

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
教 授 樋口 良之
<http://www.higutic.org/>

1. 発電のメカニズム

発電は機械運動を電気に変換する発電機を使う。そのメカニズムは、Michael Faradayの電磁誘導の法則に基づいている。

タービンを回す方法

(1) 水力発電・・・水の勢いでタービンを回して発電する方法

・貯水池式 ・調整池式 ・流れ込み式 ・揚水式

(2) 火力発電・・・燃料を燃やして蒸気を発生させ、タービンを回して発電する方法

・汽力発電・・・燃料を燃やした熱で、高温・高圧の蒸気を作りタービンを回す

・内燃発電・・・燃料の燃焼で放出される化学エネルギーで内燃機関を回す(自動車のエンジンのようなもの)

・ガスタービン発電・・・燃料を燃やした燃料ガスでタービンを回す

・コンバインドサイクル発電・・・燃料を燃やしたガスでタービンを回し、排ガスの熱で蒸気を作りタービンを回す

(3) 原子力発電・・・原子核反応により蒸気を発生させ、タービンを回して発電する方法

2. 原子力発電の歴史

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

1945年 広島、長崎に原爆投下

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)」が展開される。

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

1954 世界初の原子力潜水艦ノーチラス就航

1955 日本の原子力基本法が成立 前後に世界各国で原子力に関する法律が成立

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。

3. 原子力発電のメカニズム

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

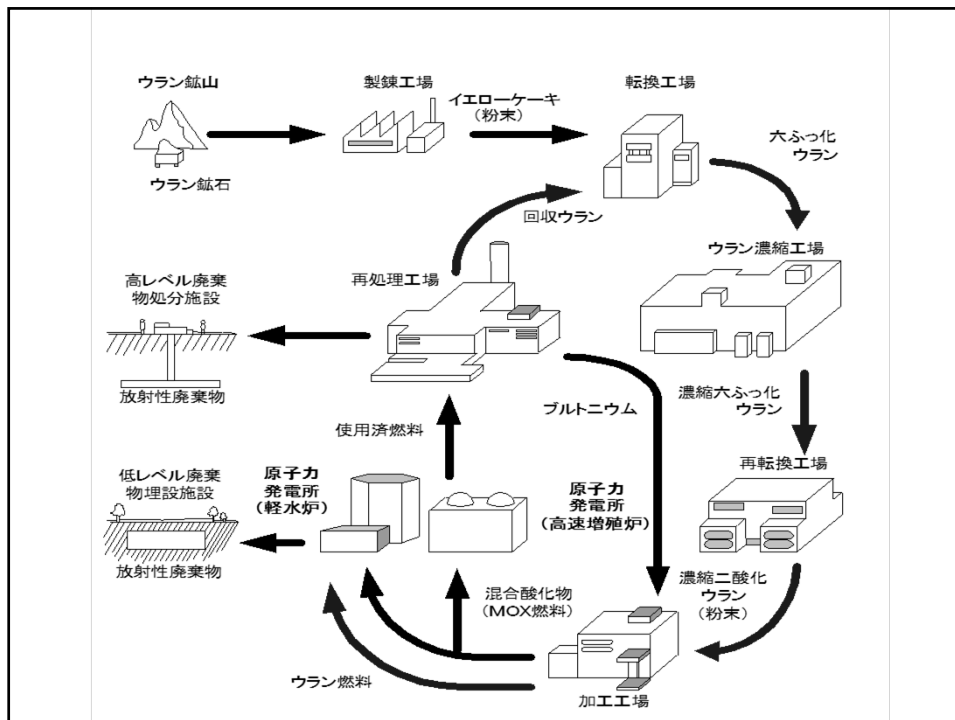
非内燃機関で酸素消費がなく、酸素は海水の電気分解

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

解体作業中のヴィクターIII級原子力潜水艦



4. 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

1979年3月28日 スリーマイル島原子力発電所事故

1986年4月26日 チェルノブイリ原子力発電所事故

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

5. 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。

← ・1979年3月28日

スリーマイル島原子力発電所事故

欧米での発電所建設の低迷（1980年代）

- ・1986年4月26日 →

チェルノブイリ原子力発電所事故

脱原発の機運が欧州で高まる。

← ・2011年3月11日

福島第一原子力発電所事故

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

- ・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

- ・2011年 メルケル首相は福島原発事故から3日後に、老朽化した原発7基を3カ月停止し、全原発の安全検査を行った。

ドイツは、計画に従い原子炉の閉鎖、解体を進める。また、一方で、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出に努めている。

英国の選択

- ・2000年5月 2010年までに所有する全20基閉鎖

関連企業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。

- ・2014年10月 欧州委員会が新設計画の承認。

- ・現在、原発を8カ所に新設する方針。日系企業も参画。

2000年-2001年 カリフォルニア電力危機

カリフォルニア州で、電力会社が十分な電力を供給できなくなり、停電が頻発。

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

約431基 2010年

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。