

我が国及び米国における炉建設費
及び燃料サイクル費の調査

成 果 報 告 書

本 文

昭和 63 年 12 月

ニュークリア・データ株式会社

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

現在、我が国で運転中の原子力発電所の数は35基に達し、総発電電力量の約30%を占めるまでに至っている。この様に、石油代替エネルギーとしての原子力の役割は、エネルギーの海外依存度が高く、脆弱なエネルギー構造をもつ我が国にとって益々重要となってくる。

この原子力の利用方法としては長期的なウラン資源の有効利用から、高速増殖炉(FBR)を開発、利用する事が最善であるが、FBRの実用化は2020年から2030年になると考えられている。このような中で軽水炉などの運転により生産されるプルトニウムの利用方策として、我が国では新型転換炉(ATR)や軽水炉によるプルトニウム利用(プルサーマル)が計画され、さらに高転換軽水炉(HCLWR)が検討されている。

このため、現在、動力炉・核燃料開発事業団殿(以下、「動燃事業団殿」と略)では、プルトニウム利用体系の早期確立のために、その将来目標の評価用の基礎データの整備を進められている。

本報告書は、この基礎データ整備の一環として動燃事業団殿より委託を受けて、ニュークリア・データ株式会社が行った、我が国(動燃事業団殿を除く)及び米国における軽水炉、重水炉、高速炉等の各炉型及びそれに該当する核燃料サイクルの各工程の単価及び発電原価についての現状値及び将来目標値についての調査結果をまとめたものである。

| | ページ |
|--------------------|----------|
| 1. 概 要 | 1 |
| 2. 調査目的 | 2 |
| 3. 調査内容 | 3 |
| 3.1 調査対象 | 3 |
| 3.2 調査方法 | 4 |
| 4. 我が国の調査結果 | 6 |
| 4.1 収集資料 | 6 |
| 4.2 資料の整理 | 6 |
| 4.3 コストの調査結果 | 7 |
| 5. 米国の調査結果 | 76 |
| 5.1 収集資料 | 76 |
| 5.2 資料の整理 | 76 |
| 5.3 コストの調査結果 | 77 |
| 6. 資料要旨集 | |
| 6.1 我が国 | (1)~(16) |
| 6.2 米 国 | [1]~[15] |

別 冊

収集資料

1. 概 要

本報告書は我が国(動燃事業団殿を除く)及び米国における軽水炉、重水炉等の各炉型の建設費及び運転費ならびに各炉型に該当する核燃料サイクルの各工程の単価及び発電原価について現状値(原則として5年以内の値)と将来目標値(2000年頃の値)について調査した結果をまとめたものである。

調査対象の炉型としては、軽水炉、プルサーマル、高転換軽水炉、重水炉、HTGR(高温ガス炉)、FBRの6炉型であり、核燃料サイクルの工程としては、ウラン価格、プルトニウム価格、濃縮、転換、燃料製造、新燃料輸送、原子炉、使用済燃料輸送、再処理、廃棄物処理・処分、核燃料サイクル費及び発電原価の12工程である。

調査方法は主に、国内外の公開文献及び雑誌等を中心に資料を収集し、上記の炉型及び工程に関連するコスト関係の情報と技術背景を抽出し、データとしてまとめた。また、本データの根拠となる資料について、その要旨を作成した。

また、収集した文献及び雑誌についてはコストに関する記載箇所を抜粋して収集資料として別冊にまとめた。

2. 調査目的

現在、プルトニウム利用体系の早期確立のために、利用の経済性を向上させる事が求められている。そのため動燃事業団殿では、その将来目標の評価を行い、その達成のために適切な研究開発を進めることが検討されている。

本調査はそのための我が国及び米国における基礎データを取得することを目的としている。

3. 調査内容

3.1 調査対象

以下の仕様により、原子炉建設・運転費及び燃料サイクル費の現状値（原則5年以内の値）及び将来目標値（実用化に至っている炉型に関するものについては2000年頃の値、開発途上の炉型に関するものについては実用化時期の目標値）の調査を行った。

(1) 対象とする国：我が国（動燃事業団殿を除く）及び米国。

(2) 対象とする炉型：

- (i) 軽水炉 (BWR、PWR)
- (ii) プルサーマル (BWR、PWR)
- (iii) 高転換軽水炉 (BWR、PWR)
- (iv) 重水炉 (CANDU 炉等)
- (v) HTGR (高温ガス炉)
- (vi) FBR (IFR を含む)

(3) 対象とする工程

- (i) ウラン価格
- (ii) プルトニウム価格
- (iii) 濃縮
- (iv) 転換
- (v) 燃料製造 (建設費 及び 運転費)
- (vi) 新燃料輸送
- (vii) 原子炉(建設費 及び 運転費)

- (viii) 使用済燃料輸送
- (ix) 再処理(建設費及び運転費)
- (x) 廃棄物処理・処分
- (xi) 燃料サイクル費
- (xii) 発電原価
- (xiii) その他

3.2 調査方法

表3-1は我が国における各種炉型及び各種工程ごとにコスト調査を行うに当たっての管理リストを示している。ここでは、対象炉型として6炉型、対象工程として12工程であり、コスト評価時期として2種類(現状値Ⅰ、将来目標値Ⅱ)について公開文献及び雑誌等によりコストの調査を行った。

尚、米国における調査の管理リストの書式も同様である。

対象とする国； 我が国

表 3-1 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」管理リスト

注：（ ）内は文献，雑誌等の番号を示す。

| 対象とする工程 時期 | | ウラン 価 格 | プルトニウム 価 格 | 濃 縮 | 転 換 | 燃料製造 (建設費) 運転費 | 新燃料 輸 送 | 原子炉 (建設費) 運転費 | 使用済 燃料輸送 | 再処理 (建設費) 運転費 | 廃棄物 処理・処分 | 燃 料 サイクル費 | 発 電 原 価 | そ の 他 |
|----------------------|--------------|------------|---------------|-----|-----|----------------------|------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|------------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 軽水炉 (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | (1) | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |
| プルサーマル (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |
| 高転換軽水炉 (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |
| 重水炉 (CANDU 炉等) | 現 状 値 | I | | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |
| HTGR (高温ガス炉) | 現 状 値 | I | | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |
| FBR (IFRを含む) | 現 状 値 | I | | | | | | | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | |

4. 我が国の調査結果

4.1 収集資料

表4-1は我が国における「炉建設費及び燃料サイクル費調査」の資料リストを示している。

資料リストには、今回調査した文献、雑誌等約16件について、資料番号、資料名称、著者、発行機関及び文献、雑誌番号を記載している。

4.2 資料の整理

表4-1で収集した文献、雑誌等について、コストに関する情報を対象とする炉型、対象とする工程及び現状値、将来目標値ごとに資料を整理した結果を表4-2に示す。

表4-2よりコストに関する情報をまとめてみると以下の通りになる。

- (1) 対象とする炉型では、大部分が軽水炉に関する情報であった。一方、他の炉型(プルサーマル、高転換軽水炉、重水炉、HTGR、FBR)に関しては炉の開発及び計画段階でもあり、コストについての情報が少なく、主に技術的(原理、構造、特性等)な情報に集中していた。
- (2) 対象とする工程については、特に新燃料輸送に関する情報が少なかった。これは、新燃料輸送費が燃料製造費の中に含まれているケースが多いからと推測される。
- (3) 現状値と将来目標値については、軽水炉に関して、対象とする工程ごとに両方のコストデータが収集できたが、他の炉に関しては現状値でのコストデータが大部分であった。

4.3 コストの調査結果

表4-1より収集した、文献、雑誌等からコストに関する情報を抜粋してコスト調査表にまとめた結果を表4-3～表4-8に示す。

コストの値は文献、雑誌等から抜粋したそのものの値を採用し、表の備考欄にコストの算出値の背景がわかる技術仕様、特記事項等の内容を記載した。

以下、表の番号と対象とする炉型との対応は次の通りである。

| 表 番 号 | コスト調査表の対象炉型名 |
|---------|--------------|
| 表 4 - 3 | 軽 水 炉 |
| 表 4 - 4 | プルサーマル |
| 表 4 - 5 | 高転換軽水炉 |
| 表 4 - 6 | 重 水 炉 |
| 表 4 - 7 | HTGR (高温ガス炉) |
| 表 4 - 8 | FBR |

表 4-1 「 炉建設費 及び 燃料サイクル費調査 」

資料リスト

対象とする国； 我が国

| 資料番号 | 資料名称 | 著者, 発行機関 | 文献, 雑誌番号等 |
|------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| (1) | 発電コストの最新評価 | 河村達彦 エネルギー経済 | 第13巻 第12号 |
| (2) | エネルギー技術データハンドブック — コスト編 (第2次版) — | (財)エネルギー 総合工学研究所 | 1985年1月 IAE-C8406 |
| (3) | 昭和60年度 発電用新型炉等開発調査報告書 | 〃 | IAE-C8518 |
| (4) | 昭和61年度 発電用新型炉等開発調査報告書 | 〃 | IAE-C8622-1 |
| (5) | 原子力発電コストの長期予測 | 前田一郎 エネルギー | 1987 Vo 120, No 10 |
| (6) | 原子力発電コストの評価 | 鈴木利治 原子力工業 | 第27巻 第9号 |
| (7) | 原子燃料サイクルの経済性 | OECD/NEA | |
| (8) | 軽水炉の経済性 | Energy | 1982 No. 10 VOC15 |
| (9) | 原子力発電の経済性について | 日本原子力文化 振興財団 | 昭和58年1月 プレスリリース No.89 |
| (10) | 軽水炉 及び 高速増殖炉の 経済性評価 | 日本原子力情報 センター | No. 8711360 |
| (11) | 発電コスト試算とその意義 | 鈴木, 宮崎, 井口 エネルギー経済 | 1985. 12 |
| (12) | 高速増殖炉 < FBR > 開発 実用化データ集 | | 1984 |
| (13) | 原子力発電所における規模の 経済と建設中利子について | 田地野 国郎 エネルギー経済 | 1988. 6 Vol. 14, No. 6 |
| (14) | 原子力産業 | 武井満男 同文書院 | |
| (15) | ペブルベッド・モジュール型 高温ガス炉の経済性 | 日本原子力研究所 | 昭和60年6月 |
| (16) | 原子力委員会月報 | 原子力委員会 | 昭和60年9月26日 通巻345号 |

対象とする国：我が国

表 4-2 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」管理リスト

注：()内は文献、雑誌等の番号を示す。

| 対象とする工程 時期 | | | ウラン 価 格 | プルトニウム 価 格 | 濃 縮 | 転 換 | 燃料製造 (建設費) 運転費 | 新燃料 輸 送 | 原子炉 建設費 運転費 | 使用済 燃料輸送 | 再処理 建設費 運転費 | 廃棄物 処理・処分 | 燃 料 サイクル費 | 発 電 原 価 | その他 |
|----------------------|--------------|----|--|---------------|--|----------------------------------|--|------------|----------------------|--|--|--------------|----------------------|-------------------------|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 軽水炉 (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | (1)(2)(4) (5)(6)(8) (10)(11)(14) | | (1)(2)(4) (5)(6)(8) (10)(11)(14) | (1)(2)(5) (6)(10)(11) (14) | (1)(2)(4) (5)(6)(8) (10)(11)(14) | (10) | (1)(2)(5) (9)(13) | (1)(2)(4) (5)(6)(8) (10)(11)(14) | (1)(2)(4) (5)(6)(8) (10)(11)(14) | (2)(10) | (1)(2)(3) (6)(14) | (1)(2)(5) (6)(9)(12) | |
| | 将 来 目 標 値 | II | (1)(5)(6) (11) | | (1)(5)(6) (11) | (1)(5)(6) (11) | (1)(5)(6) (11) | | (1)(2)(5) (8) | (1)(5)(6) (11) | (1)(5)(6) (11) | (1) | (1) | (1)(5)(8) | |
| ブルサーマル (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | (2) | (10) | (2) | (2)(10) | (2)(10) | | | (2)(10) | (2)(10) | (2)(10) | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | | |
| 高転換軽水炉 (BWR, PWR) | 現 状 値 | I | | (10) | | (10) | (10) | | | (10) | (10) | (10) | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | | |
| 重水炉 (CANDU 炉等) | 現 状 値 | I | | (10) | | (10) | (10) | | | (10) | (10) | (10) | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | (7) | (7) | | (7) | (7) | | (16) | (7) | (7) | (7) | (7) | (16) | |
| HTGR (高温ガス炉) | 現 状 値 | I | | | | | | | (2) | | | | | | |
| | 将 来 目 標 値 | II | (15) | | (15) | (15) | (15) | | (15) | | | | (15) | (15) | |
| FBR (IFRを含む) | 現 状 値 | I | | (10) | | | (2)(3)(10) (12) | | | (2)(10)(12) | (2)(3)(10) (12) | (2)(10) | (3) | (12) | |
| | 将 来 目 標 値 | II | | | | | | | | | | | | | |

表 4-3 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|---|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 現状値, 1-1 (1/2) |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 31.0\$/lb 4,500 円/lb | ウラン精鉱費 1987年度実質価格 |
| (2) データハンドブック | 22,900 円/kg U | |
| (4) 昭和 61 年度調査報告書 | 9,000 円/lbU ₃ O ₈ | 1980年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 34.3\$/lbU ₃ O ₈ | 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 10,500 円/lbU ₃ O ₈ | 1980年 48\$/lb-U ₃ O ₈ |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 10,500 円/kg U ₃ O ₈ 15,750 円/kg U ₃ O ₈ 21,000 円/kg U ₃ O ₈ 26,400 円/kg U ₃ O ₈ 31,500 円/kg U ₃ O ₈ 37,000 円/kg U ₃ O ₈ 42,000 円/kg U ₃ O ₈ 47,500 円/kg U ₃ O ₈ 52,800 円/kg U ₃ O ₈ | 1980年価格 天然ウラン価格と 燃料費の関係 設備利用率 60% 設備利用率 70% |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 12,500 円/kg U | \$ 32/lbU ₃ O ₈ (150円/\$) |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 現状値, 1-1 (2/2) |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------|------------|---|
| (11) コスト試算とその意義 | 8,640 円/lb | 1985年度価格 36 \$/lb 為替レート 252.0円/\$ |
| (14) 原子力産業 | 34.3 \$/lb | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|-----------------|--|--|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 将来目標値, 1-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 34.2 \$/lb (2000年) 46.2 \$/lb (2030年) | ウラン精鉱費 実質 1%/年 上昇 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 35.3 \$/lb U ₃ O ₈ | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 10,500 円/lb U ₃ O ₈ (1990年) 41,000 円/lb U ₃ O ₈ (2000年) | 81~85年の上昇率; 0%/年 85年以降の上昇率; 10%/年 |
| (11) コスト試算とその意義 | 7,420 円/lb (1998年) 8,620 円/lb (2013年) | 為替レート 200 円/\$ 37.1 \$/lb 43.1 \$/lb |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|---------------------|--|--|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 現状値, 3-1 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 119 \$/kg SWU (DOE) 100 \$/kg SWU (EURODIF) | 1987年度実質価格 |
| (2) データハンドブック | 30,800 円/kg SWU | |
| (4) 昭和61年度調査報告書 | 34,000 円/SWU | 1980年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 114 \$/kg SWU | 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 24,100 円/kg SWU | 1980年価格 |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 24,000 円/kg SWU | 1980年価格 |
| (10) LWR, FBRの経済性評価 | 18,800 円/kg SWU | \$ 125 / kgSWU (150 円/\$) |
| (11) コスト試算とその意義 | 30,320 円/kg SWU | 1985年度価格 DOE 130 \$/kgSWU 為替レート 252.0 円/\$ |
| (14) 原子力産業 | 117 \$/kg SWU | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|-----------------|------------------|--|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 将来目標値, 3-II |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 13,160 円/kg SWU | 2000年価格 |
| | 11,280 円/kg SWU | 2030年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 74 \$/kg SWU | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 49,700 円/kg SWU | 1980年以降上昇率; 7.5%/年 |
| | 102,400 円/kg SWU | 1990年価格 2000年価格 |
| (11) コスト試算とその意義 | 17,200 円/kg SWU | 為替レート 200 円/\$ |
| | 14,600 円/kg SWU | 1995年価格 86 \$/kgSWU |
| | 12,000 円/kg SWU | 2000年価格 73 \$/kgSWU |
| | 12,000 円/kg SWU | 2005年価格 60 \$/kgSWU 2013年価格 60 \$/kgSWU |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|---|--|
| (1) 発電コストの最新評価 | 6.675 \$/kg U 970 円/kg U | UF ₆ 転換 1987年度実質価格 |
| (2) データハンドブック | 1,600 円/kg U | |
| (5) 発電コストの長期予測 | 5.625 \$/kg U | 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 1,600 円/kg U | 1980年価格 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 900 円/kg U U ₃ O ₈ → UF ₆ | \$ 6/kg U (150 円/\$) |
| | 1,000 円/kg U UF ₆ → UO ₂ | |
| | 900 円/kg U UO ₃ → UO ₂ | |
| | 700 円/kg U U ₃ O ₈ → UO ₂ | |
| (11) コスト試算とその意義 | 1,390 円/kg U | 1985年度価格 5.5\$/kg U 為替レート 252.0円/\$ UF ₆ 転換 |
| (14) 原子力産業 | 6.2\$/kg U | 1986年価格 |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|-----------------|--|--|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 将来目標値, 4-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 6.675 \$/kg U (930円/kgU) 6.675 \$/kg U (800円/kgU) | UF ₆ 転換 2000年価格 (140.0円/\$) 2030年価格 (120.0円/\$) |
| (5) 発電コストの長期予測 | 6.175 \$/kg U | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 3,400 円/kg U 7,000 円/kg U | 1980年以降上昇率; 7.5%/年 1990年価格 2000年価格 |
| (11) コスト試算とその意義 | 1,100 円/kg U 1,100 円/kg U | 為替レート 200円/\$ 1998年価格 5.5 \$/kgU 2013年価格 5.5 \$/kgU |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|---------------------|----------------|------------------|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 88,000 円/kg U | 成型加工 1985年度価格 |
| (2) データハンドブック | 87,200 円/kg HM | 燃料成型加工費 |
| (4) 昭和 61 年度調査報告書 | 87,000 円/kg-U | 1980年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 88,000 円/kg U | 成型加工 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 87,200 円/kg-U | 1980年価格 |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 87,200 円/kg-U | 1980年価格 |
| (10) LWR, FBRの経済性評価 | 88,000 円/kgU | LWR(U), A-LWR |
| (11) コスト試算とその意義 | 88,000 円/kgU | 1984年度価格 |
| (14) 原子力産業 | 628 \$/kgU | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 将来目標値, 5-11 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------|----------------------------------|--|
| (1) 発電コストの最新評価 | 88,000 円/kg U 88,000 円/kg U | 成型加工 2000年価格 2030年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 88,000 円/kg U | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 149,000 円/kg U 254,000 円/kg U | 1980年以降上昇率; 5.5%/年 1990年価格 2000年価格 |
| (11) コスト試算とその意義 | 88,000 円/kg U 88,000 円/kg U | 1984年以降上昇率; 0%/年 1999年価格 2014年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 新燃料輸送, 現状値, 6-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------------|-----------------|-----|
| (10) LWR, FBTR の経済性評価 | 4,000 円 / kg HM | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|---|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 (1/2) |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | (a) 建設単価 318 千円/KW (b) 資本費 ① 6.27 円/KWh ② 8.04 円/KWh (c) 運転費 ① 2.16 円/KWh ② 2.16 円/KWh | 1987年度運開コスト高 均等化コスト, 設備利用率 70% 初年度コスト, 設備利用率 70% 同 上 |
| (2) データハンドブック | 建設費 300 千円/KW | 1983年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | (a) 資本費 6.27 円/KWh (b) 操業費 2.16 円/KWh | 1986年度運開 設備利用率 : 70% 均等化コスト |
| (6) 発電コストの評価 | (a) 資本費 6.43 円/KWh (b) 運転費 3.92 円/KWh | 1986年運開 100万 KW 級 ユニット 利用率 : 70% |
| (9) 原子力発電の経済性 | (a) 建設単価 27.4 万円/KW (b) 資本費 6.7 円/KWh (c) 運転維持費 1.8 円/KWh | 1982年運開 原子力 110万KW 4基 利用率 70% |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 (2/2) |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| (13) 規模の経済 | 364 千円/KW 318 千円/KW 320 千円/KW | 1987年度運開ベース 今回数値 エネ研 通産省 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-II (1/2) |

| 評価例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|--|---|
| (1) 発電コストの最新評価 | <p>(a) 建設単価</p> <p>① 318 千円/KW</p> <p>② 302 千円/KW</p> <p>③ 286 千円/KW</p> <p>④ 270 千円/KW</p> <p>⑤ 254 千円/KW</p> <p>(b) 資本費</p> <p>① 5.07 円/KWh (A-LWR)</p> <p>② 5.89 円/KWh (コスト高)</p> <p>③ 6.39 円/KWh (A-LWR)</p> <p>④ 7.45 円/KWh (コスト高)</p> <p>(c) 運転費</p> <p>① 1.61 円/KWh (A-LWR)</p> <p>② 1.89 円/KWh (コスト高)</p> <p>③ 1.61 円/KWh (A-LWR)</p> <p>④ 1.89 円/KWh (コスト高)</p> | <p>2000年度運開</p> <p>コスト高</p> <p>5% 建設費削減</p> <p>10% 建設費削減</p> <p>標準 (A-LWR 15%建設費削減)</p> <p>20% 建設費削減</p> <p>} 均等化コスト, 設備利用率 70%</p> <p>} 初年度コスト, 設備利用率 70%</p> <p>} 同 上</p> |
| (2) データハンドブック | <p>建設費</p> <p>520 千円/KW (H&M)</p> <p>450 千円/KW (L)</p> | <p>2000年価格</p> <p>燃料価格シナリオ</p> <p>シナリオH(高), シナリオM(中)</p> <p>建設費上昇率はH&Mについては3.9%/年</p> <p>Lのケースでは3.1%/年</p> |
| (5) 発電コストの長期予測 | <p>(a) 資本費</p> <p>① 6.67 円/KWh</p> <p>② 5.85 円/KWh (燃焼度向上ケース)</p> | <p>2000年度運開</p> <p>設備利用率70%, 均等化コスト</p> <p>設備利用率80%, 均等化コスト</p> |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-II (2/2) |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|---|--|
| (5) 発電コストの長期予測 | ③ 4.76 円/KWh (燃焼度向上及びコストダウン) (a) 操業費 ① 2.16 円/KWh ② 1.89 円/KWh (燃焼度向上ケース) ③ 1.51 円/KWh (燃焼度向上及びコストダウン) | 設備利用率 80%, 均等化コスト 2000年度運開 設備利用率 70%, 均等化コスト 設備利用率 80%, 均等化コスト 設備利用率 80%, 均等化コスト |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | (a) 資本費 13.6 円/KWh (b) 運転費 8.3 円/KWh | 1990年運開 電気出力 110万KW 設備利用率 60% 建設単価 45万円/KW |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 現状値, 8-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|-------------------------------|--|
| (1) 発電コストの最新評価 | 130 £/kg HM 30,600 円/kg HM | 1987年度実質価格 為替レート 235.4 円/£ |
| (2) データハンドブック | 30,000 円/kg HM | |
| (4) 昭和 61 年度調査報告書 | 30,000 円/kg HM | 1980年価格 海外輸送の半額 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 130 £/kg HM | 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 48,400 円/kg HM | 1980年価格 |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 225 \$/kg | 1980年価格 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 25,000 円/kg HM | 150 円/\$ |
| (11) コスト試算とその意義 | 41,670 円/kg HM | 為替レート 320.5 円/ポンド 130 ポンド/kg HM 1984年度価格 |
| (14) 原子力産業 | 217 \$/kg U | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|-----------------|-----------------|--|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 将来目標値, 8-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 25,000 円/kg HM | 2000年価格 |
| | 25,000 円/kg HM | 2030年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 105 £/kg HM | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 114,600 円/kg HM | 1980年以降上昇率; 9%/年 |
| | 271,300 円/kg HM | 1990年価格 2000年価格 |
| (11) コスト試算とその意義 | 25,000 円/kg HM | 1991年～ 2016年価格 1991年以降から国内輸送 に切り換わるものと想定 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|----------------------------------|--|
| (1) 発電コストの最新評価 | 6,740 F/kg HM 175,000 円/kg HM | 1984年度価格 為替レート 26.0 円/F |
| (2) データハンドブック | 135,000 円/kg HM | U燃料 |
| (4) 昭和61年度調査報告書 | 160,000 円/kg HM | 1980年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 6740 F/kg HM | 1985年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 152,000 円/kg HM | 1980年価格 |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 1億5300 万円/ton | 1980年価格 BNFL, COGEMA の価格 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 205,200 円/kg HM | LWR(U), A-LWR |
| (11) コスト試算とその意義 | 175,000 円/kg HM | 1984年度価格 為替レート 25.96 円/フラン 6,740 フラン/kg HM |
| (14) 原子力産業 | 1443 \$/kg U | 1986年価格 140 円/ドルで換算 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 将来目標値, 9-II |

| 評価例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------|-------------------------|-------------------|
| (1) 発電コストの最新評価 | 160,410 円/kg HM | 2000年価格 |
| | 160,410 円/kg HM | 2030年価格 |
| (5) 発電コストの長期予測 | 6,740 F/kg HM | 2000年度価格 |
| (6) 発電コストの評価 | 412,000 円/kg HM (1990年) | 80~85年の上昇率; 12%/年 |
| | 976,000 円/kg HM (2000年) | 85年以降の上昇率; 9%/年 |
| (11) コスト試算とその意義 | 209,330 円/kg HM | 2002年価格 |
| | 243,0300 円/kg HM | 2017年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 現状値, 10-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|-----------------|----------------------------|
| (2) データハンドブック | 120,000 円/kg HM | |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 22,500 円/kg HM | \$ 150/kg HM (150 円/\$) |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|----------------|-------------|------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 将来目標値, 10-11 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 0.1 円 / KWh | 2000年度運開 |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 現状値, 11-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|-------------|-------------------------------------|
| (1) 発電コストの最新評価 | 1.781 円/KWh | 均等化コスト 1987年度運開 |
| | 2.253 円/KWh | 初年度コスト 1987年度運開 |
| (2) データハンドブック | 2.18 円/KWh | ワンス・スル |
| | 2.37 円/KWh | リサイクル |
| (3) 60年度調査報告書 | 2.37 円/KWh | |
| (6) 発電コストの評価 | 6.63 円/KWh | 1985年 運開ユニット |
| (9) 原子力発電の経済性 | 2.8 円/KWh | 1982年価格 原子力 110万kW 4基 利用率 70% |
| (14) 原子力産業 | 2.87 円/kWh | 1984年度運開 |
| | 3.08 円/kWh | 初年度コスト 均等化コスト |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 将来目標値, 11-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|-------------|-------------------------------------|
| (1) 発電コストの最新評価 | 1.794 円/KWh | 2000年度運開 均等化コスト (燃焼度向上しないケース) |
| | 1.382 円/KWh | 均等化コスト (燃焼度向上ケース) |
| | 1.794 円/KWh | 初年度コスト (燃焼度向上しないケース) |
| | 1.384 円/KWh | 初年度コスト (燃焼度向上ケース) |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|------------------|--|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 現状値, 12-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 10.21 円/KWh (送電端) 12.46 円/KWh (送電端) | 1987年度運開 均等化コスト 初年度コスト |
| (2) データハンドブック | 2.57×10^{-2} ECU/KWh | 1981. 1. 価格 現在価値換算, 均等化 発電原価 1981. 1. 現在 \$1.299/ECU |
| (5) 発電コストの長期予測 | 10.26 円/KWh | 1986年度運開ベース発電 コスト比較 |
| (6) 発電コストの評価 | 17.18 円/KWh | 1985年運開100万KW級ユ ニ ット 利用率 70% |
| (9) 原子力発電の経済性 | 11.3 円/KWh | 1982年価格ユニット 原子力 110万KW 4基 利用率 70% |
| (12) FBR 実用化データ集 | 15.51 円/KWh (初年度) 13.18 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 49 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 16.11 円/KWh (初年度) 13.76 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 100 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 16.70 円/KWh (初年度) 14.25 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 150 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 17.29 円/KWh (初年度) 14.78 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 200 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 17.88 円/KWh (初年度) 15.32 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 250 \$/lbU ₃ O ₈ |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|------------------------|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 将来目標値, 12-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (1) 発電コストの最新評価 | 8.06 円/KWh [標準(A-LWR)] | } 均等化コスト |
| | 9.58 円/KWh (コスト高) | |
| | 9.38 円/KWh [標準(A-LWR)] | } 初年度コスト |
| | 11.13 円/KWh (コスト高) | |
| (5) 発電コストの長期予測 | 10.57 円/KWh | 2000年度運開ベース 石炭価格ローケースかつ 資本費削減ケース |
| | 9.06 円/KWh | 原子力発電の燃焼度向上 ケース |
| (8) 軽水炉の経済性評価 | 26.6 円/KWh | 1990年運開 設備利用率 60% 建設単価 45 万円/KW 電気出力 110 万KW |
| | | |

表 4-4 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| | | |
|---------------|-----------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 現状値, 1-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 22,900 円 / kg U | U 燃料 MOX 燃料 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 | |
|----------------------|-------------|--------------------|-----|
| | 対象とする炉型 | プルサーマル | |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 現状値, 2-1 | |
| 評 価 例 | | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | | 3,900 円 / g Puf | |
| | | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|---------------|------------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 現状値, 3-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 30,300 円 / kgSWU | U 燃料 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|--------------|--|
| (2) データハンドブック | 1,600 円/kg U | |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 800 円/g Puf | Pu(NO ₃) ₄ → PuO ₂ |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | ブルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|---------------------------------|----------------|
| (2) データハンドブック | 87,200 円/kgHM 130,000 円/kgHM | U 燃料 MOX 燃料 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 205,000 円/kgHM | LWR (Pu) |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 現状値, 8-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|----------------|----------------|
| (2) データハンドブック | 33,000 円/kg HM | U 燃料 MOX 燃料 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 25,000 円/kg HM | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|-----------------|----------------|
| | 対象とする炉型 | ブルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 135,000 円/kg HM | U 燃料 MOX 燃料 |
| | 162,000 円/kg HM | |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 246,200 円/kg HM | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|----------------------|-----------------|--------------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 現状値, 10 - I |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 120,000 円/kg HM | U 燃料 MOX 燃料 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 22,500 円/kg HM | \$ 150 / kg HM (150 円/\$) |
| | | |

表 4-5 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|---------------|--------------------|
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 現状値, 2-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 3,900 円/g Puf | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|-------------|---|
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 800 円/g Puf | Pu (NO ₃) ₄ → PuO ₂ |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|----------------|-----------|
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 26,400 円/kg HM | LWR(U)の3倍 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|----------------------|----------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 現状値, 8-1 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 25,000 円/kg HM | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|----------------|-----|
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 246,200 円/kgHM | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 高転換軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 現状値, 10 - I |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|----------------|------------------------------|
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 22,500 円/kg HM | \$ 150 / kg HM (150 円/\$) |
| | | |

表 4-6 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|----------------|---|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 将来目標値, 1-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 83.2 / kg U | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 | |
|----------------------|-------------|--------------------|-----|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 | |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 現状値, 2-1 | |
| 評 価 例 | | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | | 3,900 円 / g Puf | |
| | | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 将来目標値, 2-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|--------------|---|
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 15 / gPuf | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|--|----------------------------|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 900 円/kgU U ₃ O ₈ → UF ₆ | \$ 6 / kgU (150 円/\$) |
| | 1,000 円/kgU UF ₆ → UO ₂ | |
| | 800 円/gPuf Pu (NO ₃) → PuO ₂ | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 将来目標値, 4-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|------------|---|
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 6 / kgU | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|-------------------|----------------|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 88,000 円 / kg HM | ATR(U) |
| | 205,000 円 / kg HM | ATR(Pu) |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 将来目標値, 5-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|----------------|--|
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 522 / kg HM | MOX 燃料成型加工 1984年1月1日 USドル, ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---------------|-----------------|------------------------|
| (16) 原子力委員会月報 | 建設費 3,960 億円 | 運開 ; 70 年3 月 59年度価格 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|---------------|---|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 将来目標値, 8-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 40 / kg HM | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 将来目標値, 9-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|----------------|--|
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 750 / kg HM | 1984年1月1日 USドル ATR 再処理 + ガラス固化 1955年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 将来目標値, 10-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|----------------|---|
| (7) 燃料サイクルの経済性 | \$ 150 / kg HM | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|---------------|---|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 将来目標値, 11-11 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (7) 燃料サイクルの経済性 | 8.64 ミル / KWh | 1984年1月1日 USドル ATR 1995年1月1日 運開予定 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 将来目標値, 12-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---------------|---------------|-------------------|
| (16) 原子力委員会月報 | 15 円 / KWh 程度 | 運開 ; 70年3月 送電端 |
| | | |

表 4-7 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|----------------------|--|
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 将来目標値, 1-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 35 \$/lb 35 \$/kg | 商業運転開始年; 2005年 1984 \$ U ₃ O ₈ トリウム |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 将来目標値, 3-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|-----------------|----------------------------|
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 135 \$ / kg SWU | 商業運転開始年 ; 2005年 1984 \$ |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|-------------|---------------------------|
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 将来目標値, 4-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 8 \$ / kg U | 商業運転開始年; 2005年 1984 \$ |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 将来目標値, 5-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|-----------------------------------|---|
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 9150 \$/block 16.90 \$/ball | 商業運転開始年; 2005年 1984 \$ 加工 HTR 加工モジュール型 HTR |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---------------|---|--|
| (2) データハンドブック | 資本費 8,678 (百万円) 12,487 22,334 運転費 15,445 (百万円) 23,473 47,274 | 1980年10月価格 500 MWt 1,000 MWt 3,000 MWt 500 MWt 1,000 MWt 3,000 MWt |
| | プラント建設コスト 1,100 (億円) 1,600 2,800 | 500 MWt 1,000 MWt 3,000 MWt |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|--------------------------|------------------------------|
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 直接建設費 | 商業運転開始年; 2005年 1985年米国ドル |
| | 1,851 \$/KWe | HTR-100 (197 MWe) |
| | 2,102 \$/KWe | HTR-MODUL(154 MWe) |
| | 運転維持費 | 商業運転開始年; 2005年 モジュール型 HTR |
| | 14.74 ミル/KWh | 4 原子炉, 1 タービン |
| | 15.82 ミル/KWh | 4 原子炉, 2 タービン |
| 20.60 ミル/KWh | 2 原子炉, 1 タービン | |
| 運転維持費 | 商業運転開始年; 2005年 大型 HTR | |
| 8.36 ミル/KWh | 2240 MWt | |
| 12.62 ミル/KWh | 1170 MWt | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------|-----------------------------|---|
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 将来目標値, 11-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (15) 高温ガス炉の経済性 | 約 9 ミル/kg h 約 10 ミル/kg h | 商業運転開始年; 2005年 HTR-100 (ワンスルー) HTR-MODUL(ワンスルー) |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 将来目標値, 12-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|---|--|
| (15) 高温ガス炉の経済性 | <p align="center">HTR-100</p> <p align="center">約 62 ミル/KWh 約 50 ミル/KWh 約 45 ミル/KWh</p> | <p>商業運転開始年; 2005年 1985年米国ドル</p> <p>原子炉数, 2基 原子炉数, 4基 原子炉数, 12基</p> |
| | <p align="center">HTR-MODUL</p> <p align="center">約 70 ミル/KWh 約 60 ミル/KWh 約 55 ミル/KWh</p> | <p>商業運転開始年; 2005年 1985年米国ドル</p> <p>原子炉数, 2基 原子炉数, 4基 原子炉数, 12基</p> |
| | | |

表 4-8 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|----------------------|---------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 現状値, 2-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 3,900 円/g Puf | |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 87,200 円/kg HM | ブランケット |
| | 390,000 円/Kg HM | 炉心 |
| (3) 昭和60年度調査報告書 | 390 千円/kg HM (炉心) 0.62 円/KWh | 燃料重量当り 発電電力当り |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 264,000 円/kg HM | 炉心, 軸ブランケット LWR(U)の2倍 |
| | 88,000 円/kg HM | 径ブランケット |
| (12) FBR 実用化データ集 | 485.0 \$/kg 重金属 | FBR ブランケット |
| | 2183.0 \$/kg 重金属 | FBR 炉心 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|----------------------|-----------------|-------------------|
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 現状値, 8-1 |
| 評価例 | 単価 | 備考 |
| (2) データハンドブック | 33,000 円/kg HM | ブランケット |
| | 39,600 円/Kg HM | 炉心 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 30,000 円/kg HM | 炉心, 軸ブランケット |
| (12) FBR 実用化データ集 | 122.5 \$/kg 重金属 | FBR ブランケット |
| | 147.0 \$/kg 重金属 | FBR 炉心 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
|------------------|--------------------------------------|----------------------|
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| (2) データハンドブック | 135,000 円/kgHM 560,000 円/KgHM | ブランケット 炉心 |
| (3) 昭和60年度調査報告書 | 560 千円/kgHM (炉心) 0.85 円/KWh | 燃料重量当り 発電電力当り |
| (12) FBR 実用化データ集 | 752.15 \$/kg 重金属 2407.0 \$/kg 重金属 | FBR ブランケット FBR 炉心 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理処分, 現状値, 10-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------------|------------------|-------------|
| (2) データハンドブック | 144,000 円 / kgHM | ブランケット, 炉心 |
| (10) LWR, FBR の経済性評価 | 45,000 円 / kgHM | 炉心, 軸ブランケット |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 現状値, 11-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------|------------|-----|
| (3) 昭和60年度調査報告書 | 2.03 円/KWh | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 我が国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 現状値, 12-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|------------------|--|---|
| (12) FBR 実用化データ集 | 17.89 円/KWh (初年度) 14.26 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 49 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 17.57 円/KWh (初年度) 13.93 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 100 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 17.26 円/KWh (初年度) 13.60 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 150 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 16.95 円/KWh (初年度) 13.27 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 200 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | 12.94 円/KWh (16年平均) | 送電端 ウランコスト; 250 \$/lbU ₃ O ₈ |
| | | |

5. 米国の調査結果

5.1 収集資料

表5-1に米国における「炉建設費及び燃料サイクル費調査」の資料リストを示す。

資料リストには、今回調査した文献、雑誌等約15件の資料番号、資料名称、著者、発行機関及び文献、雑誌番号を記載している。

5.2 資料の整理

収集した文献、雑誌等について、コストに関する情報を対象とする炉型、対象とする工程及び現状値、将来目標値ごとに資料を整理した。整理結果を表5-2に示す。

収集した資料の内容は以下の通りである。

(1) 対象とする炉型では、プルサーマル、重水炉、HTGR、FBRであり、残る高転換軽水炉に関しては情報は見出せなかった。

なお、重水炉についてはカナダのCANDUに関するコストデータを整理した。

(2) 対象とする工程では、新燃料輸送に関する情報が見出せなかった。

我が国と同様、この工程は燃料製造の工程に含まれているためと考えられる。

(3) 調査時期に関してはプルサーマルおよびHTGRの将来目標値に関する情報が見出せなかった。

5.3 コストの調査結果

表5-1の資料からのコストデータを、コスト調査表にまとめた結果を表5-3～表5-8に示す。

コストの値は文献、雑誌等から抜粋したそのものの値を採用し、表の備考欄にコストの算出値の背景がわかるよう技術仕様、特記事項等を記載した。

以下、表の番号と対象とする炉型との対応は次の通りである。

| 表 番 号 | コスト調査表の対象炉型名 |
|---------|--------------|
| 表 5 - 3 | 軽水炉 |
| 表 5 - 4 | プルサーマル |
| 表 5 - 5 | 重水炉 |
| 表 5 - 6 | HTGR (高温ガス炉) |
| 表 5 - 7 | FBR |

表 5-1 「炉建設費及び燃料サイクル費調査」

資料リスト

対象とする国； 米 国

| 資料番号 | 資料名称 | 著者，発行機関 | 文献，雑誌番号等 |
|--------|---|--|--|
| [1] | プルトニウム利用に関する調査 | (株)三菱総研 | 昭和 61 年 |
| [2] | エネルギー技術データハンドブック — コスト編 (第 2 次版) — | (財)エネルギー総合工学研究所 | 1985 年 1 IAE-C8406 |
| [3] | プルトニウム利用の実用化に関する 基本問題調査 — 成果報告書 | (株)野村総研 | 昭和 62 年 3 月 |
| [4] | Report Financing the Disposal of commercial Spent Nuclear Fuel and Processed High-Level Rad Waste | U. S DOE | DOE/S-0020/1 July 1983 |
| [5] | Survey of Nucleas Power Plant Construction Costs 1985 | U. S DOE | DOE/EIA-0439 (84) |
| [6] | 石炭火力と原子力の発電コスト予測の比較 — 米国 UEC 報告書 — | 翻訳 (社)海外電力調査会 | 1985 年 2 月 |
| [7] | Cost Engineering for an Advanced Reactor Design | General Electric Co. Western Power Corp | 1987 年 Proceedings of the American Power Conf. |
| [8] | 高温ガス炉の概要 | 日本原子力研究所 動力炉開発・安全性 研究管理部 | 昭和 59 年 12 月 21 日 |
| [9] | モジュール型高温ガス冷却発電プラント の経済性 — GCRA 設計の MGTGR — | 日本原子力研究所 | 昭和 63 年 6 月 29 日 |
| [10] | Nuclear O & M Costs Outpace Coal for First Time in '87 | 米国 Utilily Data Institute Inc. | Nucleonics Week Vol. 29, No. 39 September 29, 1988 |
| [11] | Nuclear Energy Cost Data Base 1986 A Reference Data Base for Nuclear and Coal-fired Power plant Power Generation Cost Analysis | U. S DOE | DOE/NE... 0078 December 1986 |
| [12] | 米国の発電所における操業コストと建設 コスト | 米国 UDI 社 | 海外電力 第 29 巻 No. 6 (265) |
| [13] | Integral fast reactor shows its mettle | Y.I. Chang etal ANL | Nuclear Engineering International November 1987 |
| [14] | NB Power Wants Canada to Fund Nuclear Capital Cost Difference | New Brunswick Power (NB) | Nucleonics Week Vol. 29, No. 16 Apr. 21, 1988 |
| [15] | Economics of CANDU-PHW 1984 | H.A. Jackson etal. Ontario Hydro | NGD-10 (1984) R-O March, 1985 |
| | | | |

対象とする国：米 国

表 5-2 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」管理リスト

注： []内は文献, 雑誌等の番号を示す。

| 対象とする炉型 | 対象とする工程 | | ウラン価格 | プルトニウム価格 | 濃縮 | 転換 | 燃料製造 (建設費) 運転費 | 新燃料 輸送 | 原子炉 (建設費) 運転費 | 使用済 燃料輸送 | 再処理 (建設費) 運転費 | 廃棄物 処理・処分 | 燃料 サイクル費 | 発電 原価 | その他 |
|----------------------|-----------|----|---------|----------|---------|---------|----------------------|-----------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|-------------|----------|----------|
| | 時期 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 軽水炉 (BWR, PWR) | 現状値 | I | [1][11] | | [1][11] | [1][11] | [1][11] | | [2][5][12] | [1][4][11] | [1][3][11] | [1][4][11] | [1] | [2] | [10][12] |
| | 将来 目標値 | II | [11] | | [11] | | | | [5][6][11] | | | | [6] | [6] | |
| ブルサーマル (BWR, PWR) | 現状値 | I | | [3] | | | [1][11] | | | | | | | | |
| | 将来 目標値 | II | | | | | | | | | | | | | |
| 高転換軽水炉 (BWR, PWR) | 現状値 | I | | | | | | | | | | | | | |
| | 将来 目標値 | II | | | | | | | | | | | | | |
| 重水炉 (CANDU 炉等) | 現状値 | I | | | | | | | [14][15] | | | | [15] | [14][15] | [15] |
| | 将来 目標値 | II | | | | | | | [14][15] | | | | | [15] | |
| HTGR (高温ガス炉) | 現状値 | I | [8] | | [8] | [8] | [8] | | [8][9] | | [8] | [8] | [8] | [9] | [8] |
| | 将来 目標値 | II | | | | | | | | | | | | | |
| FBR (IFRを含む) | 現状値 | I | | | | | [11] | | [7][13] | [11] | [11] | | | | |
| | 将来 目標値 | II | | | | | | | [11] | | | | | | |

表 5-3 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| | | |
|---|---|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 現状値, 1- I |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 35 /lb U ₃ O ₈ | 1984年価格 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 34 /lb U ₃ O ₈ | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---|---|----------------------|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 将来目標値, 1 - II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 2000年におけるウラン価格 約 \$ 40 /lb U ₃ O ₈ | 1986年に現在価値換算 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 現状値, 3-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---|---------------|---------|
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 135 /kgSWU | 1984年価格 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 110 /kgSWU | 1986年価格 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|--|------------------------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 将来目標値, 3-II |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 2000年における予測値 \$ 70 /kgSWU | 1986年に現在価値換算 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---|-------------|--------------|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 8 /kg | 1984年価格 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 8 /kg | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|--|------------------------------|--------------------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 5 - 1 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 220 /kg U | 1984年価格 U加工 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 220 /kg U \$ 240 /kg U | 1986年価格 ・ 標準燃焼度 ・ 長寿命燃焼度 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------|------|--------|------|--------|------|----------|------|----------|------|----------|--|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 | | | | | | | | | | | | |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 | | | | | | | | | | | | |
| [2] データハンドブック | (a) 資本費 1.85×10 ⁻² ECU/KWh (b) 運転保守費 0.37×10 ⁻² ECU/KWh | 1981. 1. 1 価格 現在価値換算率 : 5% 1990年運開 耐用年数 : 20年 設備利用率 : 70% \$ 1.299 / ECU | | | | | | | | | | | | |
| [5] Survey of Nuclear Power Plant Const. Costs 1984 | 原子炉建設費 1,299 \$/kWe | ・ 1981 ~ 1984年 運開13基の平均建設コスト ・ 支払年価格 | | | | | | | | | | | | |
| [12] 米国の発電所における操業コストと建設コスト | 運開年度平均建設費 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>運 開 年 度</th> <th>\$/ 発 電 端 kWe</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1981</td> <td>745.25</td> </tr> <tr> <td>1982</td> <td>938.00</td> </tr> <tr> <td>1983</td> <td>1,848.33</td> </tr> <tr> <td>1984</td> <td>1,670.33</td> </tr> <tr> <td>1985</td> <td>2,320.71</td> </tr> </tbody> </table> | 運 開 年 度 | \$/ 発 電 端 kWe | 1981 | 745.25 | 1982 | 938.00 | 1983 | 1,848.33 | 1984 | 1,670.33 | 1985 | 2,320.71 | |
| 運 開 年 度 | \$/ 発 電 端 kWe | | | | | | | | | | | | | |
| 1981 | 745.25 | | | | | | | | | | | | | |
| 1982 | 938.00 | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | 1,848.33 | | | | | | | | | | | | | |
| 1984 | 1,670.33 | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | 2,320.71 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---|--|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 (BWR, PWR) |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 来目標値, 7-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [5] Survey of Nuclear Power Plant Const. Costs 1984 | 建設費 2,127 \$/kWe | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1988 ~ 1991年 運開予定 5 基の平均建設コストの 予測値 ・ 支払年価格 |
| [6] 石炭火力と原子力の 発電コスト予測の比較 — 米国 UEC 報告書 — | ① UEC 評価 (a) 資本費 PWR : 57.5 ミル/kWh BWR : 56.4 ミル/kWh (b) 運転維持費 PWR : 7.0 ミル/kWh BWR : 7.0 ミル/kWh ② S & L 評価 (a) 資本費 58.0 ミル/kWh (b) 運転維持費 5.8 ミル/kWh ③ S & L 評価 (a) 資本費 59.0 ミル/kWh (b) 運転維持費 5.8 ミル/kWh | 1990年基準 当該時点での均平化 実勢ドル価 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | ① 建設費総額 (1100 MWe) (a) 6,580 million \$ 5,980 \$/kWe 3,020 \$/kWe (1986年現在価値換算) (b) 3,690 million \$ 3,350 \$/kWe 1,690 \$/kWe (1986年現在価値換算) ② 運転維持費 2000年 7.1 mills/kWh | 2000年価格 (シカゴ地域) ・設計, 建設リードタイム : 12年 ・建設人工 : 26人時/kWe ・設計, 建設リードタイム : 8年 ・建設人工 : 14人時/kWe 1986年現在価値換算 |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|--|---|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 8- I |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 30 /kg HM | 1984年価格 |
| [4] Report on Financing the Disposal of Commercial Spent Nuclear Fuel | \$ 21 /kg U | 1982年価格 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 45 /kg HM Range : \$ 25 ~ 70 /kg HM | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|---|--|---------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 800 /kg HM | 1984年価格 |
| [3] プルトニウム利用の実用化に関する基本問題調査 — 成果報告書 | 536 US\$/kg | 1982年1月 U. S. DOE推計 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 280 \$/kg HM Range : 200~600 \$/kg HM | 1986年価格 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|--|----------------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 現状値, 10-1 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [1] Pu 利用に関する調査 | 0.8 Mill/kWh | 1984年価格 HLW 処分 |
| [4] Report on Financing the Disposal of Commercial Spent Nuclear Fuel | \$ 107 ~ \$176 /kg U | 1982年価格 再処理高レベル廃棄物 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 1 mills/kWh | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 現状値, 11-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------|---|--|
| [1] Pu 利用に関する調査 | 8.33 ミル/kWh 10.1 ミル/kWh 9.68 ミル/kWh | 1984年現在価値 ワンズスルー Uリサイクル U/Puリサイクル |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 将来目標値, 11-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---|--|-------------------------------|
| [6] 石炭火力と原子力の 発電コスト予測の比較 — 米国 UEC 報告書 — | ① UEC 評価 (a) 再処理なし PWR : 62.1 ミル/kWh BWR : 62.3 ミル/kWh (b) 再処理あり PWR : 49.7 ミル/kWh BWR : データなし ② S & L 評価 25.3 ミル/kWh ③ S & W 評価 11 ミル/kWh | 1990年基準 当該時点での均平化 実勢ドル価 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---------------|-------------------------------|---|
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 現状値, 12-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [2] データハンドブック | 2.89×10^{-2} ECU/kWh | 1981. 1. 1 価格 現在価値換算率 : 5% 1990年運開 耐用年数 : 20年 設備利用率 : 70% \$ 1.299 / ECU |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 将来目標値, 12-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-----------------------------|--|-------------------------------|
| [6] 石炭火力と原子力の 発電コスト予測の比較 | ① UEC 評価 (a) PWR 再処理なし 126.6 ミル/kWh 再処理あり 114.2 ミル/kWh (b) BWR 再処理なし 125.5 ミル/kWh ② S & L 評価 89.1 ミル/kWh ③ S & W 評価 75 ミル/kWh | 1990年基準 当該時点での均平化 実勢ドル価 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| | 対象とする工程, 時期 | その他, 現状値, 13-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--|---|---------------------------|
| [10] Nuclear O & M Costs Outpace Coal for First Time in 1987 | 米国の原発の変動費 (燃料費を含む) 2.18 cents/kWh | 1987年 米国の原発 72プラントの平均値 |
| [12] 米国の発電所におけ る操業コストと建設 コスト | 米国の原発の変動費 (燃料費を含む) ① 1981年 1.195 cents/kWh ② 1985年 1.867 cents/kWh | |
| | | |

表 5-4 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | プルトニウム価格, 現状値, 2-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [3] プルトニウム利用の実用化に関する基本問題調査 — 成果報告書 | ① PuO ₂ の輸送コスト 0.049 ドル/gPu ② PuO ₂ の貯蔵コスト 2 ドル/gPu・年 ③ プルトニウム精製コスト 6 ドル/gPu | 1982年価格 米国国内での陸上輸送 アメリシウム除去 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | プルサーマル |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-I |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|---|--|----------|
| [1] Pu 利用に関する調査 | \$ 770 /kg HM | 1984年価格 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | \$ 730 /kg HM Range : \$400~1200/kgHM | 1986 年価格 |
| | | |

表 5-5 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国, カナダ |
|--|---|--|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [14] NB Power Wants Canada to Fund Nuclear Capital Cost Difference | <p>建設費</p> <p>① 680MW Point Lepreau プラント 現状値 1.45 billion カナダドル</p> <p>② 400MW Point Lepreau プラント, 1990年建設開始 2.0 billion カナダドル以上</p> | |
| | <p>(1) 建設費</p> <p>Bruce 発電所 (4基合計 3,100 MWe)</p> <p>1961.1 million カナダドル 632.6 カナダドル/kWe</p> <p>(2) 運転維持費</p> <p>① Bruce 発電所 0.345 カナダ cent/kWe</p> <p>② Pickering 発電所 0.481 カナダ cent/kWe</p> | <p>1977~1979年運開</p> <p>1984年実績</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 全4ユニット平均値 ・ 稼働率 : 93.7% ・ 1971~1972運開 No.3&No.4 2基平均 ・ 稼働率 : 82.1% |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-II |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-------------------------------------|---|--|
| [15] economics of CANDU-PHW 1984 | 建設費 Darlington 発電所 (4基合計 3524 MWe) 10,975 million カナダドル 3,114.4 カナダドル/kWe | <ul style="list-style-type: none"> ・ 1988 ~ 1992年 運開予定 ・ 1984年12月31日評価 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | カナダ |
|-------------------------------------|---|---|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 現状値, 11- I |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [15] economics of CANDU-PHW 1984 | 1984年実績 ① Bruce 発電所 0.440 カナダ cent/kWh ② Pickering 発電所 0.359 カナダ cent/kWh | ・ 全4ユニット平均値 ・ 稼働率 : 93.7% ・ ユニット No.3&No.4の 平均値 ・ 稼働率 : 82.1% |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | カナダ |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 現状値, 12-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--|---|---|
| [14] NB Power Wants Canada to Fund Nuclear Capital Cost Difference | CANDU 炉の発電原価 の現状値 | |
| | 運 転 年 | カナダ cents/kWH |
| | 1983~1984 | 5.0 |
| | 1984~1985 | 5.4 |
| | 1985~1986 | 5.3 |
| | 1986~1987 | 5.4 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 電力会社 New Brunswick Power Point Lepreau プラント (680 MW) 稼働率 : 92% ・ 1988年報告 |
| [15] economics of CANDU-PHW 1984 | 1984年実績 ① Bruce 発電所 1.873 カナダ cent/kWh ② Pickering 発電所 1.809 カナダ cent/kWh | <ul style="list-style-type: none"> ・ 全4ユニット平均値 ・ 稼働率 : 93.7% ・ ユニット No.3&No.4の 平均値 ・ 稼働率 : 82.1% |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | |
|-------------------------------------|---|---------------------|
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 将来目標値, 12-II |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [15] economics of CANDU-PHW 1984 | 2000年における CANDU プラントの発電原価 5.83 カナダ cent/kWh | ・稼働率 80% ・金利 13% |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | |
| | 対象とする炉型 | 重水炉 (CANDU 炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | その他, 現状値, 13-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|-------------------------------------|---|--|
| [15] economics of CANDU-PHW 1984 | 重水補給費 ① Bruce 発電所 0.027 カナダ cent/kWh ② Pickering 発電所 0.052 カナダ cent/kWh | 1984年実績 ・ 全4ユニット平均値 ・ 稼働率 : 93.7% ・ ユニット No.3&No.4の 平均値 ・ 稼働率 : 82.1% |
| | | |

表 5-6 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| | | |
|--------------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | ウラン価格, 現状値, 1-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [8] 高温ガス炉の概要 | 2.42 円/kWh | HTGR-SC/E炉 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|--------------|-------------|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 濃縮, 現状値, 3- I |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [8] 高温ガス炉の概要 | 1.32 円/kWh | HTGR-SC/E炉 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 転換, 現状値, 4-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--------------|------------|------------|
| [8] 高温ガス炉の概要 | 0.06 円/kWh | HTGR-SC/E炉 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|---------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--------------------|--|--|
| [8] 高温ガス炉の概要 | HTGR の総建設費 1. Peach Bottom 炉 約 90 million \$ 2. Fort St. Veain 炉 約 200 million \$ | 40 MWe, 1960年運開 [記載図よりの読み取り値] 330 MWe, 1981年定格出力運転 [記載図よりの読み取り値] |
| [9] GCRA 設計の MHTGR | 1. リードプラント ① 1号機モジュール (133 MWe) 712 million \$, 5353\$/kWe ② 4モジュール (537.6 MWe) 1405 million \$, 2613\$/kWe 2. レプリカプラント (537.6 MWe) 1239 million \$, 2305\$/kWe 3. NOAK プラント 1150 million \$, 2139\$/kWe | 1987年価格 レプリカプラントとは 1. の ②のプラントに引続き 8ヶ月 以内に運開する第2番目の 4モジュールプラント |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 廃棄物処理・処分, 現状値, 10 - I |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|----------------|------------|------------|
| [8] 高温ガス炉の概要 | 0.75 円/kWh | HTGR-SC/E炉 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|--------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料サイクル費, 現状値, 11-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--------------|---|---|
| [8] 高温ガス炉の概要 | HTGR-SC/E の燃料 サイクル費 5.75 円/kWh (U ₂₃₅ および U ₂₃₃ クレジット を含まず) | ・HTGR: DOE スポンサー により GAT 社 (GA Technologies Inc.) による設計 [記載図よりの読み取り値] |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | 発電原価, 現状値, 12-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--------------------|---|---|
| [9] GCRA 設計の MHTGR | 1. 発電経費 (1年当り) ① 1号機モジュール (133 MWe) 約 66 M\$/年 ② モジュール4基×タービン2基 (538.6 MWe) 約 646 M\$/年 / 133 MWe 2. 発電原価 ① モジュール1基×タービン1基 (133.6 MWe) 約 70 mills/kWh ② モジュール2基×タービン2基 (269.6 MWe) 約 54 mills/kWh ③ モジュール4基×タービン2基 (538.6 MWe) 約 49 mills/kWh ④ モジュール8基×タービン4基 (538.6 MWe) 約 47 mills/kWh | 1987年価格 [図より読み取り] 送電端コスト [図より読み取り] |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| | 対象とする工程, 時期 | その他, 現状値, 13-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--------------|--|-------------|
| [8] 高温ガス炉の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ U₂₃₅ クレジット 0.17 円/kWh ・ U₂₃₃ クレジット 0.98 円/kWh | HTGR-SC/E 炉 |
| | | |

表 5-7 「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---|--|----------------|
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 燃料製造, 現状値, 5-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | ① 炉心燃料 \$ 2,250 / kg HM Range: \$ 1800~3200 / kg HM ② ブランケット燃料 \$ 320 / kg HM Range: \$ 200~500 / kg HM | 1986年価格 |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
|---|--|--|
| | 対象とする炉型 | F B R |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 現状値, 7-1 |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [7] Cost Engineering for an Advanced Reactor Design | PRISM 炉 1245 MWeプラント (軽水炉1100MWeプラント相当) の建設費 1970 US\$ in Millions | 1986年価格 |
| [13] Integral fast reactor shows its mettle | ① IFR 1200~1400 MWe プラント建設費 約 \$ 50 million ② 年間運転維持費 約 £ 12 million | 概念設計費, 機器開発費, 予備費を除く発電プラ ント, 燃料製造, 再処理, 廃 棄物処理・貯蔵の施設を 含む, 1987年評価 [注記: 建設費としては安過 ぎるのでミスプリの 可能性あり] |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|---|---|------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 原子炉, 将来目標値, 7-11 |
| | | |
| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 1100 MWe FBR 建設費の 2000年予測値 5,230 millions \$ 4,760 \$/kWe 2,400 \$/kWe (1986年現在価値換算) | |
| | | |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-------------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | FBR |
| | 対象とする工程, 時期 | 使用済燃料輸送, 現状値, 8-1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--|---------------------------------------|---------|
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 110 \$/kgHM Range : 60~200 \$/kgHM | 1986年価格 |
| | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」コスト調査表

| | | |
|------|-------------|-----------------|
| 調査対象 | 対象とする国 | 米 国 |
| | 対象とする炉型 | F B R |
| | 対象とする工程, 時期 | 再処理, 現状値, 9 - 1 |

| 評 価 例 | 単 価 | 備 考 |
|--|--|---------|
| [11] Nuclear Energy Cost Data Base 1986 | 560 \$/kgHM Range: 300~1200 \$/kgHM | 1986年価格 |
| | | |

6. 資料要旨集

6.1 我が国 (1) ~ (16)

6.2 米 国 [1] ~ [15]

「炉建設費及び燃料サイクル費調査」

資料リスト

対象とする国； 我が国

| 資料番号 | 資料名称 | 著者, 発行機関 | 文献, 雑誌番号等 |
|------|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
| (1) | 発電コストの最新評価 | 河村 達彦 エネルギー経済 | 第13巻 第12号 |
| (2) | エネルギー技術データハンドブック — コスト編 (第2次版) — | (財)エネルギー 総合工学研究所 | 1985年1月 IAE-C8406 |
| (3) | 昭和60年度 発電用新型炉等開発調査報告書 | 〃 | IAE-C8518 |
| (4) | 昭和61年度 発電用新型炉等開発調査報告書 | 〃 | IAE-C8622-1 |
| (5) | 原子力発電コストの長期予測 | 前田 一郎 エネルギー | 1987 Vo 120, No 10 |
| (6) | 原子力発電コストの評価 | 鈴木 利治 原子力工業 | 第27巻 第9号 |
| (7) | 原子燃料サイクルの経済性 | OECD/NEA | |
| (8) | 軽水炉の経済性 | Energy | 1982 No.10 VOC15 |
| (9) | 原子力発電の経済性について | 日本原子力文化 振興財団 | 昭和58年1月 プレスリリース No.89 |
| (10) | 軽水炉及び高速増殖炉の 経済性評価 | 日本原子力情報 センター | No.8711360 |
| (11) | 発電コスト試算とその意義 | 鈴木, 宮崎, 井口 エネルギー経済 | 1985. 12 |
| (12) | 高速増殖炉 <FBR> 開発 実用化データ集 | | 1984 |
| (13) | 原子力発電所における規模の 経済と建設中利子について | 田地野 国郎 エネルギー経済 | 1988. 6 Vol. 14, No. 6 |
| (14) | 原子力産業 | 武井 満男 同文書院 | |
| (15) | ペブルベッド・モジュール型 高温ガス炉の経済性 | 日本原子力研究所 | 昭和60年6月 |
| (16) | 原子力委員会月報 | 原子力委員会 | 昭和60年9月26日 通巻345号 |

「炉建設費及び燃料サイクル費調査」

資料リスト

対象とする国； 米 国

| 資料番号 | 資料名称 | 著者, 発行期間 | 文献, 雑誌番号等 |
|--------|---|--|--|
| [1] | プルトニウム利用に関する調査 | (株)三菱総研 | 昭和 61 年 3 月 |
| [2] | エネルギー技術データハンドブック — コスト編 (第 2 次版) — | (財)エネルギー総合工学研究所 | 1985 年 1 月 IAE-C8406 |
| [3] | プルトニウム利用の実用化に関する 基本問題調査 — 成果報告書 | (株)野村総研 | 昭和 62 年 3 月 |
| [4] | Report Financing the Disposal of commercial Spent Nuclear Fuel and Processed High-Level Rad Waste | U. S DOE | DOE/S-0020/1 July 1983 |
| [5] | Survey of Nucleas Power Plant Construction Costs 1985 | U. S DOE | DOE/EIA-0439 (84) |
| [6] | 石炭火力と原子力の発電コスト予測の比較 — 米国 UEC 報告書 — | 翻訳 (社)海外電力調査会 | 1985 年 2 月 |
| [7] | Cost Engineering for an Advanced Reactor Design | General Electric Co. Western Power Corp | 1987 年 Proceedings of the American Power Conf. |
| [8] | 高温ガス炉の概要 | 日本原子力研究所 動力炉開発・安全性 研究管理部 | 昭和59年12月21日 |
| [9] | モジュール型高温ガス冷却発電プラント の経済性 — GCRA 設計の MGTGR — | 日本原子力研究所 | 昭和63年6月29日 |
| [10] | Nuclear O & M Costs Outpace Coal for First Time in '87 | 米国 Utilily Data Institute Inc. | Nucleonics Week Vol. 29, No. 39 September 29, 1988 |
| [11] | Nuclear Energy Cost Data Base 1986 A Reference Data Base for Nuclear and Coal-fired Power plant Power Generation Cost Analysis | U. S DOE | DOE/NE... 0078 December 1986 |
| [12] | 米国の発電所における操業コストと建設 コスト | 米国 UDI 社 | 海外電力 第29巻 No. 6 (265) |
| [13] | Integral fast reactor shows its mettle | Y. I. Chang etal ANL | Nuclear Engineering International November 1987 |
| [14] | NB Power Wants Canada to Fund Nuclear Capital Cost Difference | New Brunswick Power (NB) | Nucleonics Week Vol. 29, No. 16 Apr. 21, 1988 |
| [15] | Economics of CANDU-PHW 1984 | H.A. Jackson et al. Ontario Hydro | NGD-10(1984) R-O March, 1985 |
| | | | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|----------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (1) 発電コストの最新評価 | | |

[要旨]

1. 概要

当研究所では、例年それぞれの時点での最新データに基づき、各種電源の発電コスト評価を行ってきた。今回は1987年および2000年運開分の発電コストを試算した。

2. 計算方法

(1) 発電原価の計算

生涯年均等化法による評価を行い、参考として初年度原価法による試算結果も合わせて示した。

(2) 試算対象年度

1987年および2000年

(3) 価格表示

1987年度実質価格

(4) バック・エンド費用

廃炉物処分費として、110万KW級で300億円(1984年度価格)を放射性廃棄物処分費として、0.1円/KWhを2000年度運開プラントに考慮している。

(5) 炉心特性

A-LWR(2000年度運開想定)では、燃焼度が45000MWD/Tに向上するものとした。

(6) 為替レート

2000年に到るまで、145円/ドル、2000年を140円/ドルとし、その後2030年に向けて、120円/ドルにまで、円高基調で推移するものとした。

表4 核燃料サイクル価格シナリオ

①ウラン精鉱

| 年 度 | U ₃ O ₈ 価格 (\$/lb) | 換算レート (円/\$) | 円換価格 (円/lb) |
|------|---|-----------------|----------------|
| 1982 | 36.0 | 249.1 | 8,970 |
| 1985 | 34.3 | 224.1 | 7,690 |
| 1986 | 34.3 | 169.5 | 5,810 |
| 1987 | 31.0 | 145.0 | 4,500 |
| 1990 | 31.0 | 145.0 | 4,500 |
| 2000 | 34.2 | 140.0 | 4,790 |
| 2030 | 46.2 | 120.0 | 5,540 |

②UF₆ 転換

| | U ₃ O ₈ 価格 (\$/kgU) | 換算レート (円/\$) | 円換価格 (円/kgU) |
|------|--|-----------------|-----------------|
| 1982 | 6.83 | 249.1 | 1,700 |
| 1985 | 5.625 | 224.1 | 1,260 |
| 1986 | 6.175 | 169.5 | 1,050 |
| 1987 | 6.675 | 145.0 | 970 |
| 2000 | 6.675 | 140.0 | 930 |
| 2030 | 6.675 | 120.0 | 800 |

③ウラン濃縮

| 年 度 | DOE (\$/kgSWU) | EURODIP (\$/kgSWU) | 改訂割合 DOE/EURO | 換算レート (円/\$) | 円換価格 (円/kgSWU) |
|------|-------------------|-----------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 1982 | 138.65 | 100 | 668/131 | 249.1 | 32,960 |
| 1985 | 130 | 100 | 2100/1000 | 169.5 | 26,960 |
| 1986 | 125 | 100 | ↑ | 160.0 | 19,820 |
| 1987 | 119 | 100 | ↑ | 145.0 | 16,370 |
| 1988 | 117 | 100 | ↑ | ↑ | 16,170 |
| 1990 | 110 | 100 | ↑ | ↑ | 15,480 |
| 1993 | 101 | 101 | ↑ | ↑ | 14,650 |
| 1996 | 95 | 95 | ↑ | ↑ | 13,780 |
| 1997 | 94 | 94 | ↑ | ↑ | 13,630 |
| 2000 | ↑ | ↑ | ↑ | 140.0 | 13,160 |
| 2030 | ↑ | ↑ | ↑ | 120.0 | 11,280 |

④成型加工

| 年 度 | 価 格 (円/kgU) |
|------|----------------|
| 1983 | 81,000 |
| 1985 | 88,000 |
| 2000 | 88,000 |
| 2030 | 88,000 |

⑤使用済燃料輸送

| 年 度 | ボンパ 価格 (\$/kgHM) | 換算レート (円/\$) | 円換価格 (円/kgHM) |
|------|---------------------|-----------------|------------------|
| 1984 | 130 | 317.4 | 41,260 |
| 1986 | 130 | 247.1 | 32,120 |
| 1987 | 130 | 235.4 | 30,600 |
| 1990 | ↑ | ↑ | 30,600 |
| 1991 | - | - | 25,000 |
| 2010 | - | - | 25,000 |
| 2030 | - | - | 25,000 |

⑥再処理

| 年 度 | フランシ 価格 (\$/kgHM) | 換算レート (円/\$) | 円換価格 (円/kgHM) |
|------|----------------------|-----------------|------------------|
| 1984 | 6,740 | 26.0 | 175,000 |
| 1987 | ↑ | 23.8 | 160,410 |
| 1991 | - | - | 160,410 |
| 2000 | - | - | 160,410 |
| 2030 | - | - | 160,410 |

表5 建設単価
(単位:千円/kW)

| 電 源 別 | | 1987年度 運 開 | 2000年度 運 開 |
|-------|-------------------------|---------------|---------------|
| 原子力 | コスト高 | 318 | 318 |
| | 5%建設費削減 | — | 302 |
| | 10%建設費削減 | — | 286 |
| | 標準 (A-LWR, 15%建設費削減) | — | 270 |
| | 20%建設費削減 | — | 254 |
| 石 炭 | コスト高 | 255 | 255 |
| | 5%建設費削減 | — | 242 |
| | 標準 (10%建設費削減) | — | 230 |
| | 15%建設費削減 | — | 217 |
| | 20%建設費削減 | — | 204 |
| 石 油 | | 167 | 167 |
| L N G | | 218 | 218 |

表9 1987年度運用設備の発電コスト(送電端)

(単位:円/kWh)

| | | 電 源 別 | 資 本 費 | 運 転 費 | 燃 料 費 | 合 計 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 均 等 化 コ ス ト | 原 子 力 | | 6.27 | 2.16 | 1.78 | 10.21 |
| | 石 炭 | 標 準 | 5.40 | 2.18 | 2.69 | 10.27 |
| | | 低 価 格 | 5.40 | 2.18 | 2.60 | 10.18 |
| | 石 油 | 標 準 | 3.35 | 1.10 | 6.74 | 11.20 |
| | | 低 価 格 | 3.35 | 1.10 | 6.26 | 10.71 |
| L N G | | 4.38 | 1.33 | 5.41 | 11.11 | |
| 初 年 度 コ ス ト | 原 子 力 | | 8.04 | 2.16 | 2.25 | 12.46 |
| | 石 炭 | 標 準 | 6.87 | 2.18 | 2.44 | 11.49 |
| | | 低 価 格 | 6.87 | 2.18 | 2.44 | 11.49 |
| | 石 油 | 標 準 | 4.26 | 1.10 | 5.44 | 10.80 |
| | | 低 価 格 | 4.26 | 1.10 | 5.44 | 10.80 |
| L N G | | 5.56 | 1.33 | 4.53 | 11.42 | |

- (備考) 1. 設備利用率70%
 2. 石炭と石油の「標準」および「低価格」は各々燃料価格シナリオが標準価格ケースと低価格ケースに対応している。

表10 2000年度運用設備の発電コスト(送電端)

(単位:円/kWh)

| | | 電 源 別 | 資 本 費 | 運 転 費 | 燃 料 費 | 合 計 |
|-------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 均 等 化 コ ス ト | 原 子 力 | 標準(A-LWR) | 5.07 | 1.61 | 1.38 | 8.06 |
| | | コ ス ト 高 | 5.89 | 1.89 | 1.79 | 9.58 |
| | 石 炭 | 標 準 | 4.25 | 1.72 | 2.98 | 8.95 |
| | | 低 価 格 | 4.25 | 1.72 | 2.66 | 8.63 |
| | 石 油 | 標 準 | 2.93 | 0.96 | 10.65 | 14.55 |
| 低 価 格 | | 2.93 | 0.96 | 7.38 | 11.28 | |
| L N G | | 3.83 | 1.16 | 8.60 | 13.59 | |
| 初 年 度 コ ス ト | 原 子 力 | 標準(A-LWR) | 6.39 | 1.61 | 1.38 | 9.38 |
| | | コ ス ト 高 | 7.45 | 1.89 | 1.79 | 11.13 |
| | 石 炭 | 標 準 | 5.41 | 1.72 | 2.80 | 9.93 |
| | | 低 価 格 | 5.41 | 1.72 | 2.56 | 9.69 |
| | 石 油 | 標 準 | 3.72 | 0.96 | 8.08 | 12.77 |
| 低 価 格 | | 3.72 | 0.96 | 6.57 | 11.26 | |
| L N G | | 4.87 | 1.16 | 6.30 | 12.33 | |

- (備考) 1. 設備利用率80%
 2. 原子力の「コスト高ケース」は建設費の削減がなく、燃焼度が向上しない場合
 3. 石炭火力は、建設費が10%削減されるとした
 4. 石炭と石油の「標準」および「低価格」は、各々燃料価格シナリオが標準価格ケースと低価格ケースに対応している。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|---------|--------------------------|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉, プルサーマル HTGR, FBR |
| 資料番号 資料名 | (2) エネルギー技術データハンドブック — コスト編(第2次版) — [データハンドブック] | | |

[要旨]

1. 概要

このデータハンドブックは、(財)エネルギー総合工学研究所がこれまでに調査研究活動を行ってきた過程で集積したデータの中から、エネルギー技術のコストに関連するデータの主要なものを拾い、整理、編集したものである。

2. 調査分野

(1) 原子力

- ① 軽水炉
- ② ガス炉
- ③ 重水炉
- ④ 高速炉
- ⑤ 高温ガス炉
- ⑥ 核燃料サイクル

(2) 化石燃料

- (3) 自然エネルギー
- (4) エネルギー有効利用
- (5) 共通要素技術
- (6) エネルギー貯蔵

3. 調査内容

- (1) コスト積算 (建設コスト, 運転コスト, 発電コスト)
- (2) 比較 (異種システム間の比較)
- (3) 要素分析 (パラメータの変動に伴うコスト変動を分析したデータ)

表26. 核燃料サイクルコスト前提

| | 単 位 | L W R (U炉心) | L W R (Pu) | | F B R | |
|-----------|----------|----------------|------------|---------|---------|---------|
| | | | U 燃料 | MOX燃料 | ブランケット | 炉 心 |
| 天然ウラン価格 | 円/kgU | 22,900 | 22,900 | | - | - |
| ウラン転換価格 | 円/kgU | 1,600 | 1,600 | | - | - |
| ウラン濃縮価格 | 円/kgSWU | 30,800 | 30,800 | - | - | - |
| 燃料成型加工費 | 円/kgHM | 87,200 | 87,200 | 130,000 | 87,200 | 390,000 |
| 使用済燃料貯蔵費 | 円/kgHM | 4,400 | 4,400 | | 4,400 | |
| 使用済燃料輸送費 | 円/kgHM | 30,000 | 33,000 | | 33,000 | 39,600 |
| 再 処 理 費 | 円/kgHM | - | 135,000 | 162,000 | 135,000 | 560,000 |
| 廃棄物処理・処分費 | 円/kgHM | 120,000 | 120,000 | | 144,000 | |
| プルトニウム貯蔵費 | 円/kgPu/年 | - | 220,000 | | 220,000 | |

- (注) ・天然ウラン価格: $\$40/\text{kgU}_3\text{O}_8 \times 2.599 \text{ kgU}_3\text{O}_8/\text{kgU} \times 220 \text{ 円}/\$ = 22,900 \text{ 円}/\text{kgU}$
 ・ウラン濃縮価格: $\$140/\text{kgSWU} \times 220 \text{ 円}/\$ = 30,800 \text{ 円}/\text{kgSWU}$
 ・SWU: Separative Work Unit (分離作業単位)
 ・HM: Heavy Metal (核燃料重量を重金属の和として扱われたもの)
 ・Pu: Fissile Plutonium (核分裂性プルトニウム)

(資料) 山口守一, 菊地三郎共著「核燃料サイクルを厳密に評価してみよう」(「原子力工業」第28巻第9号)
 鈴木利治著「原子力発電の経済性」(「エネルギー経済」第7巻第4号)
 「高速増殖炉開発をめぐる諸課題」 日本原子力情報センター・セミナー資料

表1 建設費の想定

(単位: 10'円/kW)

| | 1983年 | 2000年 | | 備 考 |
|-------|-------|-------|-----|---|
| | | H&M | L | |
| 石油火力 | 130 | 250 | 220 | ・建設費上昇率はH&Mについては3.9%/年、 Lのケースについては3.1%/年。 ・ただし、原子力については10%のコストダウンをみている。 |
| 石炭火力 | 230 | 440 | 390 | |
| LHG火力 | 180 | 340 | 300 | |
| 原子力 | 300 | 520 | 450 | |

(注) 発電効率(発電率)38.5%と想定

表27. 核燃料サイクルコスト比較(天然ウラン価格 $\$40/\text{kgU}_3\text{O}_8$)

(単位: 円/kWh)

| | | L W R (ワンス・スルー) | L W R (リサイクル) | F B R |
|----------|-----------|--------------------|------------------|-------|
| フロント・ニンド | 天然ウラン購入費 | 0.54 | 0.36 | 0.02 |
| | ウラン転換費 | 0.04 | 0.02 | - |
| | ウラン濃縮費 | 0.57 | 0.40 | - |
| | 燃料加工費 | 0.37 | 0.39 | 0.62 |
| | 小 計 | 1.52 | 1.17 | 0.64 |
| バック・エンド | 使用済み燃料貯蔵費 | 0.02 | 0.02 | 0.01 |
| | 輸送費 | 0.14 | 0.13 | 0.10 |
| | 再 処 理 費 | - | 0.56 | 0.85 |
| | Pu貯蔵費 | - | 0.01 | 0.05 |
| | 廃棄物処理・処分費 | 0.50 | 0.48 | 0.38 |
| 小 計 | 0.66 | 1.20 | 1.39 | |
| 合 計 | | 2.18 | 2.37 | 2.03 |

(注) 回収ウラン, 回収プルトニウムの価値はゼロとした。なお, 核燃料投資関連金利(在庫金利)は計算外とした。

表一 現在価値換算・均等化発電原価のまとめ

(現在価値換算率 5%, 1990年運用)
(耐用年数 20年, 設備利用率 70%)

(単位: 10^{-2} ECU/kWh 1981. 1. 1価格)

| | 原子力 | | | | 石炭火力 | | | | 比率 〔石炭火力/原子力〕 |
|--------------------|------|---------|------|------|------|---------|------|------|------------------|
| | 資本費 | 運転, 保守費 | 燃料費 | 合計 | 資本費 | 運転, 保守費 | 燃料費 | 合計 | |
| ベルギー | 1.26 | 0.57 | 0.68 | 2.51 | 0.59 | 0.32 | 2.59 | 3.50 | 1.39 |
| フランス | 1.02 | 0.36 | 0.69 | 2.07 | 0.83 | 0.29 | 2.50 | 3.62 | 1.75 |
| 西ドイツ ^{a)} | 1.58 | 0.47 | 0.82 | 2.87 | 0.79 | 0.60 | 3.32 | 4.71 | 1.64 |
| イタリア | 0.99 | 0.22 | 0.78 | 1.99 | 0.56 | 0.19 | 2.38 | 3.13 | 1.57 |
| 日本 | 1.34 | 0.47 | 0.76 | 2.57 | 0.95 | 0.42 | 2.51 | 3.88 | 1.51 |
| オランダ | 1.61 | 0.37 | 1.02 | 3.00 | 0.79 | 0.41 | 2.68 | 3.88 | 1.29 |
| ノルウェー | 1.26 | 0.44 | 0.78 | 2.48 | 0.82 | 0.43 | 2.27 | 3.52 | 1.42 |
| スウェーデン | 1.75 | 0.45 | 0.85 | 3.05 | 0.84 | 0.49 | 2.74 | 4.07 | 1.33 |
| 英国 ^{b)} | 2.85 | 0.34 | 0.93 | 4.12 | 1.73 | 0.35 | 3.82 | 5.90 | 1.43 |
| 米国 ^{c)} | 1.85 | 0.37 | 0.67 | 2.89 | 1.03 | 0.37 | 1.52 | 2.92 | 1.01 |

表 6.5 核熱コスト及びDCF法による価格

(単位 百万円)

| 項目 | プラント | 500 MWt | 1,000 MWt | 3,000 MWt |
|------------------|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| (資本費) | | | | |
| 減価償却費 | | 3,667 (23.7) | 5,333 (22.7) | 9,333 (19.7) |
| 金利 | | 3,404 (22.3) | 4,769 (20.3) | 8,827 (18.7) |
| 公租公課 | | 495 (3.2) | 721 (3.1) | 1,259 (2.7) |
| 諸保険料 | | 303 (2.0) | 441 (1.9) | 771 (1.6) |
| 投資資産(建中金利) | | 476 (3.1) | 692 (2.9) | 1,211 (2.6) |
| 償却費(開業費) | | 333 (2.2) | 533 (2.3) | 933 (2.0) |
| 小計 | | 8,678 (56.2) | 12,489 (53.2) | 22,334 (47.2) |
| (運転費) | | | | |
| 人件費 | | 942 (6.1) | 942 (4.0) | 942 (2.0) |
| 補修費 | | 2,201 (14.3) | 3,201 (13.6) | 5,602 (11.9) |
| 燃料費 | | 2,293 (14.8) | 4,804 (20.5) | 14,466 (30.6) |
| 小計 | | 5,436 (35.2) | 8,947 (38.1) | 21,010 (44.5) |
| 管理費 | | 1,331 (8.6) | 2,037 (8.7) | 3,930 (8.3) |
| 合計 | | 15,445 | 23,473 | 47,274 |
| 核熱量 | | 3.09×10^{13} Kcal | 6.19×10^{13} Kcal | 1.86×10^{13} Kcal |
| 製品単位当たりコスト | | 5.00円/ 10^3 Kcal | 3.79円/ 10^3 Kcal | 2.54円/ 10^3 Kcal |
| 製品単位当たりDCF法による価格 | | 7.77円/ 10^3 Kcal | 5.65円/ 10^3 Kcal | 3.56円/ 10^3 Kcal |

* 1 価格は1980年10月価格
* 2 ()内は%

表 6.1 多目的高温ガス実用炉建設費概

| | | 500 MW _e | 1,000 MW _e | 3,000 MW _e | 備 考 |
|-----------|-------|--|--|--|--|
| 土 地 | | 4 ha | 4 ha | 4 ha | |
| 建設期間 | | 5年 | 5年 | 5年 | |
| プラント建設コスト | -5年 | 110 億円 | 160 億円 | 280 億円 | (内訳) ・建物構築物 ・原子炉プラント 平均耐用年数30年 |
| | -4年 | 220 | 320 | 560 | |
| | -3年 | 550 | 800 | 1,400 | |
| | -2年 | 165 | 240 | 420 | |
| | -1年 | 55 | 80 | 140 | |
| | Total | 1,100 | 1,600 | 2,800 | |
| 人 員 | 管理者 | 40 名 | 40 名 | 40 名 | (人件費) 管理者 0.7 万円/人年 技術者 0.5 " " 作業員 4.0 " " |
| | 技術者 | 40 | 40 | 40 | |
| | 作業員 | 80 | 80 | 80 | |
| | Total | 140 | 140 | 140 | |
| その他 | | 16.8 億円 17.7 億円 (16.8~18.8 億円) 2.0 円/年 | 16.8 億円 37.2 億円 (15.2~38.1 億円) 4.2 円/年 | 16.8 億円 114.5 億円 (100~123 億円) 16.0 円/年 | |

・ プラントは、300日/年稼働

(注) 3,000 MW_e を基点とし、500 及び 1,000 MW_e の建設費は出力による修正を行い算出している。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|---------|------------|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 FBR |
| 資料番号 資料名 | (3) 昭和60年度 発電用新型炉等開発調査報告書 [昭和60年度調査報告書] | | |

[要旨]

1. 概要

Puを燃料として使用する高転換軽水炉(HCR), 新型転換炉(ATR), 高速増殖炉(FBR)の各炉および軽水炉(LWR)におけるPu燃焼(プルサーマル)の技術的な動向について、Pu利用の観点から調査した。

2. 調査対象

- (1) 高転換軽水炉 (HCLWR)
- (2) 新型転換炉 (ATR)
- (3) 高速増殖炉 (FBR)
- (4) プルサーマル

3. コスト関係

上記炉型の内、コスト関係について記載されている炉型は、FBRの燃料サイクルコストであり、開発銀行試算例が評価例として上げられている。他の炉型は技術動向のみであり、コストに関する情報はなかった。

表 2.3-6 FBR燃料サイクルコストの評価例

| 項 目 | | 開発銀行試算 ⁽⁵⁾ | 英 国 ⁽⁶⁾ (実用段階) | フランス ⁽³⁾ (量産1号) |
|---------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|
| 成 型 加 工 費 | 燃料重量当り | 390千円/kgHM(炉心) | | 8,000フラン/kgHM |
| | 発電電力当り | 0.62円/kWh | 0.20ペンス/kWh | |
| 再 処 理 費 | 燃料重量当り | 560千円/kgHM(炉心) | | 26,000フラン/kgHM |
| | 発電電力当り | 0.85円/kWh | 0.12ペンス/kWh | 約3サンチーム/kWh |
| 燃 料 サ イ ク ル 費 | F B R | 2.03円/kWh | 0.32ペンス/kWh | 4.7サンチーム/kWh |
| | L W R | 2.37円/kWh | * 0.67ペンス/kWh | 5.3サンチーム/kWh |
| | F B R / L W R | 0.86 | * 0.48(0.7) | 0.89 |

(注) * U₃O₈ 価格を161ドル/lb(2025年頃)と想定したコスト。()内は33ドル/lbベースの比。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | 昭和61年度 発電用新型炉等開発調査報告書 [昭和61年度調査報告書] | | |

[要旨]

1. 概要

本調査では、今後、軽水炉等で予定されている燃料の高燃焼度化に焦点を当て、高燃焼度化に伴う、核燃料サイクル諸技術に与える影響を調査するとともに、Pu バランスを評価できるモデルを開発し、高燃焼度化が図られた場合のPu 利用方策について調査を行った。

2. 軽水炉燃料高燃焼度化の経済性評価

(電力経済研究 No.18, 1985.1, 電力中央研究所)

(1) 評価の前提

対象炉型 ; PWR
 取出燃焼度 ; 30,000 MWd/t ~ 60,000 MWd/t

(2) 使用データ

添付資料参照
 この評価のデータとして燃料サイクルの単価を使用

(3) 評価結果

30,000 ~ 60,000 MWd/t の燃焼度の範囲で高燃焼度化するほど燃料サイクル費が低下する。

表 2.3.3-13. 燃料サイクルサービスの単価

| | |
|-------------------------------|---|
| 天然ウラン精鉱 ^(*1) | 9,000 円 / 1bU ₃ O ₈ |
| ウラン濃縮 ^(*1) | 34,000 円 / SWU |
| 燃料成型加工 ^(*1) | 87,000 円 / kg-U |
| 燃用済燃料輸送 ^{(*1), (*2)} | 30,000 円 / kg-HM ^(*4) |
| 使用済燃料再処理 ^(*1) | 160,000 円 / kg-HM ^(*4) |
| 使用済燃料貯蔵 ^{(*3), (*5)} | 70,000 円 / kg-HM ^(*4) |
| 使用済燃料処分 ^(*5) | 100,000 円 / kg-HM ^(*4) |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--------------------------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (5) 原子力発電コストの長期予測 [発電コストの長期予測] | | |

[要旨]

1. 概要

原子力発電と化石燃料電源のいずれを電源構成上優先させるかを評価するためには、安全性の確保を大前提としたうえで、経済性、セキュリティの観点から総合的に比較する必要がある。

本論では原子炉発電コストについて現状の発電コスト(1986年度運開ベース)と将来の発電コスト(2000年度運開ベース)を試算し、その経済性について長期的な観点から化石燃料電源と比較しながら検討を行った。

2. 解析の前提条件

第1表 発電コスト算出のための前提条件

1. 発電コストの比較 (kWあたり—1986年度運開ベース) (単位: 1000円/kWh)

| 原子力 | 石炭 | 石油 | LNG |
|-----|-----|-----|-----|
| 211 | 263 | 162 | 222 |

■ 電力供給量より発電機出力を算出し、これを発電機・炉型に応じて平均して算出した。

2. 燃料費のシナリオ

(1) 原子力

| 燃料 | 1986 | 1990 | 2000 |
|---------------------------------|--------|--------|--------|
| ウラン1000 (円/kgU ₃₀₈) | 21.3 | 21 | 21.3 |
| UF ₆ 燃料 (円/kgU) | 8.123 | 6.175 | 6.175 |
| 燃料サイクル (円/kgU) | 114 | 120 | 74 |
| 燃料サイクル (円/kgU) | 22,020 | 22,020 | 22,020 |
| 燃料サイクル (円/kgU) | 123 | 123 | 123 |
| 燃料サイクル (円/kgU) | 6,713 | 6,713 | 6,713 |

(2) 石炭 (—10%)

| 年次 | CIF (円/t) | CFR (円/t) |
|------|-----------|-----------|
| 1986 | 42 | 4,319 |
| 1990 | 42.1 | 4,015 |
| 2000 | 31.9 | 3,115 |

(3) 石油

| 年次 | 原油 (円/t) | 軽油 (円/t) | 重油 (円/t) |
|------|----------|----------|----------|
| 1986 | 13.3 | 11.1 | 17.213 |
| 1990 | 11 | 9 | 14.213 |
| 2000 | 11 | 9 | 14.213 |

(4) LNG

| 年次 | LNG CIF (円/t) | CFR (円/t) |
|------|---------------|-----------|
| 1986 | 17,737 | 18,277 |
| 1990 | 23,429 | 24,029 |
| 2000 | 21,013 | 22,123 |

3. その他の前提条件
- (1) 原子力 15年 (原子力は16年)
 - (2) 石油 10%
 - (3) 石炭 10%
 - (4) 建設費 1.4%
 - (5) 燃料費 1.4%
 - (6) 燃料費 原子力 4.0%
 - (7) 燃料費 石炭 3.9%
 - (8) 燃料費 石油 4.0%
 - (9) 燃料費 LNG 3.6%
 - (10) 燃料費 石炭 3.9%
 - (11) 燃料費 石油 4.0%
 - (12) 燃料費 LNG 3.6%
 - (13) 燃料費 石炭 3.9%
 - (14) 燃料費 石油 4.0%
 - (15) 燃料費 LNG 3.6%
 - (16) 燃料費 石炭 3.9%
 - (17) 燃料費 石油 4.0%
 - (18) 燃料費 LNG 3.6%
 - (19) 燃料費 石炭 3.9%
 - (20) 燃料費 石油 4.0%
 - (21) 燃料費 LNG 3.6%
 - (22) 燃料費 石炭 3.9%
 - (23) 燃料費 石油 4.0%
 - (24) 燃料費 LNG 3.6%
 - (25) 燃料費 石炭 3.9%
 - (26) 燃料費 石油 4.0%
 - (27) 燃料費 LNG 3.6%
 - (28) 燃料費 石炭 3.9%
 - (29) 燃料費 石油 4.0%
 - (30) 燃料費 LNG 3.6%
 - (31) 燃料費 石炭 3.9%
 - (32) 燃料費 石油 4.0%
 - (33) 燃料費 LNG 3.6%
 - (34) 燃料費 石炭 3.9%
 - (35) 燃料費 石油 4.0%
 - (36) 燃料費 LNG 3.6%
 - (37) 燃料費 石炭 3.9%
 - (38) 燃料費 石油 4.0%
 - (39) 燃料費 LNG 3.6%
 - (40) 燃料費 石炭 3.9%
 - (41) 燃料費 石油 4.0%
 - (42) 燃料費 LNG 3.6%
 - (43) 燃料費 石炭 3.9%
 - (44) 燃料費 石油 4.0%
 - (45) 燃料費 LNG 3.6%
 - (46) 燃料費 石炭 3.9%
 - (47) 燃料費 石油 4.0%
 - (48) 燃料費 LNG 3.6%
 - (49) 燃料費 石炭 3.9%
 - (50) 燃料費 石油 4.0%
 - (51) 燃料費 LNG 3.6%
 - (52) 燃料費 石炭 3.9%
 - (53) 燃料費 石油 4.0%
 - (54) 燃料費 LNG 3.6%
 - (55) 燃料費 石炭 3.9%
 - (56) 燃料費 石油 4.0%
 - (57) 燃料費 LNG 3.6%
 - (58) 燃料費 石炭 3.9%
 - (59) 燃料費 石油 4.0%
 - (60) 燃料費 LNG 3.6%
 - (61) 燃料費 石炭 3.9%
 - (62) 燃料費 石油 4.0%
 - (63) 燃料費 LNG 3.6%
 - (64) 燃料費 石炭 3.9%
 - (65) 燃料費 石油 4.0%
 - (66) 燃料費 LNG 3.6%
 - (67) 燃料費 石炭 3.9%
 - (68) 燃料費 石油 4.0%
 - (69) 燃料費 LNG 3.6%
 - (70) 燃料費 石炭 3.9%
 - (71) 燃料費 石油 4.0%
 - (72) 燃料費 LNG 3.6%
 - (73) 燃料費 石炭 3.9%
 - (74) 燃料費 石油 4.0%
 - (75) 燃料費 LNG 3.6%
 - (76) 燃料費 石炭 3.9%
 - (77) 燃料費 石油 4.0%
 - (78) 燃料費 LNG 3.6%
 - (79) 燃料費 石炭 3.9%
 - (80) 燃料費 石油 4.0%
 - (81) 燃料費 LNG 3.6%
 - (82) 燃料費 石炭 3.9%
 - (83) 燃料費 石油 4.0%
 - (84) 燃料費 LNG 3.6%
 - (85) 燃料費 石炭 3.9%
 - (86) 燃料費 石油 4.0%
 - (87) 燃料費 LNG 3.6%
 - (88) 燃料費 石炭 3.9%
 - (89) 燃料費 石油 4.0%
 - (90) 燃料費 LNG 3.6%
 - (91) 燃料費 石炭 3.9%
 - (92) 燃料費 石油 4.0%
 - (93) 燃料費 LNG 3.6%
 - (94) 燃料費 石炭 3.9%
 - (95) 燃料費 石油 4.0%
 - (96) 燃料費 LNG 3.6%
 - (97) 燃料費 石炭 3.9%
 - (98) 燃料費 石油 4.0%
 - (99) 燃料費 LNG 3.6%
 - (100) 燃料費 石炭 3.9%

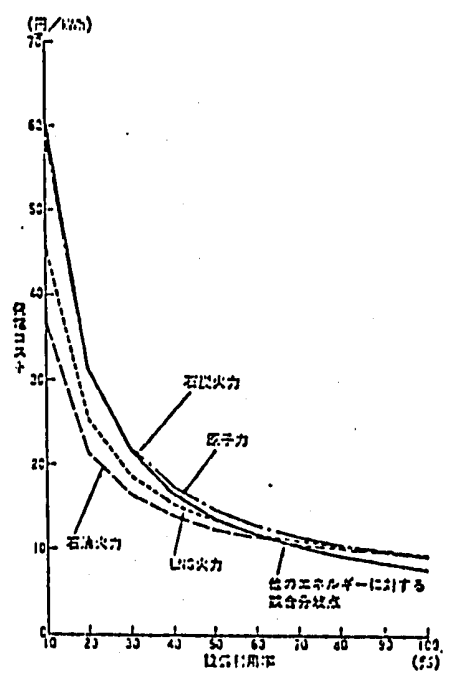
第2表 1986年度運開ベース発電コスト比較 (単位: 円/kWh)

| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | LNG火力 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 燃料費 | 6.27 | 8.97 | 3.25 | 4.45 |
| 燃料費 | 2.16 | 3.25 | 1.07 | 1.35 |
| 燃料費 | 1.23 | 3.55 | 6.20 | 5.07 |
| 計 | 10.26 | 11.47 | 10.62 | 10.87 |

■ 燃料費は 20%

■ 燃料費は 20%

第3表 燃料費別発電コスト



3. コストデータ

第1表 発電コスト比較の条件の整理

1. 発電コスト比較 (LNG火力 - 石炭火力ベース)

| 燃料 | 1980 | 1990 | 2000 |
|-----|------|------|------|
| 原子力 | 21.8 | 21 | 21.2 |
| LNG | 10.2 | 10.2 | 10.2 |

2. 燃料費のシナリオ

(1) 原子力

| 燃料 | 1980 | 1990 | 2000 |
|-------------------------|--------|--------|--------|
| ウラン (円/kgU) | 21.3 | 21 | 21.3 |
| UF ₆ (円/kgU) | 1.23 | 1.23 | 1.23 |
| 燃料棒 (円/kgU) | 114 | 120 | 74 |
| 燃料加工費 (円/kgU) | 14,000 | 14,000 | 14,000 |
| 燃料貯蔵費 (円/kgU) | 120 | 120 | 120 |
| 燃料廃棄費 (円/kgU) | 1,700 | 1,700 | 1,700 |

(2) 石炭 (一貫式)

| 燃料 | CIF (円/kg) | CFR (円/kg) |
|------|------------|------------|
| 1980 | 41 | 1,130 |
| 1990 | 41 | 1,130 |
| 2000 | 11.9 | 11,415 |

(3) 石炭

| 燃料 | 1980 | 1990 | 2000 |
|------------|------|------|--------|
| CFR (円/kg) | 11.9 | 11.1 | 11,433 |
| CFR (円/kg) | 21 | 20 | 21,218 |
| CFR (円/kg) | 21 | 22 | 21,220 |

(4) LNG

| 燃料 | LNG (円/kg) | CFR (円/kg) |
|------|------------|------------|
| 1980 | 11,727 | 11,727 |
| 1990 | 21,450 | 21,450 |
| 2000 | 21,450 | 21,190 |

3. その他の条件
- (1) 燃料費 15% (原子力は16%)
 - (2) 燃料費 10%
 - (3) 燃料費 8%
 - (4) 燃料費 1.4%
 - (5) 燃料費 4.0%
 - (6) 燃料費 3.9%
 - (7) 燃料費 4.0%
 - (8) 燃料費 3.9%
 - (9) 燃料費 6%
 - (10) 燃料費 9,700cal/l
 - (11) 燃料費 1.541222×10¹¹l
 - (12) LNG 12,300cal/kg
 - (13) LNG 1.422100×10¹¹kg
 - (14) 石炭 dryベース 6,000cal/kg
 - (15) 石炭 wetベース (3.5%) 6,000cal/kg
 - (16) 石炭 3,111×10¹¹kg
 - (17) 石炭 1.102716100×10¹¹kg
 - (18) 燃料費 20,500MWD/TU
 - (19) 燃料費 31,900MWD/TU
 - (20) 燃料費 1127年, 1988年-----1400/USドル
 - (21) 燃料費 1129年, 2000年-----1100/USドル

ためには建設費の削減、技術サイクルコストの削減がポイントになる。

第2表 1980年度ベース発電コスト比較 (単位:円/kWh)

| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | LNG火力 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 燃料費 | 6.27 | 8.27 | 3.25 | 4.46 |
| 燃料費 | 2.16 | 2.25 | 1.07 | 1.35 |
| 燃料費 | 1.23 | 3.16 | 6.20 | 5.27 |
| 計 | 10.26 | 11.47 | 10.52 | 12.19 |

燃料費: 10%
燃料費: 平均化コスト

第5表 2000年度ベース発電コスト比較—石油価格ローケース、かつ燃料費が削減されたケース (単位:円/kWh)

| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | LNG火力 |
|-----|-------|-------|-------|-------|
| 燃料費 | 6.67 | 5.29 | 3.25 | 4.46 |
| 燃料費 | 2.16 | 2.14 | 1.07 | 1.35 |
| 燃料費 | 1.74 | 3.73 | 10.97 | 8.55 |
| 計 | 10.57 | 11.16 | 15.29 | 14.76 |

燃料費: 10%
燃料費: 平均化コスト

第6表 2000年度ベース発電コスト比較—原子力発電の燃料費が向上したケース (石炭火力は第5表の条件)

| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | LNG火力 |
|-----|------|-------|-------|-------|
| 燃料費 | 5.85 | 4.63 | 2.84 | 3.90 |
| 燃料費 | 1.89 | 1.87 | 0.93 | 1.18 |
| 燃料費 | 1.32 | 3.73 | 10.97 | 8.55 |
| 計 | 9.06 | 10.23 | 14.74 | 14.03 |

燃料費: 10%
燃料費: 平均化コスト

第7表 2000年度ベース発電コスト比較—原子力の燃料費向上ケースかつスケールアップによりコストダウンが図られたケース

| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | LNG火力 |
|-----|------|-------|-------|-------|
| 燃料費 | 4.76 | 4.63 | 2.84 | 3.90 |
| 燃料費 | 1.51 | 1.87 | 0.93 | 1.18 |
| 燃料費 | 1.32 | 3.73 | 10.97 | 8.55 |
| 計 | 7.59 | 10.23 | 14.74 | 14.03 |

燃料費: 10%
燃料費: 平均化コスト

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料 要旨

| | | | |
|-------------|------------------------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (6) 原子力発電コストの評価 [発電コストの評価] | | |

[要 旨]

1. 概 要

化石燃料による発電のコストは燃料価格の急上昇を全面的に反映して高い水準となってきている。そのため、現在稼動している発電所の場合、ないしは、現在運転を開始しようとしている発電所の方が火力発電よりもコスト的には、優位なところに位置する傾向が認められ、既存設備、あるいは、最近運開した設備についての試算例もそれを示唆している。

ここでは、電源別の発電コストの相対的關係が将来どのように進むかを検討している。また、原子力発電の建設費、核燃料サイクル費、火力発電のコスト要因をめぐる動向などをあわせて検討する。

2. 原子力発電コストの試算

(1) 1985年運開ユニット

発電コスト

16.2 ~ 17.2 円/KWh

設備利用率

70%

(2) 1990年運開ユニット

発電コスト

22.6 ~ 23.8 円/KWh

3. コストデータ

第4表 建設単価総括表 (単位: 万円/kW)

| 送開年次 | 1985 | 1990 | 備考 |
|----------|------|------|---------|
| 原子力発電(1) | 30.0 | 39.5 | |
| 原子力発電(2) | 33.0 | 43.1 | |
| 石炭火力発電 | 25.0 | 32.6 | 送開・送開つき |
| 石油火力発電 | 16.0 | 20.9 | 送開つき |

第5表

(1) 燃料料価格

| 天然ウラン | | |
|---|---------|--|
| 年次 | 価格 | 備考 |
| 1980 | 10,500 | 1980年48 S/lb-U ₃ O ₈ |
| 1990 | 15,800 | 1981年45 S/lb-U ₃ O ₈ |
| 2000 | 41,000 | 81年-85年の上昇率: 0%/年 85年以降の上昇率: 10%/年 |
| 転換: U ₃ O ₈ → UF ₆ | | |
| 1980 | 1,600 | 1978年6 S/kg-U |
| 1990 | 3,400 | 1980年以降の上昇率: 7.5%/年 |
| 2000 | 7,000 | |
| 濃縮 | | |
| 1980 | 24,100 | 1980年以降の上昇率: 7.5%/年 |
| 1990 | 49,700 | |
| 2000 | 102,400 | |
| 成型加工 | | |
| 1980 | 87,200 | 1980年以降の上昇率: 5.5%/年 |
| 1990 | 149,000 | |
| 2000 | 254,000 | |
| 使用済み燃料の輸送 | | |
| 1980 | 48,400 | 1980年以降の上昇率: 9%/年 |
| 1990 | 114,600 | |
| 2000 | 271,300 | |
| 再処理 | | |
| 1980 | 152,000 | 80-85年の上昇率: 12%/年 |
| 1990 | 412,000 | 85年以降の上昇率: 9%/年 |
| 2000 | 976,000 | |
| (2) LSC価格 | | |
| 1980 | 53,000 | 原油CIF価格プラス10,000円/kg |
| 1990 | 140,000 | 1980年以降の上昇率: 10%/年 |
| 2000 | 344,000 | |
| (3) 石炭 | | |
| 1980 | 13,000 | 80-85年の上昇率: 15%/年 |
| 1990 | 42,000 | 85年以降の上昇率: 10%/年 |
| 2000 | 109,000 | |

第8表 発電コストの比較 (1985年295100万kW÷年)

| | 発電コスト (円/kWh) | | | 備考 |
|-----|---------------|-------------|-------------|--------------|
| | 原子力 | 石炭火力 | 石油火力 | |
| 資本費 | 6.43(37.4) | 5.24(19.8) | 3.21(7.4) | ・1985年 送開 |
| 送開費 | 3.92(22.8) | 3.05(11.5) | 1.87(4.3) | |
| 燃料費 | 6.83(39.8) | 18.24(68.8) | 38.18(88.3) | ・利用率 70% |
| 合計 | 17.18(100) | 26.53(100) | 43.26(100) | |

()は構成比(%)

第9表 燃料
サイクル表
の要項別確
定

| | サイクル費 (円/kWh) | 構成比(%) |
|----------|------------------|--------|
| ウラン精製 | 1.45 | 21.9 |
| 転換 | 0.10 | 1.5 |
| 濃縮 | 1.07 | 16.1 |
| 加工 | 0.82 | 12.4 |
| 使用済み燃料輸送 | 0.69 | 10.4 |
| 再処理 | 2.50 | 37.7 |
| 計 | 6.63 | 100.0 |

※1985年送開ユニットの場合

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| 資料番号 資料名 | (7) OECD/NEA 原子燃料サイクルの経済性 [燃料サイクルの経済性] | | |

〔要旨〕

1. 概要

OECD加盟国17か国と4国際機関からなるワーキンググループが結成され、1995年に運開する加圧水型軽水炉(PWR)の核燃料サイクルの各ステージの予想されるコストの検討を行った。核燃料サイクルとしては、使用済燃料を直接処分するワンス・スルーサイクルと使用済燃料を再処理し、ウランとプルトニウムを回収する再処理サイクルを考えた。検討した核燃料サイクルコストは発電コストの一部となる。発電コストの他の部分、資本費と運転費は、この研究では検討の対象としていない。

沸騰水型軽水炉(BWR)、プルトニウムとウランの混合酸化物(MOX)燃料を用いるPWR、加圧型重水炉(PHWR)およびプルトニウム専焼の新型転換炉(ATR)の核燃料サイクルコストも検討を行ったが、PWRほど詳細には行わなかった。

ワーキンググループでは、現在稼働中のプラントの経験および現存の設計研究をベースに、核燃料サイクル各ステージの将来コストの合理的な評価が行えたと考えている。高レベル廃棄物または使用済燃料の処分のような価格は設計研究に基づいており、評価は保守的(高い)と考えられているものがベースとなっている。

ワーキンググループは、コストから重要な要素を除かなかったが、とくに廃棄物の処分および核燃料施設のデコミッショニングに関するコストには、通常考えられているものより大きな裕度を考慮した。

2. 計算手法

ある原子炉の平均の燃料コストを算出し、他の燃料(石炭または石油)や他の核燃料サイクルと相互比較するのに適切と考えられている手法は、実質価格での均等化コストの手法である。この手法は、すでに前の発電コストの研究[原子力と石炭火力の発電コストに関する研究, OECD/NEA, パリ, 1983年11月, 参考文献(1)]の時に使用されている。

- (1) The costs of Generating Electricity in Nuclear and Coal Fired Power Stations, OECD/Nuclear Energy Agency, Paris 1983.

3. コストデータ

表 10 ATR核燃料サイクル・コスト計算で使われた基本的仮定

| 項 目 | 標準ケース | パラメータ |
|---------------|-------------------------------|--------------------|
| 1. 原子炉と燃料データ | | |
| 原子炉型 | HWR | - |
| 熱出力 | 1 930 MW _t | - |
| 電気出力 | 600 MWe | - |
| 負荷率 (a) | 70 % | - |
| 運転開始年 | 1995 | - |
| プラント寿命 | 25年 | - |
| 燃焼度 (b) | 28 700 MWd/t | - |
| 燃料物質バランス (収支) | 付録 1.4 参照 | - |
| 2. コスト・データ | | |
| 貨幣単位の基準年月日 | 1984年1月1日 | - |
| 貨幣単位 | US ドル | - |
| 各構成要素の価格 | | |
| ウラン | \$83.2 / kg U エスカレーション2%/年 | エスカレーション 0と4%/年 |
| プルトニウム | \$ 15 / g Puf | - |
| 転換 | \$ 6 / kg U | - |
| MOX燃料成形加工 | \$ 522 / kg HM | - |
| 使用済燃料の輸送 | \$ 40 / kg HM | - |
| 使用済燃料の貯蔵 | \$(50+4/年)/kg HM | - |
| 再処理+ガラス固化 | \$ 750 / kg HM | - |
| 廃棄物処分 | \$ 150 / kg HM | - |
| 3. 燃料サイクル・データ | | |
| リード/ラグ・タイム | | |
| 燃料 (UとPu) 購入 | 18 月 | - |
| 転換 | 18 月 | - |
| 成形加工 | 6 月 | - |
| 再処理 | 5 年 (c) | - |
| 廃棄物処分 | 40 年 | - |
| ロス率 | | |
| 成形加工 | 2 % | - |
| 再処理 | 1 % | - |
| その他 | 0 % | - |
| 4. その他のデータ | | |
| 現在価値換算率 | 5 % / 年 | 0と10%/年 |
| ウラン・クレジット | なし | - |
| プルトニウム・クレジット | \$ 15/g Puf | - |

注 a) 炉寿命間の現在価値換算平均値
 注 b) 平衡サイクル時
 注 c) 原子炉サイトでの2年間の貯蔵を含む。

表 11 ATRの均等化核燃料サイクル・コスト

| 要素 (a) | ミル/kWh | % |
|--------------|--------|-------|
| 燃料購入 | | |
| ウラン (b) | 0.81 | 9.4 |
| プルトニウム | 1.39 | 16.1 |
| MOX燃料の成形加工 | 3.39 | 39.2 |
| フロント・エンドの小計 | 5.59 | 64.7 |
| 使用済燃料の輸送 | 0.17 | 2.0 |
| 使用済燃料の貯蔵 | 0.27 | 3.1 |
| 再処理/ガラス固化 | 2.85 | 33.0 |
| 廃棄物処分 | 0.10 | 1.2 |
| バック・エンドの小計 | 3.39 | 39.3 |
| プルトニウム・クレジット | - 0.34 | - 3.9 |
| 合 計 | 8.64 | 100 |

注 a) プルトニウム、成形加工および再処理の価格の変動に対する影響はこの表から直接求めることができる。
 注 b) U₃O₈ 購入と UO₂ への転換を含む。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (8) 軽水炉の経済性評価 | | |

[要旨]

1. 概要

ここでいう経済性とは、①原子力発電コストと他の諸型式による発電コストとの比較、②発電コスト構成要素間の荷重の比較、③構成要素の技術開発および価格変動が発電コストに与える影響、などであり、これらを検討し、今後の電力供給における原子力発電の経済的位置付けを考慮することである。以下に、それらの概要を軽水炉を対象に述べる。

2. 前提条件

第2表 発電コスト前提条件

| | |
|----------------------|--------|
| 軽水炉電気出力(ネット) | 110万kW |
| 残存価額率 | 10 % |
| 資本償還率 | 8 % |
| 固定資産税率 ¹⁾ | 0.4 % |
| 年利子率 | 8 % |
| 事業税 ²⁾ | 1.523% |
| 設備利用率(原子力) | 60 % |
| ・ (火力) | 70 % |
| 運転費率 | 5 % |
| 所内率(原子力) | 5 % |
| ・ (石炭火力) | 7.6 % |
| ・ (火力) | 3.4 % |

注) 1) 建設費×0.4%

2) 総原価×1.523%

3. コストデータ

第3表 天然ウラン価格と燃料費の関係

| 天然ウランの価格 (U ₃ O ₈) 円/kg | 燃料費 (円/kWh) | |
|---|-------------|----------|
| | 設備利用率60% | 設備利用率70% |
| 10,500 | 2.32 | 1.98 |
| 15,750 | 2.62 | 2.25 |
| 21,000 | 2.92 | 2.50 |
| 26,400 | 3.21 | 2.75 |
| 31,500 | 3.51 | 3.02 |
| 37,000 | 3.81 | 3.26 |
| 42,000 | 4.10 | 3.51 |
| 47,500 | 4.40 | 3.86 |
| 52,800 | 4.70 | 4.02 |

第4表 再処理費と燃料費の関係

| 再処理費 位円/t | 燃料費 (円/kWh) | | |
|--------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | 10,500円/kg-U ¹⁾ | 21,000円/kg-U ¹⁾ | 31,500円/kg-U ¹⁾ |
| 1.00 | 2.19 | 2.78 | 3.38 |
| 1.25 | 2.30 | 2.89 | 3.49 |
| 1.50 | 2.41 | 3.00 | 3.60 |
| 1.75 | 2.52 | 3.11 | 3.71 |
| 2.0 | 2.63 | 3.22 | 3.82 |
| 3.0 | 3.07 | 3.66 | 4.26 |
| 5.0 | 3.95 | 4.54 | 5.13 |

注) 1) Uは天然ウランU₃O₈

2) プラント負荷率: 60%

第5表 発電コスト試算例

(円/kWh)

| | 原子力 ¹⁾ | 石炭火力 ²⁾ | 石油火力 ³⁾ |
|-----|--------------------------|--------------------|---------------------------|
| 資本費 | 13.6(10.0) ⁴⁾ | 5.24 | 3.21 |
| 運転費 | 8.3(6.1) | 3.05 | 1.87 |
| 燃料費 | 4.7(3.7) | 18.24 | 38.18(20.6) ³⁾ |
| 合計 | 26.6(19.7) | 26.53 | 43.3(25.7) |

注) 1) 原子力: 電気出力110万kW, 1990年運開, 設備利用率60%, 建設単価45万円/kW

2) 石炭, 石油火力: 出力100万kW, 1985年運開, 設備利用率70%, 出所: 「原子力工業」27巻9号P21

3) ()内は1980年石油価格暴落後の場合

4) ()内は1985年運開想定コスト

(1) 天然ウラン

わが国の電力用ウランの購入は、原則として長期契約ベースで行われている。最近の市況をみると、1980年には長期契約ベースで精鉱ウランが1kg当たり約105円だったものが、その後急落し、スポット価格が45～55円程度といわれている。しかし、1985年以降は再び上昇するともいわれているが、天然ウランの価格変動が燃料費に与える影響は、第3表に示すようにあまり大きくない。

(2) ウラン濃縮費

濃縮(分離作業費)は、アメリカ・エネルギー省の価格に支配される。最近ヨーロッパにおいても濃縮を事業とする企業ができて、アメリカと競合しているので、一般に大幅値上げはないものと思われる。しかし、アメリカの物価指数上昇によるエスカレーション程度は加算されよう。

ここでは、1980年で約24,000円/kg-U (分離作業単位)とし、年率7.5%の上昇率と考える。

(3) 成型加工費

わが国の燃料の成型・加工は、外国企業との合弁企業を含めて3社あり、欧米に比べて約3倍の価格といわれている。生産量の増大によりメリットを生ずるが、値上がり幅を減少させることはできないであろう。ここでは1980年で87,200円/kg-U、年率5.5%の上昇率を考える。

(4) 使用済み燃料輸送費

ここでは当分は海外に再処理を依頼するものとして、国内処分、対海外処分=1対9とし、1980年の価格を225円/kgとし、ヨーロッパのインフレーションを年率9%を考慮する。

(5) 再処理費

イギリスの燃料公社(BNFL)やフランスの燃料再処理会社(COGEMA)の再処理費は、1980年で1kg当たり1億5300万円程度であった。再処理費の上昇率は1985年までは年率約12%、それ以降は年率9%とする。ただし、高レベルの放射性廃棄物のガラス固化関連の費用は含まれていない。再処理費の価格変動が再処理費に及ぼす影響を第4表に示す。

原子力発電の経済性においては、高放射性廃棄物の最終処分について意見が対立している。

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料要旨

| | | | |
|-------------|----------------------------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (9) 原子力発電の経済性について [原子力発電の経済性] | | |

[要 旨]

今回のプレスリリースでは、原子力発電の経済性の問題を、「発電コスト」を中心にして、他の電源と比較しながら位置づけてみた。

表 10 電源別発電コストの比較

| | 建設単価 (万円/kW) | 送電端 ¹⁾ 発電原価 (円/kWh) | 発電端発電原価 (円/kWh) | | | | |
|-------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|-------|-------|----------------|------|
| | | | 19.5 | 固 定 費 | | 燃料費 (円/kWh) | |
| | | | | 資本費 | 運転維持費 | | |
| 一般水力 | 59.5 | 19.6 (.98) | 19.5 | 19.5 | 17.7 | 1.8 | — |
| 石油火力 | 12.5 | 19.9 (100) | 19.2 | 3.9 | 3.1 | 0.8 | 15.3 |
| LNG火力 | 17.0 | 19.1 (95) | 18.4 | 5.2 | 4.2 | 1.0 | 13.2 |
| 石炭火力 | 20.3 | 14.8 (74) | 13.5 | 6.6 | 5.0 | 1.6 | 6.9 |
| 原子力 | 27.4 | 11.8 (59) | 11.3 | 8.5 | 6.7 | 1.8 | 2.8 |

- (注) 1. 送電端発電原価は昭和57年度近辺に運用した、あるいは運用が予定されている地点を参考(施設計画ベース)にモデル的なプラントを想定し算出した。
2. 利用率は、いずれも70%(水力は45%程度)を前提とした。
3. 価格は、運用初年度時点価格とした。
4. モデルプラントは、次のように想定した。(新規立地を前提)
- 一般水力(ダム・水路式) 1~4万kW
 - 石油火力 60万kW 4基
 - 石炭火力 60万kW 4基(海外炭使用)
 - LNG火力 60万kW 4基
 - 原子力 110万kW 4基
5. ()内は、各運用年度における石油火力を100とした時の各種電源の送電端発電原価の相対値。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|---------|-------------------------------|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉, プルサーマル, 重水炉, 高転換軽水炉, FBR |
| 資料番号 資料名 | (10) 軽水炉及び高速増殖炉の経済性評価 [LWR, FBRの経済性評価] | | |

[要旨]

1973年の石油危機以降、世界経済は石油価格の高騰とそれに伴って生じた高インフレーション、高金利、為替変動などにより激動の時代を経てきた。しかし、1980年代に入って世界の経済とエネルギー情勢は大きく変わり始めた。すなわち、エネルギー多消費産業の衰退とそれによって生じたエネルギー需要の低迷、石油を始めとするエネルギー価格の安定、それに物価の安定と金利の低下である。

こういった情勢の変化は、エネルギー技術の開発にも大きな影響を与えてきている。石油危機当時は、石油への依存から脱却するため代替エネルギーの技術開発が有りとなりうる可能性を求めて総花的に進められていたが、最近ではエネルギー需要の低迷により供給技術は過剰となり、ほとんどすべての新技術がその開発を中止するか見直されている。この傾向は新技術のみならず既存技術の建設にも影響を与えており、例えば発電技術では原子力や石炭といった大型技術の開発が見送られている。

原子力発電、特に軽水炉の開発は石油火力の代替技術の本命として進められ、現在(1986年末)32基、2452万KWが運転しており、建設中および建設準備中のものを含めると1996年には、48基、総発電出力4069万KWにまで達する。この開発規模は石油危機当時の予測(1985年で約8000万KW)に比べれば僅かではあるが、軽水炉は我が国の電源構成におけるベース電源として中心的な地位を着々と確立しており、その重要性が高まっている。

一般に原子力発電は発電コストに占める固定費の割合が大きく、軽水炉の場合で資本費と運転費を併せた割合は約75%で、残りの25%が変動費である原子燃料サイクル費である。固定費は通常建設費に経費率を乗じて算定されることから、軽水炉の経済性を正確に論じるためには建設費を精度良く見積る必要がある。本報告は軽水炉の建設費が過去からどのように推移してきたかを、日本、米国、フランスについて調べ、その変化を建設に必要な物量、工数、建設期間などから分析したものである。また発電容量や建設基数の違いによる経済効果、即ちスケール効果と習熟効果についての考え方と分析例を紹介しており、最後に軽水炉の発電コストを火力電源と比較し、その経済性の性格と発電コストを計算する上での問題点を説明している。

表 5.3 燃 料 単 価

| 項 目 | | 基 準 | 備 考 (150円/\$) |
|--------------|--|----------------------|--|
| 天然ウラン費 | | 12,500 円/kgU | \$ 32 / 16 U ₃ O ₈ |
| ウラン濃縮費 | | 18,800 円/kgSWU | \$ 125 / kg SWU |
| 転換費 | U ₃ O ₈ → UF ₆ | 900 円/kgU | \$ 6 / kgU |
| | UF ₆ → UO ₂ | 10,000 円/kgU | |
| | UO ₃ → UO ₂ | 9,000 円/kgU | |
| | U ₃ O ₈ → UO ₂ | 7,000 円/kgU | |
| | Pu(NO ₃) ₄ → PuO ₂ | 800 円/g Pu f | |
| 成型加工費 | LWR(U), A-LWR | 88,000 円/kgHM | |
| | LWR(Pu) | 205,000 " | |
| | ATR(U) | 88,000 " | |
| | ATR(Pu) | 205,000 " | |
| | HCLWR | 264,000 " | LWR(U)の3倍 |
| | FBR(炉心, 軸ブランケット) | 264,000 " | LWR(U)の3倍 |
| | FBR(径ブランケット) | 88,000 " | |
| 再処理費 | LWR(U), A-LWR | 205,200 円/kgHM | |
| | LWR(Pu) | 246,200 " | |
| | ATR(U) | 205,200 " | |
| | ATR(Pu) | 246,200 " | |
| | HCLWR | 246,200 " | |
| | FBR(炉心, 軸ブランケット) | 410,400 " | LWR(U)の2倍 |
| | FBR(径ブランケット) | 205,200 " | |
| プルトニウム費 | | 3,900 円/g Pu f | |
| 天然ウラン輸送費 | | 0 円/kgU | |
| 新燃料輸送費 | | 4,000 円/kgHM | |
| 使用済燃料輸送費 | FBR(炉心, 軸ブランケット) | 30,000 円/kgHM | |
| | 上記以外 | 25,000 円/kgHM | |
| 廃棄物処理処分費 | 再処理なし | 52,500 円/kgHM | \$ 350 / kgHM |
| | FBR(炉心, 軸ブランケット) | 45,000 円/kgHM | 下記の2倍 |
| | 上記以外 | 22,500 円/kgHM | \$ 150 / kgHM |
| 使用済燃料貯蔵費 | | 6,000+600円/kgHM/年 | |
| 未使用プルトニウム貯蔵費 | | 225,000 円/kg Pu f /年 | \$ 1.5 / g Pu f /年 |
| アメリシウム分離費 | | 900 円/g Pu | \$ 6 / g Pu |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|-----------------------------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (11) 発電コスト試算とその意義 [コスト試算とその意義] | | |

[要旨]

1. 概要

本資料では、1985年度運開及び2000年度運開についての発電コストを試算するとともに、発電コストの試算方法、試算上の Key point 及びその周辺事情について広く紹介している。

2. コストデータ

④ 核燃料 (1) ウラン精鉱

| 年度 | ドル建て価格 (\$/lb) | 為替レート (円/\$) | 円建て価格 (円/lb) | 伸び率 (%) |
|------|-------------------|-----------------|-----------------|------------|
| 1982 | 36.0 | 249.1 | 8,970 | -1.2 |
| 1985 | 34.3 | 252.0 | 8,640 | 0.0 |
| 1990 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 |
| 2000 | 37.9 | ↑ | 9,500 | |
| 1998 | 37.1 | 200 | 7,420 | 1.0 |
| 2013 | 43.1 | ↑ | 8,620 | |

(2) UF₆転換

| 年度 | ドル建て価格 (\$/kgU) | 為替レート (円/\$) | 円建て価格 (円/kgU) | 伸び率 (%) |
|------|--------------------|-----------------|------------------|------------|
| 1983 | 6.63 | 237.5 | 1,570 | -10.2 |
| 1984 | 5.93 | 237.6 | 1,410 | -1.4 |
| 1985 | 5.50 | 252.0 | 1,390 | 0.0 |
| 2000 | ↑ | ↑ | 1,390 | |
| 1998 | 5.50 | 200 | 1,100 | 0.0 |
| 2013 | ↑ | ↑ | 1,100 | |

(3) ウラン濃縮

| 年度 | DOE (\$/kg SWU) | ユーロディフ (\$/kg SWU) | 濃縮設備シェア (DOE/ユーロ) | 為替レート (円/\$) | 円建て価格 (円/kg SWU) | 伸び率 (%) |
|------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------|
| 1982 | 138.65 | 100 | 668/131 | 249.1 | 32,960 | -2.7 |
| 1985 | 130 | 100 | 2,100/1,000 | 252.0 | 30,320 | -3.6 |
| 1990 | 100 | 100 | — | ↑ | 25,200 | -3.0 |
| 1995 | 86 | 86 | — | ↑ | 21,670 | -3.2 |
| 2000 | 73 | 73 | — | ↑ | 18,400 | |
| 1995 | 86 | 86 | — | 200 | 17,200 | -3.2 |
| 2000 | 73 | 73 | — | ↑ | 14,600 | -3.8 |
| 2005 | 60 | 60 | — | ↑ | 12,000 | 0.0 |
| 2013 | ↑ | ↑ | — | ↑ | 12,000 | |

(4) 成型加工

| 年 度 | 価 格 (円/kg U) | 伸び率 (%) |
|------|-----------------|------------|
| 1984 | 88,000 | 0.0 |
| 1999 | ↑ | 0.0 |
| 2014 | ↑ | |

(5) 使用済燃料輸送

| 年 度 | ポンド建て価格 (ポンド/kg H.M.) | 為替レート (円/ポンド) | 円建て価格 (円/kg H.M.) | 伸び率 (%) |
|------|--------------------------|------------------|----------------------|------------|
| 1984 | 130 | 320.5 | 41,670 | 0.0 |
| 1990 | ↑ | ↑ | ↑ | -40.0 |
| 1991 | — | ↑ | 25,000 | 0.0 |
| 2001 | — | ↑ | ↑ | |
| 2001 | — | — | 25,000 | 0.0 |
| 2016 | — | — | ↑ | |

注) 1991年度から国内輸送に切り換わるものと想定している。

(6) 再処理

| 年 度 | フラン建て価格 (フラン/kg H.M.) | 為替レート (円/フラン) | 円建て価格 (円/kg H.M.) | 伸び率 (%) |
|------|--------------------------|------------------|----------------------|------------|
| 1984 | 6,740 | 25.96 | 175,000 | 1.0 |
| 2002 | — | — | 209,330 | |
| 2002 | — | — | 209,330 | 1.0 |
| 2017 | — | — | 243,030 | |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|---------|----------|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉, FBR |
| 資料番号 資料名 | (12) 高速増殖炉 <FBR> 開発実用化データ集 [FBR 実用化データ集] | | |

[要 旨]

1. 概 要

本資料の第 VIII 章 高速増殖炉の経済性に関する調査内容として、以下の事が記載されている。

- (1) 高速増殖炉と炉型戦略
- (2) ウラン価格とプルトニウム価格
- (3) 高速増殖炉プラントの建設コスト
- (4) 高速増殖炉の燃料サイクル・コスト
- (5) 高速増殖炉の発電コスト

2. コストデータ

表 VII-7 計算に用いた燃料サイクル・コンポーネント・コスト単価

| コスト要素 | 単 価 | コ ス ト | | |
|-----------|-----------|--------|-----------|---------|
| | | LWR | FBRブランケット | FBR炉心 |
| ウ ラ ン 転 換 | ドル/kgウラン | 8.94 | — | — |
| 濃 縮 | ドル/kgSWU | 171.50 | — | — |
| 燃 料 加 工 | ドル/kg 重金属 | 485.10 | 485.10 | 2183.00 |
| 燃 料 再 処 理 | " | 752.15 | 752.15 | 2407.00 |
| 使用済燃料輸送 | " | 122.50 | 122.50 | 147.00 |
| 劣 化 ウ ラ ン | ドル/kgウラン | 0 | 0 | 0 |

表Ⅶ-12 商用 FBR 発電原価 (FBR建設費=LWR建設費×1.1, プルトニウム価格 天然ウランに比例)

(単位:円/KWhr)

| 項目区分 | ウラン・コスト | | 49 | | 100 | | 150 | | 200 | | 250 | | (フル/1b U ₃ O ₈) |
|-----------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|--|
| | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | |
| 資本費 | 10.30 | 7.61 | | | | | | | | | | | |
| 金利 | 5.52 | 3.23 | | | | | | | | | | | 建設費(償却残高)×8% |
| 減価償却 | 3.81 | 3.81 | | | | | | | | | | | 定額16年残存10%(土地除く) |
| 固定資産税 | 0.97 | 0.57 | | | | | | | | | | | 建設費(償却残高)×1.4% |
| 直接費 | 2.11 | 2.94 | | | 同 | | | 左 | | | | | |
| 給料手当 | 0.21 | 0.21 | | | | | | | | | | | 建設費×0.31% |
| 修繕費 | 0.83 | 1.66 | | | | | | | | | | | 建設費×1.20% |
| 諸費 | 1.07 | 1.07 | | | | | | | | | | | 建設費×1.55% |
| 関連費 | 0.53 | 0.48 | 0.53 | 0.48 | 0.53 | 0.48 | 0.52 | 0.47 | | | 0.47 | | |
| 業務分担 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | 0.29 | | | 0.29 | | 建設費×0.42% |
| 事業税 | 0.24 | 0.20 | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 0.23 | 0.18 | | | 0.18 | | 燃料費込計×1.523% |
| 燃料費 | 3.33 | 1.94 | 3.04 | 1.64 | 2.76 | 1.34 | 2.48 | 1.05 | | | 0.76 | | |
| 合計(発電端) | 16.28 | 12.98 | 15.99 | 12.67 | 15.70 | 12.37 | 15.42 | 12.08 | | | 11.78 | | |
| 発電原価(送電端) | 17.89 | 14.26 | 17.57 | 13.93 | 17.26 | 13.60 | 16.95 | 13.27 | | | 12.94 | | 所内半FBR 9%, LWR 3.94% |

表Ⅶ-11 基準 LWR 発電原価(プルトニウム価格 天然ウランに比例)

(単位:円/KWhr)

| ウラン・コスト 項目区分 | 49 | | 100 | | 150 | | 200 | | 250 | | (フル/lb U ₃ O ₈) |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | 初年度 | 16年平均 | |
| 資 本 費 | 9.36 | 6.92 | | | | | | | | | |
| 金 利 | 5.02 | 2.94 | | | | | | | | | 建設費(償却残高)×8% |
| 減価償却 | 3.46 | 3.46 | | | | | | | | | 定額16年残存10%(土地除く) |
| 固定資産税 | 0.88 | 0.52 | | | | | | | | | 建設費(償却残高)×1.4% |
| 直 接 費 | 1.92 | 2.67 | | | 同 | | 左 | | | | |
| 給料手当 | 0.19 | 0.19 | | | | | | | | | 建設費×0.31% |
| 修繕費 | 0.75 | 1.51 | | | | | | | | | 建設費×1.20% |
| 諸 費 | 0.93 | 0.97 | | | | | | | | | 建設費×1.55% |
| 関 連 費 | 0.49 | 0.45 | 0.50 | 0.46 | 0.50 | 0.47 | 0.51 | 0.48 | 0.52 | 0.48 | |
| 業務分担 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 0.26 | 建設費×0.42% |
| 事業税 | 0.22 | 0.19 | 0.23 | 0.20 | 0.24 | 0.21 | 0.25 | 0.21 | 0.26 | 0.22 | 燃料費込計×1.523% |
| 燃 料 費 | 3.14 | 2.62 | 3.71 | 3.13 | 4.27 | 3.63 | 4.83 | 4.14 | 5.39 | 4.64 | |
| 合 計 (発 電 端) | 14.91 | 12.66 | 15.48 | 13.18 | 16.05 | 13.70 | 16.62 | 14.21 | 17.19 | 14.72 | |
| 発電原価(送電端) | 15.51 | 13.18 | 16.11 | 13.72 | 16.70 | 14.25 | 17.29 | 14.78 | 17.88 | 15.32 | 所内半FBR 9%、LWR 3.94% |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (13) 原子力発電所における規模の経済と建設中利子について [規模の経済] | | |

[要旨]

1. 概要

本資料は原発の規模拡大に伴って発生する規模の経済と、建設中利子の増加という規模の不経済性との関係を定量的に把握することにより、原発建設費の今後の動向及びその経済性評価の一助とすることを狙いとしている。

2. コストデータ

表3 建中利子率・リードタイムと原発建設単価
('87年度運開ベース)
(千円/kW)

| | 5%/年 | | 10%/年 | |
|------|--------|--------|--------|--------|
| | 7年 | 10年 | 7年 | 10年 |
| 裸工事費 | 280 | 同左 | 同左 | 同左 |
| 建中利子 | 40 | 50 | 86 | 109 |
| 総工事費 | 320 | 330 | 366 | 389 |
| | (12.5) | (15.2) | (23.5) | (28.0) |

(注) ()内は総工事費に占める建中利子の割合(%)

表4 建設単価の比較('87年度運開ベース)
(千円/kW)

| 今回数値 | エネ研 | 通産省 |
|------|-----|-----|
| 364 | 318 | 320 |

(注) エネ研、「多様化する日本の電源選択」(第20回エネルギー経済シンポジウム)
通産省、「電源別耐用年発電原価」

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | (14) 原子力産業 | | |

[要旨]

1. 概要

本書は同文書院より発行されている新原子力シリーズの参考書であり、その内容は以下の通りである。

- (1) 第1章 原子力開発 — その35年
- (2) 第2章 原子力産業の形成と企業体制
- (3) 第3章 核燃料サイクルの供給力
- (4) 第4章 原子力発電の経済性評価の方法
- (5) 第5章 原子力発電システムの経済

コスト関係については、上記(4)より情報を抜粋した。

2. コストデータ

表4.12 核燃料サイクルの要素価格
(ウラン精鉱 ドル/Lb, 他は ドル/kgU)

| 国, 機関 | UNIPED | | アメリカ | | NEA | 日本 | 日本 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1981 ¹⁾ | 1990 ²⁾ | 1981 ³⁾ | 1985 ⁴⁾ | 1984 ⁵⁾ | 1984 ⁶⁾ | 1986 ⁷⁾ |
| ウラン精鉱 | 39 | 37.5 | 30 | 34 | 32 | 37 | 34.3 |
| 転換 | 6.5 | 6.5 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6.2 |
| ウラン濃縮 | 154 | 156 | 130 | 124 | 130 | 135 | 117 |
| 加工 | 264 | 260 | 161 | 152 | 190 | 350 | 628 |
| 使用済み燃料輸送 | 1,040 | 1,105 | — | 21 | 40 | 173 | 217 |
| 再処理 | | | — | — | (40) 550 | 808 | 1,443 |
| 廃棄物貯蔵 | | | — | — | — | — | — |
| 廃棄物固化 | — | — | — | — | 200 | — | — |
| 廃棄物処分 | — | — | *371 | — | 150 | — | — |
| 使用済み燃料処理 | | | | | **200 | | |
| ” 処分 | | | | 350 | 150 | | |

- 注1) 基単年次1981年の各国データの平均値のドル換算
- 2) 計算にあたって採用した標準値のドル換算
- 3) OECD/NEA, への提出値
- 4) 前掲(引用・参考文献13)の採用値
- 5) OECD/NEAの専門家グループによる検討
- 6) 後述, 日本エネルギー経済研究所の基単入力値
- 7) 後述, 1987年3月の入力値(再処理は140円/ドルで換算)
- * アメリカは再処理を行わないケースを想定
- ** 再処理を行うケースに対して行わないケースの値

表 4.13 核燃料サイクル費 ('84年度運用)

| 内 訳 | 初年度コスト | | 均等化コスト | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 円/kWh | 構成比(%) | 円/kWh | 構成比(%) |
| ウラン精鉱 | 0.85 | 30 | 0.82 | 27 |
| UF ₆ 転換費 | 0.06 | 2 | 0.06 | 2 |
| 濃縮費 | 0.74 | 26 | 0.76 | 25 |
| 成型加工費 | 0.42 | 15 | 0.46 | 15 |
| 輸送費 | 0.14 | 5 | 0.16 | 5 |
| 再処理費 | 0.67 | 23 | 0.81 | 26 |
| 合 計 | 2.87 | 100 | 3.08 | 100 |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|---------|------|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | HTGR |
| 資料番号 資料名 | (15) ペブルベッド・モジュール型高温ガス炉の経済性 [高温ガス炉の経済性] | | |

[要旨]

1. 概要

本資料はペブルベッド・モジュール型高温ガス炉の HTR-100, HTR-MODUL に関して炉の設計概念がまとめられている他に、発電プラントのコスト、発電原価について試算されている。

2. コストデータ

次頁にモジュール型高温ガス炉のコストデータを示す。

表 2.4 モジュール型高温ガス炉燃料サイクルの要素費用
(1984年米国\$換算-中央年基準(1ル/kWh))

| 費 目 | 単 位 費 用 | HTR-100 | HTR-MODUL |
|----------------|--------------------------|---------|-----------|
| 濃縮ウラン費 | 49 \$/g-U ²³⁵ | 5.08 | 5.23 |
| 成型加工費 100%燃料要素 | 20 \$/球 | 2.96 | 3.87 |
| 50%燃料要素 | 13.3 \$/球 | 1.97 | 2.58 |
| 処 分 費 100%燃料要素 | 10 \$/球 | 1.48 | 1.94 |
| 50%燃料要素 | 5 \$/球 | 0.74 | 0.97 |

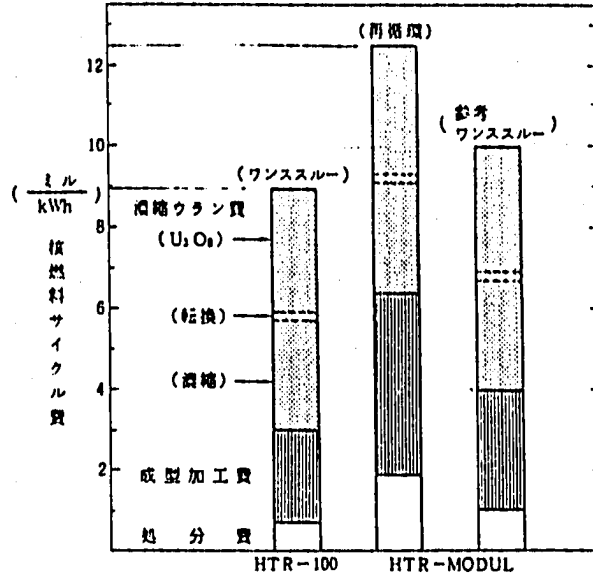


図 2.1 モジュール型高温ガス炉の燃料サイクル費の構成

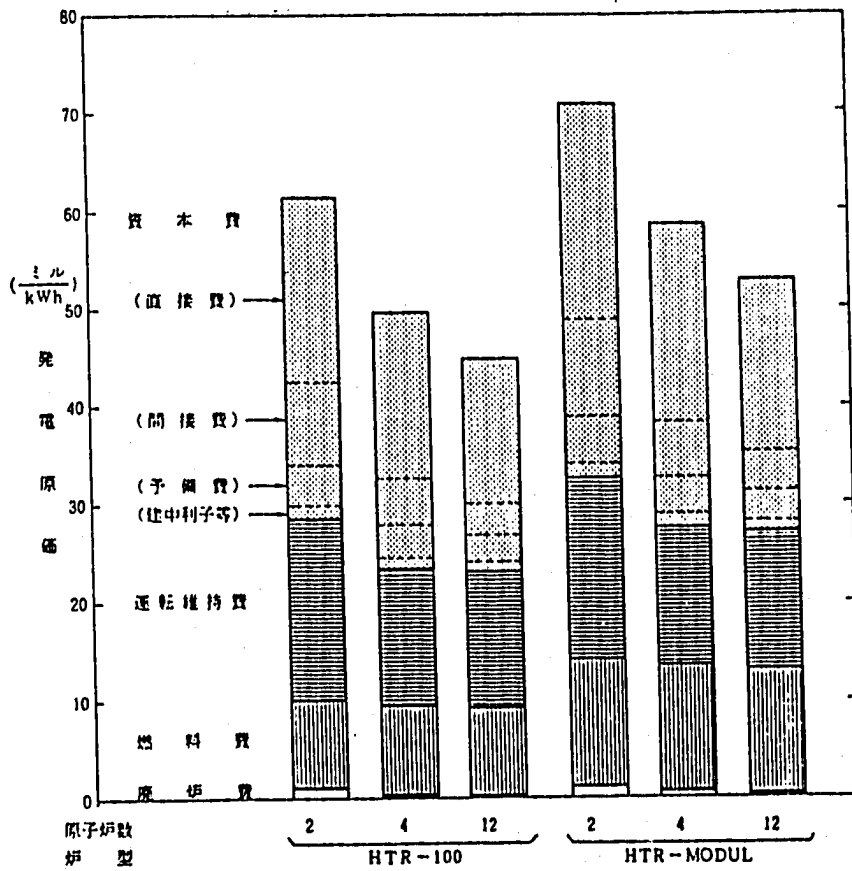


図 3.1 ペブルベッド・モジュール型高温ガス炉の発電原価

表 2.1 ベブルベッド・モジュール型HTGRの直接建設費
(1985年米国ドル)

| 費 目 | HTR-100 | | HTR-MODUL | |
|---------------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|
| | 建設費 (10 ³ \$) | 構成比 (%) | 建設費 (10 ³ \$) | 構成比 (%) |
| 21 構造物及びサイト設備 | 105,148 | 28.8 | 93,127 | 26.8 |
| 212 原子炉建屋 | 27,615 | | 34,186 | |
| 213 タービン建屋 | 21,953 | | 17,911 | |
| 214 水処理建屋 | 6,470 | | 5,240 | |
| 215 原子炉補助建屋(制御建屋等) | 9,103 | | 5,958 | |
| 216 放射性廃棄物貯蔵建屋 | 857 | | 560 | |
| 217 燃料貯蔵建屋 | 4,444 | | 2,785 | |
| 218 その他(保守建屋、管理建屋等) | 34,706 | | 26,487 | |
| 22 原子炉プラント機器 | 210,000 | 57.6 | 189,000 | 58.4 |
| 221 原子炉機器 | 89,800 | | 81,200 | |
| .1 原子炉容器 | 38,000 | | 39,600 | |
| .2 原子炉制御装置 | 5,800 | | 4,000 | |
| .3 反射体 | 11,600 | | 12,800 | |
| .4 遮蔽体(炉心支持機構を含む) | 34,400 | | 24,800 | |
| 222 主熱伝達及び輸送系 | 26,800 | | 19,800 | |
| .11 ヘリウム循環機 | 9,600 | | 6,000 | |
| .12 隔離弁及びホットダクト | 3,600 | | 1,600 | |
| .13 蒸気発生器 | 13,600 | | 12,200 | |
| 223 非常用冷却系 | 10,000 | | 8,600 | |
| 224 放射性廃棄物処理及び処分 | 1,000 | | 1,000 | |
| 225 燃料取扱及び貯蔵系 | 37,000 | | 33,000 | |
| 226 その他原子炉プラント機器 | 17,000 | | 17,000 | |
| 227 原子炉計装制御系 | 28,400 | | 28,400 | |
| 23 タービンプラント機器 | 31,438 | 8.6 | 25,976 | 8.0 |
| 231.1 タービン発電機 | 26,000 | | 21,400 | |
| 231.2 タービン発電機台座 | 5,438 | | 4,576 | |
| 24 電気設備 | 7,097 | 2.0 | 6,313 | 2.0 |
| 241 開閉所 | 4,097 | | 3,313 | |
| 242 非常用電源 | 3,000 | | 3,000 | |
| 25 その他プラント機器 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| 26 主熱除去系(冷却塔等) | 10,900 | 3.0 | 9,216 | 2.8 |
| 直接建設費合計 | 364,583 | 100.0 | 323,632 | 100.0 |
| 単位出力当り直接建設費(\$/kWe) | 1,851 | | 2,102 | |

表 2.2 各炉型の運転維持費

| 計算ケースと設計パラメータ | 項 目 | モジュール型HTR | | | 大型HTR | | 軽水炉 | | |
|----------------|-------------------|--|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | 4原子炉 1タービン | 4原子炉 2タービン | 2原子炉 1タービン | 2240 MWt | 1170 MWt | 3基 プラント | 2基 プラント | 1基 プラント |
| | | 熱量/発電量 変換率 10 ³ Btu/kWh | 8.66 | 8.66 | 8.66 | 8.93 | 9.32 | 10.6 | 10.6 |
| 熱出力 Gwt | 1.0 | 1.0 | 0.56 | 2.24 | 1.17 | 10.8 | 7.2 | 3.6 | |
| 発電容量 MWe | 394 | 394 | 197 | 855 | 428 | 3456 | 2204 | 1152 | |
| 発電電力量 GWh/年 | 2360 | 2360 | 1170 | 5100 | 2540 | 20700 | 13770 | 6870 | |
| 固定運転維持費 | 合 計 1983M\$ | 31.55 | 34.07 | 23.38 | 35.84 | 28.50 | — | — | 36.84 |
| | ユニットあたり ミル/kWh | 13.37 | 14.43 | 19.13 | 7.02 | 11.22 | — | — | 5.37 |
| 可変運転維持費 | 合 計 1983M\$ | 3.24 | 3.27 | 1.72 | 6.82 | 3.56 | — | — | 9.10 |
| | ユニットあたり ミル/kWh | 1.37 | 1.39 | 1.47 | 1.34 | 1.40 | — | — | 1.34 |
| 運転維持費 | 合 計 1983M\$ | 34.79 | 37.34 | 24.10 | 42.66 | 32.06 | 94.46 | 72.11 | 45.94 |
| | ユニットあたり ミル/kWh | 14.74 | 15.82 | 20.60 | 8.36 | 12.62 | 4.56 | 5.24 | 6.69 |

付表6 核燃料サイクルユニットコスト、リードタイム、ラグタイム、ロス率の設定値

| 核燃料サイクル | | 基準ユニットコスト 1984 S | 1990年からの 実質エスカレーション (%/year) |
|-------------------------------|----------|---------------------|------------------------------------|
| U ₃ O ₈ | S/lb | 35 | 1.8 |
| トリウム | S/kg | 35 | 0 |
| 濃縮 | S/kg SWU | 135 | (*) |
| 転換 | S/kg U | 8 | 0 |
| 加工 HTR | S/block | 9150 | 0 |
| 加工 モジュール型HTR | S/ball | 16.90 | 0 |
| 加工 LWR | S/kg | 210 | 0 |

(*) 1990年以降 110 S/kg SWUで推移。

| 核燃料サイクル | リードタイム・ラグタイム(年) | | ロス (%) |
|----------------------------------|-----------------|------|-----------|
| | 初期炉心 | 取換炉心 | |
| U ₃ O ₈ 購入 | 1.75 | 1.0 | } 0.5 |
| UF ₆ 転換 | 1.42 | 0.67 | |
| 濃縮 | 1.25 | 0.50 | |
| 加工 | 0.50 | 0.25 | 1.0 |
| リサイクル(再処理) | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 我が国 | 対象とする炉型 | 重水炉 |
| 資料番号 資料名 | (16) 原子力委員会月報 | | |

[要 旨]

新型転換炉実証炉建設計画について

1. ATR実証炉については、1990年代初め頃の運用を目標に60万kW程度の実証炉を建設する。旨の原子力委員会の原子力開発利用長期計画(昭和57年6月)及び「実証炉の建設・運転は、電気事業者及び動力炉・核燃料開発事業団の協力を得て電源開発(株)が行う。」旨の原子力委員会決定(57年8月)を踏まえ、現在、電源開発(株)が青森県下北郡大間町を建設予定地として、環境調査結果の取りまとめ、基本設計等を実施中である。
2. この立地環境調査及び基本設計の進展等を踏ま
- え、昭和57年8月の第1回ATR実証炉建設推進委員会(電源開発(株)、電気事業連合会、動力炉・核燃料開発事業団、科学技術庁及び通商産業省の五者で構成)において定められた暫定的な建設計画の見直しについて、関係五者において検討が行われてきたが、5月31日に開催された第4回同委員会においてATR実証炉建設計画が決定された。
3. 電源開発(株)は、上記委員会の決定を受けて、現在、青森県、大間町等地元に対し建設計画への説明及び協力要請を行っているところである。

(参考) 計画概要

- ・発電所名：大間原子力発電所
- ・位 置：青森県下北郡大間町大字奥戸
- ・原子炉型式：重水減速沸騰軽水冷却型原子炉
- ・最大出力：606,000 kW
- ・燃 料：ウラン・プルトニウム混合酸化物
- ・建設工程電調審 61年6月
- 着 工 64年4月
- 運 開 70年3月
- ・建設費 3,960億円(59年度価格)
- うち直接工事費 3,591億円(59年度価格)
- ・資金分担 政府補助金 1,077億円(直接工事費の30%)
- 電力負担金 1,077億円(直接工事費の30%)
- 電発(財投等) 1,806億円
- ・発電原価 15円/kWh程度(送電端)

(参考)

暫定建設計画(57.8決定)

- 60年11月
- 63年7月
- 69年12月
- 3,123億円(54年度価格)
- 2,791億円(54年度価格)
- 837億円(同左)
- 837億円(同左)
- 1,449億円
- 15円/kWh程度(送電端)

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---------------------------------|---------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする炉型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [1] プルトニウム利用に関する調査 [Pu利用に関する調査] | | |

[要 旨]

1. 概 要

Bechtel/EPRIは1984年に「再処理の経済性 - 米国の状況」(Economics of Reprocessing - U. S. Context)という報告書を出した。

この報告書ではワンスルーサイクルと再処理サイクルの核燃料サイクルコストを比較している。

2. 検討条件

| 検 討 の 前 提 | |
|--|--|
| <p>1995年運用寿命30年, 3411MWのPWRを想定し, ①ワンスルー, ②Uリサイクル, ③U/Puリサイクルの3つのオプションについて30年間のコストを資本化平準化して比較する。比較は1984年の現在価値で行う。なお, フロントエンドコストは, コストを資本化し, エネルギーの生産期間にわたり減価償却, バックエンドコストは, 運搬費と考える。</p> <p>炉仕様 PWR 3411万kW, 稼働率 65% 33000MWD/トン</p> <p>濃縮チール 0.25%</p> <p>物流及び単価→発電コストの換算過程が不明</p> | |

原 単 け - ス の 結 果

1. ワンスルーと再処理サイクルの比較

| | | U ₃ O ₈ | 転換 | 濃縮 | U加工 | MOX加工 | S F 輸送 | S F 貯蔵 | 再処理 | S F 処分 | HLW 処分 | 合計 |
|-----------|--------|-------------------------------|------|------|------|-------|-----------|-----------|------|-----------|-----------|------|
| ワンスルー | \$/kwh | 287 | 0.25 | 267 | 1.08 | - | 0.44 | - | - | 1.00 | - | 8.33 |
| | % | 34.5 | 3.0 | 321 | 13.0 | - | 5.3 | - | - | 12.0 | - | |
| Uリサイクル | \$/kwh | 257 | 0.22 | 268 | 1.08 | - | 0.10 | - | 265 | - | 0.80 | 10.1 |
| | % | 24.7 | 2.2 | 26.5 | 10.7 | - | 1.0 | - | 26.3 | - | 7.9 | |
| U/Puリサイクル | \$/kwh | 218 | 0.19 | 222 | 0.90 | 0.63 | 0.10 | - | 266 | - | 0.80 | 9.68 |
| | % | 22.5 | 2.0 | 22.9 | 9.3 | 6.5 | 1.0 | - | 27.5 | - | 8.3 | |

* Pu売却, \$ 25/gとすると, Puクレジット = -0.54 \$/kwh
 ** 処分費に含まれる。

ワンスルーとの比較で, U/PuリサイクルにおけるU₃O₈ 損益分岐価格は \$ 103/ℓb

そ の 他 の ケ - ス の 結 果

- 中立法によるウラン価格と再処理損益分岐価格の分析より, \$ 100/Kgの再処理コスト変動 = \$ 17/ℓbの変動であることが判明した。従って \$ 50/ℓbに見合う再処理は \$ 488/Kg, 一方, \$ 35/ℓbに見合う再処理は \$ 394/kgである。
- ウラン価格, 再処理, Pu価値の相関は次のとおり, \$ 35/ℓb, \$ 400/Kg → \$ 25/g; \$ 35/ℓb, \$ 800/kg → \$ 80/g
- 感度分析を行った結果, 高燃焼度化, SWUコストの低減はワンスルーに有利であり, MOX加工費が \$ 100/kg 変動すると再処理の損益分岐価格は \$ 40/kg 変わることがわかった。
- コスト回収法によるPu価値, ①20,000 MWD/トンと価値の高いSFについては再処理が \$ 300~400/kg でコスト回収するPu価値は \$ 20~40/kg Puif, ②標準ケース (33,000MWD/トン, \$ 800/kg) では, \$ 130/g Puif, ③ウランが \$ 110/ℓb のとき, ④では Pu価値 = 0, ⑤でも \$ 25/g

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [2] エネルギー技術データハンドブック [データハンドブック] — コスト編(第2次版) — | | |

[要 旨]

1. 概 要

このデータハンドブックは、(財)エネルギー総合工学研究所がこれまでに調査研究活動を行ってきた過程で集積したデータの中から、エネルギー技術のコストに関連するデータの主要なものを拾い、整理、編集したものである。

2. 調査分野

(1) 原子力

- ① 軽水炉
- ② ガス炉
- ③ 重水炉
- ④ 高速炉
- ⑤ 高温ガス炉
- ⑥ 核燃料サイクル

(2) 化石燃料

(3) 自然エネルギー

(4) エネルギー有効利用

(5) 共通要素技術

(6) エネルギー貯蔵

3. 調査内容

(1) コスト積算 (建設コスト, 運転コスト, 発電コスト)

(2) 比較 (異種システム間の比較)

(3) 要素分析 (パラメータの変動に伴うコスト変動を分析したデータ)

| | |
|-------|----------------|
| 帳 水 加 | 比較 (A) (発電コスト) |
|-------|----------------|

各国における原子力と石炭 (火力) の発電コスト比較 (OECD/NEA)

関連：石炭 (火力)

OECD/NEAの「原子力及び石炭火力発電所の発電コスト」報告書より抜粋。(1982/6月のIAEA, NEA, ECの専門家会議をNEAがまとめた) UNIPEDの分析と同じ方法を用い、①発電コスト試算には多くの方法がありデータのとり方により結果が大きく変る。②試算の方法、提示データが各国で異なるため、発電コストを直接比較することは難しい、としながらも、実質支払金額を算定した割引均等化コストが比較する上で有用普遍的なデータを与えるとして、発電コストの比較を試みている。

表-1 現在価値換算・均等化発電原価のまとめ

{ 現在価値換算率 5%, 1990年運用 }
{ 耐用年数 20年, 設備利用率 70% }

(単位: 10^{-2} ECU/kWh 1981.1.1 価格)

| | 原 子 力 | | | | 石 炭 火 力 | | | | 比 率 〔石炭火力/原子力〕 |
|--------------------|-------|---------|------|------|---------|---------|------|------|-------------------|
| | 資本費 | 運転, 保守費 | 燃料費 | 合 計 | 資本費 | 運転, 保守費 | 燃料費 | 合 計 | |
| ベルギー | 1.26 | 0.57 | 0.68 | 2.51 | 0.59 | 0.32 | 2.59 | 3.50 | 1.39 |
| フランス | 1.02 | 0.36 | 0.69 | 2.07 | 0.83 | 0.29 | 2.50 | 3.62 | 1.75 |
| 西ドイツ ^{a)} | 1.58 | 0.47 | 0.82 | 2.87 | 0.79 | 0.60 | 3.32 | 4.71 | 1.64 |
| イタリア | 0.99 | 0.22 | 0.78 | 1.99 | 0.56 | 0.19 | 2.38 | 3.13 | 1.57 |
| 日 本 | 1.34 | 0.47 | 0.76 | 2.57 | 0.95 | 0.42 | 2.51 | 3.88 | 1.51 |
| オランダ | 1.61 | 0.37 | 1.02 | 3.00 | 0.79 | 0.41 | 2.68 | 3.88 | 1.29 |
| ノルウェー | 1.26 | 0.44 | 0.78 | 2.48 | 0.82 | 0.43 | 2.27 | 3.52 | 1.42 |
| スウェーデン | 1.75 | 0.45 | 0.85 | 3.05 | 0.84 | 0.49 | 2.74 | 4.07 | 1.33 |
| 英 国 ^{b)} | 2.85 | 0.34 | 0.93 | 4.12 | 1.73 | 0.35 | 3.82 | 5.90 | 1.43 |
| 米 国 ^{c)} | 1.85 | 0.37 | 0.67 | 2.89 | 1.03 | 0.37 | 1.52 | 2.92 | 1.01 |

注) 一各国間の数値は直接比較できない。

一 暗影部分は UNIPED 資料から。

一 税金等を除く。

a) 石炭火力の燃料費は50%国内産石炭を利用し、その他は輸入炭。

b) データはCEGBサイズウェルの場合。

c) シカゴ地域の場合。資本費の中には、主要設備の改修、取替費を含む。また原子力に關しては廃炉費用も含む。

< 参 考 >

ECU (欧州通貨単位)

EC公式為替交換レートで 1981.1.1 現在 \$ 1.299 / ECU

| | | |
|-----|--|--------------|
| 引 用 | 1) 海外電力情報, 16(2)25 (1984.2) 2) 原産新聞, 1217号 (年59.1.26) | 84-12 大 森 |
|-----|--|--------------|

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-------------|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉, プルサーマル |
| 資料番号 資料名 | [3] プルトニウム利用の実用化に関する基本問題調査 — 成果報告書 昭和62年3月 (株)野村総合研究所 | | |

[要 旨]

科学技術庁原子力局原子力調査室の委託により、委員会を設置して、プルトニウム利用の実用化上の問題点、海外の政策動向について調査を行った報告書である。

我が国における核燃料サイクルの開発効果の分析、プルトニウム利用に必要な社会システムの整備方策の検討を行っており、その基礎としてコストデータはヨーロッパのものがほとんどであるが、米国における次のデータが報告されている。

(1) プルトニウム 1982年価格

① PuO₂ の輸送コスト

米国国内での陸上輸送

0.049 ドル/gPu

② PuO₂ の貯蔵コスト : 2ドル/gPu・年

③ プルトニウム精製コスト : 6ドル/gPu・年

(2) 再処理

1982年1月 U. S. DOE 推計

536 US\$/kg

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [4] Report on Financing the Disposal of Commercial Spent Nuclear Fuel and Processed High Level Radioactive Waste, DOE/S-0020/1, July 1983 | | |

[要 旨]

1. 概 要

米国の1982年のNuclear Waste Policy Act (Public Law 98-425)では、1983年4月7日以降運転の商用原子力発電所の電力費用には1.0 mill/kWhの賦課金が課せられている。

本資料ではこの賦課金が、商用発電により発生する使用済燃料の処分コストおよび再処理による高レベル廃棄物の固化コストを補うに十分な財源となり得るかを評価したものである。本資料で商用原発から発生する使用済燃料の実績値などのデータをもとに行ったコスト解析の結果が報告されている。

2. 使用済燃料輸送費

鉄道およびトラック輸送による場合につき重みづけ平均により、\$21/kgUと報告されている。

3. 再処理高レベル廃棄物処分費

1982年価格で\$107~176/kgUと報告されている。

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [5] Survey of Nuclear Power Plant Construction Costs 1984 | | |

[要 旨]

1. 概 要

DOEのEIA (Energy Information Administration) では、四半期ごとに米国の原子力発電所建設費、建設工期、建設進捗状況に関する予測値を電力事業者から集めている。本報告書は2番目の年次報告書 [1番目はDOE/EIA-0439(83)] であり、1984年3月31日現在で建設中の71基のデータおよびそれ以前に運開している原発の運転履歴が報告されており、その中で原発の平均建設コストの実績値および予測値が次のように報告されている。

2. 1971～1984年運開の51基の平均建設コスト

**Table 2. Average Construction Costs for 51
Nuclear Units Entering Commercial
Operation From 1971 Through 1984**

| Period During Which Units Entered Commercial Operation | Number of Units | Average Construction Cost (year-of-expenditure dollars per kWe) |
|--|-----------------------|---|
| 1971-1974 | 13 | 313 |
| 1975-1976 | 12 | 460 |
| 1977-1980 | 13 | 576 |
| 1981-1984 | 13 | 1,229 |

Source: U.S. Atomic Energy Commission and U.S. Energy Research and Development Administration, Form HQ-254; and Energy Information Administration, Form EIA-254, "Quarterly Progress Report on Status of Reactor Construction."

3. 今後運開予定にある平均建設コストの予測値

**Table 3. Estimated Average Construction Costs
for Units in the Construction Pipeline,
by Expected Year of Entry Into
Commerical Operation**

| Period During Which Units Are Expected to Enter Commercial Operation | Number of Units | Estimated Average Construction Cost (year-of-expenditure dollars per kWe) |
|---|-----------------------|--|
| 1984-1985 | 17 | 2,293 |
| 1986-1987 | 17 | 2,383 |
| 1988-1991 | 5 | 2,127 |

Source: Energy Information Administration, Form
EIA-254, "Quarterly Progress Report on Status of Reactor
Construction."

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [6] 石炭火力と原子力発電コスト予測の比較 — 米国 UEC 報告書 — | | |

[要 旨]

1. 概 要

米国の4機関がそれぞれ独自に原子力発電と火力発電の経済性の比較を行った結果を集約・整理した報告書「A Comparison of Recent Estimates of Future Coal and Nuclear Power Plant Generation Costs」を(財)海外電力調査会が翻訳したものである。

1986年～1990年に運転開始する原子力発電所と火力発電所につき、次の4機関の評価手法、評価結果が記されている。

- ① UEC : United Engineers & Constructors Inc.
- ② Bechtel / EPRI
- ③ S & L : SARGENT & LUNDY 社
- ④ S & W : Stone & Webster 社

2. 評価の条件の比較

表 1
経済的パラメーター

| | UEC | EPRI | S & W | S & L |
|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| 基準を合せた年度 | 1990 | 1986 | 1990 | 1990 |
| 発電所耐用年数 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 発電所利用率 | 60% | 66% | 60% | 60% |
| 基準設定年度 | 1976 | 1976 | 1979 | ※ |
| 物価上昇率 | 8% ^a | ※ | ※ | 6% ^b |
| インフレ率 | ※ | 6% | ~6% | ※ |
| 割引率 | 10% | 10% | ※ | ~10% |
| 固定費の割合 | 18% | 18% | 20% | ~16% |
| 臨時費 | 10% | ※ | ※ | ※ |
| 建設中利子 | 8% | ※ | ~9% | 9.7% |
| (建設中の資金引当金) | | | | |
| ウランの市価(年)ドル/ポンド | 27 (1976) | 23 (1976) | 43 (1978) | 43 (1978) |
| 石炭引渡コスト(年)ドル/トン | 27 (1976) | 19 (1976) | 27 (1978) | ※ |

※ 判然としない。

a. U_3O_8 は、廃棄処分、リサイクルの両場合とも通常の物価上昇率8%よりも4.6%高い率で上昇する。さらに、廃棄処分の場合、ウラン備蓄の臨時的不足を反映して、運転期間中のみにさらに2%の上昇が含まれる。

b. 資本費は例外で、1979年までは、物価上昇は8%、次の5年間は7%、それ以降は6%である。

表 2
 発電コスト(ミル/kWh) UEC
 (1990年を基準, 当該時点での均平化実勢ドル価)

| | 原子力 | | 石炭 | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | PWR | BWR | 低イオウ | 高イオウ | |
| 資本費 | 57.5 | 57.5 | 56.4 | 38.4 | 45.7 |
| 燃料費 | | | | 106.1 | 83.2 |
| 再処理なし | 62.1 | | 62.3 | | |
| 再処理あり | | 49.7 | データなし | | |
| O & M 費 | 7.0 | 7.0 | 6.8 | 5.9 | 15.9 |
| 合計 | 126.6 | 114.2 | 125.5 | 150.4 | 144.8 |

表 3

発電コスト(ミル/kWh)※ EPRI
 (1976年を基準, その時点での均平化実勢ドル価)

| | 原子力 | 石炭 |
|---------|-------|-------|
| 資本費 | 22-26 | 19-22 |
| 燃料費 | 11-15 | 19-24 |
| O & M 費 | 3 | 5 |
| 合計 | 36-44 | 43-51 |

※ 代表的地方について(東部中央地域)

表 4

発電コスト(ミル/kWh) S & L
 (1990年を基準, その時点での均平化実勢ドル価)

| | 原子力 | 石炭 | |
|---------|------|-------|-------|
| | | 低イオウ | 高イオウ |
| 資本費 | 58.0 | 41.0 | 41.2 |
| 燃料費 | 25.3 | 55.6 | 49.9 |
| O & M 費 | 5.8 | 7.8 | 11.5 |
| 合計 | 89.1 | 104.4 | 102.6 |

表 5

発電コスト(ミル/kWh) S & W
 (1990年を基準, その時点での均平化実勢ドル価)

| | 原子力 | 石炭 | 石油 |
|---------|-----|----|-----|
| 資本費 | 59 | 54 | 49 |
| 燃料費 | 11 | 36 | 70 |
| O & M 費 | 5 | 6 | 2 |
| 合計 | 75 | 96 | 121 |

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|---------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする炉型 | FBR |
| 資料番号 資料名 | [7] Cost Engineering for an Advanced Reactor Design | | |

[要 旨]

1. 出力 138 MWe のモジュール型高速炉を 9 基集めて、1245 MWe の発電プラントとし、コスト評価の方法、評価基準を設定して加圧水型軽水炉 1100 MWe 級プラントの総建設費との比較を行っている。コスト評価チームの構成は次の通りである。

- ・GE : タービン発電機を含むNSSSの詳細評価
- ・Foster Wheeler社 : Nsssコストのチェック
- ・Bechtel : Non NSSS の評価
- ・United Engineers and Constructors (UE & C) : Ownerのコストの評価

2. 対象プラント

スポンサー DOE による Advanced Liquid Metal Reactor Program に基づく

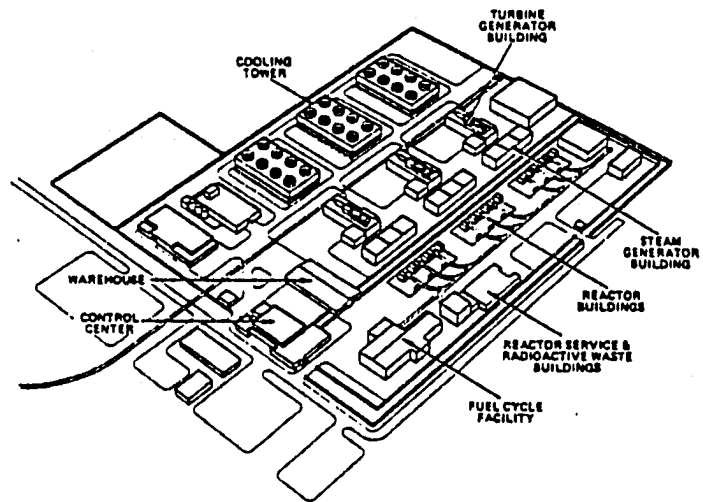


Figure 1--PRISM 1245 MWe Power Plant

3. 1100MWe級軽水炉プラントとのコスト比較および1245MWeプラントの総建設費

| DESIGN FEATURE | COST COMPARISON (\$ IN MILLIONS) |
|---|----------------------------------|
| REACTOR EQUIPMENT - Multiple Units | \$+360 |
| TURBINE EQUIPMENT - Multiple Units | +30 |
| FACTORY FABRICATION OF REACTOR MODULES | -60 |
| BUILDINGS - Reduced Size, Pressure, Seismic Requirements | -40 |
| BOP MODULARIZATION | -20 |
| BENEFITS OF REPETITIVE CONSTRUCTION | -10 |
| CONSTRUCTION SERVICES - Standardization, Reduced Field Labor & Schedule | -75 |
| FIELD SERVICES - Standardization, Reduced Field Labor & Schedule | -70 |
| HOME OFFICE ENGINEERING - Standardization & Schedule | -135 |
| NET DIFFERENCE | \$ -20 |

Table 1--Base Cost Comparison PRISM vs LWR(BE)

| | PLANT COST (1986 \$ IN MILLIONS) |
|----------------------|----------------------------------|
| TOTAL DIRECT COST | \$1190 |
| TOTAL INDIRECT COST | 335 |
| CONTINGENCY | 305 |
| TOTAL OVERNIGHT COST | \$1830 |
| INTEREST (Real) | 140 |
| TOTAL CAPITAL COST | \$1970 |

Table 2--PRISM Cost Estimate 1245 Mwe Plant

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--------------|---------|--------------|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする炉型 | HTGR (高温ガス炉) |
| 資料番号 資料名 | [8] 高温ガス炉の概要 | | |

[要 旨]

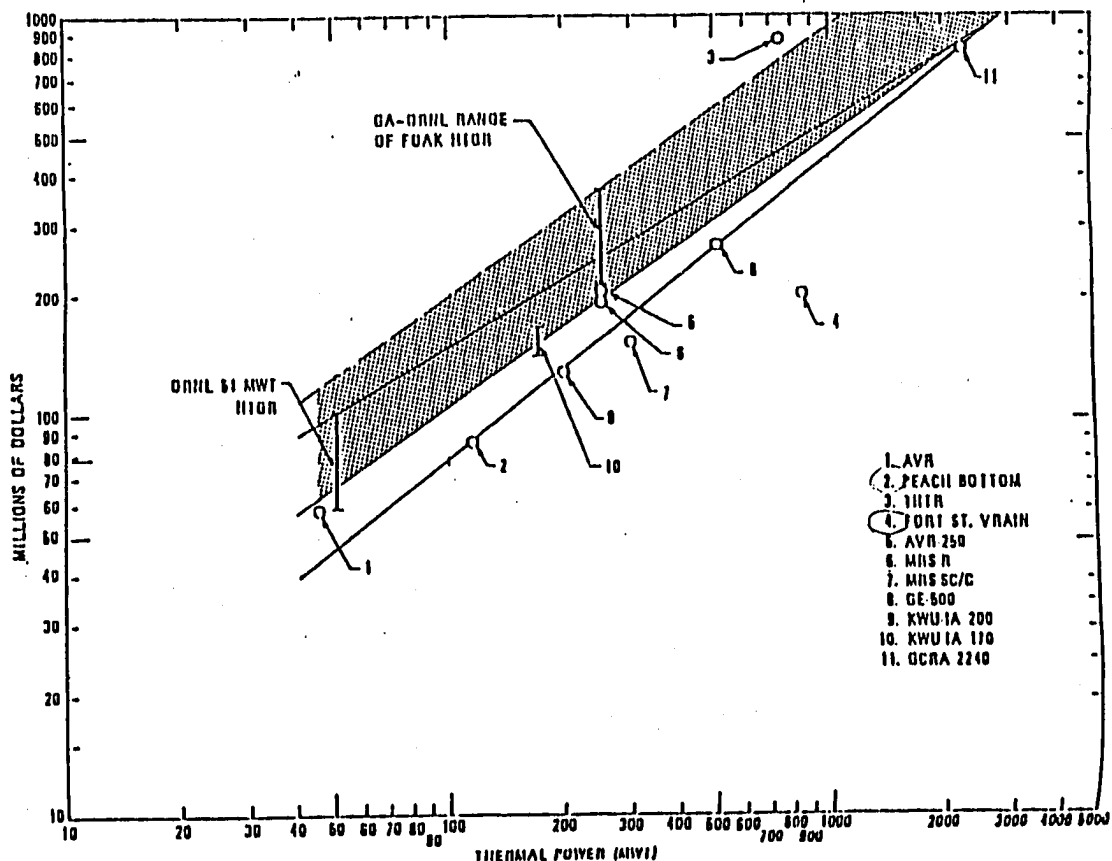
1. 概 要

高温ガス炉の開発の経緯、動向、特徴を、米国、英国、西独、ソ連の研究開発を対象にまとめたものであり、各設計の要目、建設費、燃料費が記されている。

2. 建設費

米国の炉については下図の読み取りより

- ・ Peach Bottom 炉 (40 MWe, 1960年運開) 約 90 million \$
- ・ Fort st. Vrain 炉 (330 MWe, 1981年定格出力運転) 約 200 million \$



第8図 高温ガス炉の建設費

3. HTGR-SC/Eの燃料サイクル費および内訳

(1) 燃料サイクル費

U₂₃₅ および U₂₃₃ クレジットを
含まない場合

5.75 円/kWh

(2) 燃料サイクル費の内訳

右図より

① 核燃料費(ウラン価格)

2.42 円/kWh

② U₆ 転換費

0.06 円/kWh

③ 濃縮費

1.32 円/kWh

④ 成型加工費

1.09 円/kWh

⑤ 貯蔵・輸送

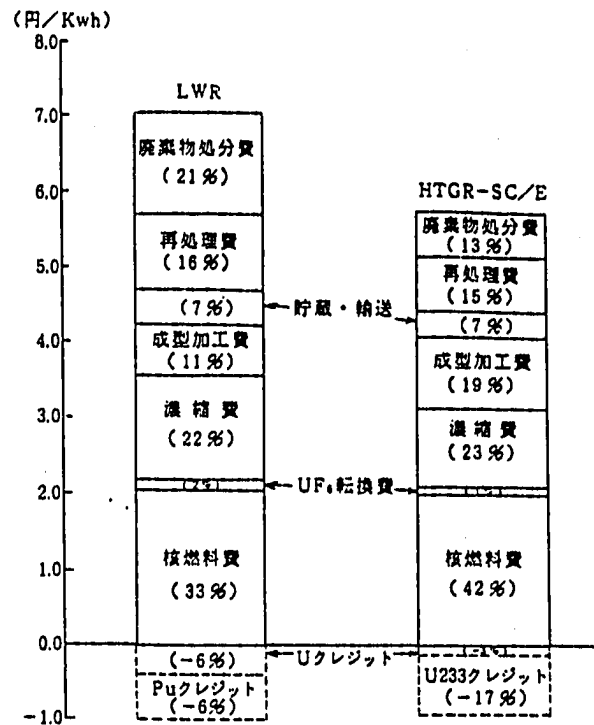
0.40 円/kWh

⑥ 再処理費

0.86 円/kWh

⑦ 廃棄物処分費

0.75 円/kWh



燃料費の内訳

(b) 角柱燃料/PCR-V一体型炉

第10図 高温ガス炉の燃料サイクル費の構成

⑧ U₂₃₅ クレジット

0.17 円/kWh

⑧ U₂₃₃ クレジット

0.98 円/kWh

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|--------------|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | HTGR (高温ガス炉) |
| 資料番号 資料名 | [9] モジュール型高温ガス冷却発電プラントの経済性 — GCRA 設計の MHTGR — | | |

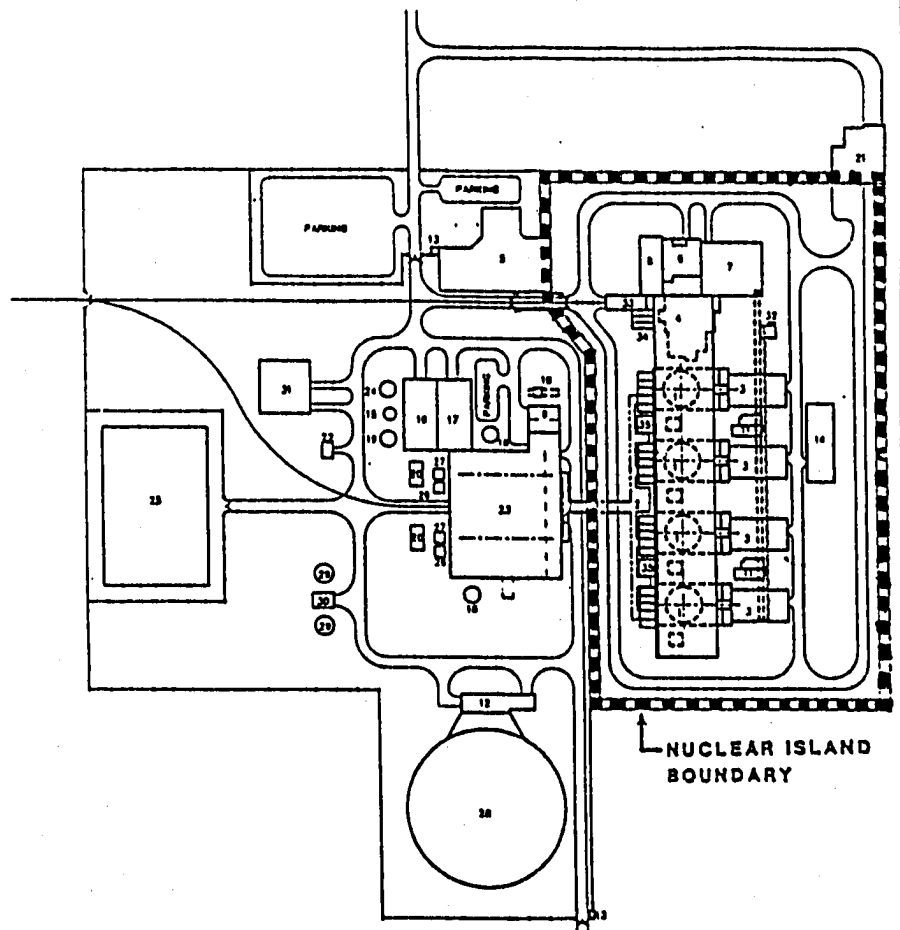
[要 旨]

1. 概 要

米国の GCRA (ガス冷却炉協会) 1987 年 11 月に、350 MWt の原子炉モジュール 4 基と蒸気タービン発電機 2 基から成る MHTGR 発電プラントの概念設計を終了させ、サマリーレポート (GCRA 87-011) を公表した。本資料はこのサマリーレポートを中心に MHTGR 発電プラントのプラント構成と主要諸元、安全性上の特徴および経済性をまとめたものである。

2. MHTGR プラントの配置

1. REACTOR BUILDING
2. MAIN STEAM & FEEDWATER PIPING
3. REACTOR AUXILIARY BUILDING
4. REACTOR SERVICE BUILDING
5. OPERATIONS CENTER
6. PERSONNEL SERVICES BUILDING
7. RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT BLDG.
8. NUCLEAR ISLAND COOLING WATER BLDG.
9. STANDBY POWER BUILDING
10. FUEL OIL STORAGE TANK & PUMP HOUSE
11. HELIUM SERVICES BUILDING
12. CIRCULATING WATER PUMP HOUSE
13. GUARD HOUSE
14. HELIUM STORAGE STRUCTURE
15. CLARIFIER
16. MAKEUP WATER TREATMENT & AUXILIARY BOILER BUILDING
17. MAINTENANCE BUILDING
18. CONDENSATE SURGE TANK
19. DEMINERALIZED WATER STORAGE TANK
20. UNIT TRANSFORMER
21. NI WAREHOUSE
22. HYDROGEN STORAGE AREA
23. TURBINE BUILDING
24. FILTERED WATER STORAGE TANK
25. SWITCHYARD
26. STARTUP AUXILIARY TRANSFORMER
27. UNIT AUXILIARY TRANSFORMER
28. STATION COOLING TOWER
29. FIRE WATER STORAGE TANK
30. FIRE PUMP HOUSE
31. ECA WAREHOUSE
32. REMOTE SHUTDOWN BUILDING
33. WASHDOWN BAY
34. CHILLED WATER BUILDING
35. ELECTRICAL EQUIPMENT AREA



4. 発電原価およびその構成

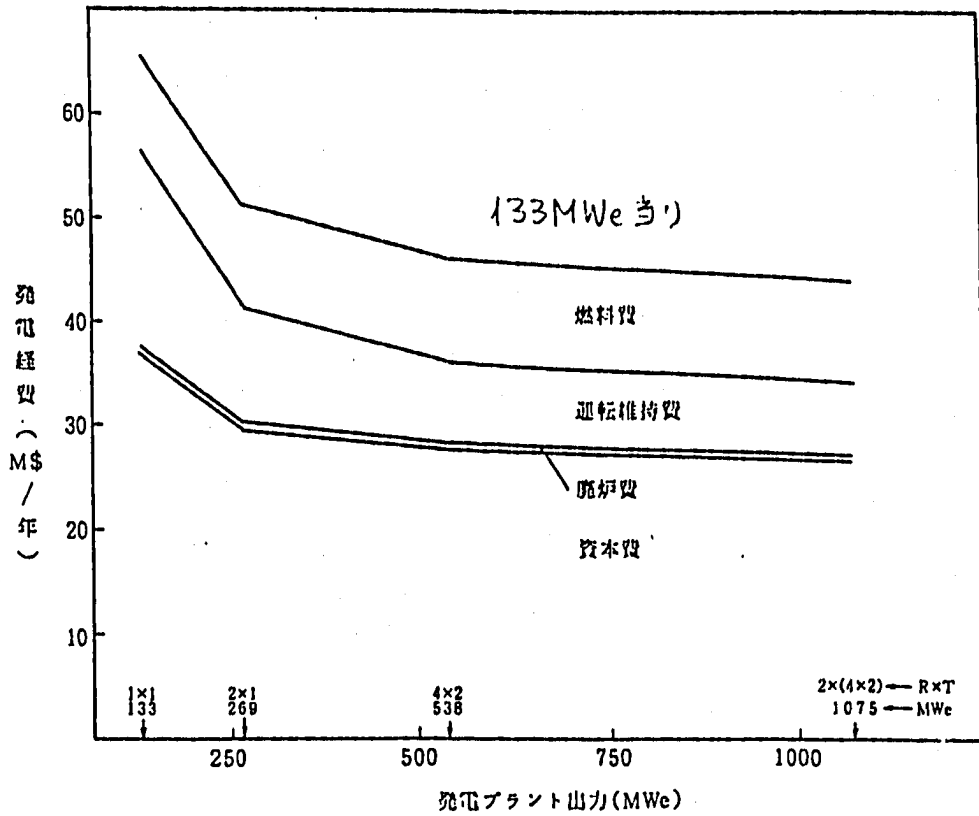
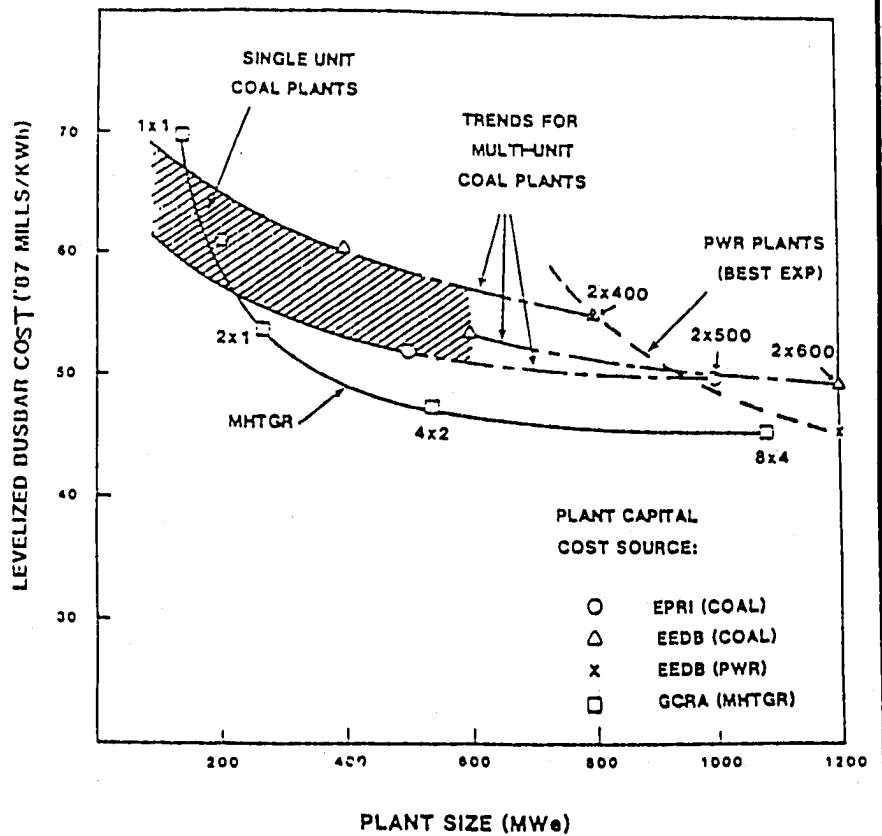


図8 発電原価の構成
(GCRA 87-011 Rev.1から作成)

図9 発電原価の比較



COAL COST \$1.75/MBTU IN '87S
WITH 1% REAL ESCALATION FOR 2010 STARTUP

表2 基本建設コストの比較 (1987年M\$)

(出典: GCRA 87-011 Rev.1, 私信ゼネラル・アトミックス 渡部氏)

3. 建設費内訳および
建設単価

[略号]

FOAK : first of a kind

NOAK : Nth of a kind

NI : Nuclear Island

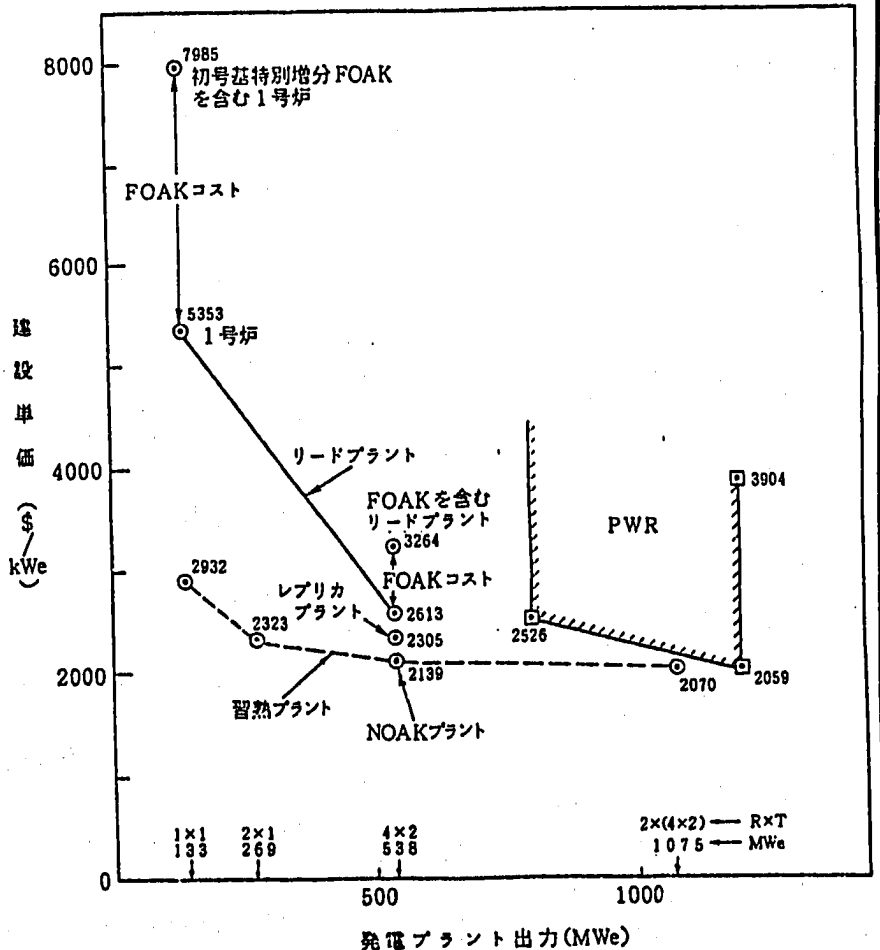
原子炉を中核とし
原子炉級機器を配置

ECA : Energy Conversion
Area

タービン発電機等の
非原子炉級の機器を
配置

| 費用項目 | リードプラント | | レプリカ プラント (537.6MWe) | NOAKプラント (537.6MWe) | | |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------------|-----|------|
| | 1号基モジュール (133MWe) | 4モジュール (537.6MWe) | | NI | ECA | 計 |
| 用地費 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| 構造建家及び敷地 | 74 | 118 | 115 | 83 | 28 | 111 |
| 原子炉プラント機器 | 125 | 321 | 285 | 255 | 2 | 257 |
| タービンプラント機器 | 63 | 126 | 125 | 0 | 124 | 124 |
| 電気設備及び機器 | 27 | 53 | 52 | 21 | 30 | 51 |
| その他プラント機器 | 11 | 13 | 13 | 4 | 9 | 13 |
| 復水、除熱系 | 18 | 24 | 23 | 0 | 23 | 23 |
| -総直接費 | 321 | 656 | 615 | 363 | 218 | 581 |
| 建設管理 | 47 | 79 | 73 | 32 | 39 | 71 |
| 設計管理及び本社経費 | 41 | 90 | 61 | 34 | 14 | 48 |
| 現場監督及び事務所経費 | 17 | 29 | 27 | 13 | 13 | 26 |
| 電力管理費 | 76 | 139 | 119 | 0 | 113 | 113 |
| -総間接費 | 182 | 337 | 280 | 79 | 179 | 258 |
| -総計 | 503 | 993 | 895 | 442 | 397 | 838 |
| 予備費 | 100 | 207 | 186 | 119 | 54 | 173 |
| エスカレーション | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 建中利子 | 109 | 205 | 157 | | | 139 |
| -総資本費 | 712 | 1405 | 1239 | | | 1150 |
| (\$/kWe) | 5353 | 2613 | 2305 | | | 2139 |

MHTGR実用プラントの建設単価(1987年)
(GCRA 87-011Rev.1 から作成)



「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [10] Nuclear O & M Costs Outpace Coal for First Time in '87 Nucleonics Week, Vol. 39, September 1987 | | |

[要 旨]

米国の UDI (Utility Data Institute, Washington D.C. の独立系調査会社) の報告書によれば、米国の原発の変動費 (燃料費を含む) の平均値が、1987 年に石炭火力プラントの変動費平均値を越えたとのことである。すなわち、原子力 72 プラントおよび石炭火力 412 プラントを対象にした調査によれば、変動費の平均値は次のとおりである。

原子力 : 2.18 cents/kWH

石炭火力 : 2.07 cents/kWH

UDI の報告書では、租税公課、減価償却、金利、保険のような固定費は含まれていない。本資料では特定の原子力プラントの変動費が次のとおり報告されている。

- ・ Nine Mile Point-1 : 9.08 \$/MWH
- ・ Point Beach : 11.92 \$/MWH
- ・ Prairie Island : 12.22 \$/MWH
- ・ Calvert Cliffs : 12.96 \$/MWH
- ・ Zion : 13.58 \$/MWH

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|----------|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉, FBR |
| 資料番号 資料名 | [11] Nuclear Cost Data Base, A Reference Data Base for Nuclear and Coal-fired Powerplant Power Generation Cost Analysis, DOE/NE--0078, December 1986 | | |

[要 旨]

1. 概 要

原子力および火力発電プラントの発電コスト解析のための、建設費および核燃料コストのデータベースについて説明し、将来値予測のための解析上の假定、方法、例題計算を示している。本書は1982年10月に初版が発行されて以来、1984年、1985年、1986年と改訂が行われ、これで四版目である。

2. 軽水炉およびFBRの建設費ならびにその構成

- ・ 2000年運開プラントの建設費の予測値
- ・ 米国中西部シカゴ地域に建設するもと假定

| | PWR 1 × 1100 MW(e) | LWR 1 × 1100 MW(e) | Coal 2 × 550 MW(e) |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <u>Direct costs (January 1986 dollars)</u> | | | |
| Land and land rights | 5 | 5 | 5 |
| Structures and improvements | 180 | 255 | 115 |
| Reactor/boiler plant equipment | 285 | 625 | 435 |
| Turbine plant equipment | 205 | 210 | 200 |
| Electric plant equipment | 70 | 85 | 70 |
| Miscellaneous plant equipment | 40 | 55 | 35 |
| Main heat rejection system | 45 | 45 | 35 |
| Subtotal (direct costs) | 830 | 1280 | 895 |
| <u>Indirect costs (January 1986 dollars)</u> | | | |
| Construction services | 195 | 180 | 105 |
| Home office engineering and services | 200 | 275 | 40 |
| Field office engineering and services | 100 | 140 | 35 |
| Owner's costs | 130 | 190 | 110 |
| Subtotal (indirect costs) | 625 | 785 | 290 |
| <u>Total costs</u> | | | |
| Direct and indirect costs (January 1986 dollars) | 1455 | 2065 | 1185 |
| Contingency allowance (January 1986 dollars) | 145 | 205 | 120 |
| Total overnight costs (January 1986 dollars) | 1600 | 2270 | 1305 |
| Allowance for escalation (as spent dollars) | 1020 | 1445 | 965 |
| Allowance for interest (as spent dollars) | 1070 | 1515 | 590 |
| Plant capital investment cost at commercial operation (as spent dollars) | | | |
| Millions of dollars | 3690 | 5230 | 2860 |
| Dollars per kilowatt | 3350 | 4750 | 2600 |
| 1986 dollars per kilowatt | 1690 | 2400 | 1310 |

3. 建設リードタイム, 建設人工をパラメータとした場合の軽水炉 (1100 MWe) の建設費の比較

[A]

・設計・建設リードタイム

12年

・建設人工

26人・時/kW(e)

Table 2.8. Estimated nuclear power plant capital investment costs based on median and better current experience^{a, b} (millions of dollars)

[B]

・設計・建設リードタイム

8年

・建設人工

14人・時/kW(e)

シカゴ地域に2000年に
運開するプラント

| | [A] Median experience ^c | [B] Better experience ^d (Reference) |
|--|------------------------------------|--|
| <u>Direct costs (January 1986 dollars)</u> | | |
| Land and land rights | 5 | 5 |
| Structures and improvements | 270 | 180 |
| Reactor/boiler plant equipment | 330 | 285 |
| Turbine plant equipment | 230 | 205 |
| Electric plant equipment | 100 | 70 |
| Miscellaneous plant equipment | 55 | 40 |
| Main heat rejection system | 50 | 45 |
| | 1040 | 830 |
| <u>Indirect costs (January 1986 dollars)</u> | | |
| Construction services | 340 | 195 |
| Home office engineering and services | 370 | 200 |
| Field office engineering and services | 395 | 100 |
| Owner's costs | 215 | 130 |
| | 1320 | 625 |
| <u>Total costs</u> | | |
| Direct and indirect costs (January 1986 dollars) | 2360 | 1455 |
| Contingency allowance (January 1986 dollars) | 350 | 145 |
| | 2710 | 1600 |
| Total overnight costs (January 1986 dollars) | 1460 | 1020 |
| Allowance for escalation (as spent dollars) | 2410 | 1070 |
| | 6580 | 3690 |
| Plant capital investment cost at commercial operation (as spent dollars) | 5980 | 3350 |
| Millions of dollars | 3020 | 1690 |
| Dollars per kilowatt | | |
| 1986 dollars per kilowatt | | |

^a2000 startup.^bChicago area.^c12-year design and construction lead time and 26 craft manhours/kW(e).^d8-year design and construction lead time, 14 craft man-hours/kW(e), and includes regulatory reforms.

4. 核燃料コストパラメータ

Table 2.13. Nuclear fuel cost parameters
(1986 dollars)

| | Reference | Range |
|---|------------------|-----------|
| <u>Component prices</u> | | |
| U ₃ O ₈ , \$/lb | 34 ^a | a |
| Enrichment, \$/SWU | 110 ^b | b |
| Conversion, \$/kg U | 8 | |
| Fuel fabrication, \$/kg HM | | |
| LWR-LEU | | 170-260 |
| Standard burnup | 220 | |
| Extended burnup | 240 | |
| LWR-MOX | 730 | 400-1200 |
| LMR core | 2250 | 1800-3200 |
| LMR blanket | 320 | 200-500 |
| Spent fuel shipping, ^c \$/kg HM | | |
| LWR fuel | 45 | 25-70 |
| LMR fuel | 110 | 60-200 |
| Reprocessing, ^d \$/kg HM | | |
| LWR fuel | 280 | 200-600 |
| LMR fuel | 560 | 300-1200 |
| Waste disposal, mills/kWh | 1 | |
| <u>Escalation rates,^e %/year</u> | | |
| Uranium price | 1.0 | 0-2 |
| Enrichment price | | b |
| 1986-2005 | -3.4 | |
| 2005- | 0 | |
| Other costs | 0 | |

^aSee Fig. 2.4 for details.

^bFY 1987 price for 100% U.S. contract, see Fig. 2.5 for details.

^cShipping costs are dependent on actual shipping distance and weights.

^dReprocessing and mixed oxide fuel fabrication costs are dependent on plant size and financing assumptions. Values shown are for large plants.

^eReal escalation rates over and above the 5%/year general inflation rate.

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | 軽水炉 |
| 資料番号 資料名 | [12] 米国の発電所における操業コストと建設コスト海外電力 第20巻 No. 6 (265) | | |

〔 要 旨 〕

〔概要〕

米国の主要な発電所での操業コスト（直接費、燃料費）は、1981年から1985年までのデータによると、原子力発電プラントにおいて顕著な増加傾向を見せている。また、建設コストもやはり、原子力発電プラントにおいてTMI-2号機の事故以来増加している。

・ 操業コスト

米国の主要な発電所における発電原価のなか
に占める直接費および燃料費の統計資料によ
ると1981年から1985年までの5年間を通じ
て、燃料費の増加の他にも運転、保守費の増
加が見られた。この統計資料は、UDI (Utility
Data Institute, Inc) がまとめたもの (U.S.
steam electric plants) であり、1980年ま
でに運開した、45の原子力発電所、295の石
炭火力発電所、116のガス火力発電所、44
の石油火力発電所の合計500ユニットにつ
いて記載されている。

原子力発電所の操業コストは、11.95ドル
/MWhから18.67ドル/MWhへと56%もの
増加となっている。石炭火力発電所は、20.60
ドル/MWhから、22.60ドル/MWhと約10%
の増加。ガス火力発電所は、34.07ドル/MWh
から42.33ドル/MWhと約24%の増加が見
られたが、石油火力発電所は、55.08ドル/MWh
から52.82ドル/MWhへと減少傾向を見せて
いる。

5年間の平均操業コストについて、経済的に効
率のよい発電所としては、表1に示すようなの
があげられている。また、稼働時間の長い発電
所としては、表2に示すように、3つの石炭火
力発電所が900万MWh以上の電力量を発電して

いる。

・ 建設コスト

1970年から1985年までの新規発電プラ
ントにおける建設単価は増加している。UDIの資
料 (Construction cost U.S. steam electric
plants) では、原子力発電所83、石炭火力発
電所339、ガス・石油火力発電所166、その他
42ユニットの合計630ユニットについてデー
タをまとめている。

原子力プラントは1979年3月のTMI-2号機
の事故以来、安全設備の再設計を余儀なくされ
、また許認可のおくれも加わってコストの増加
をもたらした。

石炭火力プラントでは、排煙脱硫装置等の環
境設備に対する費用の増加があった。ガス・石
油火力プラントは、資機材のコストの高騰に起
因するコストの増加が見られた。しかし、Fuel
Use Actにより1982年に運開したチャルク
ポイント4号機を最後にして新規に建設された
石油火力発電所はない。

表3に各年度毎の新規発電プラントにおけ
る平均建設単価の推移を示した。

表1. 操業コスト (1981~1985の平均)

| 操業コスト (\$/net MWh) | 発電所 | 燃料 | 容量 (MW) | 所有会社 |
|-----------------------|-------------|-----|------------|-------------------|
| 1 4.11 | リオベスコイ | ガス | 142 | ウェスト・テキサス・ユーティリティ |
| 2 8.61 | サビーネ | ガス | 2,051 | ガルフ・ステイト・ユーティリティ |
| 3 9.88 | ブレイリーアイランド | ウラン | 1,186 | ノーザンステイト・パワー |
| 4 17.04 | ノース・アナ | ウラン | 1,959 | バージニアE&P |
| 5 10.52 | ターキーポイント3&4 | ウラン | 1,520 | フロリダP&L |
| 6 10.63 | ジオン | ウラン | 2,196 | コモンウェルス・エジソン |
| 7 10.83 | ピックブラウン | 石炭 | 1,187 | テキサス・ユーティリティ・ELC |
| 8 11.17 | カルバートクリフ | ウラン | 1,828 | バルチモアG&E |
| 9 11.67 | コウド・シチーズ | ウラン | 1,657 | コモンウェルス・エジソン |
| 10 11.69 | オコネ | ウラン | 2,667 | デューク・パワー |

表2. 総発電電力量 (net MWh, 1981~1985)

| 総発電電力量 (MWh) | 発電所 | 燃料 | 容量 (MW) | 設備利用率 (平均、%) | 所有会社 |
|-----------------|-----------|-----|------------|-----------------|-------------------|
| 1 92,639,982 | ブラウン | 石炭 | 3,449 | 61.3 | ジョージア・パワー |
| 2 92,156,276 | モンロー | 石炭 | 3,280 | 64.1 | デトロイト・エジソン |
| 3 91,788,221 | WAパリッシュ | 石炭 | 3,953 | 53.0 | ハドソン・L&P |
| 4 78,240,197 | オコネ | ウラン | 2,667 | 67.0 | デューク・パワー |
| 5 74,387,878 | アモス | 石炭 | 2,933 | 57.9 | アパラチアン・パワー |
| 6 73,086,773 | ギブソン | 石炭 | 3,340 | 50.0 | パブリック・サービス・インディアナ |
| 7 69,195,472 | ロックスポロー | 石炭 | 2,558 | 61.8 | カロライナ・P&L |
| 8 68,631,146 | ブラウンズフェリー | ウラン | 3,456 | 45.3 | TVA |
| 9 66,963,627 | JMスチュワート | 石炭 | 2,441 | 62.6 | デイトン・P&L |
| 10 66,389,558 | マーチンレイク | 石炭 | 2,380 | 63.7 | テキサス・ユーティリティ・ELC |

表3. 建設コスト (\$/gross kW, 1975~1985の平均)

| 延開年度 | 全発電所平均 | 石炭火力 | 原子力 | ガス・油火力 |
|------|----------|----------|----------|--------|
| 1975 | 245.64 | 212.37 | 432.44 | 180.06 |
| 1976 | 292.16 | 304.32 | 500.25 | 174.00 |
| 1977 | 320.50 | 305.81 | 540.50 | 228.55 |
| 1978 | 300.85 | 260.35 | 655.25 | 209.75 |
| 1979 | 479.14 | 500.52 | 453.50 | 332.33 |
| 1980 | 461.97 | 455.52 | 614.00 | 397.00 |
| 1981 | 567.75 | 556.95 | 745.25 | 331.50 |
| 1982 | 701.27 | 700.56 | 938.00 | 244.00 |
| 1983 | 1,078.82 | 913.93 | 1,848.33 | - |
| 1984 | 1,184.65 | 1,013.23 | 1,670.33 | - |
| 1985 | 1,494.71 | 916.50 | 2,320.71 | - |

(浅田 稔)

【キーワード：火力発電、原子力発電、コスト、米国】

「炉建設費及び燃料サイクル費の調査」資料要旨

| | | | |
|-------------|---|--------------|-----|
| 対象とする国 | 米 国 | 対象とする 炉 型 | FBR |
| 資料番号 資料名 | [13] Integral fast reactor shows its mettle, Nuclear Engineering International, November 1987 | | |

〔要 旨〕

Argonne National Laboratory で行われている IFR に関する実験および概念設計の進捗状況が報告されている。IFR はプール型 1 次系、金属燃料、高温冶金法による燃料再処理を特徴とする FBR であり、原子炉サイトで燃料サイクルがクローズできるポテンシャルを持っている。資料では、商用プラントの設計、燃料特性実験、燃料製造開発、再処理の開発の状況について概説されており、以下の概略コストデータが報告されている。

(1) 1200 ~ 1400 MWe 商用プラントの建設費

発電プラントの他、再処理、燃料製造、廃棄物パッケージング、仮貯蔵の施設を含む。概念設計費、機器開発費、予備費は含まない。

\$ 50 million

〔注記：建設費としては安過ぎる
ミスプリの可能あり〕

(2) 年間運転維持費

£ 12 million

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料要旨

| | | | |
|-------------|--|--------------|-----|
| 対象とする国 | カナダ | 対象とする 炉 型 | 重水炉 |
| 資料番号 資料名 | [14] NB Power Wants Canada to Fund Nuclear Capital Cost Difference, Nucleonics Week Vol. 29, No. 16, Apr. 21, 1988 | | |

[要 旨]

カナダの電力会社 New Brunswick Power はカナダ政府に Point Lepreau に建設する小型 CANDU-300 プラント (電気出力 400 MW) と石炭火力プラントの建設費の差額 billion カナダドル程度の財政援助を希望している。石炭火力プラントはカナダの酸性ガスについての新規制値を満たすにはより高くなることによる。CANDU プラントの建設費および発電コストが次の通り報告されている。

- (1) 建設費
- ① 680 MW Point Lepreau プラント
現状 1.45 billion カナダドル
 - ② 400 MW Point Lepreau プラント
1990 年建設開始予定
2 billion カナダドル

- (2) 発電原価 680 MW Point Lepreau プラント
稼働率 92%
- | | |
|-------------|-------------------|
| 1983 ~ 1984 | 5.0 カナダ cents/kWH |
| 1984 ~ 1985 | 5.4 |
| 1985 ~ 1986 | 5.3 |
| 1986 ~ 1987 | 5.4 |

「 炉建設費 及び 燃料サイクル費の調査 」 資料要旨

| | | | |
|-------------|---|-------------|-------------|
| 対象とする国 | カナダ | 対象とする 炉型 | 重水炉 (CANDU) |
| 資料番号 資料名 | [15] economics of CANDU-PHW 1984 NCD-10 (1984) R-0, March 1985 | | |

[要 旨]

1. 概 要

CANDU-PHW (加圧型重水炉) は AECL と電力会社 Ontario Hydro で共同開発されている。

本資料では、Ontario 社における CANDU 炉のコスト実績値、予測値が石炭火力プラントと軽水炉の場合との比較により報告されている。

2. 建設費の現状値および予測値

Table 5

Nuclear Capital Cost Data
(\$ of the year)

Actual

| <u>Station</u> | <u>Net Capacity MW ee</u> | <u>Initial Capital Cost M\$</u> | <u>Specific Cost \$/kWee</u> | <u>Dry* Capital Cost M\$</u> | <u>Specific Dry* Capital Cost \$/kWee</u> | <u>Year In Service</u> |
|-----------------|-------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|
| Pickering NGS-A | 2 060 | 746.5 | 362.4 | 565.7 | 274.6 | 1971-1973 |
| Bruce NGS-A | 3 100 | 1 961.1 | 632.6 | 1 490.9 | 483.5 | 1977-1979 |

Estimated (as at December 31, 1984)

| <u>Station</u> | <u>Net Capacity MW e</u> | <u>Initial Capital Cost M\$</u> | <u>Specific Cost \$/kWe</u> | <u>Dry* Capital Cost M\$</u> | <u>Specific Dry* Capital Cost \$/kWe</u> | <u>Year In Service</u> |
|-------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------|
| Pickering NGS-B** | 2 064 | 3 812 | 1 846.9 | 2 804 | 1 397.3 | 1983-1985 |
| Bruce NGS-B** | 3 180 | 6 036 | 1 890.1 | 4 420 | 1 389.9 | 1984-1987 |
| Darlington NGS | 3 524 | 10 975 | 3 114.4 | 8 306 | 2 357.0 | 1988-1992 |

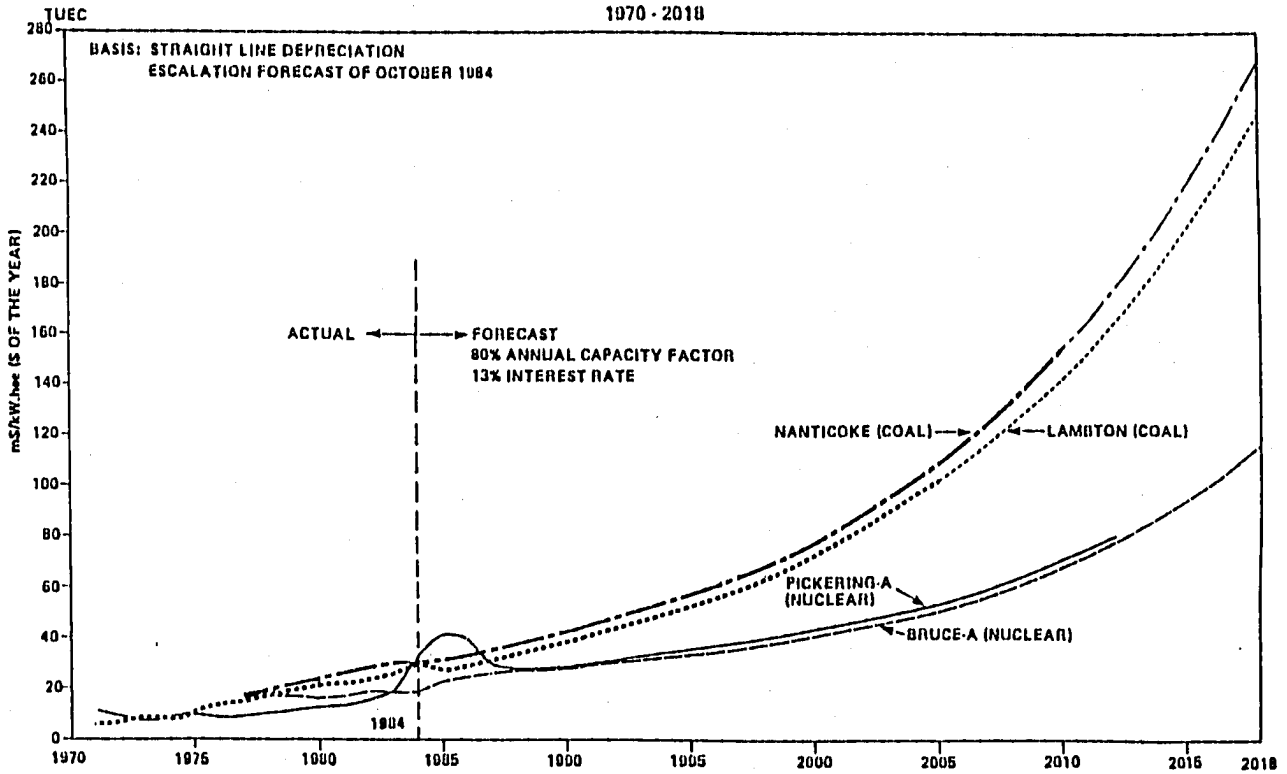
* Dry capital costs exclude heavy water, fuel, commissioning and training.
**Not all 4 units are in-service as of December 31, 1984.

CNS
March 1985
NGO-10

1703A57

3. 発電原価の実績値および予測値

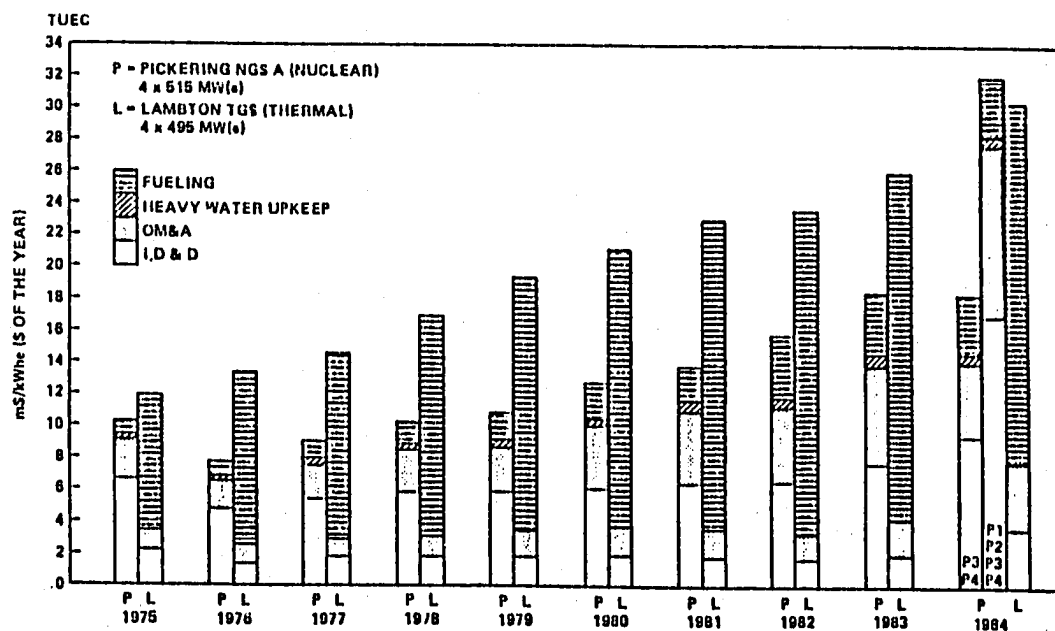
FIGURE 3A
TOTAL UNIT ENERGY COST
FOR MAJOR OPERATING NUCLEAR
AND THERMAL STATIONS
1970 - 2018



4. 発電所ごとの発電原価の実績値およびその構成

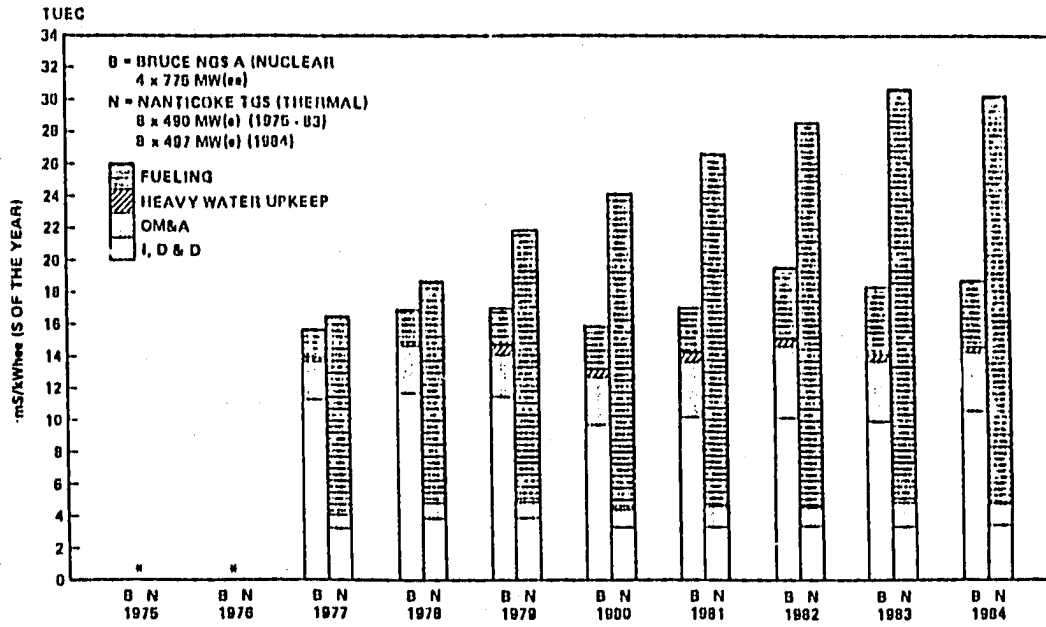
(1) Pickering 発電所

FIGURE 1
TOTAL UNIT ENERGY COST COMPONENTS
THERMAL VERSUS NUCLEAR
1975 - 1984



(2) Bruce 發電所

FIGURE 2
TOTAL UNIT ENERGY COST COMPONENTS
THERMAL VERSUS NUCLEAR
1976 - 1984



*BRUCE NGS A WENT IN-SERVICE FROM 1977 TO 1979