

エネルギー・環境問題における学術の役割

山地憲治

地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

第3回東大エネルギー・環境シンポジウム
エネルギーと環境の調和した発展を求めて

2011年11月4日 @ 東京大学 安田講堂

エネルギー政策の論理と心理

(Key Words for Energy in Japan)

福島原子力事故
(Fukushima Disaster)

3E

エネルギー安全保障
(Energy Security)

(準)国産、自主開発、備蓄、核燃サイクル、外交、地政学・・・
(domestic resources, upstream investment, reserve, fuel cycle, diplomacy ...)

経済性/成長
(Economics/Growth)

グリーンイノベーション/成長、システム輸出、総合エネルギー産業・・・
(green innovation/growth, export of systems, energy service co. ...)

環境適合性
(Environment)

低炭素社会、ゼロエミッション電源、省エネ、CCS・・・
(low carbon society, zero emission power, energy saving, CCS ...)
+発電コスト再評価(review of power costs)

+S

安全性(安心?)
(Safety (Trust?))

温暖化のリスク
(risk of global warming)
(温暖化懐疑論)
(skepticism)

放射線のリスク
(risk of radiation exposure)
(低線量被曝の科学の不確実性)
(scientific uncertainty)

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)
(renewable energies (natural symbiosis), nuclear fusion (science magic), peak oil (resource constraints))

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

福島原子力事故対応と今後のエネルギー政策

・放出された放射性物質による被曝線量とその影響の客観的評価

- 海外チームを含めた空間線量率と放射能汚染の信頼ある計測と分かりやすい表示
- 汚染された食料・水の摂取による内部被曝を含む被曝線量の科学的評価
- ^{137}Cs の土壤汚染を早急に調査、原子炉事故安定後の避難地域指定解除の指針に活用
- 被曝のリスクに関する専門家による科学的に正しい評価の周知

・原子炉の過酷事故への対応

- 事故調査委員会の設置: 事故経過(住民避難を含む)の正確な把握と課題の抽出
- システム設計時の想定を越えた事故への備え: ハードとソフトの両面の安全対策強化、ストレステストと訓練→信頼回復による既存原子力の活用
- アクシデントマネジメントの一元体制: 全国共通の緊急対応部隊の整備、責任の所在の明確化、原子力安全規制の一元化(原子力安全委員会の強化)、原子力損害賠償の扱い

・エネルギーと地球温暖化対策を一体とした政策の構築:

(後述)

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)。

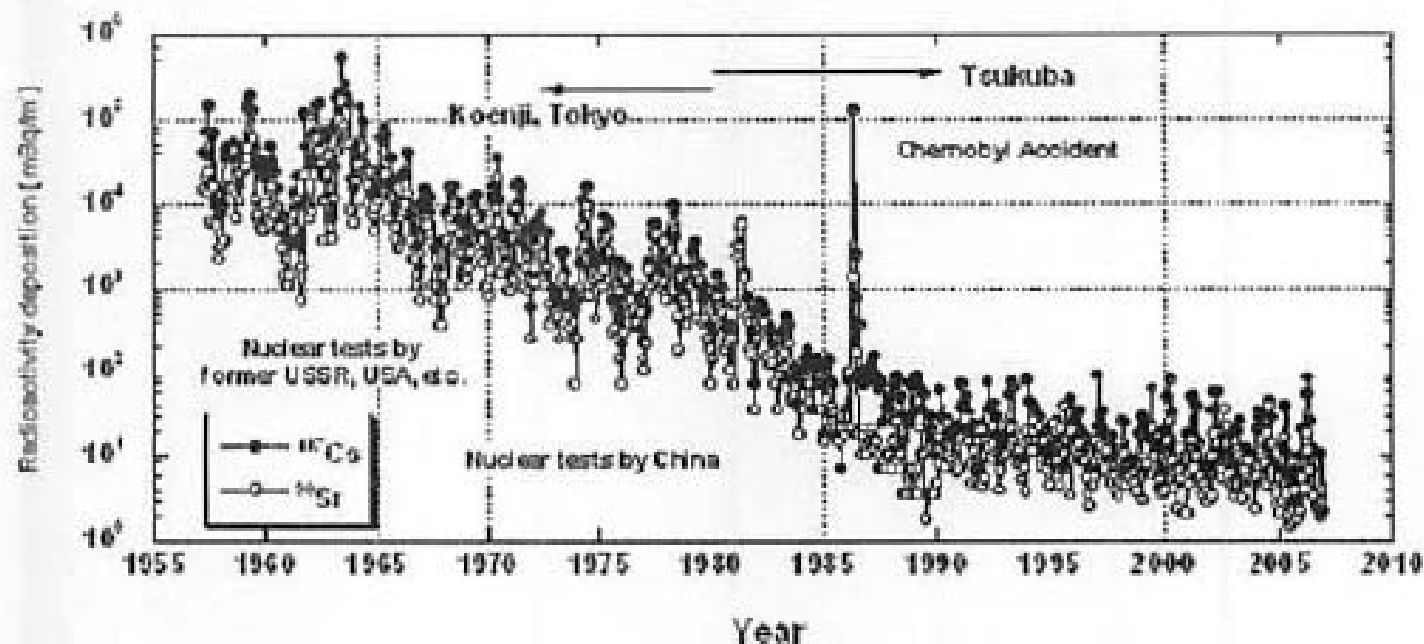
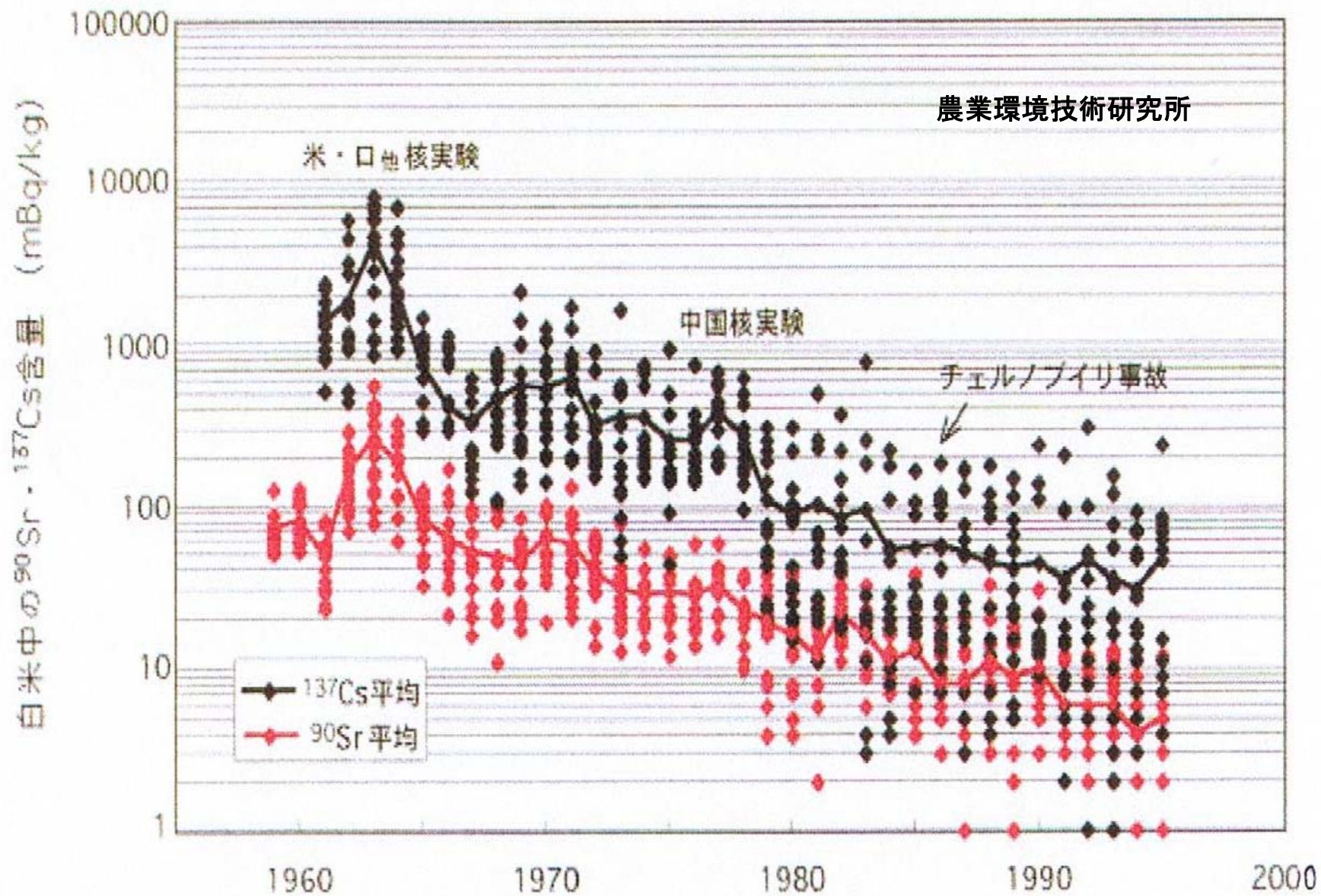


Fig. 1: Monthly deposition time series for ^{90}Sr and ^{137}Cs at the Meteorological Research Institute since 1957 to the present time

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



白米中の ^{137}Cs と ^{90}Sr の含量

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

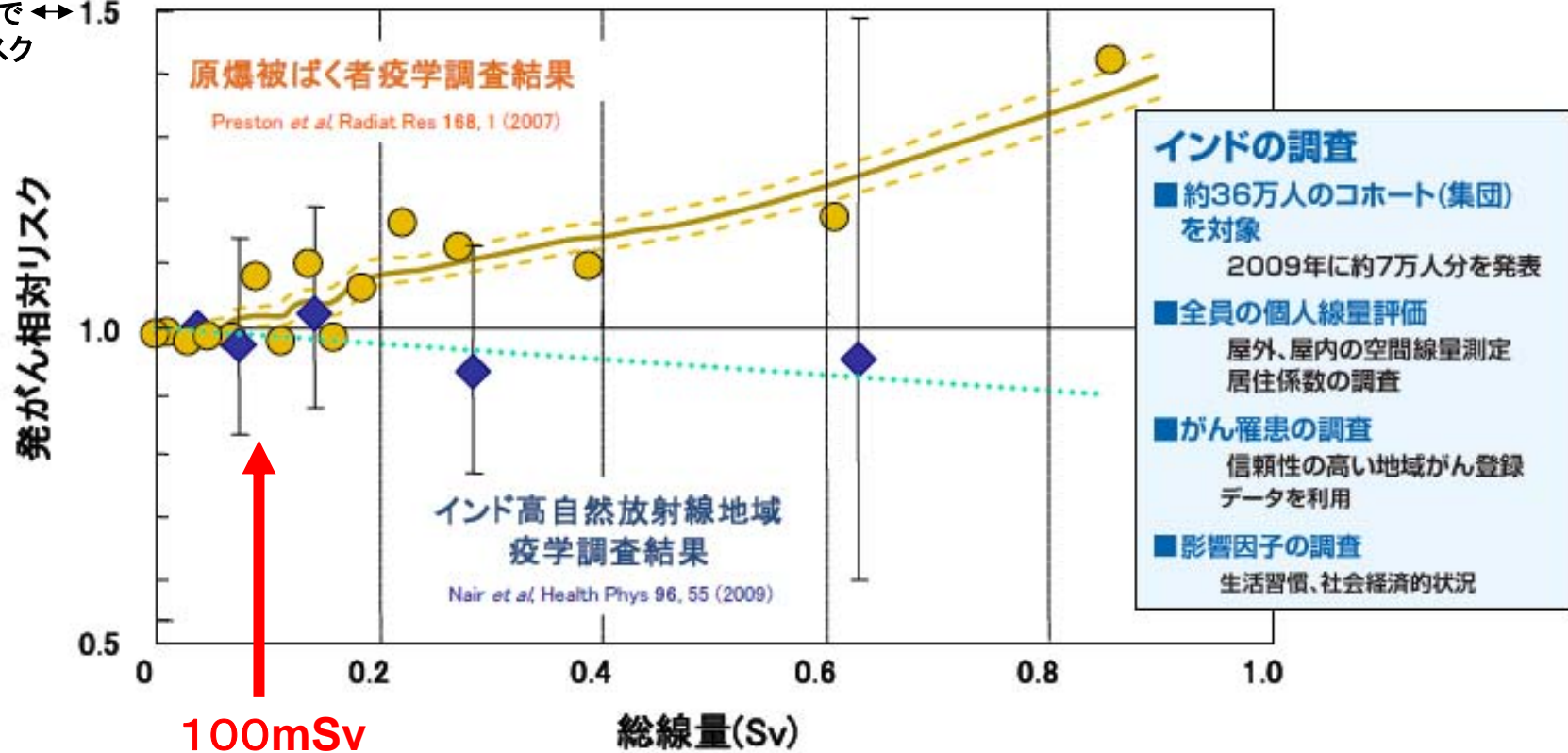
●食物中のカリウム40の放射能量(日本)
(ベクレル/kg)



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*



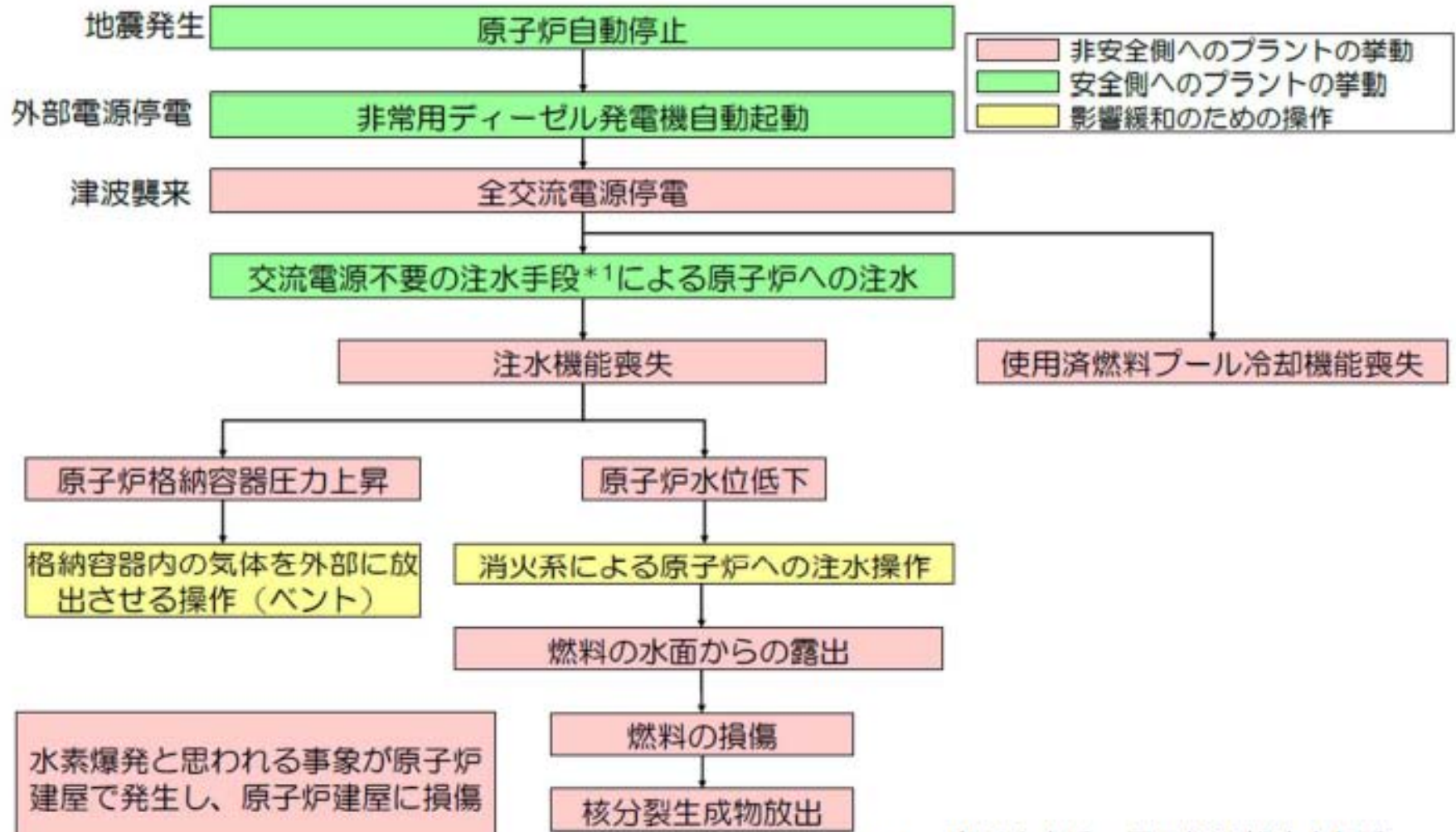
この地域に生涯住み続けていても、発がん相対リスクの増加は認められていない

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

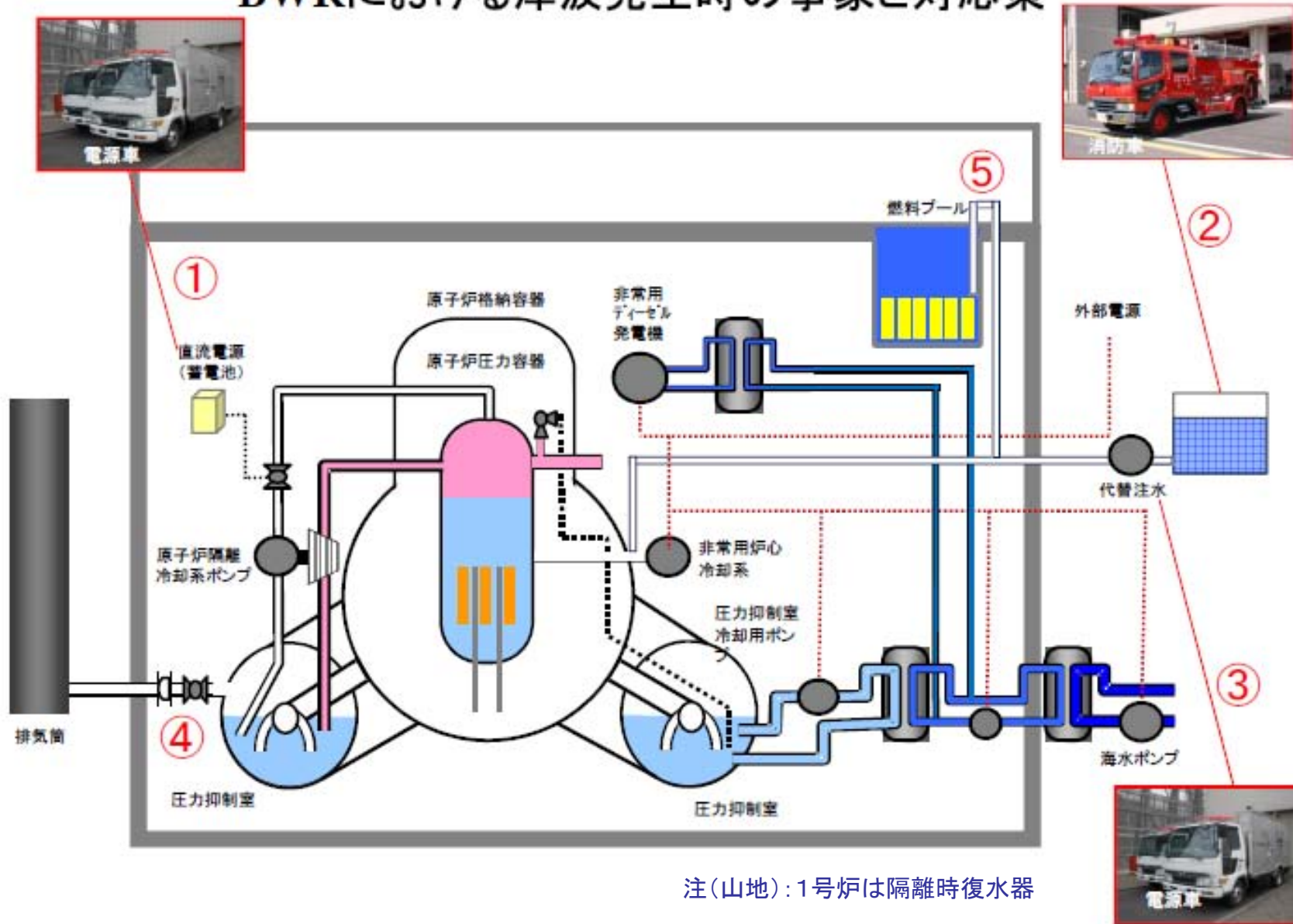
福島第一原子力発電所事故の経過(3号機の場合)



* 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

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="display: flex; align-items: center; margin-left: 100px;"> } 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 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">発生防止</div>
<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="display: flex; align-items: center; margin-left: 100px;"> } 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) 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">発生時の対応</div>

(原子力委員会 第6回新大綱策定会議資料)

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

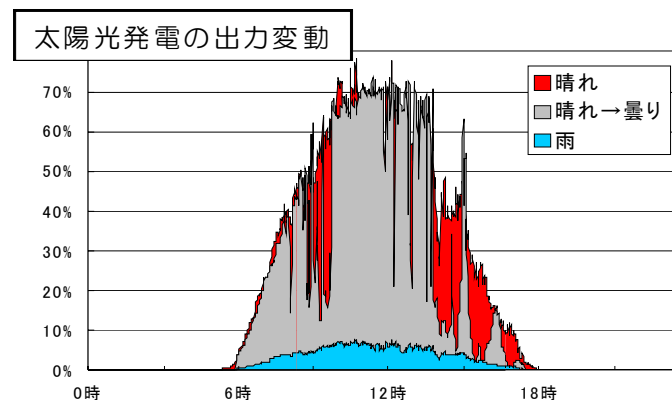
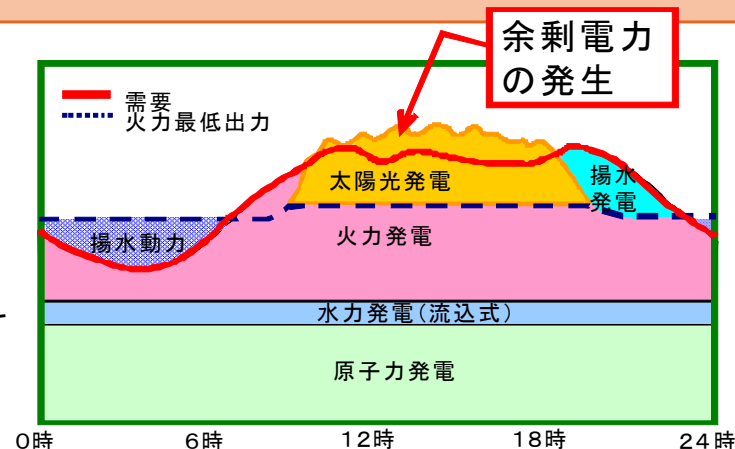
【課題】太陽光発電の出力は、天候などの影響で大きく変動(右下図)。短期的な需給バランスが崩れると周波数が適正値を超えて、電気の安定供給(質の確保)に問題が生ずるおそれ。

【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値(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



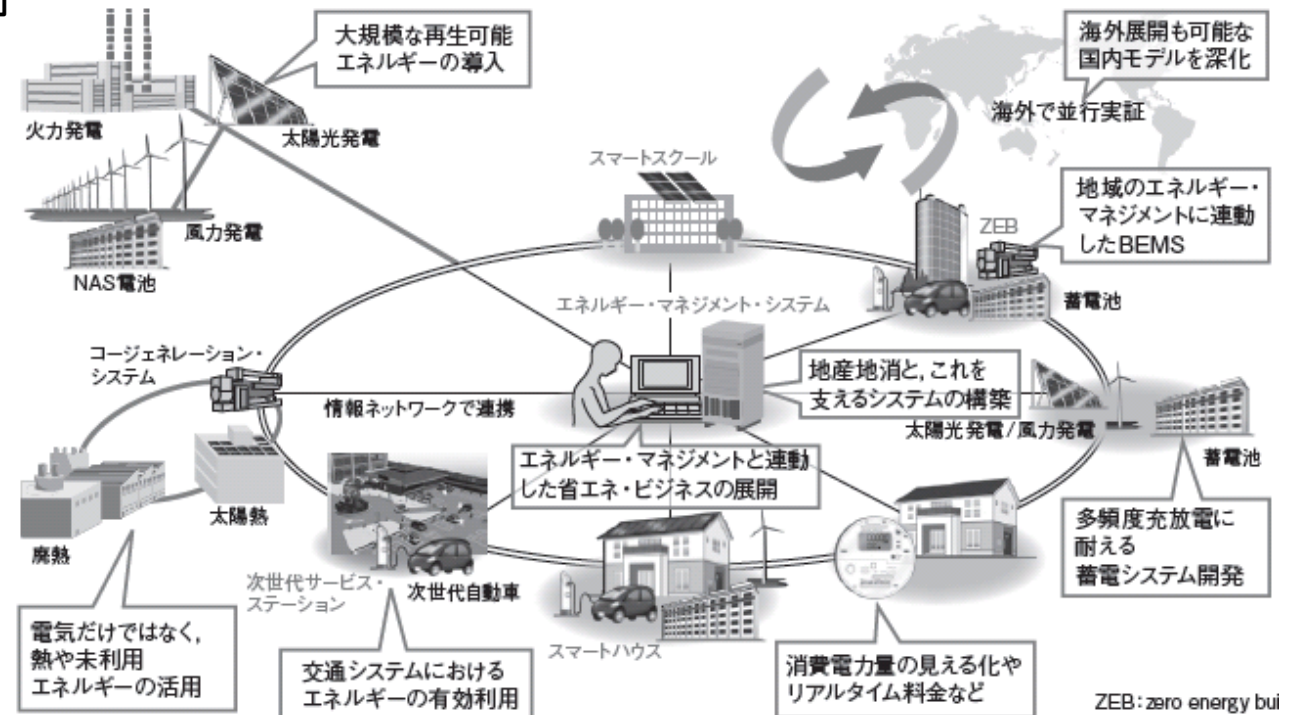
(b) ガス・メーター



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

低炭素社会

防災、電力供給不足対応

IT家電

スマートグリッド、スマートメータ
スマートエネルギーネットワーク

スマートハウス
スマートシティ

エネルギーシステムの需給統合制御

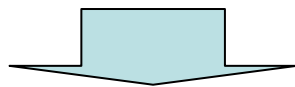
社会システムの情報化

総合エネルギー産業の展開

情報セキュリティ

電力システムと自動車の結合

サイバーテロ
個人情報保護



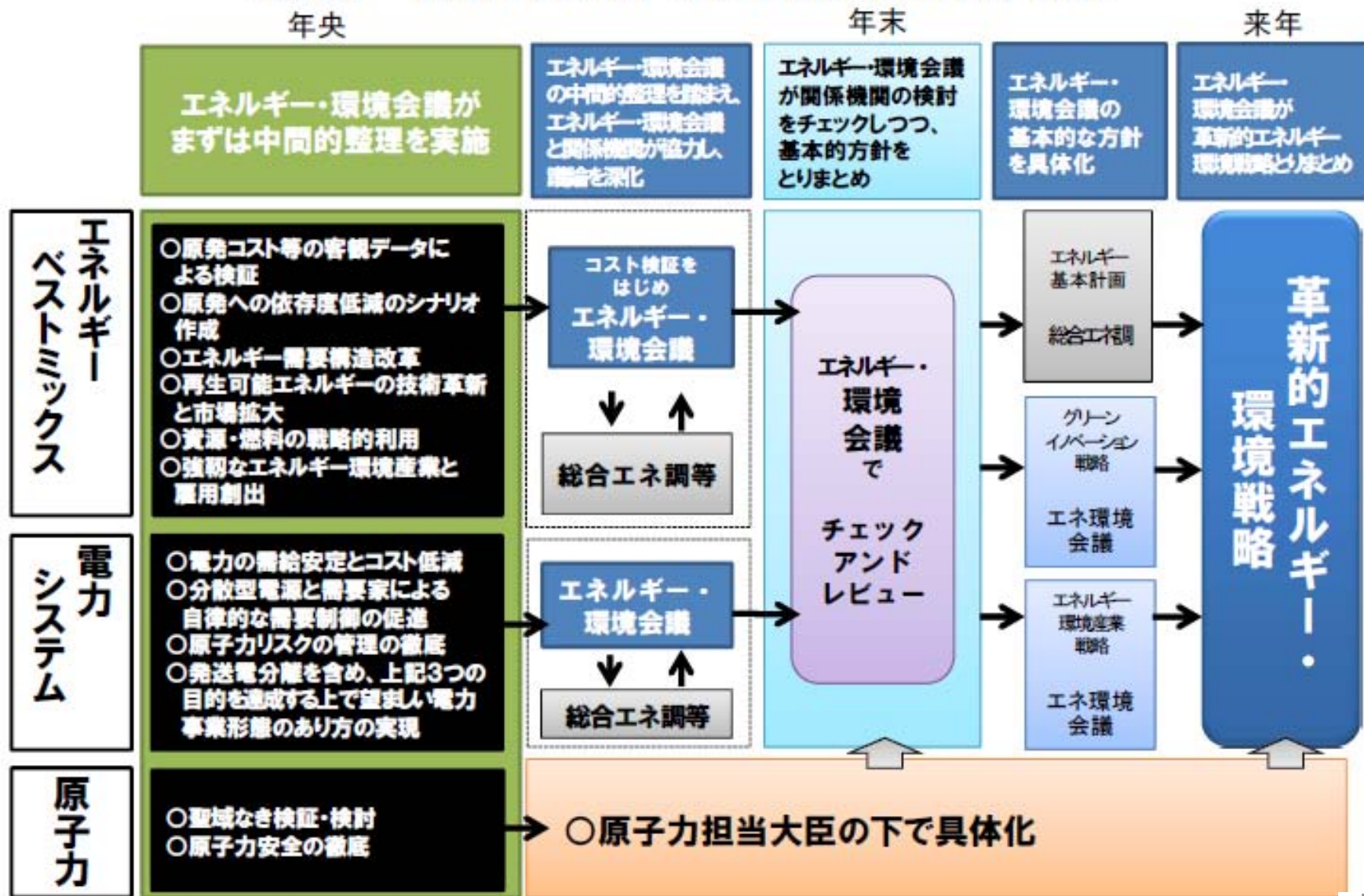
成長戦略

標準化
システムとしての競争

まずは、地域システムとしての実証

次世代エネルギー・社会システムの展開

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など)、CCS(CO₂回収・貯留)、2国間クレジット獲得・・・
- ・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)・・・

GHGT-11

- 第11回温室効果ガス制御技術国際会議 -



1. 開催日 : 2012年11月18日(日)～ 22日(木)

2. 会場 : 国立京都国際会館 (京都市左京区宝ヶ池)

3. 主催 : RITE及びIEAGHG

4. アブストラクト(論文要旨)受付期間: 2011年9月26日～ 2012年2月10日

募集テーマ - Capture; Geo Storage; Other Storage; Industrial sources; Transport; Negative CO2; CO2 utilisation options; Demonstration; Tech Assess & Integration; Commercial Issues; Public Perception; Policies; Legal & Regulatory; Education, training, and capacity building

5. 事前参加登録: 早期割引登録 2012年 4月23日～7月23日 ; 一般登録 2012年7月24日～

6. プログラム概要 (暫定) :

	2012/11/18(日)	11/19(月)	11/20(火)	11/21(水)	11/22(木)
午前		開会式	基調講演	基調講演	基調講演
		基調講演	テクニカルセッション4	テクニカルセッション7	テクニカルセッション10
		テクニカルセッション1	テクニカルセッション5	テクニカルセッション8	テクニカルセッション11
午後		テクニカルセッション2	ポスターセッションA	ポスターセッションB	パネルディスカッション
		テクニカルセッション3	テクニカルセッション6	テクニカルセッション9	閉会式
夜	ウェルカムレセプション (京都市内)		ネットワーキング レセプション (開催未定)	コンファレンスディナー (京都市内)	



<GHGT-10: 全体会合>



<GHGT-10: ポスターセッション>

7. ウェブサイト: 英語 <http://www.ghgt.info/> 日本語 <http://www.rite.or.jp/Japanese/ghgt11/ghgt11.html>

◎ スポンサー募集中! (GHGT-10参加者数実績: 約1,600名)