

# エネルギー需要における 原子力の比重

電気事業連合会  
原子力部 田中治邦

## 目次

- 原子力発電の特徴
- 原子力発電の導入実績
- 当面の課題は既設炉の活用拡大
- 原子力発電所の新規建設
- 既設炉リプレースに備えた次世代炉開発
- 高速増殖炉の開発
- その他の重要事項

2

## 原子力発電の特徴

- 原子力は、CO<sub>2</sub>排出量が極めて低い
- リサイクル利用でエネルギーの長期安定供給が可能
- 国内原子燃料サイクルの確立でエネルギー資源の海外依存度を改善
- 燃料費が安く、電力需要のベース負荷対応

3

## ウランの核分裂と熱発生

- ウラン原子核に中性子を衝突させて核分裂を起こし、その際に発生する中性子と熱エネルギーを利用



核分裂片(2個) + 中性子(2~3個) + **熱エネルギー**

- 発生した中性子は、次の核分裂に利用  
核分裂連鎖反応を維持(臨界)
- 発生した熱エネルギーは、蒸気タービン(発電機に直結)を駆動するための蒸気の生成に利用

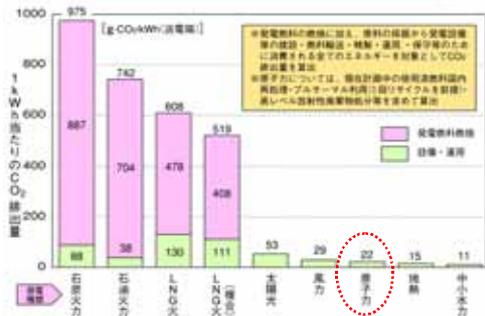
➡ 発電のための熱発生の過程でCO<sub>2</sub>を出さない

4

## 各種電源別のCO<sub>2</sub>排出量

電気事業連合会

- 原子力の単位発電電力量あたりのCO<sub>2</sub>発生量は極めて低い



5

## 燃料のリサイクル利用

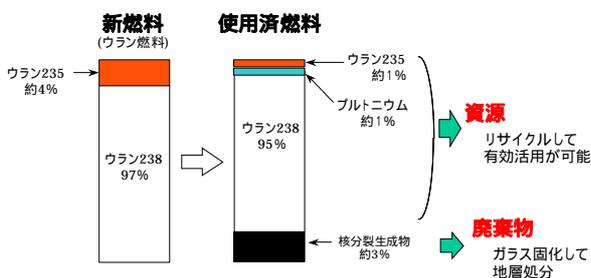
電気事業連合会

- 天然ウランの中には、核分裂しやすいU<sup>235</sup>が、僅か0.7%しか含まれていない
    - ◇ 他の99.3%が核分裂しにくいU<sup>238</sup>
  - 現在の商業用原子炉の燃料は、U<sup>235</sup>を3~4%に濃縮した「**低濃縮ウラン**」
  - 使用済ウラン燃料を「使い捨て」にすると、短期間にウラン資源を枯渇させてしまう(ワンスルー)
  - 使用済ウラン燃料の中には、再利用可能なウランが残り、核分裂性のプルトニウムも生成している
    - ◇ 使用済ウラン燃料を再処理して、リサイクル利用すれば、ウラン資源の利用可能期間が延びる
- ➡ 日本の原子力政策は、「**再処理リサイクル**」

6

## 使用済燃料の組成

電気事業連合会



- 一度使った燃料の殆どがリサイクル可能なことは、他に無い原子力の特徴
- 回収して再び燃料に加工すれば、**国産のエネルギー資源**となる

7

## 天然ウランの利用効率と可採年数

電気事業連合会

	ウラン利用効率	利用可能年数
軽水炉 (ワンスルー)	0.5 %	約85年
軽水炉 (フルサーマル)	0.75 %	約100年
高速増殖炉	60 %	<b>数千年</b>

使用済燃料を使い捨てせず再処理することにより、**資源の制約が実質的に無くなる**

8

## 電源の最適運用

電気事業連合会

- 原子力は資本費が高いが、燃料費が安い
- 火力発電と比べて、輸入燃料価格の影響を受けにくい
- 資本費支配の発電コスト構造は設備利用率の影響が大きいので、できるだけ高い利用率で運転することが好ましい
  - ◇ フル稼働して、ベース負荷に対応
  - ◇ 電力需要の負荷率の低い日本では、ベース負荷対応の原子力の導入量には制約がある

(参考)

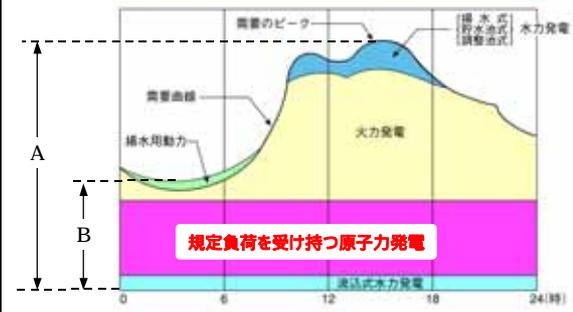
- ◇ 石炭火力も、資本費は高いが燃料費が安く、ベース負荷対応
- ◇ 燃料費が高いが、資本費の安いLNG火力、石油火力は、必要な量だけ運転する変動負荷対応(石油火力は通年運用停止、又は長期計画停止)

9

## 需要変動に応じた電源の最適利用

電気事業連合会

負荷率 = B / A



出典：資源エネルギー庁「原子力2005」

10

## 原子力発電の 導入実績

電気事業連合会

11

## 原子力発電の歴史と現状

電気事業連合会

- 1955年 原子力基本法公布
- 1966年 最初の商業用原子炉が営業運転を開始  
英国から黒鉛減速ガス冷却炉を導入(既に廃止)
- 2007年2月現在、**55基、4958万kW**が運転中  
米国、仏国に次いで**世界で3番目**の開発規模

- 今日では、**電力需要の3割を原子力発電で供給**
- 原子燃料リサイクル政策を堅持
- 原子力発電のみならず、ウラン濃縮、原子燃料加工、使用済燃料再処理、高速増殖炉、廃棄物処分など、原子力平和利用全般にわたる技術を保持

12

## 日本の原子力発電所

電気事業連合会



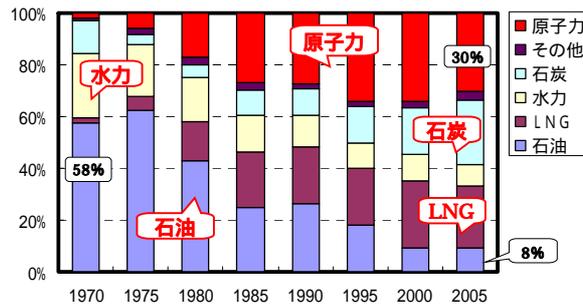
	基 数	合計出力(kW)
運 転 中	55	4958.0
建 設 中	2	228.5
着 工 準 備 中	11	1494.5
合 計	68	6681.0

13

## 発電電力量の電源別構成

電気事業連合会

■ 電気事業は、原子力、LNG火力、石炭火力の拡大で、石油への依存を8%にまで減少

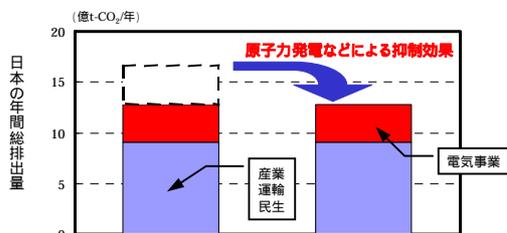


6

## 原子力のCO<sub>2</sub>排出抑制効果

電気事業連合会

- 電気事業者は、原子力、火力、水力をミックスして利用
- 原子力、LNG火力、水力を、LNG以外の火力(石炭、石油)に置き換えると、3.8億t-CO<sub>2</sub>の排出増加
- 原子力の利用率10%向上は、日本の総排出量を2%低下



15

当面の課題は  
既設炉の活用拡大

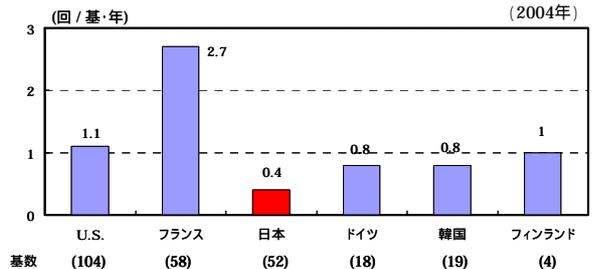
電気事業連合会

16

## 計画外の停止頻度の比較

電気事業連合会

- 日本の原子炉1基当たりの計画外停止頻度は、海外と比べて有意に低い

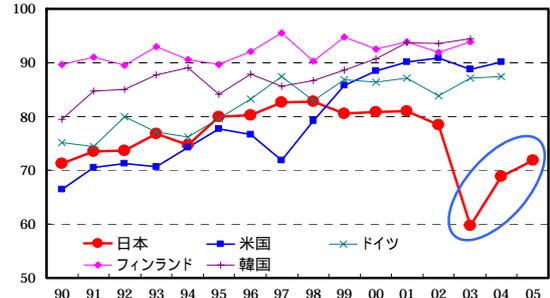


17

## 設備利用率の比較

電気事業連合会

- 日本の過去の最高値は、1997年の83%
- 各国が既に達成している90%と比べ有意に低い



18

## 発電プラントの高経年化対策

電気事業連合会

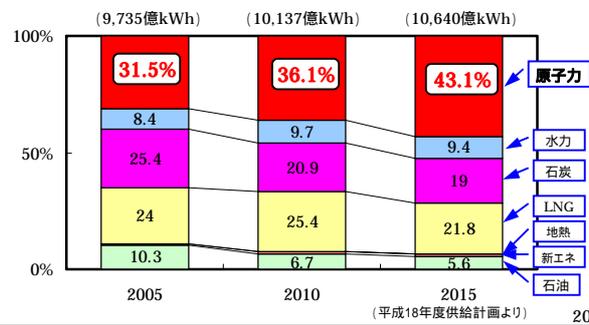
- 運転中・停止中の保全活動に加えて、PLM、PSRを実施
- **PLM**: 運転開始から**30年を迎える前に、60年間の運転を仮定した高経年化に関する技術評価**を実施
  - ◇ 経年劣化の評価結果、及び現在実施している保全活動の評価結果とを組み合わせ、保全活動の有効性を確認
  - ◇ 耐震性に影響し得る経年劣化事象を加味した耐震安全性評価
  - ◇ 一部の機器につき、より一層保全活動を充実する観点から、点検の追加項目等を抽出し、長期保全計画を取りまとめ
- **PSR**: **10年毎に**運転経験の包括的評価、最新の技術的知見の反映、確率論的安全評価を実施
  - ◇ 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象による機器・構築物の劣化傾向の把握、改善措置の実施等の保全活動状況について評価
- 今後の課題: 技術開発の推進、規格基準類の整備、保全高度化について、関係機関と協力して推進

19

## 電源別の発電電力量の将来見通し

電気事業連合会

- 着実な新增設により、原子力シェア4割超を目標



20

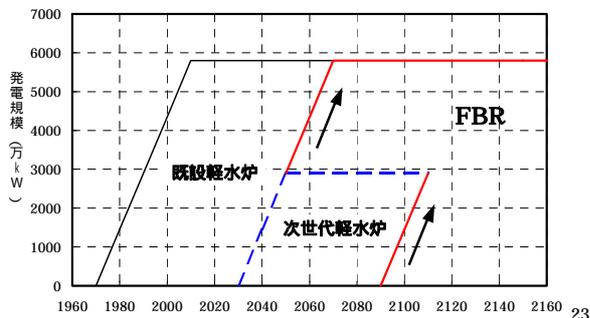
# 既設炉リプレースに備えた次世代炉開発

## 大規模リプレース時代の展望

- **2030年代**になると、既設軽水炉は次々と供用期間が60年に到達
  - ◇40年間に6000万kWの膨大なリプレース需要
  - ◇**毎年150万kW級原子炉1基**ずつの運転開始が必要
- 2030年頃から20年間は、軽水炉でリプレース
  - ◇経済産業省の支援で、**日本型次世代軽水炉開発**のフィージビリティスタディが開始（2006年度～）
- 2050年頃から、高速増殖炉を導入
  - ◇原子力研究開発機構（JAEA）が**高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究**を実施中（電気事業者も協力）
- **国際標準の一つ**となれる魅力的な炉型の開発を期待

## 将来の炉型戦略

- 2030～2050年頃、既設軽水炉を次世代軽水炉でリプレース
- 2050年頃以降、高速増殖炉（FBR）を導入



## その他の重要事項

- 平和利用と核不拡散の厳守
- 放射性廃棄物の処分
- 社会からの信頼の維持
- エネルギー教育

## 平和利用と核不拡散を厳守

電気事業連合会

- 日本の原子力利用は、1955年の原子力基本法の公布以来、一貫して平和利用に徹し、**国際原子力機関 (IAEA) の査察活動**にも積極的に協力
  - 1964年 IAEAが日本で初の査察を実施(研究炉など)
  - 1976年 核不拡散条約(NPT)を批准
  - 1977年 日-IAEA包括的保障措置協定が発効
  - 1999年 同協定の追加議定書が発効
- 核兵器を保有しない国としては唯一、使用済燃料の再処理(Puの回収、利用)が認められている
- 2004年、IAEAは「**日本には転用や未申告の活動が無い**」と結論し、大規模な原子力利用を行う国としては初めて統合保障措置(有効性を維持しつつ合理化)を適用

25

## 社会からの信頼が大切

電気事業連合会

- 原子力エネルギー利用は、その開発の経緯から、危険なイメージがある
  - 内蔵する放射能により、リスクが潜在することは事実
  - 多重に配慮された安全設計は、専門的で難解
  - 原子力発電所で起きる装置の故障、運転員の操作ミスなどは、他電源と比べ、著しく大きな報道となる傾向
  - 核物質防護の観点から警備が厳重で、一部の設備が見学を禁止され、不透明感あり
- ➡ 故障・トラブルの情報公開、安全安定運転の維持により、社会からの信頼の確保が最も重要と認識

26

## エネルギー教育が重要

電気事業連合会

- 初等、中等教育におけるエネルギー確保の重要性に関する記述は限定的
- 発電方式については、極めて偏向な記述
  - ◇ 現実には規模を稼げない太陽光、風力、地熱で全てが解決するが如き異常な注目
  - ◇ 原子力については、チェルノブイリやJCO事故の写真しか載らない
  - ◇ 社会科はもとより、国語や英語にまで、原子力の危険性を煽る文章が登場
- ラブロックやパトリックムーアの冷静な指摘と比べ、日本の教育は誤った人間を育てる懸念

27

## まとめ

電気事業連合会

- 原子力は、脱温暖化社会へのシナリオとして重要な切り札
- 現在の電力需要の低負荷率、燃料価格動向などでは原子力の導入量に制約があり、電気事業者は、石炭、LNGなどとバランスをとって原子力を利用
- 負荷率の改善が、原子力増加の鍵
  - ◇ 暖房、給湯、厨房の電化
  - ガス燃焼 原子力発電
- 将来は、運輸部門を電化
  - ◇ 電気自動車
  - ◇ 燃料電池用の水素を直接、間接に原子力で製造

28