

「原子力利用に関する基本的考え方」に盛り込むべき事項(6) ～補足説明資料～

原子力政策担当室

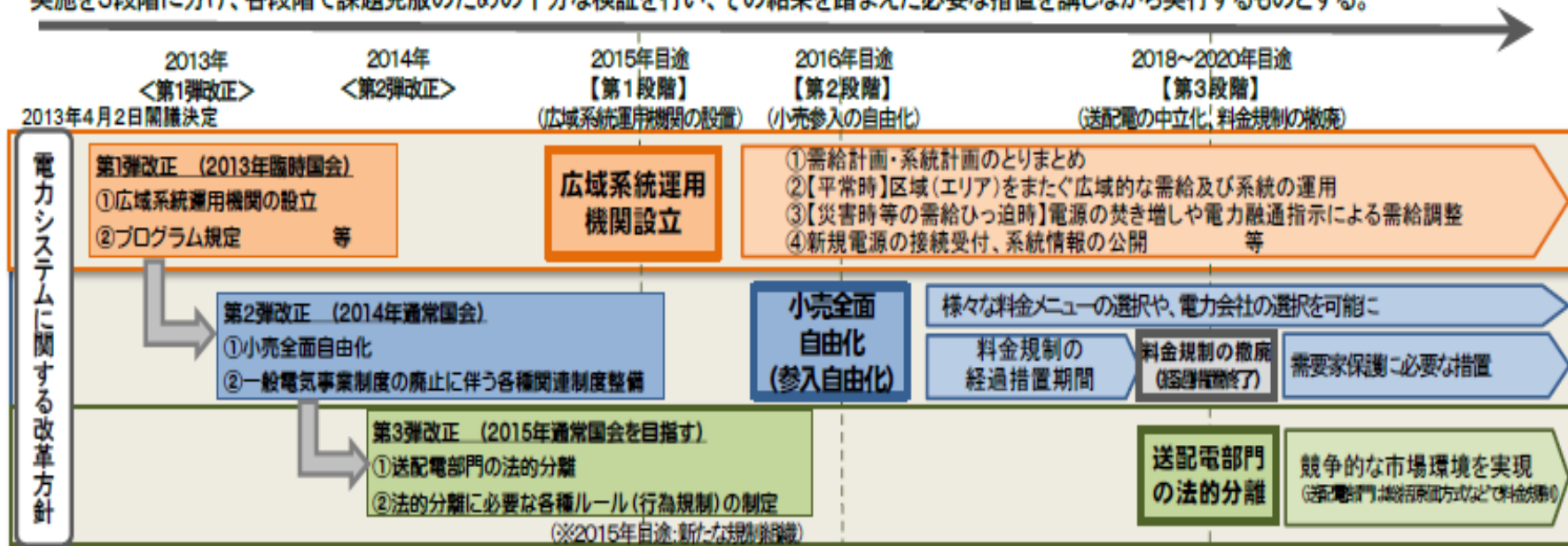
補足説明資料
～地球温暖問題や国民生活・経済への影響を踏まえた
原子力エネルギー利用の在り方～

我が国における電力自由化の進展

- 従来までは、総括原価方式（経営に係る費用を電力料金に転嫁できる料金認可制度）や地域独占による料金規制の下、巨額な設備投資等の費用回収が担保される環境下で事業が行われてきた。
- 電力小売全面自由化に伴って、**国内電力市場の競争環境が出現**した。

電力システム改革の工程

実施を3段階に分け、各段階で課題克服のための十分な検証を行い、その結果を踏まえた必要な措置を講じながら実行するものとする。



(注1) 送配電部門の法的分離の実施に当たっては、電力の安定供給に必要な資金調達に支障を来さないようにする。

(注2) 第3段階において料金規制の撤廃については、

- ー 送配電部門の法的分離の実施と同時に、又は、実施の後に行う。
- ー 小売全面自由化の制度改正を決定する段階での電力市場、事業環境、競争の状態等も踏まえ、実施時期の見直しもあり得る。

出典：総合資源エネルギー調査会原子力事業環境整備検討専門WG第1回会合（平成27年8月）参考資料1

(参考)「総括原価方式」の電気料金：総原価と電気料金の収入が等しくなるように設定

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{総原価} \\ \hline \text{電気料金を安定的に供給するために必要な費用} \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline \text{営業費} \\ \hline \begin{array}{l} \cdot \text{燃料費} \\ \cdot \text{購入電力料} \\ \cdot \text{減価償却費} \\ \cdot \text{人件費等} \end{array} \\ \hline \end{array}
 +
 \begin{array}{|c|} \hline \text{事業報酬} \\ \hline *1 \\ \hline \end{array}
 -
 \begin{array}{|c|} \hline \text{控除収益} \\ \hline *2 \\ \hline \end{array}
 =
 \begin{array}{|c|} \hline \text{電気料金収入} \\ \hline \end{array}$$

*1) 発電所や送電線など電力設備運用のための資金調達によって発生する支払利息や配当など
*2) 電気料金以外で得られる収入(他社販売電力料など)

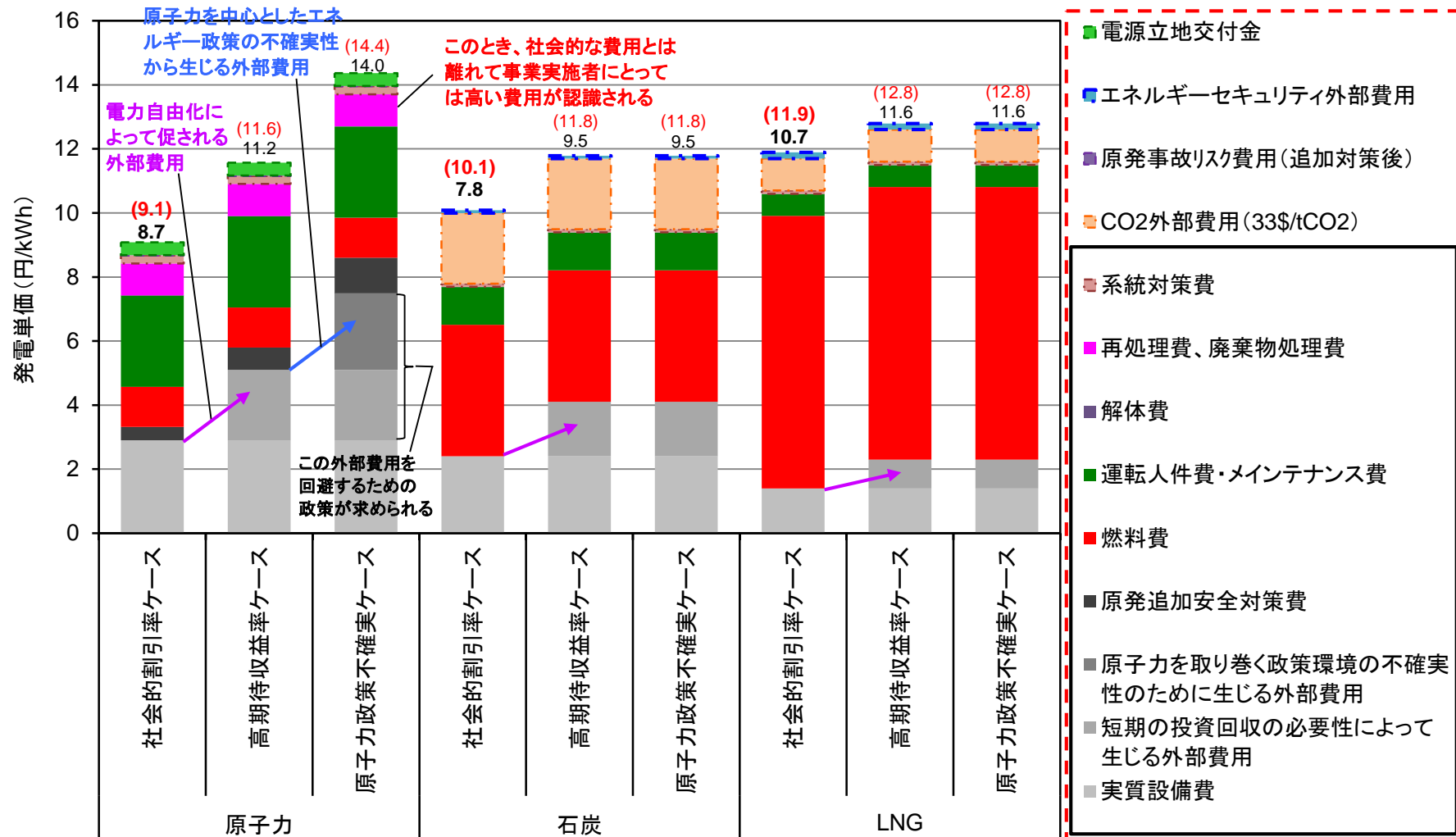
出典：資源エネルギーHP「電気料金の仕組み」

競争環境下における事業者のコスト認識（日本）

○ 原子力発電では、設備投資等の巨額な初期投資を回収する期間が長期に及ぶとともに、政策変更リスク等多くの特殊なリスクから事業の予見可能性の確保が難しい状況である。

「社会的割引率ケース」：割引率5%
 「高期待収益率ケース」：割引率10%
 「原子力政策不確実ケース」：割引率15%
 と想定した場合

RITEによる2030年のコスト評価
 を基に試算したもの



欧米諸国の電力自由化と原子力の状況

- 欧米諸国では、1990年代以降、電力自由化を進めてきた。
- 一定の競争環境が存在する英国では、FIT-CfD制度(※)の導入による投資リスクの低減を図っている。

(※) FIT-CfD制度

原子力を含む低炭素電源の投資回収に必要な予想価格と卸電力市場での市場価格との差分を発電事業者に提供する制度

国	電力自由化の状況	原子力の状況
イギリス	1990年以降、国営電力会社の分割民営化とともに自由化を推進、現在は、6大電力会社の間で一定の競争。	野心的な低炭素目標を達成するために、新增設を進める計画を立て、差額契約による固定価格買取制度（FIT-CfD）を原子力発電に適用。
フランス	2000年代に自由化はしているが、競争はそれほど進まず、フランス電力公社の一強体制。	将来的に今の高い依存度は低下させる方針だが、原子力は維持する。
ドイツ	1990年代後半から自由化を進め、現在は4大電力会社の間で一定の競争があるが、再エネの増加に伴う賦課金で、電気料金は上昇。	2011年に脱原子力政策を決め、2022年までに全原子力発電所を廃止予定。バックエンドの事業者の費用負担について、国も検討を開始。
米国	1990年代から自由化している地域と、今でも自由化していない地域が存在、電源間の競争は進んでいる。	新設は自由化していない地域で計画。先進的原子力発電プラントの建設に対しては、連邦政府が債務保証。

出所：各国公表資料に基づき電力中央研究所にて作成

パリ協定の概要及び主要国の温室効果ガス削減目標

- 2015年12月のCOP21において、「京都議定書」に代わる、2020年以降の温室効果ガス排出削減等のための新たな国際枠組み「パリ協定」を採択。史上初めて、全ての国が参加。

目的	世界全体の平均気温の上昇を産業革命前に比べ2℃未満に十分に(“well below”)抑える。 さらに、1.5℃に抑えるような努力を追求する。
目標	上記の長期目標を達成するため、世界の温室効果ガス排出をできる限り早期にピークにする。 その後、急速に削減し、今世紀後半には、温室効果ガスについて人為的起源排出とシンクによる吸収をバランスさせる。
各国の目標	全ての国が、削減目標を作成・提出する(目標達成は義務ではない)。5年毎に提出・更新する(更新にあたっては、従前の目標に比べて前進させるよう求めている)。
報告・レビュー	5年ごとに世界全体としての実施状況を検討する仕組み(グローバル・ストックテイク)。 すべての国が共通かつ柔軟な方法でその実施状況を報告しレビューを受ける。

主要国の温室効果ガス削減目標

※我が国は、エネルギーミックスと統合的な温室効果ガス排出を2013年度比で26%削減する目標を提出している

国名	達成年	基準年※1	削減目標
EU	2030年	1990年比	40% ~
米国	2025年	2005年比	26% ~ 28%
ロシア	2030年	1990年比	25% ~ 30%
カナダ	2030年	2005年比	30%
日本	2030年	2013年比	26%
		2005年比	25.4%
中国※2	2030年	2005年比	60% ~ 65%
韓国	2030年	BAU比※3	37%

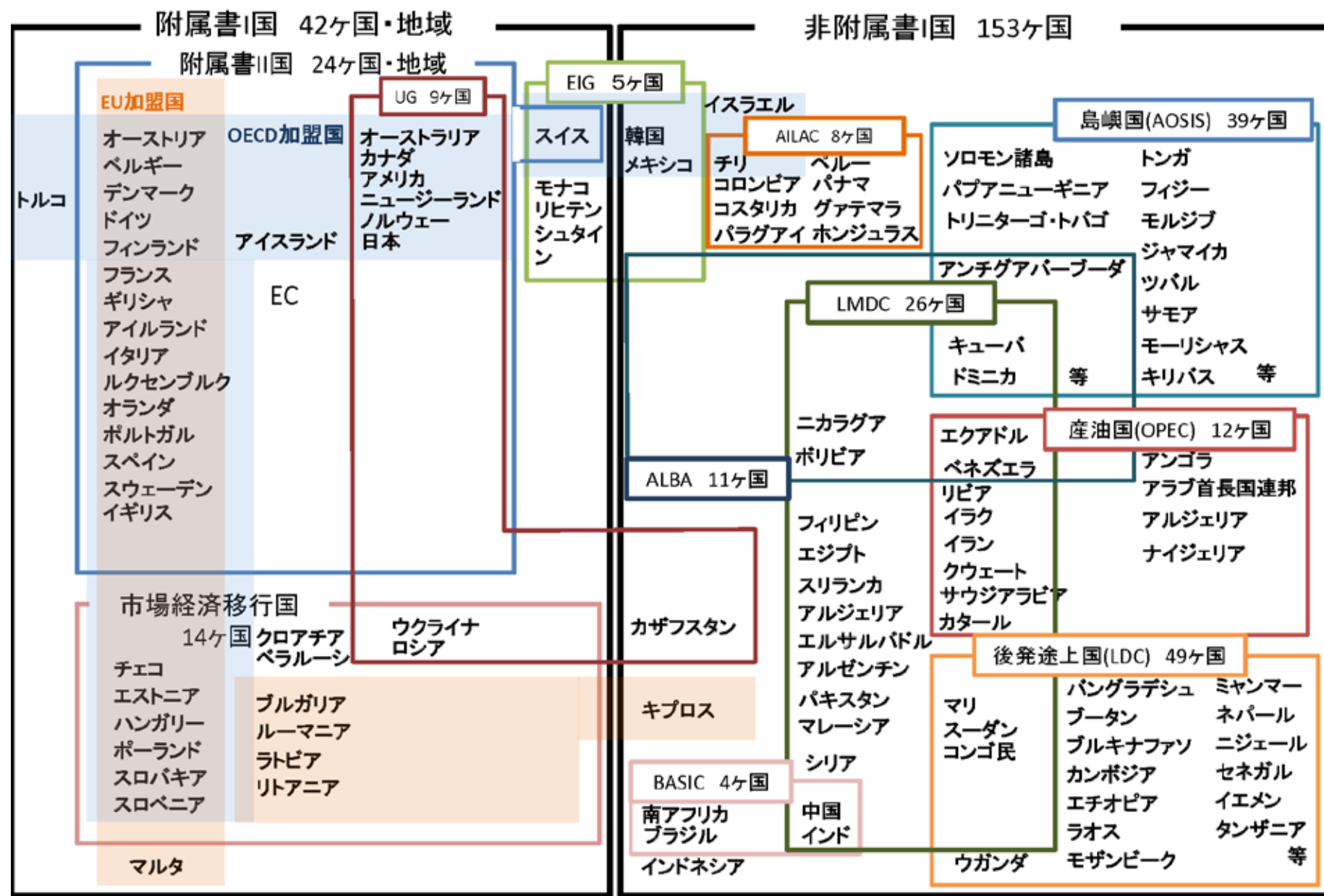
削減目標の基準が
他国と大きく異なる

※1: 基準年は国によって異なる。

※2: 中国の削減目標は単位GDPあたりとなっており経済成長に伴う排出量増加が考慮されていない。

※3: 韓国は「何ら対策をとらなかった場合(Business As Usual)」を基準にした削減目標。

国連気候変動交渉における交渉グループ



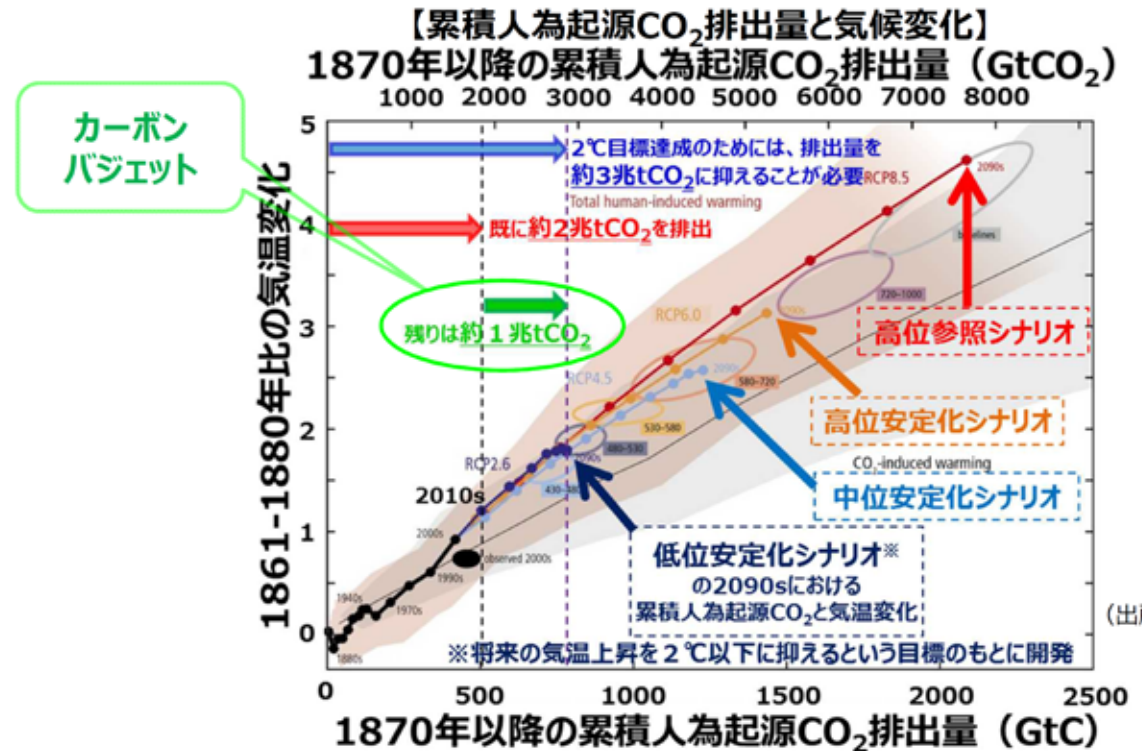
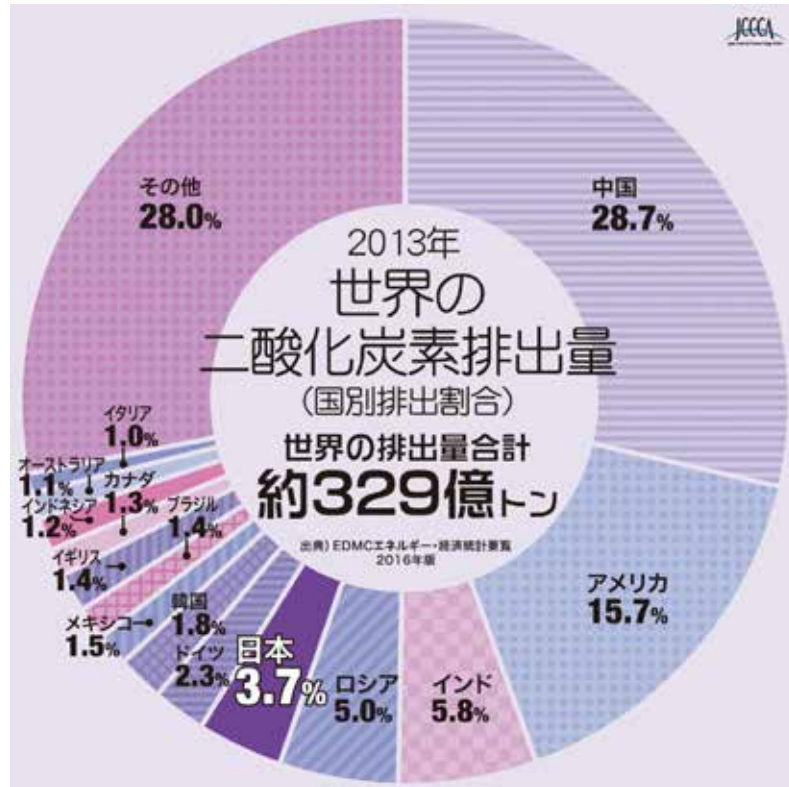
注:オブザーバーは除く

※2015年12月時点

世界全体での二酸化炭素排出量

- 世界の二酸化炭素排出量のうち我が国が占める割合は3.7%である。従って、世界全体の温室効果ガスを削減していくには、世界全体で効果的な削減を実現する必要がある。我が国が有する優れた技術を活かし、世界全体の温室効果ガスの排出削減に最大限貢献していくことも重要である。
- 気温上昇を66%以上の確率で2℃に抑えるには、2011年以降の人為起源の累積CO₂排出量を約1兆トンに抑える必要があるとされている。

世界のCO₂排出量の割合



(出所) IPCC AR5 SYR
Figure 2.3より作成

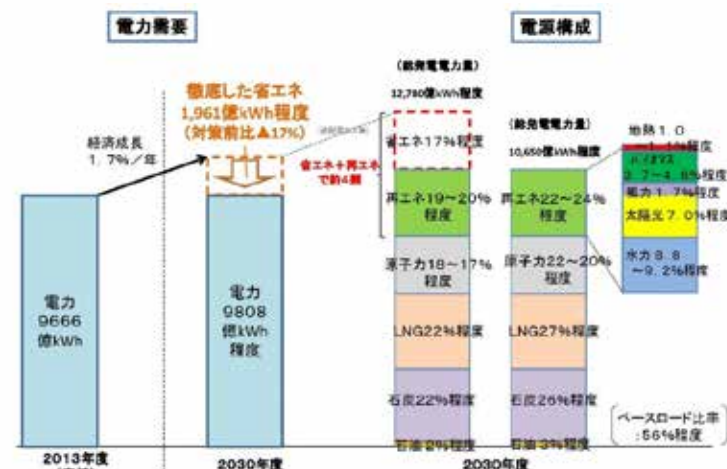
出典：地球環境部会（第135回）配布資料3-3「長期低炭素ビジョン（素案）参考資料集」

パリ協定を踏まえた我が国の地球温暖化対策の取組

- 我が国の約束草案(2020年以降の削減目標)として、**2030年度に2013年度比▲26.0%(2005年度比▲25.4%)**を提出。
- パリ協定及び約束草案を踏まえて策定された「地球温暖化対策計画」では、目標の達成に向けて着実に取り組むこと、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指すこと等が盛り込まれた。

日本の約束草案

- U 我が国の約束草案(2020年以降の削減目標)は、2030年度に2013年度比▲26.0%(2005年度比▲25.4%)とする。
- U これは、エネルギーミックスと整合的なものとなるよう、技術的制約、コスト面の課題などを十分に考慮した裏付けのある対策・施策や技術の積み上げによる実現可能な削減目標。削減率やGDO当たり・1人当たり排出量等を総合的に勘案すると、国際的にも遜色のない野心的な水準。



出典：資源エネルギー庁 長期エネルギー見通し関連資料（平成27年7月）

地球温暖化対策計画

- ロ パリ協定及び我が国の約束草案を踏まえ、我が国の地球温暖化に関する総合計画として「[地球温暖化対策計画（平成28年5月閣議決定）](#)」を策定。

中期目標(2030年度削減目標)の達成に向けた取組

- 国内の排出削減・吸収量の確保により、2030年度において、2013年度比26.0%減(2005年度比25.4%減)の水準にするとの中期目標の達成に向けて着実に取り組む。

長期的な目標を見据えた戦略的取組

- 地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す。このような大幅な排出削減は、従来の取組の延長では実現が困難である。したがって、抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及などイノベーションによる解決を最大限に追求するとともに、世界全体での削減にも貢献。

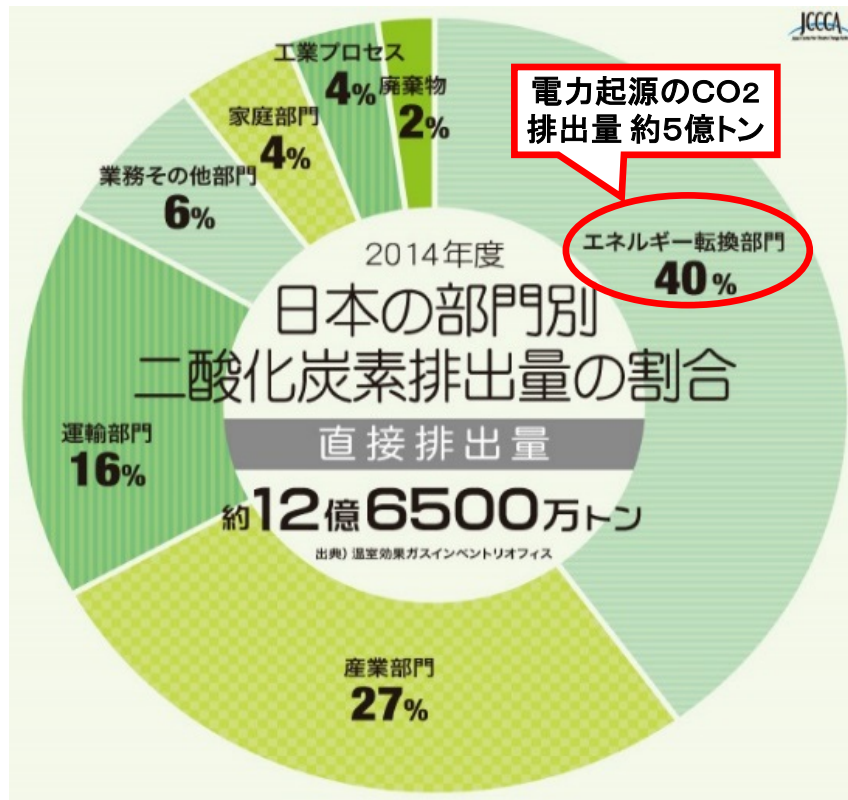
世界の温室効果ガスの削減に向けた取組

- 地球温暖化対策と経済成長を両立させる鍵は、革新的技術の開発である。また、我が国が有する優れた技術を活かし、世界全体の温室効果ガスの排出削減に最大限貢献する。

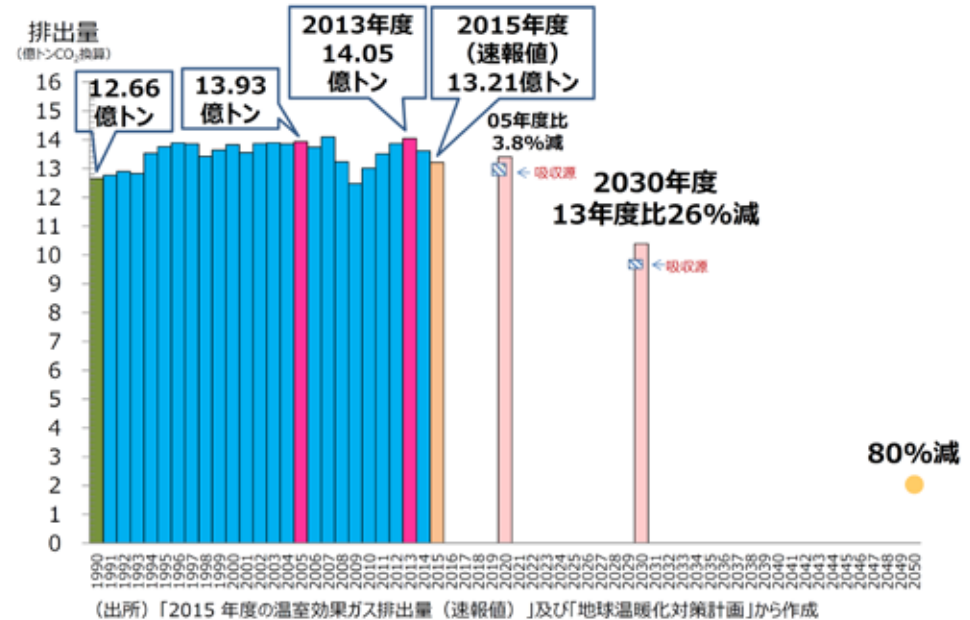
我が国の二酸化炭素排出量の推移

- 我が国のCO2排出量は、約12.7億トンである(2014年度)。そのうち、電力起源のCO2排出量は全体の40%を占める。
- 近年の排出量増加は、原発の運転停止による火力発電の増加によって化石燃料消費量が増加したこと等が挙げられる。

日本の温暖化ガス排出量の推移と目標(2015 年度速報値)

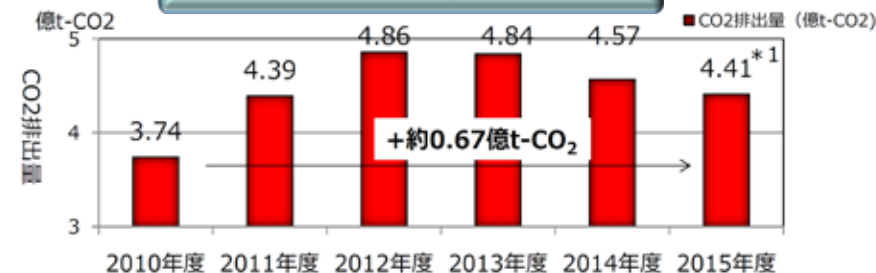


出典: 温室効果ガスインベントリオフィス 全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト(<http://www.jccca.org/>)



出典: 地球環境部会(第135回)配布資料3-3「長期低炭素ビジョン(素案)参考資料集」

電力起源のCO2排出量推移



*1) 電気事業低炭素社会協議会の速報値(会員事業者42社のうち、2015年度に事業活動を行っていた39社の実績)

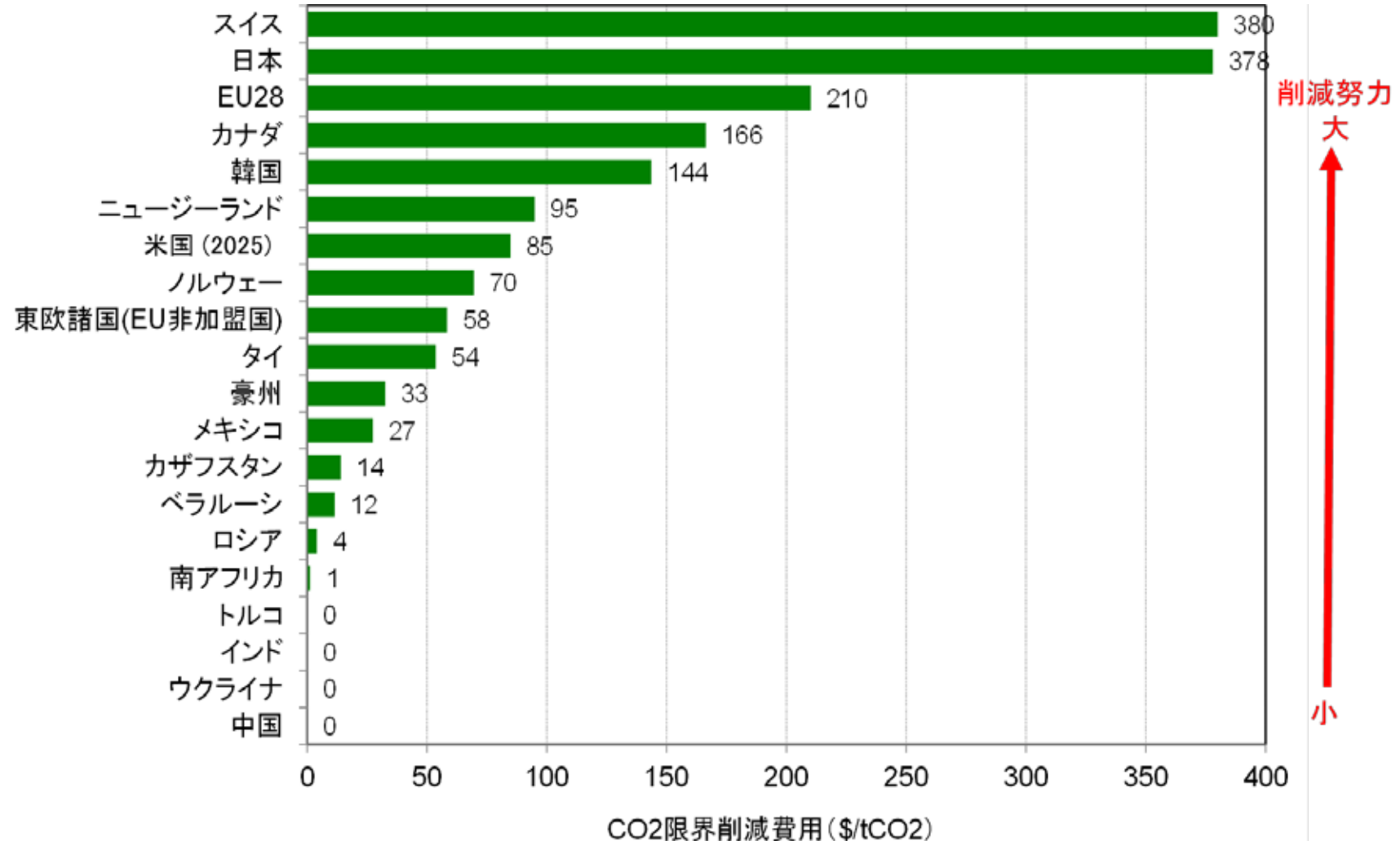
出典: 平成28年第38回原子力委員会資料第3-1号「原子力発電の現状について」(電気事業連合会)

二酸化炭素限界削減費用の国際比較

○ 二酸化炭素の限界削減費用には各国間で大きな差異があり、産業の国際競争力阻害に留意することも必要である。

二酸化炭素限界削減費用の国際比較

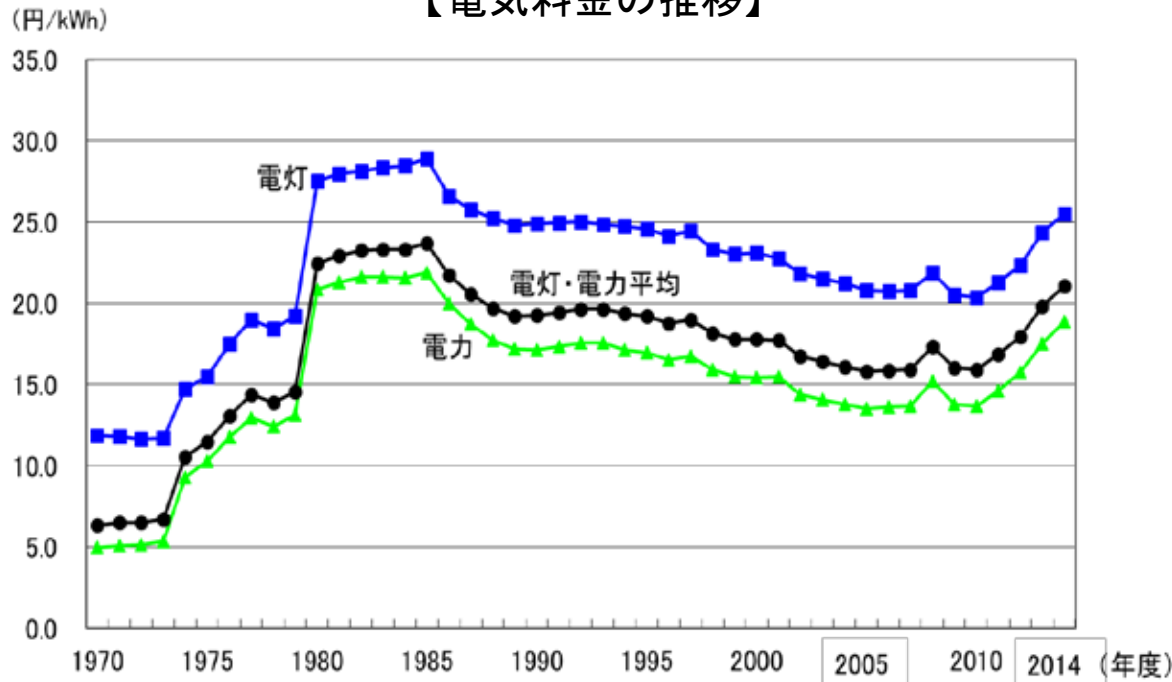
※限界削減費用：追加的に二酸化炭素を一定量を削減するのに必要な費用



我が国の電気料金及び燃料費の推移

- 東日本大震災後、電気料金は産業用(電力)で約3割、家庭用(電灯)で約2割上昇している。
- 原子力発電の停止等に伴った、火力発電の焚きましによる燃料消費量増加の影響額は、累積で約10兆円と試算。

【電気料金の推移】

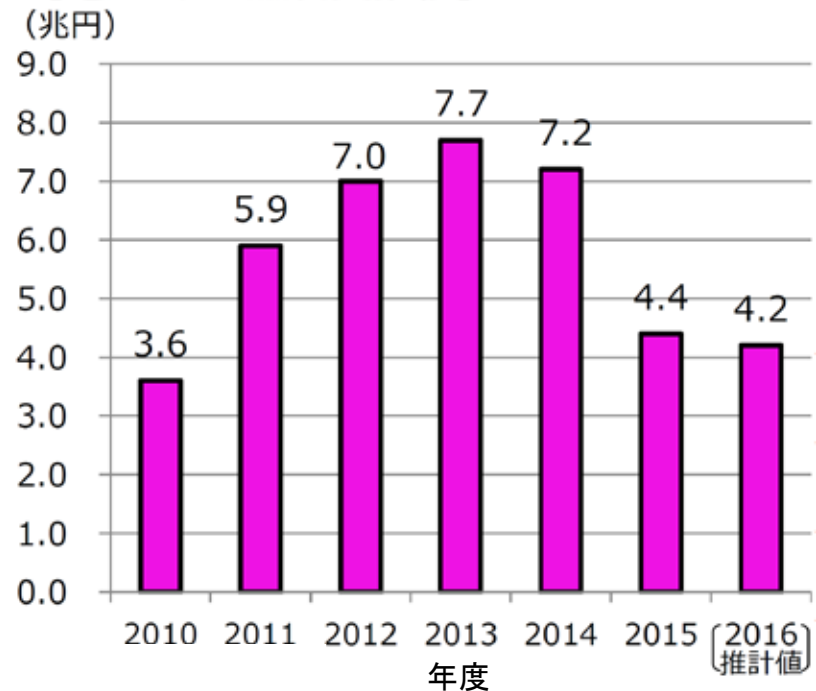


(注1)一般電気事業者10社を対象。

(注2)電灯料金は、主に一般家庭部門における電気料金の平均単価で、電力料金は、各時点における自由化対象需要分を含み、主に工場、オフィス等に対する電気料金の平均単価。平均単価は、電灯料収入、電力料収入をそれぞれ電灯、電力の販売電力量(kWh)で除したもの。

出典:平成27年度エネルギーに関する年次報告

【電力9社の燃料費推移】



年度	2010	2011	2012	2013	2014	2015
火力比率 (%)	61.7	78.9	88.3	88.3	87.8	84.6

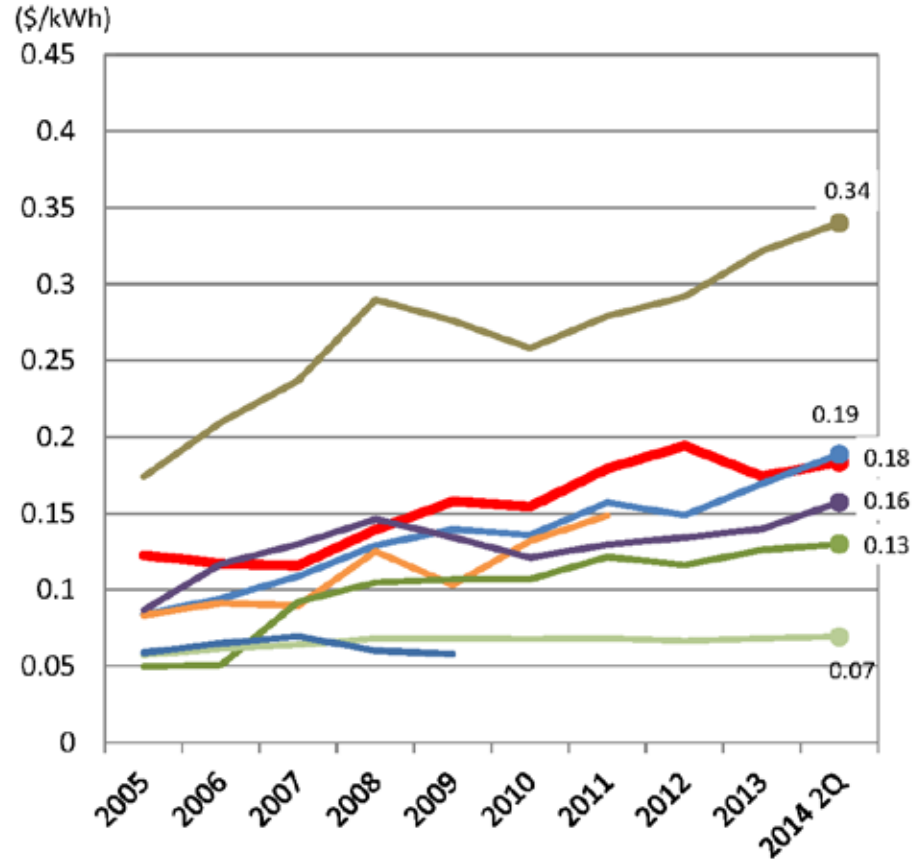
(電気事業連合会調べ)

出典:平成28年第38回原子力委員会資料第3-1号「原子力発電の現状について」(電気事業連合会)を一部編集

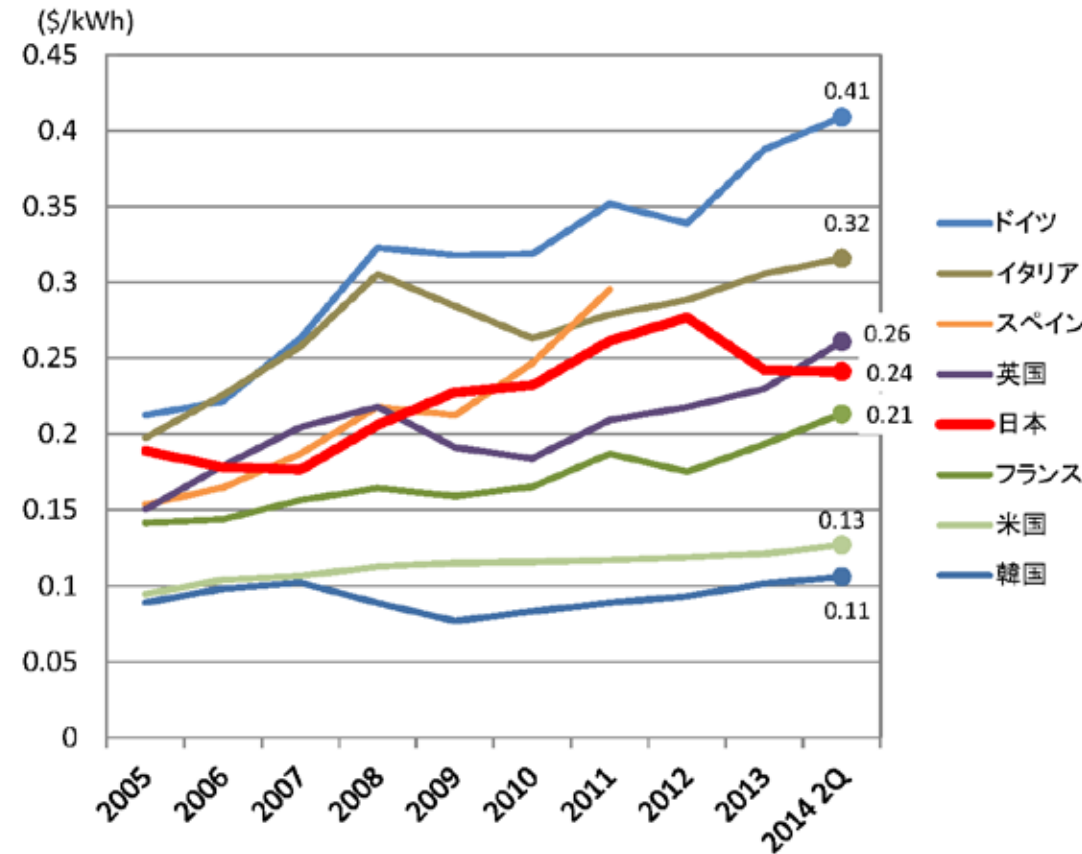
電気料金の諸外国との比較

- 我が国の電気料金は、主要国の中で、産業用、家庭用ともに高い状況である。
- また、再生可能エネルギーが電源構成の約3～4割を占めるドイツやイタリアの電気料金も高い状況である。

【産業用電気料金】



【家庭用電気料金】



(※1) フランスの値が2007年に急激に上昇しているのは、IEAが利用するフランスのデータの出所が変わったことによる。

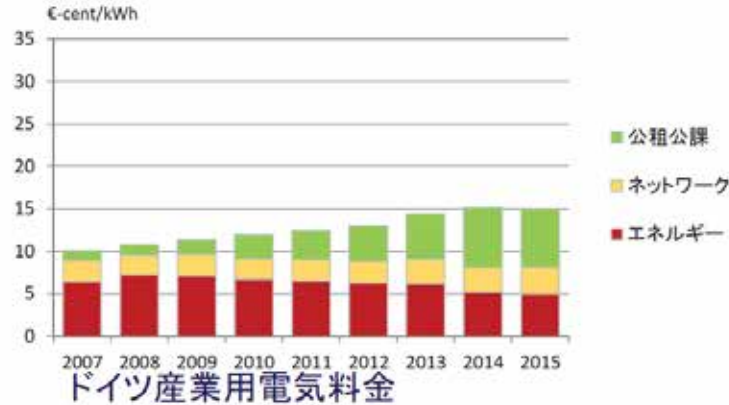
(※2) 日本の電気料金は震災以降上昇しているが、本グラフではドル建て表記のため、為替相場の影響を反映した形となっている。

【出典】 IEA Energy Prices and Taxes

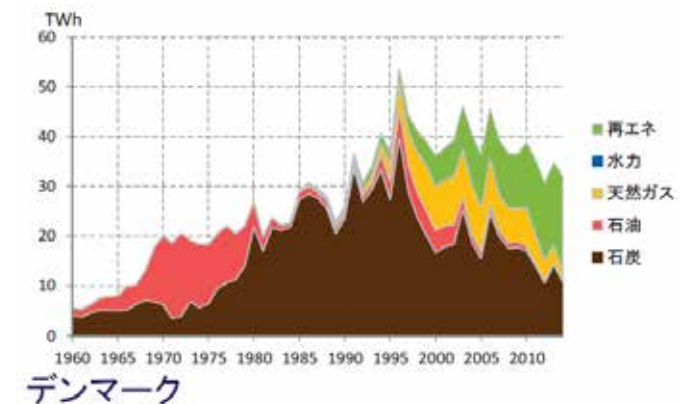
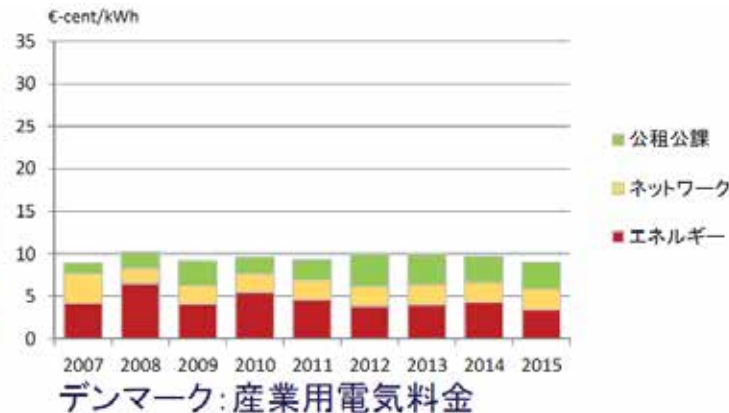
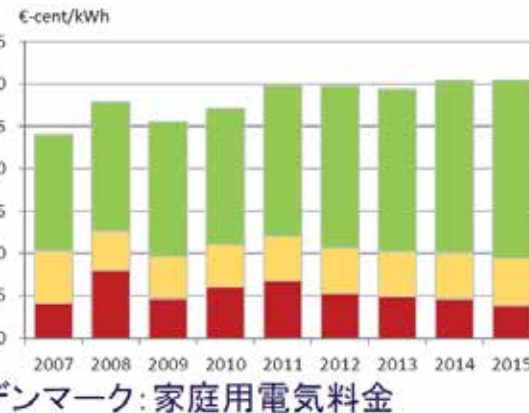
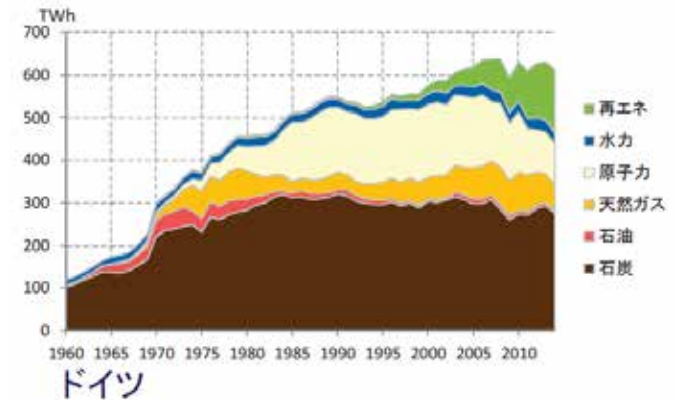
ドイツ・デンマークにおける電気料金の現状

○ ドイツやデンマークでは、再生可能エネルギー比率の急増し、電気料金に占める公租公課部分(再エネ賦課金を含む)が徐々に増加している。

ドイツとデンマークの電気料金内訳



ドイツとデンマークの電源構成の推移

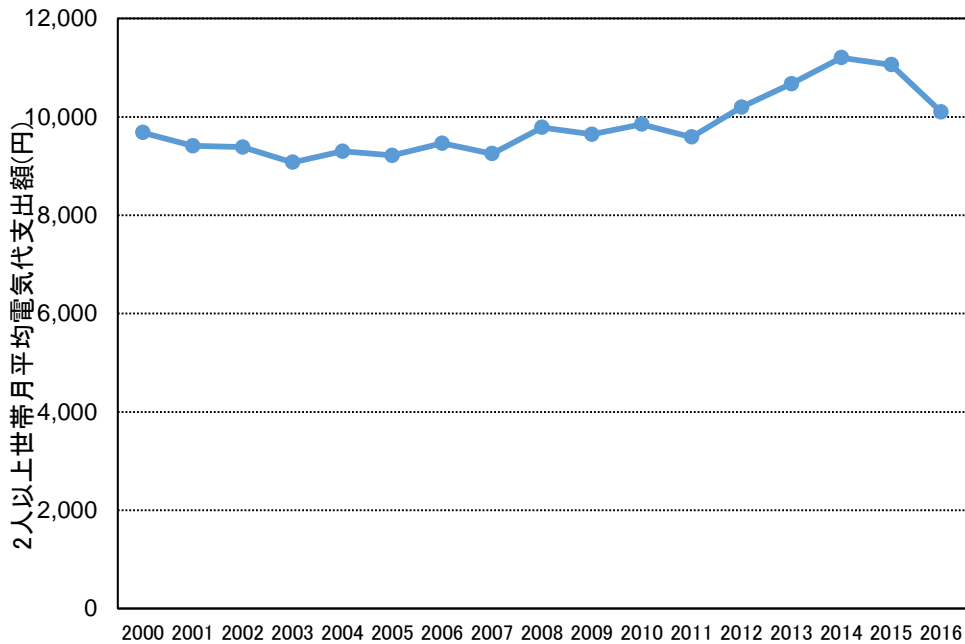


注) 家庭用は、年間利用電力量が2500～5000kWhの需要家の料金
産業用は、年間利用電力量が500～2000MWhの需要家の料金

我が国のエネルギーコストの国民生活への影響

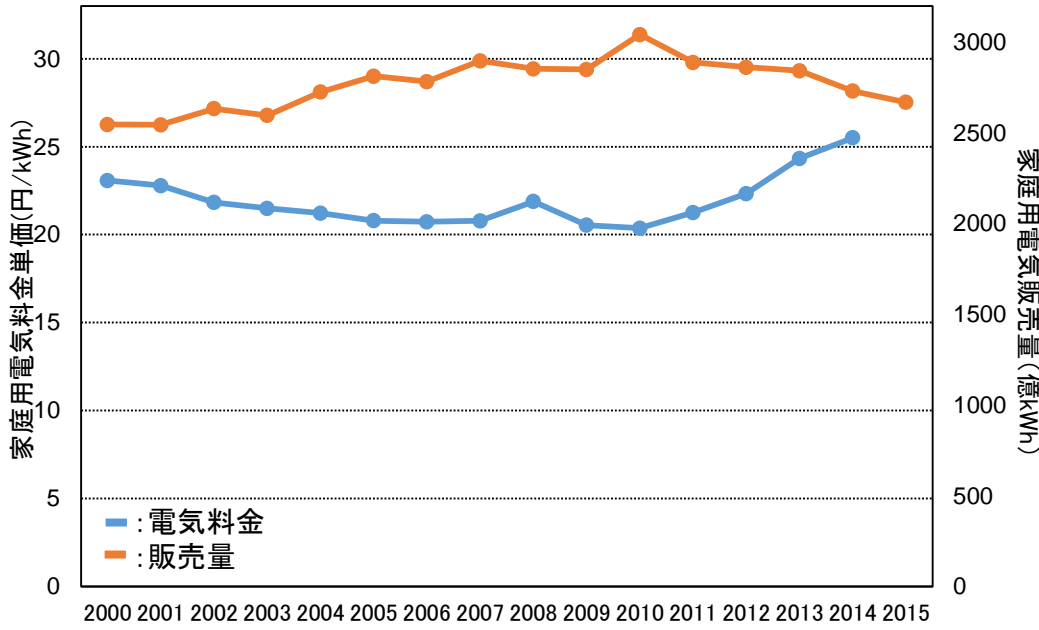
- 家庭用電気料金は、震災以降、25%上昇している(2014年時点)。
- その一方で、月平均での電気代への支出額の増加は抑えられていることから、節電していることがわかる。

2人以上世帯月平均電気代支出額推移



出典:総務省家計調査(家計収支編)

家庭用電気料金及び販売量の推移



出典:電気事業のデータベース(INFOBASE)(電気事業連合会) 注1)販売量は右軸、電気料金は左軸
注2)一般電気事業者10社を対象。

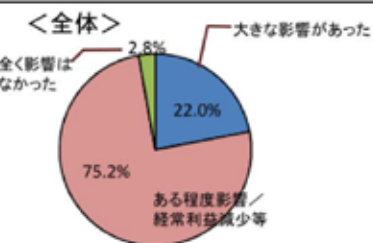
料金及び支出の2010年比

	2010	2011	2012	2013	2014
家庭用電気料金(円)	20.37	21.26	22.33	24.33	25.51
2010年比	-	4%	10%	19%	25%
2人以上世帯 月平均支出額推移(円)	9,850	9,591	10,198	10,674	11,203
2010年比	-	-3%	4%	8%	14%

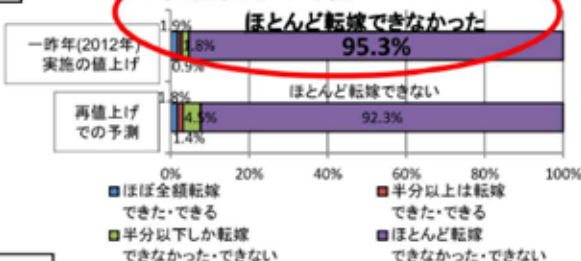
我が国のエネルギーコストの経済活動への影響

- 日本商工会議所(2014)のアンケート結果によると、約95%の企業では電力料金値上げ分の販売価格への転嫁ができず、3割を超える企業が事業縮小策を実施、うち約45%の企業では雇用・人件費の削減を実施。
- 2014年における我が国の製造業従業員一人当たりの年間電気代増額分(震災前比)は、約15.2万円と推計される。また、全製造業の年間電気代増額は、年間1.17兆円と推計され、これは製造業における約27.4万人分の給与に相当する。

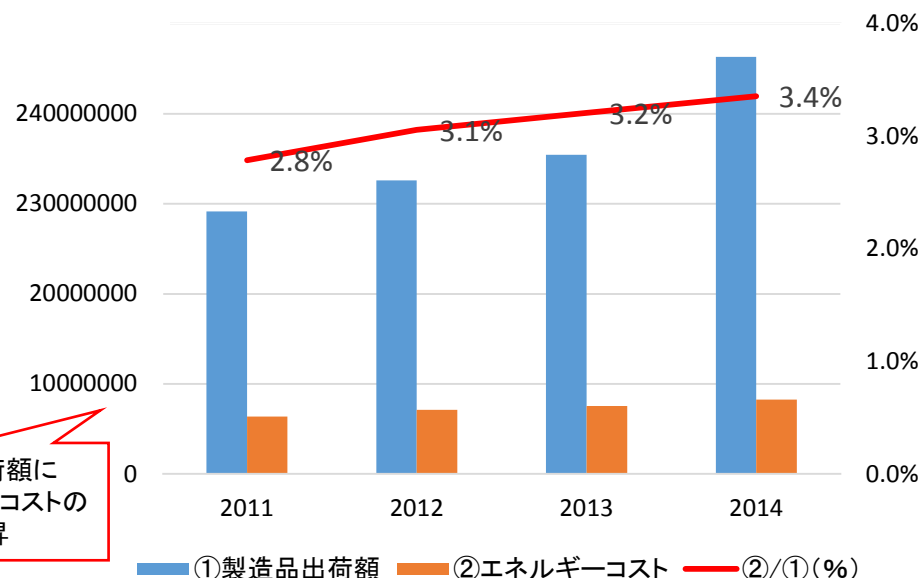
一昨年(2012年)実施された値上げの影響



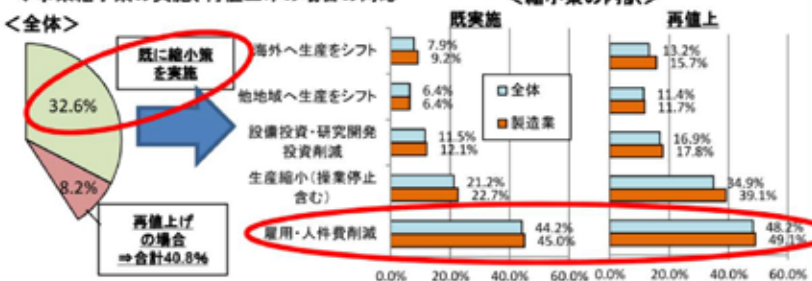
価格転嫁の可否



出荷額とエネルギーコストの推移



◆事業縮小策の実施、再値上げの場合の対応



震災以降、出荷額に占めるエネルギーコストの割合は上昇

出典：日本商工会議所 http://www.jcci.or.jp/260612_energykyuujyou.pdf

出典：経済産業省 工業統計調査 平成26年確報 産業編

電気料金値上げによる影響

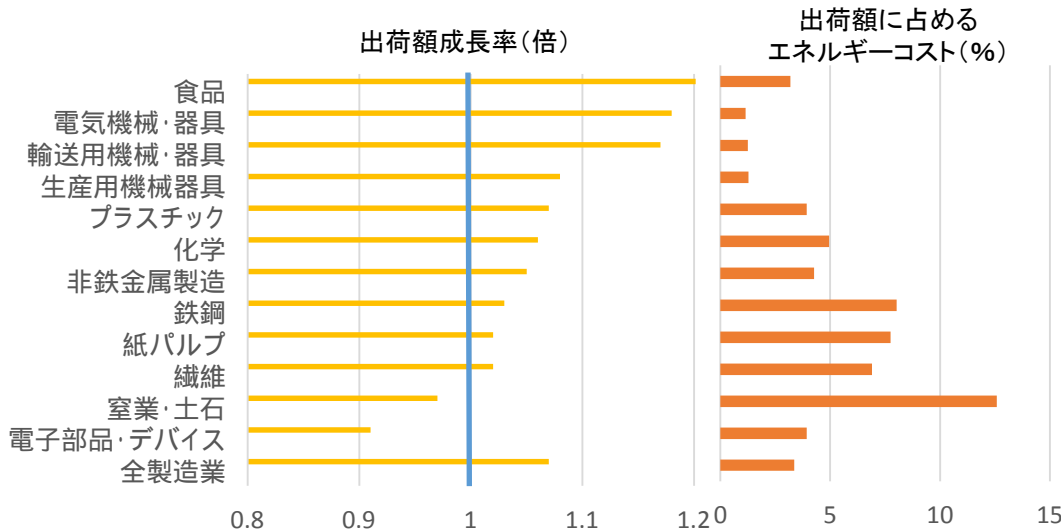
	合計	各電力会社の値上げ幅 (燃調・FIT分は含まず)	燃料費調整制度による 調整額	現稼働開始分のみを 想定したFIT賦課金
製造業従業員一人当たりの年間電気代増額分(震災前比)	約15.2万円	約5.5万円	約7.3万円	約2.4万円
全製造業の年間電気代増額分	約1.17兆円	0.42兆円 (火力発電への代替)	0.56兆円	0.18兆円

出典：(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)システム研究グループ 資料

我が国のエネルギーコストの経済活動への影響

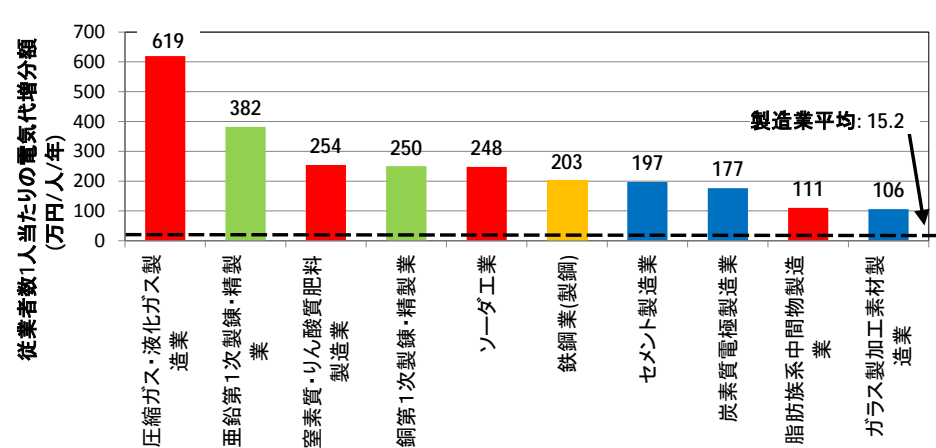
- 震災以降の「出荷額成長率」と「出荷額に占めるエネルギーコスト」には概ね相関関係が認められる。「出荷額に占めるエネルギーコスト」が高い業種ほど成長率が低い傾向にある。
- 産業別の従業員一人当たり年間電気代増分額は、電力多消費産業において非常に影響が大きく、代表的なものとしては、①圧縮ガス・液化ガス製造:約619万円、②亜鉛第1次製錬・精製:約382万円、③鉄鋼(製鋼):約203万円、④セメント製造:約197万円となっている。
- 日本鉄鋼連盟の要望書(平成27年4月)では、電力多消費産業を取り巻く厳しい現状が報告されている。

全製造業の中分類区分に基づく各産業の影響



注:成長率は2011年から2014年、コストは2014年
出典:第13回原子力委員会 常葉大学 経営学部 教授 山本隆三氏の資料を基に内閣府作成

全製造業の細分類区分に基づく上位10産業の影響



*鉄鋼業(製鋼)は鉄鋼業に属する上流工程の産業を表す。
出典:(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)システム研究グループ 資料

電気料金値上げ等に伴う電力多消費産業への影響【2013年度電気使用量をもとに試算】

出典:(一社)日本鉄鋼連盟「エネルギー政策等に関する電力多消費産業の共同要望」
電力依存度上位3協会を抜粋

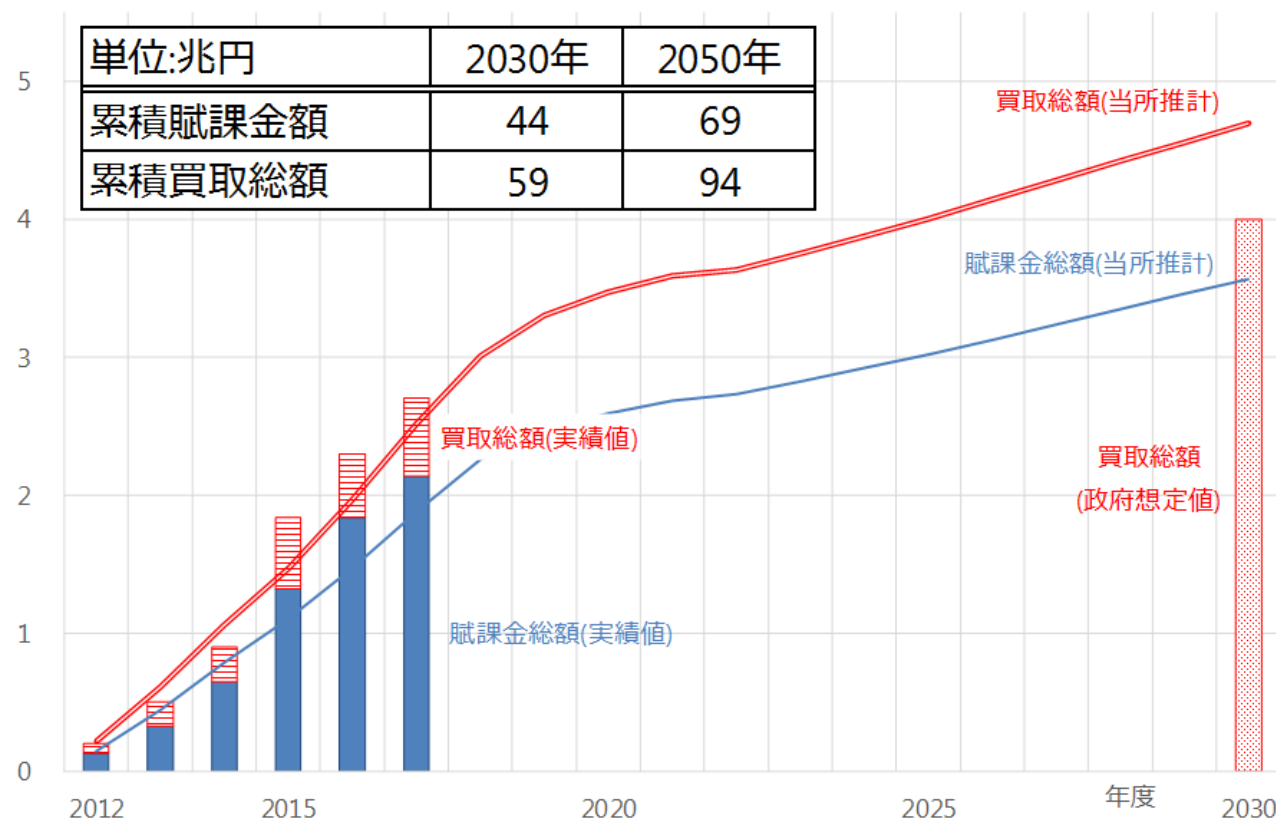
	電力依存度 (製造業平均比)	コスト負担増	直面する窮状等
日本鋁業協会	約13倍	200億円	非鉄金属価格はLMEの国際価格で決まるため、電力料金値上げ分を価格転嫁出来ない。資源ナショナリズム台頭により製錬マージンが低く電力負担が極めて大きい。特に、 亜鉛、フェロニッケル は電力原単位が高く、一部の企業は 亜鉛生産を中止、事業転換を決定 。
日本チタン協会	約20倍	35億円	電力価格高止まりにより、国際的なコスト競争力はますます劣位に。 新たな生産拠点を電力コストの安い海外に求める企業も出てきており、需要動向次第では国内生産拠点の再編、雇用への影響が必至となる。
日本産業・医療ガス協会	約28.5倍	251億円	産業・医療ガス業の電力依存度は製造業平均の約28.5倍。夜間シフト等の自助努力は既に実施済みだが、電気料金をはじめとするエネルギーコストの上昇もあり 生産設備の撤去・縮小が25事業所、工場停止が1社、設備の統廃合が1社、海外投資等も続いている 。ライフラインとしての使命もあり電力の安定供給も重要な問題。

我が国の固定価格買取制度（FIT）の賦課金見通し

- 長期エネルギー需給見通し小委員会では、電源構成を検討するにあたって、火力・原子力等の燃料費とFIT買取総額をあわせた「電力コスト」を、2013年度9.7兆円から、2030年度9.1～9.5兆円とマイナス5%程度とすることとした。
- 一方、電力中央研究所の試算によれば、再生可能エネルギー導入に伴うFITの賦課金総額は、**2030年に年間3.6兆円、累積44兆円**となる可能性がある。この場合、**2050年には賦課金累積が69兆円**に達すると見込まれる。
- 不透明な要素が多いものの、将来的に膨大な国民負担が発生する可能性がある。

兆円／年

年間賦課金総額と買取総額の推移(2012年度～2030年度)



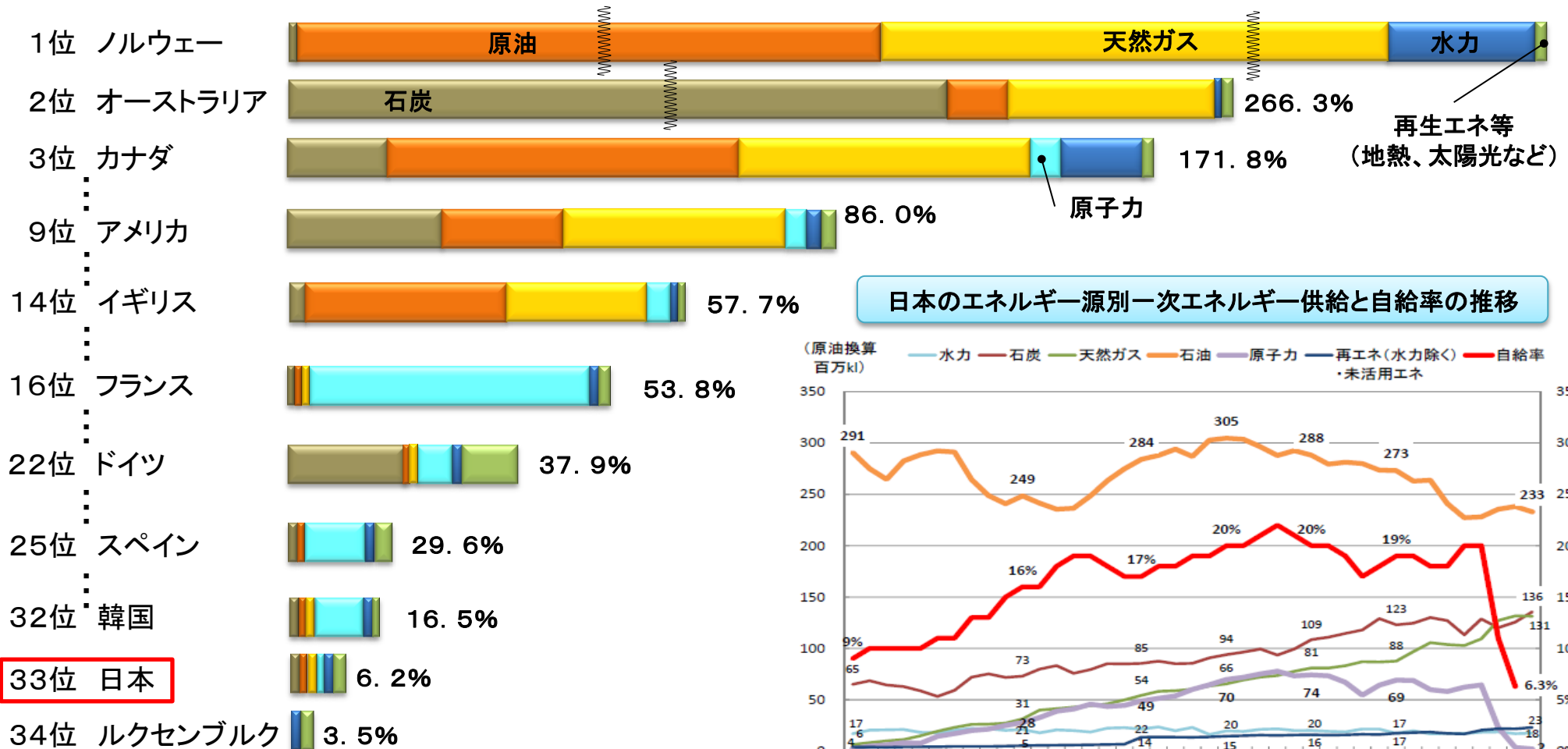
※長期エネルギー需給見通しに基づく2030年再エネ比率22%が実現する場合を前提とする

出典: 電力中央研究所研究資料 Y16507「固定価格買取制度(FIT)による買取総額・賦課金総額の見通し(2017年版)」(朝野賢司)

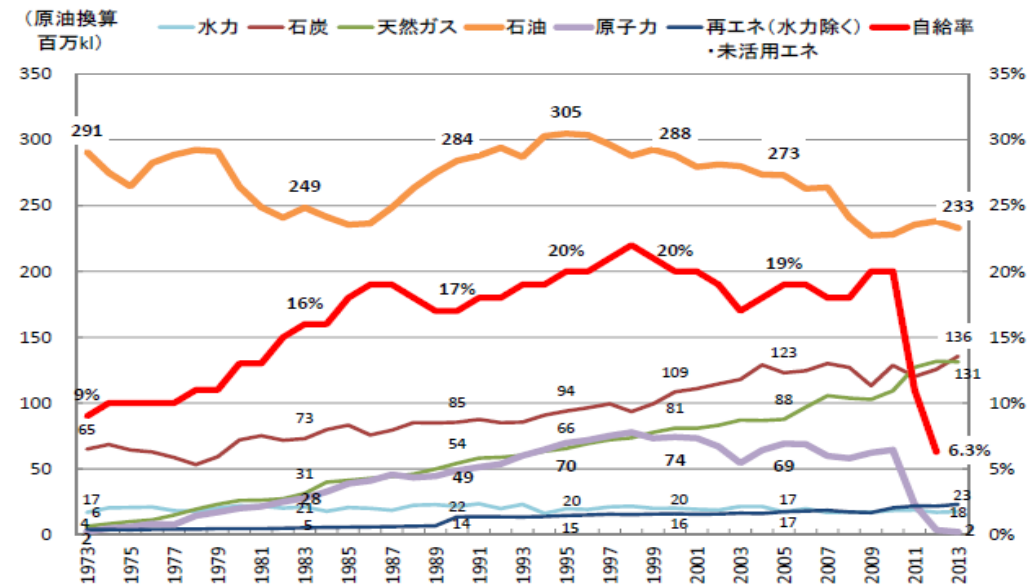
エネルギー自給率の各国比較

- 我が国のエネルギー自給率は、震災前(2010年:19.9%)に比べ大幅に低下し、約6%の水準である。
- OECD34か国中、2番目に低い水準である。

OECD諸国の一次エネルギー自給率比較 (2013年)



日本のエネルギー源別一次エネルギー供給と自給率の推移



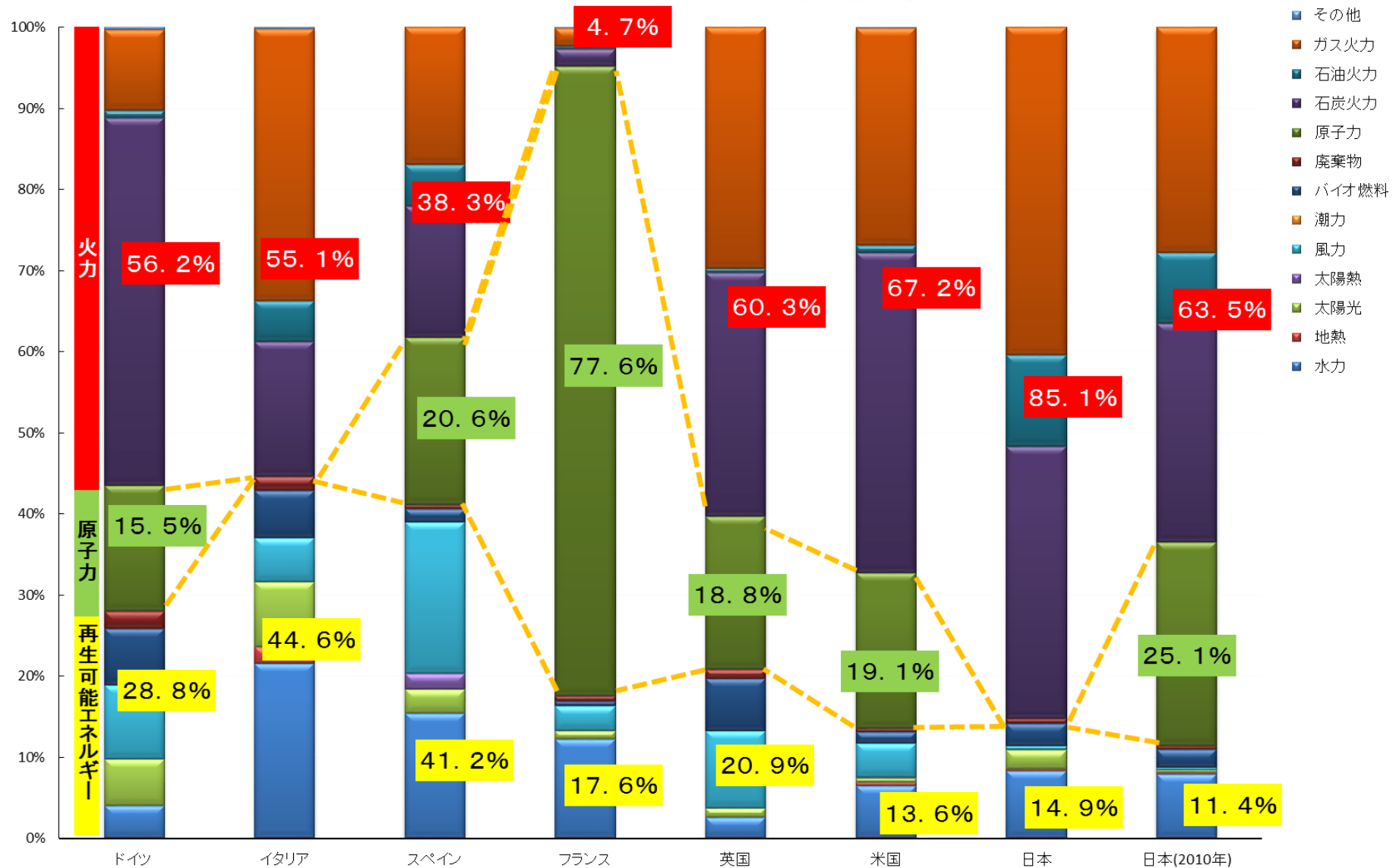
(IEA「Energy Balance of OECD Countries 2015」)

出典: 総合資源エネルギー調査会長期エネルギー需給見通し小委員会(第7回会合)資料9

出典: 資源エネルギー庁基本政策分科会(第16回会合)・長期エネルギー需給見通し小委員会(第1回会合)合同会合 資料3

各国の電源別発電電力量の構成（2014年）

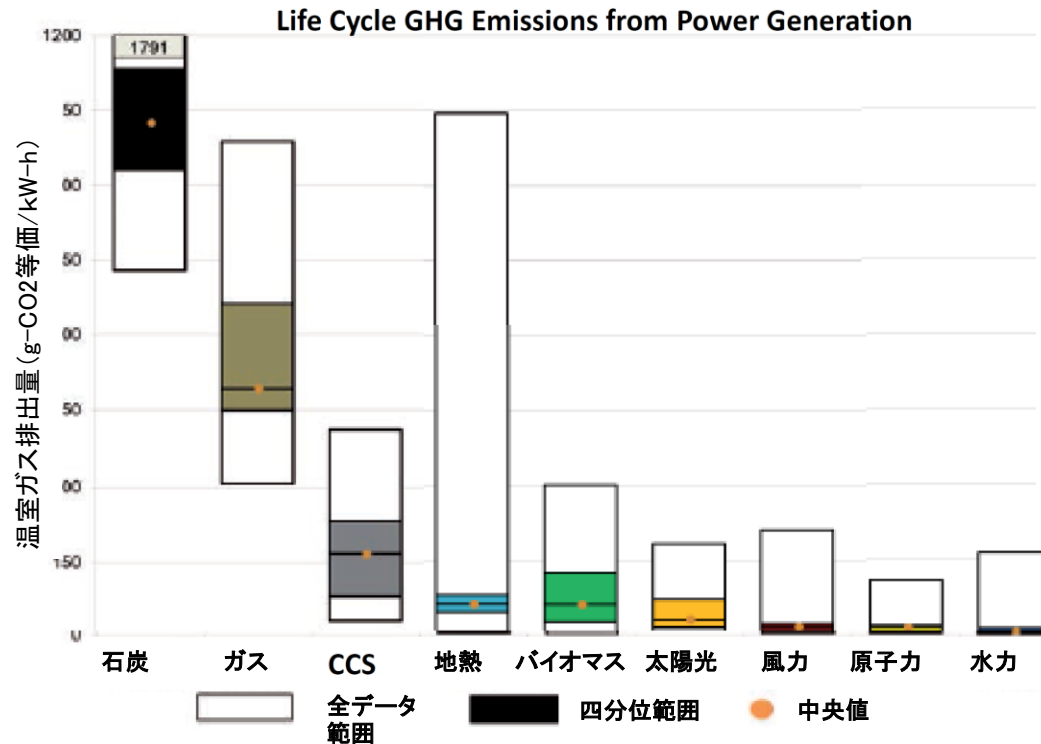
➤ 我が国の電源別発電電力量の構成において、震災以降、火力発電が8割以上を占めている。



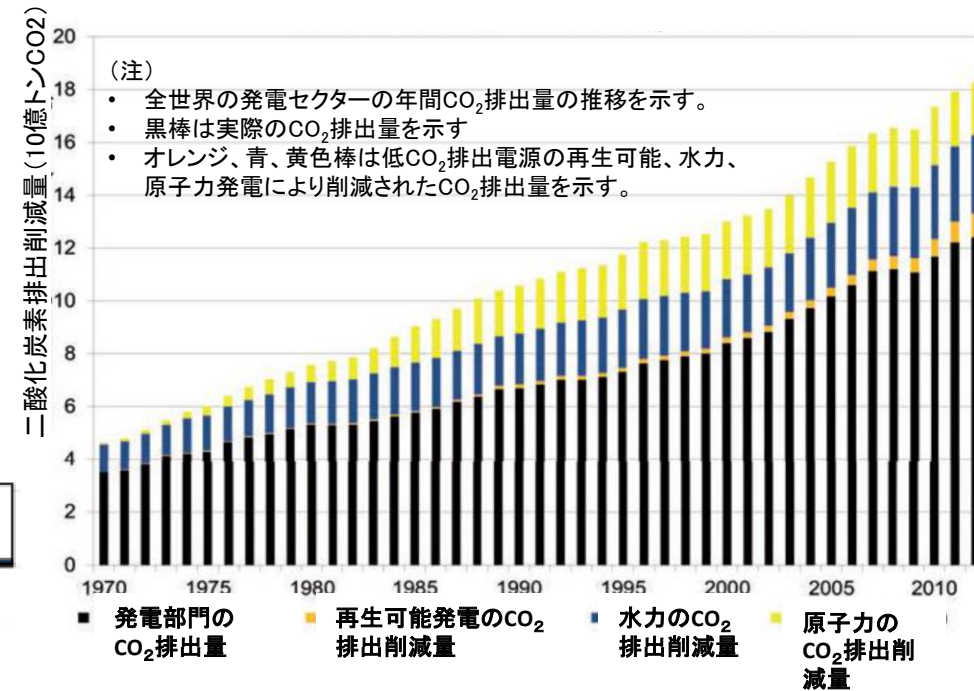
原子力発電の特徴

- 原子力発電は、現在、利用可能な技術であり、運転コストが低廉で変動も少なく安定供給に寄与するベースロード電源である。
- ライフサイクルベースで原子力発電は二酸化炭素排出量が少ない。また、低炭素電源（原子力、水力、再生可能）による二酸化炭素排出削減量は2012年世界全体で、水力29.6億トン、原子力19.8億トン、再生可能9.2億トンと見積もられている。

各種電源別のライフサイクル二酸化炭素排出量



原子力発電による二酸化炭素排出の抑制効果



Source: Centre for Life Cycle Inventories, National Renewable Energy Laboratory, International EPD

Source: IAEA Climate Change and Nuclear Power 2015

我が国の既設発電所の運転年数の状況

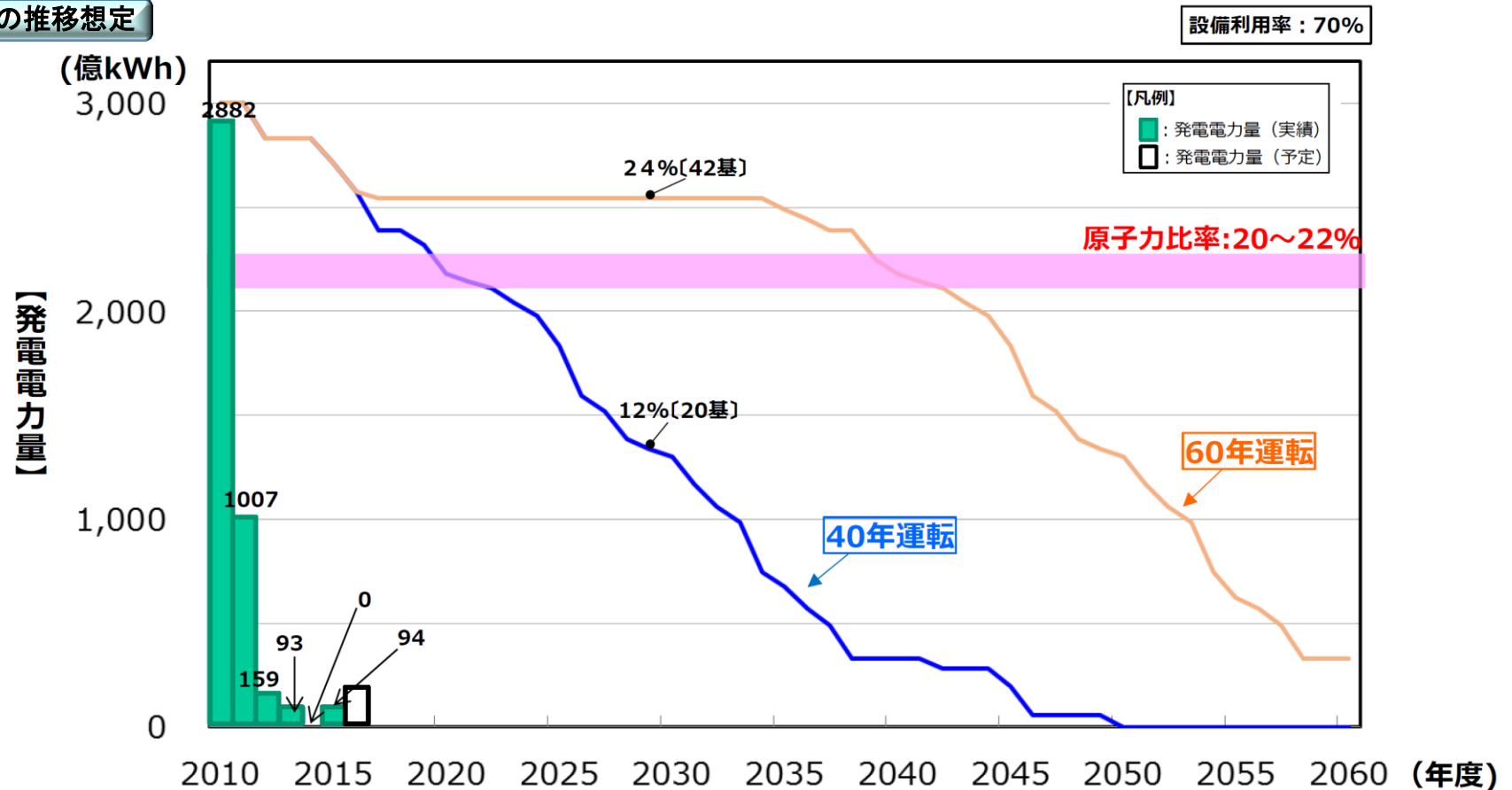
- 2030年時点での既存炉の発電見通し(発電量に占める割合)は、仮にすべての既設炉で60年運転する場合は24%となるが、40年運転の場合は12%のみとなる。

既設炉の状況

- 稼働中の炉
: 3基
- 原子炉設置変更許可がなされた炉: 5基
※うち2基は仮処分を受け停止中
- 新規規制基準への適合審査中の炉: 18基
- 適合審査未申請の炉: 19基
- 廃炉を決定した炉: 15基

(平成28年11月30日時点)

発電電力量の推移想定



我が国における原子力エネルギー利用の現状

稼働中の炉
: 3基



原子炉設置変更許可
がなされた炉: 5基



※うち2基は仮処分を受け停止中

新規規制基準への適合
審査中の炉: 18基



適合審査未申請
の炉: 19基

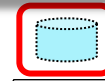
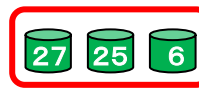
廃炉を決定
した炉: 15基



東京電力(株) 柏崎刈羽原子力発電所



北海道電力(株) 泊発電所



電源開発(株) 大間発電所

(平成28年11月30日時点)

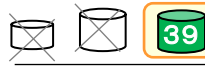
北陸電力(株) 志賀原子力発電所



日本原子力発電(株) 敦賀発電所



関西電力(株) 美浜発電所



関西電力(株)
大飯発電所



関西電力(株)
高浜発電所



- 3号機 2016年1月再稼働
- 4号機 2016年2月再稼働
- 3及び4号機 仮処分を受け停止中

中国電力(株)

島根原子力発電所



九州電力(株) 玄海原子力発電所



九州電力(株)

川内原子力発電所



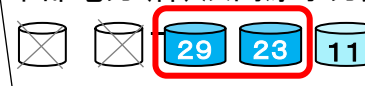
- 1号機 2015年8月再稼働
- 2号機 2015年10月再稼働
- 1号機 2016年10月定期検査開始

四国電力(株) 伊方発電所



- 3号機 2016年8月再稼働

中部電力(株) 浜岡原子力発電所



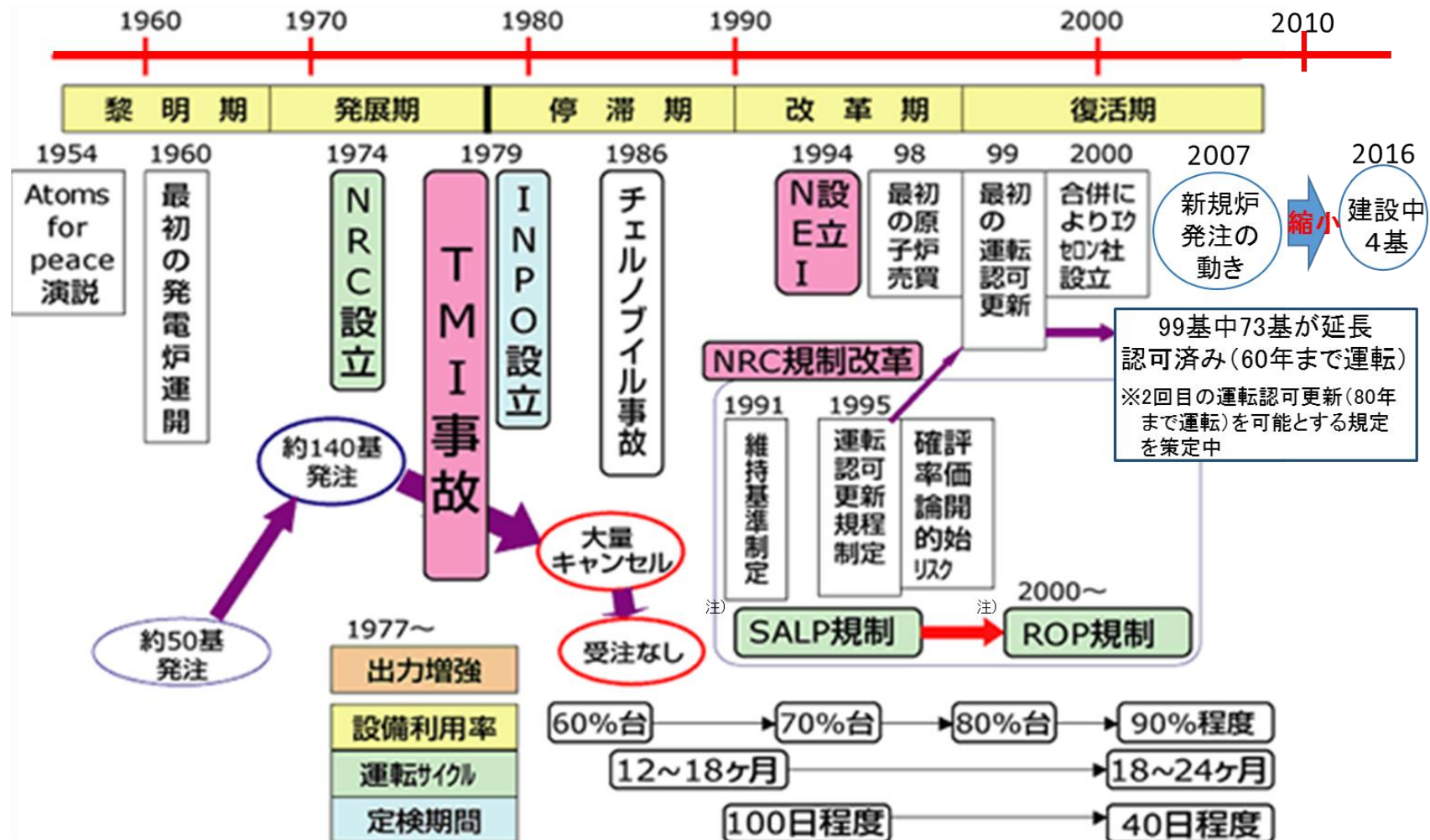
原子炉の型

- : 改良型沸騰水型軽水炉(ABWR)
(Advanced Boiling Water Reactor)
- : 沸騰水型軽水炉(BWR)
(Boiling Water Reactor)
- : 加圧型軽水炉(PWR)
(Pressurized Water Reactor)

年数
建設中

米国における軽水炉利用の経緯①

- 米国では、スリー・マイルアイランド原子力発電所事故以降、原子力発電運転協会(INPO)・原子力エネルギー協会(NEI)等を中心とした自主的な安全性向上やリスクマネジメントの実践とともに、稼働実績及びリスク情報に基づいた規制の導入による客観性の向上に取り組んできた。
- その結果として、重要事象の発生頻度の減少や、稼働率向上、出力向上を達成し、総発電電力量の増加にもつながり、安全性と経済性を両立。



米国における軽水炉利用の経緯②～原子力安全向上の取組～

産業界

- 商業用原子力発電所の安全性と信頼性の向上を目的とした自主規制機関である原子力発電運転協会 (INPO) が、以下の取組等を実施。
 - 現場調査等により、運転員の知識と業務遂行能力、施設・装置の状態、運転プログラムと手順、施設管理の効率等の発電所の運転状況を調査。その結果を5段階で評価し、情報の共有のため「CEO会議」でINPO代表から直接報告。評価結果がよい場合、原子力財産保険の保険料が減免されるインセンティブがある。
 - 原子力発電所で起きた事故・事象の評価を支援するとともに、事故原因と対応策等の情報について事業者間で共有を進め、各事業者が最高の業務状況となる様に図っている。
 - 原子炉運転の専門家や運転員の訓練や、運転・営繕などに関する技術や管理方法の具体的な支援を実施。
- 事業者では、日常の運転保守活動においてリスクマネジメントを実践。さらに、INPOではエクセレンス (エクセレンス) を取りまとめ、事業者間で共有している。
 - 経営陣を含めたミーティングを毎日実施し、日々のリスク情報を共有 (日本の場合発電所内での共有の場合が多い)。
 - 設備の変更時やマニュアル変更時に、常にリスク評価を行いレビューを心掛けている。

規制

- 稼働実績とリスク情報に基づいた原子炉監視プロセス (ROP) を実施。
- ROP制度では、検査結果とパフォーマンス指標を用いて、プラント毎にパフォーマンスを評価し、その結果を総合に判断して追加検査等の規制措置を実施。

【TMI以降の産業界とNRCの大まかな動き】

80年代初期

- ◆ 1980年から約20年間
系統的な運転実績評価 (SALP: Systematic Assessment of Licensee Performance) を導入
- ◆ TMI事故以降、NRCの規制は厳格化

80年後半～2000年

- ◆ NRCの活動の中心は、新規建設の許認可から運転プラントの安全監視へ徐々に移行
- ◆ **規制への科学的合理性の導入・効率化**を順次、実施

2000年 4月全発電所に対するROPを施行

- ◆ SLAPを見直して原子炉監視プロセス (ROP: Reactor Oversight Process) を導入
- ◆ **稼働実績、リスク情報**に基づいた規制で、客観性を向上

産業界からNRC規制への懸念等

- 1986年 産業界とNRCの協調・コミュニケーションの重要性を指摘した「Sillinレポート」策定
- 1994年 NRCの規制プロセスに対する「Towers Perrinレポート」策定

等

- 1991年 NRCが24か月運転の技術仕様書変更のガイドライン (Generic Letter 91-04) 発行
- 1995年 NRCがPRA政策声明
リスク情報を活用した規制ガイドライン (RG1. 171) 発行
- 1997年 NRCがパフォーマンスベース検査ガイダンス (SECY-97-231) 発行

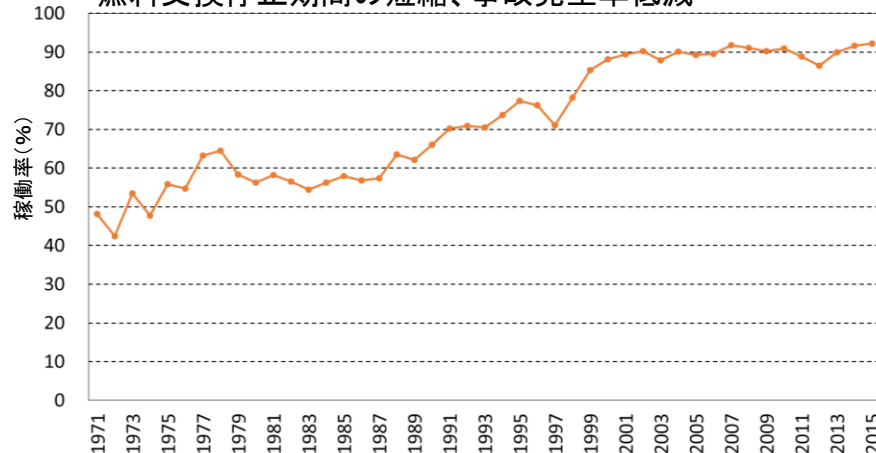
等

米国における軽水炉利用の経緯③～発電電力量の推移～

- 米国では、自主的な安全性向上やリスクマネジメントの実践及び稼働実績及びリスク情報に基づいた規制の導入による客観性の向上に取り組み、その結果として、重要事象の発生頻度の減少や、稼働率向上、出力向上を達成し、総発電電力量の増加にもつながり、安全性と経済性を両立。

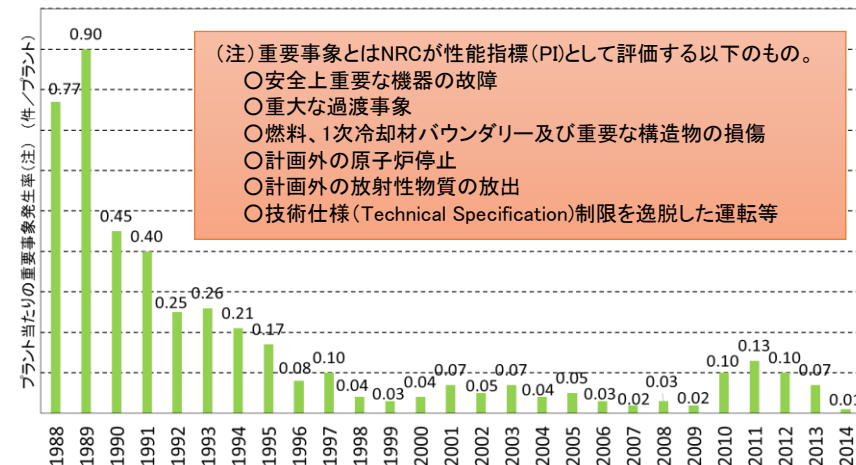
稼働率の推移

- 運転サイクル長期化(12か月から段階的に24か月運転)、燃料交換停止期間の短縮、事故発生率低減



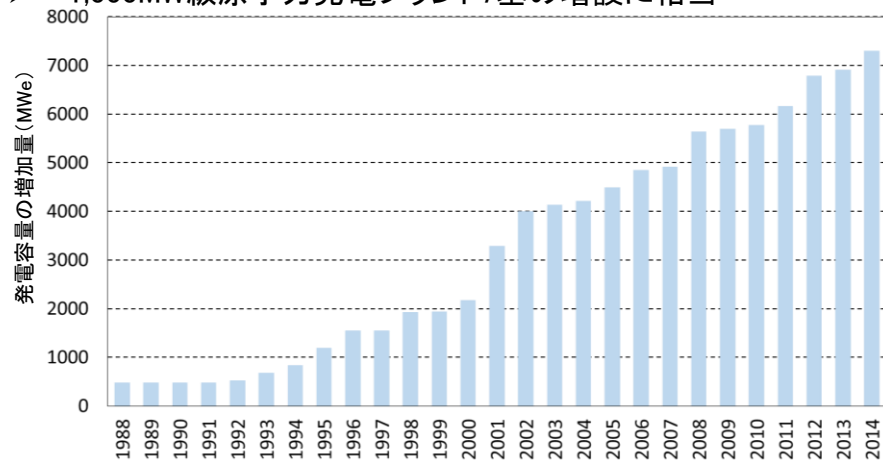
重要事象発生率の推移

- 重要事象発生率は、1990年頃から減少。



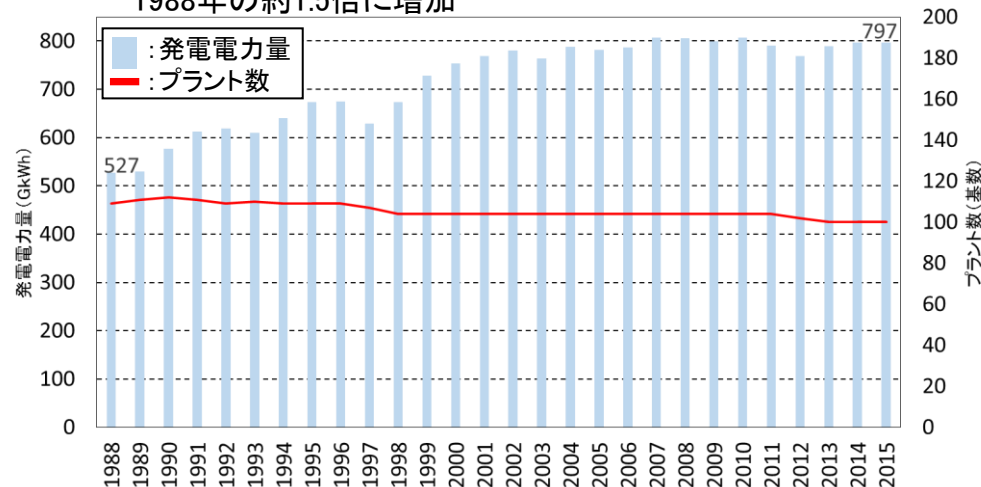
出力向上による発電容量の増加量の推移

- 43基の出力向上が認可され、発電容量の増加は累計7,300MWeに。
➤ 1,000MW級原子力発電プラント7基の増設に相当



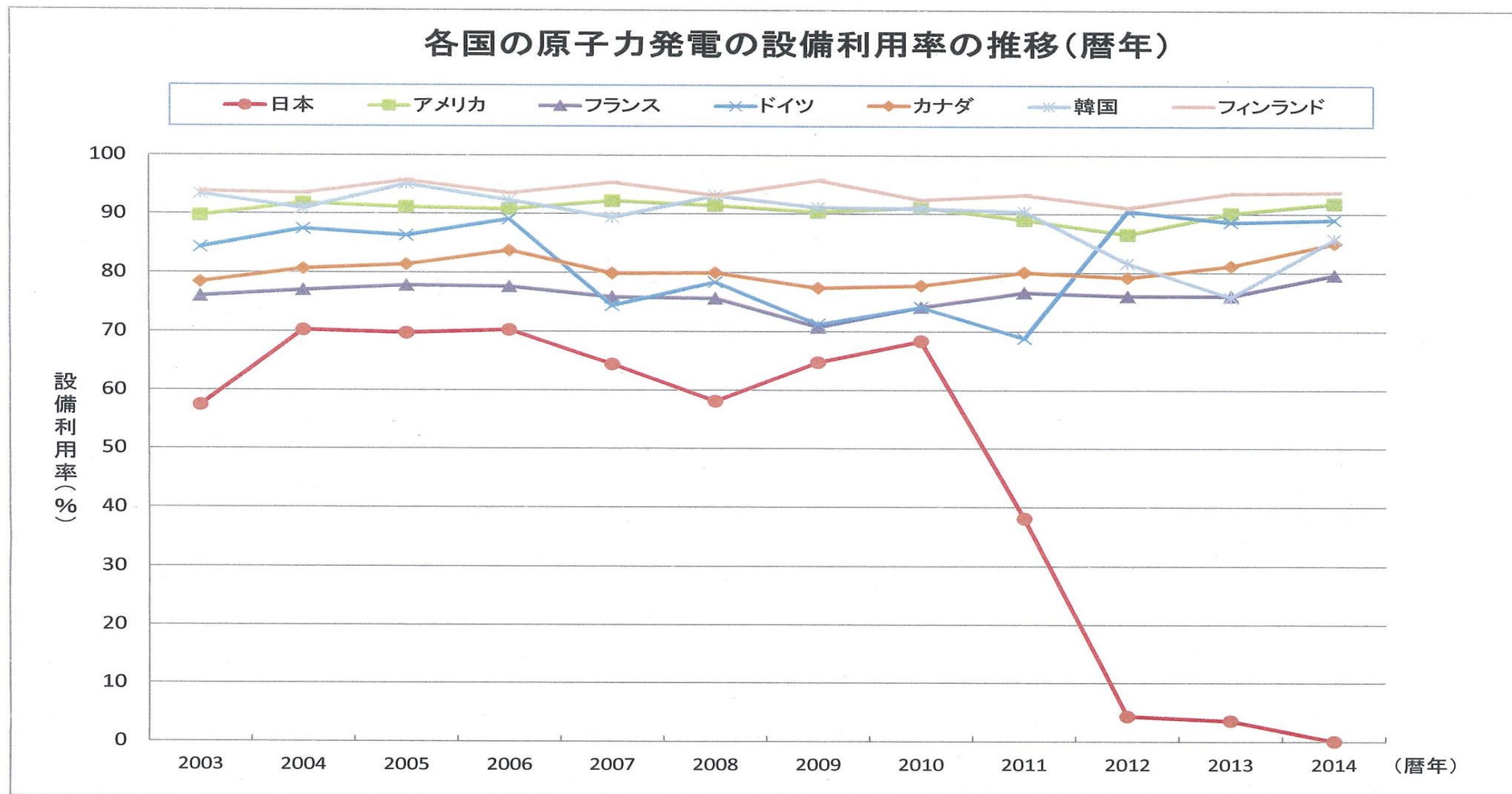
発電電力量の推移

- プラント数は増加していないが、2015年の発電電力量は1988年の約1.5倍に増加

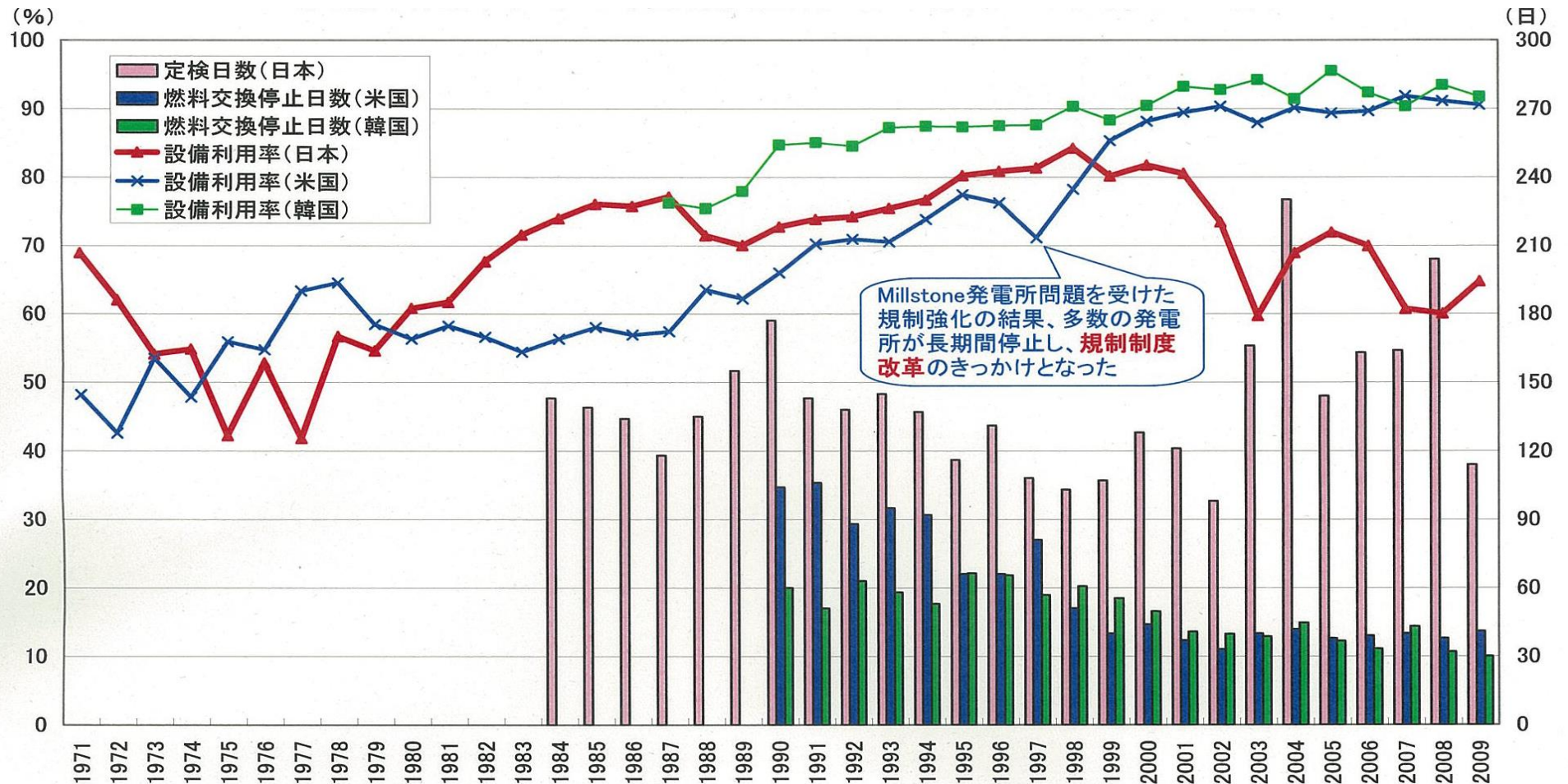


設備利用率の国際比較

➤ 米国や韓国等では、原子力発電の設備利用率は約90%であるが、震災前の我が国の利用率は70%程度に留まっている。



定期検査停止日数の国際比較



(出典) 米国: NEI(米国原子力エネルギー協会)のデータより

韓国: 韓国水力原子力会社発表より。ただし、1987年～1991年の設備利用率はIAEAのデータより

日本: 運転管理年報より (注1: 日本は年度データ 注2: 日本の定検日数には調整運転期間の約1ヶ月を含む。)

(注3: 定検日数は、当該年度に終了した定検を対象として、平均値を算出している。

このため、日本の2003年の設備利用率は前後の年よりも低くなっているが、定検日数は2004年が前後の年よりも長くなっている。)

我が国の中間貯蔵の現状

- 最終処分に向けた取組を進める間も、原子力発電に伴って発生する使用済燃料を安全に管理する必要があり、使用済燃料の貯蔵能力の拡大に向けた取組を進める必要。この取組は再稼働や廃炉のためにも重要。
- 第3回最終処分関係閣僚会議において、使用済燃料対策の強化に向けた国としての基本姿勢及び国や事業者による具体策を盛り込んだ「使用済燃料対策に関するアクションプラン」を策定。
- これを踏まえ、電力9社と日本原子力発電で構成する協議会を設置し、使用済燃料貯蔵能力拡大に向けた検討を実施。使用済燃料プールの貯蔵能力の拡大(リラッキング)、原子力発電所敷地内外に使用済燃料を収納するキャスクを保管するための施設を設置(乾式貯蔵施設、中間貯蔵施設の例を参照)。

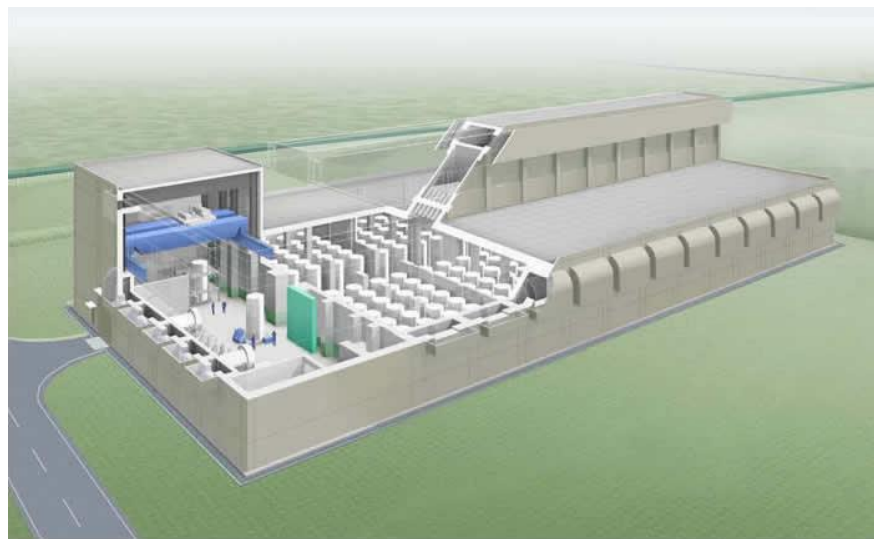
【乾式貯蔵施設の例】



日本原子力発電(株)東海第二発電所(乾式貯蔵方式)
(発電所敷地内)

所在地：茨城県那珂郡東海村 運用開始：2001年
建屋規模：54m×26m×高さ21m 貯蔵容量：約250tU

【中間貯蔵施設の例】



リサイクル燃料貯蔵(株)の建屋イメージ(乾式貯蔵方式)
(発電所敷地外)

所在地：青森県むつ市
建屋規模：約131m×約62m×高さ約28m
貯蔵容量：最終貯蔵量5,000tU (1棟目3,000tU)

我が国の原子力発電所の使用済燃料の貯蔵状況

- 各原子力発電所では使用済燃料プールや乾式キャスクにより使用済燃料を貯蔵。管理容量が約21,000トンであるところ、現在、約14,000トンの使用済燃料が貯蔵されている。
- 全体として一定の貯蔵余地が確保されている状況にあるが、貯蔵容量に余裕のないサイトも存在する。使用済燃料貯蔵対策の充実・強化は重要な政策課題である。

(2014年3月末時点)【単位:トンU】

発電所名		1 炉心	1 取替分 (A)	使用済燃料貯蔵量 (B)	管理容量 (C)	管理余裕 (C) - (B)	管理容量を超過するまでの期間 (年) $((C) - (B)) / ((A) * 12 / 16)$
北海道	泊	170	50	400	1,020	620	16.5
東北	女川	260	60	420	790	370	8.2
	東通	130	30	100	440	340	15.1
東京	福島第一	—	—	1,960	2,270	—	—
	福島第二	520	120	1,120	1,360	—	—
	柏崎刈羽	960	230	2,370	2,910	540	3.1
中部	浜岡	410	100	1,140	1,740	600	8.0
北陸	志賀	210	50	150	690	540	14.4
関西	美浜	160	50	390	670	280	7.5
	高浜	290	100	1,160	1,730	570	7.6
	大飯	360	110	1,420	2,020	600	7.3
中国	島根	170	40	390	600	210	7.0
四国	伊方	170	50	610	940	330	8.8
九州	玄海	270	90	870	1,070	200	3.0
	川内	140	50	890	1,290	400	10.7
原電	敦賀	140	40	580	860	280	9.3
	東海第二	130	30	370	440	70	3.1
合計		4,490	1,200	14,330	20,810	5,950	—

注) 管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心+1取替分を差し引いた容量」。なお、中部電力の浜岡の管理容量は、運転を終了した1、2号機の管理容量を含めた値としている。

注) 四捨五入の関係で、合計値は各項目を加算した数値と一致しない場合がある。

注) 管理容量を超過するまでの期間は、仮に再処理工場への搬出がなく発電所の全機が一斉稼働し、燃料取替を16ヶ月毎に行うと仮定した場合の試算(資源エネルギー庁)

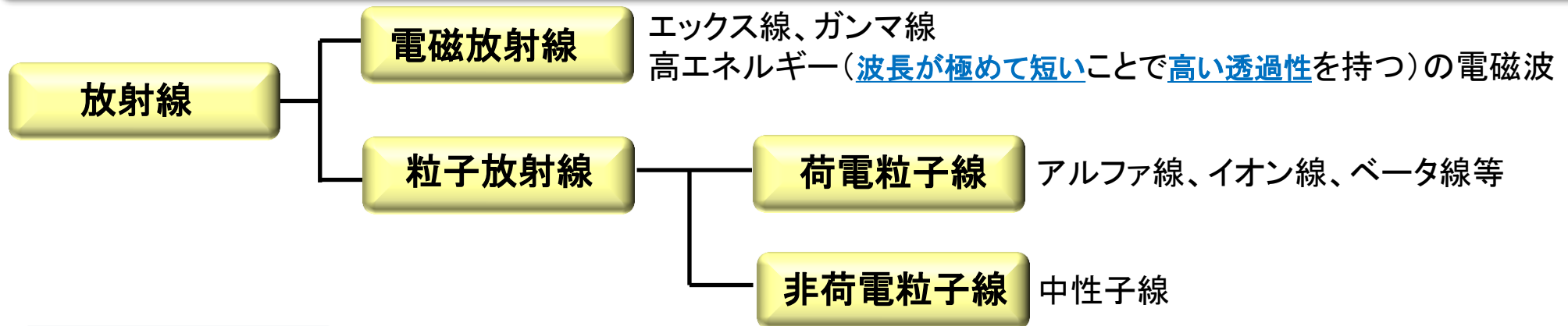
参考: 六ヶ所再処理工場の使用済燃料貯蔵量: 2,951トンU(最大貯蔵能力: 3,000トンU)

むつりサイクル燃料貯蔵センターの使用済燃料貯蔵量: 0トンU(最大貯蔵能力: 3,000トンU、2015年3月事業開始予定。将来的に5,000トンUまで拡張予定。)

補足説明資料
～放射線・放射性同位元素の利用の展開～

放射線利用の概要

- **放射線**とは、**電磁放射線**（高エネルギーの電磁波）と**粒子放射線**（高い運動エネルギーを持って流れる粒子）の総称。
- **放射線**は、**原子核反応や原子核の壊変により発生**するものと、**原子のエネルギーレベルの変化によって発生**するものがあり、いずれも直接あるいは間接的に**物質中の原子や分子を電離**（電離作用）する他、物質によっては**発光**（蛍光作用）させたり、**化学変化**を起こしたりする。
- **放射線を、医療、工業、農業、学術等の分野において利用することを「放射線利用」という。**



放射線利用の特徴

- ① 物質を透過したり、原子核で散乱したりするため、その物質や生体の内部を細部まで調べることができること
- ② 局部的に大きなエネルギーを付与して微細加工を行ったり、材料に特殊な機能を与えてこれまでの技術では得られない新しい材料を創生したりすること
- ③ 周囲への影響を抑えながら、集中的に細菌やがん細胞などを殺傷する能力を有していること
- ④ 有害な化学物質等を利用せずに加工処理ができるため、環境への負荷が小さいこと

量子ビームテクノロジー

- 技術進展により、従来と比較して強度が強く、目的にあった質の高い粒子線や電磁波の発生・制御が可能に。
- 加速器、高出力レーザー装置、研究用原子炉等の施設・設備を用いて、**高強度で高品質な量子ビームを発生・制御する技術**及びこれらを用いて高精度な加工や観察等を行う利用技術を「量子ビームテクノロジー」という。

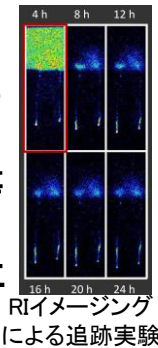
放射線利用の現状①

- 放射線は科学技術、工業、医療、農業、環境保全など幅広い分野において利用されており、科学技術の進歩、国民の福祉、国民生活の水準向上等に大きな貢献をしている。さらに、量子ビームテクノロジーの活用も進んでいる。
- 放射線発生装置や放射線同位体(RI)を利用する事業所は、国内で7,985か所(平成27年3月現在)

主な放射線利用の例

【科学技術】

- X線・中性子・量子ビームによる構造解析や材料開発等
- 放射性同位元素(RI)イメージングによる追跡解析



大強度陽子加速器施設J-PARC
(出典) 日本原子力研究開発機構

【工業】

- 精密計測
- 非破壊検査
- 材料の改良・機能性材料の創製
(自動車タイヤ、半導体素子加工プロセス等)
- 滅菌・殺菌等(医療器具等)

半導体

半導体の製造

ラジアルタイヤの製造



微細加工、不純物導入等、放射線による加工技術を利用して半導体を製造。



電子線照射によりゴムの粘着性の制御を容易にできることを利用。

【農業】

- 品種改良
耐病性イネの作出



放射線照射による突然変異を利用して新品種を開発
→188品種を開発
(2008年現在)

- 害虫防除
ウリミバエの根絶



放射線を照射し不妊化したオスを大量に放ち、孵化しない卵を産ませ、害虫を根絶

- 食品照射
ジャガイモ芽止め



(未照射)(照射済み)
放射線照射によってジャガイモ発芽を防止

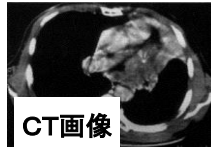
【核セキュリティ】

- 核鑑識技術(核物質等の出所、履歴、輸送経路、目的等)を分析・解析)
- 隠匿された核物質の検出

【医療】

<放射線による診断>

- レントゲン、X線CT
- PET
(陽電子放射断層撮象法)



CT画像



PET-CT装置

<放射線による治療>


- リニアック
線形加速器で作成したX線により治療する方法
- ガンマナイフ
放射性同位元素から発生するガンマ線により治療する方法
- 重粒子線による治療
加速器により加速した重粒子線(陽子線・炭素線)により治療する方法

【環境保全】

- 窒素酸化物、硫黄酸化物等の分解、除去
- ダイオキシンの要因となる揮発性有機化合物の分解等

放射線利用の現状②

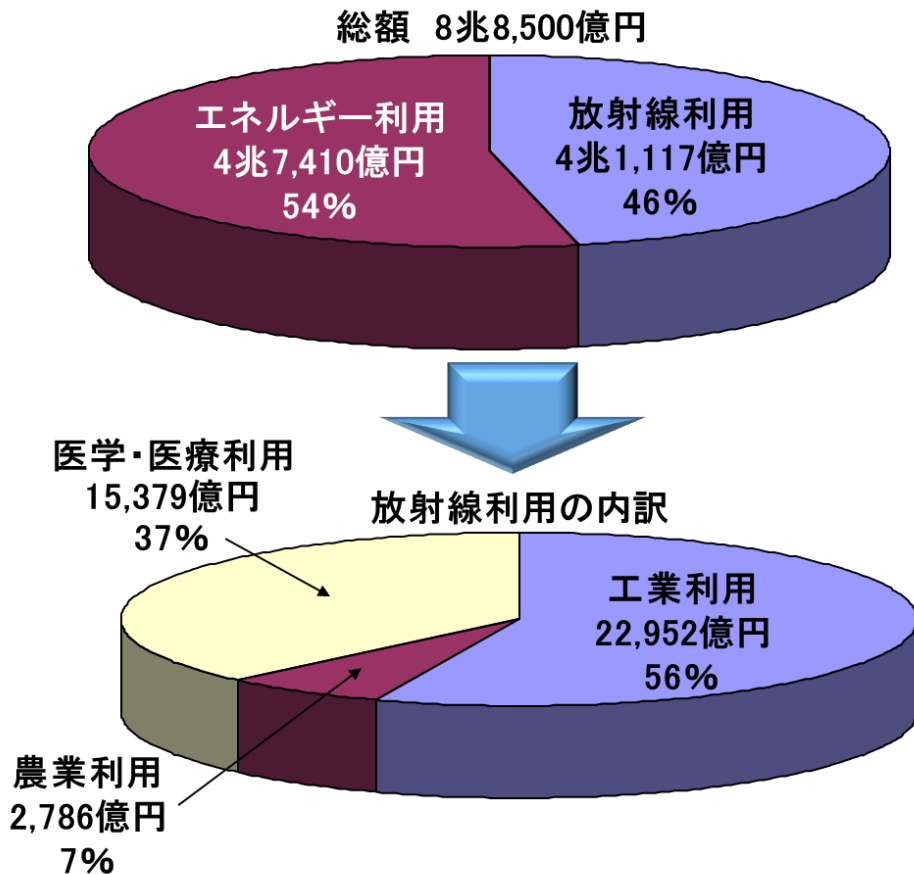
- 放射線は、『創る・加工する(原子・分子レベルで加工する)』、『観る(原子・分子レベルで観察する)』、『治す(細胞レベルで治療する)』といった形で、科学技術イノベーションや産業活動の重要なツールとして幅広い分野で利用されている。

<div></div> <div>創る・加工する</div> <div>半導体製造(イオン注入) 半導体製造(中性子ドーピング) タイヤ ボタン電池膜 燃料電池膜 超耐熱炭化ケイ素 創傷被覆材 形状記憶性樹脂 カーボンニュートラル・プラスチック 有用・有害金属捕集材 植物新品種の育種 新品種酵母 害虫駆除 食品照射</div>	<div></div> <div>観る</div> <div>高温超電導材料 磁性材料 スピントロニクス材料 表面機能材料 省エネ材料 水素貯蔵材料 リチウムイオン電池 スーパーインテリジェント触媒 宇宙用マイクロプロセッサ 遺伝子試薬 <div>観ることに よって創れる</div></div>	<div></div> <div>観る</div> <div>中性子分光 中性子ラジオグラフィ X線分光 (放射光を含む) 電子分光 陽電子分光 ポジトロンイメージング PIXEなどイオン ビーム分光 ミューオン分光 <div>観ることに よって治せる</div></div>	<div></div> <div>治す</div> <div>X線診断 X線CT MRI 骨シンチレー ション検査 PET 創薬 抗がん剤の物質 分布解析 バイスタンダー 効果 <div>観ることに よって治せる</div> X線治療 ガンマ線治療 粒子線治療 レーザー加速粒子線治療 BNCT (ホウ素中性子捕捉療法) 内用放射線治療(RI) 非侵襲血糖値センサー</div>
海水中ウラン捕集技術 セシウム捕集用給水器 FELによる解体技術 白金族元素分離回収技術		電線・ケーブル類健全性試験 応力腐食割れミクロ診断 炉内検査技術 配管変形監視技術 核鑑識技術 疑惑物資産地同定技術	<div></div> <div>←原子力エネルギーへの援用</div>

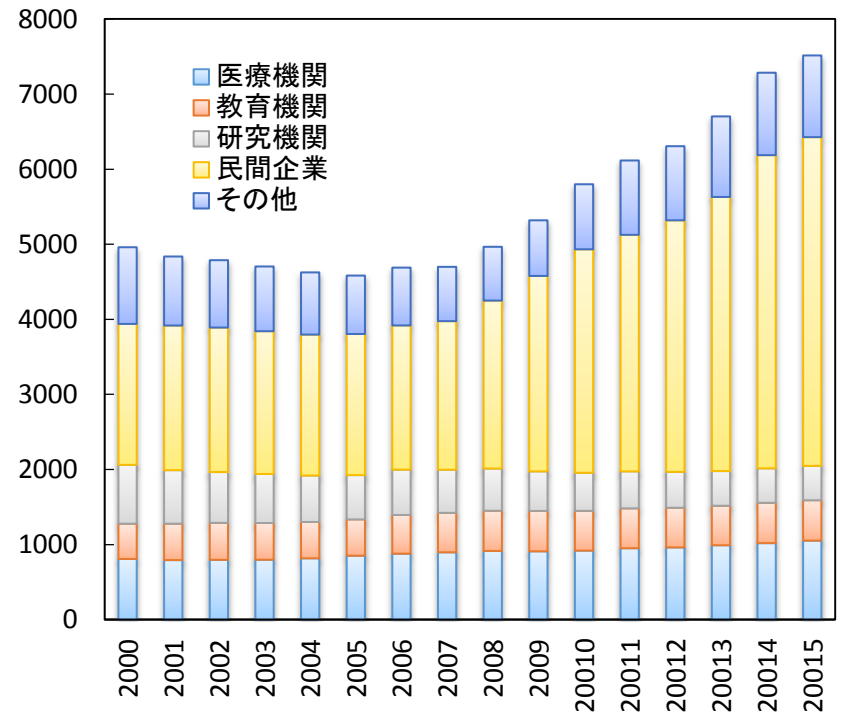
放射線利用の経済規模と利用実態

- 放射線利用はエネルギー利用と**ほぼ同じ経済規模**で利用されている。
- 放射線同位体(RI)や放射線発生装置を利用する事業所は、近年増加傾向であり、7,515か所(平成27年3月現在)である。この増加の要因は、平成17年度の設計認証制度導入に伴った表示付認証機器の届出事業者(主に民間)の増加である。一方、研究機関の数は、近年、減少傾向にある。

平成17年度の放射線利用の経済規模



放射線同位体(RI)・放射線発生装置の使用許可・届出事業所数の推移



注1) 放射線障害防止法の規定にもとづいて、RIまたは放射線発生装置の使用を原子力規制委員会に許可された事業所(許可事業者)及び、1個または1式あたりの放射能が下限数量の1,000倍以下の密封された放射性同位元素のみの使用を原子力規制委員会に届け出た事業所、表示付認証機器の使用を届け出た事業所の推移
 注2) 放射線障害防止のための機能を有する部分の設計や使用条件等が、国または登録機関による認証を受けた設計に合致することがあらかじめ認証された機器