レジュメ

原発をめぐる差し迫った状況と学者の責任を考える

井野博満

湘南科学史懇話会　2012.11.11

Ⅰ　原発をめぐる差し迫った状況

Ⅰ－１　脱原発をめぐる闘争が続いている

規制委員会は何をしようとしているか

再稼働にほぼ失敗したストレステスト

Ⅰ－２　原理的にすべての原発は危険

「非常に危ない原発」と「かなり危ない原発」とがある

①　地震・津波の危険が大きい原発

②　地震に見舞われ損傷した原発

③　設計ミスが疑われる原発

④　防災対策が困難な原発

⑤　老朽化した原発

圧力容器の照射脆化

Ⅰ－３　放射能汚染をどれほど深刻な問題と受け止めるか

Ⅱ　原発をめぐる科学者の責任を考える

Ⅱ-１　科学者はどう原発に関わってきたか

Ⅱ-２　福島事故をめぐる学者の責任

Ⅱ-３　自分史について少し・・・

Ⅱ-４　科学・技術をどうみるか

グレーゾーンをどう見るか

技術（者）の立場性

『徹底検証・21 世紀の全技術』の紹介

原発をめぐる差し迫った状況と学者の責任を考える

井野博満

湘南科学史懇話会　2012.11.11

Ⅰ　原発をめぐる差し迫った状況

Ⅰ-１ 脱原発をめぐる闘争が続いている

○国民の70%が脱原発を求めている

●財界は原発の存続を目論んで、政界（自民党、民主党、・・・）に影響を与えている。アメリカも圧力をかけている

争点：福島事故の責任、放射能汚染、エネルギー問題、核開発の諸問題（安全性、核廃棄物、プルトニウム、etc.）

闘争の諸局面：政治、経済、地域、生活、マスコミ、宣伝、裁判、・・・

原発は経済的にも損な選択では？

- 経団連などは経済界全体を代表していないし、日本の経済的利益にならないこともやる。

  中京地区の中小企業は、脱原発が過半数
- 原発事故の損害の大きさに愕然とする
- 福島原発の廃炉処理費用10兆円！税金で！

  10兆円＝10万円×１億人

  ＝1億円×10万人

  ＝原発建設費5千億円×20基

政府の「革新的エネルギー・環境戦略」

- 「30年代に原発稼働ゼロを可能とするよう、あらゆる政策資源を投入する」
- ３原則を提示

  ▽「40年廃炉」の厳格適用

  ▽原子力規制委員会が安全を確認したもののみ再稼働

  ▽新増設はしない
- 核燃料再処理など核燃料サイクル（プルトニウム生産）は維持

ふらつく政府の方針

- 経団連、地元自治体:「原発ゼロ」に反発
- 米エネルギー省ポネマン副長官:「原発ゼロ」に懸念
- これらの圧力を受けて、政府は原発ゼロを閣議決定せず、逆に、不断に見直すことを強調
- マニフェストに、「2030年代の原発ゼロ」方針を明記する(細野政調会長)
- 原発ゼロを決めたわけではない、目標(経産副大臣)
- 大間原発建設再開を認める、上関原発・敦賀3号・4号は認めない(枝野経産大臣)

電力業界は原発建設を続けるつもり

上関町の皆さまへ（中国電力ちらし）

- 「革新的エネルギー・環境戦略」について
- 原発ゼロで懸念される課題

  ▽省エネ、再生可能エネの実現可能性

  ▽電気料金の上昇

  ▽産業空洞化、経済の停滞
- 「・・・当社としては、上関原発の建設を断念することは考えておりません」

規制委員会の発足

- 国会の下での委員会（第三条委員会）
- 5人の委員のうち3人が原子力関係者
- 国会同意人事であるにもかかわらず、国会での批判を恐れて首相任命（9月19日）、特例で事後の国会同意も求めず（11月2日）
- 田中俊一委員長･･･元原子力委員会委員長代理、原子力学会元会長、元原研理事
- 島崎邦彦委員･･･活断層学会会長、地震予知連会長（原発の従来の地震評価に批判的視点もあり）

原子力規制庁

- 規制委員会の下部組織として事務局を担う
- 規制庁の約450人の職員のうち、約400人は、これまで原発を推進してきた官庁である経済産業省の原子力安全・保安院、資源エネルギー庁や、文部科学省からの横滑り
- 長官は、池田克彦前警視総監、警察庁から12人・・・治安対策？

規制委員会は何をしようとしているか

- 防災指針・防災計画：原子力災害対策指針を改定、「地域防災計画」を自治体が来年3月までに策定
- プラントの安全審査基準：3月までに骨子作成、7月までに確定。骨子段階でも再稼働の判断か。ストレステストを飲み込んだ内容か
- 耐震安全指針・耐震バックチェック：3月までに骨子、7月までに策定
- 活断層再調査・再評価：6施設（東通・志賀・敦賀・もんじゅ・美浜・大飯）、大飯は10月下旬調査。結論出ず再調査。年越しか？

新安全基準の策定

新安全基準検討チーム（更田規制委員会委員を座長に6人の外部専門家、規制庁５人、ＪＮＥＳ４人の委員）:

設計基準事故（Design Basis Accident)対応

過酷事故(Severe Accident)対応

耐震（津波を含む）安全設計指針の改訂や防災計画とも関連

ストレステストは「審査しない」

- 田中俊一規制委員長：ストレステストは「審査しない」と述べ、再稼働の判断の根拠としない方針を明らかにした（毎日新聞、9月25日）

なぜ「審査しない」のか、理由を示すべき

ストレステストは役立たずだから止めるのか、ストレステストさえやる必要がないというのか？

- 意見聴取会で出された疑問に答えぬまま、お蔵入りになり、市民の目の届かないところで再稼働の審査がおこなわれては困る

ストレステストとは何だのか

- 菅直人首相、参院予算委で「全原発を対象にストレステストを実施する」と発言（2011年7月7日）
- 枝野、海江田、細野三閣僚声明：「一次評価を停止中原発の運転再開の条件とする」（7月11日）
- 原子力安全・保安院：EU仕様書を下敷きにした計画書を提出（7月22日）

ストレステスト意見聴取会

- 事業者からの報告を保安院が審査するにあたって、有識者からの意見を聴取
- 会議及び資料は原則公開
- 傍聴は認める。不規則発言で揉めた第8回以降は別室傍聴

第1回　2011年11月14日

・・・・・

・・・・・

第8回　2012年2月8日

・・・・・

・・・・・

・・・・・

第21回　2012年8月10日

ストレステストの何が問題か

- 2011年11月14日の第1回意見聴取会に「ストレステストのついての意見」を提出
- 9項目にわたって、このままのストレステストを実施することの不当性を主張した

１．従来枠組みのストレステスト審議ではダメ

２．市民・住民の参加が必要

３．ストレステストの位置づけが疑問

ストレステストの何が問題か（続き）

４．ストレステストの判断基準が明確でない

５．福島原発事故原因を反映させることの必要性

６．耐震バックチェック見直しの必要性

７．経年変化（老朽化）を反映させることの必要性

８．自然現象以外の外的事象も評価に加えるべき

９．過酷事故の被害や緩和策を評価する必要性

「安全に関する総合的評価」になっていない

- 基準地震動の設定の妥当性に関する評価
- 経年劣化した設備・機器の健全性評価
- 地震津波以外の外的事象（航空機墜落等）の対策
- 機器故障や運転ミスなどの内的事象に関する頑健性の評価
- 核暴走事故あるいは燃料溶融事故発生以降の閉じ込め機能の評価
- 放射能汚染の規模およびその緩和策の評価

が含まれていない

安全基準の見直しこそが必要

再稼働にほぼ失敗したストレステスト

- 25基のストレステスト報告書が電力事業者から提出されたが、そのうち保安院の審査が完了したのは9基

  ▽そのうち再稼働に至ったのは大飯3･4号の2基のみ

  ▽伊方3号は、2月に審査書を提出し安全委員会でストップ

  ▽泊1･2号、川内1･2号、高浜3･4号は、駆け込みで8月8日と10日に審査書案を意見聴取会に示したが、改善すべき課題を指摘して規制庁に「先送り」
- 審議が進んでいた志賀2号は、敷地内の破砕帯が活断層ではないかという疑いが浮上。審議が中断
- 再稼働した大飯原発も活断層と破砕帯の再調査をすることになった⇒規制委員会で現地調査実施

ストレステスト導入についてのまとめ

- ストレステストの議論を通じて原発の問題点を浮かび上がらせることができた
- 再稼働を大飯3・4号の2基にとどめたのは、市民の怒りと運動の力だった
- ストレステスト意見聴取会に後藤政志さんとともに参加したことは、それなりに役立った
- 菅直人首相がストレステストを導入したことは、結果的には原発の再稼働を遅らせることになった。脱原発を意図していたのだろうか？

Ⅰ-２　原理的にすべての原発は危険

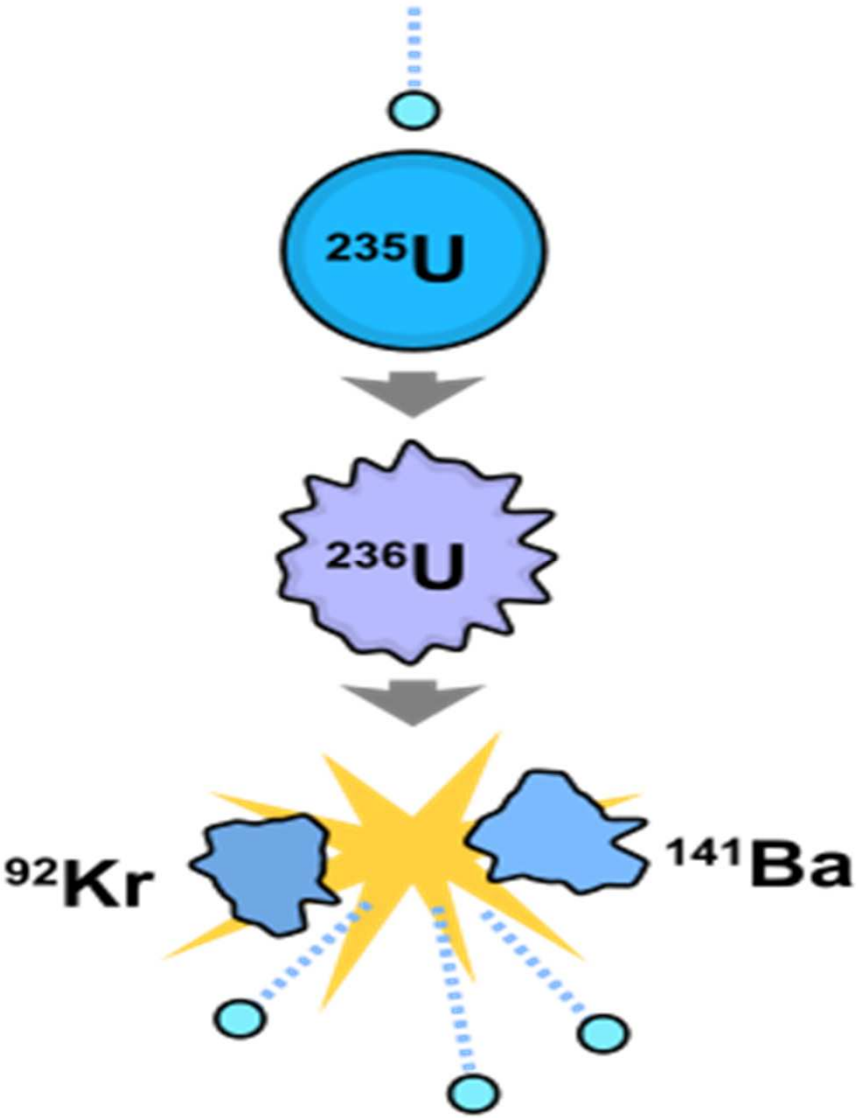
- 核の連鎖反応ー臨界を超えると制御不能

  →チェルノブィリ型・核暴走事故

- 核分裂停止後の崩壊熱ー冷やし続ける以外ない

  →福島・スリーマイル型・炉心熔融事故

- 完璧な技術はない。事故は必ず起こる
- 原発がほかの技術と違うのは、それが取り返しのつかない事故になること


^{235}U
^{236}U
^{92}Kr
^{141}Ba

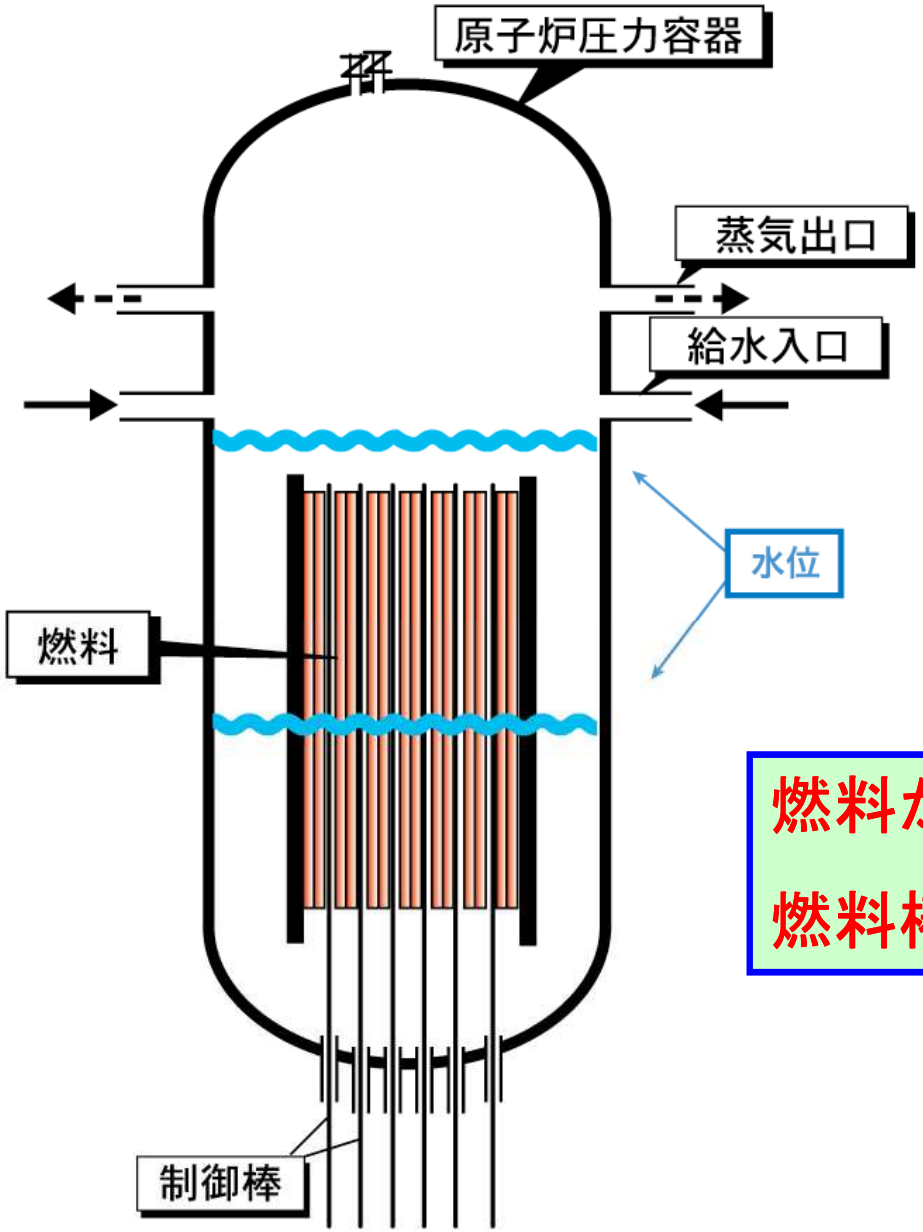
原発と核兵器は表裏一体

- 原発と原爆は原理が同じ

  いずれも原子核の核分裂によってエネルギーを取り出す

- 被曝と被爆は原因が同じ

  いずれも放射線を浴びることによって人体が損傷を受ける



水素爆発

水素が発生

燃料が水から出ると
燃料棒が溶けてくる。

崩壊熱

- 崩壊熱は運転停止直後、熱出力の6-7%、3時間後に1%
- 1年後でも0.1%程度＝福島第一1号機（電気出力約50万kW）では1,500kW！

  ⇒収束できない理由
- 1,000年後も放射線（＝崩壊熱）を出し続ける⇒核廃棄物処理が困難な理由

「非常に危ない原発」と「かなり危ない原発」とがある

- 非常に危ない原発とは、
  1. 地震・津波の危険が大きい原発
  2. 地震に見舞われ損傷した原発
  3. 設計ミスが疑われる原発
  4. 防災対策が困難な原発
  5. 老朽化した原発

・すべての原発の即時停止という社会的合意ができない場合は、「非常に危険な原発」から止めてゆく

ドイツの例：1970年代の7基と故障中の1基を即時停止、残りの9基を2022年までに停止

①　地震･津波の危険が大きい原発

- 地震列島に安全な原発は一つもない（石橋克彦）
- プレート境界地震

  東日本大地震（2011.3）

  東海地震、東南海地震、南海地震の可能性
- プレート内地震、内陸地殻内地震

  釧路沖地震（1993）、兵庫県南部地震（1995）、

  中越沖地震（2007）など活断層が関係

地震で危険な原発リスト

- プレート境界地震

  浜岡、東海第二、福島第一・第二、女川、など

- 活断層などによる地震

  伊方原発（中央構造線西端に位置）

  島根原発（2kmの位置に宍道（しんじ）断層）

  柏崎刈羽（佐渡海盆東縁断層）

  大飯、美浜、敦賀、もんじゅ、志賀、東通（直下や近辺に多数の活断層）・・・破砕帯の再調査が決まった（規制委員会、10月17日）

② 地震に見舞われ損傷した原発

- 地震動による後遺症→機器の健全性評価必要
- **2007年7月の中越沖地震**：柏崎刈羽原発⇒

  さまざまな分からないことがありながら、「工学的判断」により、7基中4基が運転再開していた
- **2011年3月の東日本大震災**：

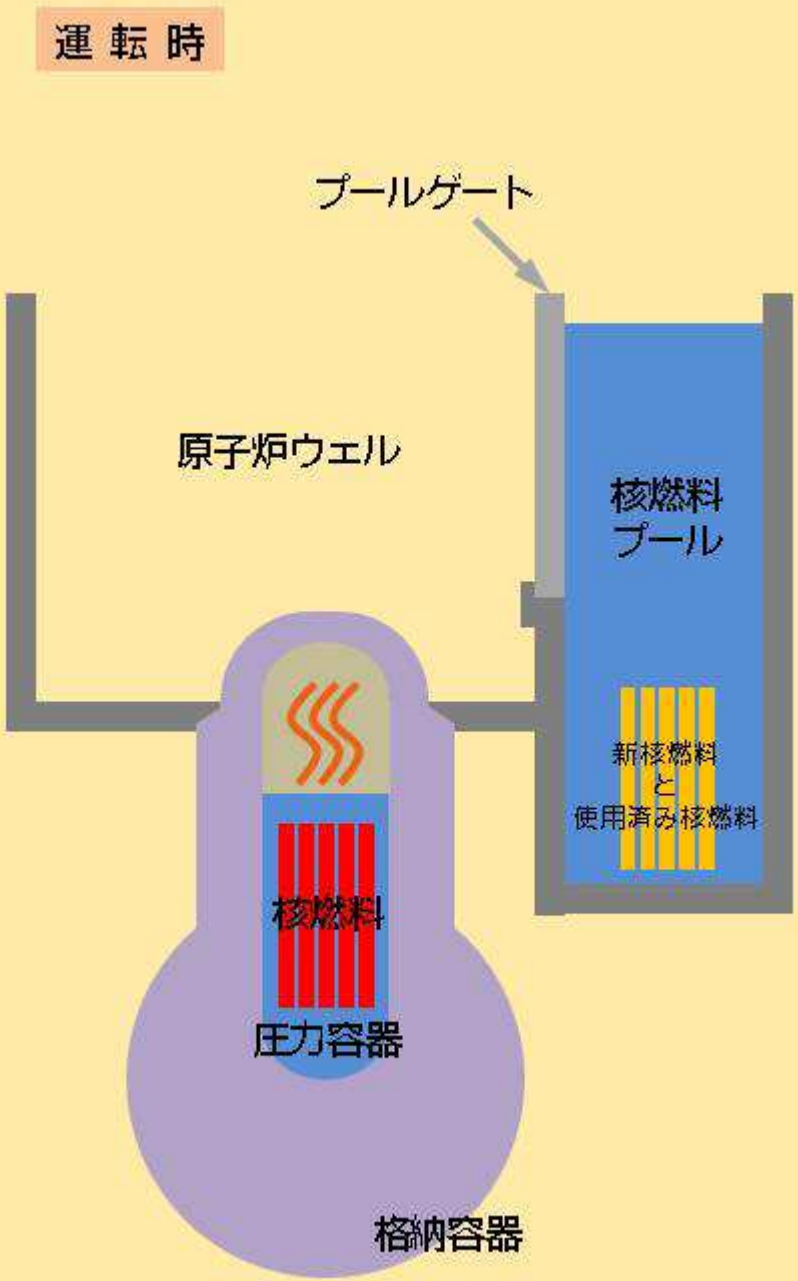
  福島第一　⇒すべて廃炉か

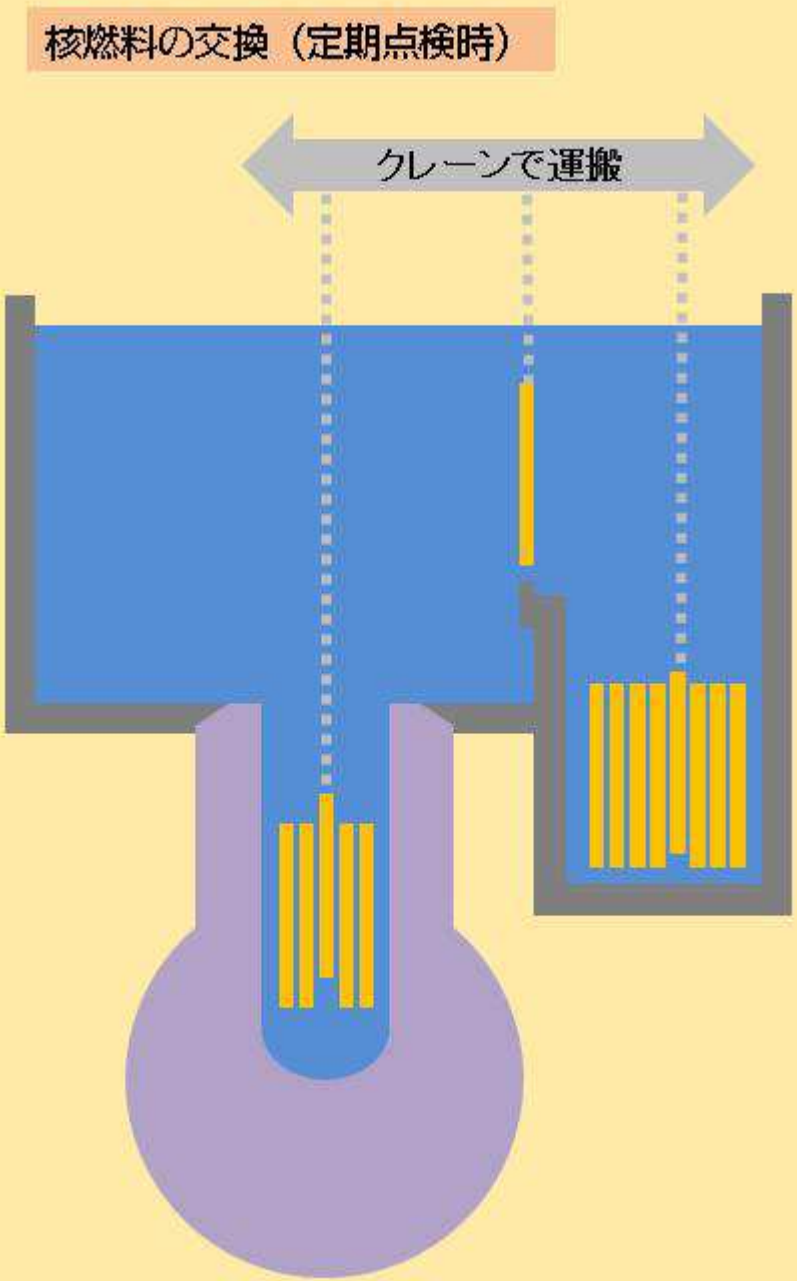
  福島第二　⇒復旧の作業が着々と進んでいる！

  東海第二、女川もあわや大事故寸前だった

福島第一原発の現状

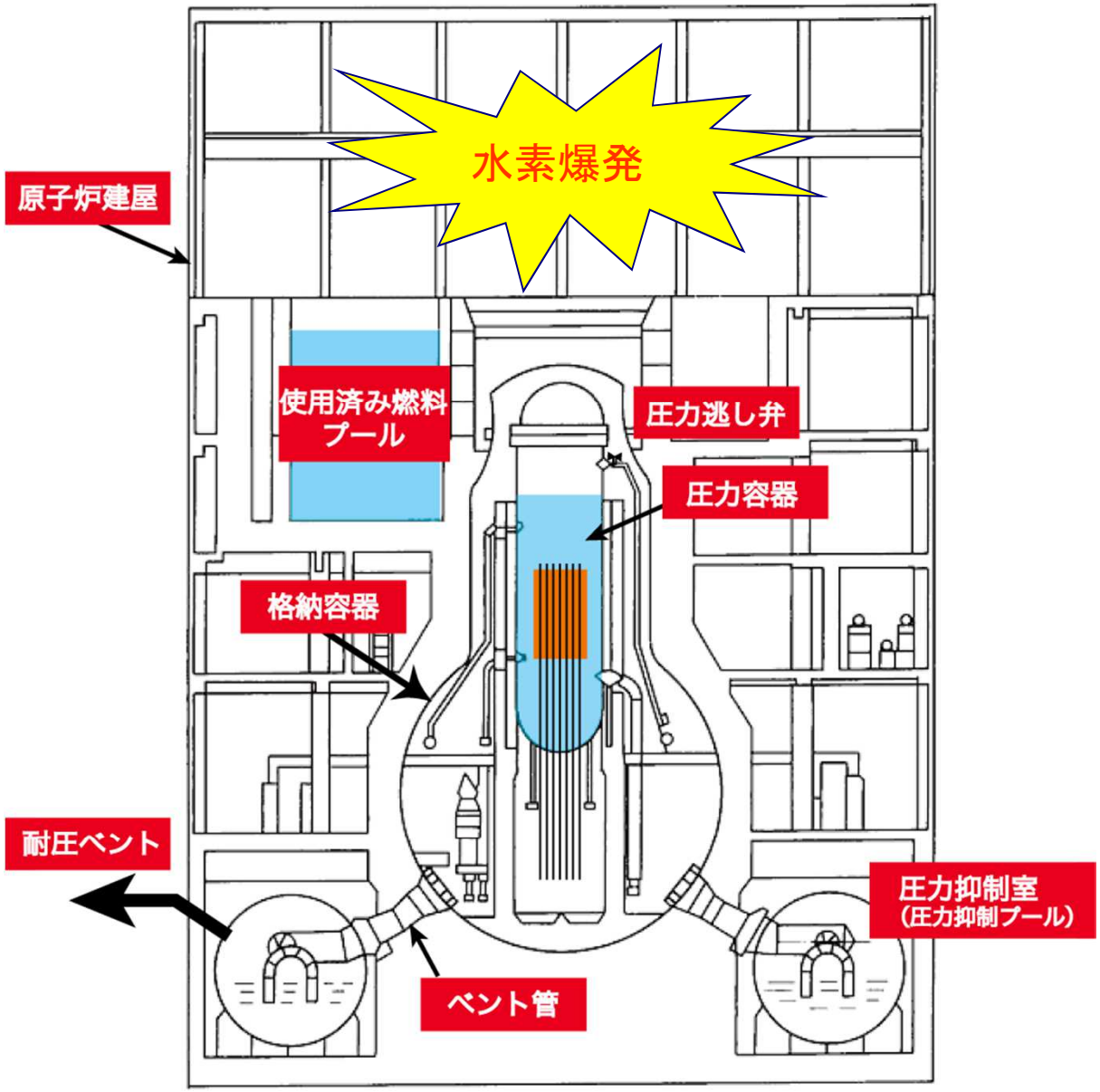
- 冷温停止・循環水冷却機能が回復したというのはまやかし⇒循環ではない。汚染水は作り続けられる。仮設パイプから水漏れの危険大
- 廃炉作業の見通しなし・・・少なくとも30年？
- 4号機使用済み燃料プール・・・再度の地震で大事故の危険性


運 転 時
プールゲート
原子炉ウェル
核燃料
プール
新核燃料
と
使用済み核燃料
核燃料
圧力容器
格納容器

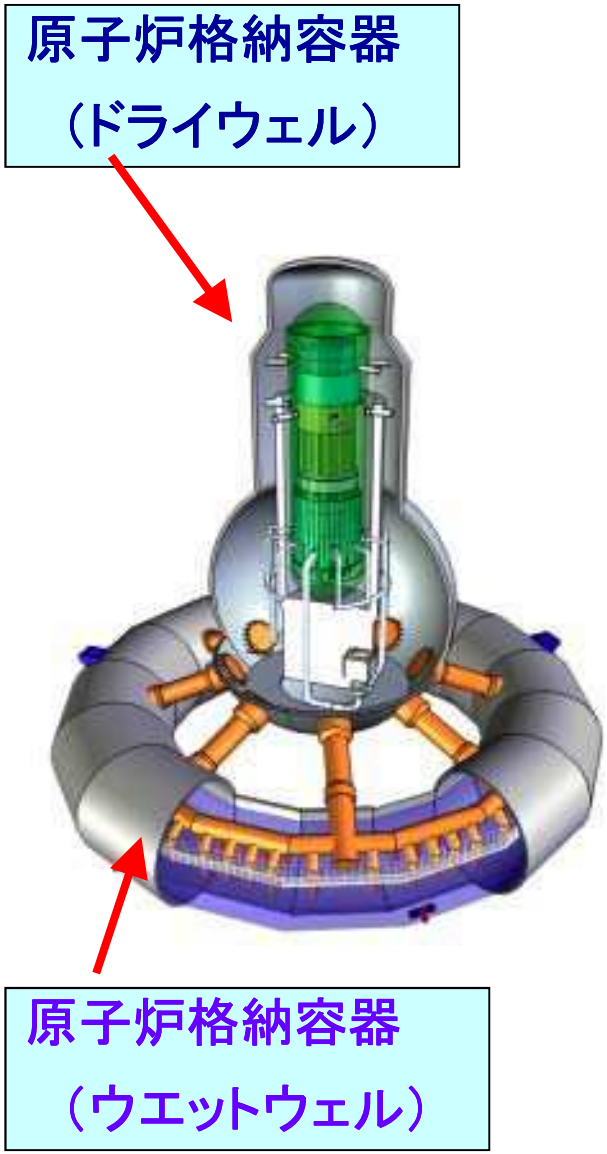

核燃料の交換（定期点検時）
クレーンで運搬

③　設計ミスが疑われる原発

- 沸騰水型原発（BWR）は、格納容器が小さい。
  ⇒とくに、マークⅠ型格納容器をもつ原発
  電球型の上部もドーナツ型の圧力抑制室も小さい
  事故時の水蒸気の凝縮ができない
- 沸騰水型原発（BWR）は、燃料プールの位置が無防備
- 東通1号、女川１～3号、福島第一１～5号、浜岡1～4号、敦賀1号、志賀1号、島根1･2号、合計17基（6基は廃炉）


水素爆発
原子炉建屋
使用済み燃料
プール
圧力逃し弁
圧力容器
格納容器
耐圧ベント
圧力抑制室
(圧力抑制プール)
ベント管

Mark-I 型格納容器


原子炉格納容器
（ドライウェル）
原子炉格納容器
（ウエットウェル）

④　防災対策が困難な原発

- 防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲（「EPZ: Emergency Planning Zone」）：8－10km（原子力安全委員会の防災指針）

- 規制委が10月中に改定、自治体は来年3月までに防災計画を策定

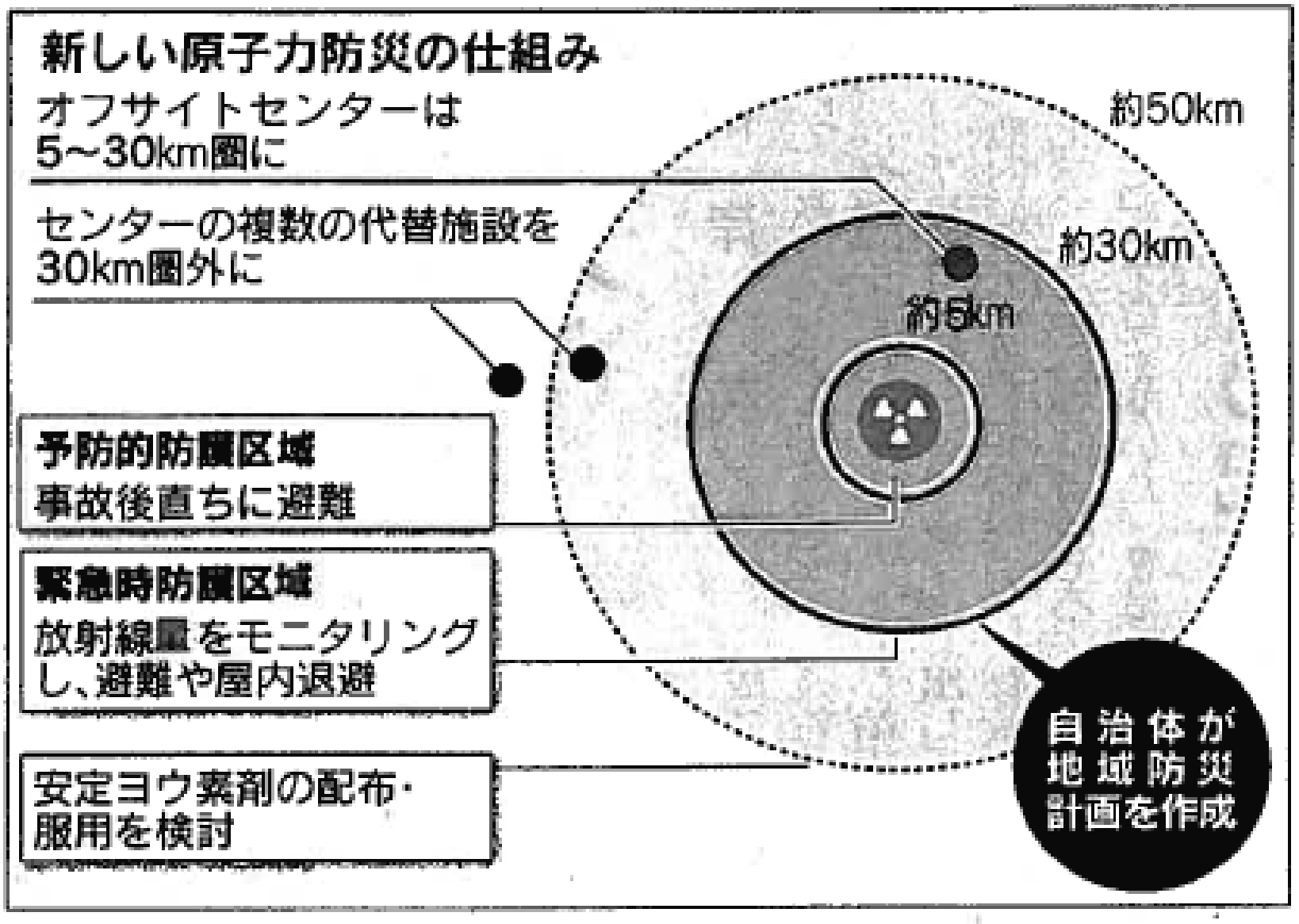
  PAZ（Precautionary Action Zone ）: 5km圏内

  UPZ（Urgent Protective action Zone）: 30km圏内
  対象自治体45⇒135（480万人）

  ヨウ素剤備蓄：50km圏内（1370万人）

  Cf：アメリカのEPZは50マイル（80km）

- 大間原発（函館＜30km）、東海第二（水戸＜30km）、浜岡（静岡40km、東海道）、若狭湾原発群（関西圏）

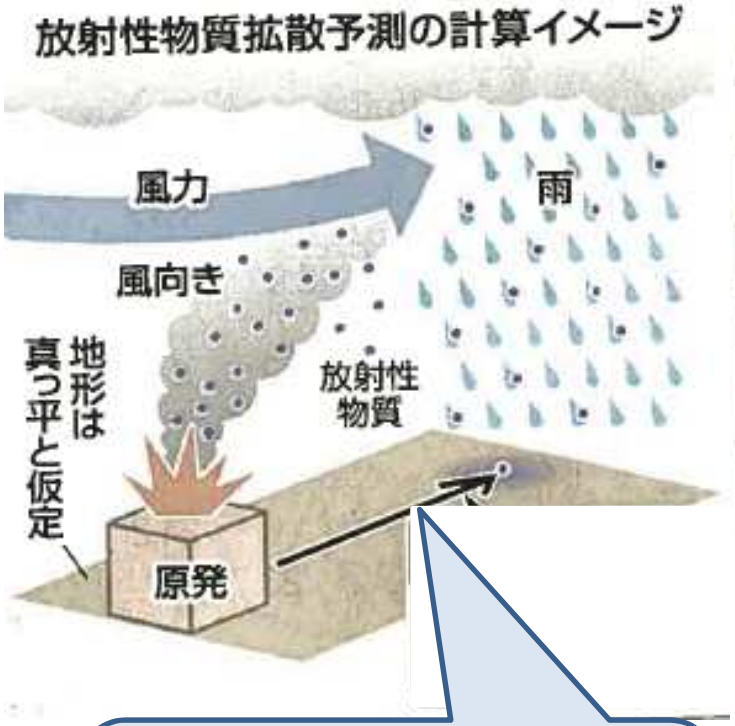


日本経済新聞012/10/25

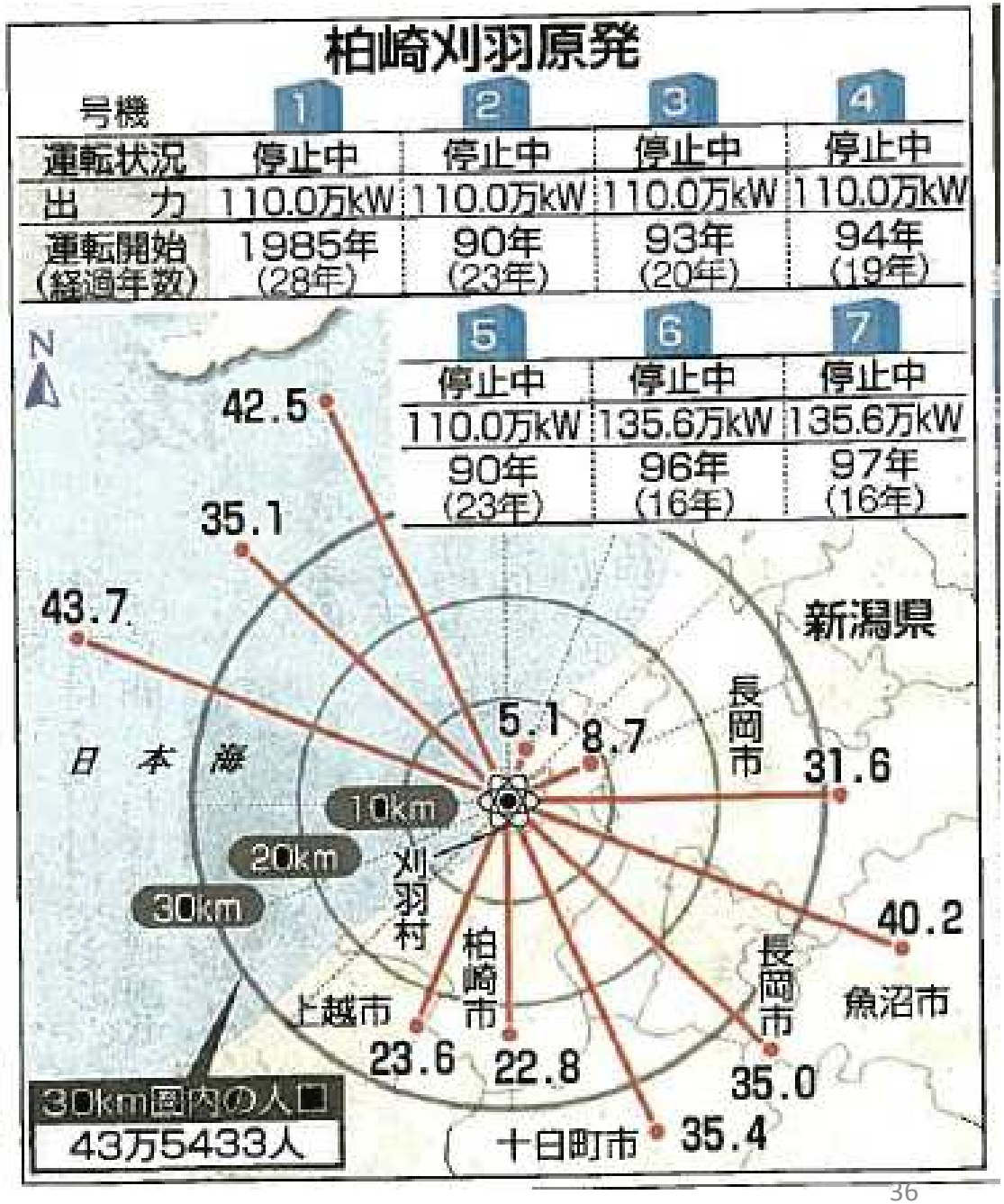
放射能汚染予測地図の公表

- ずさんなチェック・・・風向きの間違いを再三起こした。九電データの鵜呑み（現場を知らない）
- 山や谷、建物などの地形が入っていない
- 7日間で100ミリシーベルトの被ばくというのは高すぎる想定

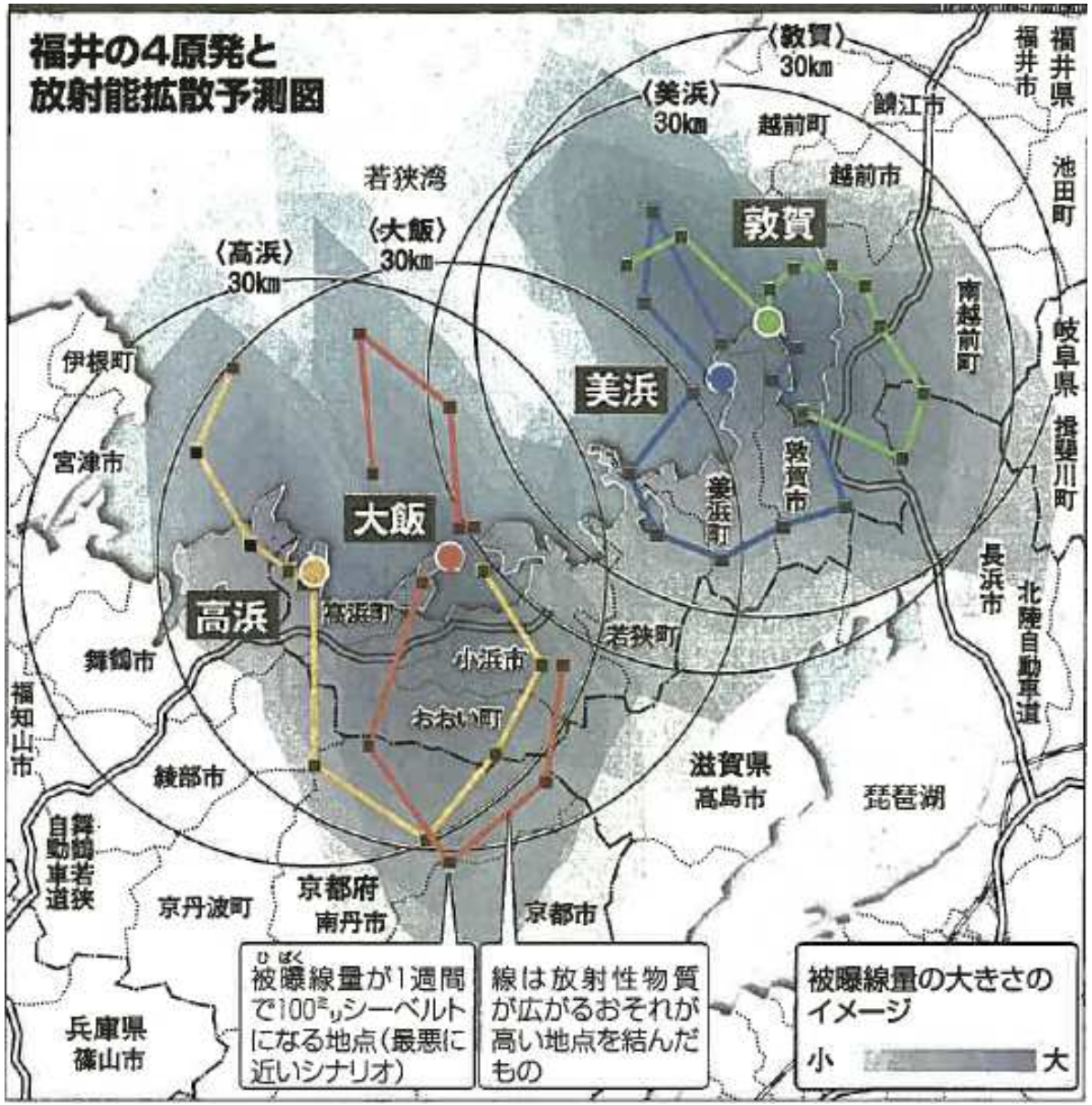
- 防災計画は逃げることができればよいのか？
- 環境が汚染されれば戻れない



事故から1週間の累積被ばく量が100ミリシーベルトになる距離を計算



東京新聞2012/10/25



朝日新聞2012/10/25

⑤　老朽化した原発

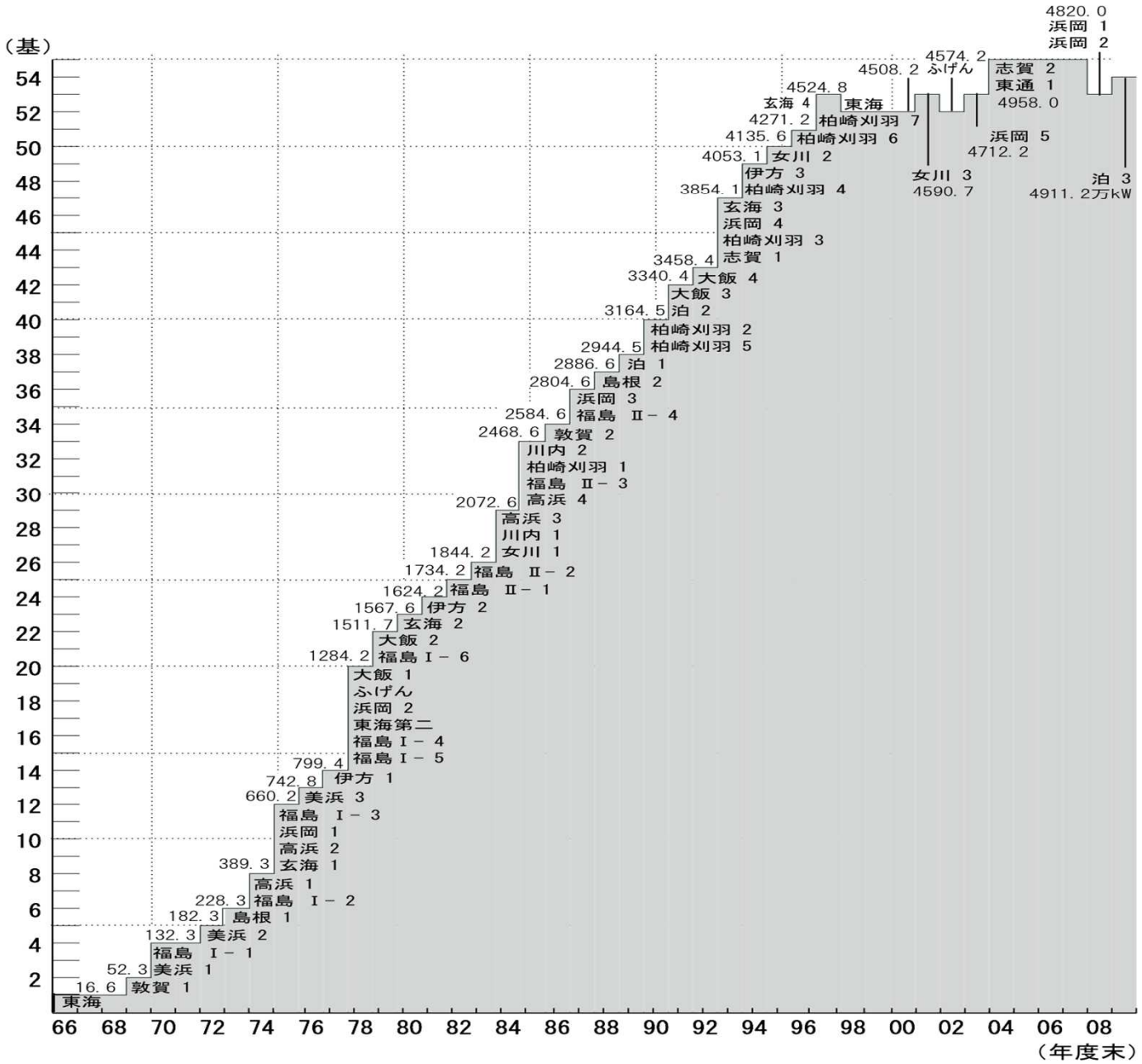
- 1970年代建設の原発

  材料が良くない、製造法が良くない

- 照射脆化の著しい原発

  玄海1号、高浜1号、美浜1号・2号、敦賀1号、大飯2号

各年度末の原発基数と設備容量



原発の寿命は何年と想定されていたか

- 1970年代の原子力発電所設置申請書に記載されている圧力容器の照射脆化の評価において、寿命を32EFPY（有効使用期間）としている。稼働率80%として、40年に相当
- その期間を前提として、照射脆化を調べる監視試験片が挿入されているので、寿命延長により監視試験片の不足が生じているのが現状

寿命は40年と想定されていた

- 1980年代半ばにおいても、寿命は40年と考えられていたことは、文献から明らか
- 矢川元基『原子力工業』（1984）での記述：「・・・炉寿命である32EFPYでは、・・・」
- 中島甫『原子力工業』（1988）での記述：「・・・軽水炉プラントの設計寿命として、沸騰水型炉（BWR）で40年、加圧水型軽水炉（PWR）で30年と仮定して・・・」

アメリカの原発の寿命（運転認可期間）

- 「アメリカ原子力法」（Atomic Energy Act of 1954）・・・原発の運転ライセンスは40年と定められた
- 「連邦行政規則集」（Code of Federal Regulations ; CFR）の第10巻（10CFR）Part54「原子力発電運転認可更新規則」（REQUIREMENTS FOR RENEWAL OF OPERATING LICENSES FOR NUCLEAR POWER PLANTS ）・・・最長20年運転延長可（1995年）

高経年化評価項目
（経年劣化事象）

- 圧力容器の中性子照射脆化
- 応力腐食割れ（SCC）
- 照射誘起応力腐食割れ（IASCC）
- 低サイクル疲労
- 配管の減肉
- 電気・計装品の絶縁低下
- コンクリートの強度低下など

金属材料の劣化原因

- 疲労：　繰り返しの力が作用することにより劣化

  熱疲労

  機械的振動による疲労（地震による疲労など）

- 腐食：　鉱石を還元して作られる金属材料は、錆びて元の酸化物に戻ろうとする

  全面腐食（炭素鋼など）

  局所腐食（ステンレスなど）→応力腐食割れ

- 照射脆化：中性子照射を受ける原子炉特有の劣化現象

疲労による事故例

- PWR蒸気発生器細管の破断（美浜1号、1991年2月）→細管が固着を起こし、異常振動したことが原因
- 高速増殖炉もんじゅの熱電対さや管が流力振動で破断（1995年12月）→ナトリウム火災
- PWR再生熱交換器付近のL字配管がひび割れ（敦賀2号、1999年7月）→過熱・冷却の繰り返しによる熱疲労が原因

腐食による事故例

- シュラウド・再循環配管の応力腐食割れ（2002年東電のひび割れ隠し）→2003年夏東電の全原発が運転停止
- 配管の減肉（2004年4月、美浜3号機で二次系配管が破裂、）→4人即死、7人重傷（1人死亡）
- ノズル溶接部の応力腐食割れ（２００８年５月大飯３号機で発覚）→応急修理して運転再開

原発の物量

原子力発電所（100万kW級）の物量

熱交換器	:	140基
ポンプ	:	360台
弁	:	30,000台
モーター	:	1,300台
配管	:	10,000トン
		170km
溶接点数	:	65,000点
モニター	:	20,000カ所
ケーブル長さ	:	1,700km

沸騰水型（BWR）と加圧水型（PWR）を平均したもの
（日本原子力学会『原子力がひらく世紀』より）

材料劣化が事故を拡大する

- 福島第一は、いずれも1970年代運転開始の老朽化原発
- 『週刊朝日』（2011.7.22号）での現場最高責任者（所長）の証言：
- 「地震で建屋や配管、電気系統など・・・被害を受けた・・・。「配管がだめだ」「落下物がある」などの緊急連絡が殺到しました。・・・」
- 「操業開始から40年という古さが、地震・津波に負けてしまった・・・建物や構造など全体的にみて、40年は長すぎた。」

圧力容器の照射脆化

- 原子炉本体の破壊という究極の事故につながるもっとも危険な材料劣化現象
- 高経年化報告書でも最重要視されている

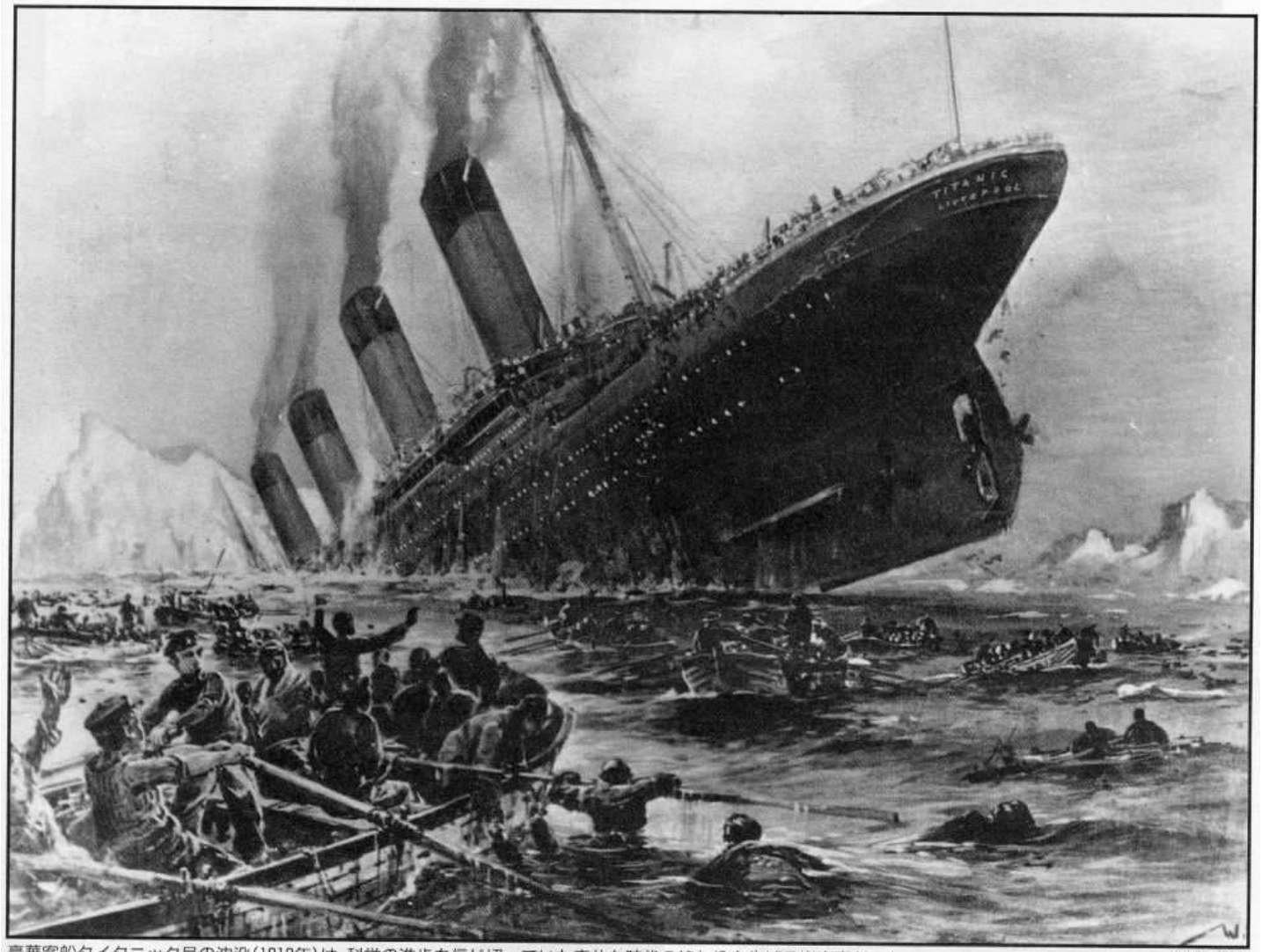
鋼の脆性破壊とは？

- 鋼の破壊モードは二つある

１．延性破壊
塑性変形した後、破断する（吸収エネルギー大）

２．脆性破壊
塑性変形せずに、破断する（吸収エネルギー小）

タイタニック号沈没（1912年）



豪華客船タイタニック号の沈没（1912年）は、科学の進歩を信じ切っていた素朴な時代の終わりを告げる出来事だった

KUNST／PPS

タイタニック号

1912年太西洋で氷山と衝突。

当時世界最大の豪華客船

◆リベット継ぎ手だが、リベットが脆性破壊したとの説がある。

◆横隔壁（ﾊﾞﾙｸﾍｯﾄﾞ）の上部にすきまがあり、水密隔壁ではなかった。

◆救命ボートや救命胴衣の不備、救助要請の遅れ等で**死者1513名**。

【船舶の脆性破壊】 波のない時に瞬時に船体が真っ二つにわれた！ （低温時の脆性破壊）

スケネスディー号　第二次大戦中の米国の戦時標準船（T2タンカー）

小林英男　破壊事故、共立出版2007年

中性子照射脆化とは？

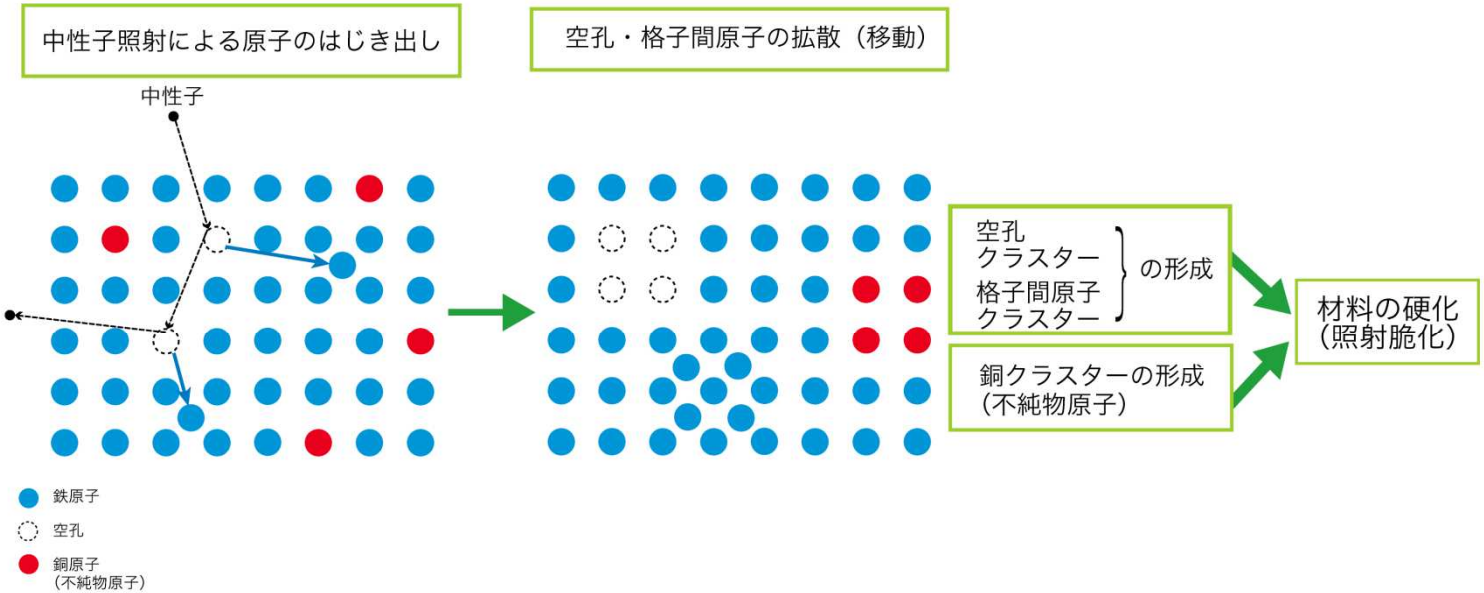
- 原子炉圧力容器が、炉心からの中性子をあびて脆くなる現象
- 鋼が硬くなる→延性破壊モードから脆性破壊モードへ変化する
- 脆性遷移温度の上昇が起こる

硬くなると脆化する

- 中性子照射によって格子欠陥ができ、鋼が硬くなり、脆化する.

- 人体に例えると、動脈硬化によって血管が破裂しやすくなる状態

中性子照射脆化のメカニズム



原子炉圧力容器（原子炉容器）では

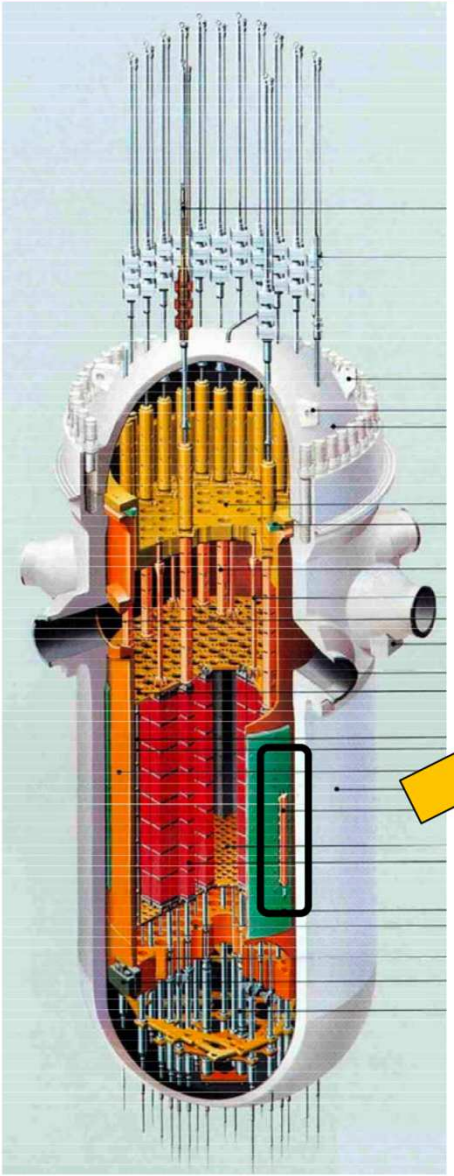
1．より高い温度で脆性破壊を引き起こす．

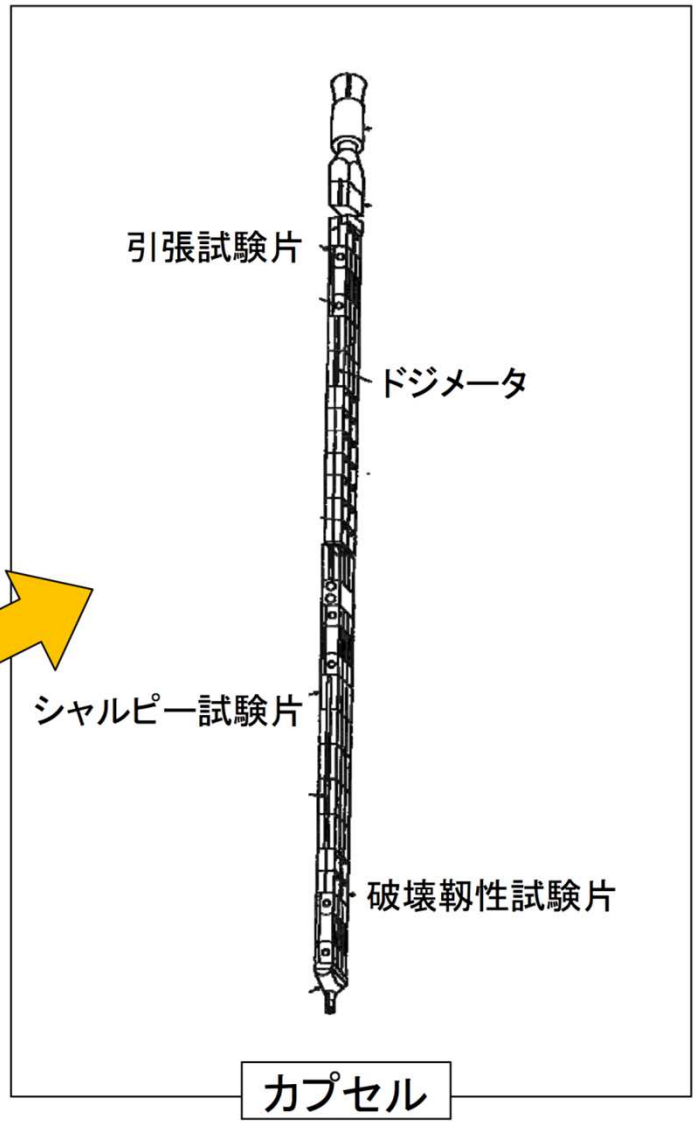
脆性遷移温度の上昇

2．より小さなエネルギーで破壊する．

上部棚エネルギーの低下

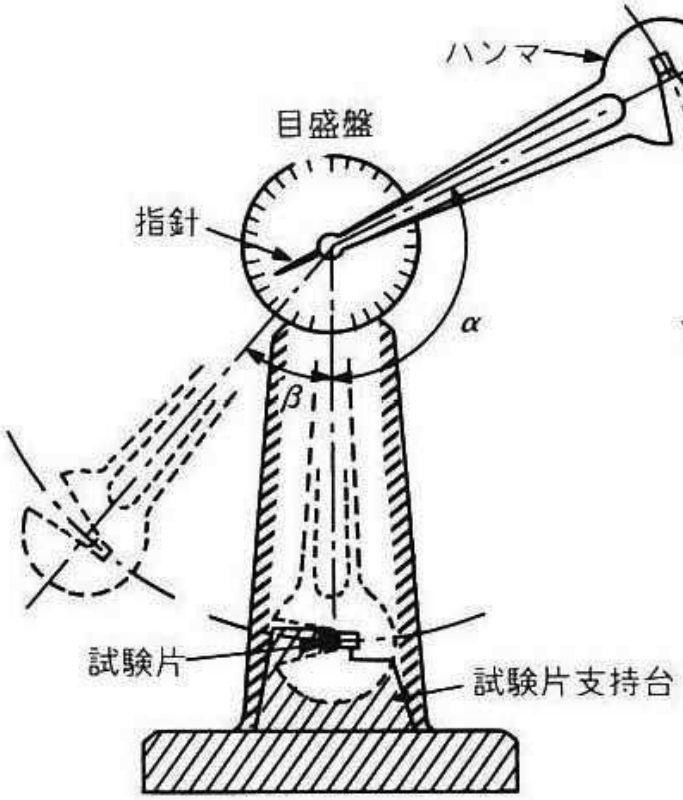
監視試験片カプセル装荷位置（関西電力PWRの例）



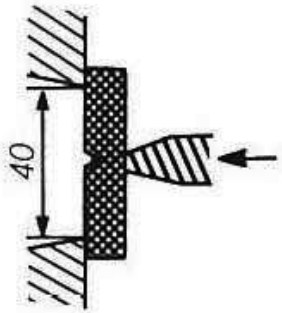


当社又は他社等の秘密情報を含むため、複製、目的外使用並びに第三者に開示不可　関西電力株式会社

Charpy衝撃Test　一定のエネルギー衝撃に対しどのほど強度を持つのか評価



(a)シャルピ衝撃試験機



(b)シャルピ試験

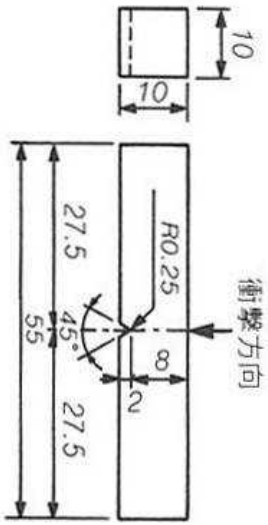
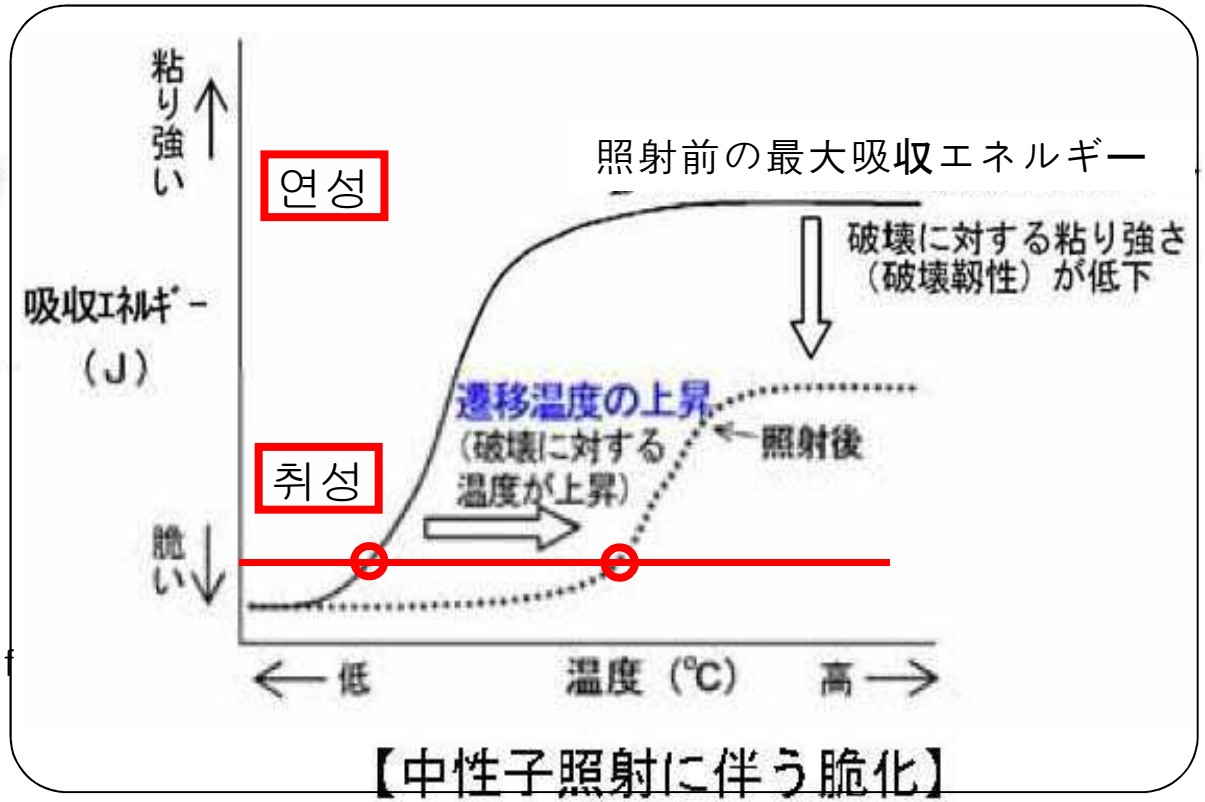


図3・2　シャルピ試験片（4号試験片）

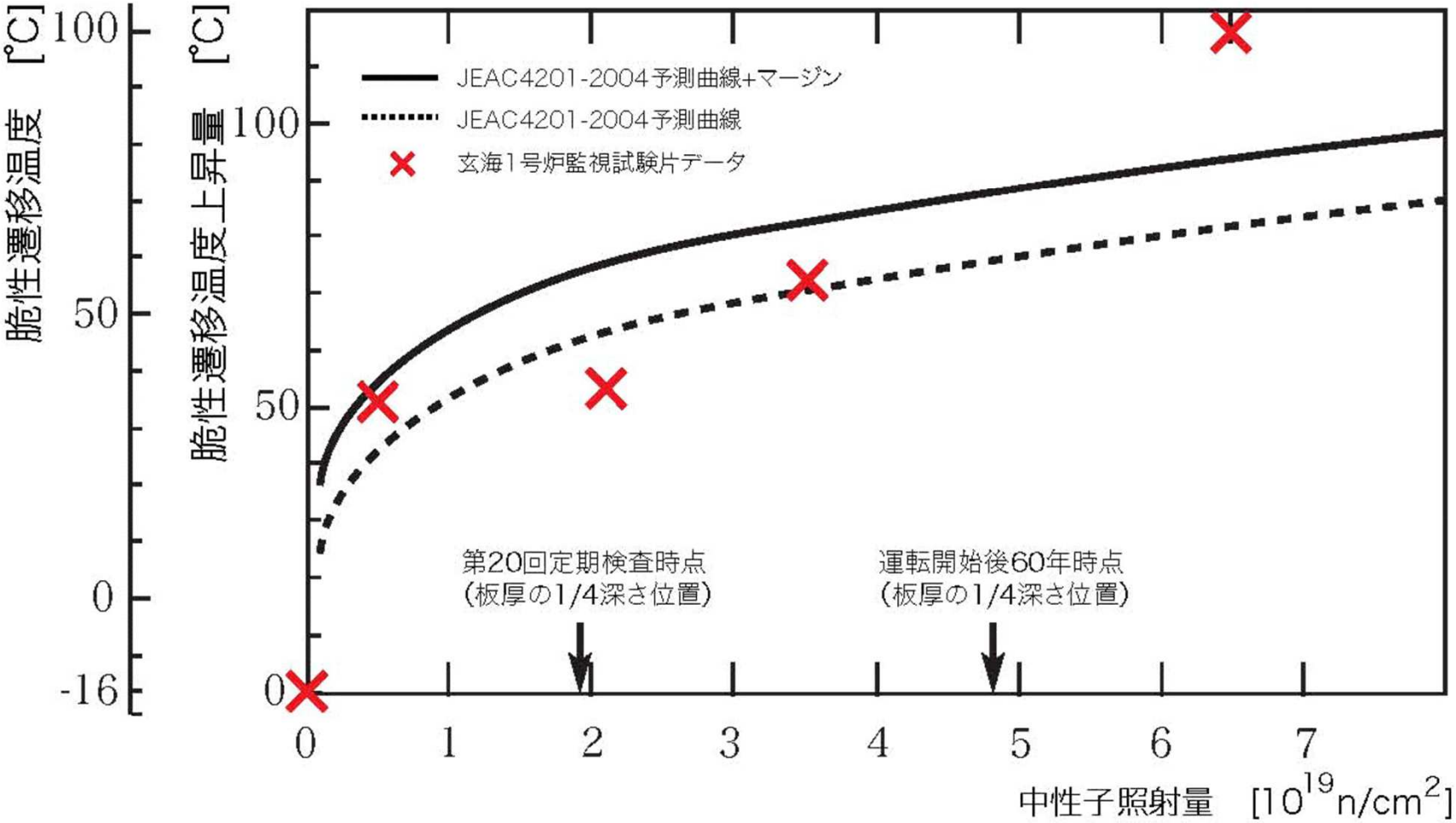
『機械材料学』，日本材料学会,1991



【中性子照射に伴う脆化】

http://www.kyuden.co.jp/library/pdf/nuclear/nuclear_irradiation110708.pdf

玄海1号炉監視試験片データとJEAC4201-2004年版予測曲線



結果をどう解釈するか？

- 56℃と98℃を結ぶいかなる曲線も考えられない
- このふたつの試験片は、材質に違いがあるのではないか
- そうすると、圧力容器自体に材質のばらつきがある可能性を否定できない→欠陥圧力容器ではないのか？

1970年代運転開始の原発は危険

- 鋼材の製造方法が古い:

  鍛造でなく、圧延した板を曲げて作っていたので、溶接線が多い

- 材質が悪い:

  圧力容器鋼材に不純物（銅やリンなど）が多い
  開発初期のため、鋼材が不均質である疑いが大きい。

（例）ドイツのグンドレミンゲン原発（BWR、1966年運転開始、1977年廃炉）で廃炉後圧力容器を切り出したら異常脆化が見つかった。監視試験では分からず

高経年化意見聴取会の呆れた審議

（1） 個別プラントの高経年化評価

⇒美浜2号の40年を超える運転を認めた

（2） 福島第一事故において老朽化（機器や材料の劣化）が事故の発生や拡大に関係していたか

⇒従来のやり方で調べた範囲では関係なかった

（3） 玄海1号機の予測を超える脆化原因の検討

⇒圧力容器の材質に異常は見つからなかった。脆化予測式の問題点は、今後、学協会で検討する（として議論打ち切り）

確率論的評価の欺瞞

- 今後気を付けるべきことは、「起こる確率が低い事故シナリオは無視しよう」という動き
- シビアアクシデントが起こる確率は、10万ないし100万炉年に1回という計算がある
- 全世界に400基の原発があるから、250年ないし2500年に1回大事故が起こるという計算
- しかし、現実は、過去40年運転して、チェルノブィリ・スリーマイル・福島（3基）の5基なので、8年に1回原子炉は大事故を起こしている！

不確かな確率計算

- 「予測とは期待の表現」
- 評価に主観・願望・意図が入る
- 単一故障への対策しかしていない
- 多重故障は確率的にほとんど起こらないとしてきた
- 故障確率が1/1,000だと、二つの独立な事象が起こる確率は1/1,000,000
- 共通原因事象であればそうはならない

Ⅰ-３　放射能汚染をどれほど深刻な問題と受け止めるか

とてつもない深刻な汚染という認識を今後の議論の出発点にしなければならない

- 大地･大気･海や川の汚染
- 居住の問題
- 食べ物･飲み水の問題
- 被災者への補償の問題
- 被曝線量の評価
- 健康影響への考え方

国際放射線防護委員会（ICRP ）の設立（1950年）

- 原爆を作ったアメリカ原子力委員会の強い働きかけ（核開発と放射線防護は表裏一体）
- 原子力の平和利用（アイゼンハワー、1953年）
- 日本の原子力推進（中曽根、1954年3月2日、開発費予算：2億3千5百万円）
- ビキニ環礁での水爆実験（3月1日）⇒第五福竜丸の被曝、久保山愛吉さん死去
- 核実験反対運動（杉並の主婦の呼びかけで始まる）

放射線被曝の法定限度
―国際放射線防護委員会（ICRP ）2007年勧告―

- 計画被曝状況

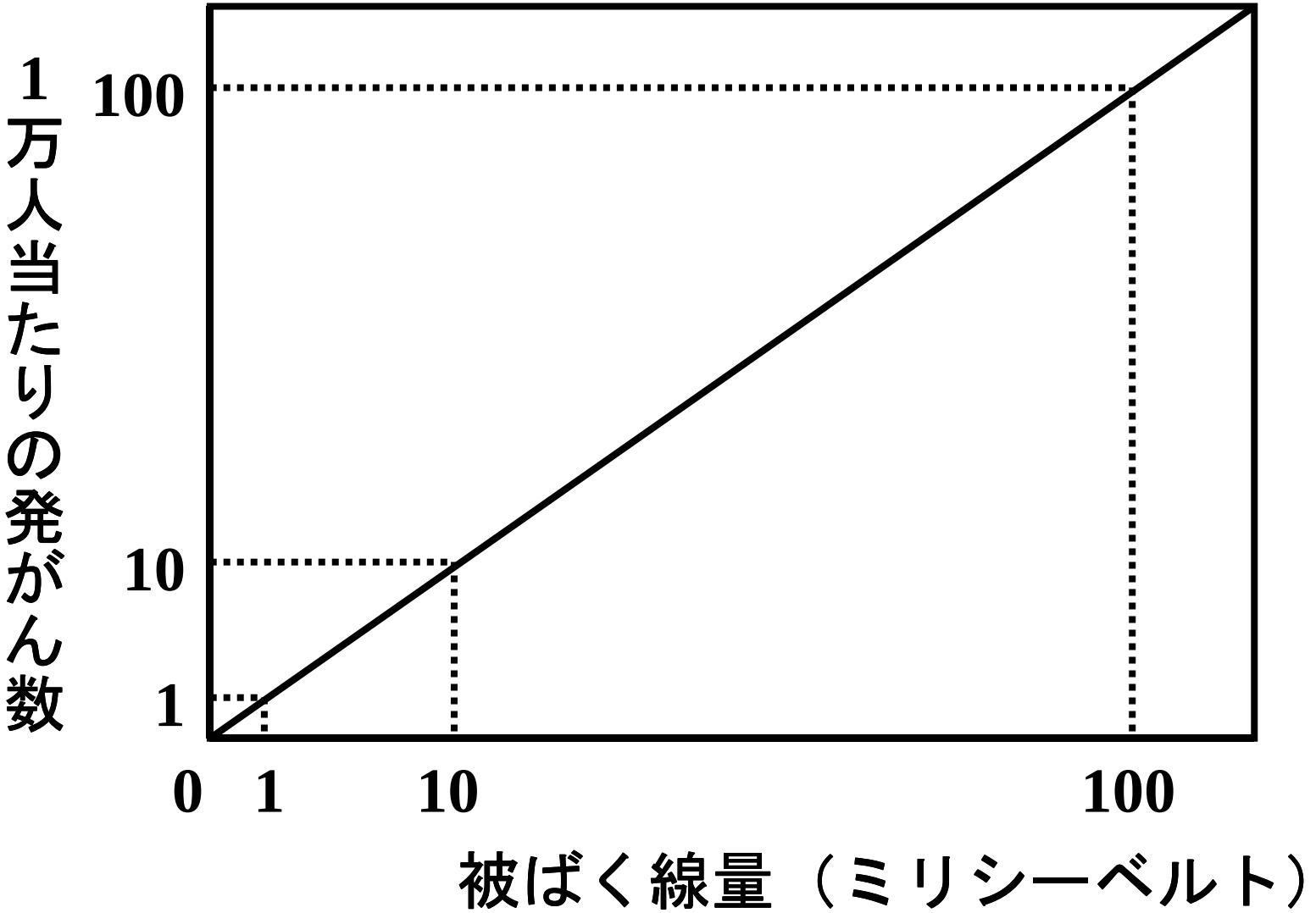
公衆被曝限度：年間 1ミリシーベルト

職業被曝限度：5年間で 100ミリシーベルト、ただし、どの年も 50ミリシーベルトを超えてはならない

- 緊急時被曝状況（参考レベル）

非常時避難レベル：1−20ミリシーベルト

被ばく線量当たりの発がんリスク

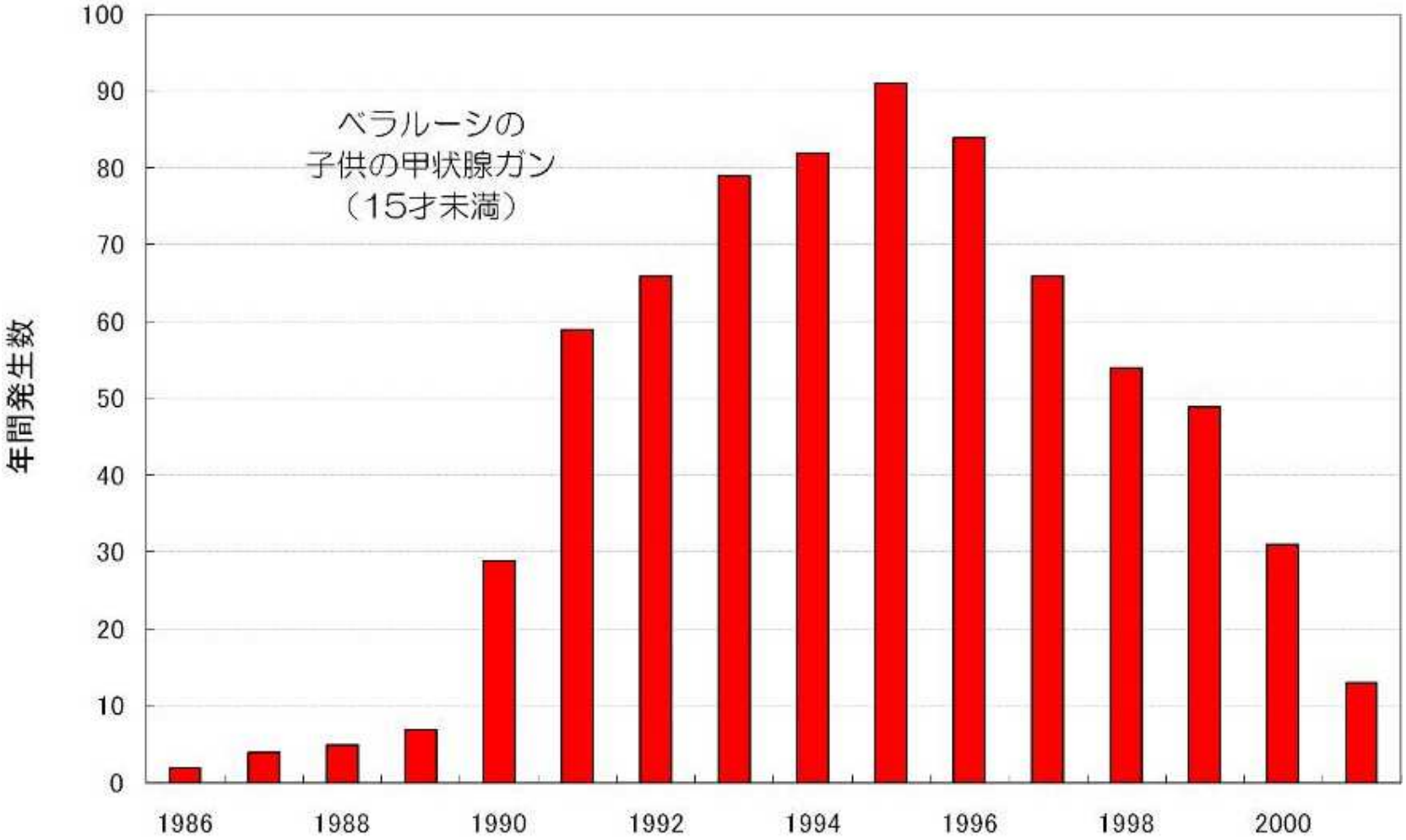


（国際放射線防護委員会　ICRP）

放射能はどれぐらい危険か

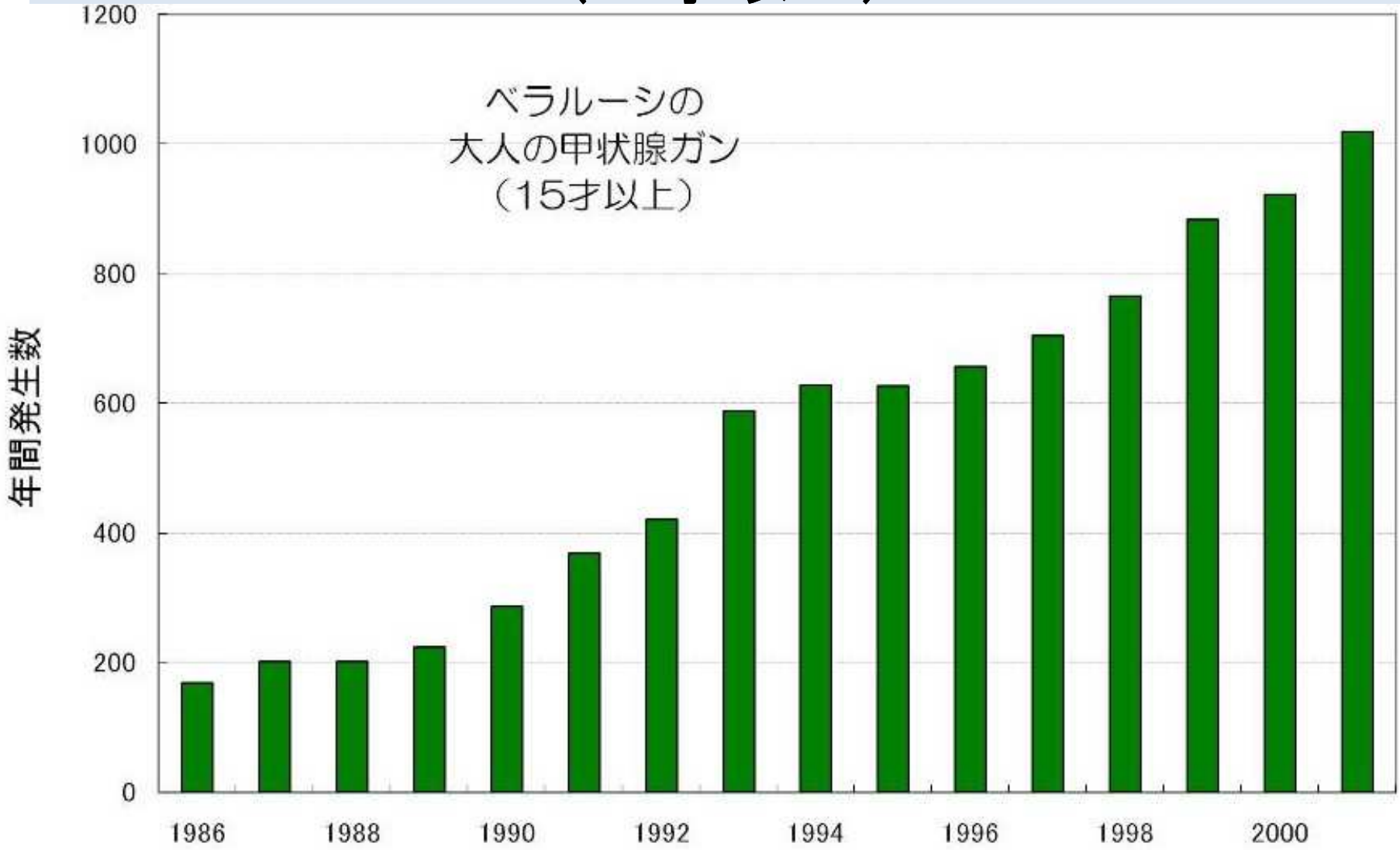
- ICRP（国際放射線防護委員会）が2007年勧告で被曝許容限度を決める際、基礎とした見積もりは、「1シーベルトの放射線を浴びたとき約10%のがん死者がでる」という推定である。
- 作業員が100ミリシーベルト浴びれば、100人に1人ががんになる→実に危険な労働
- 福島第一での作業者が枯渇するおそれ・・・年間被ばく限度50ミリシーベルトを超え、働けなくなる作業員が増えている。登録者が18,000人から8,000人に減少

汚染地域における甲状腺がんの年次発生（15才未満）



京大原子炉研HPより

汚染地域における甲状腺がんの年次発生（15才以上）



京大原子炉研HPより

心配な福島の汚染状況

- 政府の移住基準は、外部被曝が年間２０mSv以上
- １００万人を超える福島県民が年間１０mSv以上の地域に住んでいる
- 福島県の調査で小児甲状腺がんが見つかった
- 県立医大鈴木真一教授：チェルノブィリ事故では最短4年後。事故の影響ではない
- 松本市長菅谷昭医師：ベラルーシでは、89年まで微増、90年から急増。現時点では分からない

低線量被曝の問題

- ICRP：１００mSvまでは明らかな影響。それ以下は、線量に比例と想定する。
- ICRPが想定したがん線量＝２０Sv/人
- 乳幼児、胎児への影響ははるかに大きい（ゴフマン、1981年）
- ECRR（欧州放射線リスク委員会）：ICRPドグマによって切り捨てられてきた低線量被曝の研究（事例報告など）の重要性を強調

核開発と放射線防護

- 核開発（軍事利用・平和利用）のために、放射線防護と許容量という概念が生まれた
- 武谷三男・・・許容量とは、がまん量である。それによって得られる利益と被害のバランスによって決まる
- 一方的に被曝させられる場合には、許容量はゼロである
- 核開発と放射線防護は表裏一体
- 核の軍事利用と平和利用は表裏一体

Ⅱ　原発をめぐる学者の責任を考える

Ⅱ-1　科学者はどう原発に関わったか

- 核分裂の発見：ハーンとマイトナー・・・1938年
- 核分裂によって生じるエネルギーが莫大なことをアインシュタインの関係式$E=Mc^2$から知る
⇒原子爆弾の可能性を認識
- 原爆製造：マンハッタン計画⇒広島（ウラン爆弾）・長崎（プルトニウム爆弾）への投下
- アイゼンハワーの平和利用演説（1954）⇒原子力発電の開発

科学者はどう原発に関わったか（続）

- 原子力発電所の設計・製造・運転
  すべてアメリカからの導入技術（ターンキー契約）
- 産官学一体となって、規格や安全基準をつくる
  炉物理・機械・電気・材料・土木・建設・地質・地震など各分野の専門家（スペシャリスト）を結集
  原子力工学は、広く浅く統括（ジェネラリスト）
- 実力レベル：メーカー＞電力＞経産省・JNES＞学者
- 放射線被曝管理・放射線医療の専門家も表裏一体となって協力・・・ICRP（国際放射線防護委員会）

福島原発事故に対する責任

- 電力事業者および規制当局が起こりうる地震・津波を過小評価し、必要な対策を怠ってきた
- 「規制当局が事業者の「虜」になっている」（国会事故調査委員会報告書、2012年7月）
- 金のかかる安全対策をしないで済むよう技術的に優位にある事業者が言いくるめた
- 学者は、それらの判断に迎合し、「お墨付き」を与え続けた。学界全体の価値基準が原発推進に偏っているので、無自覚。脱出が難しい

Ⅱ-2　福島事故をめぐる学者の責任

- 事故を小さく見せる

関村直人東大教授・・・NHKで事故進展を楽観的に語る

「炉心溶融（メルトダウン）はありえない」

「冷却水が漏れている可能性は低い」など

- 放射能汚染を過小評価する

山下俊一福島県立医大副学長・・・20mSvは健康被害を起こさないレベル

「ニコニコ笑っていれば放射能の被害は受けません。クヨクヨしていれば受けます」

原子カムラ癒着の「絆」

- ストレステスト審査の実態
- 大飯3号・4号はじめPWR原発においては、電力各社は三菱重工（MHI）にST作業を依頼
- それを審査する保安院は、原子力安全基盤機構（JNES）に作業を委託。JNES出身者が審査を担当
- 意見聴取会では、三菱重工やその関連会社（Nuclear Development）と「強い絆」で結ばれた委員たちが進行役を務めるなど、影響力大

JNES担当者の利益相反の疑い

総務省「政策評価・独立行政法人評価委員会（岡素之委員長）」による指摘（2011年12月9日）

- JNESは、危機意識の欠如、マネジメントの不在など。組織風土に根差した根本的原因に大きな問題がある
- 原子力事業者等の出身者を多数採用しており、検査の中立性・公正性に疑念が生じている
- 検査対象を、出身元とかかわりのない施設に限るものとし、国民の信頼を確保するための措置を講ずるものとする

委員の利益相反の疑い

- 全ての委員につき、電力業界からの過去全ての寄付金、補助金、受託研究費、奨学金等の受け取りの有無を公表すべき。
- ⇒保安院は過去3年間について自己申告書を提出させたが、内容を公開しない
- 保安院は、大学への寄付金は個人宛てではないから利益相反に当たらないとする
- しかし、実際は窓口の研究者が自由に使える金＝「委任経理金」と呼ばれている

岡本孝司東京大学教授

- ストレステスト意見聴取会委員ほか多数の委員会委員
- 奨学寄附金　三菱重工から200万円（2006-2010年度）
- 出典☆ 朝日新聞1月1日「原発業界から2委員に寄付 – 原発審査 曇る中立性」

阿部豊　筑波大教授

- ST意見聴取会委員

  ⇒規制委員会･新安全基準検討チーム委員

奨学寄附金　三菱重工から500万円（2006-2010年度）

出典☆ 朝日新聞2012年1月1日「原発業界から2委員に寄付 – 原発審査 曇る中立性」

山口彰大阪大学教授

- ST意見聴取会委員、安全委員会・専門委員
  ⇒規制委員会・新安全基準検討チーム委員
- 奨学寄附金：2009-2010年、三菱重工から200万円、それ以外の原発業界から460万円
- 受託研究費：2006-2009年、三菱重工関連企業から1億1千万円　他
- 出典

☆ 2011年7月16日別冊宝島「御用学者が受け取った原子力産業の巨額寄附金」

☆ 2011年7月20日SAPIO「あのセンセイたちが受け取っていた8億円原発マネー」

関村直人　東京大学教授

- 高経年化意見聴取会委員
- 奨学寄附金・・・三菱重工ほかから294万円
- 受託研究費・・・日本原子力研究開発機構から２億円近く、JNESから2,000万円、など
- 東京電力寄付講座・・・原子力工学科へ5億円
- 出典☆ 2011年7月20日SAPIO「あのセンセイたちが受け取っていた8億円原発マネー」

有富正憲　東工大教授

- 使用済み核燃料輸送容器メーカ「オー・シー・エル」から多額の献金
- 使用済み核燃料輸送容器の検査基準を緩めた（原子力学会委員会で）

  全数検査⇒抜き取り検査
- 委員の東工大准教授にも100万円の奨学寄附金
- 反対した委員は、保安院・安全審査官ただ一人

出典☆ 毎日新聞2012年2月12日

原子力安全委員会

- 5人の安全委員のうち、

班目春樹委員長･･･三菱重工から400万円、代谷誠治委員･･･310万円

- 安全委員89人（専門委員を含む）のうち、

24人が合計8,500万円（2010年までの5年間）

- 出典☆ 朝日新聞2012年1月1日、ほか

規制委員会はどうか？

- 規制委員会委員5人中3人が原子力事業者出身
- 新安全基準検討チーム７人の外部専門家のうち２人を除いて原発関連事業者から寄付金などを受け取っている。また、規制庁から4人・JNESから2人の委員
- 破砕帯調査有識者会合：島崎規制委員会委員を座長に５人の外部専門家は、今まで安全審査に関わったメンバーを除き、きびしい意見の東洋大渡辺満久教授も加わった。

高経年化意見聴取会での経験

- 照射脆化予測式の元になった電力中央研究所論文の誤りを指摘した
- 著者の曾根田直樹委員が誤りを認めず、データを再現できるような式を選択したと主張
- 他の委員も曾根田委員に同調
- 保安院は、予測式の内部構造に間違いが有ったとしても、監視試験法には影響しないとして、玄海1号機の照射脆化評価は問題なし
- あとは学協会で議論すればよいと棚上げ宣言

破綻した脆化予測式

- 小岩昌宏「原子炉圧力容器の脆化予測は破綻している―でたらめな予測式をごまかす意見聴取会」、『科学』Vol82,Oct 2012,pp1150-1158

C_{SC} の式 (2.1) の誤り

$$\frac{\partial C_{SC}}{\partial t} = \frac{\partial C_{SC}^{ind}}{\partial t}\left(\text{照射誘起クラスター形成}\right) + \frac{\partial C_{SC}^{enh}}{\partial t}\left(\text{照射促進クラスター形成}\right)$$

$$= \xi_3 \cdot \left(\left(C_{Cu}^{mat} + \varepsilon_1\right) \cdot D_{Cu} + \varepsilon_2\right) \cdot C_{MD} + \xi_8 \cdot \left(C_{Cu}^{avail} \cdot D_{Cu} \cdot \left(1 + \xi_7 \cdot C_{Ni}^{0}\right)\right)^2$$

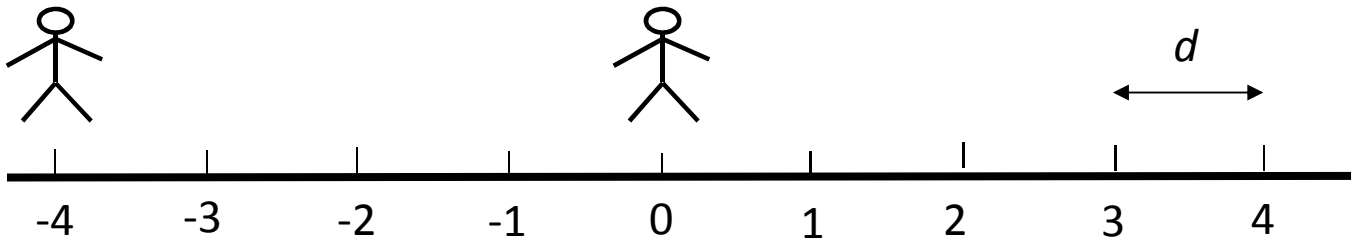
Therefore, it is described as the square of the product of the concentration of copper atoms in supersaturation and the diffusivity.

(Journal of ASTM International 1513 presented at a symposium in Denver, CO from June 24–26, 2008 Sonoda et al.）

固溶限を超える銅原子が核を形成するプロセスであるため固溶限を超えるCuの量，その拡散係数の二乗として記述される．

電力中研報告　Q06019 平成19年

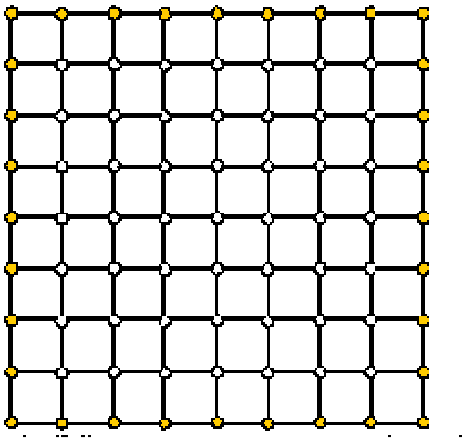
和文，英文のいずれの論文においても，著者はいささかのためらいもなく，“拡散係数の二乗として記述される”と述べている．しかし，“拡散係数の一乗”とするべきである．

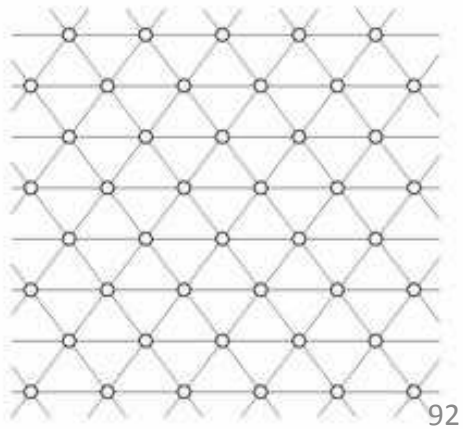


格子上のランダム・ウォーク

2個の粒子（ウォーカー）が出会う頻度(確率）は，
一方が動かないでいても同じ.

待ち合わせのときは，動き回らず，片方が1か所にとどまっていても同じ（動いても早く会えるとは限らない）





電力中研報告　**Q06019**　平成**19**年

照射促進クラスター形成は，固溶限を超える銅原子が核を形成するプロセスであるため，固溶限を超える**Cu**の量，その拡散係数の二乗として記述される．

第14回議事録 より　　曾根田委員

脆化予測モデルは、いきなりこのモデルがぽんとアプリオリに出てきて、それでデータベースにフィッティングしてつくったと、そういうものではありません――――照射促進項を記述するにはどういうモデルが、どういう関数系が最適であろうかと。モデル、この場合、イコール関数系ですけども――が最適であるかということを考えながらつくってきたものでありますので、これは正しいとか間違っているとかいうものではなくて、こういうモデルを用いることが監視試験データの値を適切に予測できるという形で取り入れているというものであります。

曾根田委員の弁明は，論文の断定的記述と対比して納得しがたい．“いろいろな関数系”を調べたのであれば，当然 拡散係数の1次 の場合も調べたはずだ．　それを示せ．

学者には太い「絆」が多数ある

- 研究活動（共同研究、学協会、基準づくり）
- 教育（大学院学生の就職、受託研究員の受け入れ⇒学位取得）
- 人事（双方向、定年後の再就職・顧問など）
- お金の流れ

1. 電力会社から
2. 原発メーカなどから
3. 官から（経産省・文科省・独立行政法人）

Ⅱ-3　自分史について少し・・・

- 1938年生まれ。60年安保の前後に学生時代
- 武谷三男『弁証法の諸問題』を「総合科学研究会」というサークル（都立戸山高校数学班OB中心になって作った）で読む

  ▽顧問：武藤徹先生・・・『武藤徹の高校数学読本』　全6巻（日本評論社、2011-2012）
- 武谷技術論との出会い：「技術とは、生産的実践における客観的法則性の意識的適用である」

科学・技術論への関心

- 星野芳郎先生との出会い
- 東大で技術論のサークル⇒現代技術史研究会へ入会
- 『日本の技術者―合理化と近代化の嵐に抗して』（星野芳郎編、勁草書房、1969）
- 『徹底検証　21世紀の全技術』（井野博満・佐伯康治責任編集、藤原書店、2010年10月）・・・原発の全面的批判・否定、事故プロセスの的中

原発は専門からは遠かった

- 私の専門：金属材料学、とくにミクロ組織の解析と金属物性の研究
- 格子欠陥の研究・・・原子炉圧力容器の中性子照射脆化につながる研究
- 原発の材料劣化に取り組んだのは、1980年代に東海第二原発の証人を依頼されてから
- 伊方裁判（1970年代）：京大・阪大の研究者が参加していた。私は自分が取り組むべき問題とは考えず、自分の研究や他の活動に忙しかった

なぜそうだったのか？

- このころは、大阪大学基礎工学部の助手
- 1968年、69年・・・大学闘争の時代
- 大学を辞める決断はできなかった
  - ▽専門の研究への未練
  - ▽辞めてやりたいことがなかった
  - ▽生活の不安
- 1970年代・・・公害反対闘争の時代
  専門に足を突っ込みながらの関わり
- サリドマイド裁判：阪大杉山教授のインチキ統計学を糾弾

1970年代をどう過ごしたか

- 1972年に東大生産技術研究所に移る
- 金属材料学の研究に軸足を置きながら、

▽サリドマイド裁判を支援する市民の会の活動

▽狭山裁判での足跡鑑定・・・狭山事件の真相を糺す会（野間宏さん）

▽たまごの会（消費者自給農場運動）・・・茨城県八郷

- １９７８－７９年に西ドイツに留学・・・1979年4月スリーマイル事故　⇒　“Atom Kraft Nein Danke”

原発裁判への協力（1980年代～）

- 証人として出廷
  - ▽東海第二原発
  - ▽柏崎刈羽原発
  - ▽浜岡原発
- 材料劣化について証言
  - ▽圧力容器の中性子照射脆化
  - ▽ステンレス配管・シュラウドの応力腐食割れ

老朽化原発への警告（現在）

- 原発の材料劣化、とくに、中性子照射脆化

▽玄海1号

▽若狭湾の原発群・・・美浜1号・2号、高浜1号、大飯2号、敦賀1号

▽韓国古里(Kori)1号原発・・・今年9月に釜山高裁で証言

- 老朽化原発は、４０年を待たずに廃炉にすべき

Ⅱ-4　科学・技術をどうみるか

- 論点の一つは技術の不確実性
- 人は、すべてを知り尽くしているわけではない。特に自然現象や生命に関しては未知のことが非常に多い
- 物理や化学の知見をもとに作られる機械や化学反応装置においても、未知のことがあってもモノづくりがなされる。電子機器も同じ
- 技術における不確実さは、失敗や事故から学んで減らしてゆく

グレーゾーンをどう見るか

- 白黒をはっきり言えない不確定さが科学や技術には必ず存在する
- 例１：被災した柏崎刈羽原発の機器に「ひずみ」が残ったかどうか

  検査で見つからなかったとして運転再開
- 例２：大飯原発敷地内の破砕帯は、活断層か地滑りか？

  規制委員会検討チームで意見が割れている

  渡辺満久東洋大教授：灰色であれば運転停止

活断層等に関する安全審査の手引き
（2008.6.13、原子力安全委・耐震安全性評価特別委）

Ⅳ．耐震設計上考慮する活断層の認定について

（1）・・・耐震設計上考慮する活断層が存在する可能性が推定される場合には、他の手法の調査結果も考慮して、安全側の判断を行うこと。

（2）後期更新世以降の累積的な地殻変動が否定できず、適切な地殻変動モデルによっても、断層運動が原因であることが否定できない場合には、これらの原因となる耐震設計上考慮する活断層を適切に想定すること。

中田高広島工業大学教授の粘り強い孤軍奮闘の成果

この議論は技術（者）の立場性に関わる

- 技術者・学者・規制当局が原発推進の立場性を共有している
- 誰のための技術か、何のための技術かを問い直す
- 安全かどうか、作るのかどうか、の判断を下すとき、何を重視するのか
- 人の命や自然環境なのか、経済的利益なのか
- 市民の立場か、企業の立場か
- 技術開発をする立場か、される立場か

客観的であり市民的であること

- 水俣病と闘った原田正純先生・・・「医者が中立的であるとはどういうことか」⇒患者の立場に立つこと、力のない弱者に寄り添うこと
- 科学者・技術者は客観的事実に忠実でなければならない。市民の立場に立とうと企業の立場に立とうと、事実を歪めた主張をしてはならない。既成観念に対して疑問をもつこと
- 客観的事実に忠実であることと、弱い人間の立場に立って考えることとは矛盾しない。

技術はどう発展してきたのか

- 『徹底検証　21世紀の全技術』（井野博満・佐伯康治責任編集、藤原書店、2010年10月刊）
- 「序章　技術とは何か」
- 技術の本来的目的・・・自分たちの生活を守り、生を楽しむ
- 技術の経済的目的・・・ニーズに応え、商品を作り、お金を稼ぐ

  技術者が要求され、その念頭にあるのは、「経済的目的」という逆転現象

『徹底検証・21世紀の全技術』目次

序章　技術とは何か

第Ⅰ部　“生活圏”の技術

第1章　安心できる住居をつくる

第2章　食の安全、その基本は何か

第3章　水と暮らし

第4章　家庭電化はどこまで必要か

第5章　望ましいクルマ社会は可能か

第6章　袋小路に入った現代医療技術

第Ⅱ部　変わり行く産業社会の技術

第7章　材料の大量生産は変えられるか

第8章　エネルギーはどうなるか

第9章　高速・大量輸送の行方

第10章　コンピュータと通信の未来

第11章　大量生産システムは労働をどう変えたか

第12章　自己増殖する軍事技術

第Ⅲ部　技術がもたらす自然と社会の崩壊

第13章　開発が脅す人間社会の存立基盤

第14章　廃棄物問題はリサイクルでは解決しない

第15章　頻発し巨大化する事故の恐怖

第16章　漂流する技術者

第17章　化石燃料を主動力とする近代経済社会はどうなるか

終章　21世紀の技術はいかにあるべきか

序章：技術とは何か

- 技術の根元的目的（第一義的目的）

  自分（たち）の生活を守り、その延長上にある生を楽しむこと

- 技術の経済的目的（第二義的目的）

  生産物を売り、お金を稼ぐこと・・・経営者・技術者の念頭にあるのはこちら

- この転倒は、資本主義制度の発達により明確になった

109

カール・ポランニー

- 「人間の動機には本来経済的動機はない。宗教的・美的・性的な経験と同等な、独自の経済的動機などはない」
- 資本主義社会は「人間集団が経済的動機にもとづいて行動するとされる社会」であるが、「この経済的動機の世界は、一つの誤謬の上に築かれた社会である」

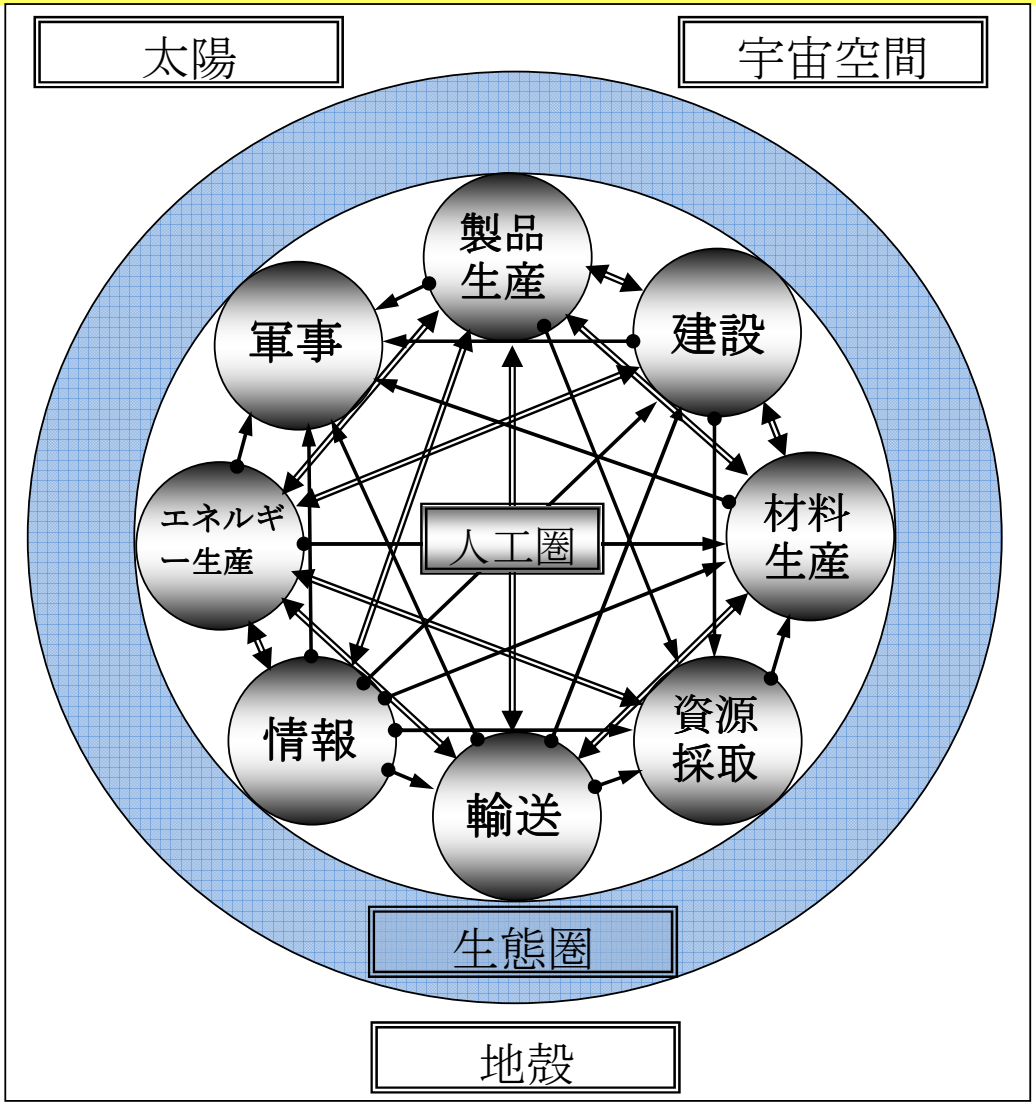
（『文明の経済史』、1975）

110

根元的目的と経済的目的は重なる

- 根元的目的＝良い技術
  経済的目的＝悪い技術
  ・・・という分割はできない
- 使用価値と交換価値の関係とパラレル？
- 現代のグローバル金融資本主義
  実体経済と乖離し、重なるはずが分裂

技術は体系立つたものか？



112

科学の体系

- 自然界の階層
  素粒子→原子→物質→生命→生態系

- それに応じた認識の体系
  素粒子物理学⇔量子物理学⇔物質科学⇔生命科学⇔環境科学

113

「技術の体系」？

- 技術の各部門（生産工程、労働過程）は、生産物の入力・出力の関係で結びついている
- その結びつきには、経済（産業）システムのもとで実現される
- 科学の体系と「技術の体系」は、まったく意味が違う
- 社会的物質的存在としての「技術総体」という表現が良いだろう

114

技術の実現のされ方

- 社会的要請のもとでの設計思想で決まる
- 例：航空機
  戦闘機・・・機能重視
  旅客機・・・安全重視（のはず）、コスト
- 例：輸送体系
  鉄道かクルマか
  高速・長距離輸送か地域を重視した輸送網か
- 例：大型水力発電か小水力か
- 技術の選択により部門相互の連関は異なってくる

115

技術はどう実現されるか

- 技術は客観的法則性に規定される

  自然の法則に反した技術は成功しない

  望めばなんでも実現できるというものではない（熱力学的制約、材料物性的制約）

- 技術は社会の要請に規定される

  「社会の要請」には、権力をもつ人間の意向が強く反映される

  技術は「価値中立」ではない

116

終章　21世紀の技術＝持続可能な社会のために技術はいかにあるべきか

- 技術否定でなく、どういう地術を選ぶかの問題

- 生産局面における選択
  人減らしと資源浪費の省力技術はやめる
  省資源・省エネ技術を環境保全技術へ（観点の転換が必要）
- 生活局面における選択
  生活圏（地域コミュニティ）を支える技術を基本に据える
  生活圏での生産活動と外部とのほどよい結びつき（地域内⇔地域間⇔国外）

117

終章　21世紀の技術＝持続可能な社会のために技術はいかにあるべきか

- 生存基盤（生物多様性）を保全する技術は持続可能な社会の前提条件
- 資本と国家に駆動された技術はやめにする

「消費を呼び起こす技術」は脇役へ

「国益重視」の技術に騙されない

- それをどう実現するか・・・社会的公正の問題ぬきに実現できない