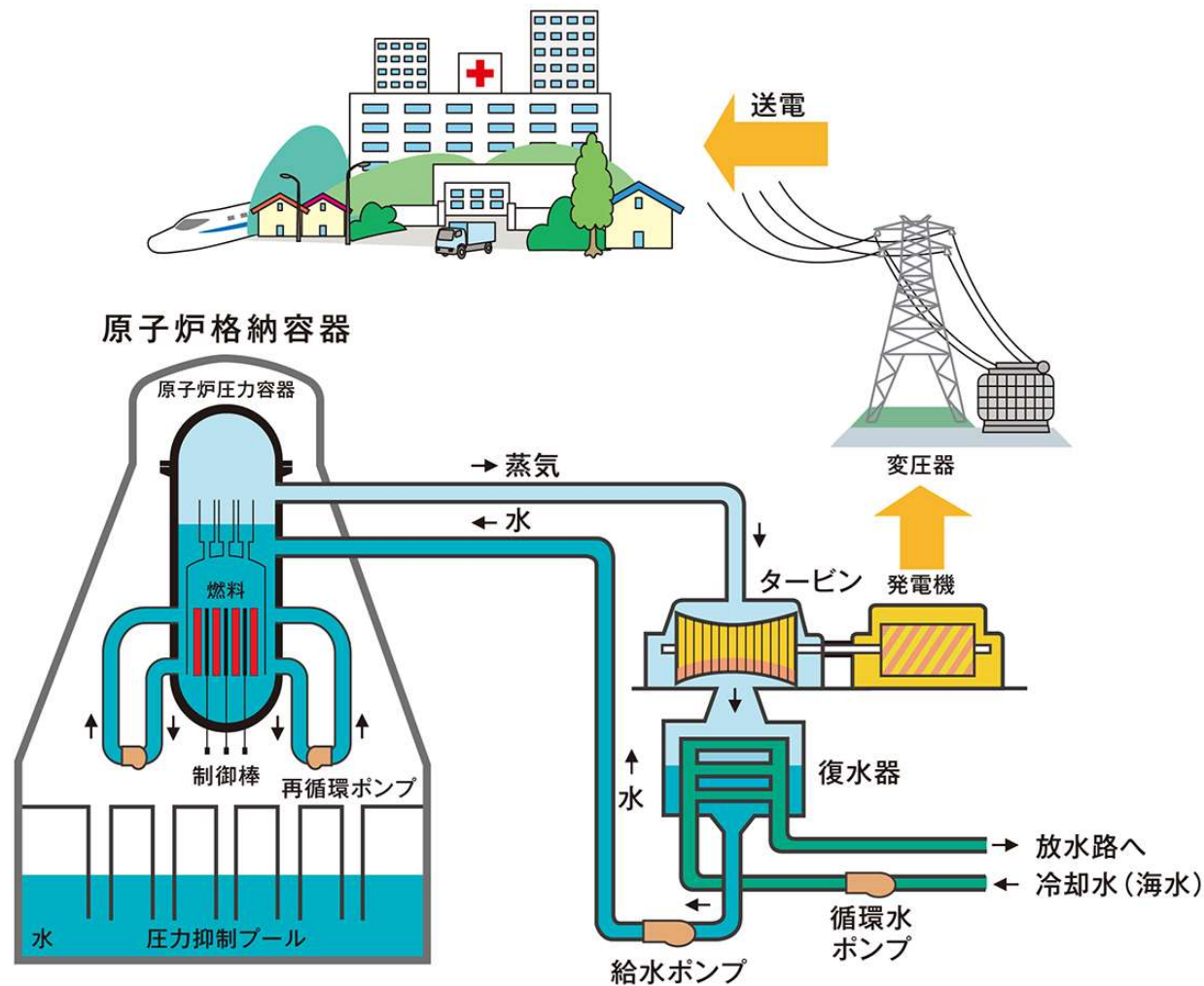


福島第一原発事故
想定外

森田康夫

- 2009年3月：東北大学を定年退職
- 2009年4月 - 2016年3月：東北大学教養教育院総長特命教授となり、教養教育を担当
- 2011年3月：東日本大震災があり、東京電力福島第一原発の事故が生じ、翌年の授業に地震と原発事故を取り上げた。
- 東北大学教養教育院編、大学と教養2、震災からの問い、2018。 想定外 - 東日本大震災から見える科学技術と教育のあり方 - 、3-37。

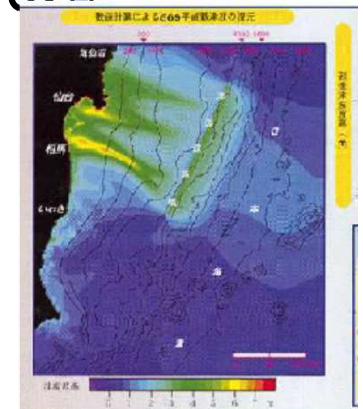
沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



貞観津波

- **貞観地震**(869年)は、東北地方東方の海底を震源として発生した巨大地震であり、地震に伴う津波(仙台で9m程度)による被害も甚大であった。
- 『日本三代実録』にこの地震に関する記述があり、東北大学**箕浦教授**が1990年代から研究しており、『まなびの杜 2001年』に『津波災害は繰り返す』を書いている。またその頃から、東北大学**今村教授**が数値シミュレーションで津波を研究している。
- 2010年8月、産総研の**穴倉氏**が論文を発表し、宮城県などを訪れていた。

津波は福島県の浜通りに向かっている。



大津波と原発事故

- 2007年原子力安全保安院は東京電力に耐震評価の再検討を求めた。東京電力は津波が福島第一原発を襲う可能性を知ったが、「緊急性はない」と考え、対策を取らなかった。
- 2011年3月11日14時46分に、宮城県沖を震源として発生したマグニチュード 9.0の巨大地震（東北地方太平洋沖地震）が起き、三陸海岸から福島県浜通りを巨大津波が襲った。
- 福島第一原子力発電所では、1～3号機が運転中で、4～6号機は定期点検中であつた。なお、4号機建屋内のプールには、冷却を要する使用済み燃料棒が大量に保管してあつた。

- 地震により、1～3号機は自動停止し、非常用ディーゼル発電機が起動し、冷却を続けた。
- 15時35分に津波が福島第一原発に襲来し、1号機から4号機のディーゼル発電機や配電盤などが水に浸かり、**全電源を喪失**した(5号機、6号機は辛うじて電源が保たれた)。
- 1号機には電源を要しない冷却装置 IC (非常用復水器)があったが、全電源を失うと IC は弁を閉じるようになっており、冷却できなくなった1号機は**空だき状態**になり、炉心が溶融した。
- 1号機は米国製の古い原子炉であり、「**安全神話**」もあり、所員は電源がなくなると IC の弁が閉じることを知らず、対応が遅れた(**訓練不足**)。

- 福島第一原発の所員は、**注水**することで一号機を冷却しようとしたが、うまく行かず、原子炉の圧力を下げる**ベント**に成功したが、翌日（12日）の午後には1号機の原子炉建屋が**水素爆発**した。
- 2～4号機の非常用冷却装置は作動したが、1号機の建屋が爆発したことにより冷却作業が遅れて、14日までに2号機と3号機も**炉心が溶融**し、3号機の建屋も**水素爆発**した。
- 2号機については、ベントもうまく行かず、14日深夜には原子炉が爆発して放射能が拡散する恐れが生じ、福島第一原発の**所員の大半が福島第二原発まで退避した**。

- 15日の朝には、3号機から流入した水素により4号機建屋が爆発し、福島第一原発の危機は頂点を迎えた。
- しかし、1号機の爆発で2号機建屋の窓が外れて水素爆発しなかったり、4号機の燃料プールの水が隣にあったタンクから補給されたりするなどの幸運があり、2号機から大量の放射性物質が放出されたものの、15日夜には危機を脱した。
- また、多量の燃料棒が保管されていた、4号機の燃料プールについては、コンクリートポンプ車からの放水が成功し、改善に向かった。

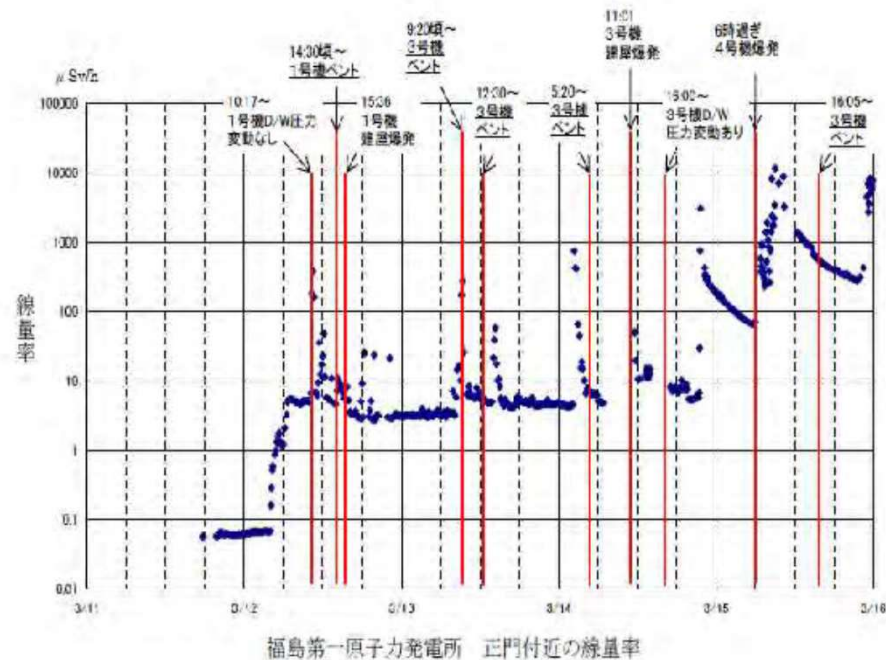
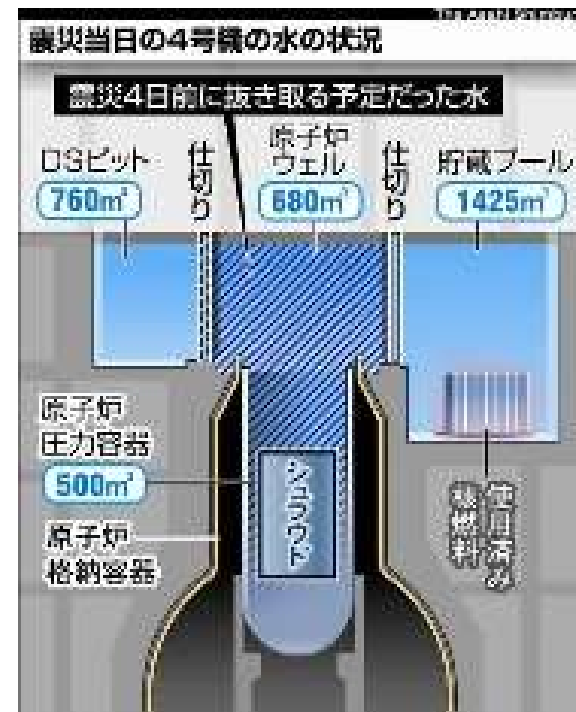


Fig. 1 Steam coming out of a blow-out panel opening at the Fukushima Dai-ichi Unit 2 Reactor Building on March 15, 2011

川村慎一氏他の論文より



〈3月22日（火）〉福島第一原発4号機で作業するコンクリートポンプ車＝22日午後4時52分、福島県大熊町、東京電力提供





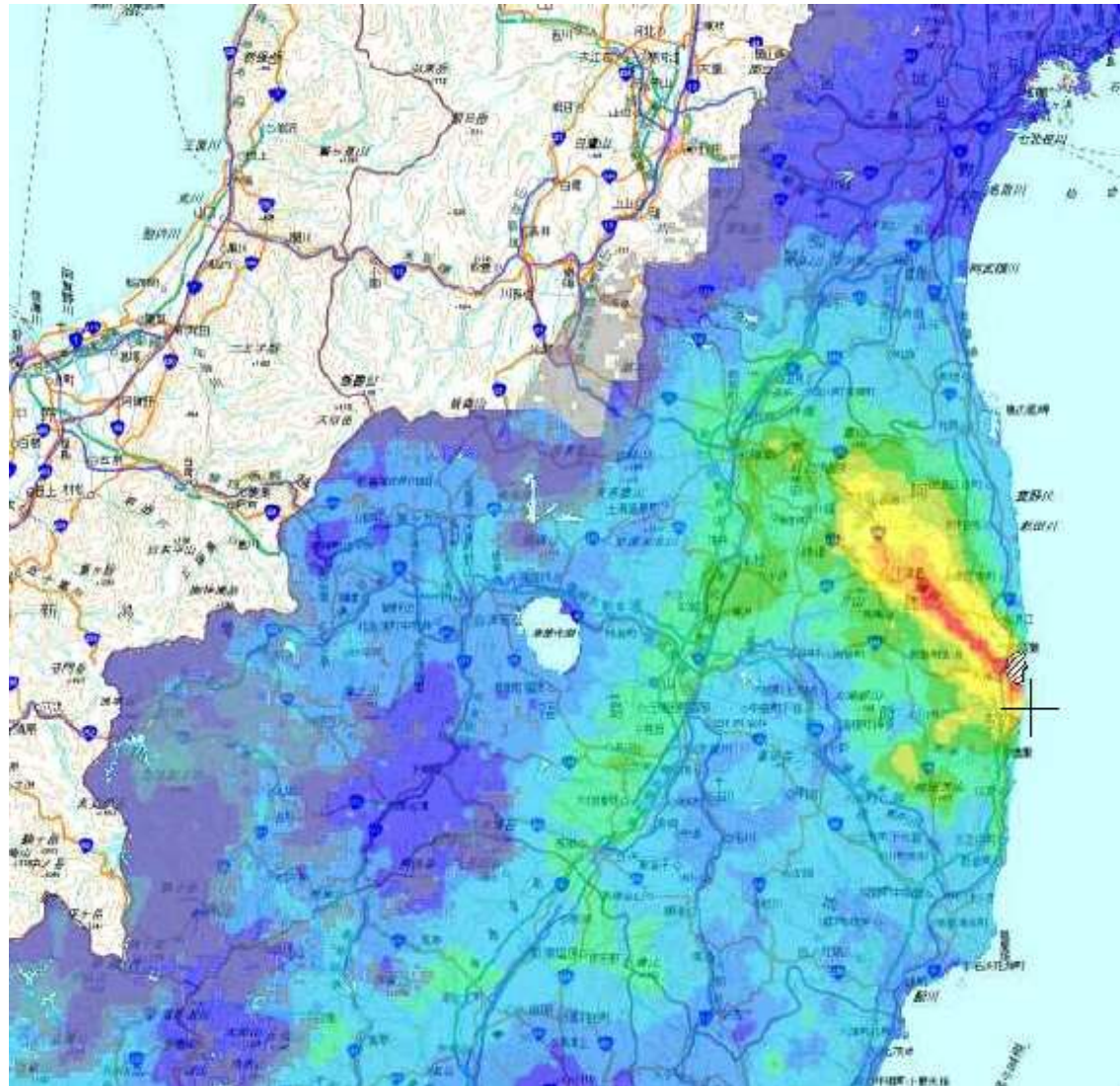
文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

放射線量等分布マップ拡大サイト



九州・沖縄 中国・四国・近畿 中部・北陸 関東 東北 北海道 初期位置へ戻る



平成24年06月28日時点(第5次+80km圏外)

☐ 航空機 軌跡

☒ 空間線量率

☐ セシウム134+137の合計

☐ セシウム134

☐ セシウム137

$$2.4\text{mSb} \div 24 \div 365 = 0.27\mu\text{Sb}$$

[測定結果資料\(PDF\)はこちら](#)

[測定結果資料一覧はこちら](#)

地表面から1mの高さの
線量測定マップ ($\mu\text{Sv/h}$)

	19.0 < 測定値
	9.5 < 測定値 ≤ 19.0
	3.8 < 測定値 ≤ 9.5
	1.9 < 測定値 ≤ 3.8
	1.0 < 測定値 ≤ 1.9
	0.5 < 測定値 ≤ 1.0
	0.2 < 測定値 ≤ 0.5
	0.1 < 測定値 ≤ 0.2
	測定値 ≤ 0.1

測定結果が
得られていない範囲

積雪(2012年3月26日 ~
4月26日)

岩手県、宮城県、山形県、
福島県、茨城県、栃木県、
群馬県、千葉県を対象
(※JASMES(JAXA)データ使用)

※本マップには天然核種による空間線量率が
含まれています。

※[年間の日常生活に換算した場合](#)

例えば、 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ は、年間約 5mSv
など。[詳細はこちら](#)

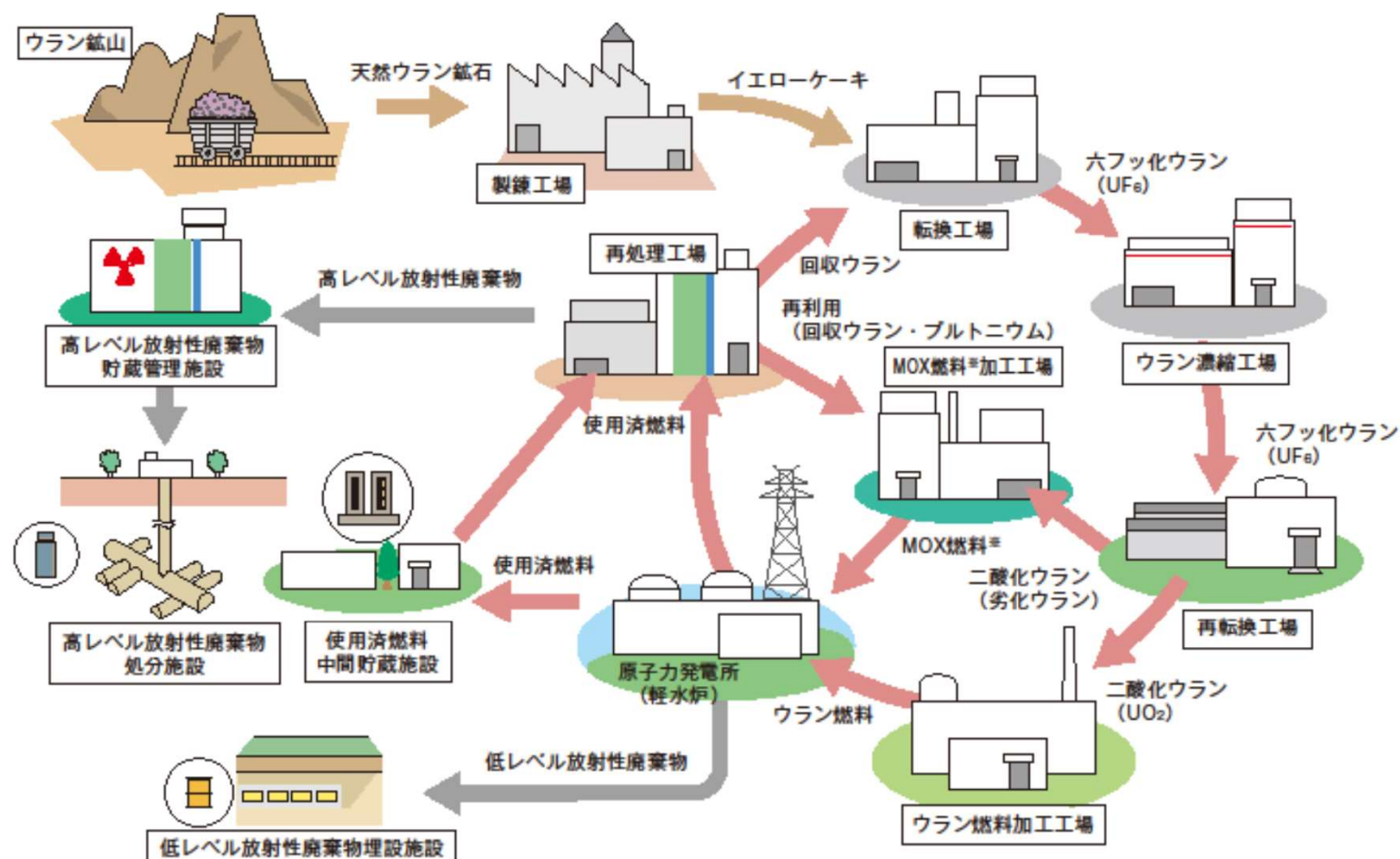
※福島第一原子力発電所から80km圏外の測
定結果は、2012年5月7日の結果を2012年6月
28日時点の値に減衰補正しています。風雨等
の自然環境による放射性物質の移行の影響
は考慮しておりません。

※灰色の領域は積雪のあった箇所を表して
おり、当該地域及びその周辺における空間線
量率は、雪の遮蔽により、雪が無い時に比べて
減少している可能性があります。

ウランとプルトニウム

- ウランは原子番号92の元素であり、地球上に大量に存在するが、**ウラン235**が約0.72%**ウラン238**が99.3%からなる。
- ウラン235に中性子が当たると**核分裂**し、ウラン238に中性子が当たると**プルトニウム239**になる。プルトニウム239に中性子が当たると、衝突速度により、**核分裂**するか、**プルトニウム240**になる。
- ウラン238の半減期は約44.7億年で放射能は弱い、プルトニウム239の半減期は2.41万年であり、**強い放射能を長く出す**(**発がん性**)。

原子燃料サイクル



※MOX (Mixed Oxide) 燃料：プルトニウムとウランの混合燃料

7-2-1

一般財団法人日本原子力文化財団図面集より

原子力発電のコストとリスク

- 政府は「原子力発電は安全で**安い**」と言って、原子力発電所を建設してきた（「**安全神話**」）。
- その頃の前発のコスト計算は、電力会社が支払う必要のある経費のみを使って計算しており、使用済燃料の処理費や、政府が払う地元対策費などの**社会的経費**は含まれていなかった。
- また、前発は出力を変化させ難く、コストの高い火力発電や揚水発電で**発電量**を調節しているが、それを無視して発電コストを計算していた。
- その結果、前発のコストは火力発電のコストの70%程度ですむと主張していた。

- 福島第一原発事故後、**社会的経費**が含まれた経費が公開されるようになり、政府が発表する原子力発電のコストは10.1KW/hとなり、**火力と同程度**となった(2017年、火力は9.9KW/h)。
- しかし、さらに大きくなると思われる経費がある。
- 例えば、**六ヶ所村の再処理施設**は、2009年2月完成を予定していたが、様々なトラブルが相次ぎ未だに未完成であり、建設費の見込額は当初予算の4倍となっている。**使用済み核燃料の再処理費**は、想定より、かなり高くなると見込まれる。
- 原発の**廃炉費用・高速増殖炉**の開発費・福島第一原発の**事故処理費**も、高くなる可能性が高い。

- 日本は、使用見込みの立たないプルトニウムを作るため、**高い経費**を掛けて、使用済み燃料を再処理している。
- 軽水炉の核燃料を再処理してできるプルトニウム239には、不安定な**プルトニウム240**が含まれており、良質な**核兵器**は作れない。しかし黒鉛炉、重水炉、高速増殖炉などを使うと、プルトニウム240がほとんど含まれない**兵器級プルトニウム**が得られる。(もんじゅでは60Kgできた？)
- **高レベル放射性廃棄物**や超ウラン元素を含む放射性廃棄物は、10万年程度保管する必要があるが、見通しが立っていない(最終処分場の建設予定地がない、地震や噴火は大丈夫か？)。

- 東日本大震災による（原発事故以外の）被害額は、16 - 25兆円に達すると見込まれているが、福島第一原発事故による被害額はそれを超えると思われる（35兆円～80兆円という試算あり）。
- 世界には約500基の原発（日本には約50基）があるが、そのうち米・露・日の5基がメルトダウンした。
- 原発の事故率は低くなく、事故処理費は大きく、被害者はとてもつらい思いをする。（福島事故では16万人が避難し、1500人が関連死した。）
- 現在までに事故を起こした原発はすべて先進国にあり、発展途上国では、さらに事故率が高くなるとされる。

想定すべきこと:

- 原発は危険であり、細心の管理が必要である。
(しかし、柏崎刈羽原発では失態が続いている。)

参考文献

- 畑村洋太郎他、福島原発事故はなぜ起こったか、政府事故調革新解説、講談社、2013.
- 大島堅一、原発のコスト、エネルギー転換への視点、岩波新書1342、2011.
- 日本経済研究センター、事故処理費用、40年間に35兆～80兆円に一廃炉見送り(閉じ込め・管理方式)も選択肢に、一汚染水への対策が急務一、2019.