

Jan. 10, 1956 (1)

第3回

動力炉
 動力試験炉

了り力: 西川氏

- 加圧水型 PWR (Westinghouse)
- 沸騰水型 EBWR (Argonne)
- Na-沸騰水型 SRE, SRG (North American)
- 均質炉 HRE, HRT (Oak Ridge) * Normal breeder
- 高速中性子炉 EBR I, II. fast breeder

§ PWR 1957年

熱出力 231 MW

電力 60 MW

(燃料棒 U²³⁵ 52kg)

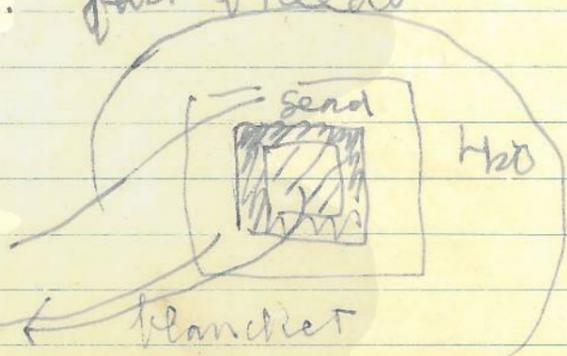
UO₂ (12 ton)

炉内圧力 140 気圧

水温 入口 265°C

出口 283°C

増倍率: 0.8



§ EBWR

Borax I, II, III 90% E.U. Al-cladding

Borax III

熱出力 15 MW

(D.G. 12 \approx 14/kWh)

電力 2 MW

(P.H. 5 \approx 14/kWh)

炉内圧力 21 気圧

Al 覆加温度 215°C

電力増倍率 30 \approx 14/kWh

(EBWR: 実用設計

燃料棒: NaTU

E.U. - Zr-Alloy }

熱出力 200 MW

電力 48 MW

電力増倍率 15~20 \approx 14/kWh

炉径: 約 7m 高さ 2m

炉内温度: 252°C

圧力: 42 気圧

(2)

§ 沸騰冷却型気炉

設計 熱出力 1000 MW
 電力 200 MW
 燃料 U-Zr Alloy 43%
 管水 120%
 燃料燃費率 0.9
 建設費 250 億円/kW
 電力原価 9.7 円/kWh (2005年)
 (U.S.A. 5 円/kWh)

§ Na冷却炉(原型) (1956年完成) SRE-2

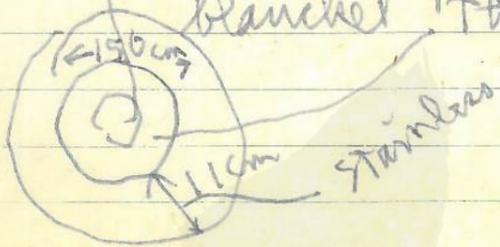
熱出力 20 MW
 2.8% E.U. Uの棒の中核温度が650°C
 Na 入口 260°C 出口 520°C
 neutron flux 2.5×10^{13}

§ SRG (計画)

熱出力 250 MW
 電力 75 MW
 68% E.U.
 660°C (燃料棒の温度) } 出力制限,
~~Na~~ Na 510°C 883°C
 TR-U²³⁵ 3.7% 合金 1100°C まで出る,
 電力原価 6~7 円/kWh

§ 熱中核炉 HRE, HRT, LMFR

HRE 炉型 UO₂SO₄ 溶液
 HRT 熱出力 5~10 MW
 核心 UO₂SO₄ 溶液 (D₂O)
 D₂O 1kgあたり U²³⁵ 9.6 g
 Blanchet ThO₂ の製造は D₂O



(3)

炉内温度 280°C
温度係数 $\Delta k/k/T < 0$ -2×10^{-3} 280°C
(1959年完成) (100万kWh)

炉内設計

熱出力 440 MW
電力 100 MW
U233/U235 90 kg
TR 15 t/m
電圧 25 km
炉内温度 300°C 140年経

LMFR

1960年完成,
減速 graphite
UBi 燃料 (core)
TR, Bi, Si, Fe 等 (blanket)
電力 210 MW
燃費 7.8 円/kWh

高速炉 EBR I, II

EBR I 34年運転, 400万 kWh
熱出力 1400 kW
電力 200 kW

90% E.U rod (core) (U235 52 kg)
blanket = Fe Nat. U → reflector

$\beta_{eff} = 0.001$
fast $\phi \sim 1.1 \times 10^{14}$ 1/cm²
燃費 > 1
Na-K λ_{in} 228°C λ_{out} 310°C

EBR II

1958年
熱出力 60 MW
電力 20 MW
8 円/kWh

(4)

フランス

G2
G3 重量 CO₂ 冷却
ポンプの動力 大
冷却ポンプ 100 トン
熱出力 150 MW
電力 30 MW

1.1.1.1 エン

冷却ポンプ 9 トン } (加圧・水型)
重水 15 トン } 41 気圧
(減速・冷却)
電力 2500 kW (熱出力 10 kW)

コメント

1954.6.27
熱出力 30,000 kW
電力 5,000 kW

Graphite

5% E.W. (550 kg)
冷却 加圧水
LOW RATE
260~260°C
300 t/h

Control

ポンプ 18台
冷却系 40 t/h 12 気圧 260°C

φ 5 × 10¹³
Core 直径 1.5 m 高さ 1.7 m

Shielding 厚さ 1 m 2.94 - 1.3 m

AE 0.32 (→ 0.5)
U²³⁵ 濃度 15% (5% → 9.2%)

(5)

Material:

neutron irradiation → Graphite, U

仕様: R.F.T. 1952 1.5 MW 出力 1.5 MW

$\phi \sim 8 \times 10^{13}$

E.U. 15% (10%?)

U^{235} 3.5 kg

Moderator: Graphite H₂O

core 直径 260 cm 高さ 240 cm

燃料試験用孔 5ヶ

Fuel elements 6ヶ



設計

・ 燃料量の計算

Xeの毒化結果

5ヶ (計算) → 60ヶ (実際)

2.5ヶは交換可能

coolant 0.2ヶ 2-7ヶ (0.7 sec)

fuel element 2ヶ 1ヶ

2ヶは交換可能

電力発電の比較

10 MW の電力を 1.5 MW の熱で

2.5ヶの電力を 1.0 MW (1956)

年間 2.0 TWh (2.5%)

(1000ヶ 7 kWh)

(6)

イギリス

Atomic Energy Authority
 (weapon energy, isotope)

U: プリカ, 核燃料, カナダ
 共同開発機関

Canada, 原子力工学, 原子炉
 (オシロカ)

Springfield 工務局 → 原子
 → UF₆ → 原子炉工務
 (Copenhagenist)

Windscale: Pu 生産

原子炉 spray Pak → New Zealand 地熱発電
 1957

Calder Hall 原子炉発電所

Nat U, Graphite (1000 ton)

原子炉 CO₂ 冷却

電力 55 MW (熱出力 205 MW)

2 号機

直径 12.2 m 高さ 18.3 m

の原子炉構造

原子炉の熱交換器

1956年・2010年17日 閉鎖式

今の10年間の 12個所の原子炉

i) 1957 2個所 1960~61年 2個所
 58~59 29個所 1963

Calder Hall type 2 号機

計 40~80 MW

ii) 1960 4 1.5号機 4
 1960 (冷却) (冷却)

計 100 MW

iii) 年間 500~600万トンの石炭

(17)

1975年 年間 300万kwの発電機
 (電力需要増加)

技術者の不足

国内電力増強へ 20kg (U²³⁵ or Pu) 2000kg
 外国との協定
 ↑-ストローク
 イント
 フランス

電力

1960年 原子力研究所の設立

Commonwealth Nuclear Power Group AEC

9.81 円/kWh 7.79 円/kWh (2.50)

炉 (G.E.) (B.W.R. (dual cycle))

(Nucleonics 7月号 1955)

熱出力 692000 kW 電力 180,000 kW
 効率 26%

建設費 U, 元 U 5 億円

建設費 27000 kW (46551,000 \$)

内訳 土地 350,000 \$ (7502-1-1 100y)

建物 8920,000 \$

Reactor Plant 16540,000 \$

電気費 10878,000 \$

燃料費 2249,000 \$

水費 856,000 \$

燃料費 1952,000 \$

設計費 4126,000 \$

整備費 620,000 \$

電気料金

固定費用 + 運賃

A) 固定費

建設費の 13.7%

13.7% 燃料費 5.7%

13.7% 燃料費 1.8 (25年)

税金 5.7 (46年)

13.7% 燃料費 0.5

load 60% 80%

固定費 6.81 円 5.11

燃料費 1.69 1.69

税金 0.26 0.20

燃料費 1.05 0.99

9.81 7.99

No.5 1954 60 10.000