

3.11原発事故後の原子力政策の在り方 ～二極対立を超えて～

2017年8月19日

佐賀県保険医協会 市民公開講演会

鈴木達治郎

長崎大学核兵器廃絶研究センター 長・教授

suzukitatsu@nagasaki-u.ac.jp

要旨

- ・福島事故の最大の教訓は「想定外を想定すること」である。また国民の信頼回復が最大の課題であり、科学者の社会的責任は大きい。
- ・福島事故はまだ終わっていない。原子力政策の最優先課題は、何よりも福島第一原発の廃炉措置、避難住民の生活回復である。
- ・エネルギー基本計画自体も、説明責任がなされておらず、その後も透明性の欠ける議論が続く。政策決定プロセスの見直しが不可欠である。
- ・脱原発か否かの二極対立を超えて、本来解決すべき重要な課題に取り組まなければならない。
 - (1) 核燃料サイクルと使用済み燃料・廃棄物処分
 - (2) プルトニウム問題
 - (3) 研究開発・人材確保

福島事故の教訓と廃炉・ 復興への課題

福島原発事故の教訓とは？

- 原子力に携わってきた人間の一人として、深い責任。福島県民は勿論のこと、影響を受けた皆様に心より謝罪。
- 事故の最大の教訓は「想定できないことを想定する事」(think unthinkable)
 - 「万が一への対応」が原子力関係者に欠けていた。対策としての、「resilience（対応力+回復力）」が必要。
- 原子力技術の持つリスクに対する考え方を根本的に考え直すこととなった。
 - 工学的リスク評価だけでは社会・経済影響を図ることはできない
 - リスクにかかる社会意思決定は専門家だけでは決められない
- 根拠ある政策（合理性）に加え、国民との信頼醸成が政策の円滑な推進には不可欠。専門家としての社会的責任が今問われている。

リスクと社会の関係を読み違えていた

- 「ゼロリスク」論の問題
 - 日本は「ゼロリスク」社会である、との認識
 - 実際はリスクを許容できる社会であったが、明確な認知がなかった
 - 安全神話に陥ったのは推進派と反対派の力学の結果。市民はおいて行かれていた。
- 事故後の「リスク」を巡る論議：信頼できる情報が欠如、専門家への信頼も崩壊
 - 地方自治体は信頼されているが、中央政府が最も信頼されていない
 - 推進派も反対派も信頼されていない
 - 専門家はどちらかに属するとみられている
 - 独立・公正な情報信頼発信を国民は期待

専門家の信頼喪失と社会的責任（1）：

- 「原発にとって大地震が恐ろしいのは・・平常時の事故と違って、無数の故障の可能性のいくつもが同時多発することだろう・・・たとえば外部電源が止まり、ディーゼル発電機が動かず、バッテリーも機能しないというような事態が起こりかねない」（石橋克彦、「原発震災、破滅を避けるために」、「科学」1997年10月）

この警告は無視された…

- 「・・・ありそうもない事故の確率というのは、こういう事故（炉心溶融）事故が起こらないという風に設計して作ったわけです。」（伊方裁判訴訟における、被告側証人内田秀雄証人の発言。1975年11月27日）
- 「**指針27. 電源喪失に対する設計上の考慮** 長期間にわたる全交流動力電源喪失は、送電線の復旧又は非常用交流電源設備の修復が期待できるので**考慮する必要はない。**」（旧原子力安全委員会 安全指針）

専門家の信頼喪失と社会的責任（2）

電力業界、東京電力は大津波が電源喪失につながる可能性を知っていた。

- ・「通産省顧問は原子力の津波評価には余裕がないため、評価に当たっては**適切な余裕を考慮すべきであると再三指摘している**」（1998年7月電事連原子力対策総合部会）
- ・福島第一原発は数値解析による想定推移が約5mだった。この1.2倍の津波（5.9~6.2m）が到達すると、海水ポンプのモーターが止まり冷却に支障が出る。（「津波に関するプラント概略影響評価」2000年2月）
- ・2002年3月、福島第一原発で想定される津波の高さを5.7mに見直して、6号機ポンプを20cmかさ上げ。
- ・2007年中越沖地震後に、津波地震を想定すると、福島第一原発での想定津波は13.6mとなっていた。しかし、この事実は公表されることはなかった。

出所：添田孝史、「原発と大津波：警告を葬った人々」、（岩波新書（#1515）、2014年11月20日発行）

プルトニウム被ばく事故（2017/06）： 教訓は学ばれていない

- **被曝事故でわかったずさんな原子力機構**

リスクを認識できない「原子力のパイオニア」。そのお寒い管理体制。

- 5人の作業員がプルトニウムを吸い込んで内部被曝した日本原子力研究開発機構・大洗研究開発センター（茨城県大洗町）での事故——。これに関連し、同機構による核燃料物質のずさんな管理の実態が明らかになってきた。
- 茨城県や岡山県にある原子力機構の施設で、ウランやプルトニウムなどの核物質を貯蔵した容器4500個余りが、貯蔵施設と認められていない場所に長年にわたって置かれていた。この数は、原子力規制庁への取材によって判明した。
- 原子力委員会で委員長代理を務めた鈴木達治郎・長崎大学教授は、「内容物のきちんとした記録がないというのは想像しがたい。核物質を長期にわたって適切に管理するための予算が確保されていたのかを含めて、検証すべき点は多い」と指摘する。

一週刊東洋経済、2017年7月1日号、<http://tkplus.jp/articles/-/15949>

安全、安心とリスク

- 安全: within “acceptable” risk

リスクが許容範囲にあること

- リスク評価(risk assessment)に対する判断
注: ただし、許容できる範囲の定義は主観的

- 安心: assured of the state in acceptable risk

安全な状態であることを信頼していること

- リスク管理(risk management)に対する信頼
注: 定性的な状況確認、プロセス重視

リスク評価と社会意思決定

1. リスク評価には必ず不確実性が伴い、意思決定に関する専門家、およびその判断に至るプロセスへの信頼感が重要
2. リスクはゼロにならないため、許容リスクの意思決定は専門家以外の参加で決定することが望ましい。
3. そのプロセスに透明性が担保されていることが、リスクに関する意思決定の信頼性に極めて重要

福島第一原子力発電所廃止措置に向けてのロードマップ (2017/01/26)～最低40年はかかる難事業： リスク管理・削減が最重要課題

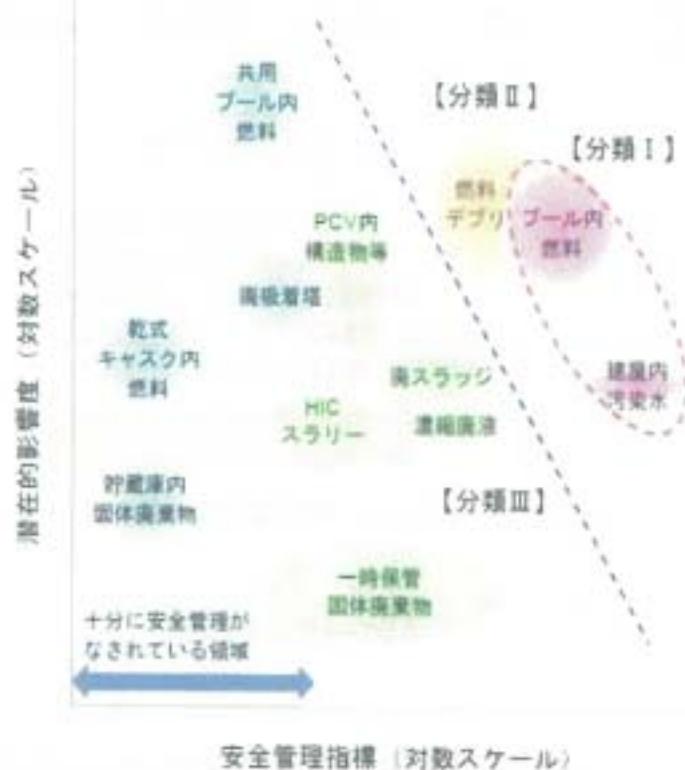
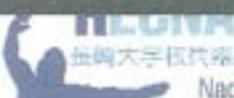


図-1 福島第一原子力発電所のリスク分析の例



国の責任と第三者機関の設置を明記 (原子力委員会見解 (12/11/27))

原子力委員会見解 (12/11/27)

・ 中長期措置に対する政府の責務

政府は、この中長期措置が安全かつ確実に推進されることについて責任を有することから、作業実施者の能力が最大限に活かされるとともに、国内外の知見を効果的に活用して様々な作業が確実に遂行されるよう、技術経営能力の整備や、施設、人材、費用、技術及び資材等の確保に万全を期すべきである。

- ・ また、中長期措置がこのような考え方によるつとて効果的に実施されていることが国内外において正しく理解されるよう、透明性の確保に留意すべきである。
- ・ このため、この取組をこうした観点から評価・監査し、適宜に改善すべき点などを政府に対して勧告する、海外の専門家を含む第三者機関を設置すべきである。そして、その勧告を踏まえ、将来において専任の廃止措置機関を設置することも含め、絶えず最適な運営体制の確立を目指すべきである。

廃炉措置体制 (2015/06)



図 10 廃炉研究開発連携会議の設置

http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images/t150612_05-j.pdf

避難解除にも民主的プロセスが必要



- 福島4町村で避難解除 それでも戻れぬ故郷
(日本経済新聞、2017/03/31)
- 既に避難指示が解除された5市町村で帰還した住民の割合は平均13.5%。今回の解除対象4町村を対象に復興庁が行った住民意向調査では、「帰還する」との回答は町村により4割強～2割弱にとどまった。
- 大熊町と双葉町の避難指示は解除されていない。両町を含む7市町村には放射線量が高い「帰還困難区域」が残る。
- 政府は2016年12月、同区域内に「特定復興再生拠点区域」を整備する方針を決定。インフラ復旧と除染を国費で一体的に進め、5年後をめどに避難指示解除をめざす方針だが、実現の道筋は不透明だ。



長崎大学核兵器廃絶研究センター
Nagasaki University

Research Center for Nuclear Weapons Abolition

<http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/kinkyu/hinanshiji/2016/pdf/0712gainenzu.pdf>

12

<http://www.nikkei.com/article/DG XKZ01472868007A330C1CR8000/>

除染実施に関する基本的考え方

被ばく：年間被ばく線量
[mSv／年]

国際放射線防護委員会 (ICRP)の考え方

100mSv／年

緊急時被ばく状況
[計画的避難区域、警戒区域]
原子力事故など緊急事態において、緊急活動を要する状況

年間20mSv以下への
移行を目指す

20mSv／年

現存被ばく状況

緊急事態後の長期被ばく状況

長期的な目標
追加被ばく線量を
年間1mSvとする

1mSv／年

除染に関する緊急実施基本方針

- 住民の帰還が実現するまで、
国が主体的に除染を実施。

[比較的高線量]

大規模作業を伴う
面的除染が必要

[比較的低線量]

側溝や雨樋など
ホットスポットを
集中的に除染

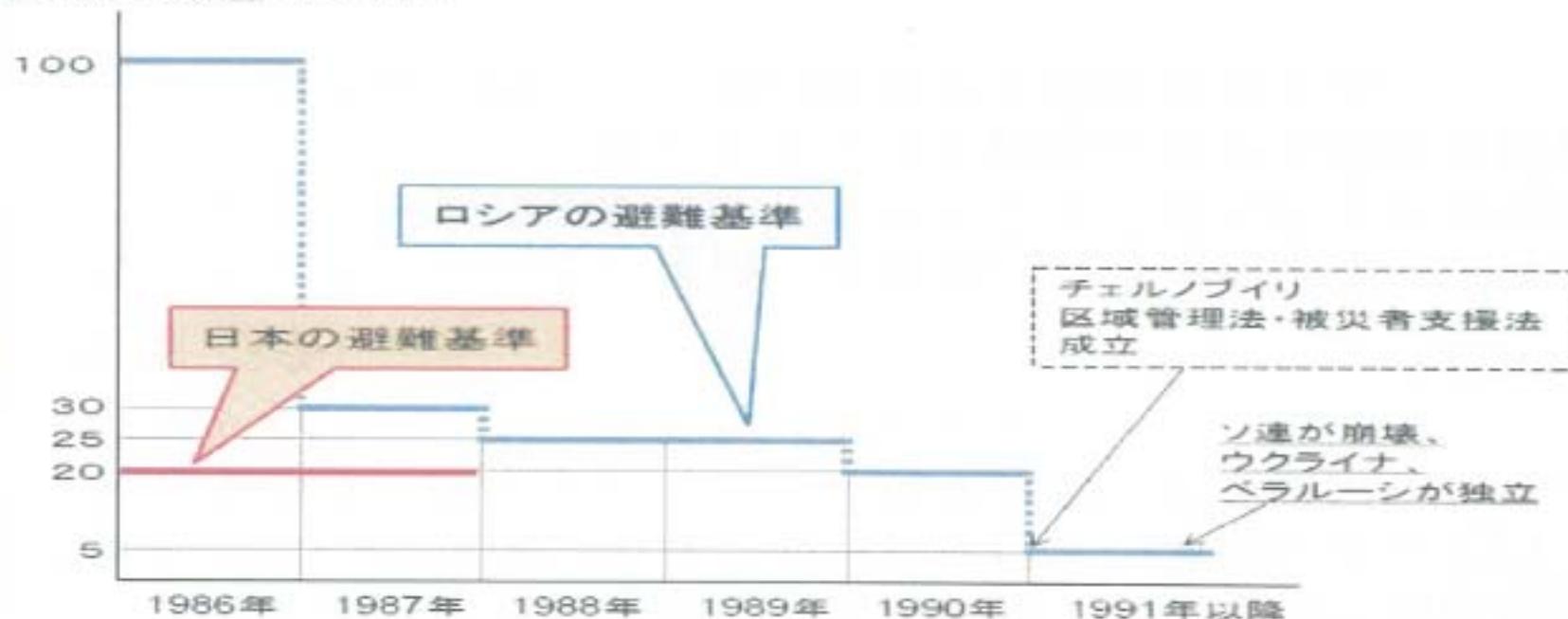
- 市町村が、除染計画を作成し実施。

- 国は、専門家の派遣、
財政支援により円滑な
除染を支援。

チェルノブイリ原発事故における避難基準

チェルノブイリ原発事故では、ソ連政府は1991年（事故から5年後）までに強制避難の基準を年間100mSvから段階的に引き下げました。

図表 チェルノブイリ原発事故と東電福島第一原発事故の避難等の基準の変遷の比較
年間被ばく線量(mSv/年)



図表 食品規制に関する基準、経緯比較

		チェルノブイリ原発事故対応 (ベラルーシ)	東電福島第一原発事故対応
暫定基準	ヨウ素		
		牛乳 : 3,700 Bq/kg 飲料水 : 3,700 Bq/kg 葉野菜 : 37,000 Bq/kg (事故から10日後に導入)	牛乳 : 300 Bq/kg 飲料水 : 300 Bq/kg 葉野菜 : 2,000 Bq/kg (事故から6日後に導入)

子ども・被災者支援法（2012/6）

- 基本理念（2条）

被災者一人一人が支援対象地域における居住、他の地域への移動及び移動前の地域への帰還についての選択を自らの意思によって行うことができるよう、被災者がそのいずれを選択した場合であっても適切に支援するものでなければならないこと

- 国の責務（3条）

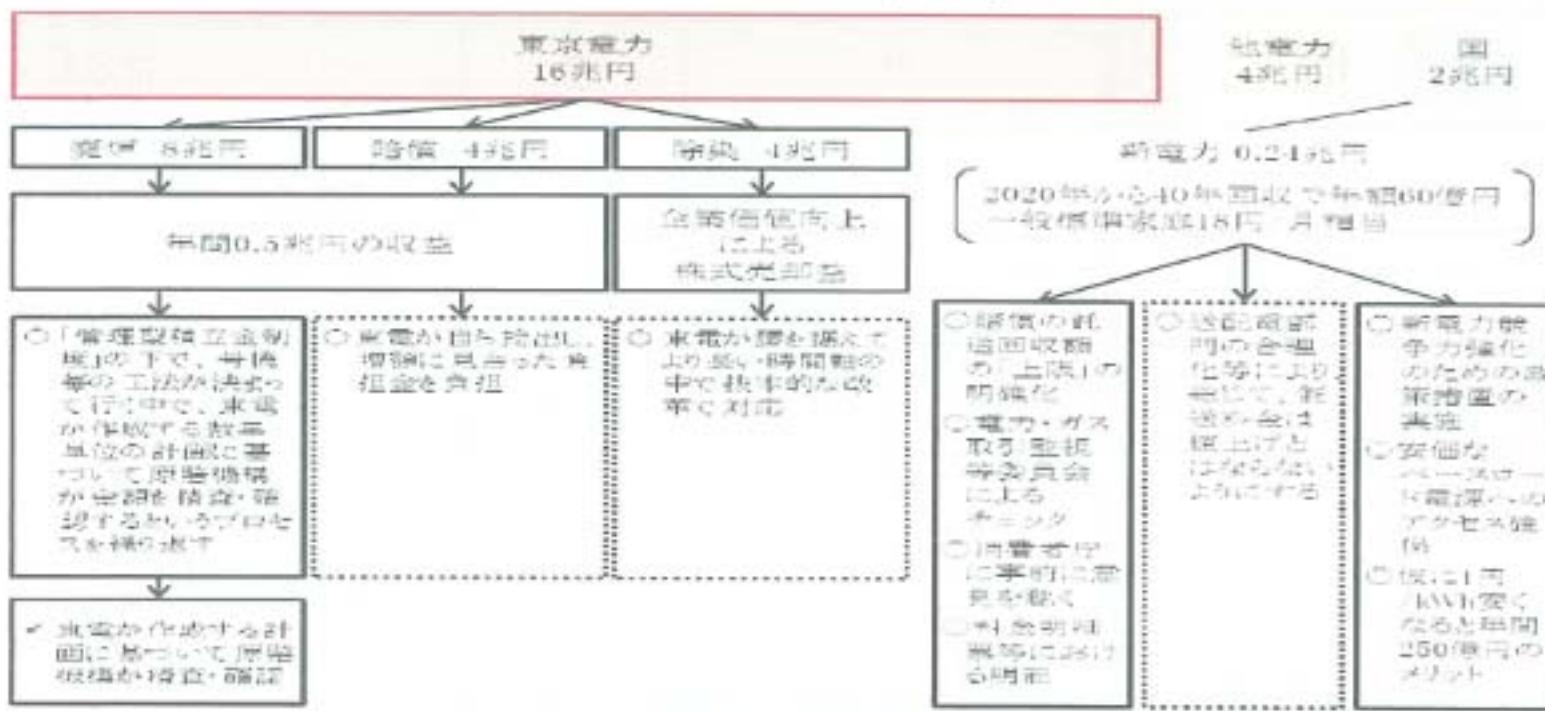
国は、原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護すべき責任並びにこれまで原子力政策を推進してきたことに伴う社会的な責任を負っていることに鑑み、被災者の生活支援等に関する施策を総合的に策定し、被災者に提示し、及び実施する責務を有する。

http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2012pdf/20121005098.pdf

膨らむ福島事故対応費用 = 22兆円？

【参考3】確保すべき資金の全体像

	現在	今後	東京電力	他電力	新電力	国
廃炉	2兆円 → (燃料デブリの取出)	→ 8兆円 ^①	= 8兆円			
賠償	5兆円 → (風評と宮農賠償等)	→ 8兆円 ^②	= 4兆円 + 4兆円	+ 0.24兆円		
除染	4兆円 → (工事費などの増加)	→ 6兆円 ^③	= 4兆円		+ 2兆円	
総額	11兆円	→ 22兆円 ^④	= [16兆円 ^⑤ + 4兆円 + 0.24兆円 + 2兆円]			



RECNA 出所：東京電力改革・1F問題委員会、「東電改革提言」、平成27年12月20日

事故処理費用は50～70兆円になる恐れ
(日本経済研究センター, 2017/03/07)

(兆円)	当初	2016年12月(政府)	当センター試算(1)	(2)
廃炉・汚染水処理	2	8	32	11
賠償	5	8	8	8.3
除染	4	6	30	30
合計	11	22	70	49.3

file:///C:/Users/SUZUKI%20%20TATSUJIRO/Downloads/2017311153751.pdf

試算前提

1. 廃炉・汚染水処理費用

- 試算（1）汚染水処理費用：20兆円*
- 試算（2）汚染水を放出、賠償金：0.3兆円**

*トリチウム処理費用2000万円/トン × 100万トン = 20兆円

**1500人 × 1000万/人、40年でゼロにする賠償金 = 3000億円

- 廃炉費用：1～3号炉がすべて放射性廃棄物になるとすれば、通常の廃炉の50～100倍～11兆円

2. 除染

- 政府の推定値には放射性廃棄物の最終処分コストが含まれていない
- 除染廃棄物（~2200万m³）をすべて最終処分するコスト～六ヶ所低レベル放射性廃棄物コスト（80～190億円/万トン）～30兆円

東電再建計画（新総合特別事業計画）の脆弱性（2017/5/11）

- 総額16兆円で収まても、年間5000億円の利益が果たして確保できるか？
 - 柏崎刈羽原発再稼働（全7基）
 - 送配電・原子力事業で他所との共同事業体設立
 - 廃炉・賠償費用は年間5000億円
 - 10年以内に3000億円、10年後以降に4500億円の経常利益達成を目指
 - 過去の最高益（経常利益）は2007年3月期の4412億円
- 自由化市場の下、化石燃料価格、円為替レート、他電源の経済性、など不確実要素が多く、目標達成は極めて不確実

廃炉措置機関の創設で国が責任を持つ体制に変えよ：福島事故6年目、ガバナンスの根本改革にとりかかるときだ (Web Ronza, 2017/03/10)

- ・廃炉は新たな段階へ、総合的なリスク低減を目指せ
- ・資金負担を決めるプロセスが不透明過ぎる
- ・避難解除の進め方について世論は二分



ガバナンス改革

- ・福島廃炉措置機関
- ・福島廃炉・復興基金機構
- ・福島廃炉・復興評価委員会

<http://webronza.asahi.com/science/articles/2017030600014.html?returl=http://webronza.asahi.com/science/articles/2017030600014.html&code=101WRA>

我が国のエネルギー政策

エネルギー基本計画(14/04/11)

はじめに：政府及び原子力事業者は、いわゆる「安全神話」に陥り、十分な過酷事故への対応ができず、このようないくつかの悲惨な事態を防ぐことができなかつたことへの深い反省を一時たりとも放念してはならない。

原子力政策

- ・原発依存度については、省エネルギー・再生可能エネルギーの導入や火力発電所の効率化などにより可能な限り低減させる。
- ・原子力発電は...安全性の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与するベースロード電源である。
- ・その方針の下で、我が国のエネルギー制約を考慮し、安定供給、コスト低減、温暖化対策、安全確保のために必要な技術・人材の維持の観点から、確保していく規模を見極める。

http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf

エネルギー政策の議論はビジョンと透明性に欠ける

- ・福島事故の教訓、反省をどう活かすのか、根本的な改革についての議論が行われていない
 - ・エネルギーミックスという数字の議論だけではなく、望ましい社会についての国民的議論が必要（「3E+S」だけでよいのか？）
- ・2030年で区切ることの問題
 - ・2030年ではエネルギー政策の構造改革は議論しにくい。
 - ・2030年以降のエネルギーと社会の関係についての議論が必要
- ・エネルギー環境政策に必要な情報、データが不足。信頼性のある客観的な情報提供がなされていない。
 - ・国民の不信感は解消されていない
- ・政策決定プロセスの見直しも議論されていない



国民への説明責任が不足、意思決定プロセスも不透明

エネルギー政策の構造改革：原子力依存度低減、脱炭素、信頼の3本柱

・原子力依存度低減

- ・交付金制度の廃止か見直し－「低炭素電源交付金制度」への転換

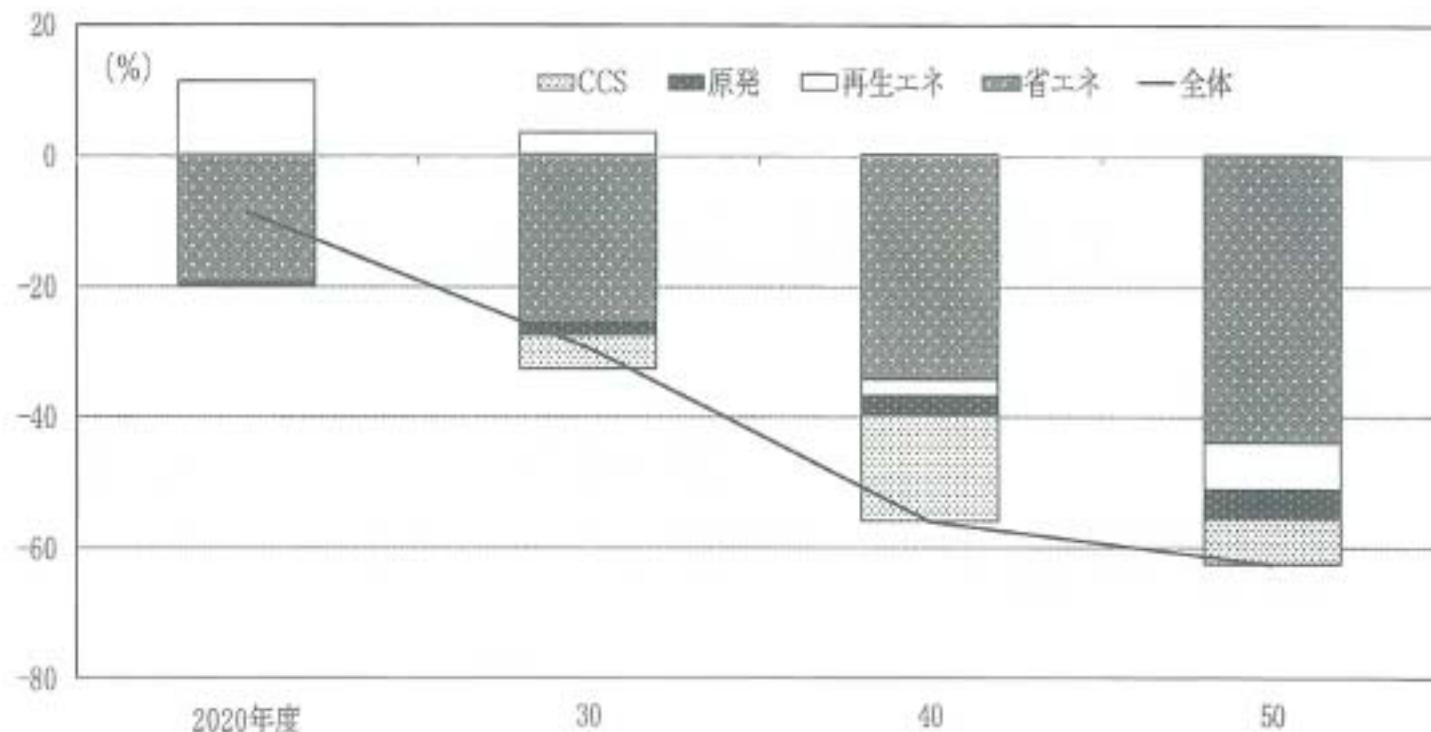
・脱炭素化

- ・炭素価格（炭素税、排出権制度）の導入

・国民の信頼醸成

- ・第三者機関による総合評価
- ・意思決定プロセスの改革（市民参加、首相直轄の諮問会議）

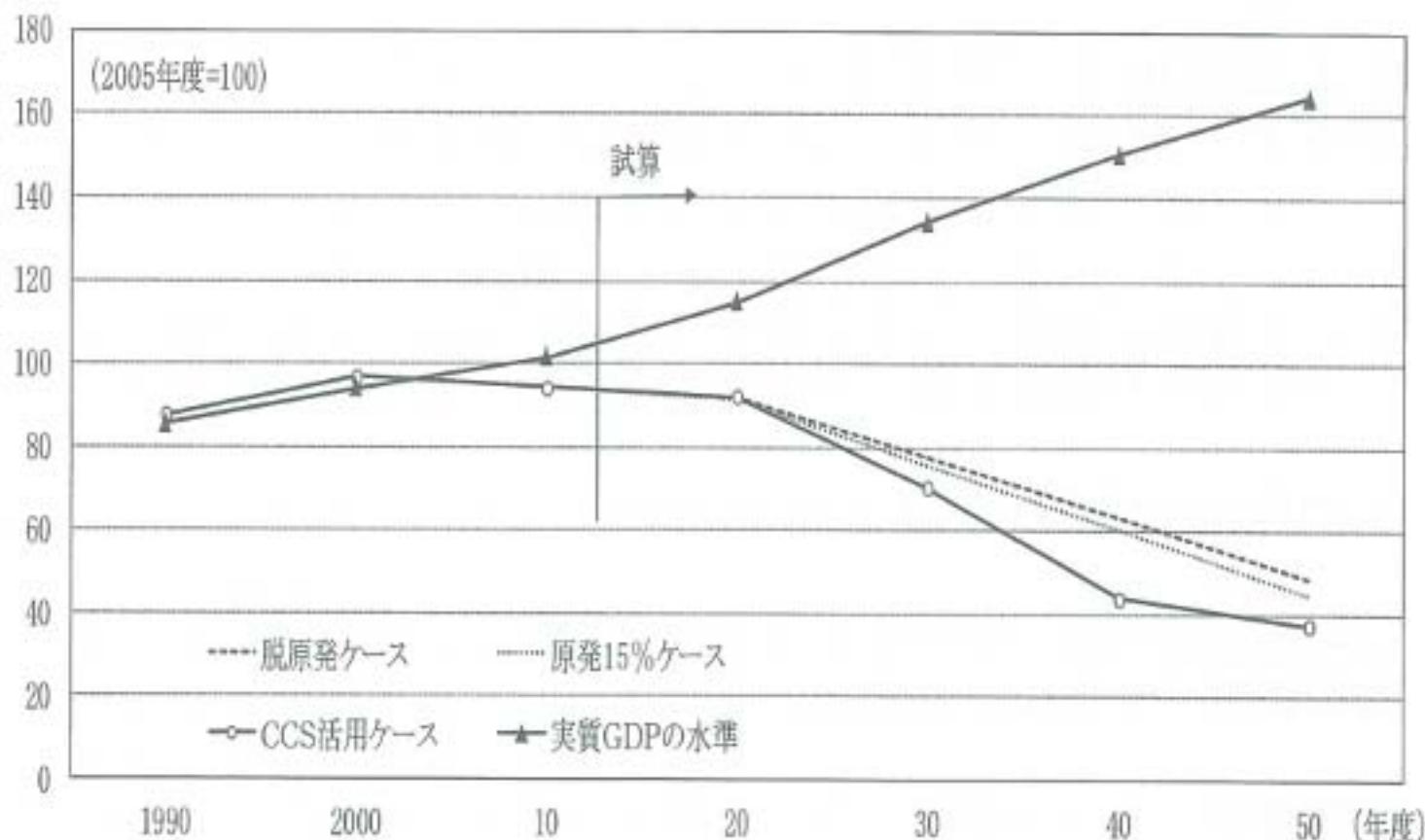
2050年までに温暖化ガスは60%削減可能、省エネが決めて・



出所：日本経済研究センター、「2050年、05年比で温暖化ガス60%削減可能～30年でも米国並みの30%削減～温暖化防止の国際議論でリードを～」、2015年2月27日。

http://www.jcer.or.jp/policy/pdf/150227_policy.pdf

温暖化ガス削減と経済成長は両立可能。



再稼働の条件

- 新しい規制基準を満たすこと

- 「世界で最も安全な基準」という言葉よりも、実態として、過酷事故対策が十分にとれているか、が最も重要
- 耐震、津波だけが問題ではない。テロなど原因が何であれ、過酷事故は起きうる、という発想のもとで、対策をとること、特に電源喪失への対応が今回の教訓。

- 避難訓練を含め、原子力防災計画を充実させ、住民に納得いく内容とすること。

- 防災計画は地方自治体の責任となっているが、電力業界はもちろん、警察、消防、自衛隊等政府との連携も重要であり、政府が関与すべき課題。（日本では避難計画が規制基準に含まれていない）。
- 避難訓練の実効性を高め、住民が安心できる仕組みをつくること

- 福島の事故を踏まえ、規制基準を超えて、さらに事故リスクを低減することができる産業としての「安全文化」を再構築すること

- 原子力安全協会（JANSI）の設立だけで十分か。福島事故の教訓を踏まえて根本的な改革を行ったのか。国民に対する説明責任もある。

再稼働の見通し：3つのグループ

- A: 現在許認可申請中 (20基)
- B: 再稼働検討中 (14基)
- C: 廃炉の可能性大 (35年以上運転)
(12基)

- ・上記分類は例示として示したものだが、B,Cからどの程度再稼働されるかは不透明である。Aは許認可審査を通過する可能性が高いが、予断は許さない。
- ・重要なことは、このような原子炉ごとの評価を政策議論で行うことができない点である。
- ・個々の電力財務事情に大きな影響を与えるが、自由化における原子力の支援議論をするなら、このような評価に関する情報開示が必要。

1970年代までに運転開始した原発は12基ある
(2014年8月時点。カッコ内は運転開始からの年数)

関 電

美浜1(43) | 廃炉を検討
美浜2(42)
美浜3(37)

大飯1(35)
大飯2(34)
高浜1(39)
高浜2(38)

中国電
島根1(40)

九 電
玄海1(38)

日本原電
敦賀1(44)
日本原電
東海第2(35)
四国電
伊方1(36)

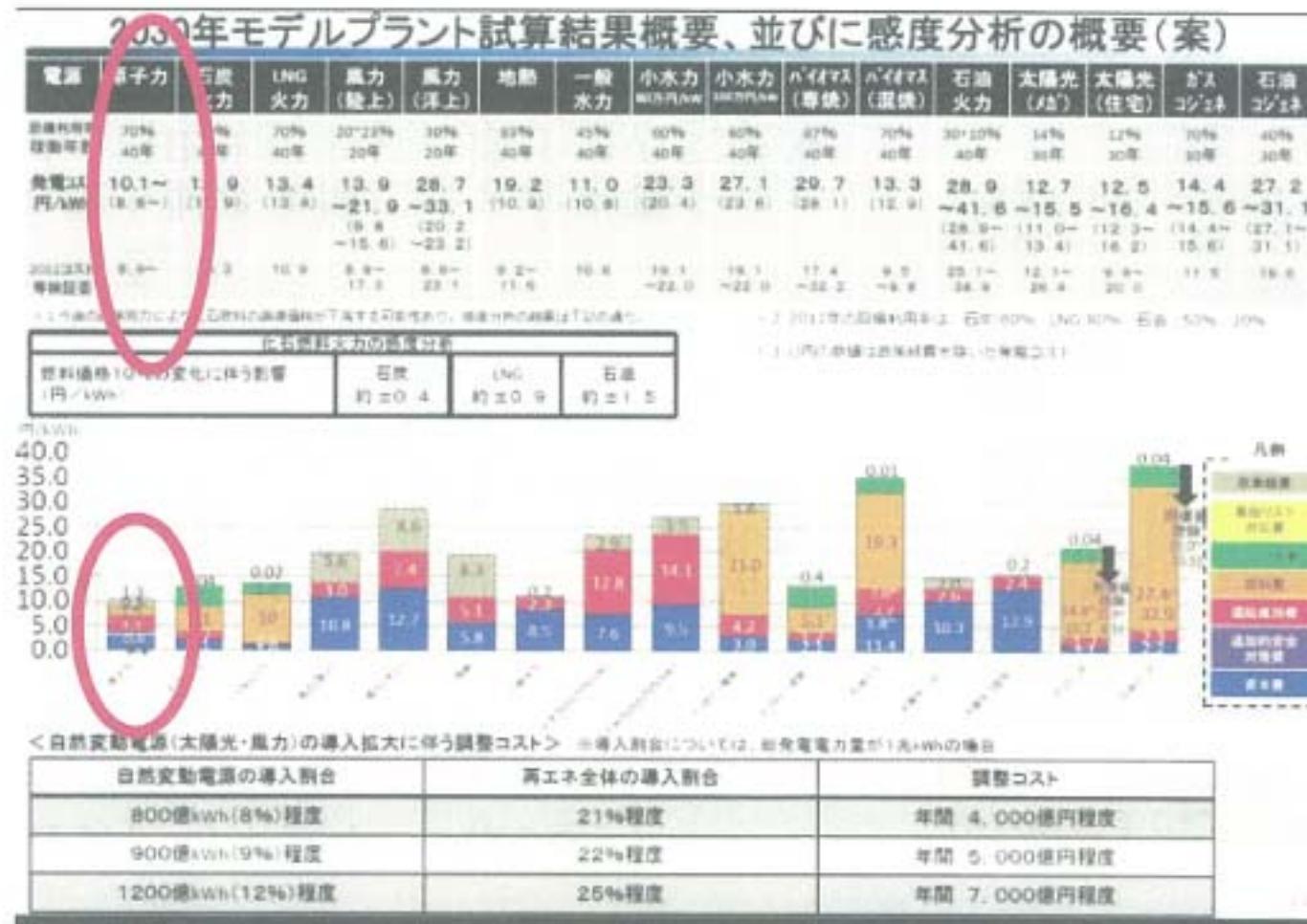


出所：関電、美浜2基の廃炉検討 政府が老朽原発の整理計画

原発選別、再稼働地ならし 各社に要請、日本経済新聞、2014年9月5日。

http://www.nikkei.com/my/#!/article/DGXLASDF0400R_U4A900C1MM8000/

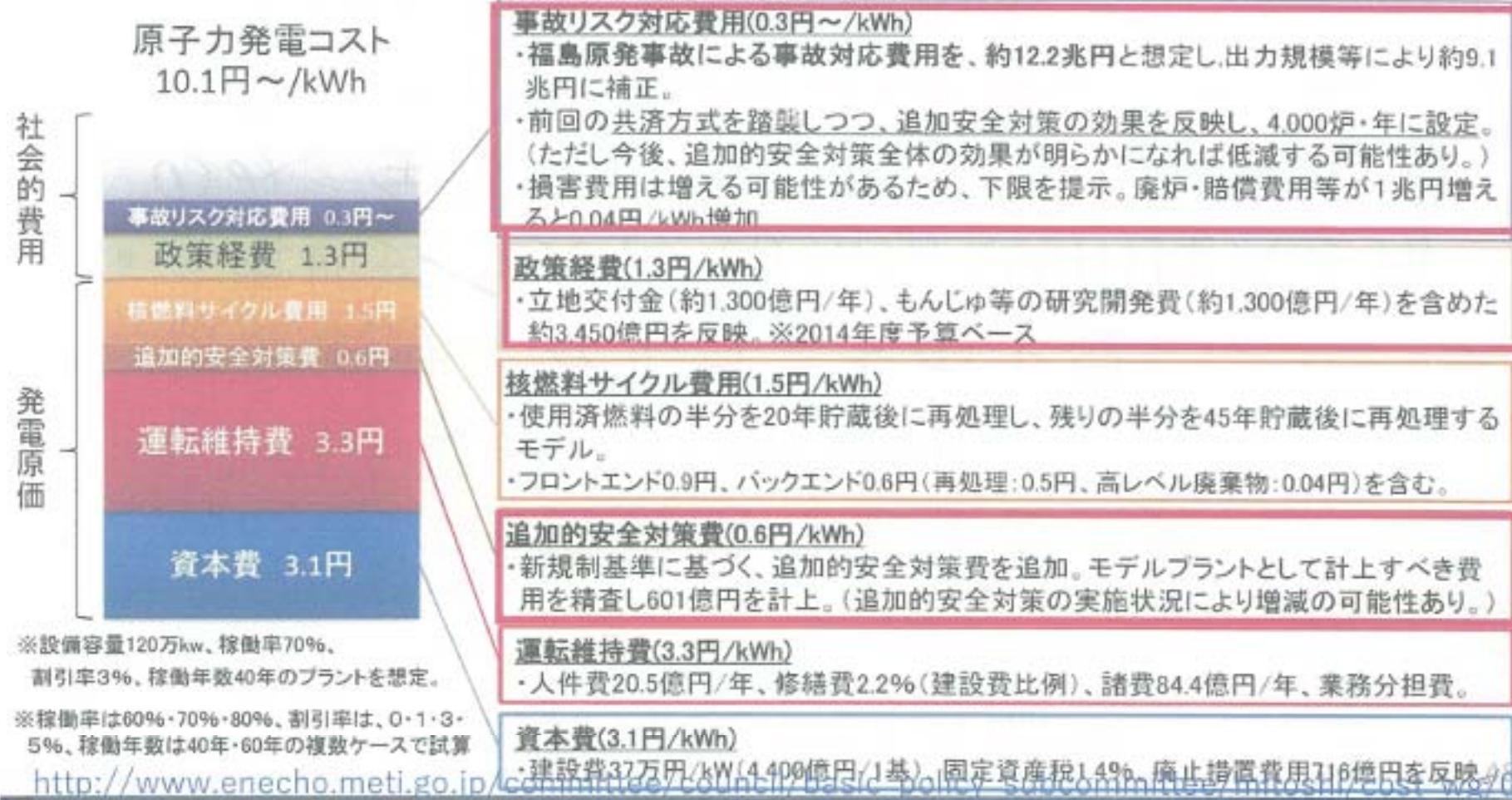
2030年モデルプラント発電コスト比較



http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/mitoshi/cost_wg/00R/pdf/006_05.pdf

原子力発電コストの算定方法と諸元

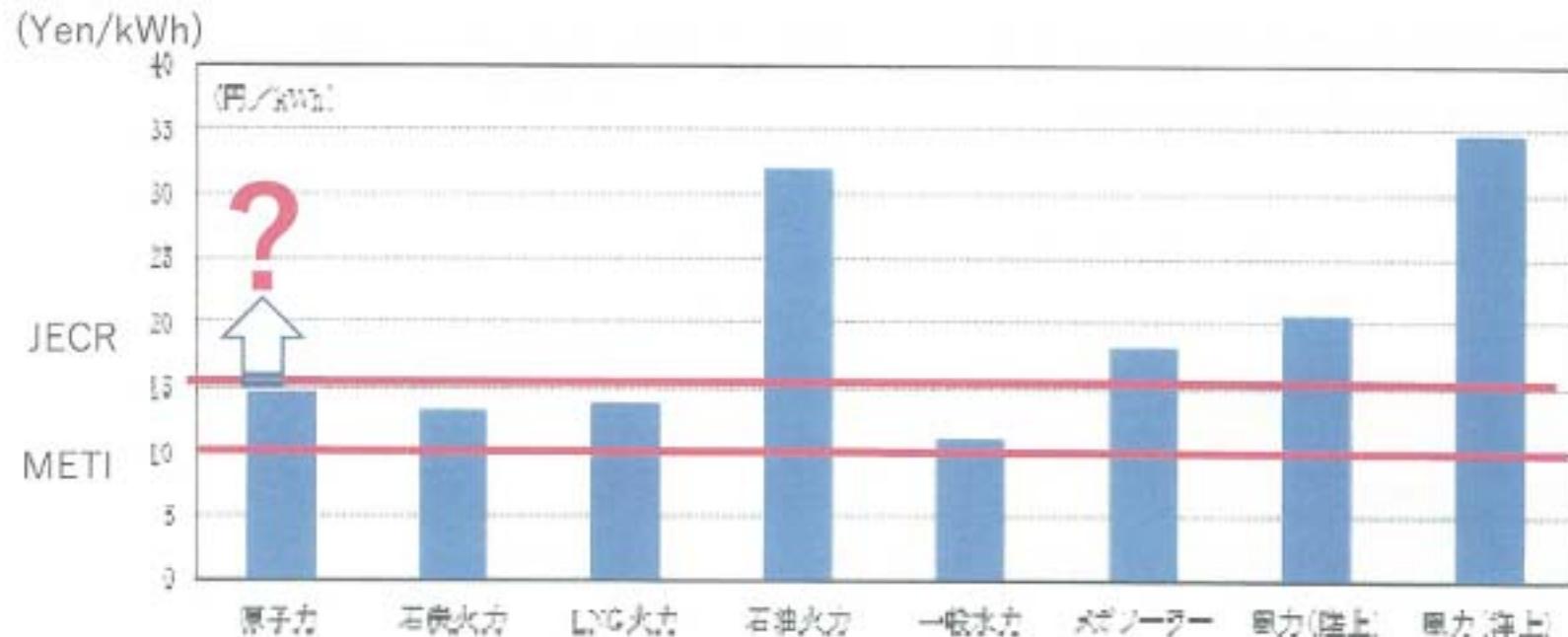
- ▶ 発電に直接関係するコストだけでなく、廃炉費用、核燃料サイクル費用(放射性廃棄物最終処分含む)など将来発生するコスト、事故対応費用(損害賠償、除染含む)、電源立地交付金・もんじゅなどの研究開発等の政策経費といった社会的費用も織り込んで試算。



原発コスト競争力低下の可能性

- 福島事故損害費用の更なる上昇
 - 1兆円上昇～0.04円/kWh
- 核燃料サイクルコストの上昇
 - 再処理コスト (0.5円/kWh)は六ヶ所のみ、全量再処理にすると2倍に膨れる
 - 廃棄物処分コストの上昇
- 化石燃料価格、為替レート

原子力発電の経済性に疑問(JCER, 2017)



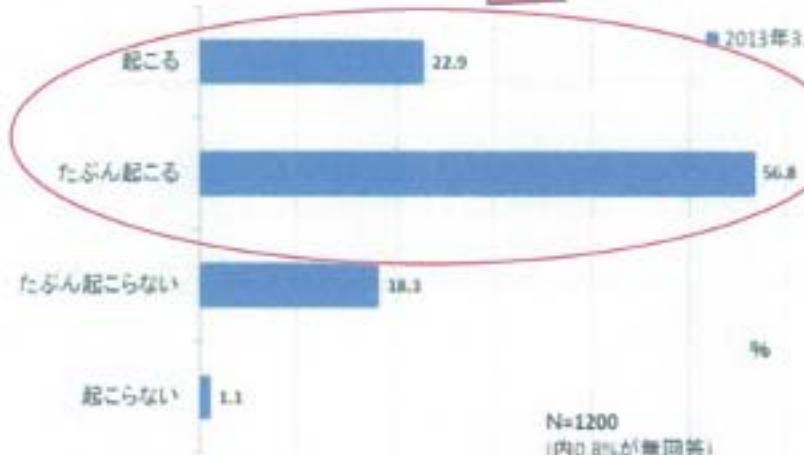
出所：日本経済研究センター「事故処理費用は50～70兆円になる恐れ」,2017年3月7日。
前提 損害費用：METI 9.1兆円 → 13兆円

建設費：METI 37万円/kW → 74万円/kW

<file:///C:/Users/SUZUKI%20TATSUJIRO/Downloads/2017311153751.pdf>

国民の信頼喪失が最大の課題

80~90%



各地の原発再稼働で
福島第一原発と同程度の事故が起きる可能性

日本の原子力発電はどうあるべきか

※2013年の調査では、回答項目は「再稼働を認めず、直ちにやめるべき」「再稼働を認めて段階的に縮小すべき」「再稼働を認めて現状を維持すべき」「再稼働を認めて段階的に増やすべき」であった。

出所: 広瀬弘志、「原子力発電を巡る世論の変化」、原子力委員会定例会発表資料。平成25年7月17日。

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2013/siryo27/siryo2.pdf>

国や事業者への信頼が低い (~7%)

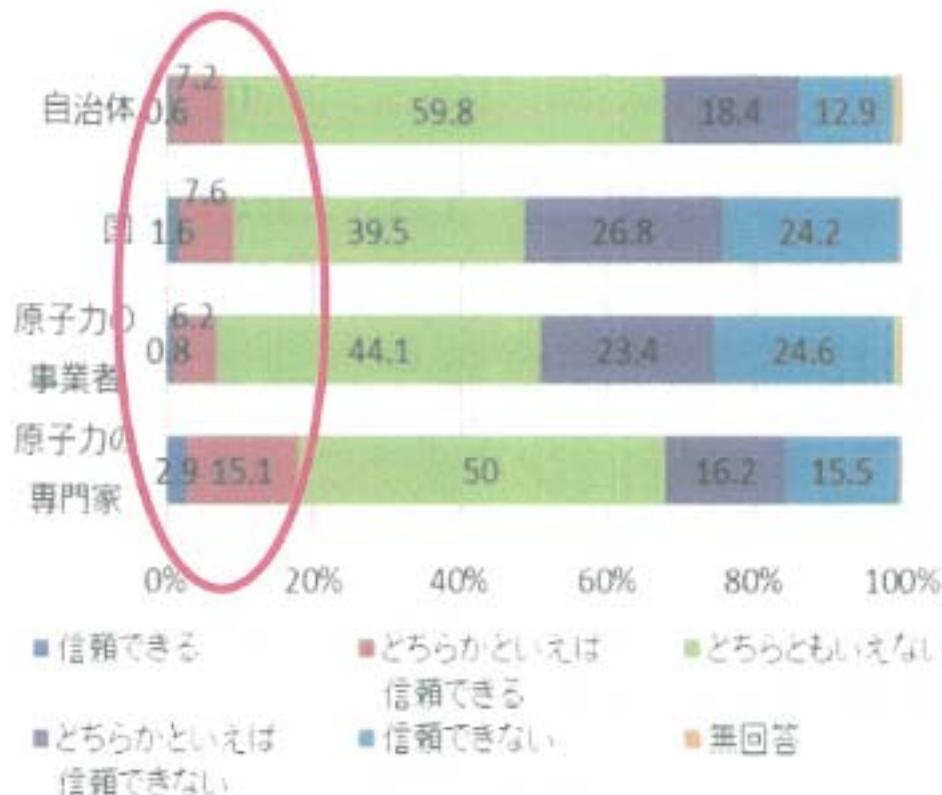


図9「自治体／国／事業者／専門家の信頼の比較」

●管理体制や安全対策が不足しているから
→原子力の事業者62.7%

=国62.7%

>原子力の専門家48.7%

>自治体56.1%

●情報公開が不足しているから
→国70.3%

>原子力の専門家59.5%

>原子力の事業者69.4%

>自治体56.6%

●正直に話していないから
→国65.2%

>原子力の事業者61.6%

>原子力の専門家51.6%

>自治体45.5%

原子力文化振興財団、「原子力利用に関する世論調査」、2016年2月

http://www.jaero.or.jp/data/01jigyou/pdf/tyousakenkyu27/r2015_youyaku.pdf

国民の信頼回復に向けて何をすればよいか

- ・福島事故による最も大きな社会的影響は国民の信頼喪失
- ・安全性のみならず原子力行政全般、ひいては政府や科学技術専門家への信頼も失墜した
- ・回復に向けては地道な努力を積み重ねるしかないが、これまでの科学技術に係る社会意思決定プロセスの構造改革が必要。



1. 行政における意思決定の透明性、公正性
2. 意思決定過程への国民の参加、双方向コミュニケーション
3. 科学技術に関して、国民が信頼できる情報提供機関

エネルギー基本計画（14/04/11） 国民各層とのコミュニケーションの深化

- ▶客観的な情報・データのアクセス向上による第三者機関によるエネルギー情報の発信の促進
 - ▶第三者が独自の視点に基づいて情報を整理し、国民に対してエネルギーに関する情報を様々な形で提供することで、国全体としてエネルギーに関する広報が広く行われるような環境を実現していく。
- ▶双方向コミュニケーションの充実
 - ▶全国の自治体を中心に地域のエネルギー協議会を作り、多様な主体がエネルギーに関わる様々な課題を議論し、学び合い、理解を深めて政策を前進させていくような取組について、今後、検討を行うこととする。

脱原発か否かを超えて

将来の政策に関わらず重要な政策課題

- 核燃料サイクルと廃棄物処分問題
- プルトニウム問題
- 「もんじゅ」と研究開発・人材問題

核燃料サイクルと廃棄物問題

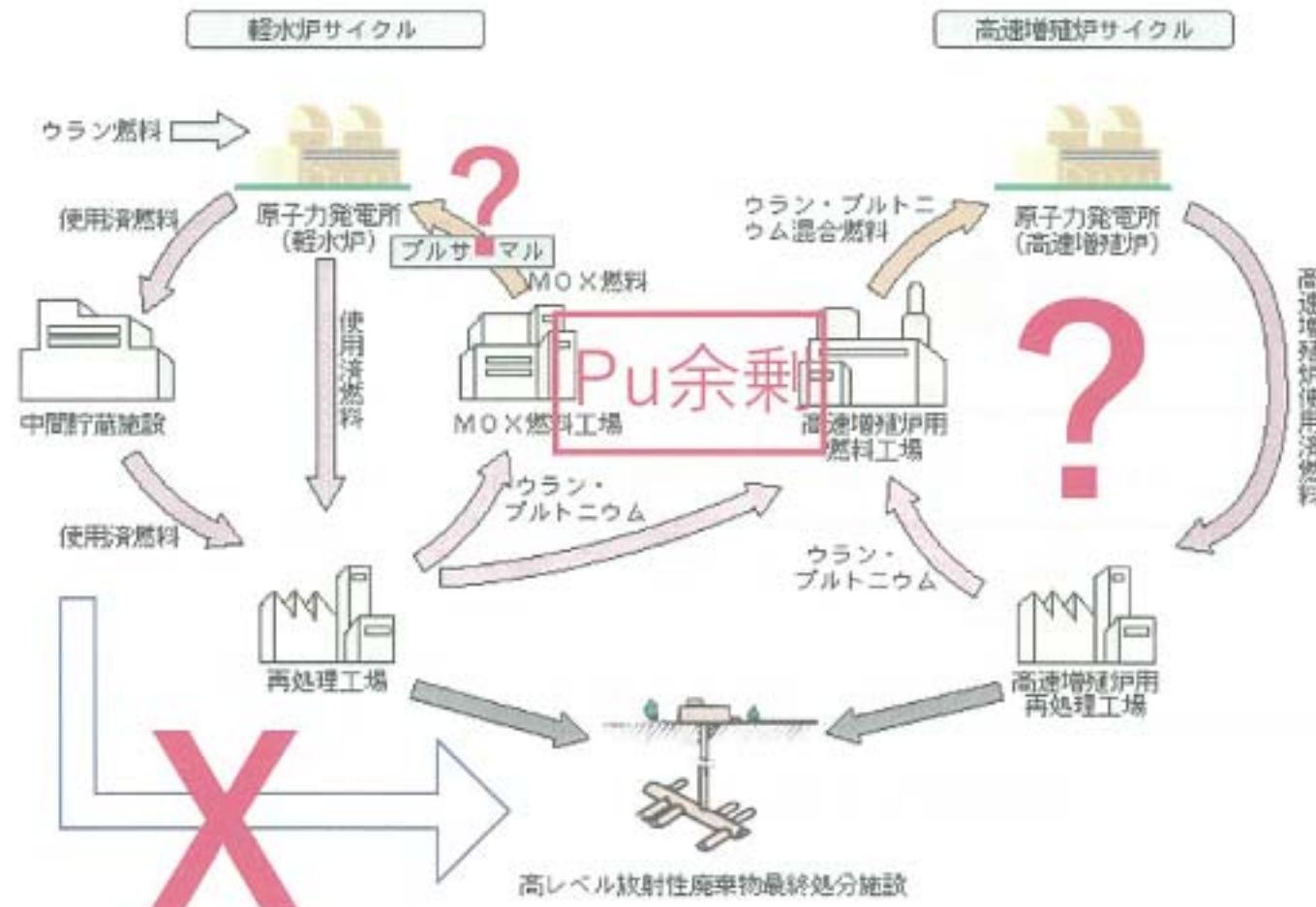
原子力長期計画・政策大綱の変遷

- 1956年：主として原子燃料資源の有効利用の面から見て増殖型動力炉がわが国の国情に最も適合すると考えられるので、その国産に目標を置くものとする。
- 1967年：核燃料の加工、使用済燃料の再処理、プルトニウムの利用等を国内で行なうことにより、わが国に適した核燃料サイクルの確立につとめるものとする。
- 2005年：核燃料資源を合理的に達成できる限りにおいて有効に利用することを目指して・・・経済性にも留意しつつ、使用済燃料を再処理し、回収されるプルトニウム、ウラン等を有効利用することを基本の方針とする。・・・使用済燃料は、当面は、利用可能になる再処理能力の範囲で再処理を行うこととし、これを超えて発生するものは中間貯蔵することとする。・・・状況の変化に応じた政策選択に関する柔軟な検討を可能にするために使用済燃料の直接処分技術等に関する調査研究を、適宜に進めることが期待される。

原則、全量再処理路線の継承。使用済み燃料は「リサイクル資源」として貯蔵する方針。使用済み燃料は法律上、特定廃棄物の最終処分法には含まれていない。

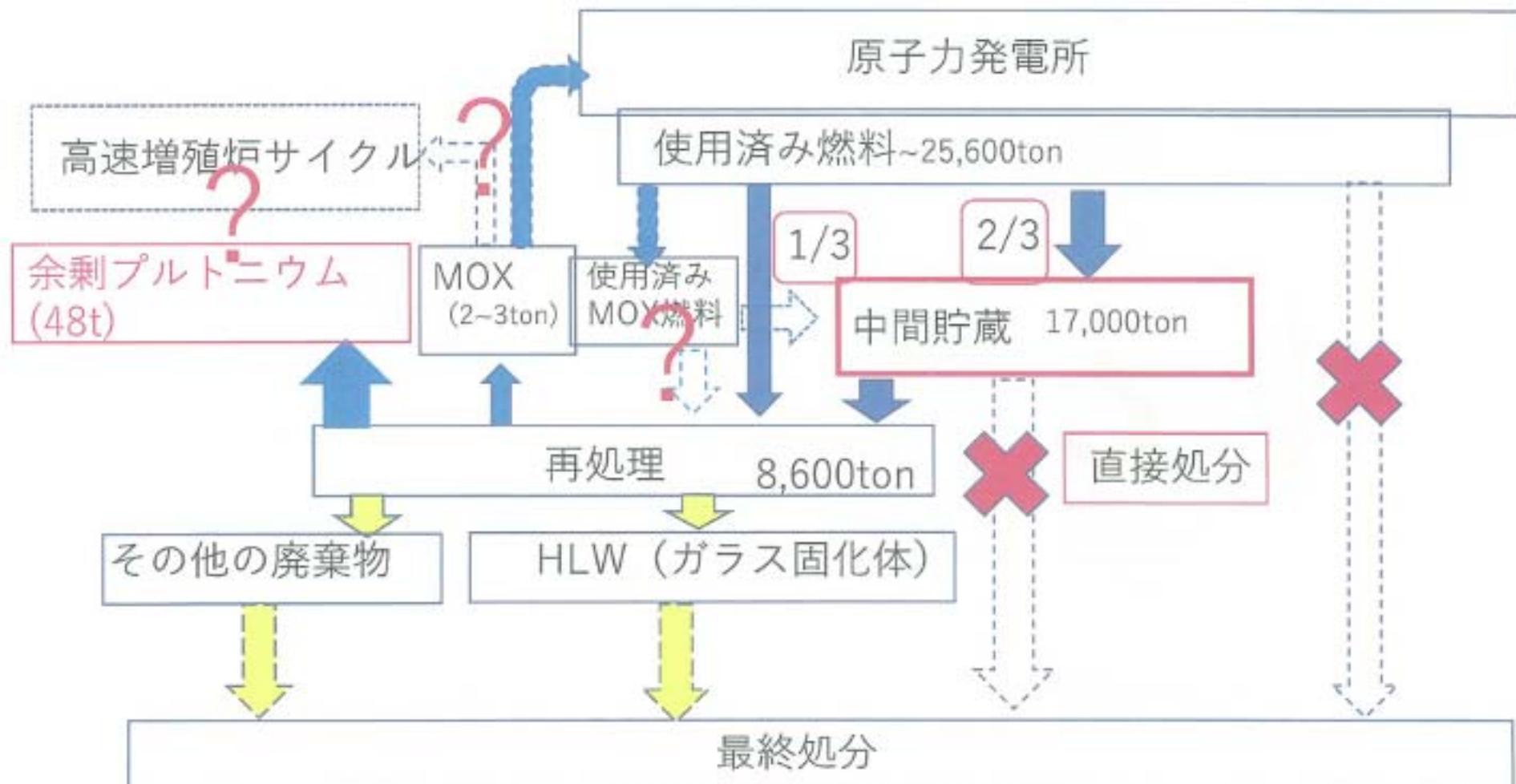
→ 2011年福島原発事故後、「全面的見直し」、国民的議論を行う。

核燃料サイクル概念図



http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/2005html/intro1_5.html

核燃料サイクルの現実： 再処理は1/3のみ、プルトニウムは余剰



原子力委員会小委員会の核燃料サイクル評価（12/06/05）

- 今後20～30年を見通した場合、MOXリサイクルとワンススルーのみが実用化しうる技術選択肢である。
- 資源効率でリサイクル、経済性・核拡散・セキュリティリスクでワンススルーが優位。
- 安全面、廃棄物両面では決定的な差異はない。

出所：原子力委員会、原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会、座長報告、2012年6月5日。

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo22/siryo1-1.pdf>

経済性：核燃料サイクルコスト(2/2)



出典：エネルギー・環境会議コスト等検証委員会報告書(2011)

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

30

核燃料サイクルの意義② 廃棄物の減容・無害化

- 高レベル放射性廃棄物の体積を1/4~1/7に低減可能。
- さらに、高速増殖炉サイクルが実用化すれば、高レベル放射性廃棄物中に長期に残留する放射能量を少なくし、発生エネルギーあたりの環境負荷を大幅に低減できる可能性も生まれる。

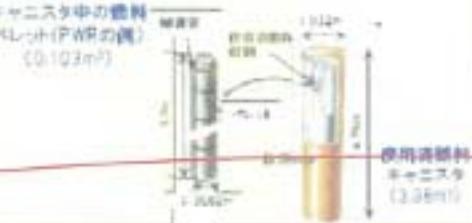
※ 直接処分では、ウラン、プルトニウム、核分裂生成物等を全て含んだまま廃棄物となるが、再処理後のガラス固化体からは、ウラン、プルトニウムが除かれるため、放射能による有害度が低減される。

また、高速炉だけ、半減期の極めて長い核種を燃料として使用できたり、さらに有害度の低減が可能となる。

- 他方、プルサーマルに伴い発生する使用済MOX燃料に関し、以下の点に留意が必要。

① 使用済ウラン燃料と比較してマイナーアクチニド(MA)の含有量が多いこと等から、その発熱量が高く、再処理した場合、発電電力量あたりのガラス固化体発生量が2倍近くなるとの試算があること(注)

② 使用済MOX燃料の処理の方策は現時点では六ヶ所再処理工場の運転実績等を踏まえて検討する課題とされていること
(注)2008年9月 JAEA「高レベル放射性廃棄物処分への分離変換技術の導入意義」(原子力委員会研究開発専門部会第一回分離変換技術検討会資料)

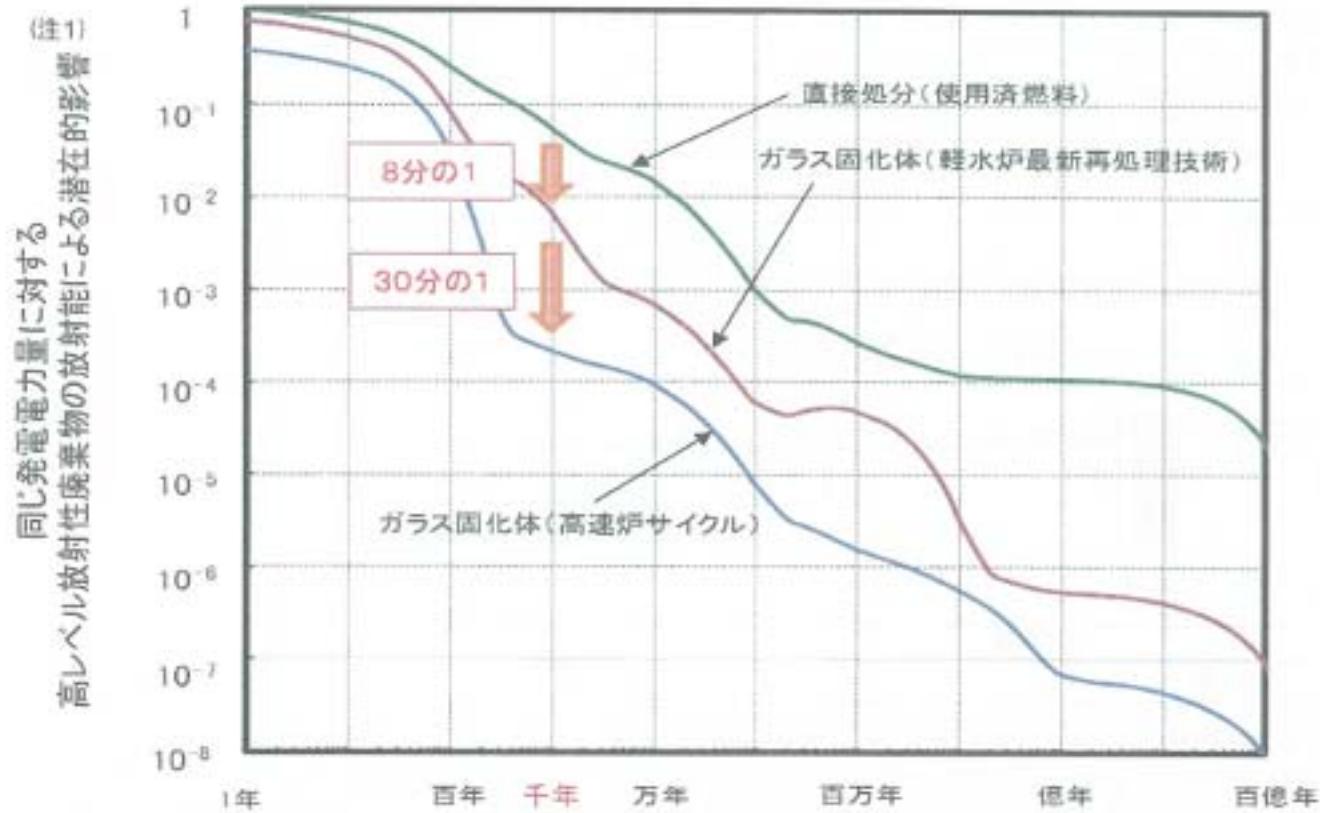
比較項目	技術オプション	直接処分	再処理	
			軽水炉	高速炉
処分時の廃棄体イメージ		 <p>キャニスター中の燃料ペレット(PWRの場合) (0.103m³)</p> <p>使用済燃料キャニスター (0.26m³)</p>	 <p>ガラス固化体</p>	 <p>オラス(0.15m³) キャニスター(スキンレス) オーバーパック(0.31m³)</p>
発生体積比 ^{※1}		1	約4分の1に減容化 約7分の1に減容化	約0.22 約0.15
潜在的有害度	天然ウラン並になるまでの期間 ^{※2}	約10万年	約8千年	約300年
	1000年後の有害度 ^{※2}	1	約8分の1に低減 約240分の1に低減	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 ※高速炉用の第二再処理工場が必要
	処分費用	0.10~0.11 円 / kWh	0.04~0.08 円 / kWh	

※1 敷字は原子力機構概算例。直接処分時のキャニスターを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10W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。下欄は直接処分時の相対値を示す。

※3 原子力委員会試算(2011年11月)(高引率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構造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。

廃棄物：高レベル放射性廃棄物の潜在的有害度(毒性)(2/2)



(注1)高レベル放射性廃棄物と人間との間の障壁は考慮されておらず、高レベル放射性廃棄物の実際の危険性ではなく、潜在的な有害度(経口摂取による年摂取限度で規格化)を示している。使用済燃料取り出し直後の潜在的影響を1とした相対値。

出典:原子力委員会 原子力政策大綱(平成17年)を基に編集

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

42

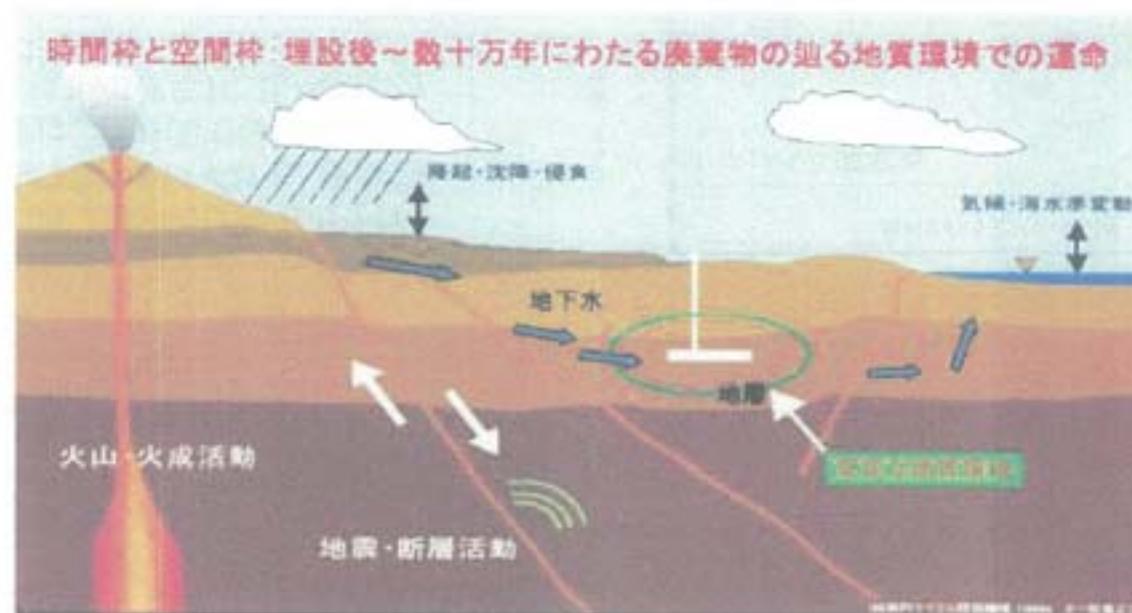


<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo22/siryo1-2.pdf>

47

放射性廃棄物の処分システムの安全評価の考え方

放射性物質が生活環境に出て行くところに人がいて被ばくすると仮定して、問題になるほど放射性物質が生活環境にもたらされない(隔離・閉じ込めされている)ことを確認する



ガラス固化
体中の放射
性物質



- 放射性物質が溶け出して環境を汚染
- 人間との距離が接近

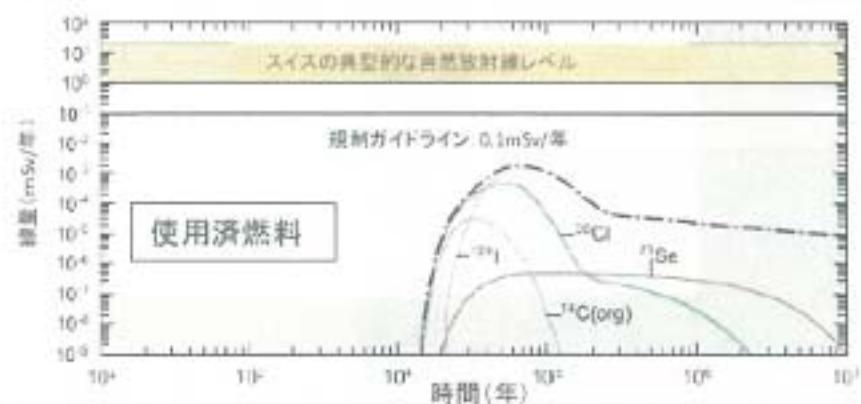
体内に取り込み被ばく
接近して被ばく

様々な外的条件(地質環境、人工バリアの状態と変遷)のもとで起こること

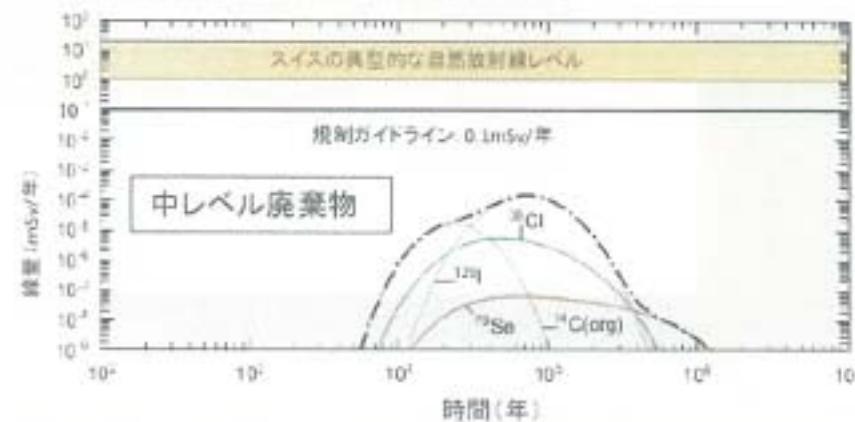
廃棄物：高レベル放射性廃棄物の被ばくリスク(2/2)

スイスの解析例

"what if" ケースとして、地下水の流量をリファレンスケースの100倍と仮定した場合の放射線量



直接処分の場合(左上図)及び再処理を行った場合(右上+右下図)のいずれも、廃棄物からの被ばく線量は、諸外国で提案されている安全基準(0.1~0.3mSv/年)に比べて十分低い



出典: Nagra Technical Report NTB 02-05(2002)より事務局作成

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

48

安全性：ライフサイクルでの被ばくリスク(2/3)

核燃料サイクルの主要工程毎の被ばく量概算値について

核燃料サイクル 工程	操業後500年間にわたるヨーロッパの 一般公衆の集団被ばく線量 解析値 (manSv/GWe-year)				作業従事者の集団被ばく線量 (manSv/GWe-year)	
	Once-through	Recycle	Once-through	Recycle		
採掘、精錬	1	0.79 (1)	0.7	0.55 (1)		
転換、濃縮	0 (2)	0 (2)	0.02	0.016		
燃料成形加工	0.0009 (4)	0.0007 (3)	0.00657 (5)	0.0941 (3)		
発電	0.65 (6)	0.65 (6)	2.7 (7)	2.7 (7)		
再処理、ガラス固 化、中間貯蔵	0	1.534 (8)	0	0.012 (9)		
合計	1.65	2.97	3.43	3.37		

注釈

(1) 天然ウラン必要量に基づいて算出、作業従事者の線量はUNSCEAR88による

(2) 燃料成形加工による影響に含算した

(3) UO_2 とMOX燃料の重量(21.1t, 5.5t)で重み付けして算出

(4) 一般公衆: 解析結果: Romans 3.21×10^{-4} , Melox 2.51×10^{-3}

(5) 作業従事者: Romans 6.57×10^{-3} , Melox 4.3×10^{-1} 出典:

(6) 一般公衆: 海岸 0.54, 内陸 0.65

•OECD/NEA, "Trends in the Nuclear Fuel Cycle: Economic, Environmental and Social Aspects" (2001)

(7) 作業従事者: フランス 900MW(e)プラントの平均

参考文献:
•UNSCEAR88, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation(UNSCEAR); "Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, 1988, Report to the General Assembly, with annexes", United Nations, New York, 1988.

(8) 一般公衆: サイトを特定しない一般的な評価

(9) 作業従事者: La Hagueにおけるデータ

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

27



<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2012/siryo22/siryo1-2.pdf>

Research Center for Nuclear Weapons Abolition

廃棄物：放射性廃棄物の発生量(2/3)

- 放射性廃棄物の発生量(体積)には、低レベル放射性廃棄物が大きな影響を及ぼす。
- 再処理の実施により、低レベル放射性廃棄物の発生量が増加する一方、高レベル放射性廃棄物の発生量は低減する。
- LWR-FR/FBRサイクルでは、発電所の熱効率の向上や燃料の高燃焼度化を図ることにより、高レベル、低レベル共に放射性廃棄物の発生量を低減できる。



ガラス固化体製造条件

- 発热量制限: 2.3kW
- FP酸化物含有量制限: 10%

FRケースでは、FRとLWRの比率が1基
対2.7基の割合で存在すると想定した。



低レベル放射性廃棄物(LLW)は以下のとおり。

(地層処分(ガラス固化体等と同様、地下300mより深い地層中への埋設処分。グラフではHLWに合算して左図に示す))

余裕深度処分(一般的な地下利用に対して、十分余裕を持った深度(例 地下50~100m)への埋設処分)

浅地中処分(コンクリートピット)(コンクリートピットを設けた埋設処分(例 深さ数m))

深地中処分(素掘り)(人工構築物を設けない深地中への埋設処分)

2012/3/1

原子力発電・核燃料サイクル技術等検討小委員会(第9回)

44



再処理は処分にとって有用ではない

◇埋めるよりよい方法ない——朽山修・経済産業省地層処分技術ワーキンググループ委員長

再処理は使用済み核燃料の中に残ったウランやフルトニウムを取り出す価値があるから行うのであり、処分のためではない。使う価値がないなら再処理せずにそのまま埋める「直接処分」の方がいい。核燃料を溶かして一度危険な状態にする上、捨てにくく技術的課題が多い超ウラン元素（TRU）廃棄物が出るなど、再処理は不利なものだ。

—毎日新聞、「論点、核のゴミ、最終処分への提言」、2014年5月23日朝刊

原子力委員会決定
「核燃料サイクル政策の選択肢について」
(2012/06/21)

- 技術小委の提言にもあるように、現時点でどの選択肢を選ぶにせよ、将来の政策変更に対応できるよう備えを進めることが重要
 - 使用済み燃料の貯蔵容量（乾式貯蔵）拡大
 - 直接処分を可能とすること



「全量再処理路線からの脱却が必要」

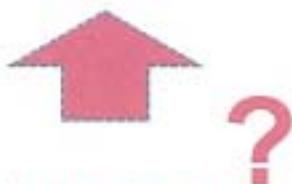
http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/kettei120621_2.pdf

使用済み燃料貯蔵法に3つの方法

原子力発電所内プール貯蔵

貯蔵容量: 20,730 tU/17 サイト (約70%(14.830t) 貯蔵済、
2016/9)

サイト内乾式貯蔵は一部を除き地元了解が得られていない(福島一号と東
海2号が例外)。



六ヶ所が中止になると...



六ヶ所再処理工場

貯蔵容量: 3,000tU
(既に2,945 tU 貯蔵 2013.9現
在)

建設費: 2.8兆円

むつ 中間貯蔵施設

乾式キャスク貯蔵

貯蔵容量: 5,000 tU

第1段階3,000 tU, 後に 2,000tU 追加

操業開始: 2017年(建設中)

建設費: 0.1兆円(キャスク費用も含む)



使用済み燃料貯蔵容量と貯蔵量 (サイト別) (2016/9)

電力会社	発電所名	2016年9月末時点				試算値 ^{※1}		
		1炉心	1取替分	管理容量 ^{※2}	使用済燃料貯蔵量	管理容量 ^{※2} (A)	使用済燃料貯蔵量(B)	貯蔵割合(B)/(A)×100(%)
(t U)	(t U)	(t U)	(t U)	(t U)	(t U)	(t U)	(t U)	(%)
北海道電力	泊	170	50	1,020	400	1,020	600	59
東北電力	女川	260	60	790	420	790	660	84
	東通	130	30	440	100	440	220	50
東京電力 HD	福島第一	580	140	2,260	2,130	2,260	2,130	94
	福島第二	520	120	1,360	1,120	1,360	1,120	82
	柏崎刈羽	960	230	2,910	2,370	2,920	2,920	100
中部電力	浜岡	410	100	※6 1,300	1,130	※7 1,700	1,530	90
北陸電力	志賀	210	50	690	150	690	350	51
関西電力	美浜	70	20	760	470	※8 620	550	※8 89
	高浜	290	100	1,730	1,220	1,730	1,620	94
	大飯	360	110	2,020	1,420	2,020	1,860	92
	鳥根	100	20	680	460	680	540	79
中国電力	伊方	120	40	1,020	640	1,020	800	78
四国電力	玄海	230	80	1,130	900	※9 1,600	1,220	※9 76
	川内	140	50	1,290	890	1,290	1,090	84
日本原子力発電	敦賀	90	30	920	630	920	750	82
	東海第二	130	30	440	370	※10 510	490	96
合計		4,770	1,260	20,730	14,830	21,570	18,450	

※1 各社の使用済燃料貯蔵量については、下記基準の条件により算定した試算値であり、具体的な再稼働を前提としたものではない。

○各発電所の全荷機を対象、(廃炉を決定した福島第一、浜岡1・2号機、美浜1・2号機、伊方1号機、高浜1号機、敦賀1号機を除く)

○貯蔵量は、2016年9月末時点の使用済燃料貯蔵量に、4サイクル運転分の使用済燃料発生量(4取替分)を加えた値、単純発生量のみを考慮

○1サイクルは、運転期間1ヶ月、定期検査期間3ヶ月と仮定。この場合、4サイクルは約5年となる

○管理容量は、原則として「貯蔵容量から1炉心+1取替分を引いた容量」。なお、運転を終了したプラントについては、貯蔵容量と同じとしている。

○福島第二については、新たな使用済燃料の発生は考慮していない。

○柏崎刈羽5号機については、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の増強(リラッキング)に関する工事未実施であるが、工事完了後の管理容量予定期を記載

○柏崎刈羽については、約2~4サイクル(3年程度)で管理容量に達する。(運転時期は未考慮)

○浜岡1・2号炉は廃止措置中であり、燃料フル管理容量から除外している

○浜岡4号機については、乾式貯蔵施設の設置に関する申請中であり、竣工後の管理容量予定期を記載

○美浜3号機については、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の変更(リラッキング)に関する申請中であり、竣工後の管理容量予定期を記載

○玄海3号機については、使用済燃料貯蔵設備の貯蔵能力の増強(リラッキング)に関する申請中であり、竣工後の管理容量予定期を記載

○東海第二については、乾式貯蔵キャスクを24基(現状+7基)とした管理容量を記載

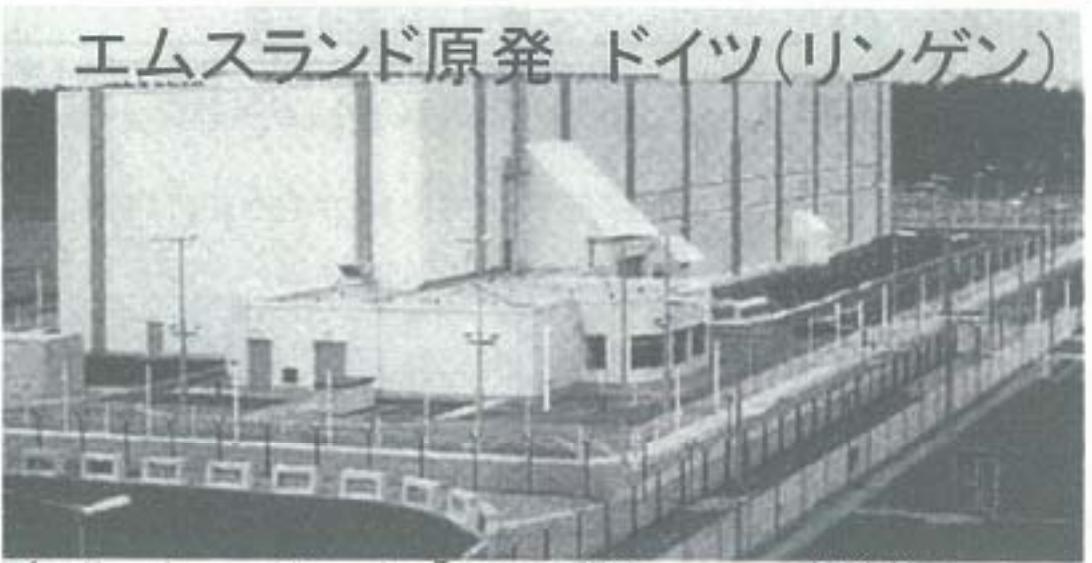
注) 四捨五入の関係で、合計値は、各項目を加算した個数と一致しない部分がある

https://www.fepc.or.jp/about_us/pr/oshirase/_icsFiles/afieldfile/2016/10/20/press_20161020_1.pdf

乾式貯蔵が最も安全で経済的選択肢



管理棟の下に掘られたトンネル
ネッカーヴェストハイム原発 ドイツ



出所：Frank von Hippel, 「二つの問題、一つの解決策」、
第51回国会エネルギー調査会、2015年6月18日

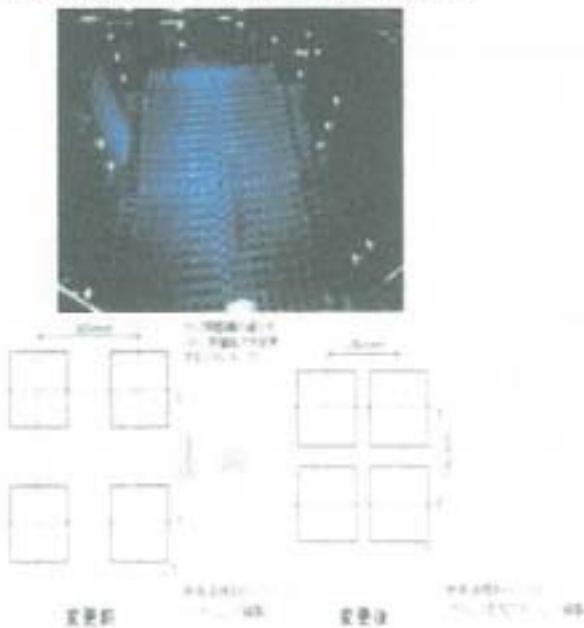
政策・対応の柔軟性の確保

- 核燃料サイクルについては、中長期の視点に加えて、技術の動向、エネルギー需給、国際情勢等の様々な不確実性に対応するため、政策・対応の柔軟性を高めることが重要。
- 例えば、使用済燃料の貯蔵については、中間貯蔵施設の建設に加えて、使用済燃料プールの貯蔵能力の増強、乾式貯蔵施設の建設・活用などにより、発電所の敷地内外を問わず、より柔軟な対応が可能となる。
- このように、将来にわたり多様な選択肢を検討・準備することは、政策・対応の柔軟性を高め、中長期的なエネルギー安全保障に資することとなる。

※ 2005年10月策定の原子力政策大綱において、使用済燃料は、当面は、利用可能になる再処理能力の範囲で再処理を行うこととし、これを超えて発生するものは中間貯蔵するとされている。

※ また、同大綱において、使用済燃料の中間貯蔵は、使用済燃料が再処理されるまでの間の時間的な調整を行うことを可能にするので、核燃料サイクル全体の運営に柔軟性を付与する手段として重要であるとされている。

貯蔵設備の貯蔵能力変更の例



乾式貯蔵方式の例



日本原子力発電(株)東海第二発電所での乾式貯蔵

発電所敷地内に貯蔵施設を新設した例

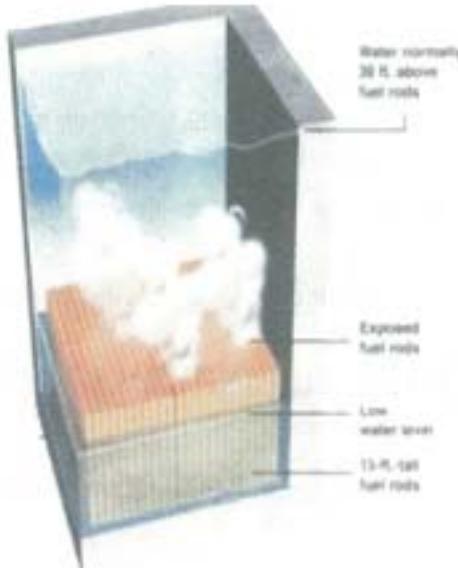
出典：電気事業連合会

47

使用済み燃料貯蔵プールの事故シナリオ —冷却能力の喪失

Consequences of the Spent Fuel Pool Fire

Spent fuel pool partial drainage and zirconium fire



See Japan Analysis: "The Hazards of High-Level Radioactive Releases in the Fukušima Northwest: A Review of Spent Nuclear Fuel Management at the Lourdes Generating Station," Institute for Peace Studies, November 2011.

- 福島原発事故で明らかになったように、貯蔵プールの冷却能力が失われると、燃料棒被覆管のジルコニウムが熱で水素を発生。
- 水素爆発の可能性もありうる。
- 大量の放射性物質が上記とともに拡散する恐れ。

Source: J. Kang, "Vulnerability to Terrorism of Nuclear Spent Fuel

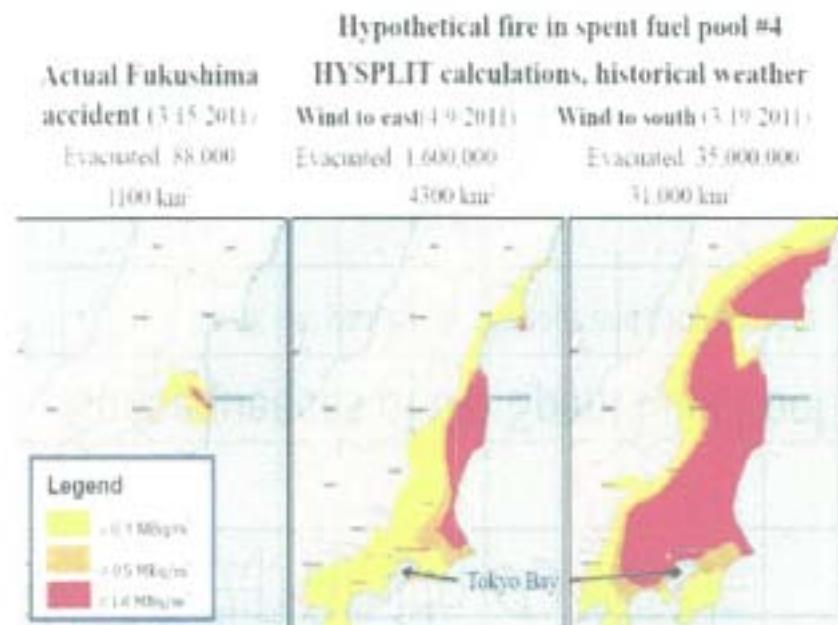
Management: The South Korean Case", Workshop by the Nautilus Institute and RECNA, Jan. 19-22, 2017

使用済み燃料貯蔵プールの過酷事故

福島原発のケーススタディ

A Case Study of Fukushima Accident

Fukushima evacuated populations and areas $\geq 1 \text{ MBq/m}^2$

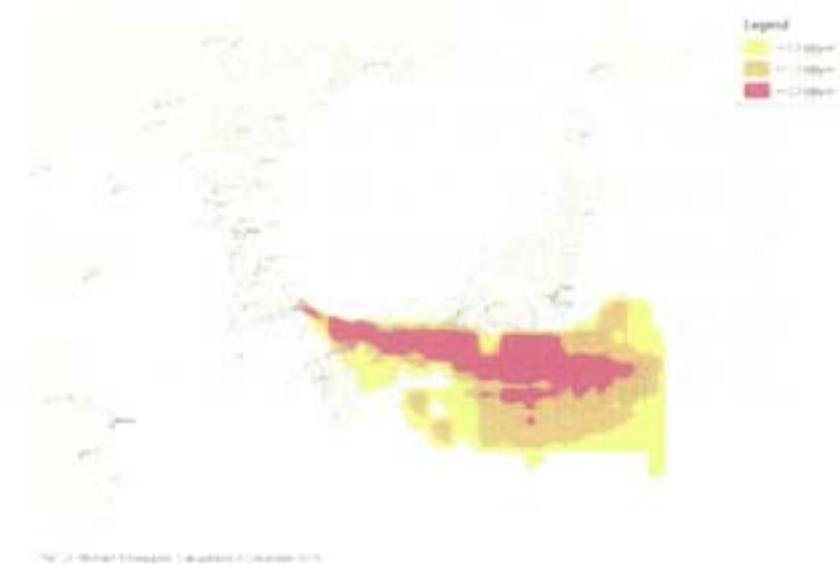


Source: J. Kang, "Vulnerability to Terrorism of Nuclear Spent Fuel Management: The South Korean Case", Workshop by the Nautilus Institute and RECNA, Jan. 19-22, 2017

韓国古里原発のケーススタディ

A Case Study of Kori-3 SFPF #1

Results of HYSPLIT code using weather data on Jan 1, 2015
(assumptions: release of 1,600 PBq Cs-137 for 3 days)



再処理等拠出金法の成立（2016/5）

- 第1条 この法律は・・使用済燃料の再処理等の着実な実施のために必要な措置を講ずることにより、発電に関する原子力に係る環境の整備を図り、もって国民経済の健全な発展と国民生活の安定に寄与することを目的
- 第4条 発電事業者が各年度「使用済燃料再処理機構」（特別認可法人[第41条]）に前年度に生じた使用済燃料再処理費用を拠出すること
- 第45条 機構は中期的計画を定め、経済産業大臣の認可を受けなければならない。

→ 再処理は民間事業から国家管理事業（経済産業大臣の認可事業）に移行し、電気事業者の経営方針にかかわらず、再処理が義務付けられた。

再処理等拠出金法への附帯決議 (2016/05, 第190回国会閣法第17号)

- 柔軟性を確保すること：将来的に状況が変化し、政策の見直しが必要となる場合には政府は責任をもって見直しを検討し、必要な措置を講じること。
- 核燃料サイクル政策の将来における幅広い選択肢を確保する観点、さらに、すでに発生している研究炉の使用済燃料や福島第一原子力発電所の使用済燃料対策の観点から、使用済燃料の直接処分や暫定保管を可能とするための技術開発や必要な措置など、多様なオプションの検討を進めること
- プルトニウムの需給バランスに関して、「利用目的のないプルトニウムは持たない」との原則を堅持するとともに、政府は原子力事業者に対して、この原則を認識したうえで再処理事業を実施するよう指導し、仮にこの方針に反する再処理等事業の実施中期計画を認可法人が策定した場合には、経済産業大臣はこれを認可しないものとすること。
- プルトニウムバランスについては原子力委員会の意見を聴くこと
- 再処理事業が及ぼす影響は、地域振興から国際安全保障に至るまで幅広いため、事業の推進に際しては、事業を総合的・大局的な観点から評価する仕組みを構築すること
- 使用済燃料の貯蔵能力の強化や高レベル放射性廃棄物の最終処分地の選定を巡る課題の解決に向け、国がその責任と役割をより一層明確にしながら的確に対応すること。
- 使用済燃料の再処理等を進めるに当たっては、責森県、六ヶ所村など立地自治体等関係者の理解と協力が不可欠であることに鑑み、今後とも再処理事業についてこれら立地自治体等関係者との信頼関係の下で、円滑かつ連携して進められるよう留意すること。

http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Futai/keizaiA434A071B3E18FCE49257F9C00271C6D.htm

膨らむ再処理費用

・東海再処理施設廃止に1兆円 70年計画を申請

(朝日新聞、2017/07/01)

<http://digital.asahi.com/articles/ASK6Z5FPBK6ZULBJ00B.html>

- ・日本原子力研究開発機構が東海再処理施設の廃止計画を原子力規制委員会に提出。総費用1兆円、70年計画であることがわかった。
- ・約7万1千トンの放射性廃棄物と高レベル放射性廃液が存在。
- ・当初10年間 除染、ガラス固化等 2,170億円
- ・その後60年間 汚染状況調査、廃棄物処理 2,500億円
- 廃棄物処分 3,800
- 施設解体 1,400

・六ヶ所再処理工場、建設費2.9兆円に 当初想定の4倍

(朝日新聞、2017/07/04)

<http://digital.asahi.com/articles/ASK735KJVK73ULBJ00L.html>

- ・新規制基準対応で約7,500億円増えて2.9兆円になることがわかった。
- ・完成後40年間の総事業費は1.3兆円増の13.9兆円に上る。
- ・こうした費用は結果的に電気料金として利用者が負担することになる。

高レベル廃棄物処分 政府基本方針と学術会議提言の比較

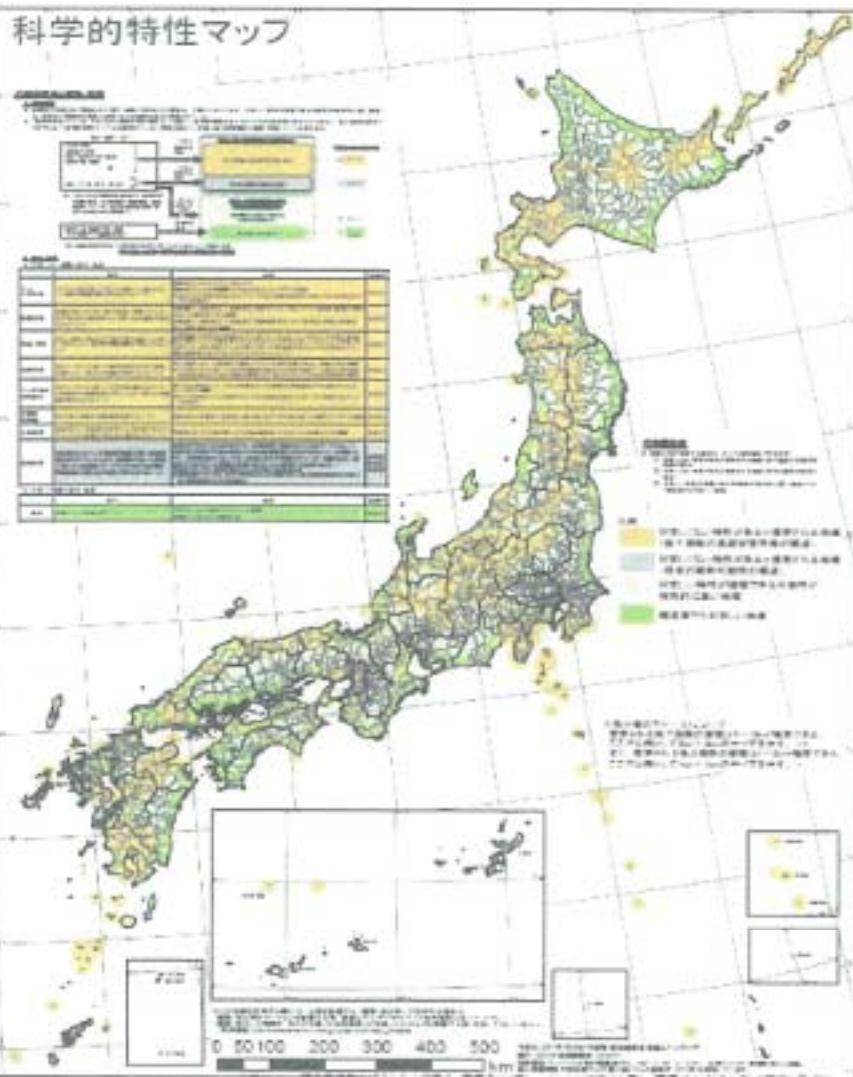
	政府基本方針（2015/05/22）	日本学術会議提言（2015/04/24）
世代間責任	将来世代に負担をかけないよう処分を進める。将来世代が選択できるよう「可逆性」を担保	廃棄物産出という現世代の責任を反省。暫定保管の引き伸ばしは避ける。再稼働問題は廃棄物問題の見通しが必要。
基本的進め方	再処理—ガラス固化体貯蔵（50年） －最終処分（地層処分）。直接処分の調査研究。核分離変換の技術開発	使用済み燃料も含め乾式貯蔵で50年地上暫定保管。30年で合意形成、20年で処分場建設。
候補地の選定	国が科学的有望地の指定。国から自治体へ申し入れ。地域への支援。情報公開と透明性。	全国の適地リスト化。国のみならず地方自治体の自発的受け入れ。リスク評価とリスク低減策の検討。
合意形成	住民の意見を聞く機会とその反映。 情報公開と意思疎通。原子力委員会が評価、提言。	「高レベル廃棄物問題総合政策委員会」が「核のゴミ問題国民会議」と「科学技術的問題検討専門調査委員会」を統括。

<http://www.meti.go.jp/press/2015/05/20150522003/20150522003-1.pdf>

<http://www.sci.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t212-1.pdf>

地層処分に適した科学的特性マップの公開（2017/07）

科学的特性マップ



Research Center for Nuclear Weapons Abolition

好ましくない範囲の要件・基準

	要件	基準
火山・火成活動	火山の周辺（マグマの近接場を避けるを防止）	火山の中心から半径15km以内を
断層活動	活断層の影響が大きいところ（断層のすれによる処分場の崩壊等を防止）	主な活断層（断層長10km以上）の両側一帯距離（断層各±0.01）以内
陸起・侵食	陸起と海水面の低下により再来大きな浸食量が想定されるところ（処分場が地表に接近することを防止）	10万年間に300mを超える陸起の可能性があるも、過去1堆積量が大きな地盤
地熱活動	地熱の大きいところ（人工バリアの機能低下を防止）	15°C/100m以下の地熱勾配
火山性热水・深部岩体	高水頭性の地下水等があるところ（人工バリアの機能低下を防止）	pH4.8未満
軟弱な地盤	処分場の地盤が軟弱なところ（建設・稼働時の地下施設の崩落事故を防止）	約75万年前以降の地盤が300m山深に分布
火葬場等の影響	火葬場などが及ぼすところ（建設・稼働時の地盤崩壊の防堵を防止）	約1万年前以降の火葬場からの
鉱物資源	鉱物資源が分布するところ（資源の探査に伴う人間侵入を防止）	石炭・石油・天然ガス・金属鉱物が賦存

好ましい範囲の要件・基準

	要件	基準
輸送	海上からの地上輸送が容易な場所	海岸から距離10km以内の沿岸

http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/nuclear/rw/kagakutekitokuseimap/

第三者機関の重要性

- ▶ 「・・・国や当事者に適宜に適切な助言を行う独立の第三者組織を、きちんと機能させる強い決意を持って自ら整備すべきである。」
 - 原子力委員会見解、「今後の高レベル廃棄物の地層処分に係る取り組みについて」、平成24年12月25日。
<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/121218.pdf>
- ▶ 「・・・情報公開の徹底と情報の客観性を確保するために、処分推進主体とは異なる中立的な立場の機関が間に立って、処分地選定の過程や立地の適正について“行司役”として監視していくとともに、国民・地域に対して中立的な説明を行っていくことが必要である。したがって、国は、このような“行司役”的視点に立った第三者評価を実施する仕組みを整備すべきである。・・・」
 - 経済産業省資源エネルギー庁高レベル廃棄物処分ワーキンググループ、中間とりまとめ（案）、
http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/denryoku_gas/genshiryoku/houshasei_haikibutsu_wg/pdf/011_02_01.pdf

高レベル廃棄物処分問題における第三者機関の重要性

- ・高レベル廃棄物のように、科学技術と社会の関係が複雑化し、信頼が低下している場合、TA機関の役割は潜在的に期待できる
- ・これまでの実施機関ではない、第三者的機関による科学的事実の整理、不確実性の範囲の明確化、幅広い社会影響の評価、それに基づく選択肢の提示、などが可能となる。
- ・一般市民との信頼を回復することにより、建設的な意思決定が可能となりうる。

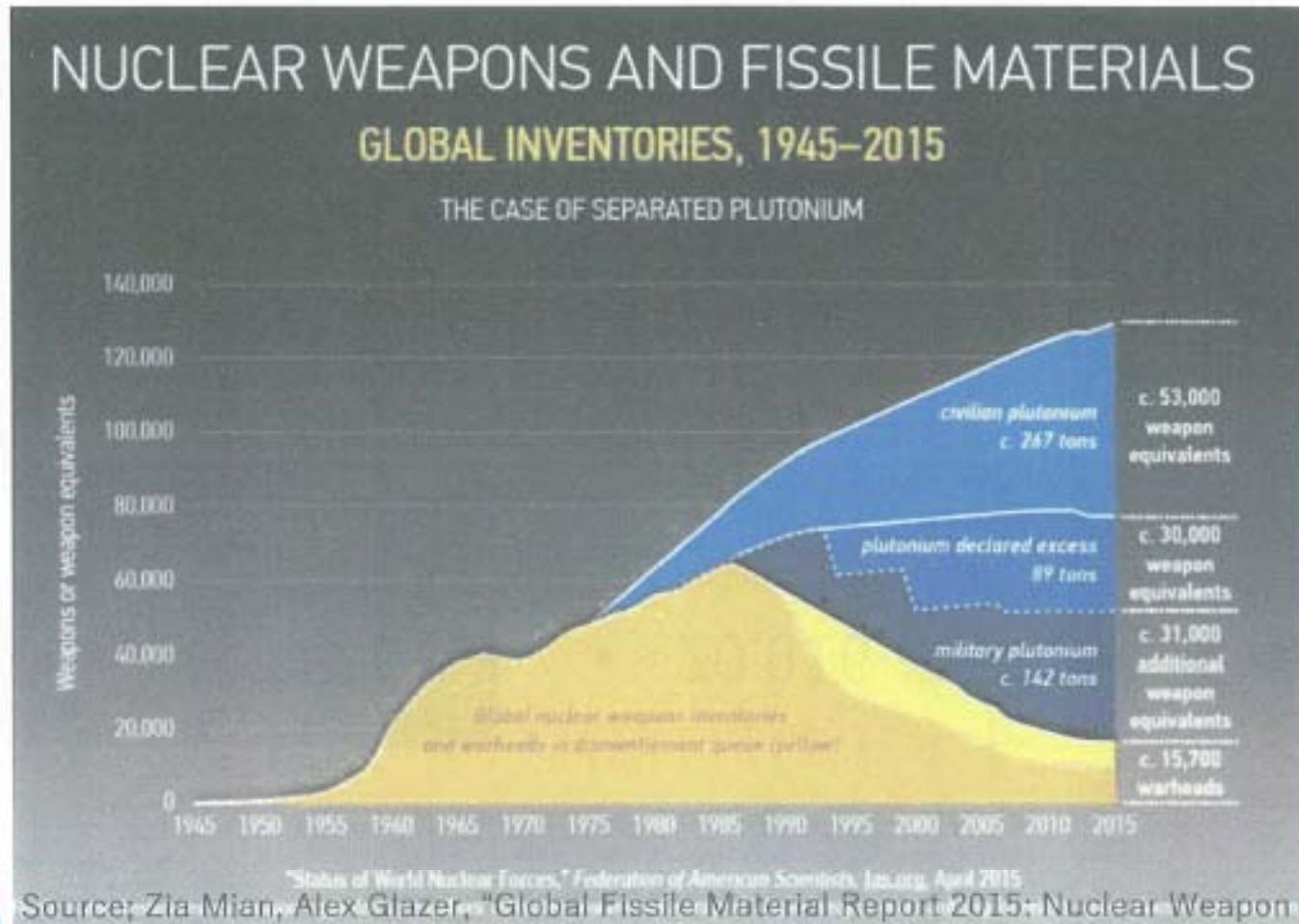
プルトニウム問題

世界の軍事転用可能核物質在庫量 (2017.6)

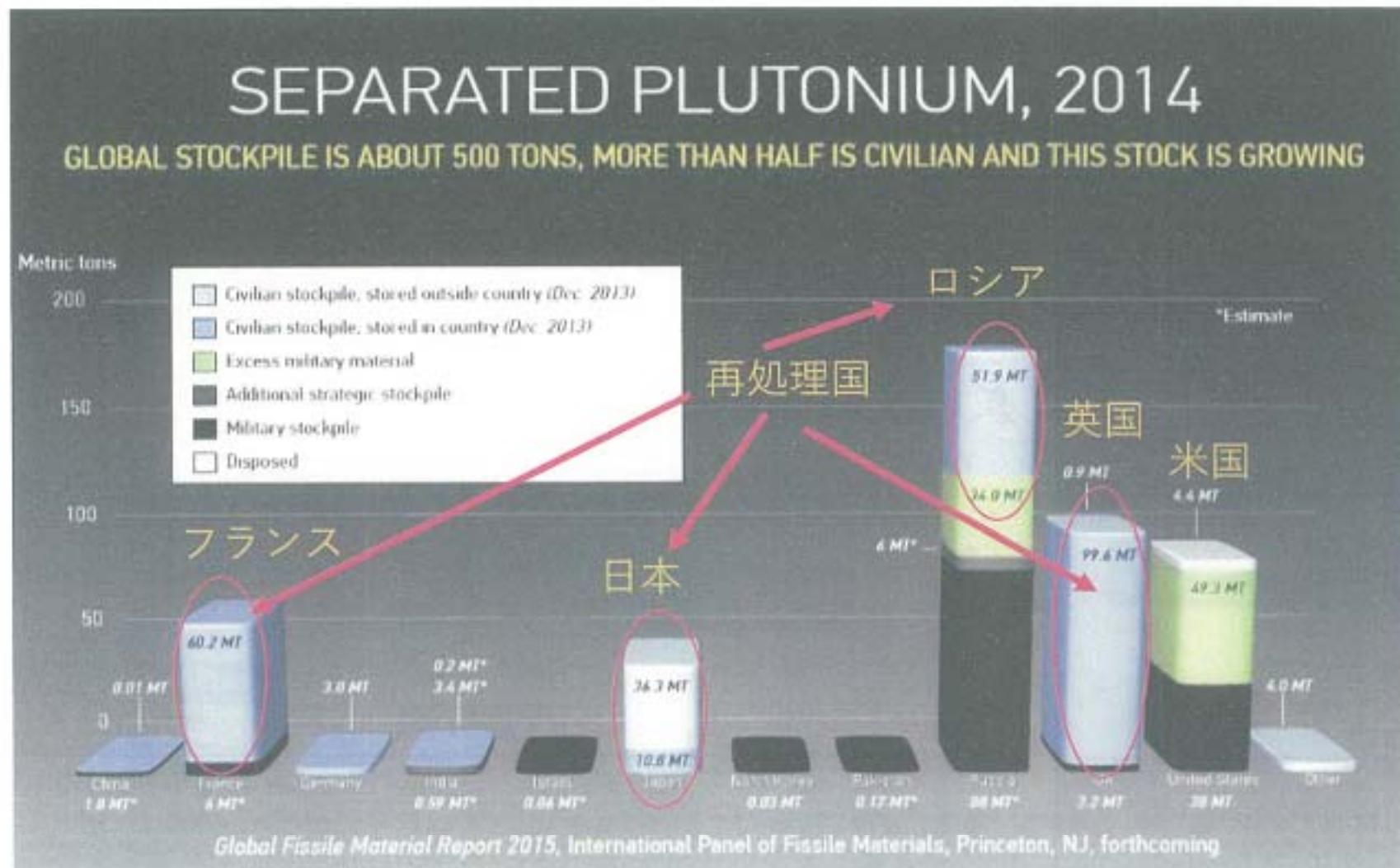


- HEU: 1,338.6 トン
 - ~20,916 発 広島型原爆(64kg/発)
- Pu: 511.4 トン
 - ~85,241 発長崎型原爆(6kg/bomb)
- 合計 ; 106,157発分 (+655発分増)
- 高濃縮ウランはほとんどが軍事利用で、在庫量は減少中。
- プルトニウムは 60 %以上が民生用で、現在も増加中。

世界のプルトニウム在庫量推移 (IPFM, 2015/05)



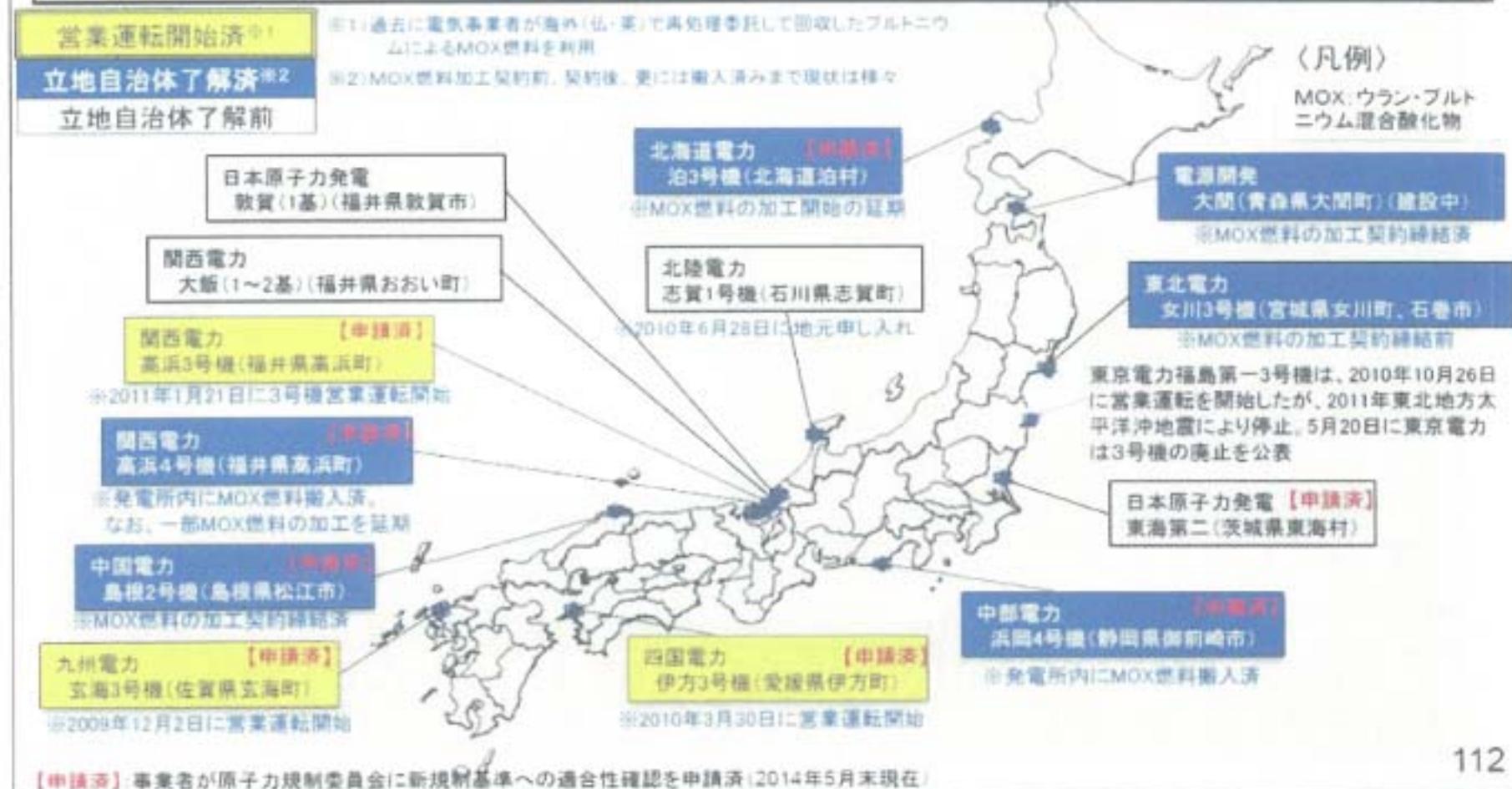
日本は4大核保有国に次ぐ在庫量



Source: Zia Mian, Alex Glazer, "Global Fissile Material Report 2015: Nuclear Weapon and Fissile Material Production," presented at NPT Review Conference, May 8, 2015.
<http://fissilematerials.org/library/ipfm15.pdf>

フルサーマル計画の現状

- 電気事業者は、MOX燃料(ウラン・プルトニウム混合酸化物)を軽水炉で利用する「フルサーマル」の実施を計画。フルサーマルの運転実績は、これまで4基(玄海3号機、伊方3号機、福島第一3号機、高浜3号機)。
- 震災後、福島第一3号機は廃炉。



112

エネルギー基本計画

核燃料サイクルについて-「戦略的柔軟性」の記述

(14/04/11)

- これまでの経緯等も十分に考慮し、関係自治体や国際社会の理解を得つつ、引き続き推進する。
 - プルサーマルの推進、六ヶ所再処理工場の竣工、MOX燃料加工工場の建設、むつ中間貯蔵施設の竣工等を着実に進める。また、**利用目的のないプルトニウムは持たないとの原則を引き続き堅持する。これを実効性あるものとするため、プルトニウムの回収と利用のバランスを十分に考慮しつつ、プルサーマルの推進等によりプルトニウムの適切な管理と利用を行うとともに、米国や仏国等と国際協力を進めつつ、高速炉等の研究開発に取り組む**
- 技術の動向、エネルギー需給、国際情勢等の様々な不確実性に対応する必要があることから、今後の原子力発電所の稼働量とその見通し、これを踏まえた核燃料の需要量や使用済燃料の発生量等と密接に関係していることから、**こうした要素を総合的に勘案し、状況の進展に応じて戦略的柔軟性を持たせながら対応を進める。**

<http://www.meti.go.jp/press/2014/04/20140411001/20140411001-1.pdf>

日米原子力協定 2018年問題

- 1988年日米原子力協定で、日本は「事前包括同意」方式の導入により、30年間再処理・プルトニウム利用を自由に行うことができるようになった。
- 福島事故以降、プルトニウム需要の見通しがないまま、再処理を継続することに米国専門家・政府高官が懸念。
- 懸念の理由：
 1. プルトニウム在庫量の増加
 2. 他国の再処理を奨励（例：韓国、中国）
 3. 経済合理性のない再処理政策を米国の承認が継続することにより、他国への再処理抑制が困難になる。（例：韓国、北朝鮮、イラン）

プルトニウム問題の解決策

- ・全量再処理政策からの脱却
 - ・直接処分を可能とすること
 - ・使用済み燃料貯蔵容量の確保
 - ・立地地域との対話と新たな地域振興策の検討
- ・プルトニウム削減へのコミットメント
 - ・プルサーマル以外の選択肢も検討
 - ・英國提案（処分費用を支払えば、引き取る）の検討
 - ・国際協力による代替処分方法の検討

研究開発・人材確保

「エネルギー基本計画」（2014）における高速炉、もんじゅの記述

「増殖」「実用化」という記述は一切なし。

- ③放射性廃棄物の減容化・有害度低減のための技術開発
・その安全性、信頼性、効率性等を高める技術を開発することは、将来、使用済燃料の対策の柱の一つとなり得る可能性があり、その推進は、幅広い選択肢を確保する観点から、重要な意義を有する。
- もんじゅについては、廃棄物の減容・有害度の低減や核不拡散関連技術等の向上のための国際的な研究拠点と位置付け、これまでの取組の反省や検証を踏まえ、あらゆる面において徹底的な改革を行い、もんじゅ研究計画に示された研究の成果を取りまとめるすることを目指し、そのため実施体制の再整備や新規制基準への対応など克服しなければならない課題について、国の責任の下、十分な対応を進める。

http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf

「高速炉開発の方針」

「もんじゅの取り扱いに関する政府方針」

-原子力関係閣僚会議(16/12/21)

高速炉開発の方針

- 今後の我が国の高速炉開発は、世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図りつつ、高い安全性と経済性を同時に達成する高速炉を開発し、**将来的な実用化を図り**、もって国際標準化に向けたリーダーシップを最大限に發揮することを目標に掲げる
- 既に相応の知的資産が蓄積されており、これらの知見を活用することによって、**実証炉の設計段階に向けた開発作業に改めて着手することは十分に可能**である。「もんじゅ」の再開によって得られる知見については、「もんじゅ」再開によらない新たな方策によって獲得を図ることとし、それでも入手できないと見込まれるものについては、実証炉の設計裕度の確保等の方策で対応する。

もんじゅ取り扱いに関する政府方針

- 「もんじゅ」については様々な不確実性の伴う原子炉としての運転再開はせず、**今後、廃止措置に移行する**が、あわせて「もんじゅ」の持つ機能を出来る限り活用し、今後の高速炉研究開発における新たな役割を担うよう位置付けることとする

FBR開発の歴史： 原子力長期計画におけるFBRの位置づけ変遷

長期計画時期	実用化目標
1956	~1970代 “基幹電源として実用化”
1967	~1980代後半 “FBR商業化前に、『中間炉』が必要”
1987	~2020~30, “当面は軽水炉が主要電源”
1995	「もんじゅ」ナトリウム漏えい事故
2000	~2030 以降, “将来の重要な選択肢の一つ”
2006	~2050 “実用化にむけて着実な開発”
2011	福島原発事故、「もんじゅ」計画見直し
2016	「もんじゅ」廃炉、高速炉実用化と核燃サイクル継続

「もんじゅ」と研究開発

- **国策との相互依存**：国策が継続する限り、研究開発も継続され、国策を維持するために研究開発も継続させることに固執する。これが研究開発の性格をゆがめてしまった。
- 原型炉「もんじゅ」なしに実証炉・実用化計画の実現は極めて困難。
- この勧告を契機に、原子力全体の研究開発の見直しを行い、議論を徹底して行うことが必要
- そのためには開発に利害を持つ組織ではなく、国会事故調や日本学術会議のように、**政府とは独立した立場で、総合的な視点で評価できる委員会**を立ち上げるべきだ。

出所：鈴木達治郎、「原子力研究体制の矛盾が噴き出た『もんじゅ』：厳しい勧告を生かすため、独立した第三者機関の設置を」、Web Ronza, 2015年12月14日

<http://webronza.asahi.com/science/articles/2015120800002.html>

「今後の原子力研究開発の在り方について」 (原子力委員会見解、2012/12/25)

(3) 社会ニーズを反映し、多様性を確保した原型技術の研究開発

- 原型技術段階の研究開発は、実用化開発の候補として現在「ダーウィンの海」（基礎・基盤研究から多くの技術選択肢が生まれてくるが、この段階で淘汰されて限られた技術が実用化に至る）にある技術システム概念は多数存在する。

(7) 総合的な評価

- 理学、工学の広い分野のみならず社会科学の学会や市民団体からも推薦を受けて、いわゆる E L S I （倫理、法、社会的側面）と呼ばれるような幅広い視点から、自律性を持った包括的な評価組織を構成し、作業を付託することが重要である。

http://www.aec.go.jp/jicst/NC/about/kettei/121225_2.pdf

「今後の原子力研究開発の在り方について」 (原子力委員会見解、2012/12/25)

- 原子力技術基盤の維持と人材育成への寄与
- 基礎研究から実用化された技術の高度化を目指す研究開発までのあらゆる研究開発活動には、科学的原理を理解し工学的な安全を確保するための知識と経験を有形のアーカイブや無形のノウハウという技術基盤として保持する行為が必須
- 人材育成をも念頭に、大学と研究機関と産業界の協力による技術開発の推進が期待される。また、研究開発成果が積極的に移転されるよう努めることも重要である。移転が現実化する可能性を高めるのみならず、研究開発活動に対して新たな創発を産み出す刺激のフィードバックが期待されるからである。

「今後の原子力研究開発の在り方について」 (原子力委員会見解、2012/12/25)

- 原子力に関する人文社会科学的分野の研究推進への支援
- 東京電力（株）福島第一原子力発電所事故以降、原子力の研究開発及びその利用が、社会、そしてそれを支える様々な政治的、経済的仕組みの在り方や一般国民の個々の生活や信条に関わっていることが以前よりも一層国民に強く意識されるようになってきている
- そうした中では、原子力に対する評価を国民が行うためには、原子力及び工学分野を超えた分野からの知見が一層求められるようになってきている。
- 原子力利用の展開の在り方や原子力のもたらす社会的影響についての法学、政治学、経済学、哲学、倫理学、心理学、社会学の観点からの分析等、人文社会科学分野の見地からの研究がより一層拡充して行われるべきであり、国はこうした人文社会科学分野における原子力に関する研究が活発に行われる環境を整備していくべきである。

経済 教室

経済 廃炉へ

ポイント

高速かは実用化より基礎研究に没れ
核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ
プルトニウム在庫増大は他国への脅威に



宇田川・ただお
東京電力
会員

プルトニウム削減を急げ

高速炉は実用化より基礎研究に没れ、核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ

プルトニウム在庫増大は他国への脅威に

高速炉は実用化より基礎研究に没れ、核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ

プルトニウム在庫増大は他国への脅威に

高速炉は実用化より基礎研究に没れ、核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ

プルトニウム在庫増大は他国への脅威に

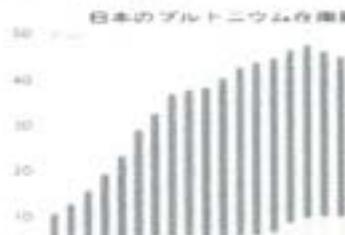
高速炉は実用化より基礎研究に没れ、核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ

プルトニウム在庫増大は他国への脅威に

高速炉は実用化より基礎研究に没れ、核燃料サイクルは高速かなければ破綻へ

プルトニウム在庫増大は他国への脅威に

もんじゅ 廃炉へ 核燃料の再処理は中止を



もんじゅは、日本唯一の高濃縮 plutonium-239 (Pu-239) を供給する施設だ。この plutonium-239 は、核兵器開発のための plutonium-239 の供給源として、世界で最も重要な役割を果たす。しかし、もんじゅは、その plutonium-239 の供給が、世界中の核兵器開発のための plutonium-239 の供給を阻害する。そのため、もんじゅは、廃炉へと向かう。また、もんじゅは、その plutonium-239 の供給が、世界中の核兵器開発のための plutonium-239 の供給を阻害する。そのため、もんじゅは、廃炉へと向かう。

もんじゅは、日本唯一の高濃縮 plutonium-239 (Pu-239) を供給する施設だ。この plutonium-239 は、核兵器開発のための plutonium-239 の供給源として、世界で最も重要な役割を果たす。しかし、もんじゅは、その plutonium-239 の供給が、世界中の核兵器開発のための plutonium-239 の供給を阻害する。そのため、もんじゅは、廃炉へと向かう。