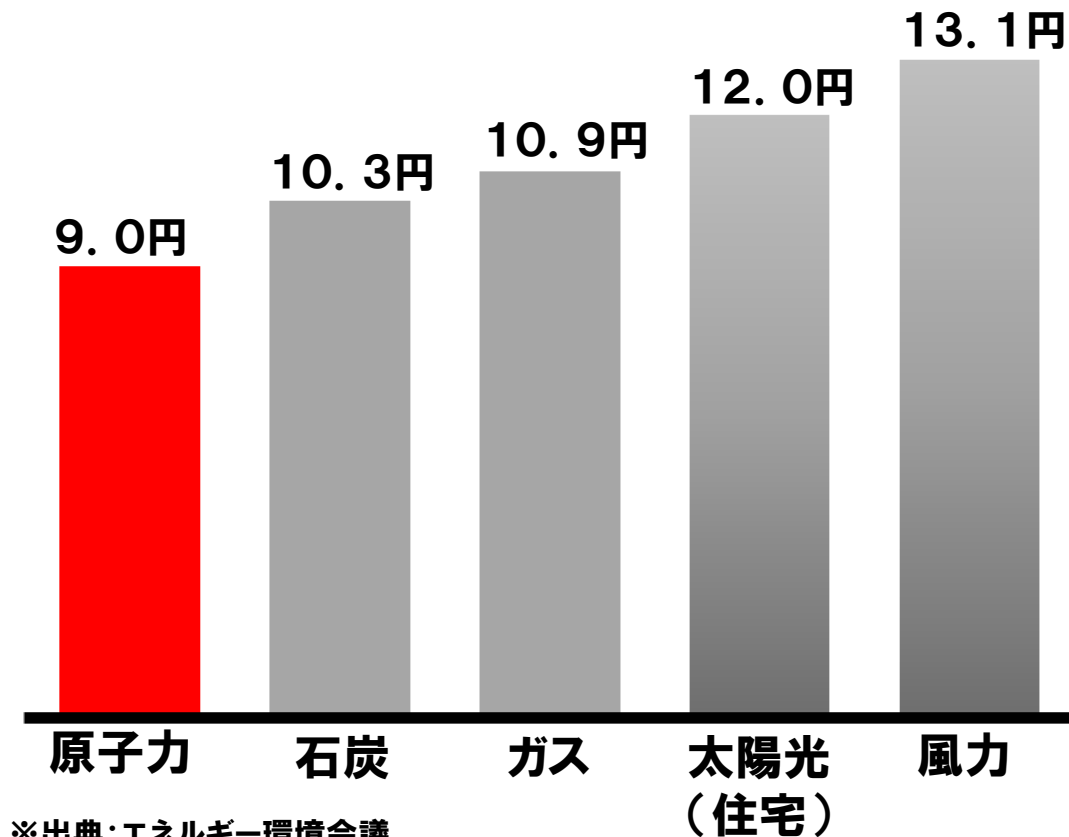
■いずれのシナリオの発電コストも現在より上昇するが、原子力ゼロシナリオが最も高くなる想定



※出典:エネルギー環境会議



■2030年時点でも原子力が最も安価な電源との想定



政府の発電コスト試算でも、原子力ゼロシナリオと、15%シナリオ、20-25%シナリオとで**ほとんど変わらない**。

政府試算における原子力の発電コストは、事故対策費用・賠償・除染などがまだ判明しないため、**現時点で把握されている費用に限定した「下限値」**。

～コスト等検証委員会報告書より抜粋～

「原子力の事故リスク対応費用の参照情報である原子力発電所のシビアアクシデントの際の損害想定額については、現時点で得られる最大限の情報を積み上げる形で見積もったが、東電福島第一原発の事故収束も終わっておらず、現時点で得られる情報には限界があり、その下限しか示すことができなかった」



原子力の発電コストを見直し、シナリオ別発電コストに与える影響を検証する



2. 政府試算の再現と諸条件の設定

- 政府試算では、各電源の発電量、発電コストについてはデータが公開されているが、**設備容量や設備利用率、発電効率のデータが公開されておらず、試算を再現することができない。**
- 本検証では、それらの非公開データについては、統計情報等に基づき独自で想定したため、政府試算の発電コストと差が生じている。

政府試算による発電コストとJREF試算の発電コスト 単位:円/kWh

	ゼロシナリオ	15シナリオ	20-25シナリオ
政府試算	15.1円	14.1円	14.1円
JREF試算	13.6円 (約1.5円のズレ)	12.5円 (約1.6円のズレ)	12.5円 (約1.6円のズレ)

※JREF試算は、原子力発電コストを修正する前の発電コストであるため、本来は政府試算と一致するもの。政府試算の諸条件(設備容量、利用率等)が公開されていないため、JREF独自で想定したことにより、上記数値に多少のズレ(1.5円/kWh程度)が生じている。但し、全てのシナリオでほぼ同レベルのズレのため、検証結果の信憑性に影響を与えるものではない。

政府試算の再現と諸条件の設定②



発電電力量	政府試算	見直し後	根拠
全電源	シナリオの各電源比率に合わせて設定	政府試算と同じ	エネルギー環境会議資料

設備容量	政府試算	見直し後	根拠
原子力	不明	<ul style="list-style-type: none"> ・ゼロシナリオ:2030年0基 ・15シナリオ:福島第一廃炉、既存設備を全て再稼働し40年で廃炉+新設2基(300万kW) ・20-25シナリオ:現行計画に基づき新增設 	政府想定発電量想定より推計
石炭火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> ・既設:現状設備の維持 ・新設:2020年までに3基(220万kW)を想定 ・コジェネ:政府試算発電量と財団想定 of 設備利用率より推計 	既設:エネルギー白書2011 新設:総合エネ調基本問題委員会第13回資料7
LNG火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> ・既設:現状設備の維持。新型と旧型の比率は現状ベース。 ・新設:2020年までに30基(1,590万kW)を想定 ・コジェネ:政府試算発電量と財団想定 of 設備利用率より推計 	既設:エネルギー白書2011 新設:総合エネ調基本問題委員会第13回資料7
石油火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> ・新設なし ・既設コジェネ以外:現状設備の維持 ・既設コジェネ:政府試算発電量と財団想定 of 設備利用率より推計 	既設(コジェネ以外):エネルギー白書2011

政府試算の再現と諸条件の設定③



設備利用率	政府試算	見直し後	根拠
原子力	70%	政府試算と同じ	—
石炭火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> コジェネ以外: 発電量と設備容量より推計 ゼロ及び15シナリオ: 46% 20-25シナリオ: 40% コジェネ: 設備利用率を50%と想定。 	財団にて想定
LNG火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> コジェネ以外: 発電量と設備容量より推計 ゼロ: 34% 15シナリオ: 23% 20-25シナリオ: 20% コジェネ: 設備利用率を50%と想定。 	
石油火力	不明	<ul style="list-style-type: none"> コジェネ以外: 発電量と設備容量より推計 一般電気事業者: 7% 自家発: 20% コジェネ: 設備利用率を50%と想定。 	

発電効率	政府試算	見直し後	根拠
石炭火力	コスト検証委想定 2010年: 42%、2030年: 48%	現時点で48%は実用化していないため40%と想定。	既存設備の発電効率等より財団にて想定
LNG火力	コスト検証委想定 2010年: 51%、2030年: 57%	<ul style="list-style-type: none"> 既設旧型: 現状非コンバインド型では39%が限界のため39%と想定 既設新型: 47%と想定 新設: 54%と想定 	
石油火力	コスト検証委想定 2010年: 39%、2030年: 39%	コスト検証委想定と同じく39%と想定	



3. 原子力発電コストの見直し

- ①建設費
（追加安全対策含む）
- ②事故リスク対応費
- ③政策経費（立地交付金）



コストを見直し

①建設費の見直し

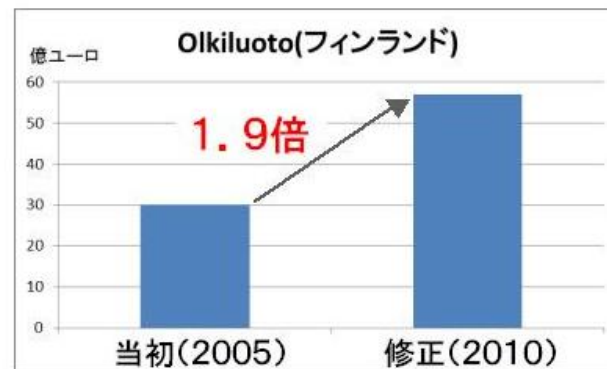
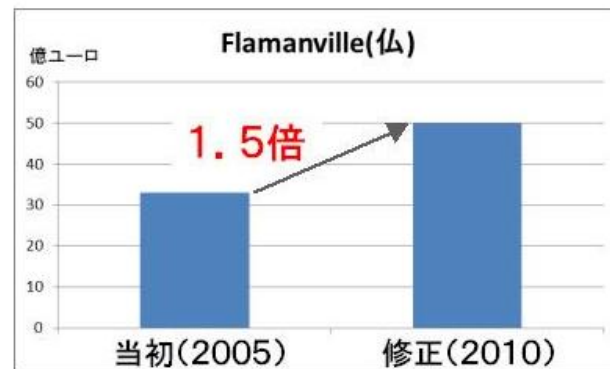
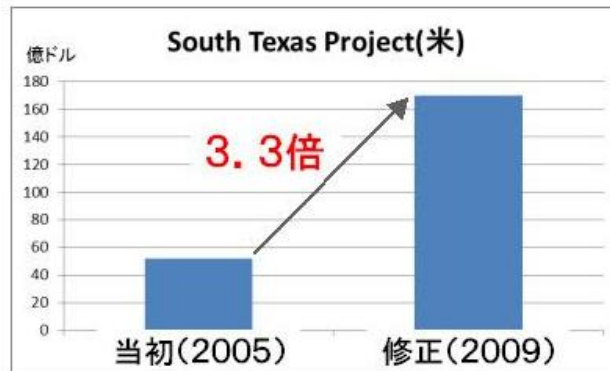


直近7年間に稼働した原子力発電所4基の建設費の平均額として35万円/kW(2.6円/kWh)と想定



欧米での近年の建設費上昇、福島事故後の安全対策強化などを考慮して、40万円/kW(3.0円/kWh)に設定(0.4円up)

建設費用は当初想定を大幅に上回る



出所: Analysis Group(2011) "Escalating Estimates of the Cost of Nuclear Power Plant"

当初と実績で原発コストは1.5~3倍に増加している

※Flamaville発電所はその後さらに遅延により建設費が60億ユーロになると見込まれている。
出典)2012年3月5日衆議院予算委員会第7回分科会資料 平智之議員発表資料

② 事故リスク対応費の見直し



福島第一原発事故の現時点で明らかになっている損害額を元に損害想定額を設定(6.8兆円)。当該額を日本の原子力事業者が原発稼働期間の40年をかけて積み立てると想定し、0.6円/kWhと設定。



今後さらに廃炉費用、損害賠償費用、除染に係る中間貯蔵施設や最終処分施設費用等が増えると想定され、日経センター試算に基づき総額20兆円～最大75兆円(1.8円～6.9円/kWh)に見直し(1.2円～6.3円up)※

※積立方式ではなく、損害賠償費用等を民間保険で賄うことを想定した場合には、Leipzig Insurance Forums(ドイツ)の試算によると、原子力の事故コストは6兆ユーロに上る可能性もあると指摘している。この保険料を原子力の発電コストに上乗せすると、€0.14～€67.3/kWhが必要となると試算している。

“Calculating a risk-appropriate insurance premium to cover third-party liability risks that result from operation of nuclear power plants”
http://www.kotting-uhl.de/cms/default/dokbin/392/392220.calculating_a_riskappropriate_insurance.pdf

出典)日経センター「原発の行方で異なる4つのシナリオ」<http://www.jcer.or.jp/research/middle/detail4300.html>
「発電コストを考える」<http://www.jcer.or.jp/policy/pdf/pe> (JCER20110719%EF%BC%89.pdf)

③政策経費の見直し



平成23年度実績ベースで、電源立地対策交付金1,278億円
を含み、3,193億円(1.1円/kWh)と想定



緊急時計画区域(EPZ)が半径30kmに改定されるなど、原発事故の被害想定範囲が拡大する見込み。それに伴い、立地交付金も増額が必要となると想定される。仮に、交付金を原発30km圏内に拡大し、追加対象となる市町村にも交付金を増額されると仮定した場合、現受給市町村の人口(約330万人)の約2.5倍(約830万人)となるため、交付金額1,278億円を2.5倍し、3,195億円(1.8円/kWh)に見直し(0.7円up)

出典)2012年3月5日衆議院予算委員会第7分科会 平智之議員資料

原子力発電コストの見直し(まとめ)



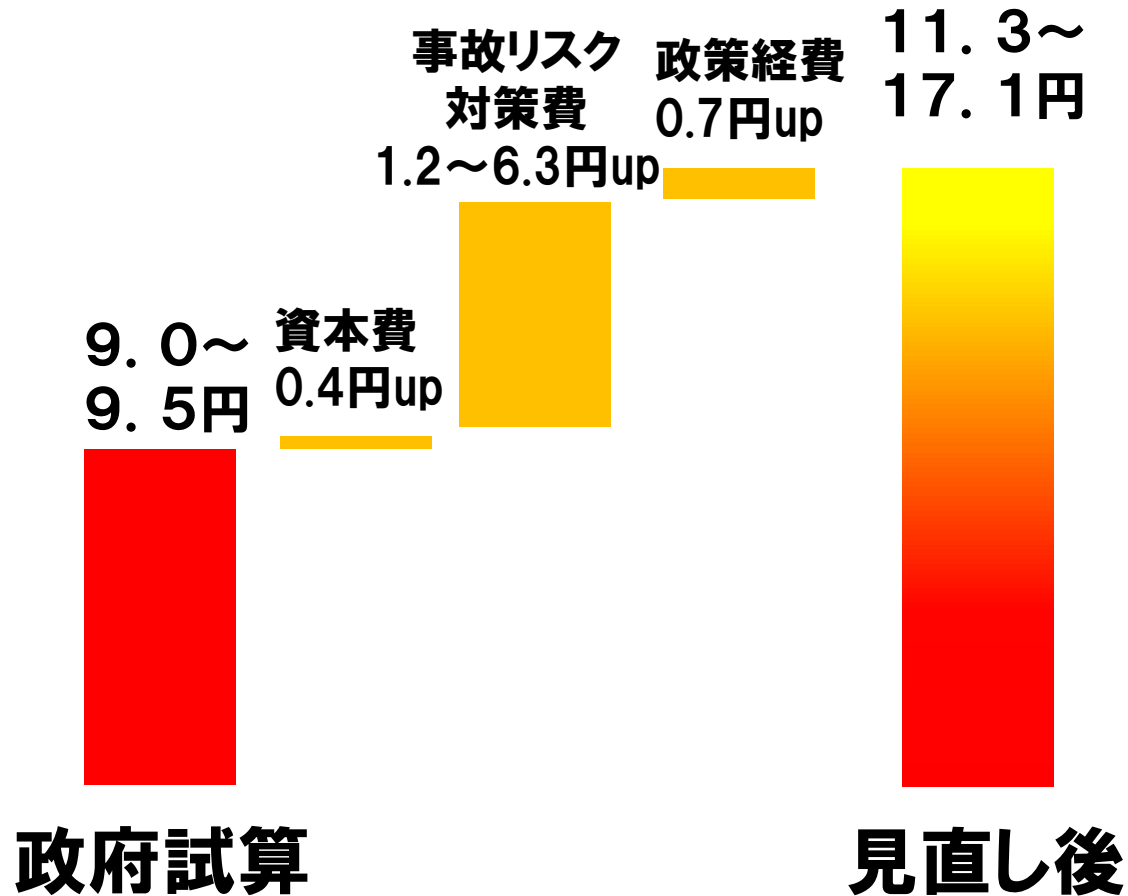
費用項目	政府試算	精査後
①資本費 (建設費)	直近7年間に稼働した4基の建設費の平均として35万円/kW(2.6円/kWh)と想定	欧米での近年の建設費上昇、福島事故後の安全対策強化などを考慮し、約1割増として、40万円/kW(3.0円/kWh)に見直し
②事故リスク 対応費	福島事故の損害として試算時点で明らかな費用のみを計上し、下限レベルとして、総額6.8兆円(0.6円/kWh)と想定	今後さらに損害賠償費用、除染費用等が増えると想定されるため、日経センター試算に基づき総額20兆円～最大75兆円(1.8円～6.9円/kWh)に見直し
③政策経費	平成23年度実績ベースで、電源立地対策交付金1,278億円を含み、3,193億円(1.1円/kWh)と想定	緊急時計画区域(EPZ)の拡大に伴い、交付金の対象範囲が拡大すると見込まれる。交付金を人口比で増額させると仮定し、現在交付金を受給している市町村の人口(約330万人)がEPZ30kmの市町村に拡大すると約830万人で約2.5倍となるため、交付金額1,278億円を2.5倍し、3,195億円(1.8円/kWh)に見直し

原子力発電コスト見直し結果



	政府試算	見直し後
建設費(新設のみ)	35万円/kW (2.6円/kWh)	40万円/kW (3.0円/kWh)
追加安全対策費 (建設費に含む)	194億円/120万kW	230~520億円/120万kW
事故リスク対策	6.8兆円 (0.6円/kWh相当)	20~75兆円 (1.8~6.9円/kWh相当)
政策経費	1.1円/kWh	1.8円/kWh
発電単価(新設)	9.0円/kWh	11.3~17.1円/kWh
発電単価(既設)	6.4円/kWh	8.3~14.0円/kWh

原子力発電コスト(見直し後)

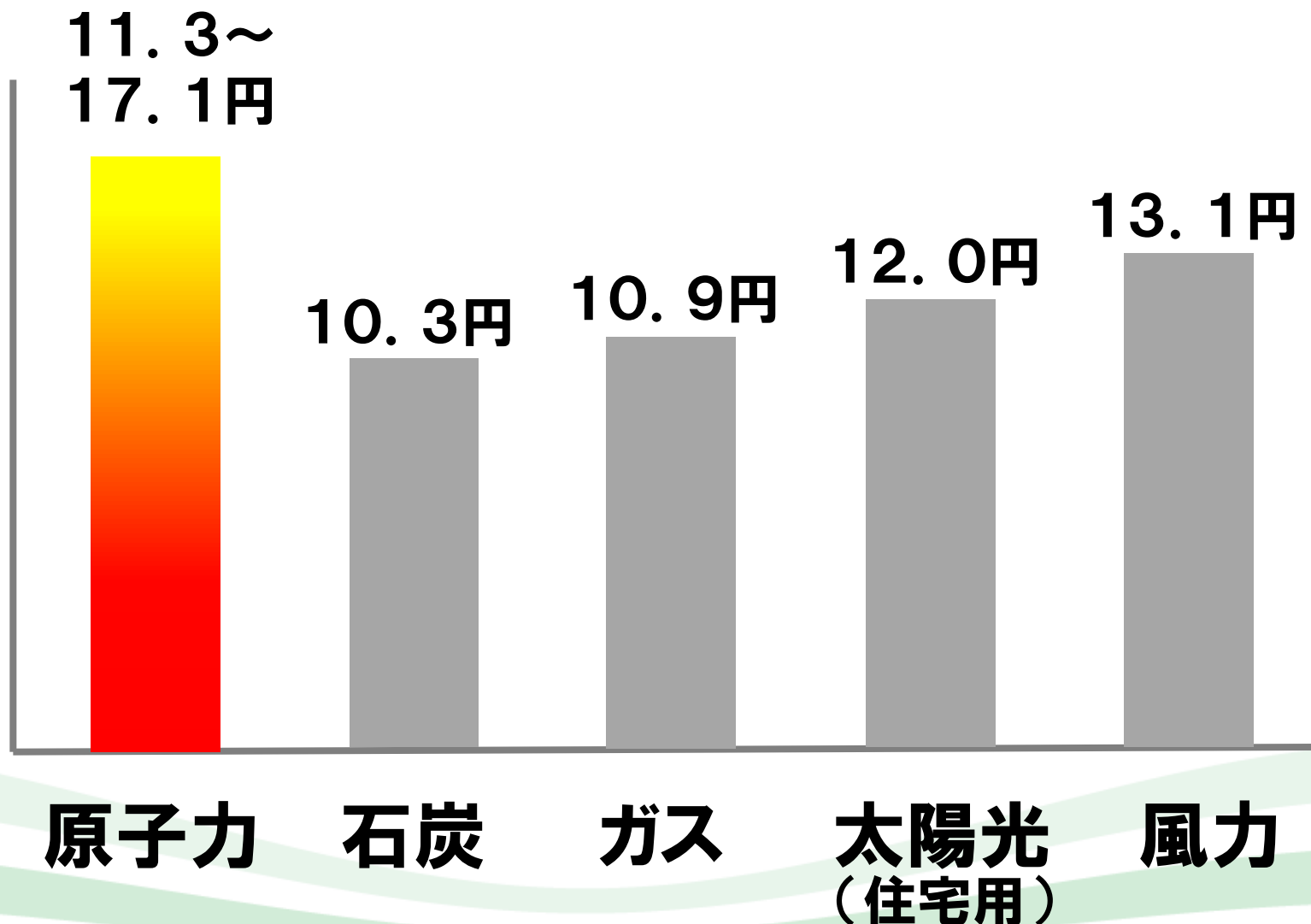


※シナリオにより核燃料サイクルコスト等が変化するため幅がある

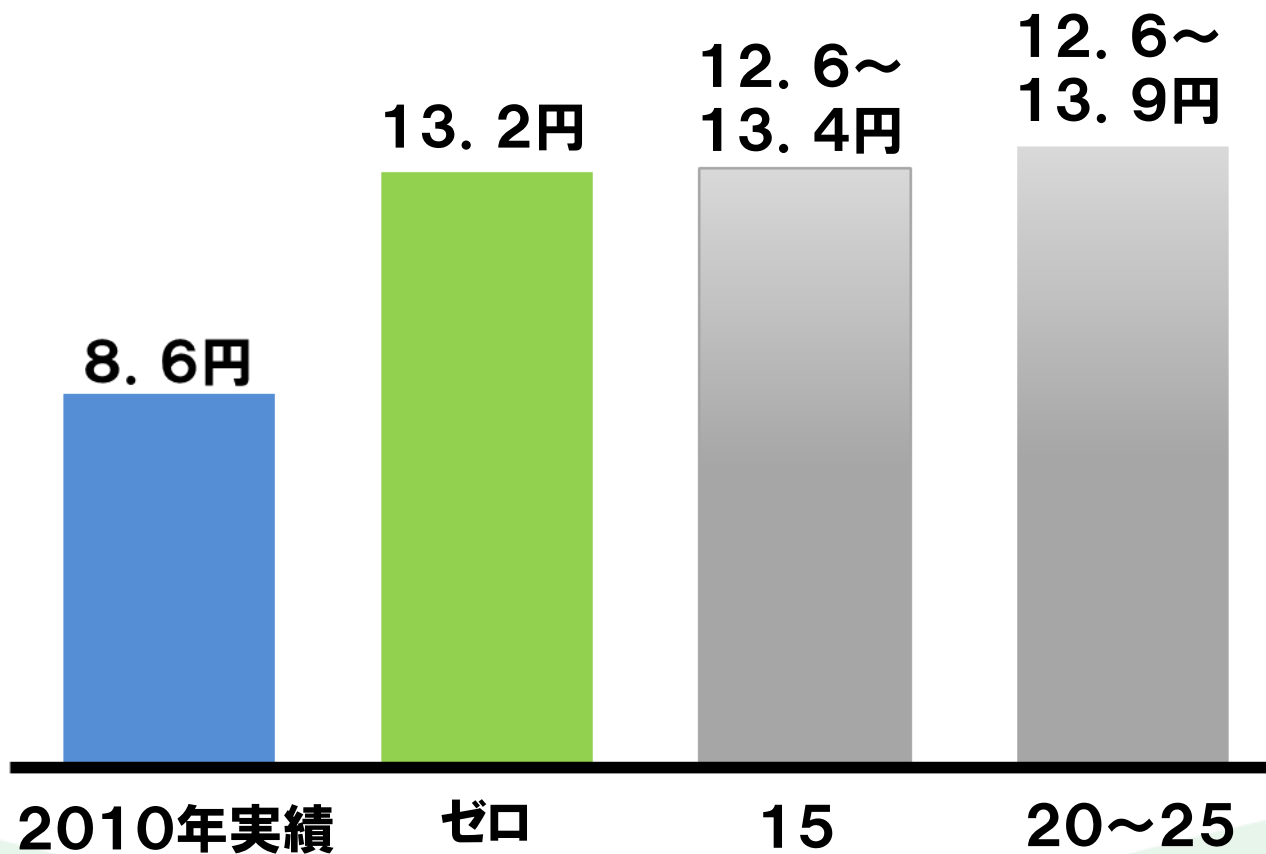


4. 試算結果

各電源の発電コスト(見直し後)



シナリオ別発電コスト(見直し後)



家庭の一月あたりの電気料金

	2010年度	ゼロ	15	20~25
政府試算	1万円	1.6~2.3万円	1.3~1.8万円	1.3~1.8万円
見直し後	1万円	1.5万円	1.4~1.5万円	1.4~1.6万円

※家庭向け電気料金単価は、2010年時点の発電単価と家庭向け単価の比率を参考に推計した。

上記は、家庭の電力使用量が2010年と同じとした場合の金額。**更なる省電力を行うことで家庭の電力負担額は抑制することが可能。**(約3割の省電力を行えば、負担額は2010年と同レベルとなる。)

政府試算においても原子力の比率による**発電コストの差は大きくない**(1円/kWh程度)。

政府試算の原子力の発電コストを見直すことで、3つのシナリオ間の発電コストの差はほとんど無くなり、**前提条件の設定によっては原子力ゼロシナリオが最も安価になる可能性もある**。

さらに、再生可能エネルギーコストの導入加速によるコスト低減効果、需要能動化による負荷平準化も、コスト低減につながる。

また、政府試算及び本試算では、現状の垂直統合型・地域独占の電力システムを前提としているが、2030年には電力システムは大きく転換していると見られ、**現状を前提とした発電コストの比較、それを根拠とした経済影響評価を行うこと自体に限界があることを認識すべきである**。



(補足)モデル分析の評価等

シナリオ間の電気料金の差



■ シナリオ間の電気料金の差はそれほど大きくない

各選択肢における2030年電気料金(2010年を1万円/月とした場合)

モデル	ゼロシナリオ	15%シナリオ	20-25%シナリオ
国立環境研究所	1.4万円/月	1.4万円/月	1.4万円/月
大阪大・伴教授	1.5万円/月	1.4万円/月	1.2万円/月
慶応大・野村准教授	2.1万円/月	1.8万円/月	1.8万円/月
地球環境産業技術 研究機構	2.0万円/月	1.8万円/月	1.8万円/月

出典)平成24年6月29日 エネルギー・環境会議資料「エネルギー・環境に関する選択肢」

原子力ゼロシナリオの場合の経済影響

	国立環境研究所	大阪大学 伴教授	慶応大学 野村准教授	地球環境産業技術研究機構
電力料金 上昇率	約1.6倍	約2倍	約2.1倍	約2.3倍
GDP減少率	-1.2%	-2.5%	-2.6%	-7.4%
限界削減費用 (円/トンCO ₂)	7,271円	8,011円	38,669円	55,422円

※経済モデルでは、省エネに伴う経済的負担を全て炭素税で表現しており、電気料金もその炭素税を加味した金額となっている。

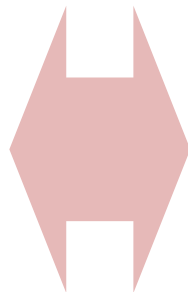
出典) エネルギー環境会議資料



モデルによって想定している限界削減費用(1トンのCO₂を削減するのにかかる費用)が大きく異なっている。限界削減費用が高いと、電気料金の上昇率が上がり、GDPの減少幅が大きくなる。電気料金の上昇率は、**電源構成による差よりも、限界削減費用の設定による差の方が大きい。**

地球環境産業技術研究機構
による限界削減費用の設定

5.5万円/tCO₂
(kWhあたり約22円に相当)



非常に高い
CO₂削減
コストの設定

環境省事業におけるCO₂対策コスト実績

5千円～1.2万円
/tCO₂程度

EU排出量取引制度の2011年の平均価格

13.5€/tCO₂
(約1,300円/tCO₂)

石炭とガスの燃料価格差を炭素税でカバーすると

8,000～9,000円/tCO₂
程度

中小企業等に対して適切な支援を行うことで、コストの安いCO₂対策をまんべんなく実施することが重要。

出典) 地球環境産業技術研究機構: エネルギー環境会議資料

環境省事業CO₂対策コスト: 環境省自主参加型国内排出量取引制度総括報告書原案ファクトブック

EU排出量取引制度排出権価格: 世界銀行 "State and the Trends of the Carbon Market 2012"

- マクロ想定によって電力需要は大きく変化する。
- 政府試算は、多くの民間調査機関等の経済見通しにも近い「経済財政の中長期試算」(内閣府2012年)の慎重ケース(2010年代1.1%、2020年代0.8%の想定)を前提としているが、それでも、製造業の生産量は大目の見積もりとなっており、**今後の産業構造の変化を想定していない。**
- 例えば、粗鋼生産量は今後さらに増大する想定となっている。

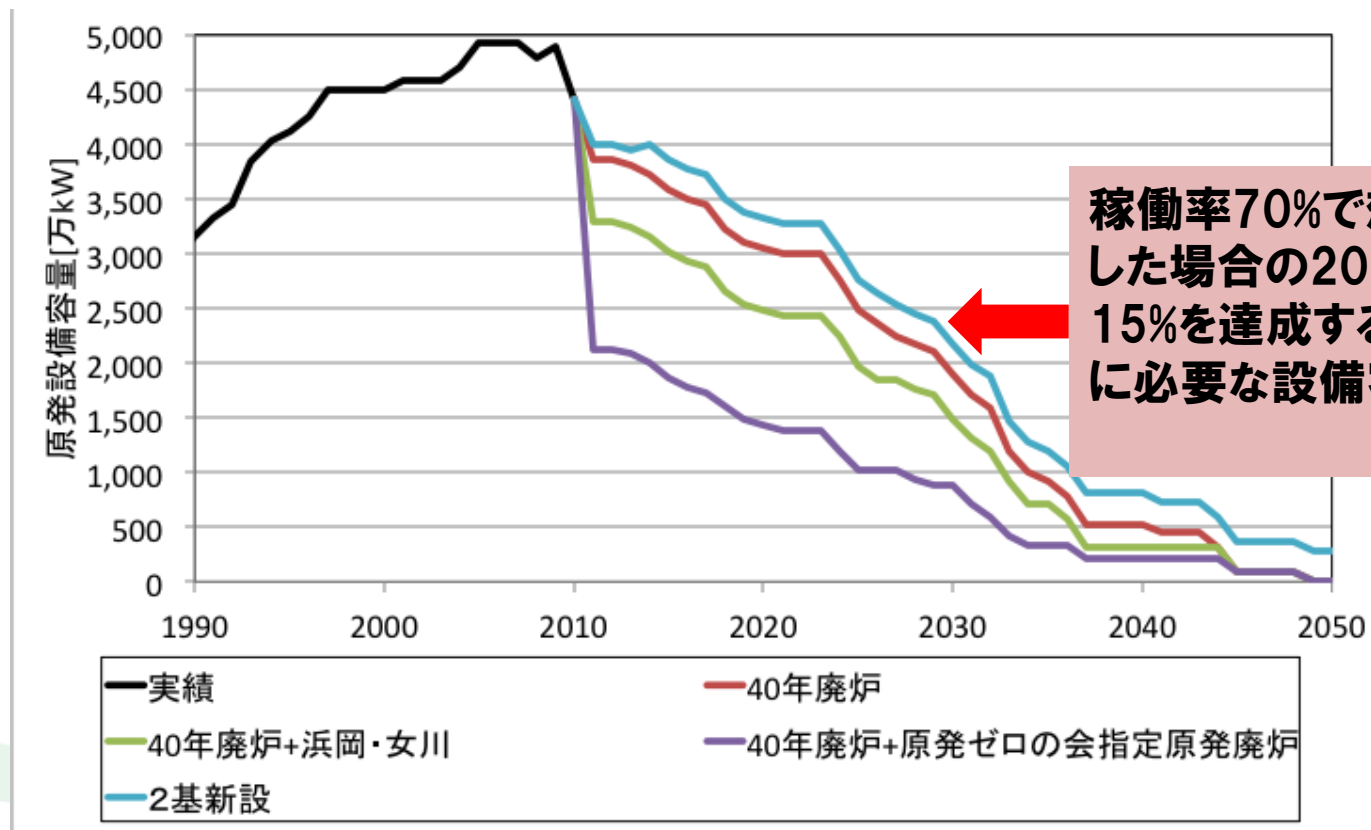
	2010年 (実績)	2020年 (想定)	2030年 (想定)
粗鋼生産量 (万トン)	11,079	12,022	11,979

出典)総合資源エネルギー調査会基本問題委員会6月19日資料「エネルギーミックスの選択肢の原案について」

2030年15%シナリオの実現性



■2030年に原子力により15%の電力を賄うには、福島第一原発以外の全ての原子力を再稼働し、更に2基(300万kW)を新規で建設する必要がある。



原発ゼロシナリオの再エネ構成とポテンシャル



コスト等検証委員会資料より作成

http://www.npu.go.jp/policy/policy09/archive02_hokoku.html

- 環境省試算
- 経済産業省試算
- 農林水産省試算
- ゼロシナリオ(追加対策後)

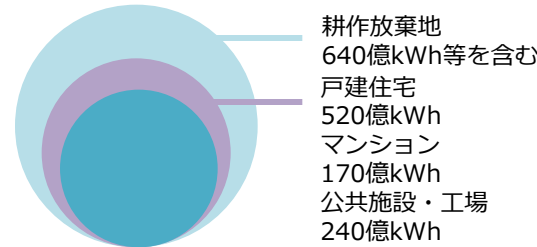
単位:億kWh

陸上風力 5,900億kWh
洋上風力 43,000億kWh

風力ポテンシャル

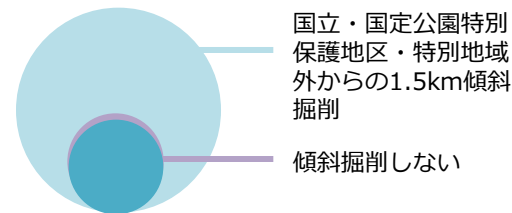
環境省	48,900億kWh
経済産業省	3,504億kWh
ゼロシナリオ	904億kWh

陸上風力 3,500億kWh
洋上風力 4億kWh



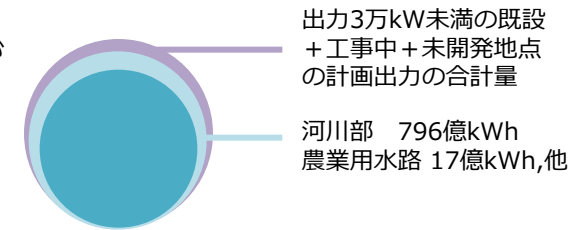
太陽光ポテンシャル

環境省	1,300億kWh
経済産業省	930億kWh
ゼロシナリオ	721億kWh



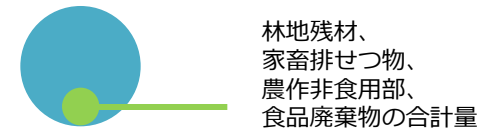
地熱ポテンシャル

環境省	987億kWh
経済産業省	260億kWh
ゼロシナリオ	272億kWh



中小水力ポテンシャル

環境省	820億kWh
経済産業省	910億kWh
ゼロシナリオ	736億kWh



バイオマスポテンシャル

農林水産省	45億kWh
ゼロシナリオ	350億kWh