

科学技術概論

原子力発電と科学技術の発展過程

国立大学法人福島大学
理工学群共生システム理工学類
助教授 樋口 良之
<http://www.hi-higuchi.com/>

1. 原子力発電の歴史

1.1 原子力発電のはじまり

1942年 エンリコ・フェルミ シカゴ大学で核分裂の連鎖反応実験に成功

1953年、米国アイゼンハワー大統領 国連演説において、商業用原発開発へのパラダイム

「Atom for Peace(平和のための核)」の展開される。

核兵器・・・核分裂が瞬時に連鎖反応

原子力発電・・・核分裂を制御し、エネルギー抽出

1955年 日本の原子力基本法が成立

1951年 米国アルゴンヌ国立研究所に建設された高速増殖実験炉(EBR-1)が200kWの発電を達成。同研究所にて、軽水炉の沸騰水型原子炉BWRの研究が行われた。

1954年 ソ連 世界初の実用の原子炉1号基の運転開始

1956年 英国 ガス冷却型の原子炉1号基の完成

1957年 ウエスティングハウス社 軽水炉の加圧水型原子炉PWR 1号基の運転開始・・・原子力潜水艦用から陸上用発電へ

1960年 GE社 BWR1号基の運転開始

1962年 カナダ 独自型式実験炉の完成

1963年 日本 米国から導入の試験炉の運転開始

1964年 フランス 英国と同じ型式の1号基の運転開始

原子力潜水艦の特徴

核燃料棒の交換:数年から十数年に一回

非内燃機関で酸素消費がなく、酸素は海水の電気分解

内燃機関、蓄電池の潜水艦に比べ高い速力

1954年 米国、世界初の(攻撃型)原子力潜水艦ノーチラス

1959年 米国、世界初の戦略ミサイル原潜ジョージワシントン

1.2 日本の原子力発電

1963年 米国から導入の動力試験炉の運転開始

1966年 英国から導入の東海発電所の営業運転

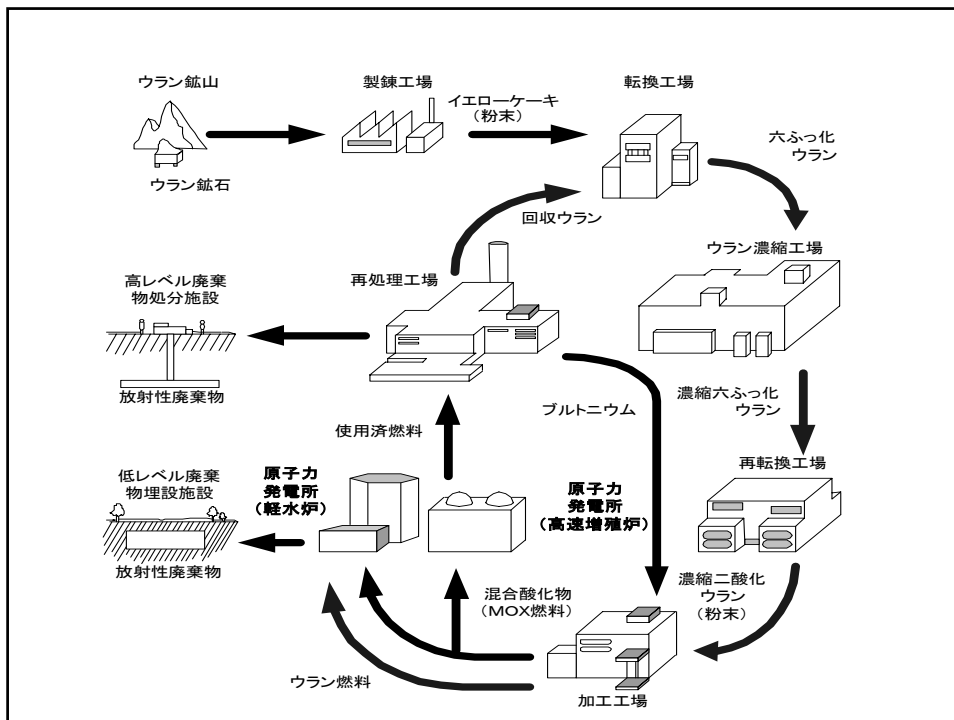
以降、電力会社は、発電用原子炉を導入しはじめ本格的な営業運転へ展開される。

1975年ごろ 官民一体の軽水炉改良標準化計画

1986年 改良型軽水炉(ABWR, APWR)が開発

2001年 52基の原子力発電所

総設備容量45,083kW 総発電量の約3割



2. 原子力発電の考察

2.1 原子力発電の動向

1960年代 原子炉開発の計画の最盛期

2000年には世界で3000基と予測していた。

1980年代 欧米での発電所建設の低迷

2000年代 世界電力需要の15%程度を担う。

原子力発電所の構成: 北米と欧州3/4 + アジア1/4

世界の原子炉の数: 約440基 2005年4月現在

2020年代 北米1/3 + 西欧1/3 + アジア1/3

新規の発電所建設はアジアが集中となり、日本、韓国、中国が占めるものと予測されている。

2.2 脱原子力発電推進と対策

(1) 国民が選択した脱原子力のドイツの選択

- ・電力会社 エネルギー需要に応じて効率の良い原子力発電を、中長期的なビジョンにより展開。
- ・国民意識 約70%の国民が脱原子力に賛成。
- ・2000年6月 ドイツ 国内主要電力会社との間で、国内19基の原子炉を今後32年間で全廃するとの合意。
- ・2002年 原子力法の改正案可決 段階的廃止
- ・2003年11月 シュターデ原子力発電所 運転終了。
- ・自国と隣国の原子力発電の管理体制の検証

国民が選択した脱原子力のドイツの選択

- ・原子力発電設備は、商用運転開始後32年を耐用年数として廃止する。
- ・十分な対策をした上で、施設間の残存発電量のトレードを行うことができる。
- ・廃棄物貯蔵設備の検討を早急に進める
- ・2005年 使用済燃料の再処理および輸送作業の終了

原子力発電が担ってきた国内約30%の電力の供給を代替するエネルギーの創造が必要

ドイツの科学技術政策にかかわるリソース

ドイツ連邦共和国首相

連邦首相府

科学評議会

連邦政府省庁

連邦・州合同委員会

教育研究省

ドイツ航空宇宙センター

経済技術省

ドイツ研究協会

環境自然保護
原子力安全省、
他

マックス・プランク協会

フラウンホーファー協会

他、研究所、学術連合

- ・原子力発電が担ってきた国内約30%の電力の供給を代替するエネルギーの創造が必要である。
- ・太陽光、バイオマス等の新エネルギーに期待
- ・経済技術省助成金の約60%が、石炭産業へ充当

原子力発電にかかわる研究開発予算規模がこれまで大きく、これを技術移転させれば、

- ・技術貿易の拡大による国益の追求
- ・地球規模でのリスク拡散とイデオロギー

(2) 苦悩する英国の選択

2000年5月 BNFL 2010年までに所有する全20基閉鎖
BE社は経営再建プログラム実施中

＞ 建設および計画中の原子力発電所はない

2003年2月 英国貿易産業省エネルギー白書

「英国エネルギーの将来－低炭素経済の創造」の発表

2050年までにCO2排出量の60%削減

原子力発電について、温室効果ガス排出抑制に一定の効果があるとしつつも、具体的な提案は避け、放射性廃棄物管理を含めた国民全体の議論を促す。

2.3 原子力発電推進と対策

(1)カリフォルニア電力危機に直面した米国の選択

完成施設を使い、経済的かつ簡単に発電したい。

国家エネルギー政策 (National Energy Policy)

新しいエネルギー開発に配慮するものの、電力需要をまかなうために、既存エネルギー供給の拡大をすすめる。

- ・原子力発電の推進
- ・アラスカの北極圏野生保護区での石油、天然ガス採掘禁止の解除

エネルギー政策

- ・エネルギーの増産 > 原発、資源採掘の進行
- ・省エネ、代替エネルギー開発の推進
- ・輸送の効率化

関連する科学技術政策

環境負荷を低減できる資源採掘技術の研究開発

火力発電のクリーン化技術の研究開発

放射性廃棄物などの処理、再利用技術の研究開発

水素電池、燃料電池などの研究開発

超伝導送電システムの研究開発

大統領予算教書における
エネルギー省の研究開発予算

項目	2001年度	2002年度	増加率(%)
原子力エネルギー	81	57	-29
放射性廃棄物処理	390	445	14
化石エネルギー	392	296	-25
再生可能エネルギー	328	227	-31
エネルギー効率向上	40	21	-48
核セキュリティ	6641	6777	2

予算単位:百万ドル

放射性廃棄物の処理問題に、積極的に取り組む姿勢をうかがえる。

(2)化石燃料の確保が難しいフランスの選択

エネルギー資源に乏しく、石油危機以来、エネルギー自給率の向上、とりわけ、原子力発電の推進をはかる。

電力需要の伸び < 原子力発電の伸び = 電力の輸出

- ・新規の原子力発電所の建設発注はない。
- ・原子力反対政党の躍進
- ・高速増殖炉スーパーフェニックスの閉鎖

2002年 原子力推進の保守政権の誕生もあって、再処理を前提にした原子燃料サイクルの確立と要素技術の開発が推進されている。

フランスの研究開発

原子力庁の創設 ガス冷却炉、重水炉、高速増殖炉

1969年 ド・ゴール大統領退陣 ガス炉から軽水炉へ転換

当初、ウェスチングハウスの指導のもとにフランスのフラマトム社が加圧水型軽水炉(PWR)を建設していたが、

1981年以降 フランス自前の技術で建設が可能になった。

・軽水炉・・・次期軽水炉「欧州加圧水型炉(EPR)計画」

ドイツとの協力のもと、欧州原子力発電市場をにらむ。

・高速炉・・・1974年 原型炉フェニックスの運転開始。

1985年世界初の商業規模実証炉・スーパーフェニックスの運転開始

・核融合実験炉

(3)化石燃料の確保が難しい日本の選択

原子力発電の推進 > プルサーマル > FBR

高速増殖炉 FBR (Fast Breeder Reactor)

燃料にはウランとプルトニウムの混合燃料を使用する。

原子炉の中で消費される燃料以上に、燃料を生産することができる。これにより、ウラン燃料の枯渇に対応できる。

実験炉「常陽」1977年4月に初臨界

「もんじゅ」1994年4月に初臨界、1995年12月に漏洩事故。

2002年12月「もんじゅ」の原子炉設置変更許可