

3. 11以降のエネルギー・環境政策と技術

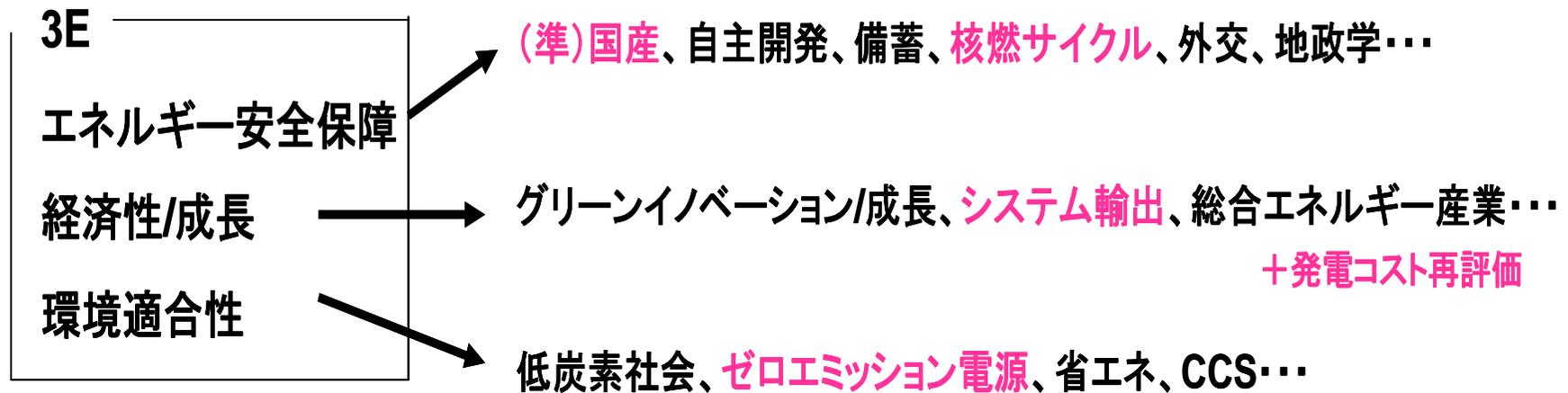
山地憲治

地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

革新的環境技術シンポジウム

—低炭素・グリーンイノベーションの実現に向けて—

2011年12月1日@灘尾ホール



分かり易い主張の陥穽:

自然エネルギーの魅力(自然共生)、核融合の魔力(技術の夢)、ピークオイルの説得力(資源制約)

エネルギー政策の基本目標と福島事故で毀損された項目

科学の不確実領域

- 地球温暖化懐疑論
- 地震・津波の予知
- 低線量放射線被曝の健康リスク
- 人々の心理と行動
- ...



科学の不確実領域では**感性**に基づく**想像力**
が**社会の意思決定**に大きく影響する

セシウム137の大気中の濃度の推移 1980年代は現在の1000倍から1万倍だった！

気象研究所地球化学研究部では、1950年代後期から40年以上の期間にわたり大気圏での人工放射性核種の濃度変動の実態とその変動要因を明らかにすべく、環境影響の大きい重要な核種について観測を継続してきた。特に人工放射能の月間降水量 (^{90}Sr および ^{137}Cs) の長期観測結果は2007年の4月で満50年となる (Fig. 1)。

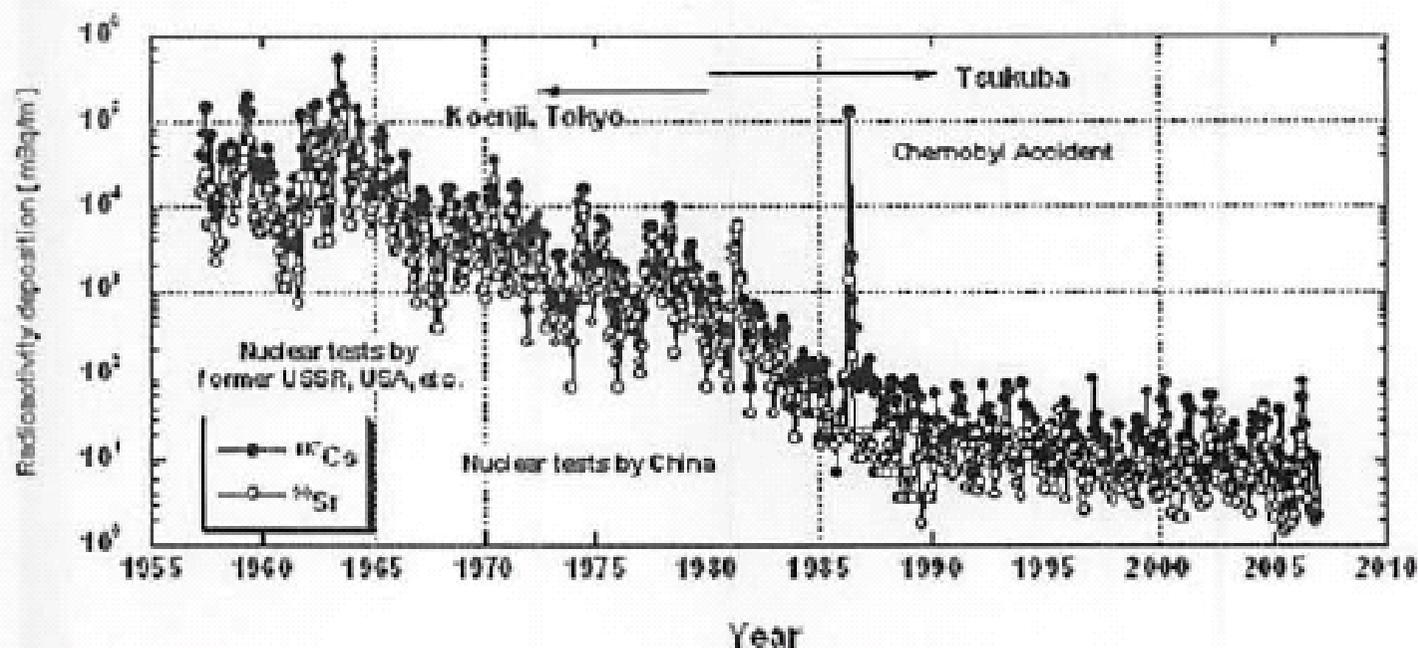


Fig. 1: Monthly deposition time series for ^{90}Sr and ^{137}Cs at the Meteorological Research Institute since 1957 to the present time

出典: **Artificial Radionuclides in the Environment 2007**
Geochemical Research Department, Meteorological Research Institute, JAPAN
ISSN 1348-9739, Dec. 2007

体内の放射能の量

人の体内に

カリウム40 : 4000Bq

炭素14 : 2500Bq

●体内の放射性物質の量

(体重60kgの
日本人の場合)



カリウム 40	4,000ベクレル
炭素 14	2,500ベクレル
ルビジウム 87	500ベクレル
鉛 210・ポロニウム 210	20ベクレル

●食物中のカリウム40の放射能量(日本)

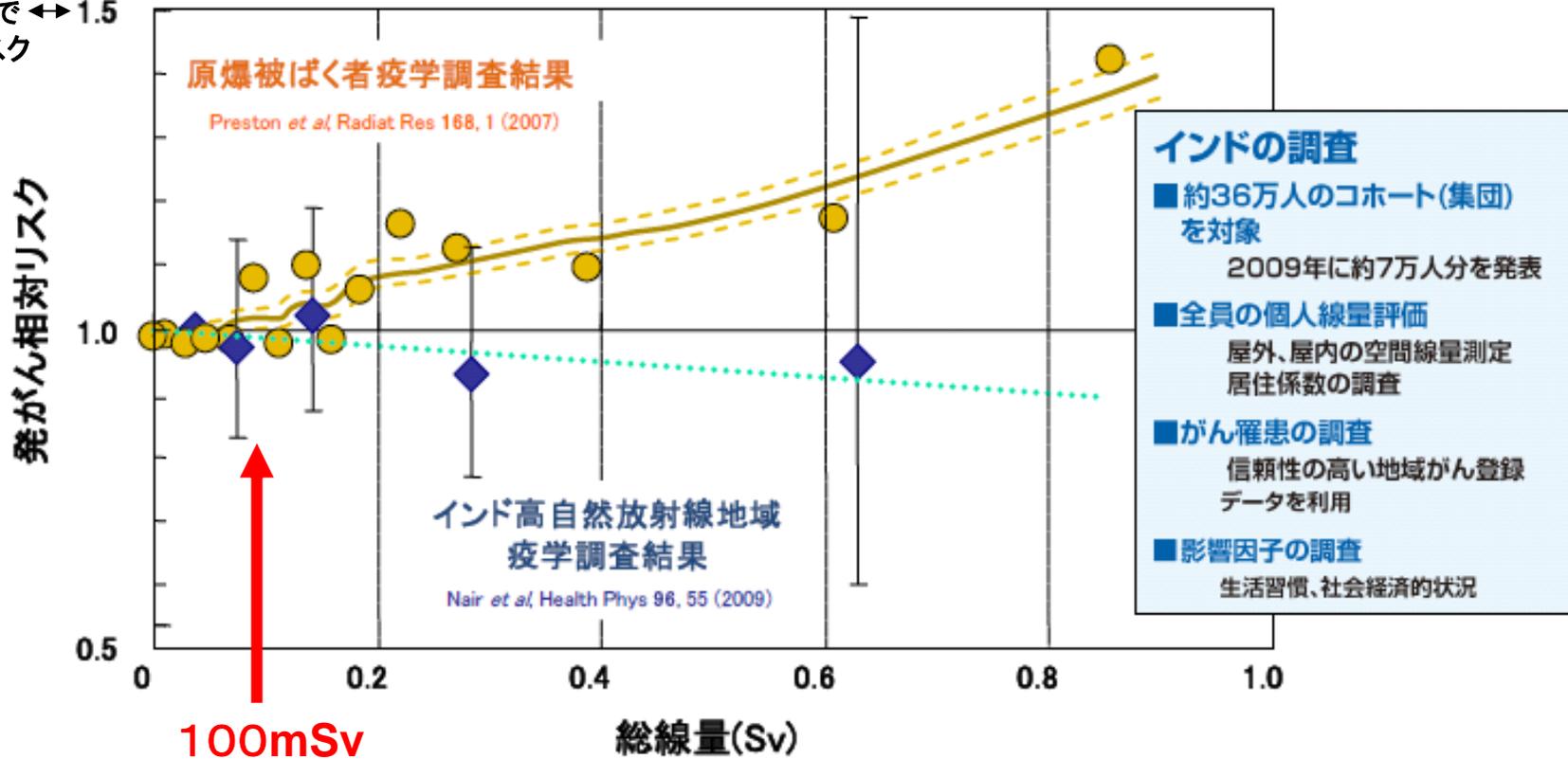
(ベクレル/kg)



出所:原子力安全研究協会
「生活環境放射線データに
関する研究」より作成

高自然放射線地域住民の健康調査

慢性被曝で↔1.5
ガン死リスク
5%増*



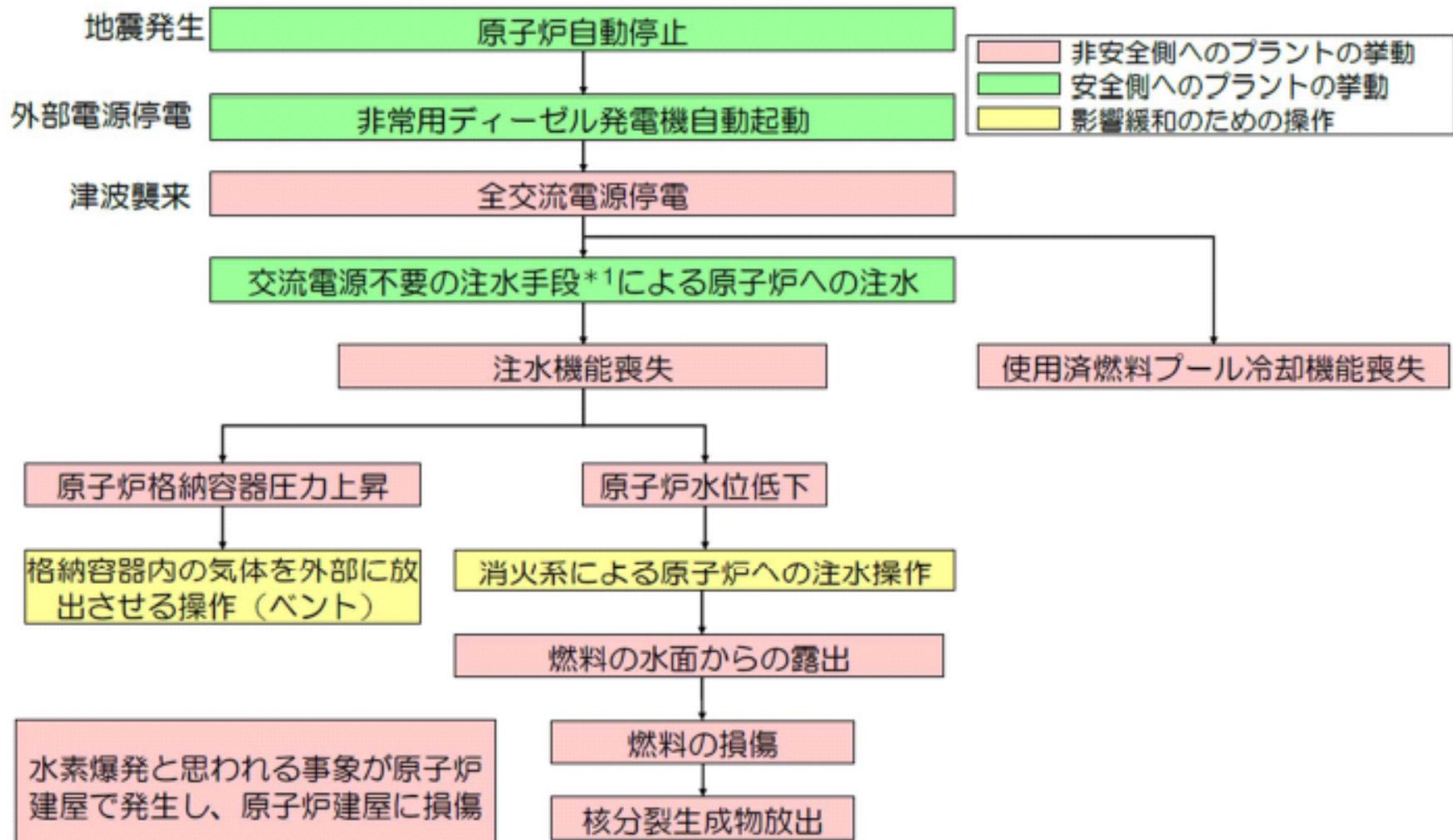
この地域に生涯住み続けていても、発がん相対リスクの増加は認められていない

出所: 服部隆利、日本原子力学会緊急シンポジウム、2011年5月21日

* 急性被曝1Svの発ガンリスク50%増; 全死亡の20%がガン死→急性被曝のガン死リスク10%増;
慢性被曝のリスクは急性被曝の半分として5%増

1-3

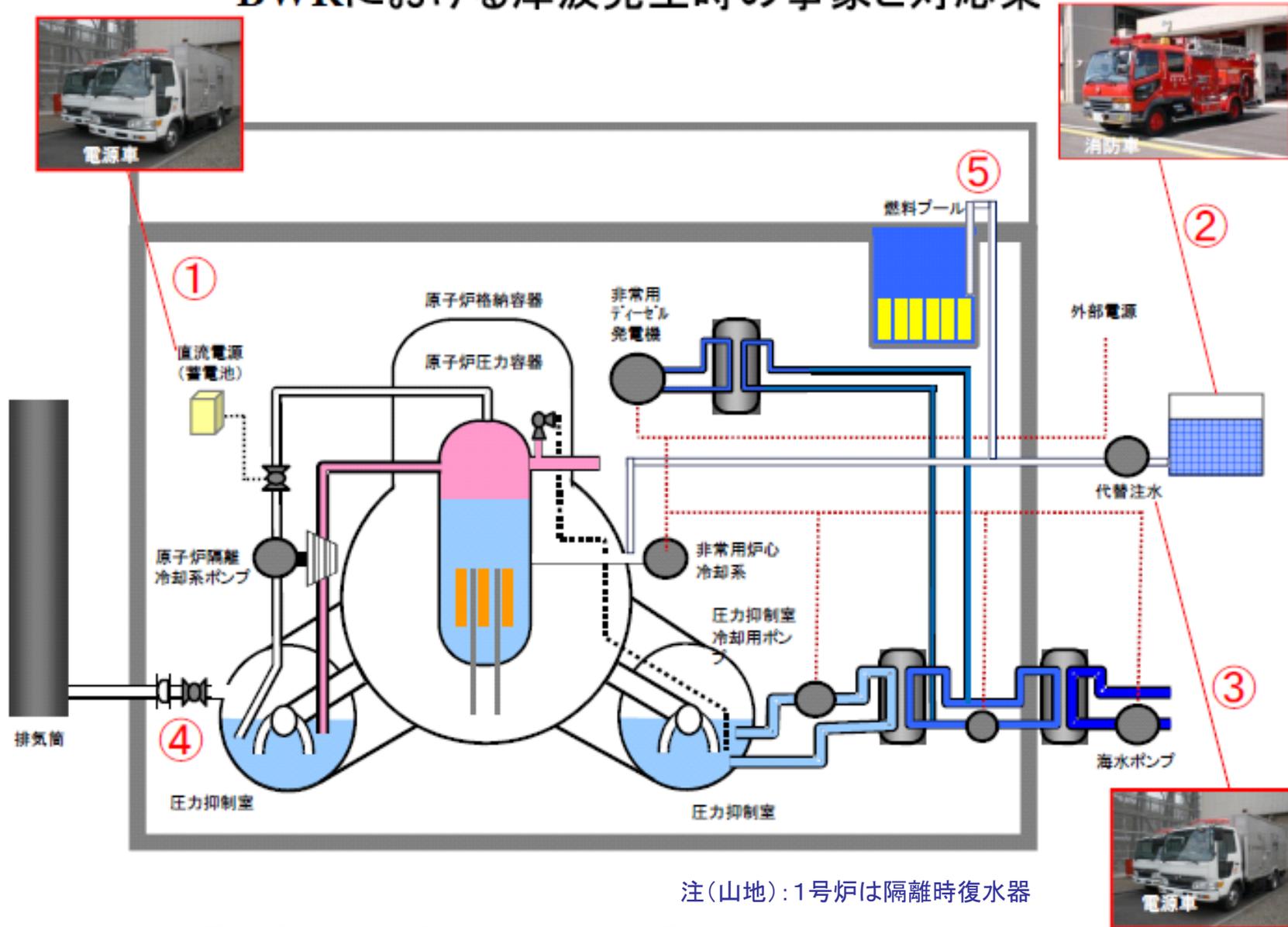
福島第一原子力発電所事故の経過(3号機の場合)



* 1 : 高圧注水系、原子炉隔離時冷却系

(出典：東京電力)

BWRにおける津波発生時の事象と対応策



出所: 福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策の実施について
 原子力安全・保安院、平成23年3月30日
 山地憲治、111201

東京電力福島第一事故を踏まえた安全対策の概要

	短期対策(終了)	中長期対策(2~3年以内に実施)	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 緊急安全対策 (3月30日指示、5月6日評価) </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・手順書等の策定 ・電源車 ・ポンプ車 ・消火ホース ・対応訓練の実施 <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">} 配備</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・防潮堤の設置 ・建屋の水密化 ・海水ポンプ電動機等の予備品確保 ・防潮壁の設置 ・空冷式の大容量大型発電機の設置 	発生防止
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 電源信頼性向上対策 (4月9日、15日指示、6月7日評価) <small>※開閉所の地震対策は6月7日に追加指示</small> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用発電機の号機間での融通 	<ul style="list-style-type: none"> ・全号機への全送電線接続 ・送電鉄塔の点検及び地震対策 ・開閉所等の地震対策 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> シビアアクシデント対策 (6月7日指示、6月18日評価) </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・中央制御室の作業環境確保 ・水素の排出手段の確保 ・通信手段確保 ・高線量対応防護服 ・ホイールローダ <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">} 配備</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・電話交換機等の高所移設 ・静的水素結合器の設置(PWR) ・建屋ベント及び水素検知器の設置(BWR) 	発生時の対応

(原子力委員会 第6回新大綱策定会議資料)

深層防護の思想

第1層: 異常な事象の発生防止

品質管理、安全余裕、フェイルセーフ、インターロックなど

第2層: 事故への進展防止

異常の早期検知、スクラム(自動停止)、多重化など

第3層: 炉心損傷防止(止める、冷やす)

緊急冷却システム、非常用電源確保など

第4層: 苛酷事故対策(冷やす、閉じ込める)

格納容器ベント、代替注水設備など

第5層: 防災対策(住民の大量被曝防止)

避難地域指定、防災訓練、除染など

原子力の穴を新エネルギーで埋められるか(山地試算、110404)

	電気出力(万kW) ()内は電力量(億kWh、 設備利用率85%)	太陽電池でkWh代替 (設備利用率12%)	風力発電でkWh代替 (設備利用率20%)
福島第1 1-4号炉	281万kW (210億kWh)	1993万kW	1196万kW
福島第1全体(5, 6号含む)	470万kW (350億kWh)	3327万kW	1997万kW
福島第2全体(1-4号炉)	440万kW (328億kWh)	3117万kW	1870万kW
女川全体(1-3号炉)	217万kW (162億kWh)	1540万kW	924万kW
東海2号炉	110万kW (82億kWh)	779万kW	466万kW
建設中2基(島根3、大間)	276万kW (205億kWh)	1952万kW	1171万kW
建設準備中12基	1655万kW (1233億kWh)	1億1724万kW	7035万kW
<参考> エネルギー基本計画(2030年、 設備利用率90%)	6806万kW (5366億kWh)	5億1045万kW	3億627万kW
2009年度実績(設備利用率 65%)	4885万kW (2798億kWh)	2億6458万kW	1億4654万kW

太陽光発電等の再生可能エネルギー大量導入時の課題

○太陽光発電等の再生可能エネルギーが大量に導入された場合の系統安定化対策として、柱上変圧器の増設などの電圧上昇対策に加え、蓄電池の設置や出力抑制等の余剰電力対策が必要となる。

1. 余剰電力の発生

【課題】太陽光発電が増加すると、休日など需要の少ない時期に、ベース供給力(原子力+水力+火力最低出力)と太陽光の合計発電量が需要を上回り、余剰電力が発生(右図)。

【対策】蓄電池の設置、GWや年末年始など低負荷期における出力抑制 等

2. 出力の急激な変動

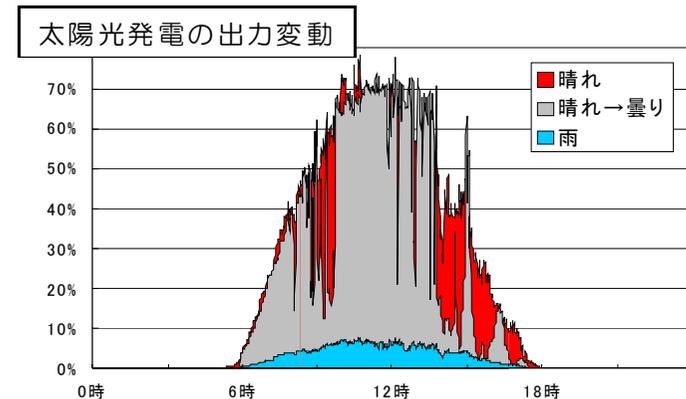
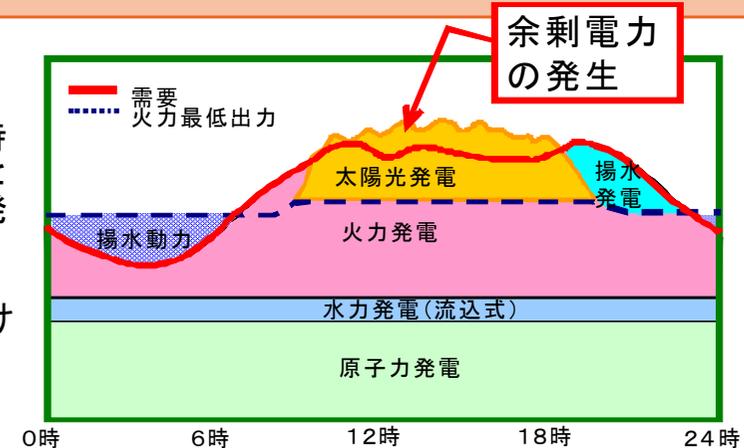
【課題】太陽光発電の出力は、天候などの影響で大きく変動(右下図)。短期的な需給バランスが崩れると周波数が適正值を超えて、電気の安定供給(質の確保)に問題が生ずるおそれ。

【対策】出力調整機能の増強 等

3. 電圧上昇

【課題】太陽光パネルの設置数が増加した場合、配電網の電圧を適正值(101±6V)にするため太陽光発電の出力を抑制せざるを得なくなるおそれ。

【対策】配電網の強化(柱上変圧器の増設) 等



出所:再生可能エネルギー全量買取PT

(a) 電力メーター



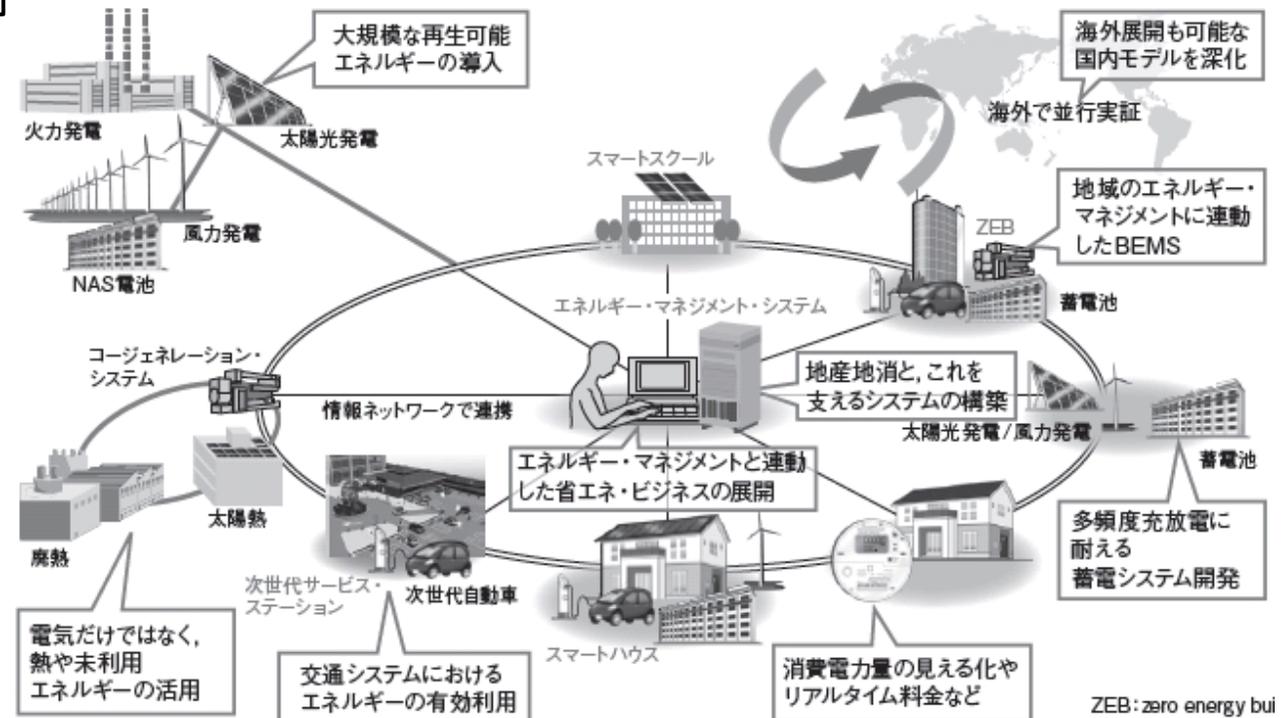
(b) ガス・メーター



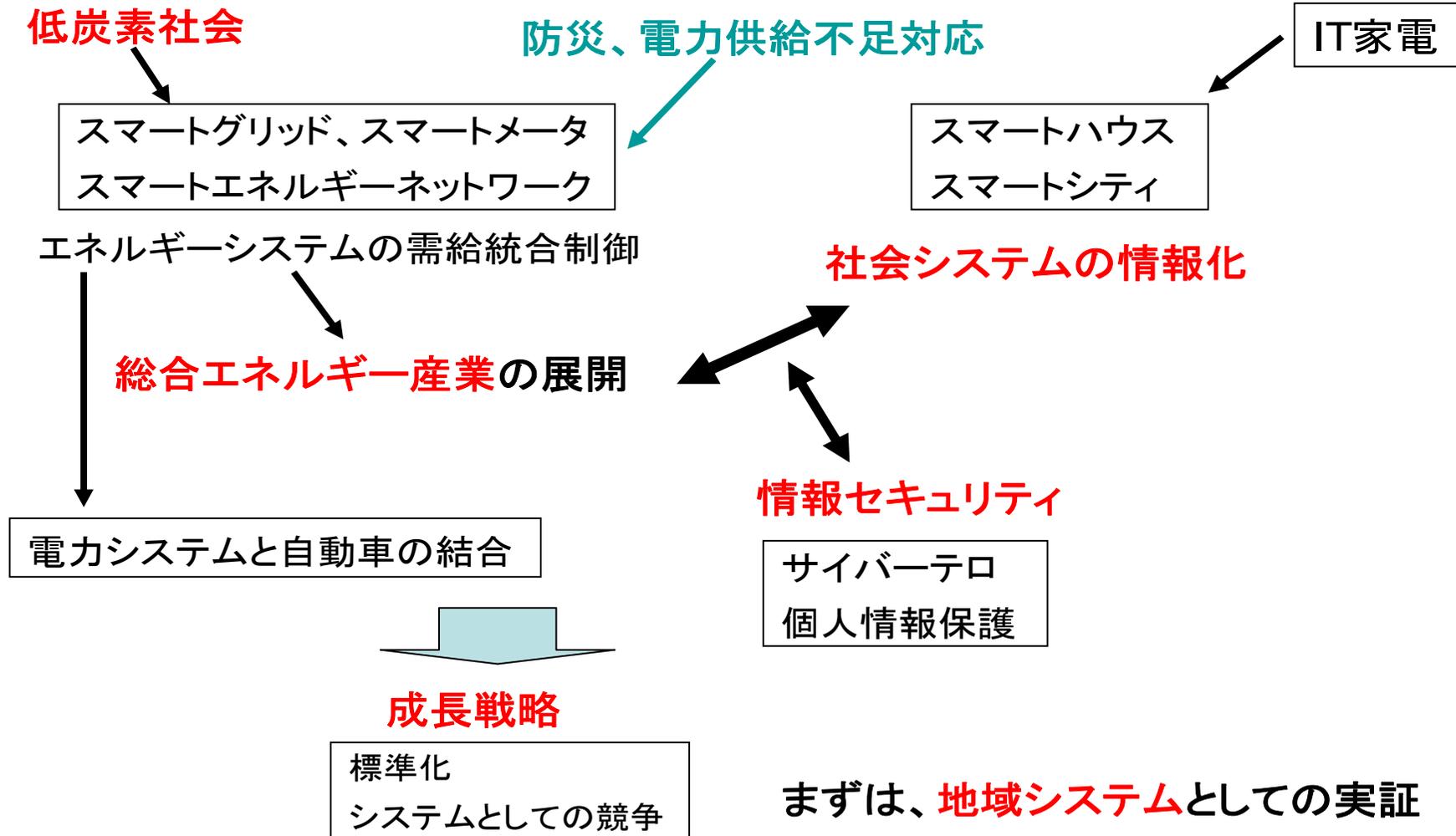
バイオマスや熱など長距離輸送が困難なものは地産地消

電気は情報と統合してスマートに運用(平時)
緊急時には分散電源で防災拠点に電力供給

スマートメータの例

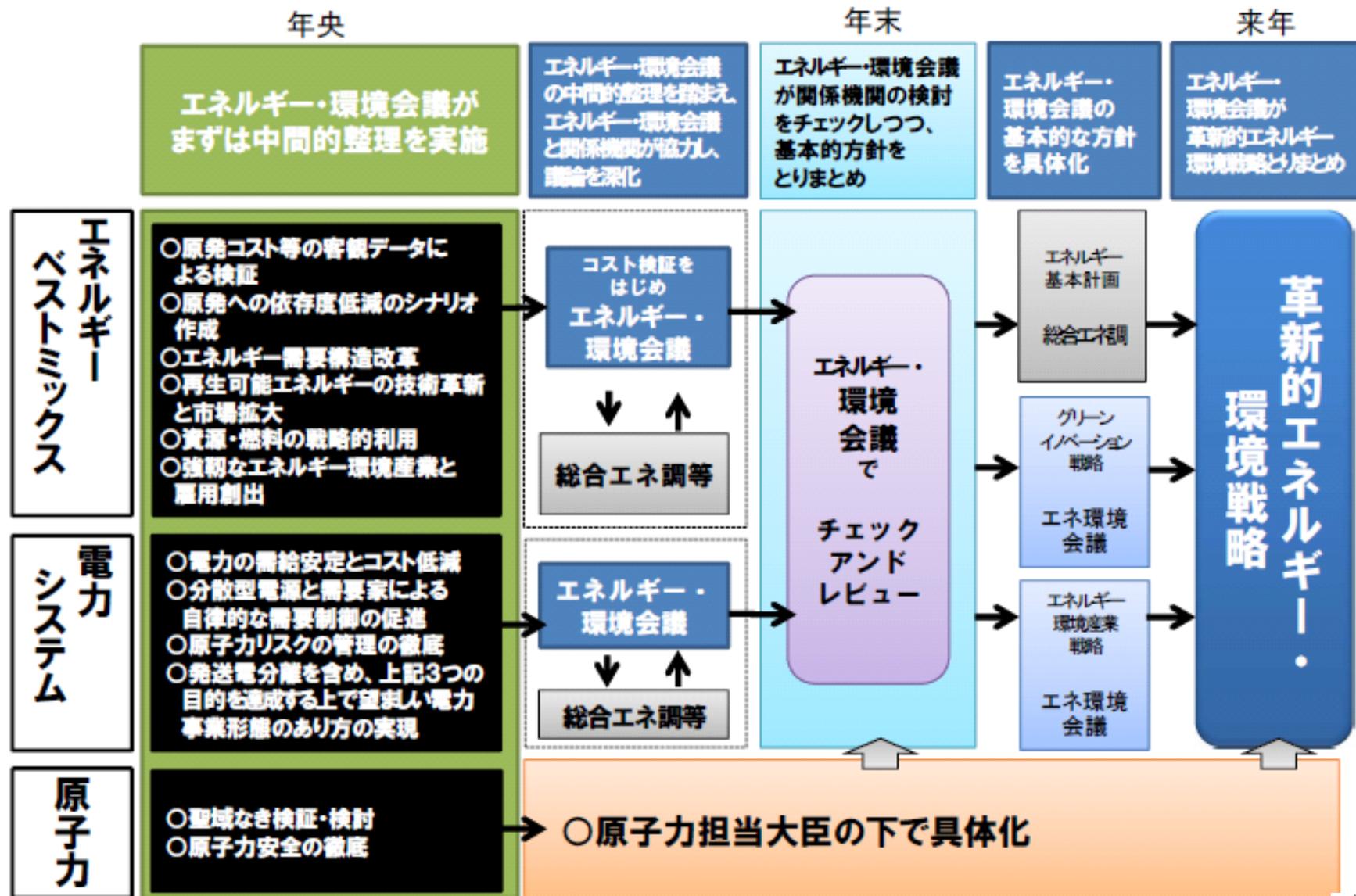


次世代エネルギー・社会システムの概念図



情報との統合によるエネルギーシステム改革

6. 革新的エネルギー・環境戦略の実現に向けて 一年央の「中間的な整理」を踏まえた検討体制（案）



エネルギーと地球温暖化対策を一体とした政策の構築

- ・**原子力という選択肢の維持**: 安全対策による信頼回復、既存原子炉の運転・・・
- ・**活動量調整を含む徹底した省エネ**: 情報通信を活用して消費者行動変化を誘導・・・
- ・**再生可能エネルギーの最大限の導入**: 全量買取制度の活用(被災地(特に長期避難地域への支援にも)、瓦礫中のバイオマス・休耕田や廃棄土地の活用)・・・
- ・**化石燃料の活用**: 特に天然ガス、クリーンコール技術(A-USC、IGCC、CCS)、2国間クレジット獲得、褐炭+CCSによるクリーン水素・・・
- ・**エネルギーシステムの強靱性増強**: 全国連系での電力・エネルギーシステムの強化、次世代エネルギー・社会システム構築の加速(被災地復興の機会も活用、分散型によるエネルギーの地産地消)・・・