

日本原子力学会シニアネットワーク連絡会  
第12回シンポジウム

# 福島事故後の世界の原子力政策動向と 日本のエネルギー政策

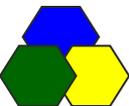
2011年8月6日

財団法人日本エネルギー経済研究所

戦略・産業ユニット 原子力グループ マネージャー

村上 朋子

3-4-1



# ご報告内容

## 1. 福島事故後の世界の原子力政策動向

(1) 概観

(2) 米国

(3) 欧州

① 全般

② ドイツの代替エネルギー政策と見通し

③ イタリアの代替エネルギー政策と見通し

④ スウェーデンの代替エネルギー政策と見通し

(4) 中国・インド

(5) その他新興国等

## 2. 日本のエネルギー政策

(1) エネルギー基本計画

(2) エネルギー基本計画見直しに向けた考慮点

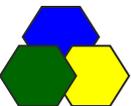
(3) 再生可能電源の見通しと課題

(4) 省エネルギーの見通しと課題

(5) 原子力代替のインパクト

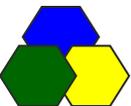
## 3. 総括・インプリケーション

3-4-2



# 1. 福島事故後の世界の原子力政策動向

- (1) 概観
- (2) 米国
- (3) 欧州
- (4) 中国・インド
- (5) その他新興国等



# (1) 概観—国のエネルギー事情により様々

- 
- 中国
    - 安全性確保を前提に積極的な開発方針を堅持。2015年には4,000万kW、2020年には7,000万kWを目指す
    - 8月頃、嶺澳原子力発電所2号機が営業運転開始予定
  - インド
    - 4月26日、シン首相、新設計画引き続き推進を表明
    - 7月18日、ラジャスタン7/8号機着工
  - フランス
    - 「エネルギー自給のため原子力の放棄はあり得ない」
  - 米国
    - 3月15日、現エネルギー政策の維持を表明
  - ロシア
    - 事故後も国内外での積極的な開発姿勢を継続。6月30日、ヨルダンに新規建設提案書を提出
  - イタリア
    - 6月13日、国民投票で原子力新設禁止多数
  - スイス
    - 5月25日、既設炉の安全性を維持しつつ2034年までに順次廃炉の方針を発表
  - ドイツ
    - 6月6日、2022年までの国内原子力発電所全廃止法案を閣議決定

「お金持ちの国だけが脱原子力を議論できる」  
By ウクライナ首相、3月15日

3-4-4

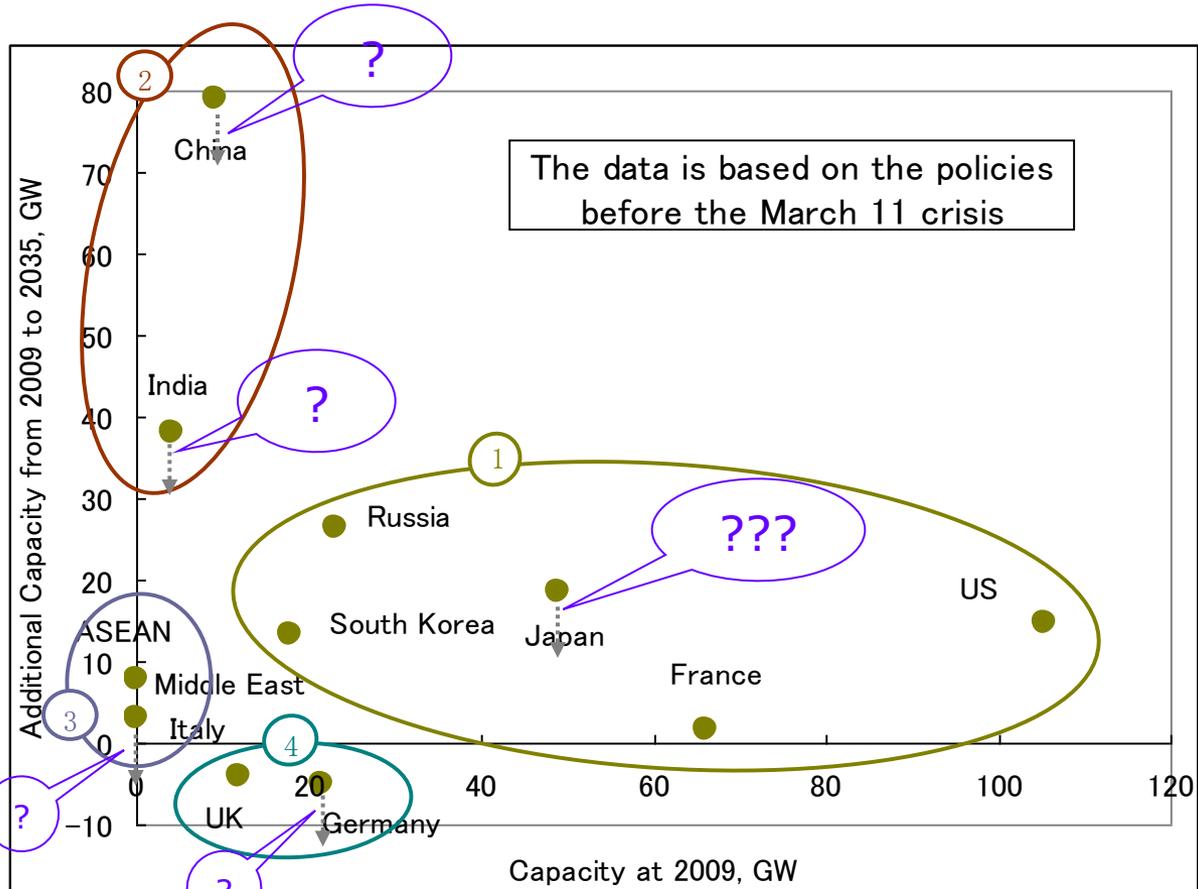
# (1) 概観—カテゴリー分類—

1. 原子力利用・推進国
2. 原子力高成長国
3. 新規導入検討国
4. 脱原子力傾向国

福島事故で政策が最も影響を受けたのは

4. 脱原子力傾向国

1~3の各国には基本方向性に变化なし



日本はどうする？

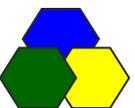
世界が注目

出所)

2009年の設備容量：「世界の原子力発電開発の動向」2010年版、日本原子力産業協会

2035年までの追加設備容量（予測）：「アジア/世界エネルギーアウトック2010」、2010年10月、(財)日本エネルギー経済研究所

3-4-5



## (2) 米国—原子力は“サバイバル”状態に

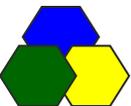
- オバマ政権のエネルギー・環境政策
  - 地球環境問題への取組を強化。グリーン・ニューディールとして環境対策投資を拡大、併せて雇用の創出を狙う。
  - 原子力も「環境&雇用」対策の一部として位置づけ
- 政府の融資保証効果は限定的
  - 2010年2月16日、ボーグル発電所増設プロジェクト（AP-1000×2）への融資保証約83億ドル付与を発表
  - 2010年6月18日、Southern社がDOEとボーグル融資保証条件について合意、付与決定
  - 2011年3月28日、ボーグル環境影響調査終了
  - 2011年4月19日、NRGがサウステキサス・プロジェクトから撤退
- 新規建設をあきらめ、既設炉運転延長と出力向上に注力する事業者も

福島事故前から

雇用拡大と経済回復に重点がおかれ、最優先施策は省エネと再生可能エネルギーで原子力は“次点”  
 融資保証が新設インセンティブとなるかは疑問

<Post Fukushima>

基本方針は不変だが、“サバイバル” → 勝ち組負け組の差が鮮明に  
 進捗するボーグル cf 先の見えないサウステキサス・プロジェクト等 3-4-6



### (3) 欧州①全般—各国間の差異が鮮明に

(事故前から) 必ずしも全ての国で原子力が最重点ではない

- “脱”政策を掲げたことのない国が重視するエネルギー政策の柱
  - フランス：自給率向上とエネルギー安全保障
  - フィンランド：石油・ガス依存度低減と自給率向上
- “脱”から“開発推進”へ転換中の国が重視するエネルギー政策の柱
  - 英国：低炭素社会への積極的な取組みと産業競争力の向上
- 脱“脱原子力”を検討中の国が重視するエネルギー政策の柱
  - スウェーデン：長期ビジョンでは「炭素中立的な社会」を明記
  - スイス：エネルギー効率改善、再生可能エネルギー開発による電源多様化
  - イタリア：化石燃料依存度低減と自給率の向上
  - ドイツ：環境対策を最重視、太陽光・風力・代替燃料開発に注力
  - ベルギー：省エネルギーと化石燃料輸入依存度の低減に注力

### <Post Fukushima>

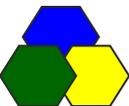
新設：各国のスタンスの差が鮮明に

- イタリアは国民投票で新規建設計画を凍結
- 英国は新設計画を引き続き推進する方針

既設：運転継続前提に安全性検証中

(ドイツ・スイスも直ちに停止しない炉は安全性検証の対象に)

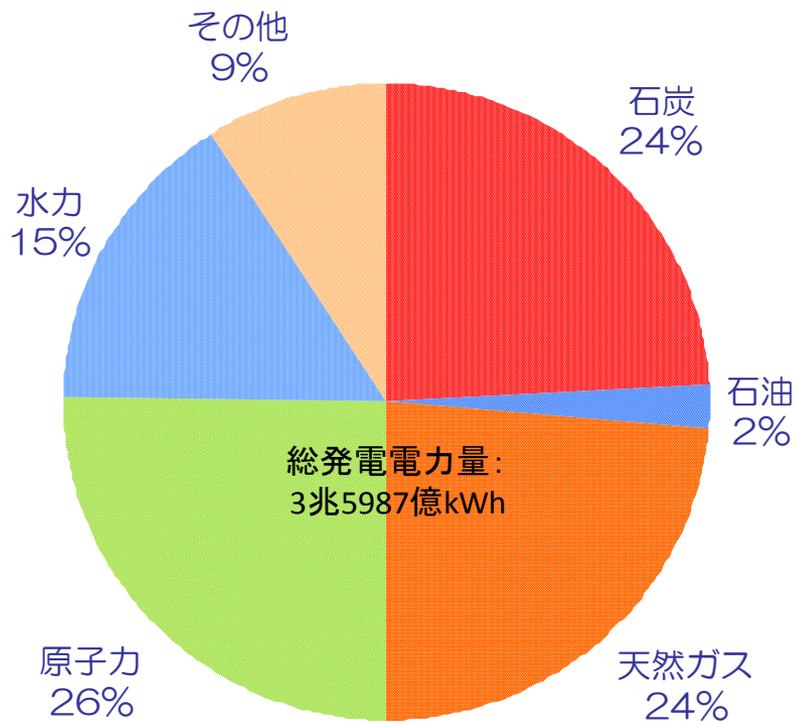
3-4-7



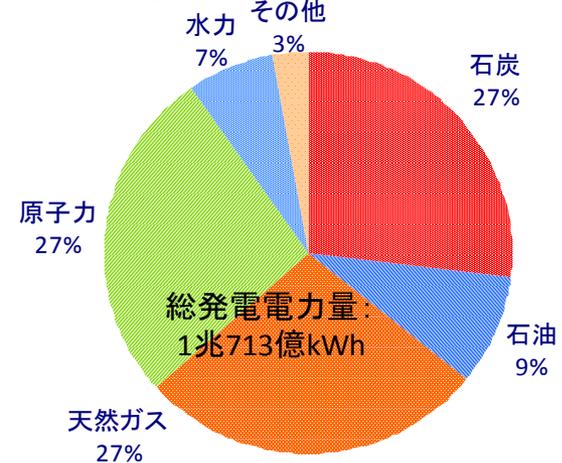
### (3) 欧州①全般一（参考）EUの電源構成

- OECD欧州の発電電力量構成と日本との比較一極めて類似

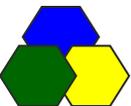
電力構成(欧州、2010年)



電力構成(日本、2010年)



3-4-8



## (3) 欧州②ドイツの代替エネルギー政策と見通し

- 2011年6月6日、2022年までの完全な脱原子力の道筋を定めた方針を閣議決定。  
法案には：
  - 再生可能エネルギー比率を35%に（現：17%）
  - 最終エネルギー消費量を2020年までに10%減
  - 家屋などの省エネ工事の金融支援枠を5割増
  - 政府系金融機関が50億ユーロ（約5700億円）を支援して洋上風力発電設備を10基建設
  - 北部から南部の多消費地に自然エネルギーの送電網を整備 等
- 温暖化ガス排出量削減目標は2020年に1990年比で40%、2050年に80~95%減と変化なし
- 電力需給/料金への影響
  - Biblis B再起動しないと決定のRWE社長「政府は脱原子力のコストを精査すべき」
  - 機関により異なるものの、1~3割の上昇を予測
  - 一方もともと欧州でも電気料金の高いドイツでは、自動車産業などは生産拠点を東欧などに移動済み→影響は限定的、との見方も
- FITの費用対効果 ---> ?
  - 電力会社負担金額90億ユーロ（2008）のうち24.6%が太陽光
  - ドイツ連邦ネットワーク庁、太陽光発電設置の減速が見られることから2011年7月に予定していた太陽光発電向け補助金縮小計画を撤回
- 大量の再生可能電源導入に備えた系統連系ガイドライン整備中
- 現実的には当面、ガス火力に投資+CHP拡大で対応か
  - RWE、ロシア・ガस्पロムとドイツ・ベルギー等へのガス火力供給に係る協力協議で合意（2011年7月）



Wind Farm in Aurich

2011/1/28

代替電源促進の鍵：  
技術革新と民間投資

|      | 買取価格(A) | 卸売価格(B) | 補助金相当額 (A-B) |
|------|---------|---------|--------------|
| 太陽光  | 43.01   | 5.16    | 37.85        |
| 陸上風力 | 9.20    | 5.16    | 4.04         |

ドイツにおける再生可能電源価格差（2009年）

出所）山口光恒の「地球温暖化 日本の戦略」

『IEAに政策変更を勧告されたドイツの太陽光発電一両立しない固定価格買い取り制度とキャップ&トレーダー』、2011年4月25日

3-4-9

### (3) 欧州③イタリアの代替エネルギー政策と見通し

- 2009年以降福島事故までの原子力開発政策－2020年前後の新規原子力発電所の運転開始を目指していた。
    - 関連法案の整備
    - Enelを中心に国際協力を進行中
      - スペインの電力会社Endesa、スロバキア電力SEの買収
      - フランス、日本、ロシアとの官民の原子力協定締結
    - 電力会社と産業界の反応：積極的
      - EDFはEnelとともに4基のEPR炉の発電所建設を計画
      - Enelはロシア（Rosatom）とも発電所の共同開発を検討し、併せて買収したスロバキア電力公社（SE）を通して新設に関与
    - Areva NPもイタリアを英国と並ぶ新設市場として注目
- Post Fukushima 
- もともと強力な石油・ガス国営企業Eniを有する国
    - 海外の石油ガス田権益獲得に一層注力
      - 5月24日、インドネシア・タンルーLNG液化基地近傍の鉱区の権益獲得
    - 太陽光・太陽熱開発にも一層注力（2005年よりFIT導入）

代替電源促進の鍵：  
政策投資と国際協力



京セラ製太陽電池が供給されたイタリアの太陽光発電施設  
（ピエモンテ州・チリアーノ）  
出所）京セラPR、2011年4月26日

3-4-10

### (3) 欧州④スウェーデンの代替エネルギー政策と見通し

原子力発電業界では初期投資以降、大規模投資はなく、出力向上と改良を繰り返してきた→**国策「脱原子力」と現実との乖離**

- 2050年までの長期エネルギー・環境政策基本方針  
→エネルギー効率改善と再生可能電源/代替燃料開発を促進

その一環として、原子力発電新規建設凍結を定めた現行の法律改正にも言及

- 2010年6月、新設解禁に向けた法案を可決  
電気事業者VattenfallとE.Onからは具体的な反応なし

Post Fukushima

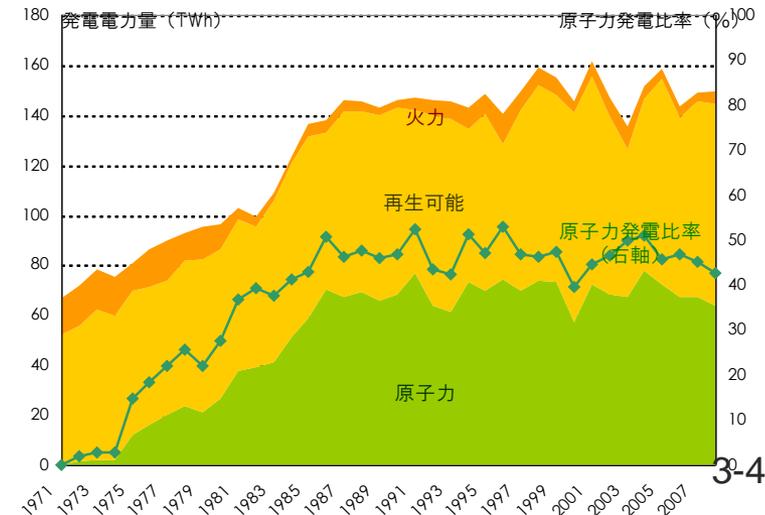
- 国内既設炉の安全性総点検に直ちに着手するも、**新設については言及なし**
- 5月30日、カールグレン環境相、ドイツの原子力全廃を批判→**自国の既設炉存続を暗に肯定?**

- 「廃止目標年に重点を置く余り、原子力発電への依存度低減とCO2削減に向けた重要な論点を見失う」
- 「欧州全域のエネルギー価格の上昇を招く」

**代替エネルギー源促進の鍵：**  
長期的なエネルギー需給の行方と  
電力市場の効率性・透明性



VattenfallのCHP施設  
(Nyköping)



スウェーデンの電源別発電電力量と原子力比率の推移  
出所) IEA、Energy Balances of OECD Countries 2010

## (4) 中国・インドー積極的拡大中

### 中国：電力需要増大は長期的に継続

- 福島第一事故後、緊急安全性総点検を実施
- 建設中（三門・海陽他）、承認済み計画の推進には影響なし
- 市場拡大ポテンシャルは非常に大きい
  - 2020年までに7,000万kWとする目標を発表
  - 政府は国産化を志向、国産型炉の設計はほぼ完了
- 部品・サービス市場は有望ー世界中の供給事業者が中国に着目

### インド：経済成長にエネルギー供給・インフラが追いつかず

- 2008年9月の原子力供給国グループ（NSG）による原子力協力容認を機に各国との協力が具体化
  - 原子力協力協定締結国（2011年7月現在）：米国、ロシア、フランス、英国、カナダ、カザフスタン（アルゼンチン、モンゴル、ナミビア）
- 炉型は未定→各プラントメーカー、サプライヤーにとって将来性ある市場
- NPTへの加盟問題、原子力損害賠償法整備途上など課題あり
  - 2010年10月27日、国際原子力損害賠償保険（CSC）に署名（出所：2010年10月27日、IAEA PR）
  - 国内法では運転者責任が不明確

<Post Fukushima> 多少、導入減速するも方針変更なし

短期間での大量設備容量建設実現の鍵：海外投資を呼び込む持続性ある成長力

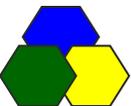
kärnkraftspolitiken tender i världen och energipolitiken bestämmelsen i Japan efter Fukushima olycka

## (5) その他新興国等

- ブルガリア：6月1日、原子力シェア拡大を表明。4月14日にAreva、6月13日にWestinghouseとそれぞれ原子力協力で合意
- ベラルーシ：3月15日、ロシアと新規建設で合意
- △ スロバキア：新規建設計画遅延
- リトアニア：Visaginas新設プロジェクトの戦略パートナーにGE日立選定
- インド&カザフスタン：4月18日、原子力協力協定を締結
- ベトナム：新設計画を堅持、日本にも改めて支援期待を表明
- ▲ 台湾：福島事故を受け龍門新設計画が更に遅延
- ▲ マレーシア：「計画を急ぐ必要は無い」
- ▲ タイ：7月総選挙で競合する2大政党が双方とも新設計画見直しを提唱
- ▲ インドネシア：計画見直し、高効率石炭火力と地熱に注力
- パキスタン：5月12日、チャシュマ2号機が営業運転開始
- △ 韓国：第2次エネルギー基本計画策定は遅延するも、長期開発計画には変更なし
- UAE：2017年に最初の1基を運転開始する計画に変更なし（ガス不足からくる電力不足は深刻）4月、ロシアとの共同出資でインドに原子力部品製造工場建設合意
- イラン：ブシェール原子力発電所、8月上旬に発電開始予定
- サウジアラビア：今年内に新設計画策定「福島事故は我が国のエネルギー戦略の策定を妨げてはいない。原子力以外にオプションは限られている」
- ヨルダン：6月末、新規建設に向け3社の提案を受理。12月に落札へ

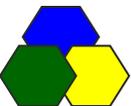
福島事故により各国の“本気度”が浮き彫りに

3-4-13



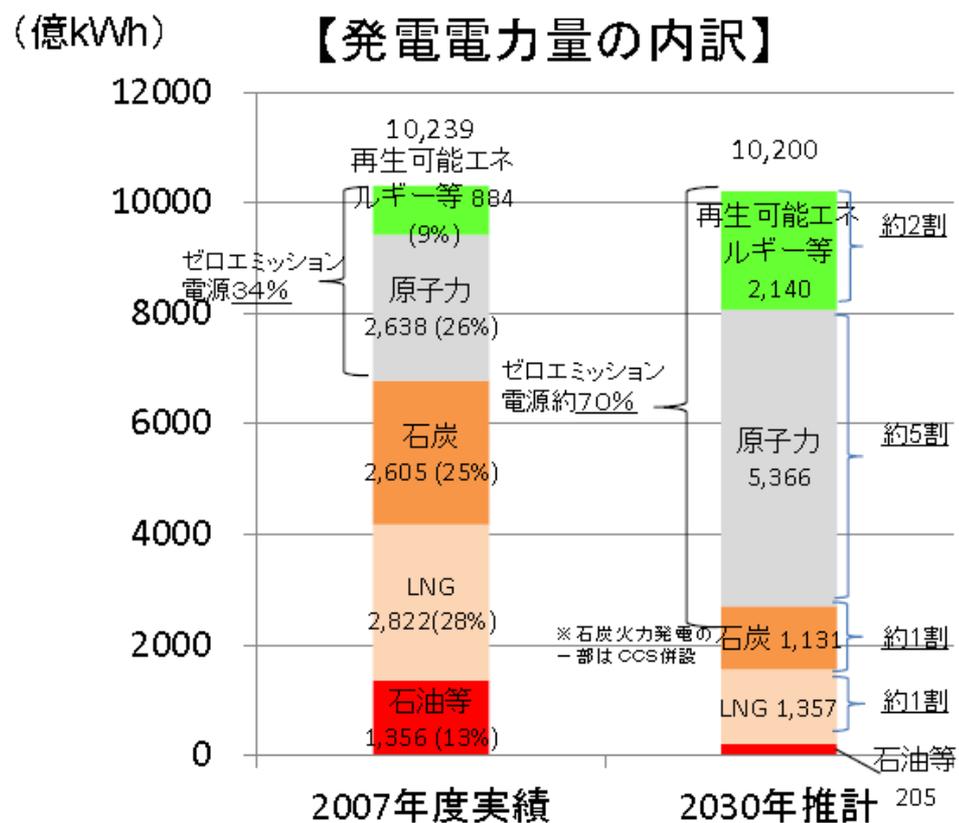
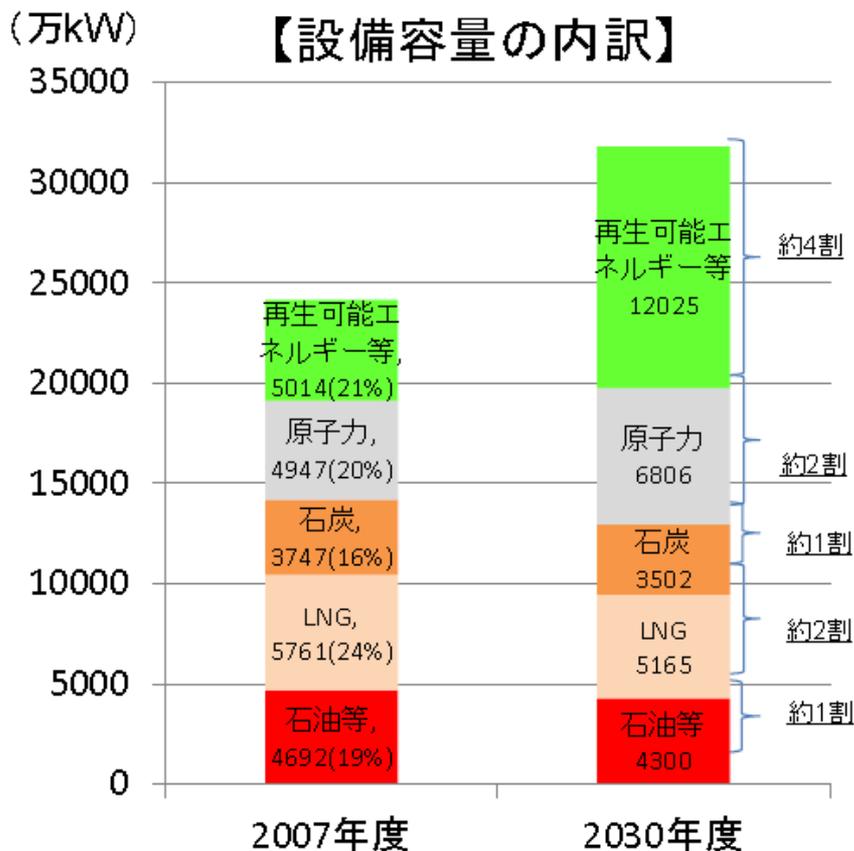
## 2. 日本のエネルギー政策

- (1) エネルギー基本計画
- (2) エネルギー基本計画見直しに向けた考慮点
- (3) 再生可能電源の見通しと課題
- (4) 省エネルギーの見通しと課題
- (5) 原子力代替のインパクト



# (1) エネルギー基本計画（2010年6月）

- 自主エネルギー比率（現38%）を70%に
- CO2排出量を1990年比30%削減
- ゼロエミッション電源比率（現34%）を70%程度に
  - 原子力発電の新設推進・設備利用率を90%に



<Post Fukushima> 見直し方針検討中

3-4-15

## (2) エネルギー基本計画見直しに向けた考慮点

### ■ 必須条件

- エネルギー安全保障：経済成長と国民の生活水準の基盤
- 世界のモデルとなる低炭素型経済成長の実現
- 合理的なコスト負担で世界のCO2削減に貢献

### ■ 全てにおいて満点のエネルギーは無い→総合的評価が必要

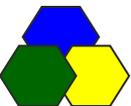
|     | エネルギー安全保障 | 温暖化防止 | コスト負担    | 資源量 | 取引流動性 | エネルギー密度 | 事故リスク |
|-----|-----------|-------|----------|-----|-------|---------|-------|
| 石油  | ▲（中東依存）   | ▲     | ▲（価格変動）  | △   | ◎     | ◎       | △     |
| 石炭  | △（自給率低い）  | ▲     | ○（価格変動）  | ○   | △     | ◎       | △     |
| ガス  | △（自給率低い）  | △     | △（価格変動）  | △   | △     | ◎       | △     |
| 風力  | ◎（国産）     | ◎     | ▲（市場競争力） | ◎   | —     | ▲       | ◎     |
| 太陽光 | ◎（国産）     | ◎     | ▲（市場競争力） | ◎   | —     | ▲       | ◎     |
| 地熱  | ◎（国産）     | ◎     | ▲（市場競争力） | ◎   | —     | ▲       | ◎     |
| 省エネ | ◎         | ◎     | △（限界費用大） | —   | —     | —       | —     |
| 原子力 | ○（準国産）    | ◎     | ？        | ◎   | △     | ◎       | ▲     |

## (2) エネルギー基本計画見直し—再生可能電源導入目標

- 各電源のポテンシャル上限値から、エネルギー基本計画相当の数値をエネ研が仮定

|       | 2008年実績                        | エネルギー基本計画相当・<br>2030年                   | (参考)<br>環境エネルギー政策研究所<br>(ISEP) 2020年 |
|-------|--------------------------------|---|--------------------------------------|
| 太陽光発電 | 214万kW                         | 5,592万kW<br>住宅：3,942万kW<br>非住宅：1,650万kW | 8,100万kW                             |
| 風力発電  | 186万kW<br>陸上：186万kW<br>洋上：0万kW | 1,000万kW<br>陸上：800万kW<br>洋上：200万kW      | 4,000万kW                             |
| 地熱発電  | 53万kW                          | 165万kW                                  | 340万kW                               |

\*ISEP見通しは『「無計画停電」から「戦略的エネルギーシフト」へ』、2011年5月6日 による。 3-4-17



### (3) 再生可能電源の見通しと課題①風力

#### 1. 導入ポテンシャル

- 陸上ポテンシャルは、NEDO試算によると約640万kW。日本の風力発電ポテンシャルの試算結果
- 自然公園や洋上も含めると数倍～数十倍も可能。

#### 2. 課題

##### ■ 立地制約

- 地形や風況等の要因から、風力発電の設置に適した地域が少ないため、日本の自然条件と実情等を踏まえた導入ポテンシャルの検証が必要。
- 景観、騒音、バードストライク・漁業権（洋上風力発電）等のため、地元住民との調整を慎重に行うことが必要。

##### ■ 系統対策

- 出力が大きな変動をもつ発電方式であるため、電力各社が連系可能量に上限を設けている。

- 環境アセスの対象となることで、建設計画から運転開始までに合計で6～9年の期間が必要になると言われている。

#### 3. コスト

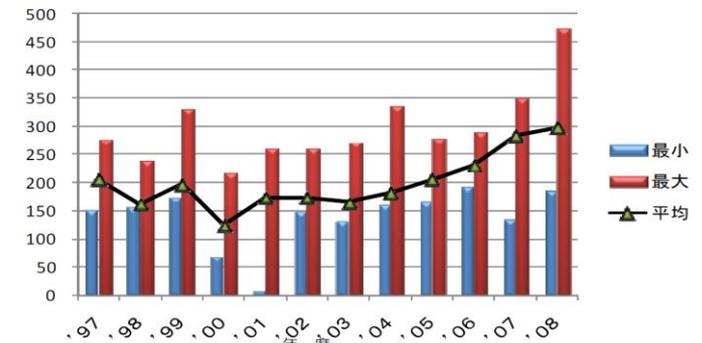
- 陸上風力発電のコストは既に競争力を有するレベルにあるが、世界的な需要の急拡大や導入に伴う適地の減少から、近年はシステム価格が上昇する傾向。

単位: 万kW

|         | 日本風力発電協会 | 環境省     |
|---------|----------|---------|
| 陸上      | 16,890   | 30,000  |
| 洋上(着床式) | 9,383    | 31,000  |
| 洋上(浮体式) | 51,949   | 130,000 |
| 合計      | 78,222   | 190,000 |

出所: NEDO再生可能エネルギー技術白書

日本でのシステム価格の推移



出所: 総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会資料

### (3) 再生可能電源の見通しと課題②太陽光

#### 1. 導入ポテンシャル

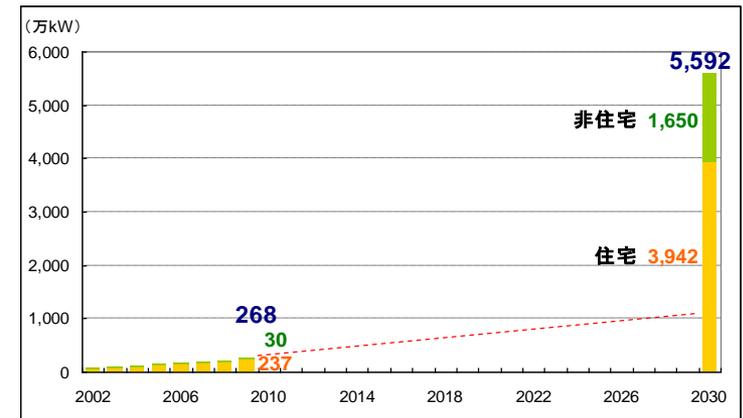
- NEDOの「太陽光発電ロードマップ (PV2030+)」では全国で5,400万~2億kWのポテンシャル、環境省 (H22年度) によると非住宅でのポテンシャルは5,900万kW~1億5000万kW
- 住宅では、耐震基準や設置場所等を勘案し戸建住宅への太陽光パネル等の導入限度は約1,000万戸 (3,500~4,000万kW)。
- 太陽熱温水器の導入も考慮すると更に小さくなる。

1戸建て総数: 約2650万戸



中期目標検討委員会 東京大学 湯原教授による分析

【太陽光発電の導入量推移】



#### 2. 課題

- 導入ペース
    - 2009年度で年間で約15万件のペース。
    - 余剰電力買取価格が実施されているものの、1,200万世帯への導入の実現には、2030年まで毎年、55万世帯程度への導入が必要。
- これは、全ての新築戸建住宅へ強制的に導入する場合に匹敵する。

#### ■ コスト

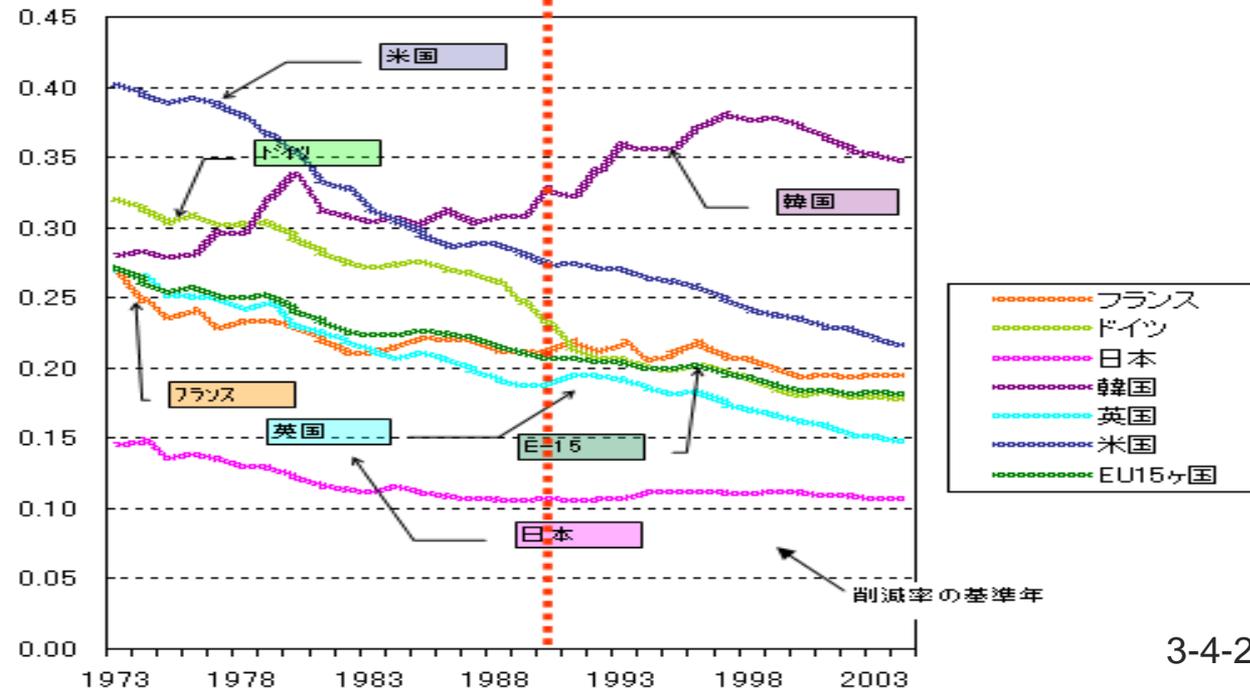
- 固定価格買取制度導入下では当面、需要家に大きな負担が予想される。

## (4) 省エネルギーの見通しと課題

- 日本は世界最大の省エネルギー国
- 家庭部門・業務部門での省エネはまだ大きな余地があり、家電等の高性能化・新素材の利用・新製品開発等で日本の産業競争力強化にもつながる
- 特に世界最高水準の産業部門の省エネ技術を更に進展させ、新興国に普及することが重要

各国の消費エネルギー原単位の推移

(石油換算トン/1,000USドル(2000年価格))



国内での更なる進展には

- ・産業構造転換
- ・生活スタイル
- ・業務形態転換

が必須

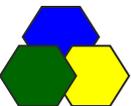
## (5) 原子力代替のインパクト

### ■ 設備容量100万kWで各電源を比較

|        | 設備利用率 (%) | 発電量 (億kWh) | CO <sub>2</sub> 削減量 (百万トン) | 初期コスト (億円) | 原子力100万kWの代替に必要な |      |                       |  |
|--------|-----------|------------|----------------------------|------------|------------------|------|-----------------------|--|
|        |           |            |                            |            | 設備容量 (万kW)       | 用地面積 |                       |  |
| 太陽光    | 100万kW    | 12         | 10.5                       | 0.6        | 5,200            | 667  | 山手線内                  |  |
| 風力(陸上) | "         | 20         | 17.5                       | 1.1        | 1,900            | 400  | 山手線の3.5倍              |  |
| 風力(洋上) | "         | 30         | 26.3                       | 1.6        | 2,890            | 267  |                       |  |
| 小水力    | "         | 80         | 70.1                       | 4.2        | 16,000           | 100  |                       |  |
| 地熱     | "         | 70         | 61.3                       | 3.7        | 6,600            | 114  |                       |  |
| 原子力    | "         | 80         | 70.1                       | 4.2        | 2,790            | 100  |                       |  |
|        |           |            |                            |            |                  |      | 山手線内67km <sup>2</sup> |  |
| LNG    | "         |            |                            |            | 1,640            | 100  |                       |  |
| 石炭     | "         |            |                            |            | 2,720            | 100  |                       |  |

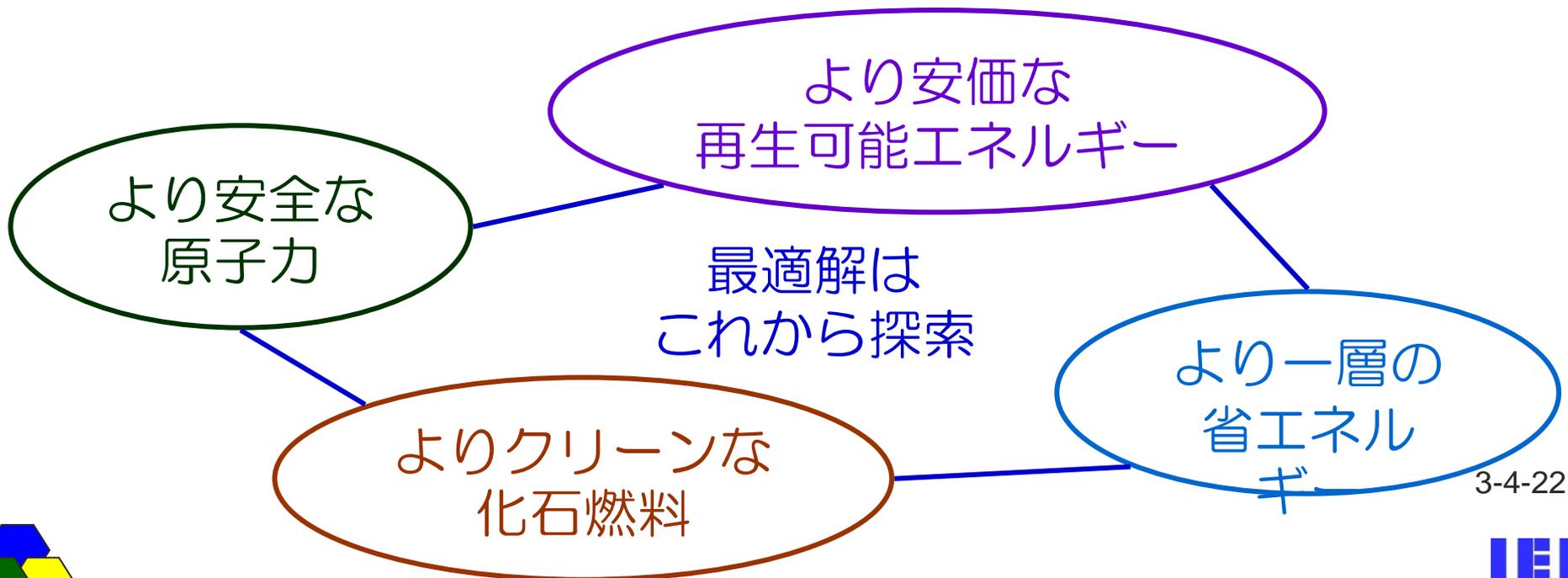
単にコストの問題ではない

3-4-21



### 3. 総括・インプリケーションー今後のエネルギー選択

- 世界各国の原子力選択の是非はエネルギー・産業・経済状況により様々
- 「お金持ち」 or/and 選択肢のある国は「脱原子力の議論が可能」
  - 合理的な既設炉維持ではなく、国民合意のもとで再生可能電源普及に注力することも可能
  - 安全性検証を理由として既設炉を再稼働保留することも可能
- エネルギー安全保障と温暖化防止は今後とも必須条件
- 完璧なエネルギー源は無い→以前にも増してエネルギー多様化が重要



3-4-22

ご清聴ありがとうございました。

Thank you  
Vielen Dank  
Merci beaucoup  
Tack så mycket

3-4-23

