

原子力問題を考える

長岡技術科学大学、学生との対話

基調講演 平成26年6月25日 林 勉

1. 原子力と社会
 1. 1原子力の社会性
 1. 2原子力世論の混乱
 1. 3今なぜリスクコミュニケーションか
2. 原子力の安全問題
 2. 1 福島第一事故の真因は何
 2. 2 今後の安全確保をどうするか
3. エネルギー・環境問題としての原子力
 3. 1 石炭・石油・天然ガスの供給限界はどうなっているか
 3. 2 シェールガス・オイルの可能性はどうか
 3. 3 再生可能エネルギーの可能性はどの程度か
 3. 4 地球温暖化問題の現実
4. 我が国の原子力政策
 4. 1 放射性廃棄物はどうするのか
 4. 2 放射線被害問題をどう考えるか
 4. 3 福島汚染水問題はどうか
 4. 4 原発の発電原価はどうか
 4. 5 世界の原発計画はどうか
 4. 6 脱原発政策は可能か
 4. 7 迷走する我が国の原子力政策

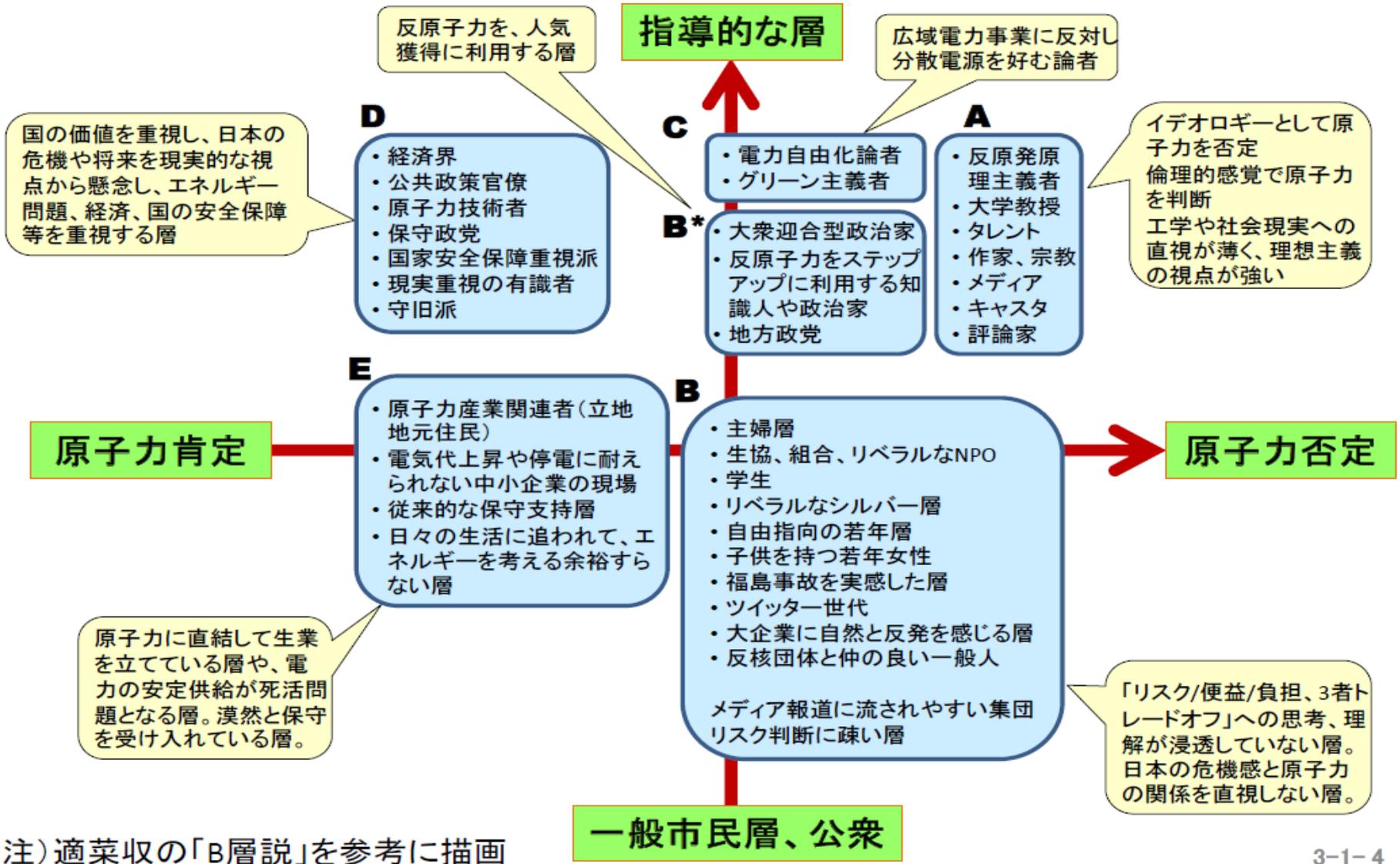
1. 原子力と社会

1.1 原子力の社会性

- 原子力発電開発当初より、原発の技術的故障は社会的問題として扱われてきた
- 被爆国としての原子力/放射能に対する独特の国民感情⇒福島事故により増幅
- 事故により、原子力のトランスサイエンスの問題領域が拡大

原子力の利活用継続に対し国論は割れている
⇒ 原子力選択の国民的合意形成は可能か

1. 2原子力世論の混乱(京大山名先生の見方)



注) 適菜収の「B層説」を参考に描画

1. 3今、何故リスクコミュニケーションか

- 事故により、原発の安全/安心の基盤が損なわれ信頼を喪失⇒ゼロリスク志向に
- 「安全は強化され原発は必要です！」では国民、地元住民は安心を覚えない
- 原子力の諸問題について事実を正しく伝え選択の便益とリスクを冷静に考える為の真剣、丁寧な相互意思疎通が必要
 - ⇒ リスク認知による相互理解への努力
 - ⇒ 未知性、不確定性因子の説明努力

2. 原子力の安全問題

2. 1 福島事故の真の原因は何か

直接的原因: 1000年に一度といわれる巨大地震とそれに続く巨大津波 : **天災**

間接的原因: 巨大津波に起因するシビアアクシデント対策の不備 : **人災**

地震発生

原子炉停止
外部電源喪失
非常用DG/炉心冷却系起動



設備は設計通りに機能した

津波襲来

非常用DG/直流電源喪失(全電源喪失)
炉心冷却機能喪失、制御機能喪失
炉心損傷
格納容器破損、原子炉建屋への漏洩
原子炉建屋の水素爆発



津波による多重故障および共通要因故障によるシビアアクシデントへの考慮、対応策が欠如

環境への大規模な放射性物質の放出



放射線事故時の社会対応体制の不備

2. 2今後の安全確保をどうするのか

- ・シビアアクシデント対策の不備、放射線事故時の社会対応体制の不備という反省
- ・原子力安全確保としての深層防護思想の深化

我が国のこれまでの
安全確保思想

第1層
異常の発生防止

- ・余裕のある設計
- ・フェイルセーフ
- ・インターロック
- ・自己制御性
- ・高度な品質管理

第2層
異常の拡大防止

- ・異常の早期発見
- ・原子炉停止装置

第3層
炉心損傷防止

- ・非常時炉心冷却装置
- ・閉じ込め機能(5重の壁)
- ・格納容器とその冷却装置

新安全基準の安全確保思想
従来の第1～3層に加えて第4、5層を考慮する

第4層

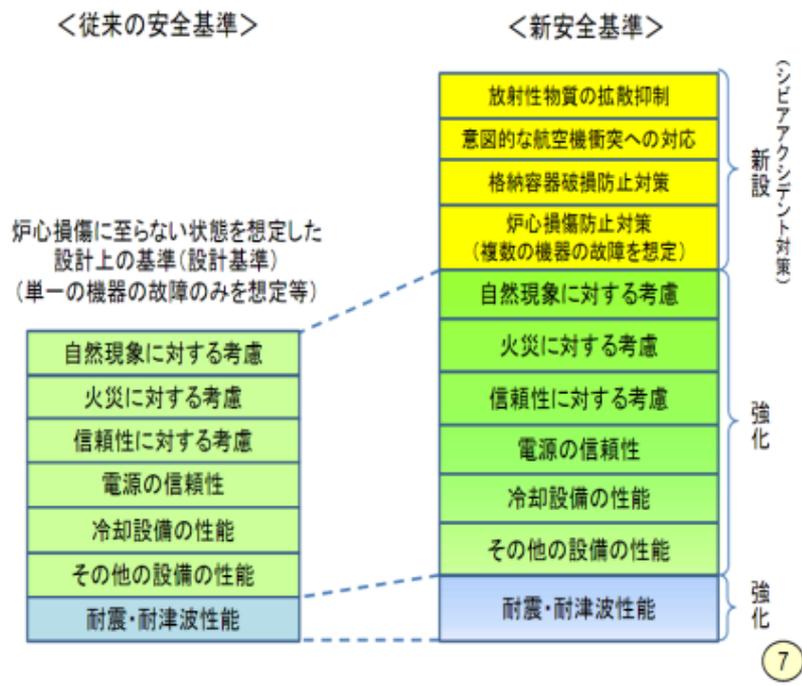
シビアアクシデントの対策強化、
周辺環境への放射能の放出防止

第5層

放射能放出時の被曝防止、
環境汚染防止、復旧活動

原子力規制委員会の新安全規制と電力会社の対応

7. 新安全基準の全体像



電力会社の対応

- ・事故時の司令塔となる緊急時対策所
- ・津波対策(防潮堤の設置、水密扉等)
- ・電源の確保(空冷のガスタービン発電車、電源車、緊急用配電盤設置等)
- ・冷却手段の確保(消防車、代替熱交換器車、貯水池の増設等)
- ・地震への対応(基準地震動の見直し、耐震強化、断層影響評価等)
- ・ケーブルの難燃化
- ・緊急時対応体制の整備と訓練

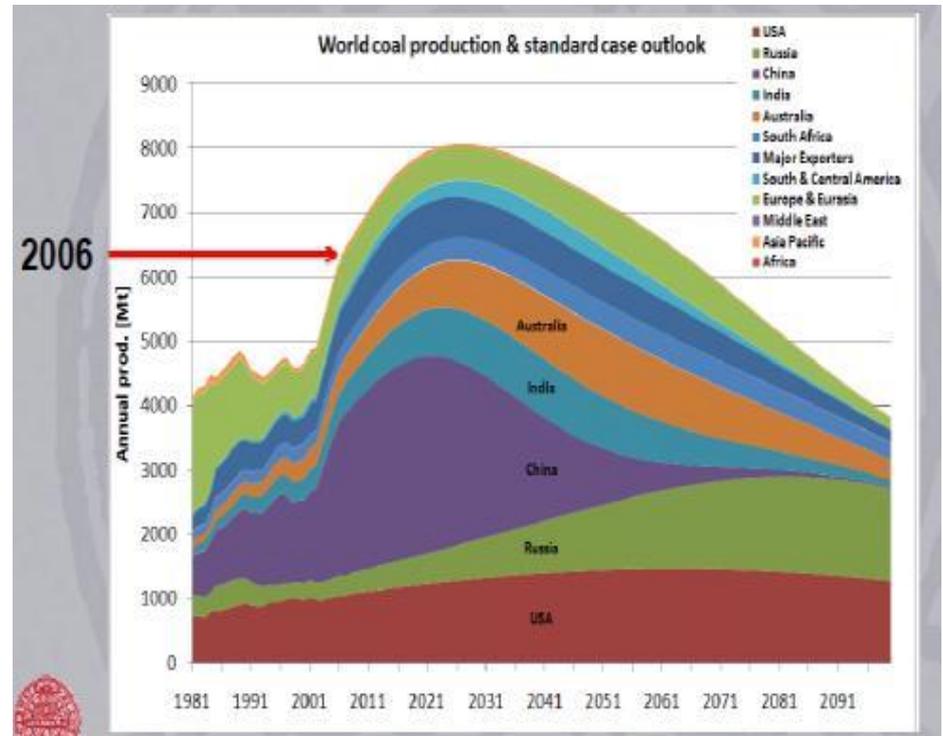
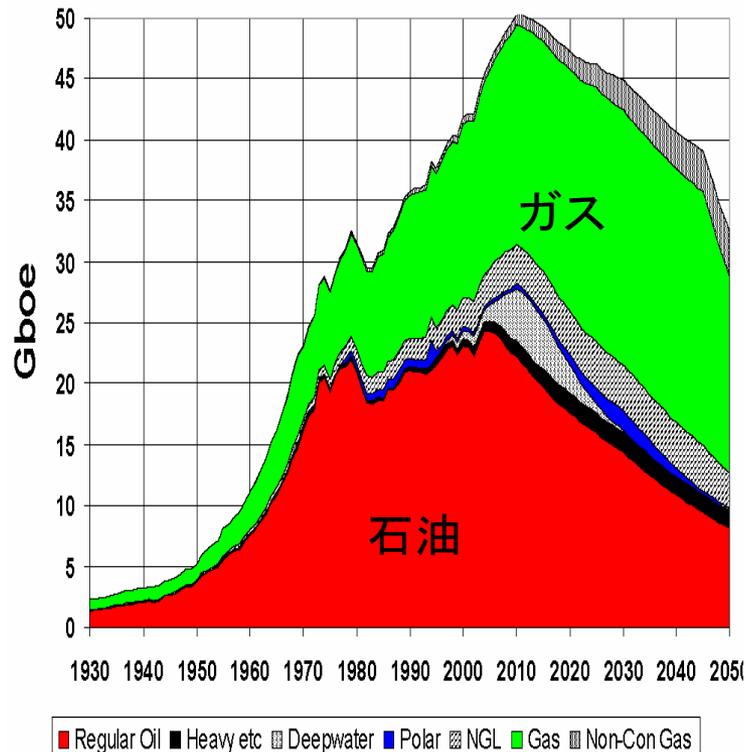
東電の反省と今後の改革

- ・原子力改革監視委員会、原子力改革特別タスクフォース設立
- ・福島事故の反省、根本原因分析、総括、当時の会社組織内の問題
- ・原子力安全改革プラン: 組織対策、経営層の改革、コミュニケーション活動の改革他

3. エネルギー環境問題としての原子力

3. 1 石油・天然ガス・石炭の供給限界は？

- ・石油および石油+ガスのピークは2010年頃
- ・石炭のピークは2020年頃



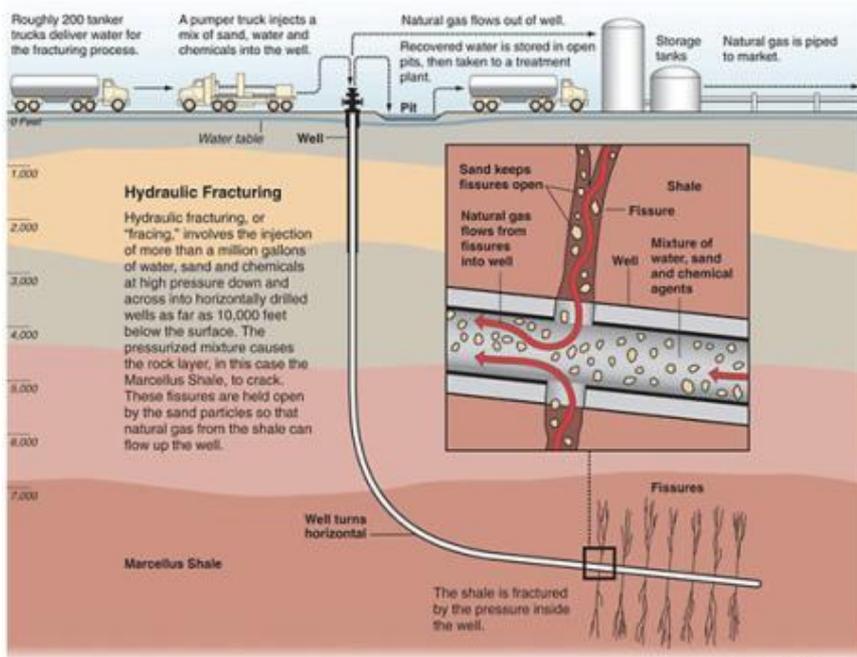
石油・ガス生産ピーク(ASPO予測)

石炭生産ピーク(ウプサラ大学Alekklett教授)

3. シェールガスの可能性はどうか

米国でのシェール革命

- ・シェール層からのガス・石油を安価に供給できるようになり、米国エネルギー情勢は様変わり。2008年→2012年で、貿易赤字6983億ドル→5395億ドル、石油製品輸入量11MB／日→7.7MB／日に激減。米国経済の大転換。
- ・米国の中東依存度激減。世界戦略への影響懸念。



シェールガス・オイルの掘りかた

なぜ米国で急速に開発が進んだのか

- ・豊富な掘削経験と技術力の蓄積
- ・地下資源の所有権は地主で、民間活力大。
- ・ガスパイプラインの充実。
- ・原油国際価格急騰で経済性メリット。

シェールガス・オイルの問題点

- ・シェールガスは非在来型資源。
- ・硬い岩石を水圧破碎(大量の水を高圧で投入)エネルギー収支比(EPR)が低い。
- ・大量の化学薬剤を入れるための環境問題。
- ・生産井の減衰が急速(最初の2年間で80%減少)。次から次へと井戸を掘る必要。
- ・米国で成功して他国でも成功するとは限らない
- ・経済的に成立する資源量は限界がある。

3. 3 自然エネルギーの可能性はどの程度か

- ・自然エネルギー(太陽光・風力等)は再生可能で無限のイメージがあるが、利用するためには様々な制限があり、有限となる。
- ・資源エネルギー庁は、CO2削減目標達成するための自然エネルギー最大導入目標を定めた。(立地制限限界、大量生産効果、FITの最大利用等を最大限適用)

自然エネルギーの最大導入目標(万KW)

	太陽光発電	風力発電	合計	発電割合
2020年	1,400	500	1,900	2.40%
2030年	5,300	670	5,970	6.80%

- ・2030年の最大導入でも、太陽光、風力合計で全発電量の7%程度
- ・太陽光、風力は変動電源であり、バックアップ電源か蓄電設備が必要(コスト大)
- ・多額のFIT(買い取り制度)で導入。電気料金へ跳ね返り、消費者負担に

3. 4地球温暖化問題の現実

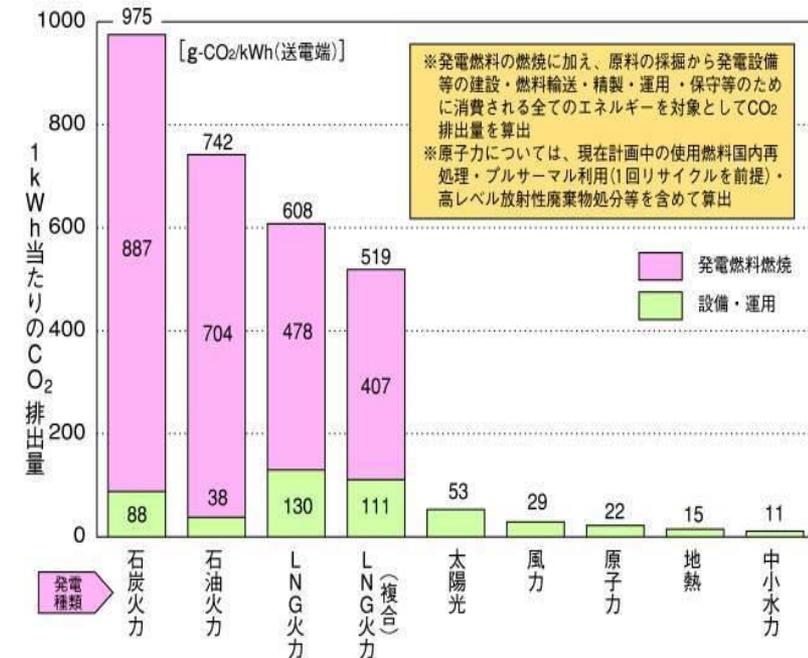
気候変動国際間パネル(IPCC) 報告書

報告書	人間活動が及ぼす温暖化への影響
第1次(1990年)	気温上昇を生じさせるだろう
第2次(1995年)	影響が全地球の気候に表れている
第3次(2001年)	可能性は高い(66%以上)
第4次(2007年)	可能性は非常に高い(90%以上)
第5次(2013年)	可能性は極めて高い(95%以上) 温暖化には疑う余地はない

我が国のCO2排出量

- ・2010年:12億5700万トン
- ・2011年:13億800万トン
- ・2012年:13億4100万トン

電源別CO2排出量



(注) 四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。

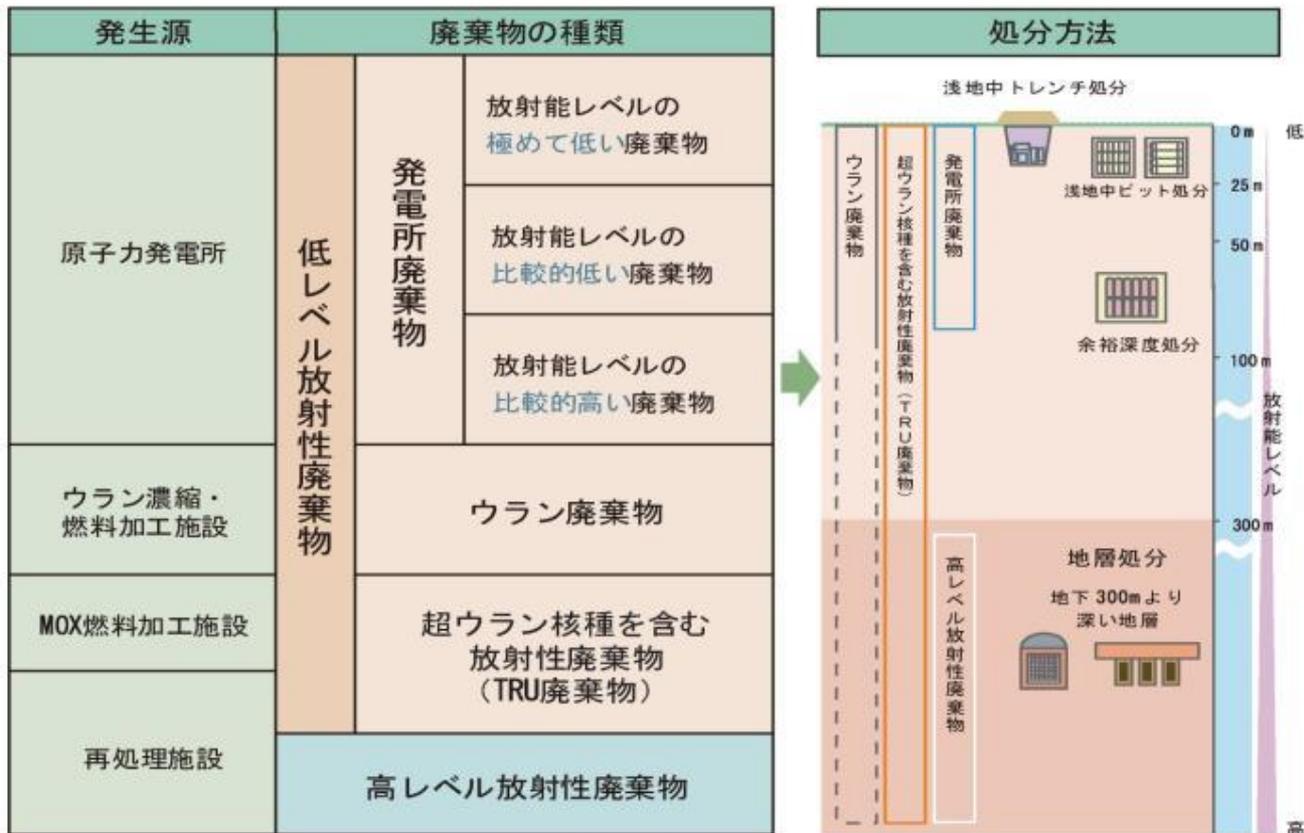
出典: 電力中央研究所報告書 他

4. 原子力政策問題

4. 1 放射性廃棄物はどうするのか

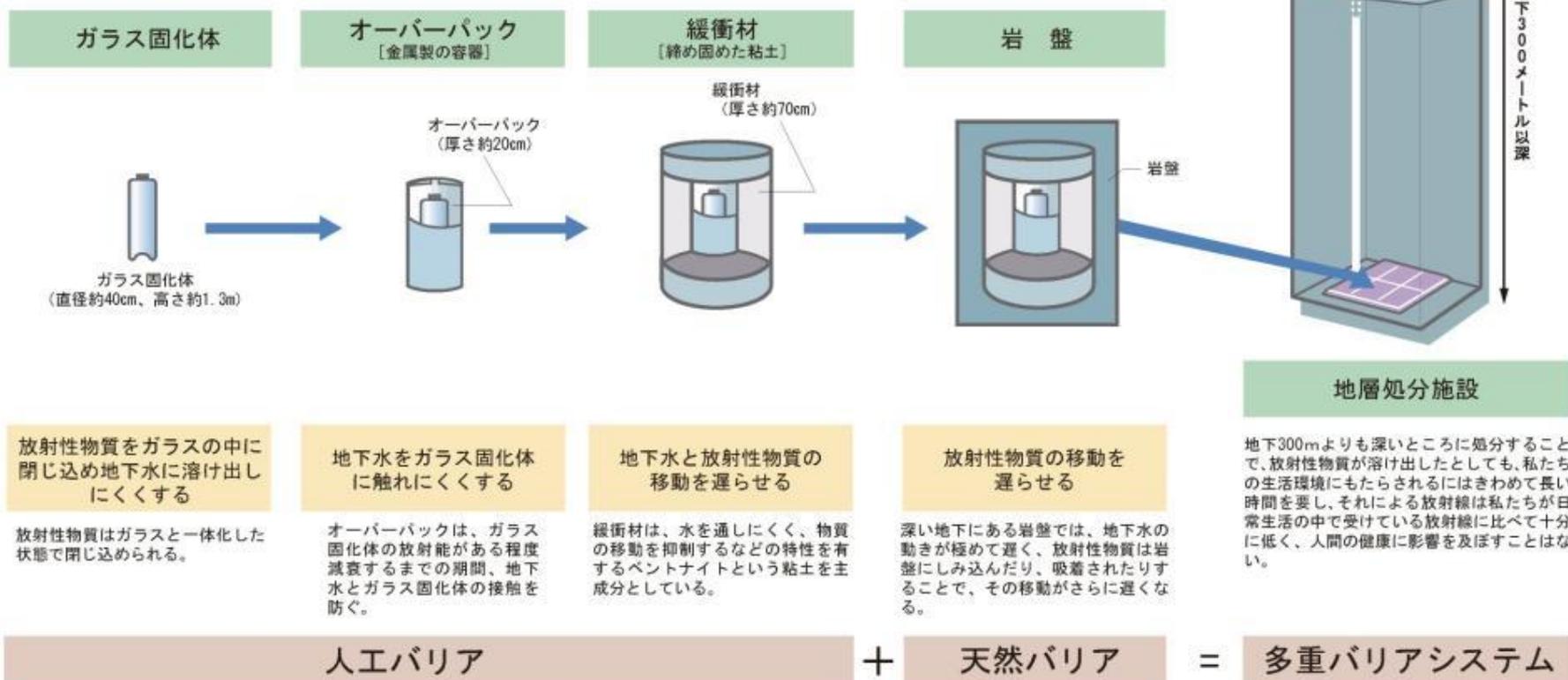
放射性廃棄物の種類と処分の概要

放射能レベルに応じた深度や障壁（バリア）を選び、浅地中処分、余裕深度処分、地層処分に分けて処分が行われる。



高レベル放射性廃棄物多重バリアシステム

- ・我が国には歴史的に安定した地層は広範囲に存在する。
- ・安定した地層の最大の懸念は、地下水の浸食による溶出。
 深地層地下水は数CM/年しか動かず、酸素を殆ど含まず腐食性低い。
 さらに多重バリアシステムで地下水による浸食の可能性を低減している。



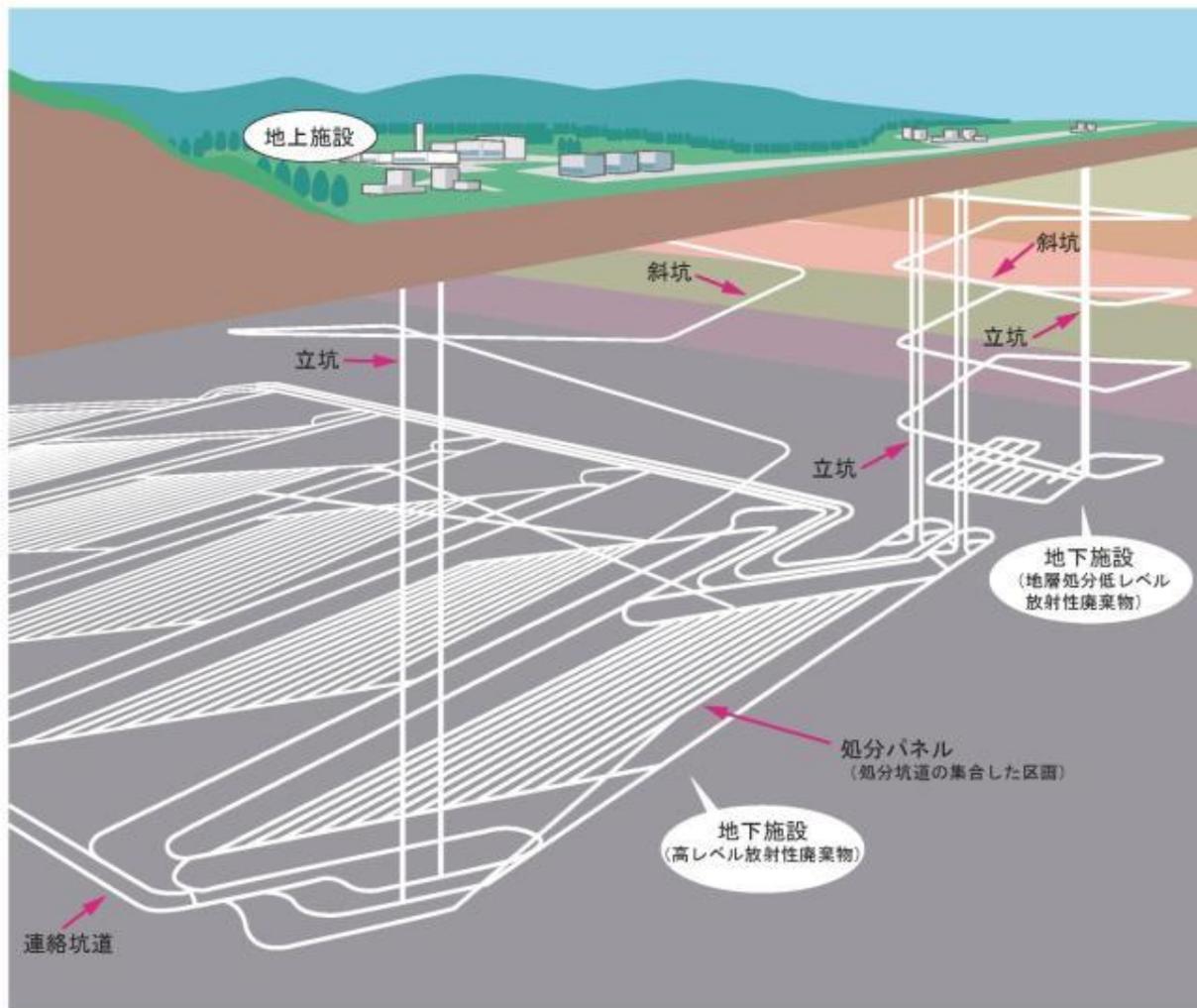
高レベル放射性廃棄物の地層処分の概念図

地層処分施設のレイアウト例

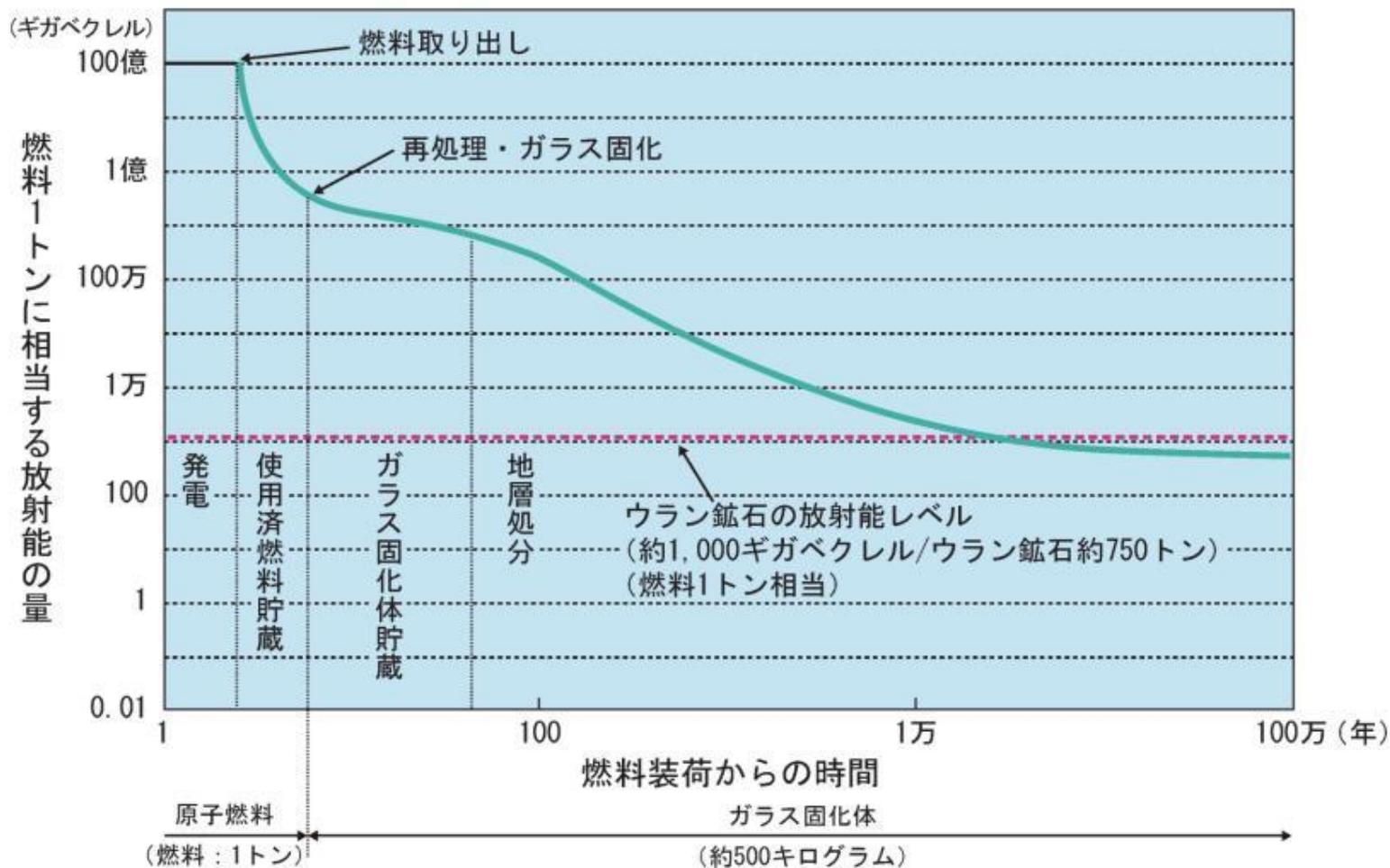
高レベル放射性廃棄物と地層処分低レベル放射性廃棄物の地層処分施設を併置した例

仕様の一例（結晶質岩、深度1,000mの場合）

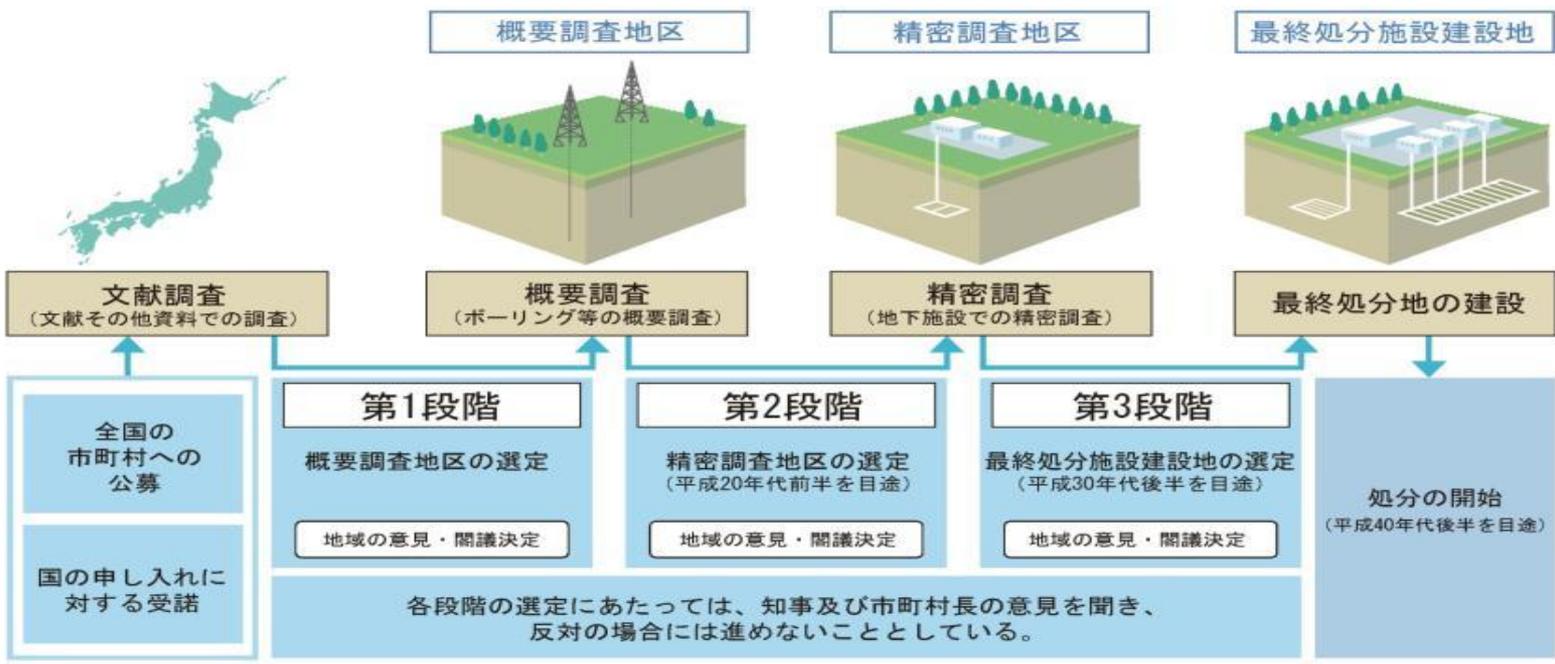
地上施設	敷地面積1～2km ²
高レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ（平面） 約3km×約2km
地層処分低レベル放射性廃棄物の地下施設	大きさ（平面） 約0.5km×約0.3km



高レベル放射性廃棄物の放射能の減衰



高レベル放射性廃棄物処分地の選定プロセス



何故今まで処分地が選定できていないのか

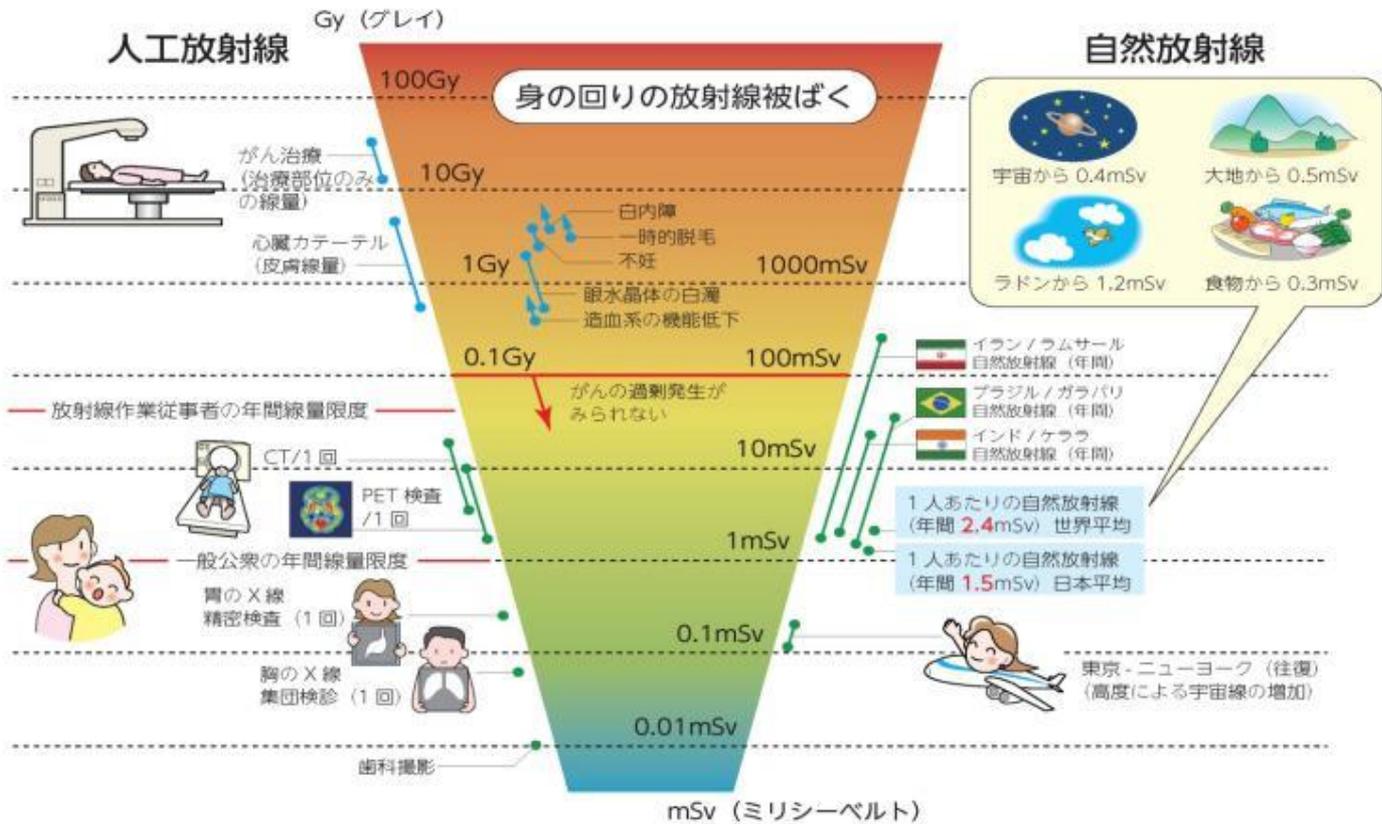
高知県東洋町の田嶋町長は文献調査に入る意向を示した。途端に反原発の方たちから抗議の電話が町役場に殺到。通常業務不能事態に。町内には反原発グループが押しかけ住民を洗脳。町は2分化され、対立。町長リコール、出直し選挙で田嶋町長落選。

今後はどうするのか

今までの地方自治体からの誘致申し出方式を改め、国が前面に立ち、候補地を定め、国の責任で地元の理解を得る方式とすることを検討中。

4. 2放射線被害問題をどう考えるか

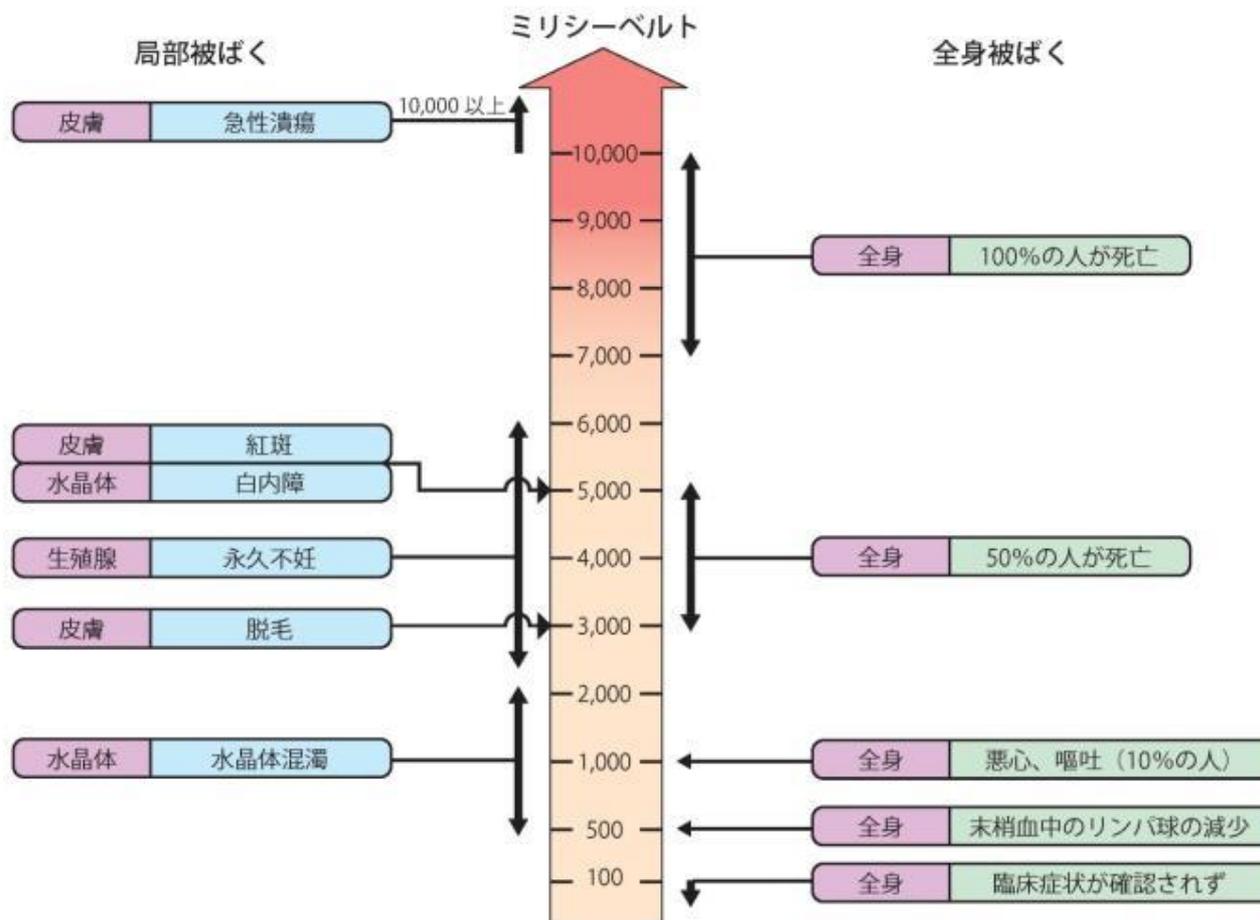
日常生活と放射線



(注) 数値は有効数字などを考慮した概数
目盛 (点線) は対数表示のため、ひとつ上がる度に10倍上がる

放射線を一度に受けたときの症状

凡例 部位 症状

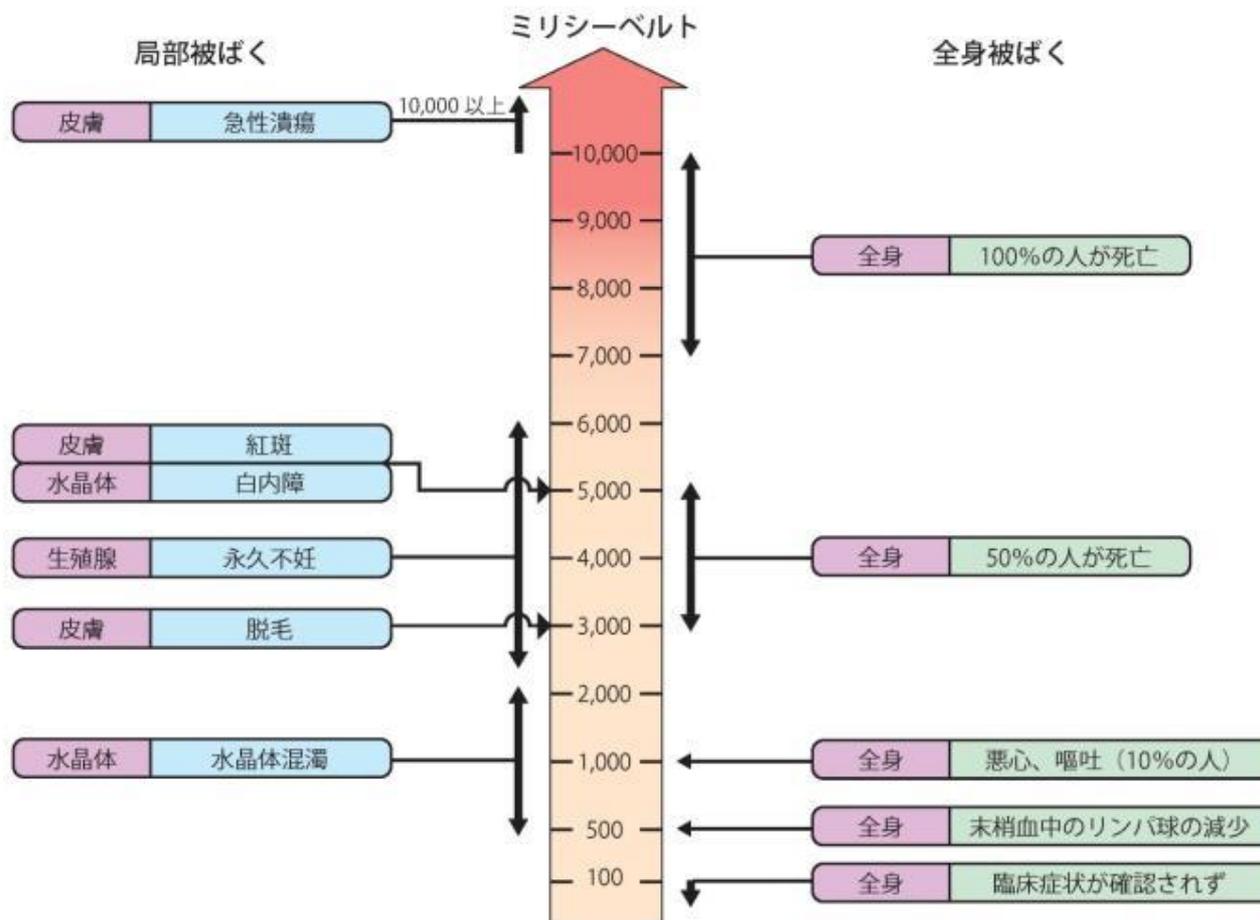


(注) 一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

出典: (財)放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」

放射線を一度に受けたときの症状

凡例 部位 症状



(注) 一般の人の線量限度1.0 mSv/年、原子力発電所周辺の線量目標0.05 mSv/年

出典: (財)放射線影響協会「放射線の影響がわかる本」

線量限度について

区分		実効線量限度(全身)	等価線量限度(組織・臓器)
放射線業務従事者	平常時	100mSv/5年 ^{※1} 50mSv/年 ^{※2} 女子 5mSv/3月間 ^{※3} 妊娠中の女子 1mSv (出産までの間の内部被ばく)	眼の水晶体 150mSv/年 ^{※2} 皮膚 500mSv/年 ^{※2} 妊娠中の女子 2mSv (出産までの間の腹部表面)
	緊急時	100mSv (福島第一原子力発電所事故に 限り: 250mSv)	眼の水晶体 300mSv 皮膚 1Sv ^{※4}
一般公衆	平常時	1mSv/年 ^{※2}	眼の水晶体 15mSv/年 ^{※2} 皮膚 50mSv/年 ^{※2}
	福島第一原子力発電所事故 収束後の現存被ばく状況	1~20mSv/年 (長期的な目標: 1mSv/年)	
	緊急時	20~100mSv/年	

(注) 上記表の数値は、外部被ばくと内部被ばくの合計線量
自然放射線による被ばくと医療行為による被ばくは含まない

※1 平成13年4月1日以後5年ごとに区分

※2 4月1日を始期とする1年間

※3 4月1日、7月1日、10月1日、1月1日を始期とする各3月間

※4 1Sv (シーベルト) = 1,000 mSv (ミリシーベルト) = 1,000,000 μ Sv (マイクロシーベルト)

食品規制値の国際比較

(単位：ベクレル/kg)

放射性物質の種類	食品	日本		EU	米国
		暫定規制値	新基準値 [※]		
放射性ヨウ素	飲料水	300 乳児100		500 乳児150	170 (乳児も同じ)
	牛乳・乳製品				
	野菜類(根菜・イモ類を除く)	2,000		2,000	
放射性セシウム	飲料水	200	10	1,000 乳児400	1,200
	牛乳		50		
	乳製品		100	1,250	
	野菜類				
	穀類	500			
	肉、卵、魚、その他				

※2012年4月より導入予定

放射線と生活習慣によってがんになる相対リスク

(対象：40～69歳の日本人)

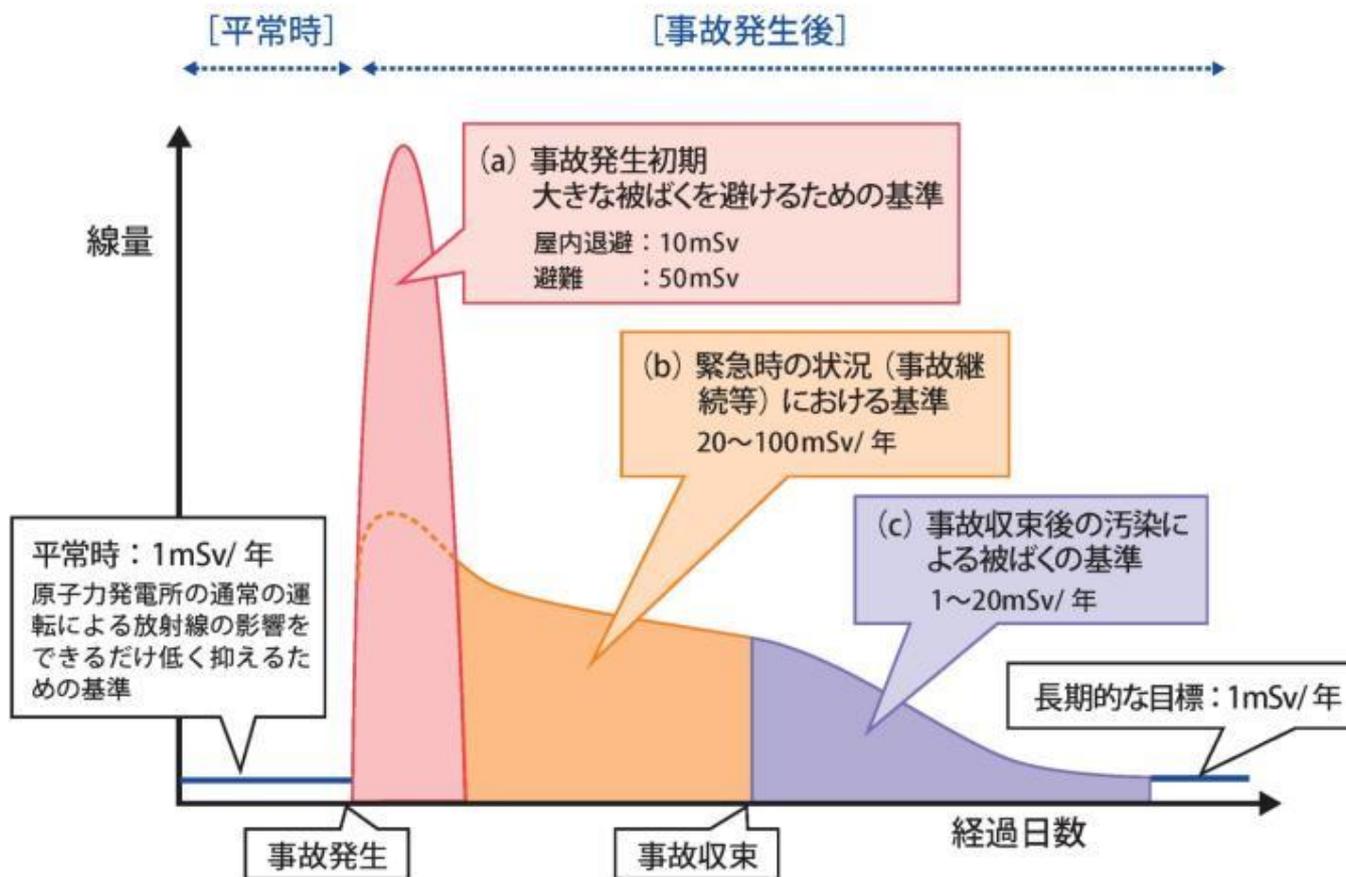
要 因	がんになるリスク
1000～2000ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.8倍
喫煙 飲酒(毎日3合以上)	1.6倍
痩せ過ぎ	1.29倍
肥満	1.22倍
200～500ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.19倍
運動不足 ^{※1}	1.15～1.19倍
塩分の取り過ぎ	1.11～1.15倍
100～200ミリシーベルトの放射線を受けた場合	1.08倍
野菜不足 ^{※2}	1.06倍

(注) 放射線は、広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ（固形がんのみ）であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない

※1 運動不足：身体活動の量が非常に少ない

※2 野菜不足：野菜摂取量が非常に少ない

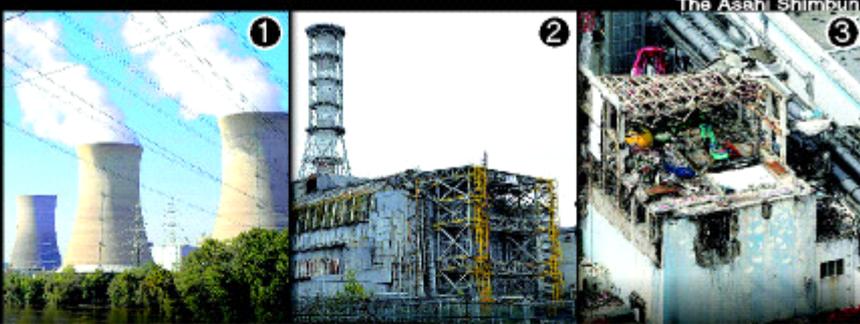
放射線防護における線量の基準の考え方



国連科学委員会の福島事故の被曝影響評価

2013年5月

過去との原発事故との比較
国連報告書案などから



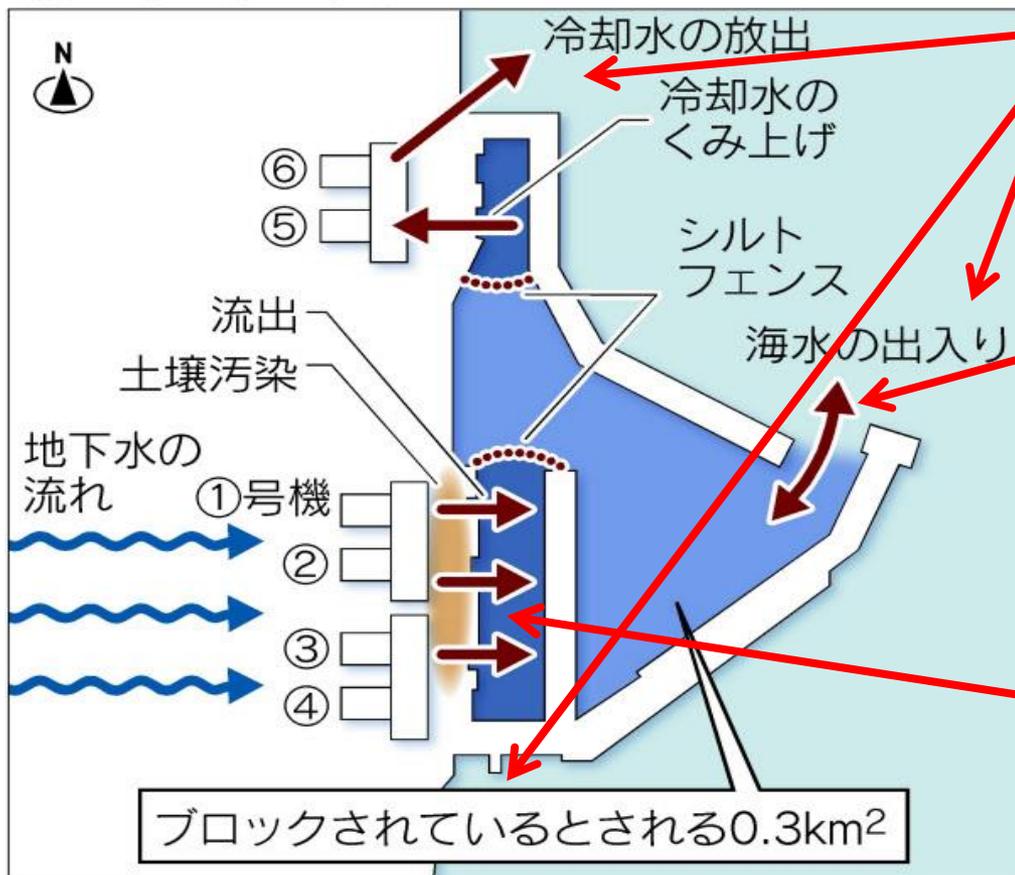
原発事故		①米国 スリーマイル島 (1979年)	②旧ソ連・ チェルノブイリ (86年)	③福島第一 (2011年)
放射性物質 の大気への 放出量 (千兆ベクレル)	ヨウ素	0.0006 ~0.0008	1700	100~500
	セシウム 137	なし	86	6~20
甲状腺の被曝線量 (ミリシーベルト)		0.07 (成人の最高)	50~5000 (一般的な 避難民)	33~66(小児)、 8~24(成人) (30km圏外の被曝 の多い地区)
影響を受けた地域全体の 住民の甲状腺被曝の 集団線量(人・シーベルト)		—	296万7000	9万9000

- ・福島事故での集団線量(日本人全体)は甲状腺でチェルノの1/30
- ・甲状腺被爆者の線量はチェルノの最低限なみ、最高値は1/100
- ・チェルノブイリ原発事故と比べて、放射性物質の放出量が少なかった上、日本では住民の避難や食品規制などの対策が比較的、迅速に取られたと指摘。避難により、甲状腺の被曝が最大500ミリシーベルト防げた人もいた。
- ・福島第一原発の健康影響について「(がんが増加しても非常に少ないため)見つけるのは難しい」「福島はチェルノブイリではない」と結論付けた。

4. 3福島汚染水問題はどうなっているか

福島第一原発からの汚染水流出 (安倍総理の Under Control の意味)

福島第1原発付近の水の流れ



付近の海域附でのトリチウム、セシウム、ストロンチウム等検出限界以下。

セシウム濃度は事故直後から1/10,000以下に減少。国の基準値の約1/10。

セシウム濃度は事故直後から1/10,000以下に減少したが国の基準値をわずかに超えている。

福島第一原発遮水対策例

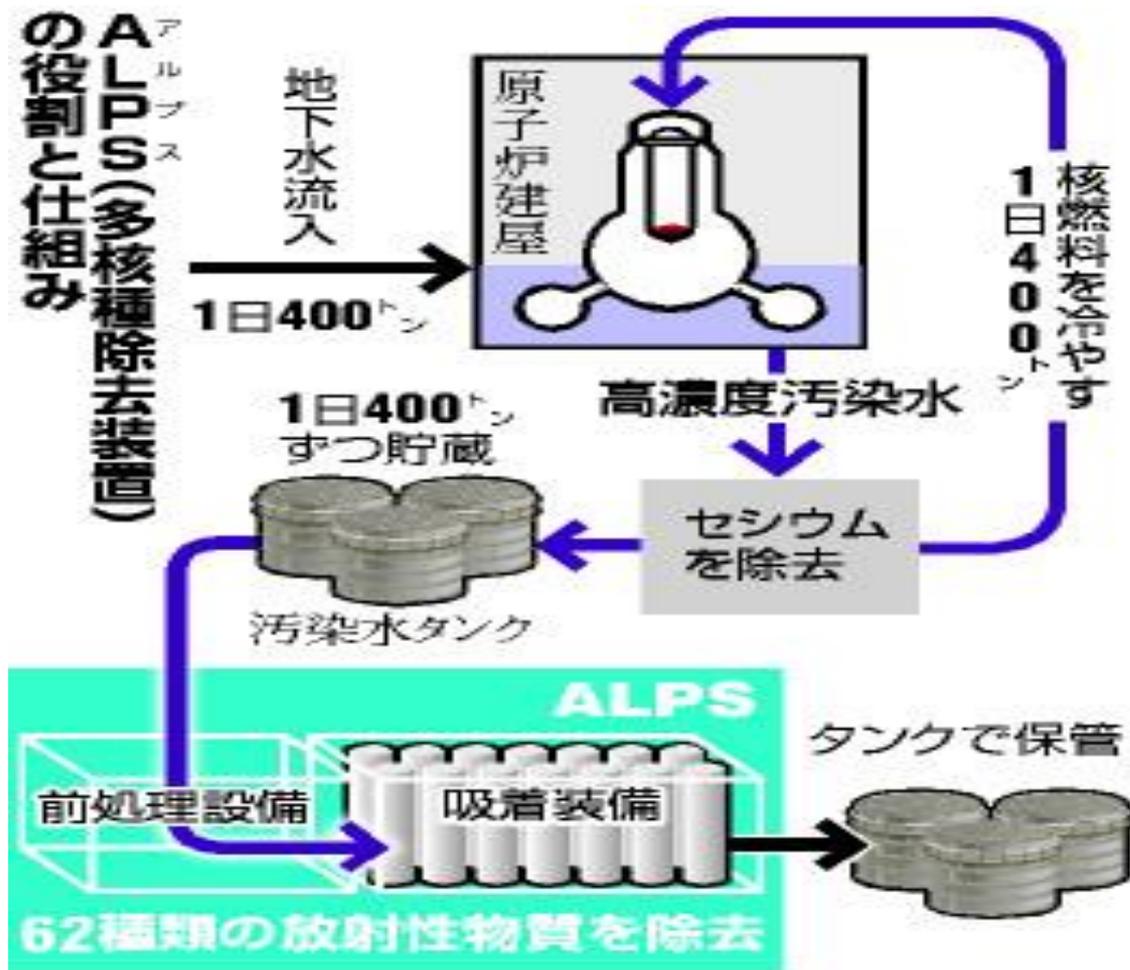
陸側遮水壁の概要（例）

- ・ 下図は、1～4号機建屋周りに凍土方式による陸側遮水壁を設置した例。
- ・ 施工範囲は、今後検討予定。



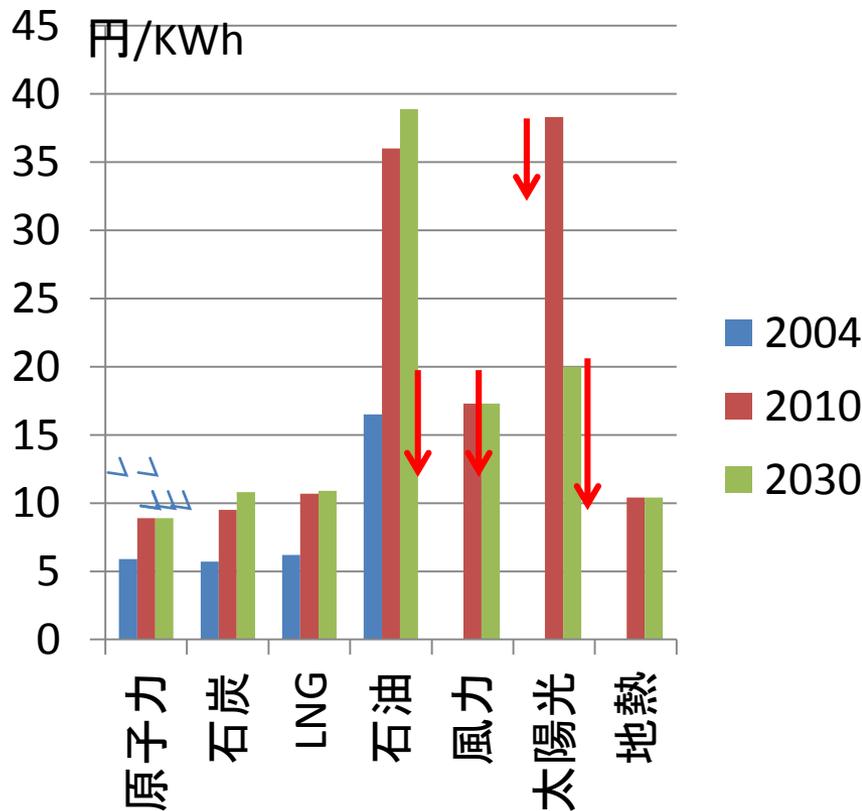
汚染水処理対策委員会報告書「地下水の流入抑制のための対策」（平成25年5月30日）から引用

汚染水の処理方法

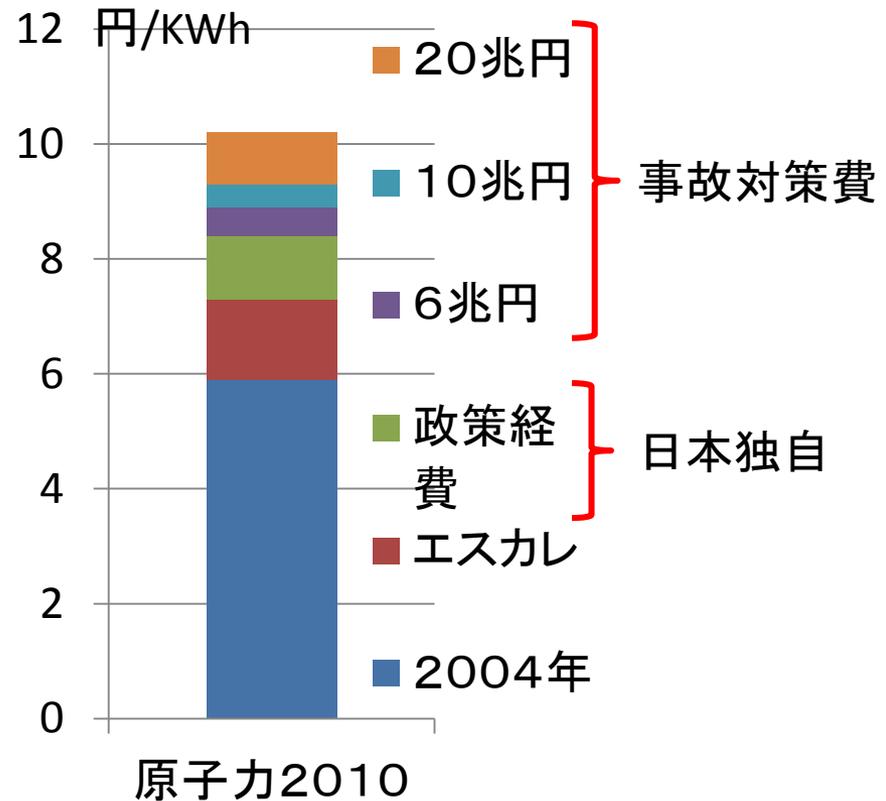


3. 4原発の発電原価は怎么样了

- ・福島事故後の電源別発電原価評価を下図に示す(コスト等検証委員会 2011,12,13)
- ・原子力は事故対策費の程度によるが8~10円/kWh。風力太陽光は今後の原価低減を目一杯入れても10円/kWh程度。さらに変動電源対策費等も必要になる



各電源の発電原価



原子力の発電原価内訳(含む事故対策費)

4. 5世界の原発計画はどうなっているか

- ・福島事故以後、運転中・計画中基数は多少減少しているが、計画中基数は急増している。
- ・特に増加が著しいのは、中国、ロシア、インド
- ・産油国、東南アジア等、での新規参入国も増加している

	運転中		建設中		計画中	
	出力	基数	出力	基数	出力	基数
2010	38916	432	7460	66	9975	74
2011	39220	436	7573	75	9975	91
2012	38314	427	6892	69	16495	144

出力:万KW

4. 6脱原発政策は可能か

- ・ 脱原発をした時の現実的な政治、経済、外交、社会（立地地域問題を含む）、環境、エネルギー政策等の諸課題をどうするか解がなければ脱原発は不可能
- ・ 民主党は2030年に原発ゼロを打ち出したが、これを閣議決定できなかった。ここに国の方針として脱原発ができない問題が凝縮されている。

民主党はなぜ原発ゼロ(2030年)を閣議決定できなかったか？

- ・ 米国からの抗議

核不拡散体制への不安。先進国(日本を含む)原発建設技術の弱体化

- ・ 青森県の反発

青森県は国の方針に協力し、各種原子力施設を導入。原発ゼロにするなら使用済み核燃料を含めて持ち帰れとの主張。

- ・ 経済諸団体からの猛反発

電気料金値上りによる国際競争力の喪失

企業の海外移転の懸念

GDP低下懸念

- ・ 脱原発の経済・社会負担

代替燃料費負担：3～4兆円/年、原発施設が資産から負債に数兆円→債務超過破産、廃炉費用数兆円、バックエンド対策費数十兆円、青森にある高レベル廃棄物等の移管、原子力立地地域対策、CO2削減対策、エネルギー確保対策等々。

4. 7 迷走する我が国の原子力政策

我が国の原子力政策の流れ

- ・2005/10 原子力政策大綱閣議決定、2030年以降も 30~40%確保
- ・2006/8 原子力立国計画策定
- ・2009/7 民主党政権誕生、原子力政策踏襲
- ・2011/3 福島事故
- ・2011/5 菅首相(当時)浜岡原発停止命令
- ・2012/10 民主党政権、2030年脱原発政策の閣議決定失敗
- ・2012/12 衆院選挙で民主党大敗、自民党安倍政権誕生。安全を確保して再稼働の方針
- ・2013/9 国内全原発停止
- ・2014/4 エネルギー基本計画閣議決定、原子力は重要電源の位置づけ
- ・2014/6 規制委審査遅れで再稼働いまだに出来ず

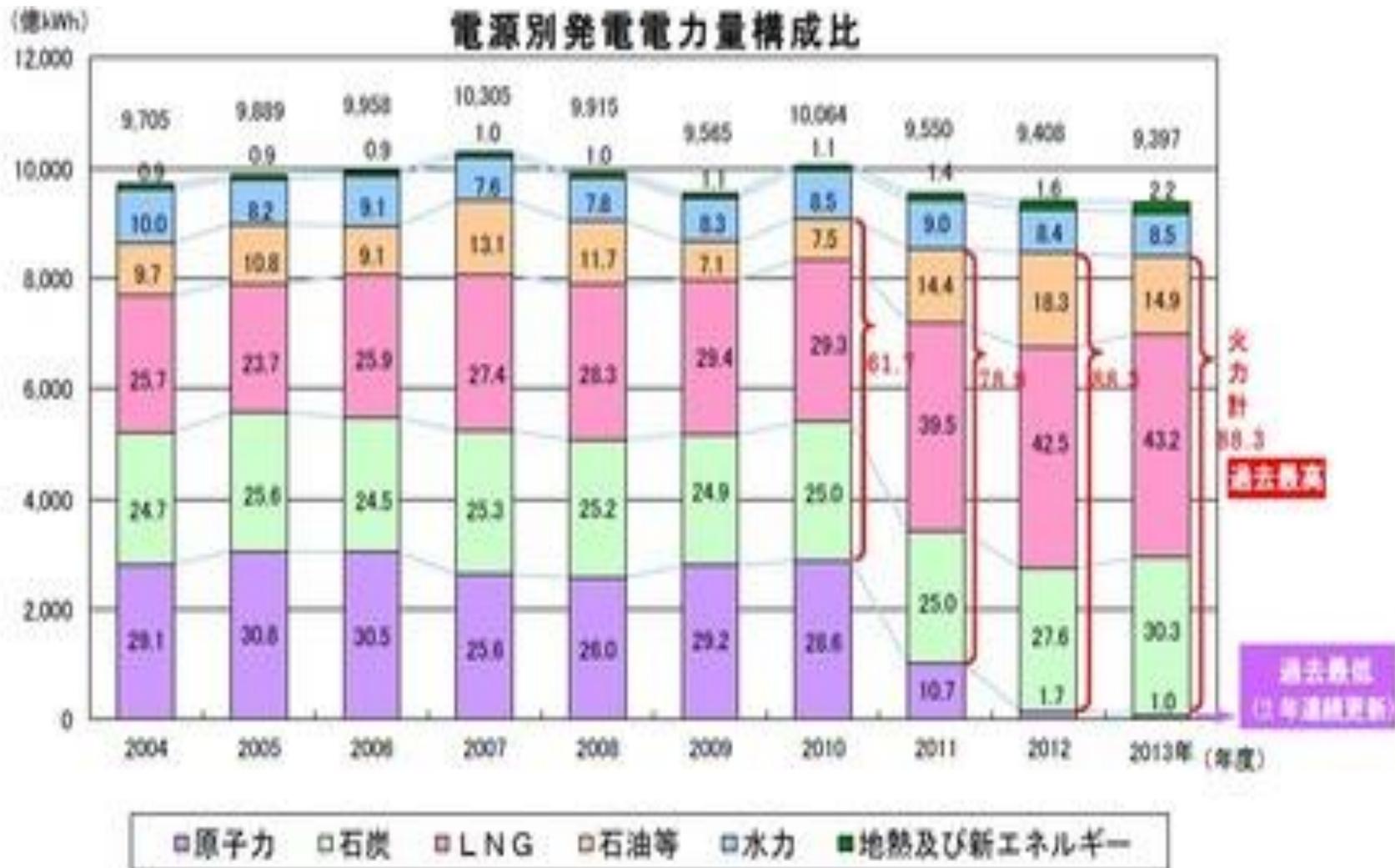
再稼働を阻害する要因

- ・アベノミクスにとって原発再稼働は重要案件。しかし民意を図りかねて強硬姿勢取れず。
- ・安全確認は規制委員会の審査次第として規制委員会の権限強大に。規制委員会の体制不備もあり審査遅延。
- ・規制委員会の独走の弊害。少数委員の見解に振り回されている。断層問題、電力対策への後出しジャンケン等。

あるべき姿

- ・政府は国の方針を強く明確に。
- ・規制委員会の業務に対する専門家による監査機能の実現

憂慮すべき我が国の電源構成の現状



(注) 10 電力計、他社受電分を含む。石油等にはLPG、その他ガスを含む。
 グラフ内の数値は構成比 (%)。四捨五入の関係により構成比の合計が 100%にならない場合がある。