

# 福島原子力事故後のエネルギー政策について

山地憲治  
地球環境産業技術研究機構(RITE)理事・研究所長

今後の原子力政策に関する有識者ヒアリング  
@原子力委員会  
2011年6月9日

# 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
- － $^{137}\text{Cs}$ 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

## ・原子炉の過酷事故に対する防災計画とアクシデントマネジメント

- －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、訓練（ストレステスト）→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、原子力安全委員会の強化、原子力損害賠償の扱い

## ・エネルギー・環境政策の再構築

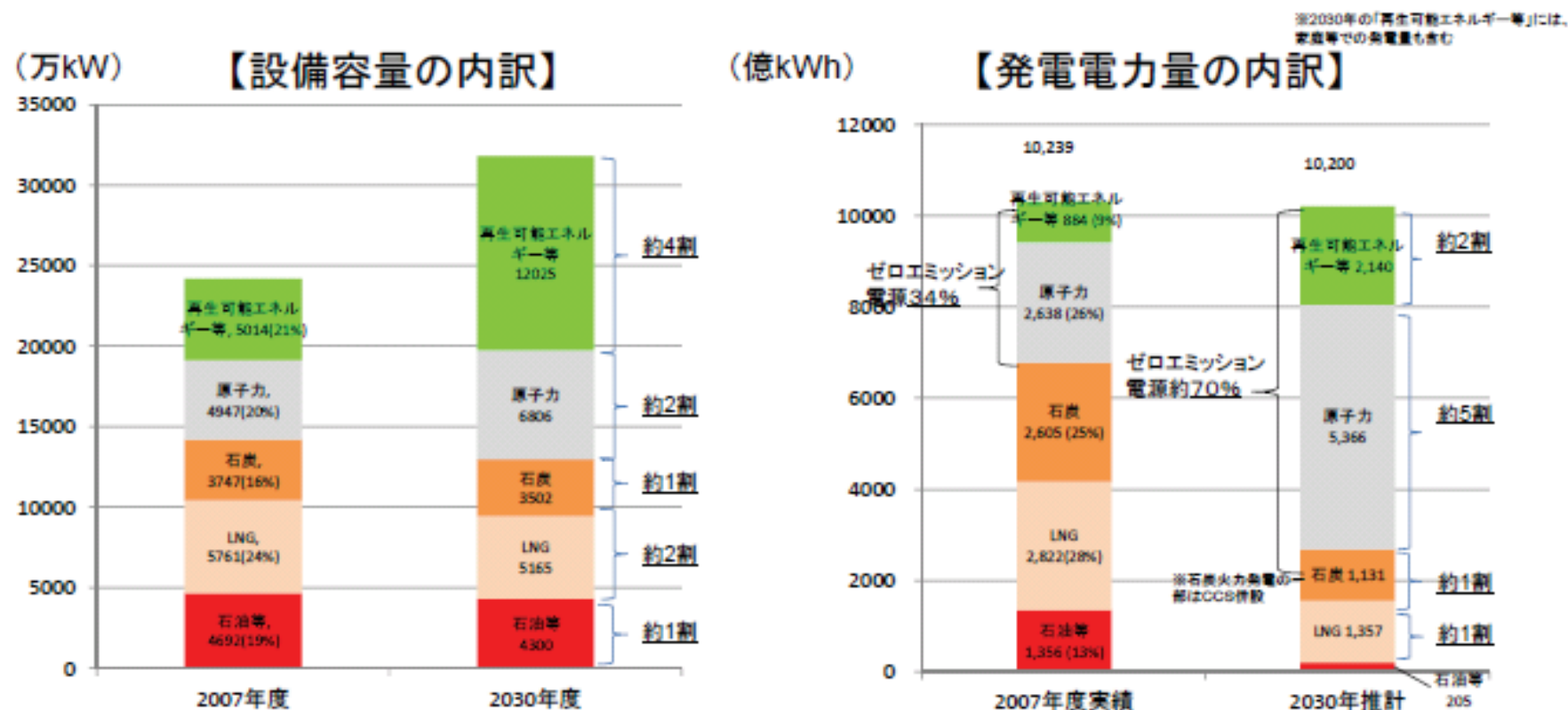
- －エネルギーと地球温暖化対策を一体とした政策構築：脱原子力ケースを含めた複数のシナリオの評価→エネルギー基本計画の見直し：新エネ・化石燃料の効率的利用技術（CCS含む）の最大動員
- －エネルギーシステムの強靱性増強：全国連系による電力・エネルギーシステム強化（送電網や原子力の公営化も視野に含め、十分分散型のエネルギー地産地消）、被災地復興で次世代エネルギー・社会システム構築
- －活動量の調整（節電など）を含めた省エネの徹底追及
- －当面の電力供給不足への対応提案（需給両面からの緊急対策）：  
エネルギー業界の壁を越え国民運動としてピーク需要(kW)を抑制

## 供給側の絵姿②（電源構成）

○電源構成の内訳は以下の通り。

○ゼロ・エミッション電源比率は約70%程度となる※。(現状34%)

現行のエネルギー基本計画



※大幅な省エネルギーや、立地地域を始めとした国民の理解及び信頼を得つつ、安全の確保を大前提とした原子力の新增設(少なくとも14基以上)及び設備利用率の引き上げ(約90%)、並びに再生可能エネルギーの最大限の導入が前提であり、電力システムの安定度については別途の検討が必要である。

※石炭火力については、商用化を受けて、リプレース時には全てCCSを併設すると想定。今後の技術開発やCO2の貯留地点の確保等によって変動しうる点に留意が必要。

※ゼロエミッション電源約70%には、再生可能エネルギー等のうち、廃棄物発電及び揚水発電を除く。

「2030年のエネルギー需給の姿」における設備容量の内訳(再生可能エネルギー等)

	単位	2007年度	2030年度
太陽光	万kw	192	5300
風力	万kw	167	1000
地熱	万kw	52	165
水力	万kw	4604	5560
再生可能エネルギー等 計合計	万kw	5014	12025

※1)水力には揚水を含む。

年間発電電力量に占める再生可能エネルギー等の割合

	単位	2007年度	2030年度
太陽光発電	億kWh	8	571
風力発電	億kWh	28	176
地熱	億kWh	30	103
水力※2	億kWh	784	1,073
廃棄物発電※1	億kWh	34	217
再生可能エネルギー等※3 合計	億kWh	884	2,140

※1 廃棄物発電にはバイオマス発電を含む

※2 水力は一般水力及び揚水

※3 2030年の「再生可能エネルギー等」には、家庭等での発電量も含む

# 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)	<b>3327万kW</b>	<b>1997万kW</b>
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)	<b>5億1045万kW</b>	<b>3億627万kW</b>
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

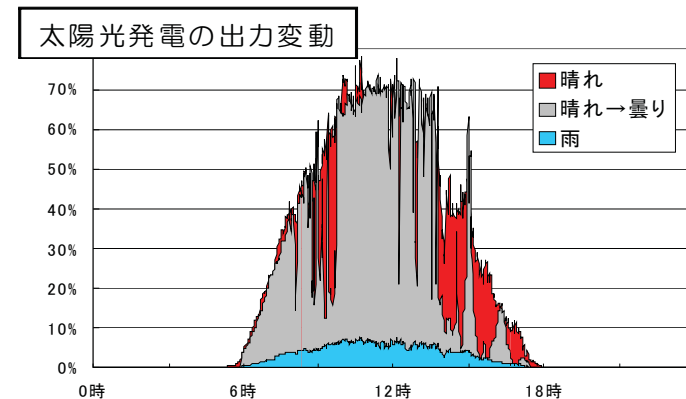
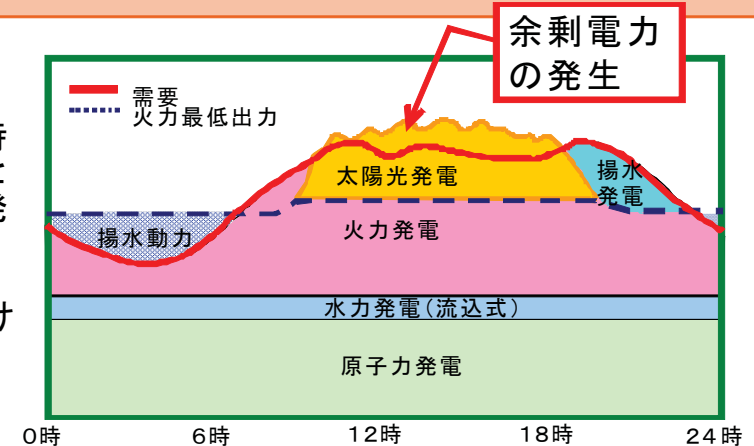
【課題】太陽光発電の出力は、天候などの影響で大きく変動(右下図)。短期的な需給バランスが崩れると周波数が適正値を超えて、電気の安定供給(質の確保)に問題が生ずるおそれ。

【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



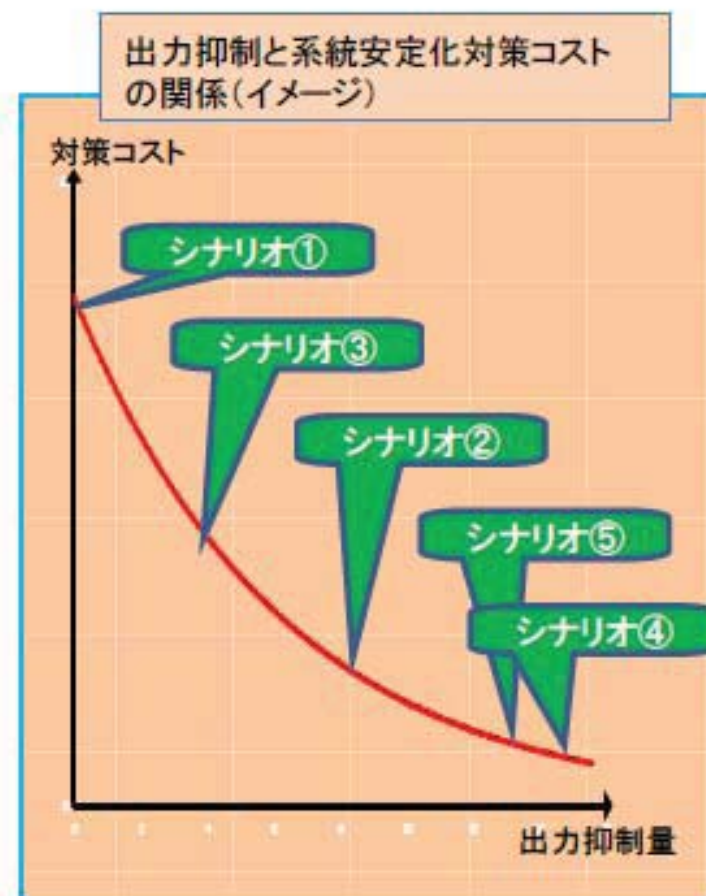
出所:再生可能エネルギー全量買取PT

## 2020年までの対策シナリオごとのコスト試算結果

(太陽光発電2,800万kW導入ケース)

(将来価値で試算、単位:兆円)

シナリオ	合計	うち、蓄電池設置コスト	余剰電力対策に任る蓄電池設置が必要となる太陽光発電導入量
①出力抑制なし (系統側蓄電池)	16.2	15.1	1,000万kW以降 (2015年見込)
①出力抑制なし (需要家側蓄電池)	45.9 ~ 57.2	45.4~ 56.7	1,000万kW以降 (2015年見込)
②年間14日出力抑制	3.67	2.80	1,300万kW以降 (2016年見込)
③年間14日半量抑制	8.54	7.56	1,000万kW以降 (2015年見込)
④年間30日出力抑制	1.36	0.55	2,700万kW以降 (2020年見込)
⑤年間30日出力抑制 + EV等活用	1.45	0.55	2,900万kW以降



<コスト試算の前提条件>

- ・蓄電池設置対策以外の対策としては、出力抑制機能を付加したパワーコンディショナーの導入、需給制御システムの改修、需要創出対応(EV等活用)のためのスマートインターフェース導入等が想定される。
- ・蓄電池設置コストには、余剰電力対策の他、周波数調整対応のための蓄電池設置も含まれる。

出所:再生可能エネルギー全量買取PT



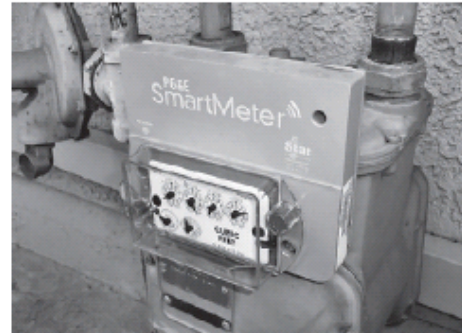
家庭に入ってくる様々な電気機器



(a) 電力メーター



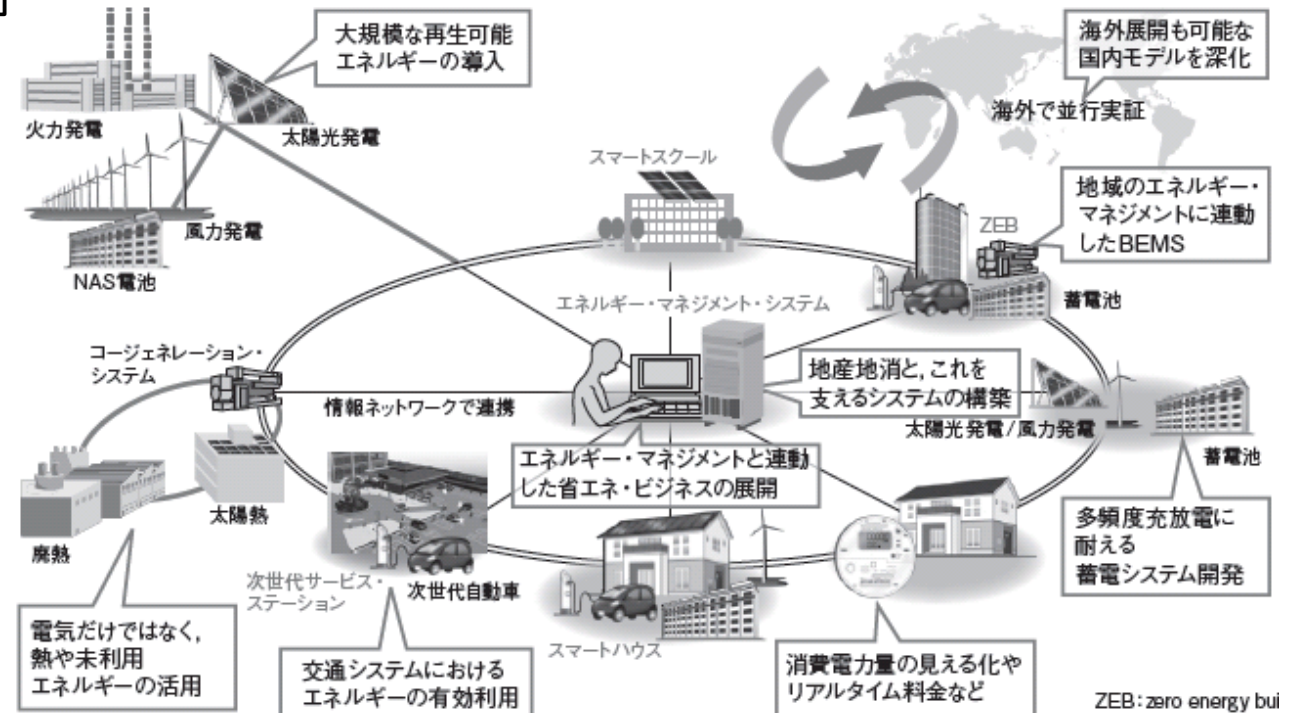
(b) ガス・メーター



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

### 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

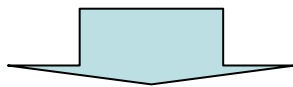
社会システムの情報化

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

# 当面の対応から長期的なエネルギー・地球温暖化対策の再構築まで

## 当面の電力供給力不足への対応:

- ・供給面: 火力発電立上げ、GT設置、連系線強化(周波数変換所含む)、自家発調達、...
- ・需要面: エネルギー業界の壁を越え、国民運動としてピーク電力需要(kW)を抑制する: 需給調整契約の最大限の活用、電事法27条による消費抑制(計画的に操業をずらしてピーク平準化)、ガス空調(吸収式冷凍機、GHP)による冷房電力代替、コージェネの最大活用、高効率照明(LED)等による即効性がある省エネ対策、地域等ブロックごとに勤務や授業時間帯をずらして負荷平準化(一律に実施するサマータイムより確実)、...

## 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: 国会審議中の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、CCS(CO<sub>2</sub>回収・貯留)...
- ・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)...
- ・使用済燃料貯蔵、FBR、再処理