

4

天然ウラン・グラファイト炉に  
よる発電コスト推定の向題点  
〔附〕原子力発電所(熱出力500MW)のコスト試算

昭和31年6月14日

科学技術庁原子力局

c114-012-006



天然ウラン・グラファイト炉による発電コスト推定上の問題点

31. 6. 14

原子力局

1. 立地上の問題

a) 用地 --- (i) 敷地の広さをどうとるか。exclusive

area が必要かどうか。(コールドー、ホールの敷地は9スエーカー(約11万坪)しか一般的には exclusive area として半径1マイルが必要といわれている。)

(ii) 用地費をどうみるか。(コールドーホールは0に近いが、日本では坪200円はみなくてはなるまい)

b) 用水 --- (i) 大量の冷却用水が必要。(CEAでは出力10万KW発電所において1.8万~2万t/日 = 5~6 t/sec 必要といっている。従って海岸地帯が有力。)

(ii) 冷却水取入施設等に相当の費用を要する。

c) 地盤 --- (i) 1 ft<sup>2</sup>当り3tの圧力に耐える地盤が必

(2)

要。敷地を海岸地帯に送れば、一般に基礎にコストがかかるとみねばならない。(コールドーホールは岩盤の上に建設)

(ii) 日本においては特に地震に対する考慮が必要。

d) location -- (i) load centerとの距離、人口密度、発電所への道路建設等のコストへの影響を検討する必要がある。

## 2. 原子炉(燃料をのぞく)

d) 材料所要量 -- (i) 必要なグセライトその他材料の入手可能性はどうか。  
(ii) 輸入する場合、原料であるか製品であるか製品であるか。

b) 特許料、技術料 -- (i) 英国より導入すれば相当の特許料を要求されるであろう。(ヒントン卿は10%程度といっている)  
(ii) 技術指導料のほか、建設のために特殊技能者の招聘を必要とするのではないかと(例えば、耐圧容器

(3)

の水素熔接等)

## c) 建設費の問題 -----

(i) KW当りの建設費を15万円としているが、これは低すぎるのではないかと (fixed charge rate を6%としているが、米国では15%、なおコールドーホール炉は16.0万円/KWといわれる)。  
(ii) 殊様な建設用機具が必要。(国内で製作するか英国より輸送するか)。

## d) 輸送費の問題 -----

(i) 英国より輸送すれば当然そのコストを考慮する必要がある。  
(ii) 特殊大型設備(例えば耐圧容器、熱交換器等)の輸送上の問題

## 3 その他施設

d) 熱交換器 --- 輸入か国産か。(国産可能であっても相当コスト高となるであろう。輸入の場合は輸送費が必要)  
b) 貯蔵設備 (i) 予備燃料を貯蔵するための設備が必要  
(ii) 使用済燃料を cooling するための特別な設備が必要(コールドーホールでは、

(4)

隣接するウインズケール工場へ移送できる)。

- c) 化学処理--(i) 国内で処理を行うか、英国へ返還して行うか。
- (ii) 国内で行うとすれば、どこで行いどの程度の施設を必要とするか。(原子燃料公社に大規模な設備をつくって一括処理するか)。
- (iii) 返還するとすれば、その方法はどうか。(特別の鉛製容器等を必要とするのではないか。)

#### 4. 燃料インベントリー -----

- a) 所要量 ----- 日本の場合、当然インベントリーがふえると考えねばならない。(initial chargeのほかに年間取替分程度は加算しておく必要がある)。
- b) 入手の方法--(i) 燃料をどこから入手するか。(差当り英国では輸出困難といわれている。)
- (ii) 英国以外から輸入する場合国際機関からの輸入が可能か。

(5)

- c) コスト ----- 燃料のコストはどのくらいになるか。
- 輸入による場合、成形費をも考慮する必要があるのではないか。(英国では2000ポンド/モ = 56ドル/kgで、米国の発表40ドル/kgよりも高い。ただし成形費をふくむとみられる。)
- d) 特許料の問題--特に燃料要素成形の特許料を考慮しておかねばならない。

#### 5. 建物

- a) 建物の単価 --- どの程度にみるか
- b) 建物の大きさ --- どの程度の大きさが必要か。(PaskおよびDuck Worthによれば12万KW発電所において29 ft<sup>3</sup>/KW 必要といわれる)。

#### 6. 負荷率

- a) 年間負荷率80%は可能か(PaskおよびDuck Worthは75%)。

#### 7. 金利の問題

- a) 英国は4%とみているが、日本の場合最低5%と考えねばならない。(周銀の金利は6.5%)

(6)

### 8. 耐用年数

- a) 原子炉部分 --- (i) 15年とみてよいか。  
(ii) Scrap value をどう考えるか。
- b) 在来設備部分 --- (i) 25年とみてよいか。  
(ii) Scrap value を10%程度みるか。
- c) 償却法 --- 定額償却法をとるものとしてよいか。(Kayによれば、炉部分は定額法、在来部分は定率法を用いている)。

### 9. 税金と保険

- a) 固定資産税 --- 英国では考えていないようであるが、わが国では1.4% × 1/3程度(火力発電所に相応)みておく必要がある。
- b) 保険 --- 英国では考慮してはいない模様であるが、機械保険に準じて考えておかねばならぬのではないか。(米国では火力なみに考えているようである)。

### 10. 人件費

- a) 人件費をどの程度見込めばよいか。(出力10万KW

(7)

の火力発電所の所要人員は100名程度)

### 11. 補修費その他

- a) 年間補修費をどの程度見込むか(火力発電所では年間およそ資本費の2.8%)

### 12. プルトニウムの評価

- a) 燃料照射後に生じたプルトニウムの回収をどうするか。(化学処理をどこで行うかとの関係、プルトニウム対策)
- b) プルトニウム価格 --- 処理費を控除したプルトニウム価格をどのくらいにみるか。

### 13. 所内電力

- a) 冷却用ガス循環のための電力はどの程度必要か。(コールドーホールでは2000HPのデロワーを数基設えている模様)。
- b) その他一般所内用電力はどの程度必要か。(火力発電所においては6~10%。ただし運炭、粉砕、灰処理等の動力は不要となる)。

### 14. 照射率(燃焼度)

- a) 照射率をどのくらいにみるか。(JUKESは3000 MWd/t, Kayは2000~3000 MWd/tとしている)。

### 15. 転換率

(18)  
 a) 転換率をどのくらいにみるか。(Jukes および Kay  
 は0.65, フランスのグラファイト炉では0.5~0.8)

16. 燃効率

b) 天然ウラン、グラファイト炉の燃効率はどの程度とみ  
 ればよいか。(Kayは24%, Jukesは20%.)

以上の諸点について今後引き続き検討していく必要があるが、  
 綜括的には次の点がとくに問題となる。

- (1) 建設費の範囲が不明確であり、また、用地、用水などの  
 評価、貯蔵施設などを考えると、わが国における建設費は  
 かなり高くなる可能性がある。
- (2) 燃料の入手については、入手の方法と価格が明らかにな  
 り。現実に燃料の必要とされる数年後の世界の流通量と価  
 格、及び濃縮ウランとの比価を考える必要がある。
- (3) 原子力発電はとくに資本費が大きいため、金利の比重が  
 大きい。金利は政策的にもかえられるが、経済的ベースと  
 しては英国に比べて高くなる。従って、この面から、コス  
 トの増加をもたらす。

(附表)

単位

(19)  
 31. 6. 14  
 原子力局

		C		D	
資本費(億円)	建設費	60		6.5	
	初期台	120		130	
	初期台	180		195	
	初期台	52		52	
取換燃料		58.4 <sup>t</sup>		58.4 <sup>t</sup>	
Pu		100kg		100kg	
金		5%	8%	5%	8%
年間至費(億円)	建設費	7.0	8.8	7.6	9.5
	初期台	10.3	13.9	11.2	15.1
	取換	2.6	4.2	2.6	4.2
	人	11.7	11.7	11.7	11.7
	修繕	0.6	0.6	0.6	0.6
	台	6.4	6.4	6.9	6.9
Pu		38.6	45.6	40.6	48.0
発電コスト(円/kWh)	仮い場合 Puを評価し	735	870	773	914
	仮い場合 Puを評価し	551 <del>441</del> <del>388</del>	651 <del>522</del> <del>435</del>	580 <del>464</del> <del>386</del>	685 <del>548</del> <del>457</del>
発電コスト(円/kWh)	仮い場合 Puを評価し	640	773	678	820
	仮い場合 Puを評価し	480 <del>384</del> <del>320</del>	580 <del>464</del> <del>386</del>	509 <del>407</del> <del>340</del>	615 <del>492</del> <del>410</del>

注

(附表)

# 原子力発電所(熱出力500 MW)のコスト試算

— 年負荷率 80% の場合 —

31. 6. 14  
 原子力局

		条件と試算根拠	A		B		C		D		
資本費(億円)	原子炉	Bの建設費: Aの10%増 C " : Aの20%増 D " : Aの30%増	50		55		60		65		
	その他		100		110		120		130		
	計		150		165		180		195		
	初期装置燃料費	0.2億円 × (200 <sup>(B)</sup> + 60 <sup>(C)</sup> )	52		52		52		52		
	合計		202		217		232		247		
取換燃料 (年間)		500 <sup>MW</sup> × 365 <sup>D</sup> × 0.8 / 2.500 <sup>MW/t</sup>	58.4 <sup>t</sup>		58.4 <sup>t</sup>		58.4 <sup>t</sup>		58.4 <sup>t</sup>		
Pu 生産量 ( " )		500 × 365 × 0.8 × $\frac{24}{23}$ × 0.65 (g)	100 kg		100 kg		100 kg		100 kg		
金 利			5%	8%	5%	8%	5%	8%	5%	8%	
年間全費(億円)	建設費	金利償却 (6.7% ; 15年)	5.8	7.3	6.4	8.1	7.0	8.8	7.6	9.5	
		金利償却 (3.6% ; 25年 ; 7.7% ; 10%)	8.6	11.6	9.5	12.8	10.3	13.9	11.2	15.1	
		金利のみ	2.6	4.2	2.6	4.2	2.6	4.2	2.6	4.2	
		取換燃料費	0.2億円 × 58.4 <sup>(t)</sup>	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	
		人件費	50万円 × 120 <sup>(人)</sup>	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
		修繕費、その他	資本費 × 2.8%	5.7	5.7	6.1	6.1	6.4	6.4	6.9	6.9
	合計		35.0	41.1	36.9	43.5	38.6	45.6	40.6	48.0	
	Pu を評価した場合	仮評価: 化学処理費を除外して5,000 <sup>円/g</sup>	30.0	36.1	31.9	38.5	33.6	40.6	35.6	43.0	
発電コスト(円/kWh)	Pu を評価し	電気出力 75 MW	燃効率 15%、年間 525 億 kWh	666	782	700	829	735	870	773	914
		" 100 MW	20% 7. "	500	586	527	621	551	651	580	685
		" 125 MW	25% 8.75 / 10.5 "	400 / 333	490 / 392	420 / 352	497 / 414	441 / 368	522 / 435	464 / 386	548 / 457
	Pu を評価し	" 75 MW	(全 上)	570	687	607	733	640	773	678	820
		" 100 MW		428	515	455	550	480	580	509	615
		" 125 MW		342 / 288	413 / 344	402 / 304	440 / 367	384 / 320	464 / 380	407 / 340	492 / 410

注、照射率は 2500 MW/t、転換率は 65% としてある。

Jules および Kay  
 炉では 0.5 ~ 0.8)

効率はどの程度とみ  
 kes は 20%、)

ていく必要があるが、

、用地、用水などの

国における建設費は

と価格が明らかにな

の世界の流通量と価

必要がある。

から、金利の比重が

が、経済的ベースと

、この面から、コス