

# 今後の原子力利用について

2015年4月7日

京都大学名誉教授  
京都大学客員教授  
原子力損害賠償・廃炉等支援機構

山名 元

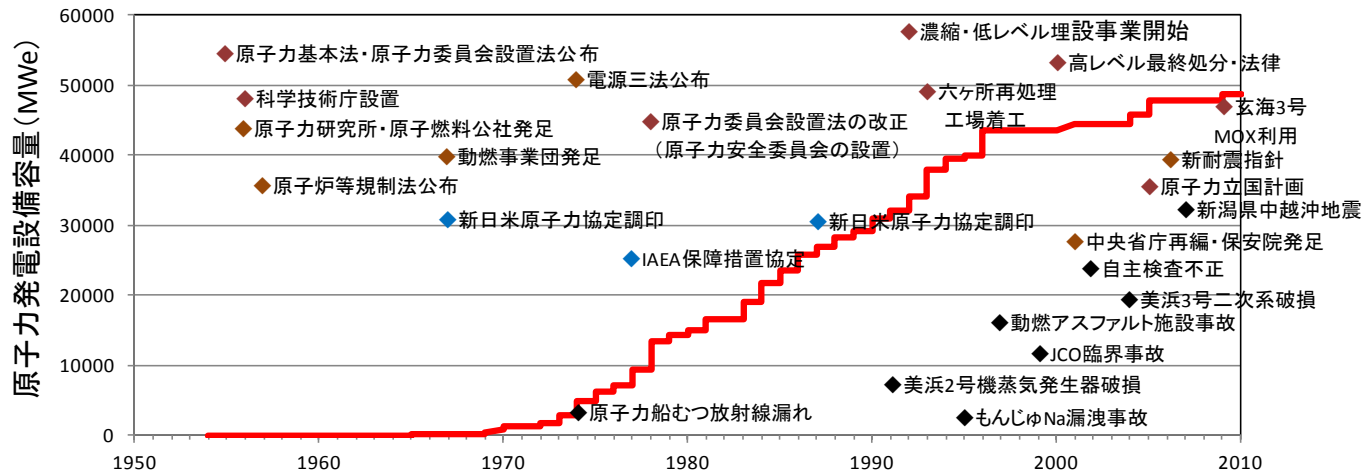
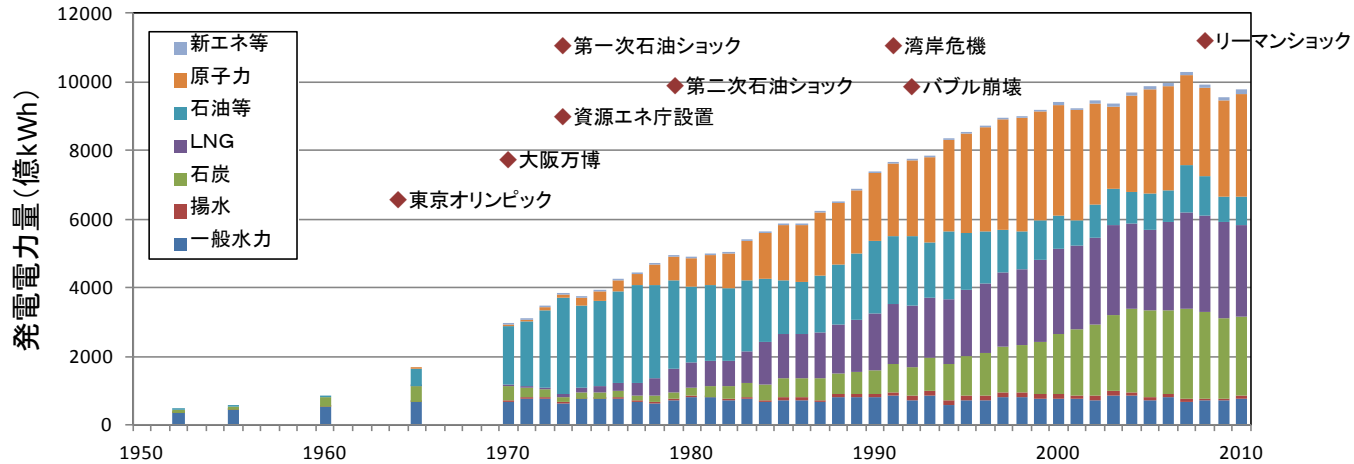
# 原子力を取り巻く最近の状況

- 福島第一事故を契機として、①エネルギー基本計画の改訂と関連個別政策の検討、②原子力安全規制の刷新を受けての再稼働に向けた取組、③福島第一事故後措置と廃炉への取組、等が行われてきた。
- 原子力については、エネルギー基本計画において、エネルギー安全保障や地球温暖化等の観点からの位置づけが再認識され、今後の原子力政策の課題についても審議が進められている。エネルギー政策レベルでは、原子力への認識は一定の収束に向かいつつあるという認識。
- 一方で、原子力に対する国民の忌避感情は相当に強い。事故を受けての心理的・感情的な反発は当然として、現実的に、国民、政治、文化人や有識者、メディア等において、原子力に対する認識が極めてネガティブな現状は、極めて深刻である。「大衆の応援がない技術には将来はない」という危機感が必要である。
- これを背景とした「Reputation Risk」が、我が国における原子力の、当面の最大の問題であり、この「原子力に対する負の国民意識の定着」の解決を目指すことが、「健全な原子力」にとっての基本である。すなわち、「国家レベルでの重要性」と「個人レベルでのマイナス意識」の間の大きなギャップ(仮称:国民ギャップ)を解消しない限り、原子力を含むエネルギー体系の運営において、大きな国民的ロスが発生し続けるという危機感がある。

# 原子力を取り巻く最近の状況

- エネルギー基本計画の改訂を受けて、エネルギー需給長期見通しや原子力政策の審議や、事業者側での再稼働準備が進んでいるが、多くの国民には、原子力全体の構造が変わらないままで、個別の政策措置が進んでいるように見えているのではないかと。エネルギー政策の再構築が急務であり進捗しているが、国民ギャップの解消のための本質的な取組が国民に見えないままでは、社会的な脆弱性が維持されたままになる。
- 原子力利用の個別施策の策定を進めることは急務としても、同時に、この国民ギャップを本質的に解消するような強化の取組が並行して行われているかという点、現状では全く不十分であり、資源エネルギー庁や文部科学省が取りえる政策措置はそれぞれの所管のタスクに限定される。国民ギャップの解消に向けた、「原子力全体を俯瞰する(権威ある)基本方針」を、政府のメッセージとして国民に提示することを急ぐ必要があるのではないかと。
- 原子力委員会が検討中の「基本的考え方」は、このような「What is the Nuclear in Japan?」を改めて仕切りなおす「政府の宣言」であるべきで、原子力行政や原子力事業者が尊重する権威のあるものとして期待したい。

# 原子力利用の歴史



山名 元、伝熱 2013年4月(J. HTSJ, Vol. 52, No. 219)



# 原子力を取り巻く最近の状況

- 1960年代からの、石油依存からの脱却を目指す国策として進められた我が国の原子力利用は、国民からの「サイレントな理解」により支えられてきたと言える。しかしながら、1990年代後半以降から不祥事や事故が継続的に発生した経緯からは、組織的(あるいは制度等)に内在する問題が蓄積されていたと見られる。結果的に、福島第一発電所の事故によって原子力界に対する信頼は致命的に失われた。
- この経緯を背景とした現状において、①原子力発電規模がこれから縮小に向かうこと、②原子力安全の抜本強化が重要であり既に進められていること、③過去50年の間に蓄積された様々なレガシー(放射性廃棄物、老朽施設等)への対応が急務になっていること、④電力システム改革が予定されること、⑤世界的なエネルギー見通しや資源市場が変化しつつあること、⑥原子力に対する国民感情が激変していること、⑦原子力発電設備の経年化や原子力関連研究施設の経年化も顕著になりつつあること、⑧原子力関連技術者の引退等の世代交代の時期に既に入っていること、等を考慮するなら、「原子力に関わる基本認識や考え方」を、改めて再定義して国民に示すことが重要ではないか。
- 原子力委員会が検討中の「基本的考え方」には、この「原子力の再定義」を期待したい。原子力の根幹的課題に関する、原子力基本法の最新解釈とも言えるような政府認識の提示を期待したい。

# 原子力を取り巻く最近の状況(1)

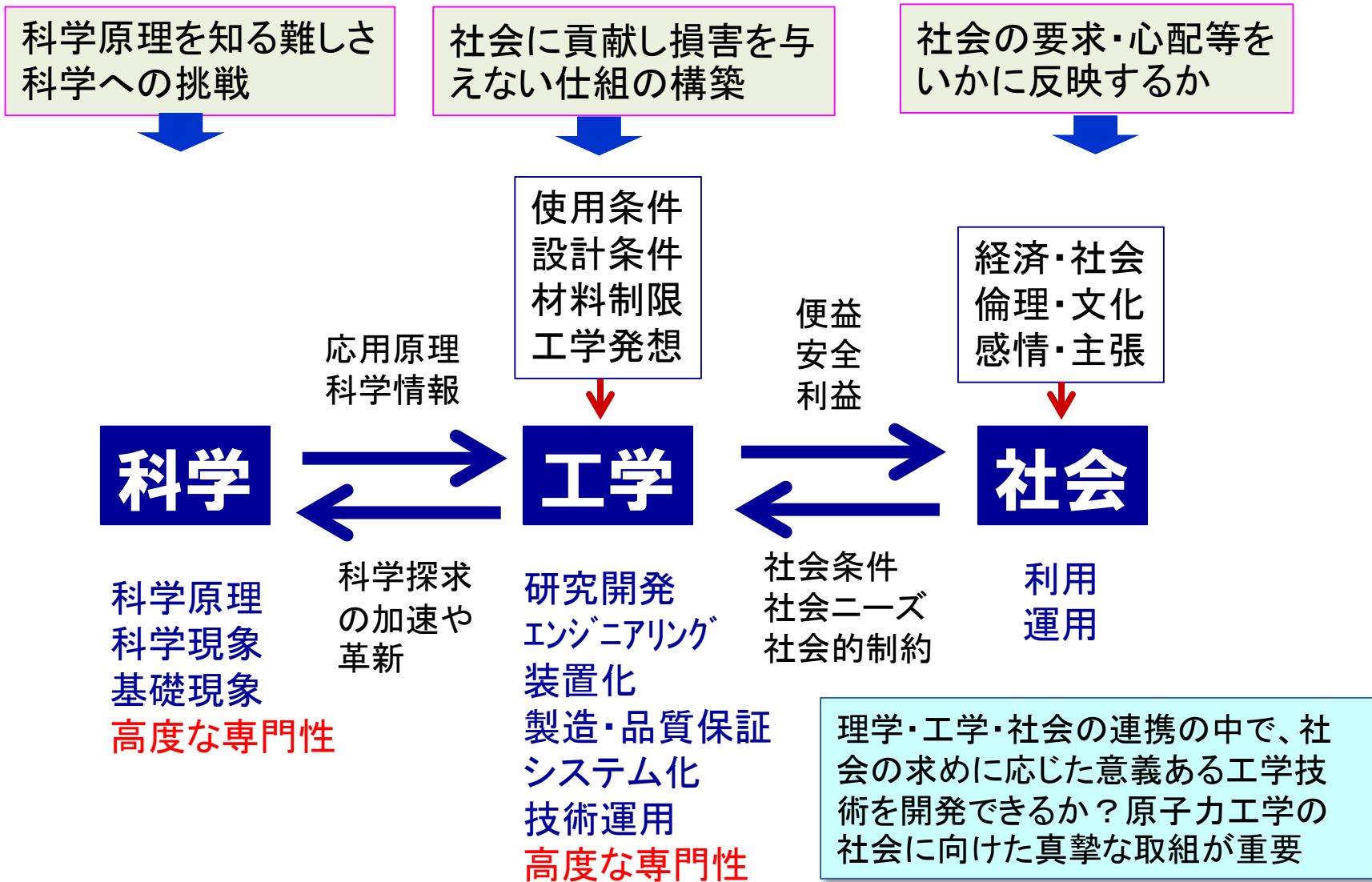
- 「基本的考え方」には、従来の原子力政策大綱の前半部分に書かれていたようなテーマに加えて、事故後の反省に基づいた新たなテーマについて触れることが必要ではないか。例えば、以下のようなテーマについての明確な見解を期待する(原子力委員会が既に公表している「見解」についてもカバー)

- ① 福島第一原子力発電所事故の総括・反省と教訓
- ② 原子力安全・環境安全・原子力リスクに対する基本的考え方
- ③ 国民との情報共有と対話の基本的考え方 (Stakeholder Involvementとリスクコミュニケーションの重要性)
- ④ 原子力開発と原子力研究の在り方 (工学と科学、将来原子力開発)
- ⑤ 原子力災害と賠償の在り方 (原子力委員会にて検討中)
- ⑥ 国と民間の責任と役割の分担
- ⑦ 日本のエネルギー戦略への原子力の貢献 (原子力の意義と役割)
- ⑧ 地球温暖化に対する原子力利用の意義
- ⑨ 国際関係と核不拡散への取組
- ⑩ 放射性廃棄物取組の基本的考え方
- ⑪ 原子力科学・工学等の人材育成と技術継承の基本的考え方
- ⑫ 原子力に関わる産業界と学术界の連携の在り方 (大学や研究機関の存続)
- ⑬ 原子力施設の廃止への取組 (レガシーへの取組)
- ⑭ 福島第一原子力発電所事故影響への対応と廃炉

## 原子力を取り巻く最近の状況(2)

- 特に、「①福島第一原子力発電所事故の総括」は、国民世論に向けて必須の事項である(黒川先生、畑村先生の指摘等)。この事故総括は、対国民説明のためだけではなく、世界に向けた日本の原子力技術の信頼回復のためにも必須の取組。
- また、福島事故に至った構造的原因のうち、①本質的な閉鎖性、②情報公開や対話の不足、③責任所在の曖昧さ、④規制の虜、⑤技術的イマジネーションの欠如、⑥安全文化の不徹底と安全神話、などについては、真摯にレビューする必要がある、これらは、今後の原子力運営の基本的な問題。
- 技術面においては、①産学間の技術交流の不十分性、②研究分野の偏り、③基礎研究や基盤研究の弱体化、④異分野交流の少なさ、⑤研究施設の不足、⑥大学での原子力取組の衰退、など問題も多々あり。
- 海外の先行例を聞くと、国民との対話やリスクコミュニケーションの重要性は、疑う余地がない。国民との対話を政府の責任で本格的に拡大することが必要である。
- 現在、先行して進められている、資源エネルギー庁による原子力政策の個別案件や文部科学省における研究開発の政策についても、これらの「基本的考え方」に整合して検討される事が基本。







- 当初、国策という大枠における、原子力への国民からの「サイレントな理解」が基本であった。原子力の優れた「外部経済効果(高いエネルギー安全保障効果、地球温暖化に対する優位性、低廉他)」は、電力事業の公益性を支えるための「総括原価方式」の中で実現されてきたのが実態である。
- しかしながら、今後、予定される電力システム改革によって、総括原価方式による公益性確保の仕組みは大きく変わることになる。競争環境下であり、国民からの「サイレントな理解」が当たり前ではなくなる状況で、国家的メリットを目指す原子力利用を継続する上では、国民的理解に加えて、様々な具体的な政策的な措置が必要になる。
- 原子力に関わる個別政策については、資源エネルギー庁や文部科学省がそれぞれの所管において実施してゆくことになる。そのような個別施策抜きでは、電気事業の自由化の中での安定な原子力利用が期待できないからである。

⇒ 以下、電力システム改革後の原子力発電事業の在り方についての個人見解

# 自由環境下(電力システム改革)での原子力政策の課題

進行中のエネルギーミックスの審議の結果を待つ必要があるが、原子力が一定規模で必要との判断や、当面の原子力利用が必要という判断においては、適切な政策的な措置が必要である。資源エネルギー庁による取組と、その背景となるべき原子力委員会の「国家的ロジック」の存在が重要。

- ① 円滑な廃炉に向けた政策的措置(会計制度の改正を決定済み)
- ② 事業者の「安全強化に向けた自主的な取組」を誘導する政策
- ③ 核燃料サイクル事業の在り方に向けた政策的措置(事業の在り方・費用の確保)
- ④ 高レベル放射性廃棄物の最終処分にむけた政策的措置(前面に出た国の関与)
- ⑤ 廃炉廃棄物の処分にむけた規制の整備
- ⑥ 新規炉やリプレースが必要な場合の事業円滑化の政策措置(ファイナンス保証等)
- ⑦ 原子力安全規制の実効性強化(規制委員会マター)
- ⑧ 既設炉の延長利用が必要とされる場合、これを円滑に進める安全規制の実効性強化の措置(規制委員会マター)
- ⑨ 万一の事故に対する防災上の措置(防災拡充)
- ⑩ 万一の大事故に対する民間責任と国の責任の定義づけ(原賠法の改正)
- ⑪ 原子力や放射線利用に関わる人材育成や研究教育拠点の確保の政策措置(研究開発や教育政策)
- ⑫ 自由化後の原子力発電料金の考え方

# 原子力利用検討の考え方(1)

- 原子力政策の在り方を議論する上で、最も基本的な判断は「原子力の利用規模と計画(規模や時間軸)」に対する認識である
- 原子力利用規模を、需要や国益側からどのように見積もるかが基本。その際、「可能な限り低減」の規模感として、いくつかのケースを設定し、それぞれに於いて必要な政策措置を考えるべき
- 原子力利用の価値は主に、①経済性(価格の低さ)だけでなく、②海外依存度の低さ(海外からの独立性=自給率)、③温室効果ガスを排出しないという環境メリット、などの外部経済性にある。従って、原子力は、経済的な自由競争の場に馴染みにくい側面がある
- ①石油火力のようにとっても高いが調整電源として必須のもの、②石炭火力のように低廉で安定な利用を確保しつつ環境面から制限を設けるべきもの、③原子力のようにエネルギー安全保障に強いが何らかの国家管理を必要とするもの、④再生可能エネルギーのように期待されるがインフラとの整合や機能面から簡単な導入が難しいもの、等が存在しており、これらを3E(経済性・環境適合・エネルギー安全保障)の視点から全体として「最適に混ぜる」ことが重要
- 競争原理の導入により事業の効率化が強く求められるものの、「国全体としてエネルギー・ベストミックス」の達成は、市場メカニズムだけでは無理で、各エネルギー源に対する何らかの政策措置が必要なのは、自明

## 原子力利用検討の考え方(2)

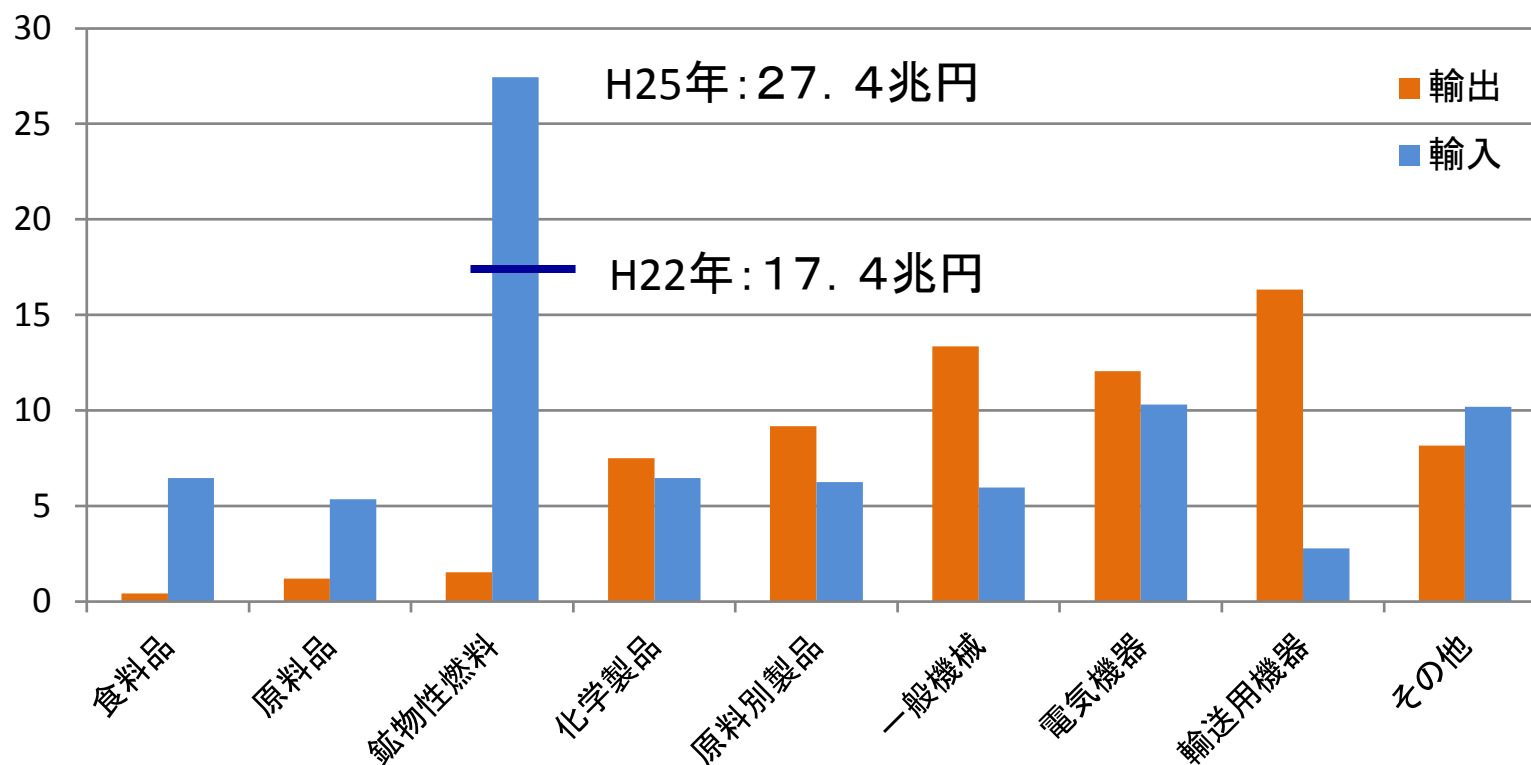
- 現時点で考えるべき原子力利用には、二つの異なった概念がある。両者を混同し過ぎないことが大切(ただし、両者には一定の連関がある)
  1. 既設の原子炉を価値ある電源として利用する(既設炉利用の課題)
  2. 新設を含めた一定規模の原子力利用規模を継続する(継続利用の課題)
- 原子力には、①民営事業として政策措置が必要な面と、②原子力という特異な技術の特殊性に関して必要な措置、の二つの面が存在する
- 民営事業としての特殊性としては、①事業予見性が低い中での大きな設備投資が必要というファイナンス上のリスクの存在、②安全規制の予見性が低い事など外部条件が変化するリスク等、を挙げることが出来る
- 原子力という特異な技術の特殊性としては、①放射性廃棄物や使用済燃料管理のような放射能起源の問題が付随すること、②核不拡散等の国際政治に関わる制約が存在すること、③国民感情や市民による理解のような「社会的パーセプション」の敷居が存在すること等、を挙げることが出来る
- 過去のレガシーに対する事業者の責任を全うさせることも、政策目的の一つ
- 要するに、原子力を「国策民営」スタイルで利用する上での、民間責任と国の関与(政策措置)の境界をどのように定めるかが、議論の核心である

# エネルギー安全保障の視点(貿易収支と燃料費)

燃料輸入は、日本の生命線

(平成25年の貿易収支)

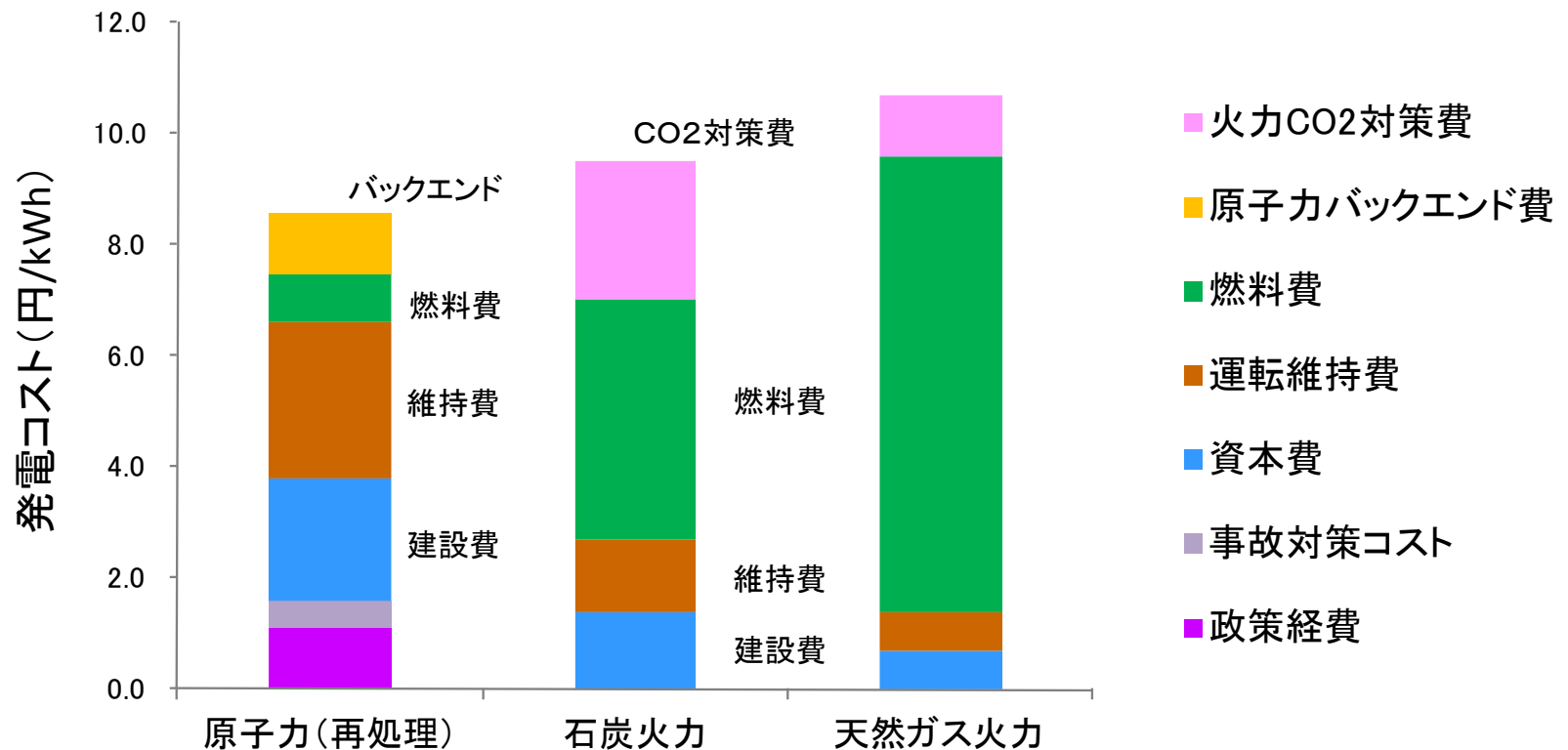
単位:兆円



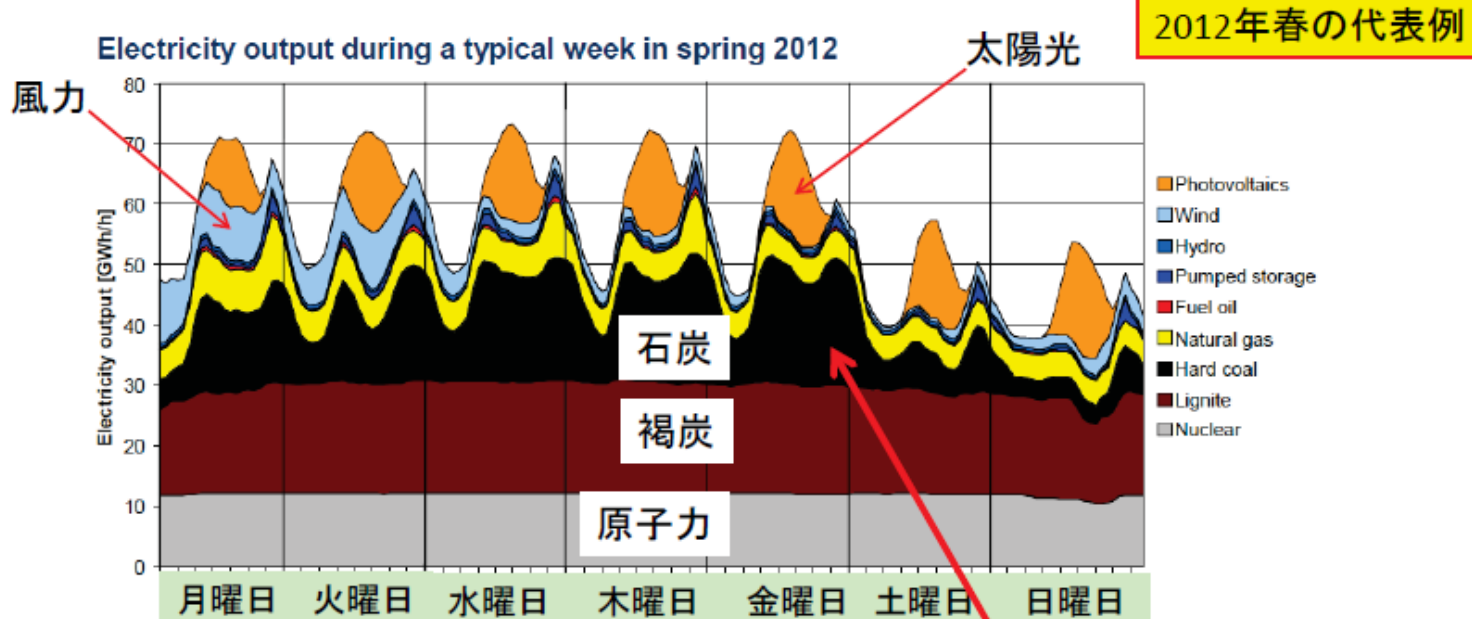
# 原子力発電と火力発電の本質的性格の違い（輸入電気と自作電気）

火力発電： 産ガス国や産油国(海外)に金を払って作る電気

原子力発電： 国内の産業や技術者に金を払って作る電気



●風力・太陽光の優先利用は石炭火力の犠牲の上に成り立っている！



Consequences for short-notice dispatch of power plants:

- Several start-ups and shutdowns every day
- High load change rates
- Few hours of supply to the grid

◆再生エネルギーによる  
負荷変動は石炭火力  
が担っている

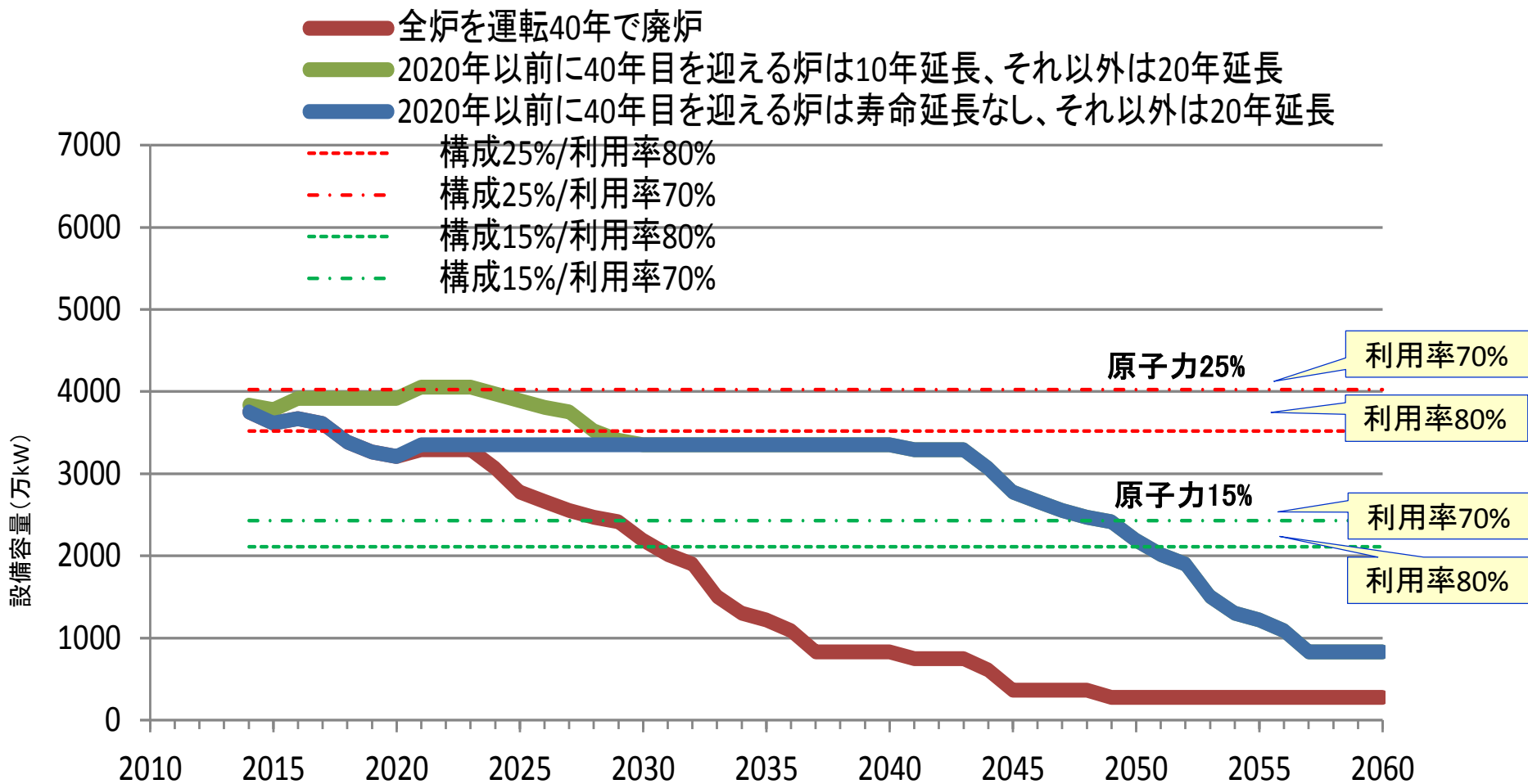
Data source: Information provided on the EEX transparency platform  
26.09.2013 Ways for a Generator to deal with the German "Energiewende"

2013.9.26 VGB CongressにおけるSTEAG社発表資料より

総合エネルギー調査会 長期エネルギー需給見通し小委員会資料より



# 原子力発電設備の減少



# 原子力政策は他のエネルギー源に対する政策と連携して検討されるべき

- 原子力に関わる政策措置だけでなく、以下の政策が連携して取られないと、電源全体としてのシステムの最適化は出来ないと思われる。
- 石炭火力の増強を支援しつつ制限する政策
- 天然ガス火力のリプレイスと高効率化を図る政策
- 天然ガス火力を再生可能エネルギーの調整電源・バックアップ電源として使用するための政策(稼働率低下による経済性低下を補償しつつもリプレイスを進める政策)
- 石油火力を再生可能エネルギーの調整電源・バックアップ電源として使用するための政策(非常に高い電源であるが、これを、変動調整用やバックアップ・対規模災害時の緊急電源として一定規模残す)
- 再生可能エネルギー発電のうち、ベースロード電源(地熱・風力)を増強する政策措置と、太陽光発電の増えすぎを抑制するためのFIT制度の改正など
- 再生可能エネルギーの増強を支援するための送配電システムの強化や蓄電容量の増強と、この大きなコストの負担を制度化する政策

# 基礎研究から応用研究までの難しい取組（原子力科学と工学研究）

## 1. 福島第一発電所事故への修復対応への取組み(今後の原子力研究の原点)

- ① 損傷した福島第一発電所の原子炉の廃炉に向けての技術開発
- ② 福島県を初めとする広域汚染地域の環境修復の研究等

## 2. さらに、今後の原子力研究開発の大きな方向性として

- ③ 基礎基盤研究の強化
- ④ プラント信頼性や性能の強化
- ⑤ 原子力工学と社会の整合に関わるより本質的な探究
- ⑥ 自然災害等の外的因子と施設機能(内的因子)を包含するリスク評価
- ⑦ 新しい安全基準を満たすべき安全性能の強化(システムおよび装置)
- ⑧ 使用済燃料および放射性廃棄物に関わる本質解の探求(再処理・直接処分・地層処分)
- ⑨ 原子炉の寿命評価や安全強化等に関わる基礎データの拡充
- ⑩ 放射線安全や環境安全に関わる基礎研究および放射線防護上の研究強化

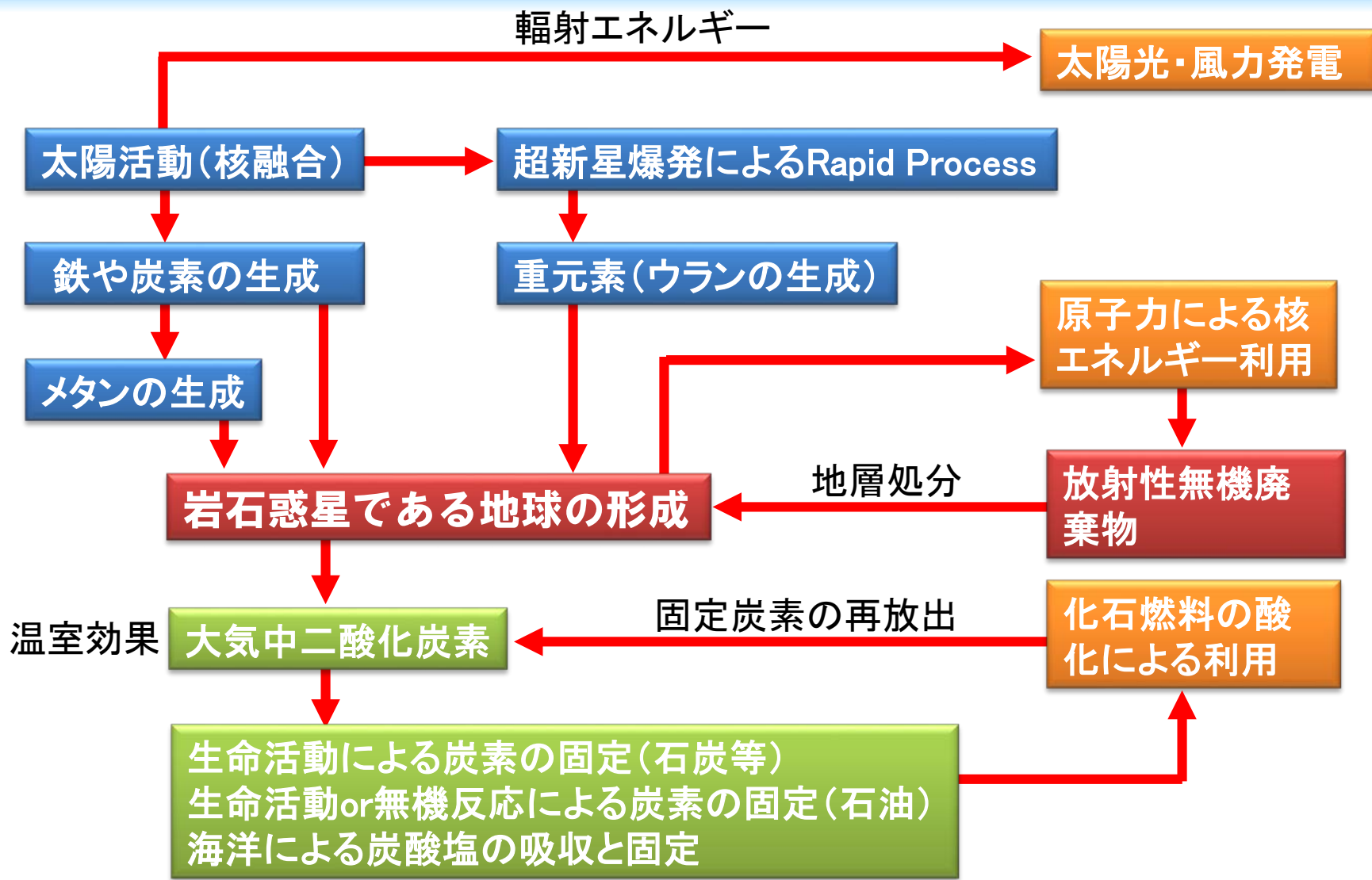
## 3. 今後決定される原子力利用計画に沿って・・・

- ⑪ 高速炉や加速器駆動未臨界システムなどの次世代炉の研究開発

三者が強く関係した研究の重要性

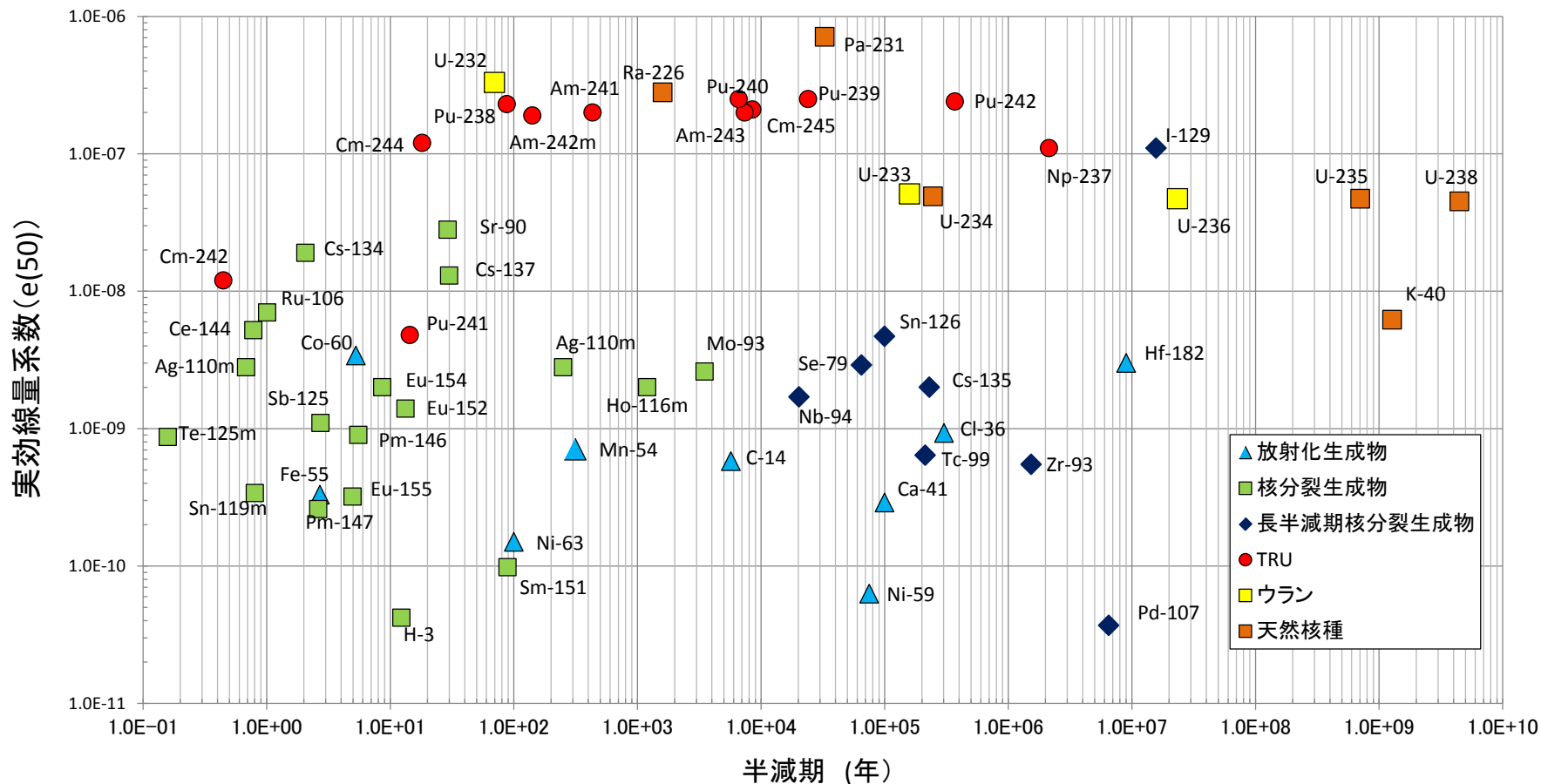


# “原子核の利用”の意味をトコト考えるべき原子力委員会



# “放射性物質マネジメント”の意味をトコト考えるべき原子力委員会

科学(アカデミア)と産業(インダストリ)の両者を俯瞰、“核エネルギー”の利用の意味や注意を真摯に考える政府代表機関としての、原子力委員会への期待は大きい。



## Prof. Jared Diamond

UCLA医学部教授、地理学教授を歴任。98年度ピューリツァ賞受賞。「銃・病原菌・鉄」の著者



- ◆ 今の文明の環境、人口問題は12に分類出来る。
- ◆ ①自然破壊、②漁業資源枯渇、③種の多様性喪失、④土壌侵食、⑤化石燃料の枯渇、⑥水不足、⑦光合成で得られるエネルギーの限界、⑧科学物質汚染、⑨外来種の被害、⑩地球温暖化、⑪人口増、⑫一人当たり消費エネルギーの増加
- ◆ 決して福島の悲劇を軽んじるつもりはないが、原発事故もまた「リスクが過大評価されがちな事故」の典型。……原子力のかかえる問題は、石油や石炭を使い続けることで起きる問題に比べれば小さい。
- ◆ 社会を存続させる秘訣は「現実的であれ」ということ。
- ◆ 放射能の危険性と同時に、化石燃料の危険性も考えるべき。二酸化炭素による地球温暖化はすでに、大きな被害をもたらすサイクロンなどの熱帯低気圧を増やしている。放射性廃棄物は地下深くに封じ込められるが、放出された二酸化炭素は、200年間は空気中に留まる。

朝日新聞記事(2012.1.3)より引用

## Prof. James Lovelock

ハーバード大、オクスフォード大教授など歴任。「ガイア仮説」の提唱者。



- ◆ 地球システム「ガイア」が、温暖化という正のフィードバックに捉われている。
- ◆ 取り得る対策は限られており、風力・太陽光・潮力・水力等の再生可能エネルギーが十分なエネルギーを、限られた時間内に供給することは、不可能である。
- ◆ 仮に、50年あるいはそれ以上の時間があれば、再生可能エネルギーを主エネルギーに出来るかもしれないが、化石燃料の消費による地球温暖化の問題は既に深刻で、今後、50年の時間余裕はない。
- ◆ 少量の再生可能エネルギーを利用しつつ、直ぐに利用可能で地球温暖化を起こさない原子力利用を進めるべきである。
- ◆ 天然ガスシフトは良いが、未燃焼の場合、二酸化炭素の25倍の温室効果をもたらすので、このリスクも考慮すべき。
- ◆ 原子力への反対意見は、グリーンロビーやメディアが提示する、放射能に対する“ハリウッド型の恐怖”に根ざしている。化学物質や放射能による発がんリスクを過剰に恐れる必要はない The Independent – 24 May 2004

注)参考:原文振前理事長 秋元勇巳氏による解説