

## エネルギー低炭素化と宇宙発電の役割

茅 陽一

(地球環境産業技術研究機構)

2010. 10. 28

## 目次

1. 電力低炭素化の重要性
2. 将来の電力構成と再生可能エネルギー
3. 将来のSPSの演ずるべき役割
4. おわりに

## 温暖化への懐疑論

1. 温暖化の事実を疑うもの  
赤祖父(アラスカ大)他  
#反論:IPCC結論参照
2. 温暖化の原因を疑うもの
  - 1)デンマークグループ他  
太陽活動変化→宇宙線変化→下層雲の変化  
#反論:因果関係不明確
  - 2)植田他  
温度変化→CO<sub>2</sub>濃度変化 の因果関係逆転説  
#反論:微小変化分だけ取り上げている

## IPCCの基本メッセージ —第4次報告から—

1. 地球温暖化が起きていることは疑う余地がない
2. 20世紀後半以降に生じた温度上昇の大部分が、人為起源温室効果ガスの濃度増加によるものである可能性が非常に高い

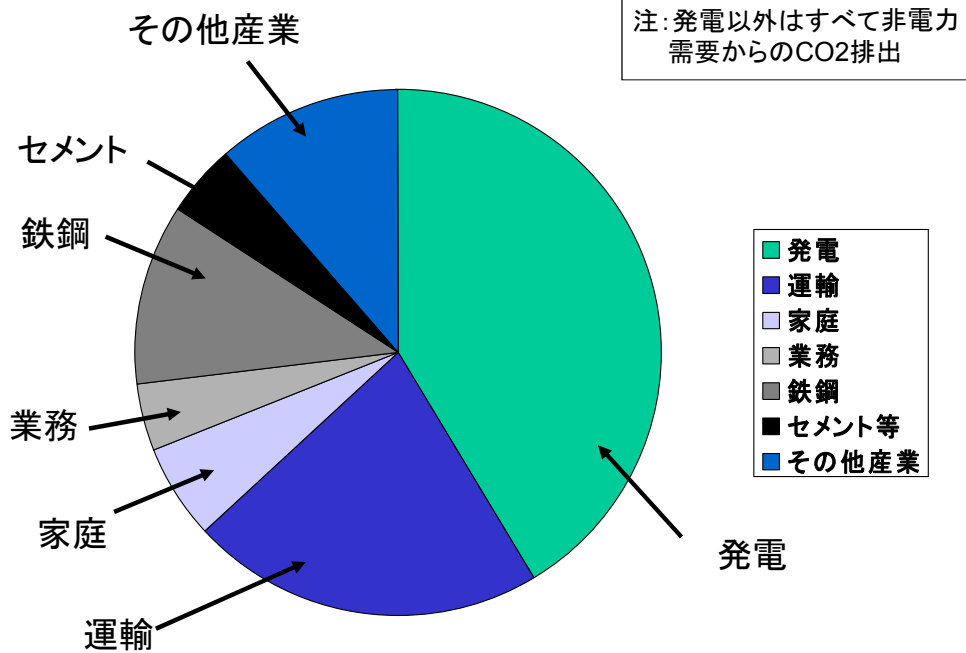


図: 日本のCO2排出内訳('07)

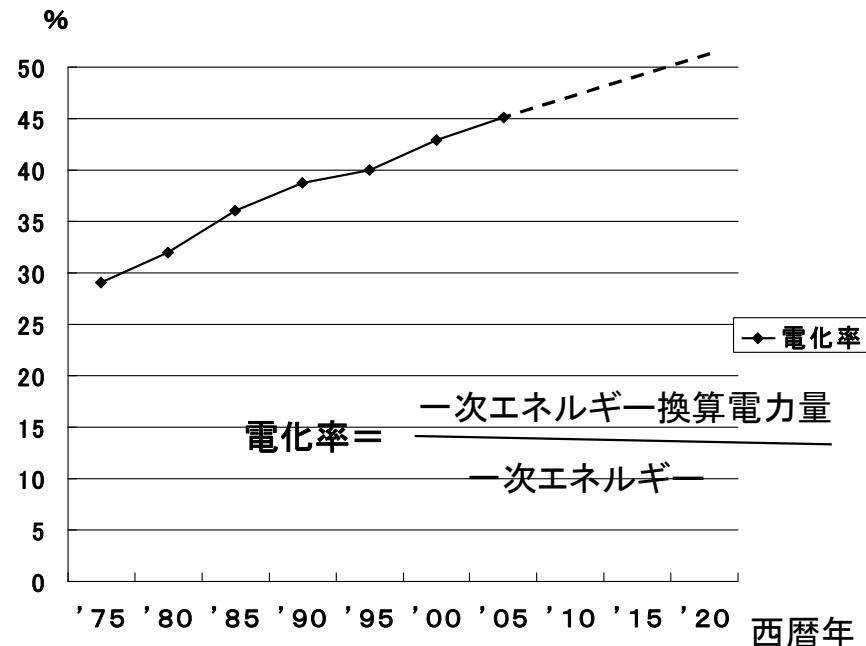
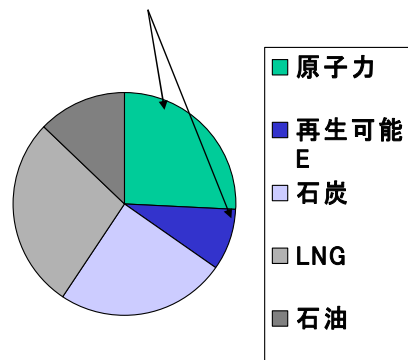


図: 日本の電化率の推移

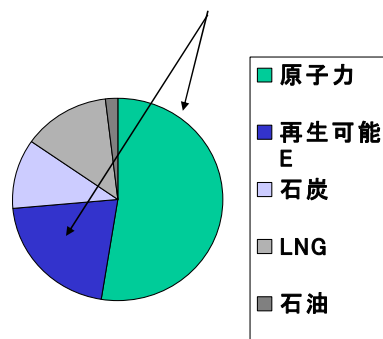
## わが国の電力供給構造

ゼロエミッション



2007

ゼロエミッション



2030 経産省計画

	2007	2030見通し
設備容量	49GW	68GW
設備稼働率	60%	90%
発電量比 (対全発電量)	26%	53%

表: 日本の原子力の将来見通し

資料: METI総合エネルギー資源調査会

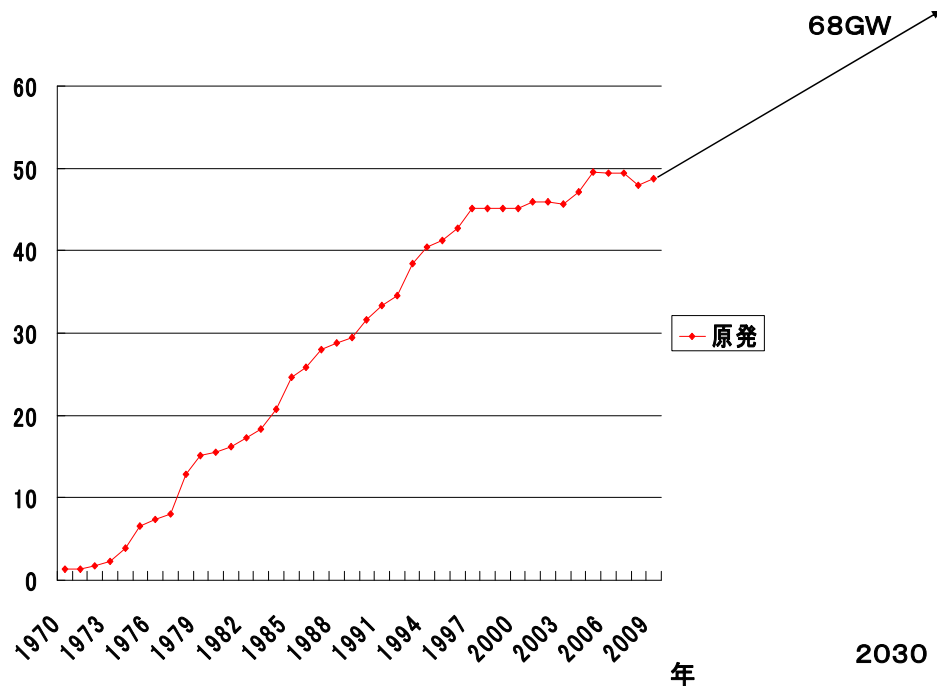


図: 日本の原子力発電所容量推移

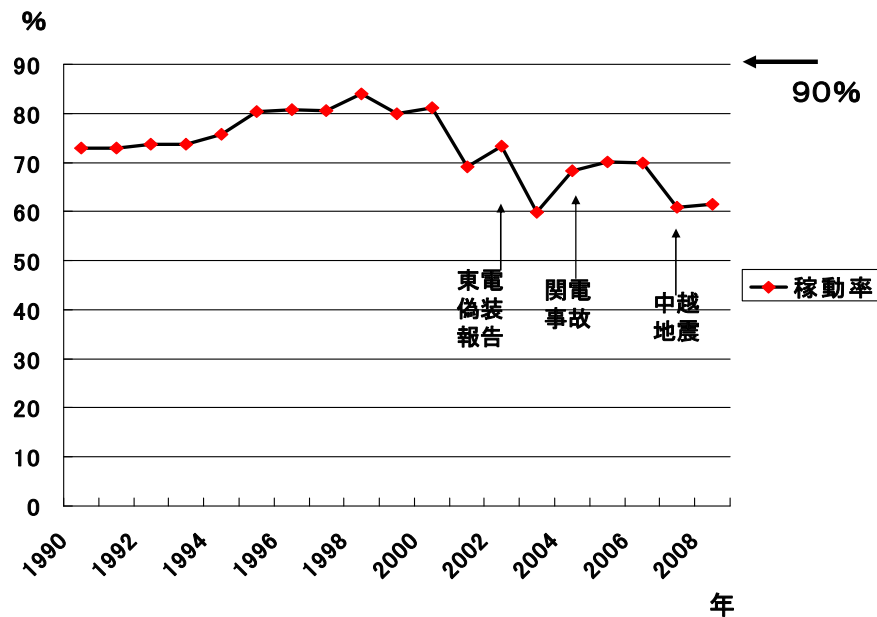
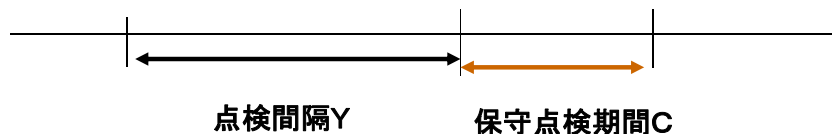


図: 日本の原子力発電所の設備稼働率

### 原子力発電所保守点検期間と最大稼働率



$$\text{最大設備稼働率 } \gamma = \frac{Y}{Y+C}$$

Y: 従来は13月、最近状況によって24月まで認める

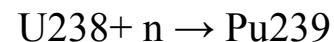
C: 過去の例では 最小30日、最大数百日

C=30日	$\gamma=93\%$
50日	88%
100日	80%

### 高速増殖炉 (FBR) の必要性

1. 現状の軽水炉での利用ではウラン資源が不足。  
(利用されるU235は全ウランの0.7%)
2. 残りのU238(99.3%)の利用がしたがって不可欠。

FBR:



P239は核反応を引き起こす。

	耐用年数 (確認U埋蔵 量ベース)	耐用年数 (究極U埋蔵 量ベース)
現在の軽水炉 (once through)	85年	270年
高速増殖炉	2,500年	8,500年

表:ウラン資源の耐用年数  
資料: OECD/NEA, Trends in nuclear fuel cycle, 2005

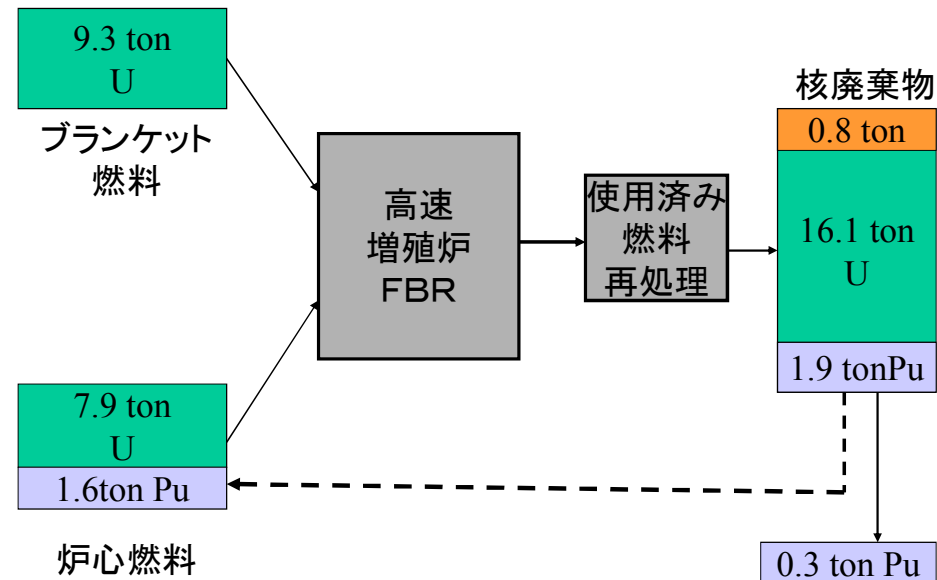


図: 高速増殖炉におけるPu生産  
資料: 鈴木、原子力の燃料サイクルp.54-55

	直接処分	核燃料サイク ル(プルサー マル)	核燃料サイク ル(FBR)
燃料利用効率	1	1.18	約30
高レベル廃棄物体積	1	0.37	
高レベル廃棄物放射能 有害度(1,000年後) KWHあたり	1	1 / 8	1 / 240
処理コスト (円 / kwh)	0.9-1.1	1.6	

表: 使用済燃料処理方法の比較  
出所: 経済産業省、原子力立国計画等より

## わが国での太陽光発電への期待

1. 現在のエネルギー基本計画  
#2030に 10GW以上
2. 環境省ロードマップ案  
#2020に 49-70GW

# 太陽光発電の問題点

1. 年間稼働率が低いこと  
日本平均でほぼ12%  
(系統発電所平均は50~60%)  
→ 10GWの設置: 日本電力の1%
2. 設置場所の制約が大きいこと  
日本の場合、一般消費者が十分な屋根をPV用に提供するだろうか?
3. 出力が不規則変動し、系統内でそれを調整する設備が必要なこと  
従来型調整発電所(火力)、蓄電池

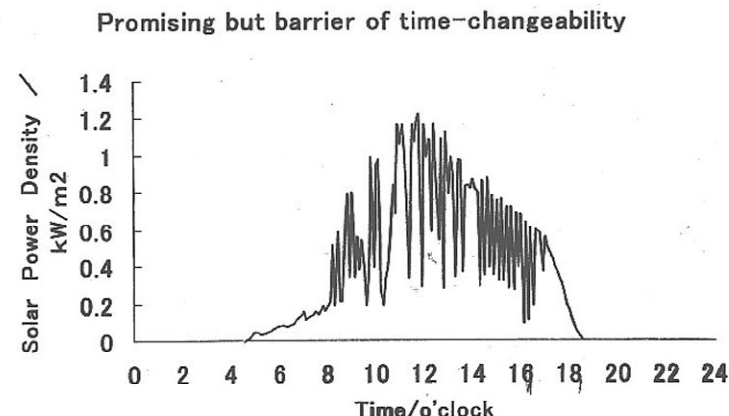


図: 太陽光発電の一日の出力変動 <sup>26</sup>

## ゼロエミッション電源と調整電源

1. 原子力発電は、経済的特性と燃料棒の物理的特性から、常時一定出力での安定運転がのぞましい。
2. 太陽光・風力発電は時間的に不規則・変動出力で、しかも自然エネルギーの十分な利用を考慮すると出力をそのまま利用することがのぞましい。
3. グリッドでは、出力=需要の条件のもとに周波数・電圧等が定まるため、一定の周波数・電圧での運転には何等かの出力調整電源が必要

主な目的	対策	コスト
配電電圧上昇抑制	配電線強化	0.6兆円
余剰電力吸収 周波数調整	蓄電池設置	6兆円
その他合計		7兆円

表: 太陽光発電53GW導入時のバッテリーによる系統安定化コスト  
Source: 経産省低炭素電力供給システム研究会資料

# 低炭素時代の火力発電の役割 —グリッドでの出力調整—

1. 電力系統 (grid) での周波数・電圧安定化  
目標周波数・電圧における  
供給＝需要 をみたすよう  
火力出力を調整する
2. 電力貯蔵装置 (バッテリー、貯水水力) と  
異なって ネット電力供給も可能
3. CO2排出を低減するため CO2回収貯留  
装置 (CCS) の設置する

# CCSの開発状況

1. 天然ガス随伴CO2の回収貯留は世界数箇所  
で実行中  
例: 北海Sleipnerガス田 100万トン/年
2. 火力発電への設置は世界的に計画中  
例: Rotterdam CCS計画  
通常石炭火力、IGCC等からCO2回収  
パイプラインでCO2輸送、沖合廃ガス田貯留  
合計処理量 年2,000万トンCO2

## 石炭火力へのCCSの例 —ドイツSchwarze Pumpe—

- #酸素燃焼方式、世界初のCCS
- #30MWth、2008年9月9日運転開始、3年間運用予定
- #それ以後実証プラント (650MWth, 250~350MWe)、商業プラントに活用する計画。

**プロジェクト概要**  
 事業主体: Vattenfall電力会社  
 (スエーデン)  
 投資額 : € 70M  
 発熱量 : 30MWth  
 燃料 : 石炭  
 (褐炭及びハードコール)  
 貯留場所 : Zechstein Seallにお  
 ける  
 Altmarkガス田  
 (枯渇天然ガス田)  
 ※ 距離350kmをローリーで輸送



# SPSの利点

1. 常時安定な電力を供給できるので、グ  
リッドにとって安定な供給源となる
2. 将来地域分配が容易になれば、地球上  
で総合的な電力運用運転が出来る
3. 水素生産とcoproductionが出来れば一層  
運転のflexibilityが増す

## SPSのグリッド連携利用 —将来の構想—

1. 利用法1: SPSをベース電源とする  
原子力の一部を調整電源  
揚水及び火力+CCSを調整電源  
なお、地域分配が可変にできれば、地域需要に応じてある程度出力調整が可能となる。
2. 利用法2: 電力と水素の coproduction  
coproductionにより出力調整が出来るので、適当に負荷追従運転が可能となる。

## おわりに

1. 低炭素化の要求に伴って、将来の電力のゼロエミッション化はますます拡大する
2. 地上の再生可能エネルギーは大幅な出力調整機能を併用する必要があり、相当な高コストになる可能性がある
3. SPSが実現すれば、ベース電源としても、また水素とのcogeneration等によって出力調整電源としても利用できる