

# 目標達成度評価システムによる評価の実施

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

2004年2月

株式会社 三菱総合研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構

(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2004

# 目標達成度評価システムによる評価の実施

(核燃料サイクル開発機構 契約業務報告書)

小西康哉\*、園山 実\*、鈴木敦士\*

## 要 旨

核燃料サイクル開発機構では、昨年度までに、FBRサイクル目標達成度評価システムを構築し、その機能拡張の検討を実施してきた。同システムは、FBRサイクル概念候補どうし、また、FBRサイクルと他電源システムとを、多面的に比較評価しようとする AHP (Analytic Hierarchy Process) 手法を基本としたシステムである。

今年度は、同システムを用いて、FBRサイクル候補概念 22 ケース、および、FBRサイクルと他電源システム（軽水炉、火力発電、風力発電等）の間の目標達成度評価を実施した。評価の視点として、経済性、資源有効利用性、環境負荷低減性、核拡散抵抗性、安全性の各項目に加え、技術的な実現性や社会的受容性に関連する項目も取り込んだものとした。また、今後我が国において起こり得るとされる社会変化を検討し、それらを組み合わせて将来シナリオを 4 通り設定した上で、各シナリオの下で妥当と考えられる重み付けを、その算出ロジックとともに検討した。

なお、評価視点や評価構造の設定や、シナリオの設定の過程においては、OR (Operations Research) 分野やエネルギー分野の各専門家より批評を収集した。

---

本報告書は、株式会社三菱総合研究所が核燃料サイクル開発機構の委託により実施した研究の成果である。

機構担当部課室：

大洗工学センター システム技術開発部 FBRサイクル解析 Gr

\*株式会社三菱総合研究所

## Enforcement of Evaluation by Achievement Analysis System

(Document Prepared by Other Organization, Based on the Contract)

Yasutoshi Konishi\*, Minoru Sonoyama\*, Atsushi Suzuki\*

### Abstract

Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC) has developed FBR achievement analysis system by the last fiscal year and has enforced the investigation of its functional expansion. That system is based on the AHP (Analytic Hierarchy Process) to do comparative evaluation multilaterally between proposed concepts of FBR cycle or between FBR cycle and other power source systems.

This fiscal year, we enforced achievement analysis for 22 cases of proposed concepts of FBR cycle and between FBR cycle and other power source systems (LWR, thermal power generation, hydraulic power generation, etc.). The evaluation items related with technical feasibility and social acceptability were included in addition to those of economy, resource utilization effectiveness, environmental burden reduction, nuclear proliferation resistance and safety. Also, we investigated social changes that could happen in our country in the future, and we drew 4 future scenarios combining likely changes, then we investigated classifications of weight that seem to be adequate under each scenario with its calculation logic.

In establishing points of view or structure of evaluation, and in the process of drawing scenarios, we collected comments from experts in OR (Operations Research) field and energy field.

---

Work performed by Mitsubishi Research Institute, Inc., under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute  
JNC Liaison: FBR Cycle Analysis Group, System Engineering Technology Division,  
O-Arai Engineering Center

\* Mitsubishi Research Institute, Inc

目次

1. はじめに.....	1
1.1 目的 .....	1
1.2 本研究の範囲および内容 .....	1
1.2.1 評価対象電源の設定.....	1
1.2.2 評価手法及び評価構造の設定.....	2
1.2.3 入力データの収集・整理とその妥当性検討.....	2
1.2.4 評価の実施.....	3
1.3 本研究のフロー .....	5
2. 評価対象電源の設定.....	6
2.1 大規模電源用FBRサイクル候補概念間比較.....	6
2.2 他電源（大規模及び中小規模）との比較.....	7
3. 評価手法及び評価構造の設定 .....	8
3.1 評価方法の設定 .....	8
3.1.1 評価方法の設定.....	8
3.1.2 AHP評価方法に関わる各設定.....	9
3.2 評価構造の設定 .....	12
3.2.1 「大規模電源用FBRサイクル候補概念間比較」の評価構造設定.....	12
3.2.2 「他エネルギー源との比較」の評価構造設定.....	14
4. 入力データの整理（FBR 候補概念間比較評価） .....	20
4.1 定量評価指標の入力データ整理 .....	20
4.1.1 効用関数設定.....	20
4.2 定性評価指標の入力データ整理 .....	21
4.2.1 評価基準の設定.....	21
5. 入力データの収集・整理とその妥当性検討（他電源比較評価） .....	22
5.1 定量評価入力データ調査 .....	22
5.1.1 LNG火力（複合サイクル） .....	23
5.1.2 石炭火力（IGCC） .....	36
5.1.3 軽水炉（ワンスルー、MOX利用） .....	40
5.1.4 風力発電.....	42
5.1.5 太陽光発電.....	46
5.1.6 燃料電池.....	49

5.1.7	木質系廃棄物発電.....	51
5.1.8	定量評価指標の効用関数設定.....	55
5.2	定性評価入力値設定.....	57
5.2.1	評価基準の設定.....	57
5.2.2	各電源システムの入力値設定.....	60
6.	視点間の重み付け検討.....	63
6.1	将来社会シナリオに関する調査.....	63
6.1.1	エネルギー基本計画.....	63
6.1.2	環境省における検討[22].....	64
6.1.3	21世紀日本の構想懇談会報告[23].....	65
6.1.4	NEA報告書抜粋.....	66
6.1.5	日本の将来推計人口[26].....	67
6.2	重み付け方法の検討（1）.....	68
6.2.1	価値観要素の検討.....	68
6.2.2	視点間重み付けの方法.....	72
6.2.3	未来予測項目と価値観要素への影響.....	73
6.2.4	価値観要素と評価視点の関係.....	74
6.2.5	重み付け設定例と妥当性の検討.....	78
6.3	重み付け方法の検討（2）.....	81
6.3.1	視点間重み付けの方法（2）.....	81
6.3.2	未来予測項目ごとの一対比較.....	81
6.3.3	集団AHP手法の応用.....	83
6.4	視点間重み付けの実施.....	88
6.4.1	未来予測項目の抽出.....	88
6.4.2	未来予測項目ごとの視点間一対比較.....	89
6.4.3	将来シナリオの設定.....	96
6.4.4	幾何平均法による一対比較とりまとめ.....	101
6.5	下位指標間の重み付け.....	105
6.5.1	FBR候補概念間比較評価構造の下位指標間重み付け.....	105
6.5.2	他電源間比較評価構造の下位指標重み付け.....	106
7.	評価の実施.....	109
7.1	FBR候補概念間比較評価.....	109
7.1.1	視点ごとの評価結果.....	109
7.1.2	シナリオごとの評価結果.....	112
7.2	他電源比較評価.....	120

7.2.1	視点ごとの評価結果.....	120
7.2.2	シナリオごとの評価結果.....	123
8.	ヒアリングのまとめ.....	128
8.1	ヒアリング対象者と日程 .....	128
8.2	ヒアリング内容のまとめ .....	129
8.2.1	ヒアリングによる指摘事項の取りまとめ.....	129
8.2.2	評価構造に関する指摘事項.....	130

## 目次

図 1-1	本研究のフロー .....	5
図 3-1	“絶対評価法” 評価事例の階層構造 .....	10
図 3-2	“絶対評価法” の評価水準設定とその重み付け .....	11
図 3-3	大規模電源用 FBR サイクル候補概念間比較評価構造 .....	12
図 3-4	「導入性」構造案 (MRI による変更を含む) .....	15
図 3-5	「核拡散抵抗性」 → 「社会不安定影響性」 .....	15
図 3-6	電力以外発生資源 .....	16
図 3-7	経済性、資源性、環境性、心理的バイアス低減性の評価構造案 .....	18
図 5-1	LNG の CIF 価格 .....	26
図 5-2	天然ガス価格見通し .....	26
図 5-3	日本の原油、LNG 一般炭輸入価格の推移 .....	28
図 5-4	LNG の CIF 価格推移 .....	29
図 5-5	発電以外消費割合の推移 (原油、天然ガス、石炭、ウラン) .....	31
図 5-6	世界の需給バランスから見たリスクの比較 .....	33
図 5-7	ライフサイクル CO <sub>2</sub> 排出量 (g-CO <sub>2</sub> /kWh) .....	36
図 5-8	石炭価格の見通し .....	37
図 5-9	ウラン価格の推移 (単位: ドル/kgU) .....	40
図 5-10	太陽光発電システム設置費用の習熟効果算定例 .....	47
図 5-11	(参考) 木くず産業廃棄物燃焼施設の規模別件数 .....	51
図 5-12	木くず処理施設の建設単価と処理規模の関係 .....	52
図 5-13	産業廃棄物中間処理受け入れ単価 (上) と最終処分単価平均値 (下) .....	53
図 6-1	SRES のシナリオ枠組み .....	65
図 6-2	年零区分別の人口推計 (中位推計) .....	67
図 6-3	地球 (世界)、日本、地域に係る価値観評価軸の設定 .....	70
図 6-4	集団 AHP 手法の位置関係と概要[28] .....	84
図 6-5	心理的バイアス低減性の下位指標重み付け .....	108
図 7-1	FBR 候補概念 (22 ケース) の視点ごと評価結果レーダーチャート .....	109
図 7-2	シナリオ①の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果 .....	112
図 7-3	シナリオ②の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果 .....	113
図 7-4	シナリオ③の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果 .....	114
図 7-5	シナリオ④の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果 .....	115
図 7-6	シナリオごとの総合評価値 .....	116
図 7-7	Na 大型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性 .....	117
図 7-8	Na 中型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性 .....	118



図 7-9	Pb-Bi 中型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性 .....	119
図 7-10	He 大型炉、水炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性 .....	119
図 7-11	視点ごとの評価結果レーダーチャート（大規模電源） .....	121
図 7-12	視点ごとの評価結果レーダーチャート（中小規模電源） .....	122
図 7-13	シナリオごとの総合評価値（他電源比較：大規模） .....	123
図 7-14	シナリオごとの評価結果（大規模電源比較） .....	124
図 7-15	シナリオごとの総合評価値（他電源比較：中小規模） .....	126
図 7-16	シナリオごとの評価結果（中小規模電源比較） .....	126

## 表目次

表 1-1	各価値観要素で特に重視する視点.....	4
表 2-1	評価対象とする FBR サイクル候補概念の選定 .....	6
表 2-2	評価対象電源の設定 .....	7
表 3-1	“絶対評価法” 評価事例の評価結果.....	11
表 4-1	FBR 候補概念間比較評価に用いる満足値設定 .....	20
表 4-2	FBR 候補概念間比較評価で定性評価を実施する指標の評価基準.....	21
表 5-1	他電源評価対象設定案.....	22
表 5-2	定量値入力項目一覧（網掛け以外） .....	23
表 5-3	発電所建設単価の事例.....	24
表 5-4	総合エネルギー調査会による LNG 火力発電コスト試算結果(参考文献[4]) .....	24
表 5-5	主要発電技術等の特性データ（参考文献[5]） .....	25
表 5-6	過去のエネルギーショック時の原油および LNG 価格上昇率 .....	28
表 5-7	1 年ごとの LNG の CIF 価格変動幅（最高－最低） .....	29
表 5-8	必要資源量の算出.....	30
表 5-9	天然ガスのエネルギー需給バランス（2000 年度） .....	31
表 5-10	エリア別の政治経済リスク指標 .....	34
表 5-11	我が国のエリア別輸入依存度から見たリスクの比較.....	34
表 5-12	燃料別排出原単位推定に用いる各数値 .....	35
表 5-13	現行火力発電の SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 排出原単位推定値.....	35
表 5-14	総合エネルギー調査会による石炭火力発電コスト試算結果 .....	36
表 5-15	各種石炭利用発電技術の概要.....	37
表 5-16	石炭火力の必要資源賦存性設定内容 .....	39
表 5-17	風力発電設備費事例 .....	43
表 5-18	風車サイズと経済性 .....	43
表 5-19	600kW クラスの建設費の内外価格比較.....	44
表 5-20	風力発電の資源供給性入力データ .....	45
表 5-21	平成 14 年度住宅用太陽光発電導入促進事業における設置価格.....	46
表 5-22	ニューサンシャイン計画における技術開発目標（抜粋） .....	48
表 5-23	木質産業廃棄物発電コスト想定 .....	54
表 5-24	定量評価指標の満足値設定（他電源比較） .....	56
表 5-25	定性評価指標項目の評価基準設定（他電源比較） .....	58
表 5-26	電源システムの評価基準への分類検討 .....	60
表 6-1	各シナリオにおいて基調をなす内容 .....	64

表 6-2	各価値観要素の重み付けへの反映内容（平成 14 年度） .....	68
表 6-3	価値観要素設定案.....	72
表 6-4	未来予測項目例 .....	73
表 6-5	価値観要素への影響度合い検討例.....	73
表 6-6	各評価視点の優劣が影響する地理的範囲の検討（FBR 候補概念間比較評価構造） .....	75
表 6-7	各評価視点・指標の優劣が影響する地理的範囲の検討（他電源比較評価構造） .....	75
表 6-8	シナリオ設定例において組み合わせた未来予測項目（上）と、そのシナリオのストーリー（下） .....	78
表 6-9	上記シナリオにおいて重視する視点.....	79
表 6-10	上記シナリオに基づいた一対比較例.....	79
表 6-11	未来予測項目ごとの一対比較例 .....	82
表 6-12	集団幾何平均法による重み算出例.....	83
表 6-13	許容区間を持った一対比較 .....	85
表 6-14	未来予測項目ごとの一対比較方針（重視する視点） .....	90
表 6-15	未来予測項目ごとの視点間一対比較行列と視点間の重み付け（FBR 候補概念間） .....	92
表 6-16	未来予測項目ごとの視点間一対比較行列と視点間の重み付け（他電源比較） .....	94
表 6-17	シナリオ①を構成する未来予測項目と、そのストーリー.....	97
表 6-18	シナリオ②を構成する未来予測項目と、そのストーリー.....	98
表 6-19	シナリオ③を構成する未来予測項目と、そのストーリー.....	99
表 6-20	シナリオ④を構成する未来予測項目と、そのストーリー.....	100
表 6-21	シナリオ①における視点間重み付け結果.....	101
表 6-22	シナリオ②における視点間重み付け結果.....	102
表 6-23	シナリオ③における視点間重み付け結果.....	103
表 6-24	シナリオ④における視点間重み付け結果.....	104
表 6-25	FBR 候補概念間比較評価の下位指標重み付け .....	105
表 6-26	環境負荷低減性の下位項目重み付け結果.....	107
表 6-27	大気汚染物質の下位指標重み付け結果 .....	107
表 6-28	経済性、資源供給性、導入性、電力以外発生資源の下位指標重み付け .....	108
表 7-1	炉型による総合評価値比較で使用了たケース.....	116
表 7-2	視点ごと評価結果（他電源比較評価） .....	120
表 8-1	ヒアリング対象者（50 音順、敬称略） .....	128

## 1. はじめに

### 1.1 目的

核燃料サイクル開発機構（以下 JNC）が行う核燃料サイクル実用化戦略調査研究フェーズⅡ（以下、FS フェーズⅡ）では、平成 11 年度、12 年度に FBR サイクルシステム実用化候補概念を比較対象として目標達成度を比較評価するシステムを構築し、13 年度、14 年度には、社会的受容性などの新たな観点の追加や評価対象を全エネルギーシステムにするための機能の拡張を進めた[1][2]。

今年度は、これまでに構築・機能拡張した評価システムを用い、FBR サイクル候補概念間及び他エネルギー源間での比較評価を実施し、FS フェーズⅡ 中間とりまとめに資することを目的とする。

### 1.2 本研究の範囲および内容

#### 1.2.1 評価対象電源の設定

目標達成度評価における評価対象について、以下のとおり設定する。

##### (1) 大規模電源用 FBR サイクル候補概念間比較

JNC より提示する候補概念を評価対象とする。

##### (2) 他エネルギー源との比較（大規模及び中小規模）

比較対象となる他エネルギー源については、平成 14 年度に対象としたものを第一候補とし、大規模電源、中小規模についてそれぞれ 3～5 システムを JNC との協議の上で設定する。

規模	平成 14 年度設定	今年度の設定候補（左記に加えて）
大規模 (合計 50GW)	LNG 火力発電	石油火力、石炭火力、軽水炉（ワンスルー）、水力発電（大規模）
中小規模 (合計 50～200MW)	風力発電	太陽光発電、廃棄物発電（バイオマスを含む）、燃料電池、中小水力発電、地熱発電

## 1.2.2 評価手法及び評価構造の設定

FS フェーズⅡ中間とりまとめ時の評価で用いるべき評価手法及び評価構造案を、従来検討より得られた知見を参考にしながら、JNC と協議の上で設定する。評価に必要な重みや基準値を設定する方法については、いくつかの社会シナリオや複数の社会集団を想定する方法等から JNC と協議の上で決定する。

なお、検討の進捗に応じて、評価手法及び評価構造は適宜見直すものとする。また、設定した評価手法及び評価構造案が一般的に納得性を有するかどうか等、意見・批判・代替案等について専門家へのヒアリングを実施し、得られた結果を整理する。

### (1) 評価方法の設定

昨年度調査までの評価仮実施において、評価手法に関する課題として挙げたものを整理した上で、各課題に関して専門家ヒアリングなどを通じて対応策を検討し、今年度評価に用いる方法を設定する。

#### <昨年度までに挙げた課題>

- 一対比較の方法（最高点を満点にするか否か、など）
- 相対評価と絶対評価の混在への対処

### (2) 評価構造の設定

評価構造については、サイクル機構側から提示される構造案について、三菱総合研究所とサイクル機構の間での協議、および、専門家へのヒアリングを通じて検討した上で設定する。検討の観点は以下のとおり。

#### <検討の観点>

- 安全性（基準以上の確保を前提として取り除くか）
- 電力品質・簡便性（コストにどのように取り込むか）
- 環境性（立地条件に依存する項目を削除するなどの整理）
- 発電所資源（立地条件に依存する項目を削除するなどの整理）
- 構造全体について（項目の網羅性と評価実施可能性のバランス、など）

## 1.2.3 入力データの収集・整理とその妥当性検討

上記で設定した評価構造及び評価手法を用いた評価を実施するために必要な入力データ

(各エネルギー源の特性データ)を収集・整理する。FBR サイクル候補概念については、FS フェーズⅡ中間とりまとめまでの設計に基づき、評価にあたって必要となるデータをJNCより提示する。また、他エネルギー源との比較に際して、現状では不足している入力データについて収集する。さらに収集した入力データが一般的に納得性を有するかどうか等、意見・批判・代替案などについて専門家へのヒアリングを実施し、得られた結果を整理する。

他電源に関する入力情報には、比較対照となる FBR サイクルシステムの導入時期における数値を用いる必要がある。すなわち、他電源に関する各項目の現状値ではなく、今後の性能向上も考慮した値を用いる必要がある。しかし、30～50年後の他電源システムに関する入力情報を全て収集することは非常に困難であると思われるため、ここでは可能な範囲で収集することとし、収集不可能な入力項目については想定値を用いることとする。

#### 1.2.4 評価の実施

目標達成度評価システムを用いて、大規模電源用 FBR サイクル候補概念間比較、他エネルギー間比較（大規模及び中小規模）の各評価を実施する。

##### (1) 価値観要素の検討

設定した評価構造に対し、評価指標間および視点間の重み付けを行う。重み付けは、昨年度実施した方法と同様の考え方に基づいて実施する。すなわち、いくつかの“価値観要素”を設定することにより、各価値観要素のもとで重視すべき視点を定め、それらの組み合わせにより数通りの重み付けを定める。

昨年度実施内容では、下記のように3つの“価値観要素”を仮設定した。今年度は、昨年度案の妥当性、および、他の価値観要素の可能性について検討した上で、価値観要素を再設定する。

##### < “価値観要素” の設定例（昨年度実施内容より） >

- ① 立地地域を重視するか、地球全体を見るか
- ② 核拡散の懸念が大きい小さいか
- ③ 持続可能性を重視するか否か

##### (2) 重み付けの実施

昨年度実施内容（下記）では、3つの価値観要素に対してそれぞれ重視する視点を定め、それらの組み合わせにより数通りの重み付けを機械的に定めた。今年度は、結果として得

られる重みが、設定した価値観を十分に表現しているかどうかの検討を加えながら重み付けを実施することとする。

＜重み付け実施の考え方例（昨年度実施内容より）＞

上記①～③を価値観要素の軸として捉え、各価値観要素が軸上でそれぞれの方向に偏ったときに特に重視すべきだと考えられる視点（例えば、①の軸を“持続可能性重視”に偏らせた場合に重要性を帯びると考えられる視点は資源性と環境負荷低減性、など）に大きな重みがかかるように一対比較を実行した。

表 1-1 各価値観要素で特に重視する視点

価値観要素		特に重視する視点	その他留意点など
①	地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境負荷低減性（地域環境に関わる項目）</li> <li>心理的バイアス低減性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境は地球温暖化以外の地域的影響を重視。</li> <li>心理的バイアス低減性は立地地域住民ほど強く影響する因子で構成されていると考え、ここでは重視。</li> </ul>
	地球	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境負荷低減性（地球環境に関わる項目）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球温暖化を特に重視する。</li> <li>その他視点の重要度は地球規模で見ることにより特に重視することはないとする。</li> </ul>
②	核拡散懸念小	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>核拡散に関する懸念が解消された状況を想定</li> </ul>
	核拡散懸念大	<ul style="list-style-type: none"> <li>核拡散抵抗性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国際情勢のなかで、テロ組織や途上国の核開発が不安視された状況を想定する。</li> </ul>
③	持続可能性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源性</li> <li>環境負荷低減性（地球環境に関わる項目）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源性、環境負荷低減性を経済性と同程度に重視。</li> </ul>
	持続可能性軽視	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源性、環境負荷低減性はやや軽視。</li> </ul>

(3) 評価の実施

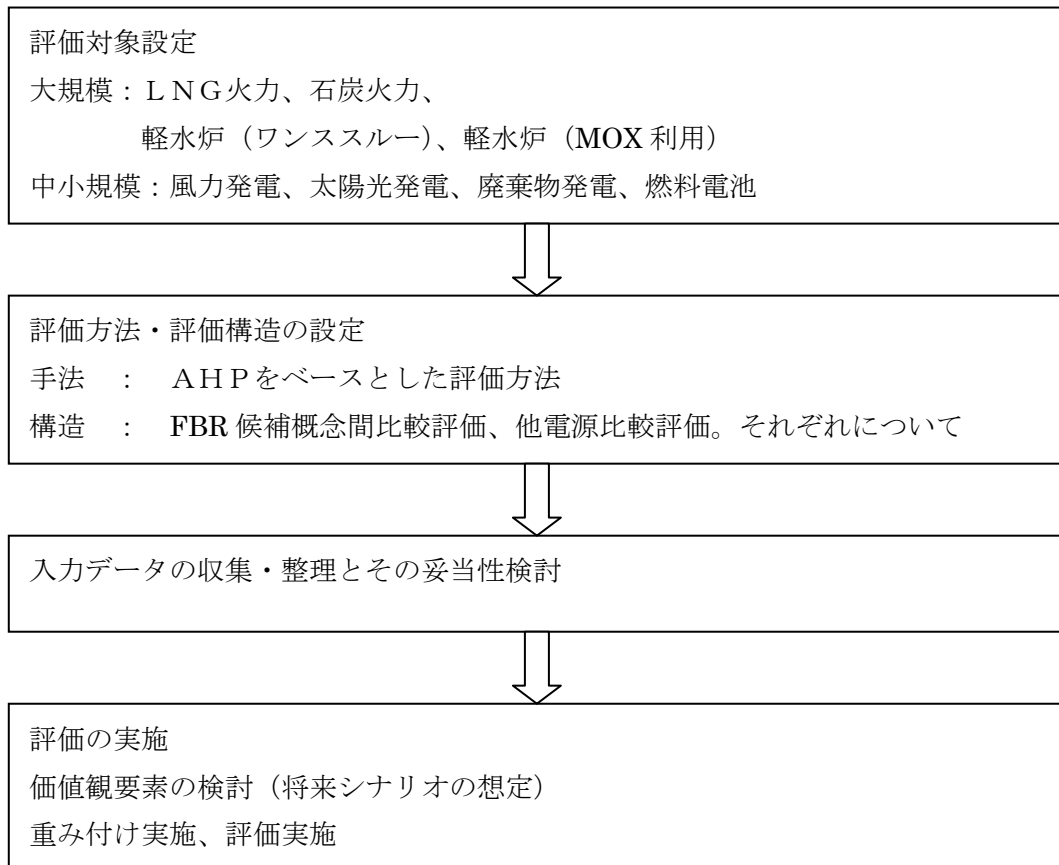
以上で設定した評価構造および重み付け結果を用いて、大規模電源用 FBR サイクル候補概念間比較、他エネルギー間比較（大規模及び中小規模）の各評価を実施する。

評価結果、および重み付け結果について、専門家ヒアリングを通じ、その妥当性、納得性などの観点から意見を収集する。

### 1.3 本研究のフロー

本研究のフローを以下に示す。

図 1-1 本研究のフロー





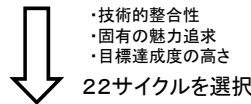
## 2. 評価対象電源の設定

### 2.1 大規模電源用FBRサイクル候補概念間比較

JNC より提示された評価対象 FBR 候補概念は以下の 22 ケースである。炉心、原子炉、再処理、燃料製造について数種類ずつのオプションがあり、それらの組合せ（単純な組み合わせ数は 200 通り以上）の中から、技術的整合性、固有の魅力追求、目標達成度の高さ等の観点から、22 ケースを選択した。

表 2-1 評価対象とする FBR サイクル候補概念の選定

炉心	酸化物燃料		金属燃料		窒化物燃料
原子炉	ナトリウム冷却炉	鉛ビスマス冷却炉	ヘリウムガス冷却炉	水冷却炉	
再処理	先進湿式法	湿式法高度化 <small>※代替補完技術、超臨界直接抽出</small>	酸化物電解法	金属電解法	
燃料製造	簡素化ペレット法	湿式振動充填法	乾式振動充填法	射出成型法	粒子燃料製造



ケース	DB	炉	燃料	湿/乾	処理規模	再処理	燃料製造	炉心
1	1-a	Na大型炉 (1500MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
2	1-b							経済
3	1-c							LLFP
4	2-a						振動充填	資源
5	2-b							経済
6	3-a							資源
7	3-b			小規模 (50t/y)	先進湿式	資源		
8	4-a					経済		
9	4-b					資源		
10	5-a			超臨界	簡素化 ペレット	資源		
11	5-b					経済		
12	6-a					資源		
13	6-b			金属	乾式	小規模 (50t/y)	酸化物電解	振動充填
14	7-a	Na中型炉 シングル (750MWe)	MOX	湿式	小規模 (50t/y)	超臨界	簡素化 ペレット	資源
15	7-b	Na中型炉 モジュール (750MWe)						経済
16	8-a	Pb-Bi中型炉 強制循環 (750MWe)	窒化物	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
17	8-b		MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	経済
18	9-a							資源
19	9-b							経済
20	10-a	He大型炉 (1124MWe)	窒化物 被覆粒子	湿式	大規模 (200t/y)	脱被覆+ 先進湿式	被覆法	資源
21	10-b							経済
22	11	水炉 (1350MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	

注) 資源：倍増時間を短縮し、より効率的にPuを増殖させる炉心仕様。増殖比 1.1~1.2。  
 経済：ピン太径化により燃料体積比を向上させ、平均燃焼度向上により燃料サイクルコストの低減を図った概念。径ブランケット燃料無で増殖比 1.0 を僅かに上回る。  
 LLFP：径ブランケット域にターゲット集合体として LLFP を装荷し、核変換することを目指した概念。

## 2.2 他電源（大規模及び中小規模）との比較

比較検討対象とする他電源は、以下のとおりと設定する。比較対象設定にあたっては、以下を前提とした。

- 各電源の特性評価が目的であり、必ずしも発電事業者が導入電源を選択する指標のための評価ではない。
- 中小規模電源については5～20万kW程度の容量を想定する。太陽光発電など小規模な対象電源は“導入対象地域全体で5～20万kW”という考え方で対応する。
- 比較対照とする導入規模は、大規模については50GW50年、中小規模については、3GW50年とする。

表 2-2 評価対象電源の設定

規模	評価対象電源
大規模 (合計 50GW)	LNG 火力、石炭火力、軽水炉（ワンスルー）、軽水炉（MOX 利用）
中小規模 (単機 50～200MW) (合計 3GW)	風力発電、太陽光発電、廃棄物発電、燃料電池

### 3. 評価手法及び評価構造の設定

#### 3.1 評価方法の設定

##### 3.1.1 評価方法の設定

昨年度までの検討では、AHP（Analytic Hierarchy Process）による評価を行うことを前提として評価構造を構築し、試評価結果の妥当性などを議論してきた。それに対して、特に他電源比較に関する評価に関して、一次視点を「導入性」、「システム産出資源（有価物、有害物）」、「システム投入資源（有価物、有害物）」として整理する方法もありうる。これは、各一次視点に重みをつけて評価するよりはむしろ、一次視点の比や差による評価がなじみやすいと思われる考え方である。このような考え方に基づいた構造により、下記例のように一次視点の得点比などを用いて評価を行うことにより、一対比較による重み付けという曖昧さを排除することができる。

（例）

$$\text{評価得点} = \frac{\{\text{「導入性」} \times \text{「システム産出資源（有価物）」} \times \text{「システム投入資源（有害物）」}\}}{\{\text{「システム産出資源（有害物）」} \times \text{「システム投入資源（有価物）」}\}}$$

一方で、昨年度までの検討で構築した AHP をベースとした評価構造案では、一次視点に取り上げた項目が比較的イメージしやすいものであると思われる（経済性、資源性、環境影響性、など）。よって、社会シナリオごとに評価結果を提示することを想定すると、一次視点にかかる重みの変化によって社会シナリオの違いを表現することができ、結果の妥当性の検討や、結果の説明が比較的容易になると考えられる。

以上のように、両案にメリットはあるものの、AHP をベースとした評価方法については昨年度までに試評価も含めた検討をしてきていること、また、FBR 候補概念間の評価では AHP をベースとした評価構造とすることなどを考慮し、今年度の評価は、昨年度構造案をベースとした AHP 評価にて実施することとする。

### 3.1.2 AHP 評価方法に関わる各設定

#### (1) AHP 評価実施上の課題とその対処方針

AHP 実施上の課題として、昨年度までに以下が挙がっていた。

課題 A：重み付けにおけるエキスパート・ジャッジメントの存在 (FBR)

視点間（経済性、資源性、...）は一対比較にて重み付けを実施する一方、下位指標間比較ではエキスパート・ジャッジメントによる重み付けも含まれる（一対比較のプロセスを踏まない）

課題 B：一対比較の煩雑さ

評価対照項目の限界数は7～9とされるが、今回評価では、22の候補が含まれる。また、評価対象が追加されると一対比較をやり直さなければならない点も、AHP 実施の煩雑性の一つである。

課題 C：数値データと相対評価の混在

数値データ（効用関数により評価得点化）と一対比較（重みを評価得点とする）が混在している。数値データは全ての評価対象が満点や0点を取り得る一方、一対比較は差がつきやすい。

課題 D：曖昧さを持つ入力項目を含んだ評価

評価対象期間（2030年～）における入力データを値で設定することは困難。「大体～の程度」「概ね～と同じくらい」といった入力項目が多く含まれる。

以上の課題を中心に、AHP の専門家である名城大学木下教授へのヒアリングを実施した。その結果、上記課題 B～D については、絶対評価法による“定性的評価”を導入することで回避可能であること、また、課題 A については、下記囲みのような回答を得た。結論としては、エキスパート・ジャッジメントが混在することは、AHP 実施上の問題とはならない。

＜課題 A に関する名城大学木下教授のコメント＞

- 一対比較とは、「人間が行う評価」に代表される定性的なもの（曖昧さ、誤差を含むもの）に使用するものである。重みに関し、ある“真値”が存在するとして、それがわからないときに、真値からの誤差が最小となるように重みを決定するプロセスである（誤差モデル）。

	A	B	C	
A	1	$X_{ab}$	$X_{ac}$	B に対して A がどれだけ重要か C に対して A がどれだけ重要か
B	$1/X_{ab}$	1	$X_{bc}$	
C	$1/X_{ac}$	$1/X_{bc}$	1	論理的には本来はこれで重みが決まるが、 曖昧さを含むため、ここで“ダメ押し”し、

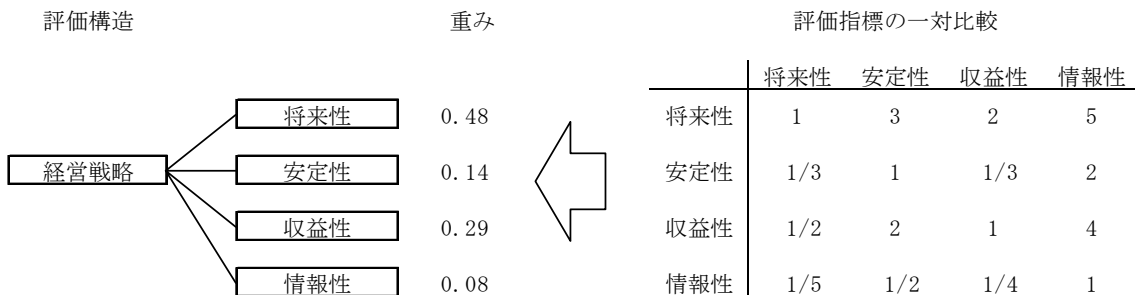
- 一方、真値はそもそも存在しないという考え方をとり、一対比較のプロセスを均衡モデルだとする立場もある（木下教授はその立場をとる）。
- いずれにしても、“真値”がある確度でわかっているのなら、一対比較をする必要はなく、それを重みとして用いればよい。したがって、エキスパート・ジャッジメントによる重み直接入力 AHP 遂行上問題となることはない。

(2) “絶対評価法”の概要[3]

絶対評価法とは、サーティにより提唱されている AHP 評価手法の 1 つであり、各最下位評価指標に関する評価対象同士の評価を絶対評価で行う（一対比較で実施するのではない）ものである。ここでは、参考文献[3]に記載された事例を用いて絶対評価法による評価手順を具体的に説明する。

ここでは、将来性・安定性・収益性・情報性の 4 つの評価指標により、6 つのプロジェクト（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ・Ⅴ・Ⅵ）を絶対評価法により総合評価する問題を考える。この問題の階層構造、指標間の一対比較結果、および各指標の重みを図 3-1 に示した。

図 3-1 “絶対評価法” 評価事例の階層構造



従来の AHP 評価（相対評価法）では、各評価指標について、評価対象間の一対比較を実施したが、絶対評価法では、各評価指標について図 3-2 のような絶対評価水準を設定する。例えば、「将来性」は“とてもよい・よい・普通・悪い”の4段階で評価することとなる。そして、“とてもよい～悪い”がどの程度なのかを一対比較によって定量化することが、絶対評価法の特徴的なプロセスの1つである。得られた重みのうち、最大の重み値で各重みを割った値をその水準の評価得点として用いる。図 3-2 に示した例では、将来性の“とてもよい”は最大値 0.6 の重みとなっており、例えばある評価対象プロジェクトの将来性が“とてもよい”であれば、その得点は1（=0.6/0.6），“よい”であれば、その得点は0.42（=0.25/0.6）になることを意味している。

各評価対象プロジェクトの、4つの評価指標に関する評価結果は表 3-1 のとおりであり、以上で得られた重み付け結果等に従って AHP 総合評価を実施すると、この例では、プロジェクト I が高得点を得ていることがわかる。

図 3-2 “絶対評価法” の評価水準設定とその重み付け

評価水準の設定				評価水準間の重み付け				重み	評価得点 =重み/最大重み
将来性	安定性	収益性	情報性	<将来性・収益性>					
とてもよい		とてもよい		とてもよい	よい	普通	悪い	0.60	1.00
よい	よい	よい	よい	よい	1/4	1	4	0.25	0.42
普通	普通	普通	普通	普通	1/6	1/4	1	0.10	0.16
悪い	悪い	悪い	悪い	悪い	1/8	1/6	1/3	0.05	0.08
				<安定性・情報性>					
				よい	普通	悪い		0.64	1.00
				よい	1	3	5	0.26	0.41
				普通	1/3	1	3	0.10	0.16
				悪い	1/5	1/3	1		

注) 将来性と収益性、安定性と情報性は同様の一対比較結果としているが、これらはそれぞれ異なってもよい。

表 3-1 “絶対評価法” 評価事例の評価結果

	将来性		安定性		収益性		情報性		総合表価値
	評価	得点	評価	得点	評価	得点	評価	得点	
プロジェクト I	とてもよい	1.00	普通	0.41	よい	0.42	よい	1.00	0.75
プロジェクト II	普通	0.16	悪い	0.16	普通	0.16	よい	1.00	0.23
プロジェクト III	とてもよい	1.00	普通	0.41	悪い	0.08	よい	1.00	0.65
プロジェクト IV	とてもよい	1.00	よい	1.00	悪い	0.08	普通	0.41	0.68
プロジェクト V	よい	0.42	普通	0.41	とてもよい	1.00	悪い	0.16	0.57
プロジェクト VI	悪い	0.08	よい	1.00	普通	0.16	悪い	0.16	0.24

( 評価指標の重み 0.48 0.14 0.29 0.08 )

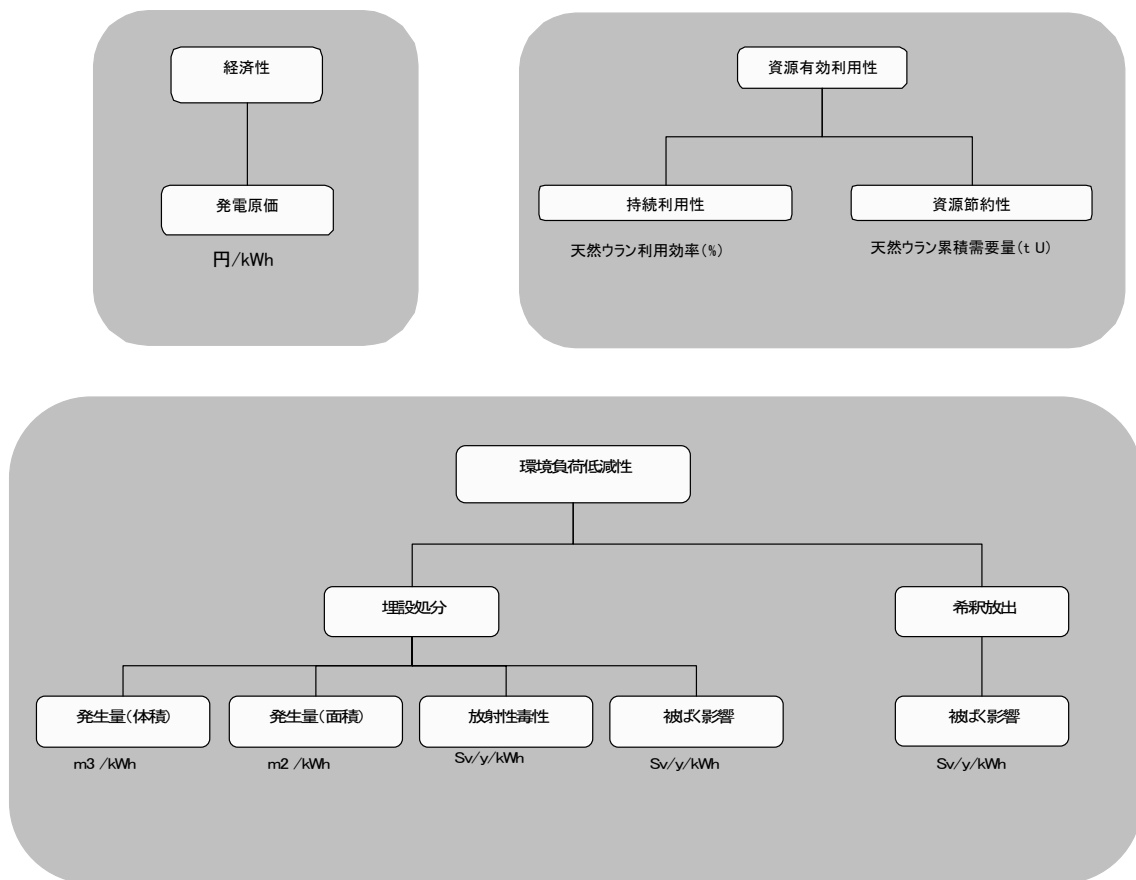
本調査では、定量値が存在せず（または収集困難であり）、定性評価を実施する部分について、絶対評価法の考え方を適用することとする。定量値を持つ指標に対する絶対評価法の適用は、効用関数を階段状にしているに過ぎず、効用関数を用いた定量評価と本質的な違いはない。

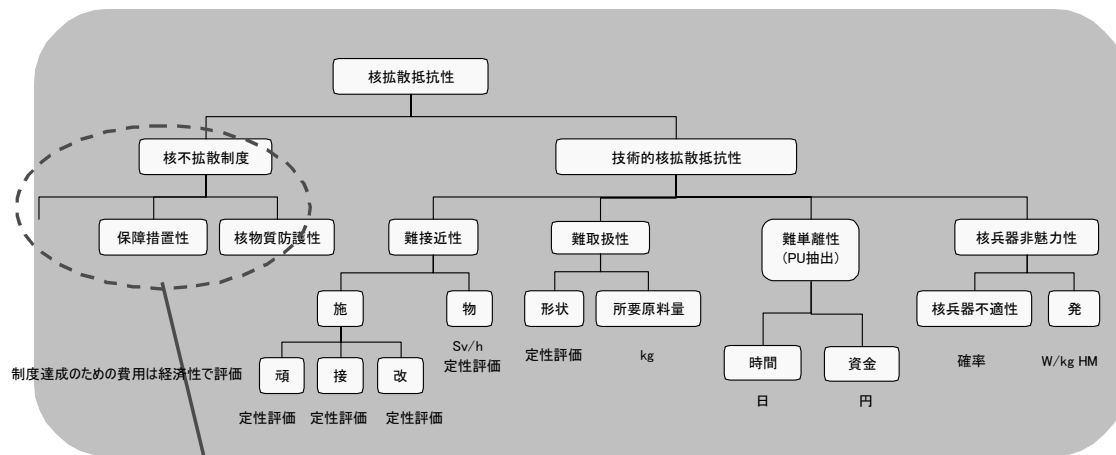
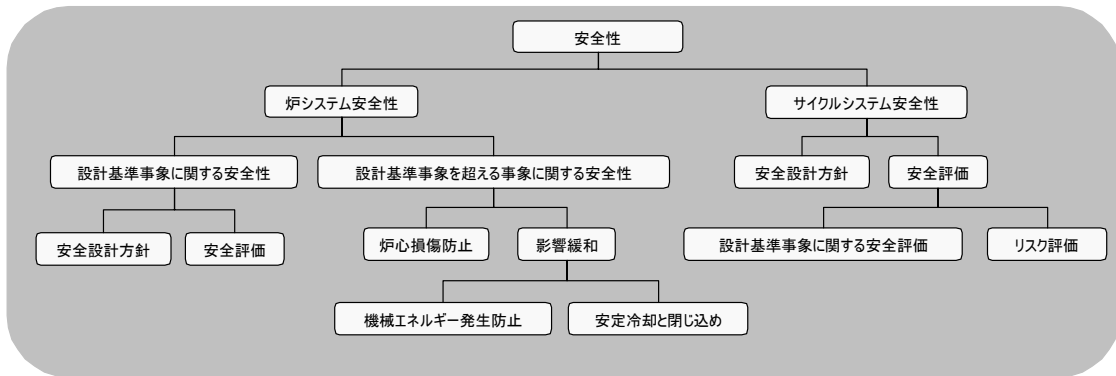
### 3.2 評価構造の設定

#### 3.2.1 「大規模電源用FBRサイクル候補概念間比較」の評価構造設定

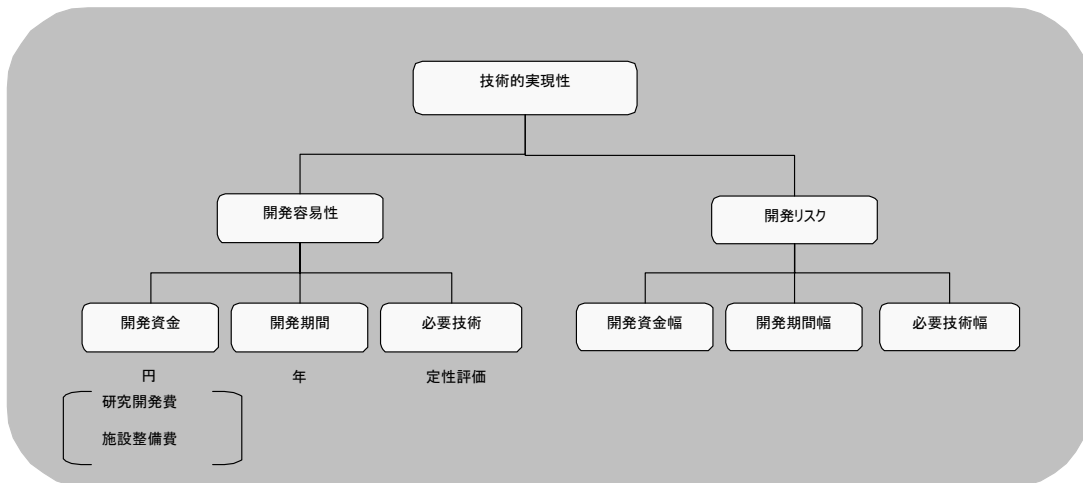
大規模電源用 FBR サイクル候補概念間比較に用いる評価構造は、以下のとおりに設定する。

図 3-3 大規模電源用FBRサイクル候補概念間比較評価構造

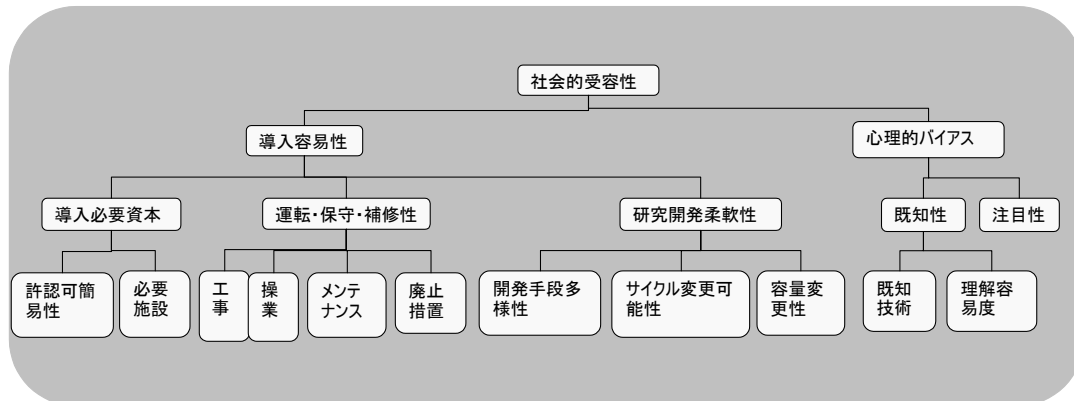




核不拡散制度は合否評価とする(達成に必要な労力等は経済性で評価される)







### 3.2.2 「他エネルギー源との比較」の評価構造設定

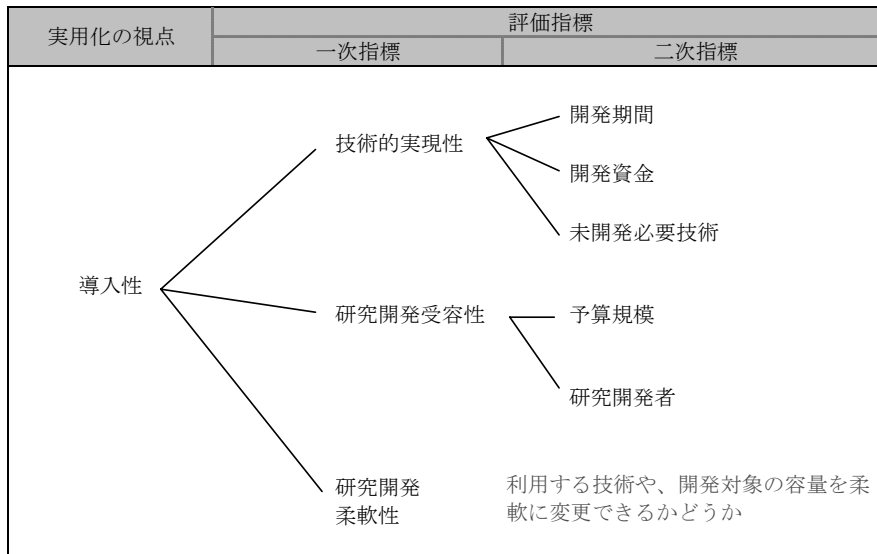
ここでは、他電源比較評価を実施するための AHP 評価構造を設定する。

#### (1) 視点「導入性」の追加

評価対象とする他エネルギー源、特に中小規模電源には、いわゆる新エネルギーと呼ばれるものが含まれている。それらエネルギー源の特徴を評価するにあたり、導入の可能性（技術的な実現性など）は、重要な視点の1つになると考えられる。（図 3-4）

- ・ 技術開発容易性と技術開発リスクは表裏をなすものである（従ってそれらの下位指標は同じくなっている）ため、両者を分けて考えず、その下位指標（開発期間、開発資金、必要技術）を技術的な実現性の下位指標として位置付ける。
- ・ 「導入環境実現性」は、電源ごとの特徴というよりは、むしろ電源が導入される環境に関する指標である。ここでは、電源の特徴に特化するという観点から、同指標を除くこととした。

図 3-4 「導入性」構造案 (MRIによる変更を含む)

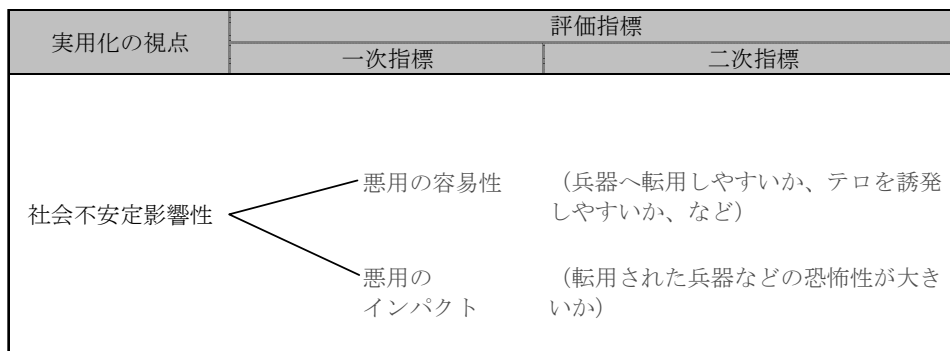


(2) 「核拡散抵抗性」の取扱い

同視点は、核燃料を取り扱うエネルギー源のみが不利になるものであり、過去の検討でも、核燃料以外のエネルギー源が持つ社会不安増幅要因についての議論がなされた[1]。また、社会不安定影響として、兵器転用性、犯罪誘発性、技術悪用性の3指標で整理する考え方もある。ここでは、以下のように考え、図 3-5 のような評価構造とした。

- ・ 「核拡散抵抗性」を「社会不安定影響性」に変更して取り入れることは妥当である。
- ・ 兵器転用性、犯罪誘発性などの指標は、内容の区別が必ずしも容易でないため「悪用」として1つに括り、その容易性とインパクトで評価するほうが現実的である。

図 3-5 「核拡散抵抗性」→「社会不安定影響性」

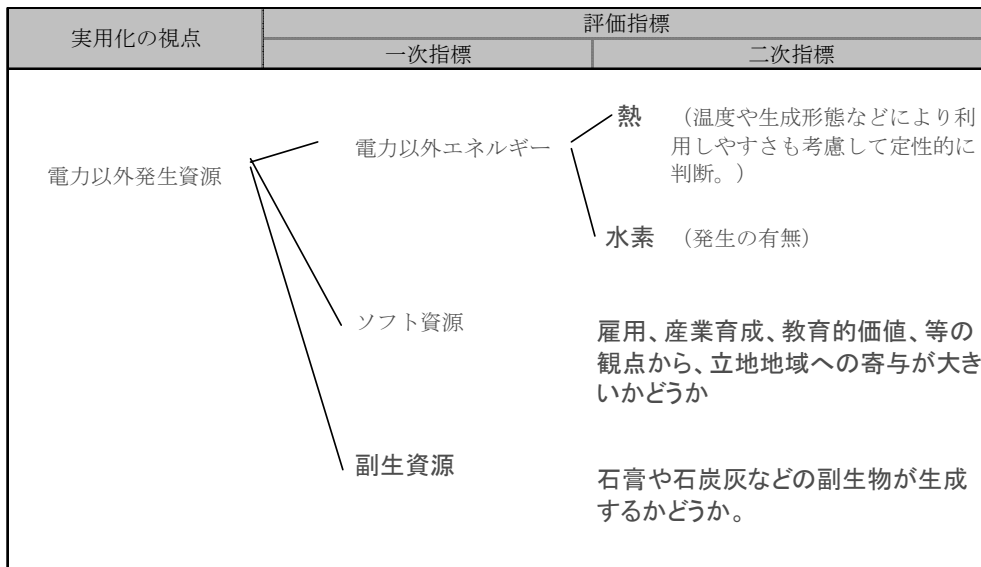


(3) 「発電所資源」について

昨年度検討では、社会的受容性を構成する指標の1つであった「発電所資源」を、“各立地地点で有効利用されれば当該地域での受容性向上に影響するが、その有効活用可能性の大小は立地地域の特徴に依存すると考えられるため、電源全体の評価項目として扱うことは妥当ではない”として、構造から取り除く考え方を示した。

一方、発電所資源を「電力外エネルギー」や「有価資源」などに分類して整理する考え方もある。そのうち、「電力外エネルギー」の指標としての活用可能性は、立地地点の特徴の影響を受けにくいと考えられる。また、雇用効果や産業育成といったソフト資源発生も、立地地点の特徴による影響は小さいと考えられる。よって、それらは評価構造に含めることもでき、「電力以外発生資源」として、視点の1つに取り入れることとした。

図 3-6 電力以外発生資源



(4) その他

その他、考えられる項目に関する検討結果を以下に記述する。

① 環境負荷低減性関連項目

本評価はサイトごとの評価ではなく、導入量全体を対象としているため、“立地地点によって程度が異なる環境負荷低減性項目は取り除く”という考え方を昨年度検討で示した。ここでもその考え方を踏襲し、水環境、生態系、その他環境（日照阻害など）

を評価構造から除いた。

② システム投入有価資源

単位発電量あたりの水資源や構造材料等の投入量は、その経済的価値が発電コストに算入されているものである。従って、AHP 評価では、重複評価をできる限り避けるという観点から、これら指標を構造から除くこととした。

③ システム投入有害物

発電システムから発生する有害物を、同一発電システムに投入して消費することにより有価物を得るサイクルにおける「有害物発生量低減」の効果は、環境負荷低減性において評価されており、AHP 評価構造に取り込むと重複評価の可能性がある。また、廃棄物発電などで、一般廃棄物や産業廃棄物を処理・処分することによる付加価値は、燃料（廃棄物）引取り料などとして発電原価に算入されるべき項目であり、ここで再度取り上げることはしない。

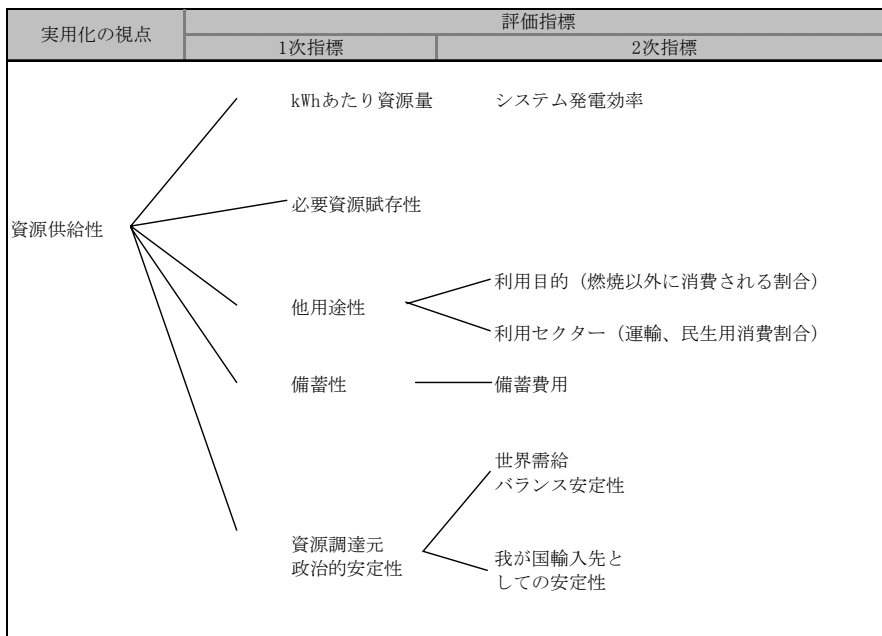
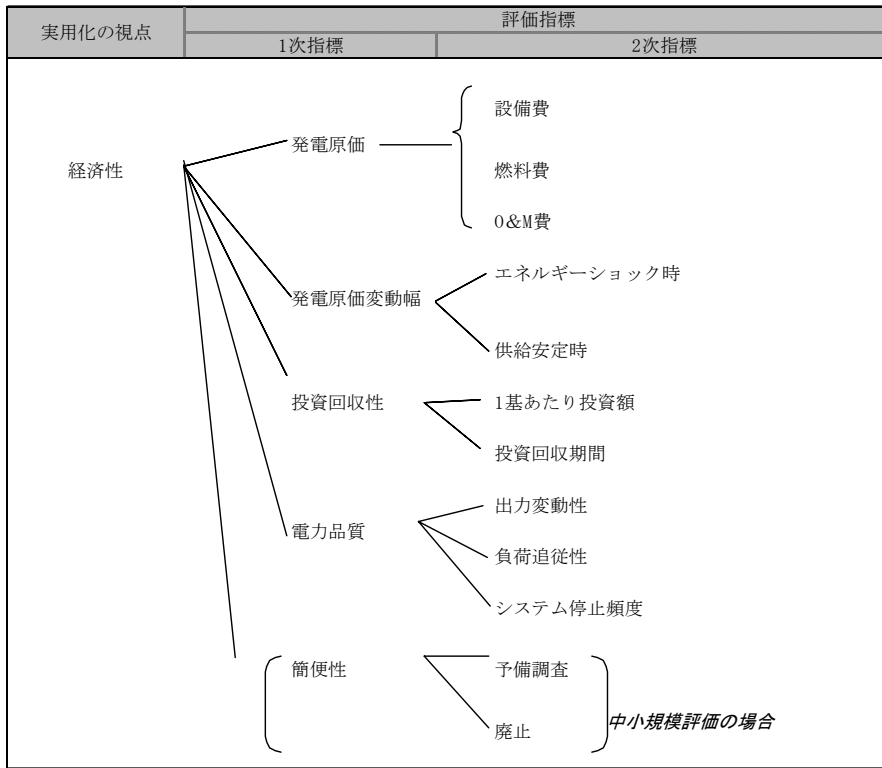
④ 産出有価物としての電力

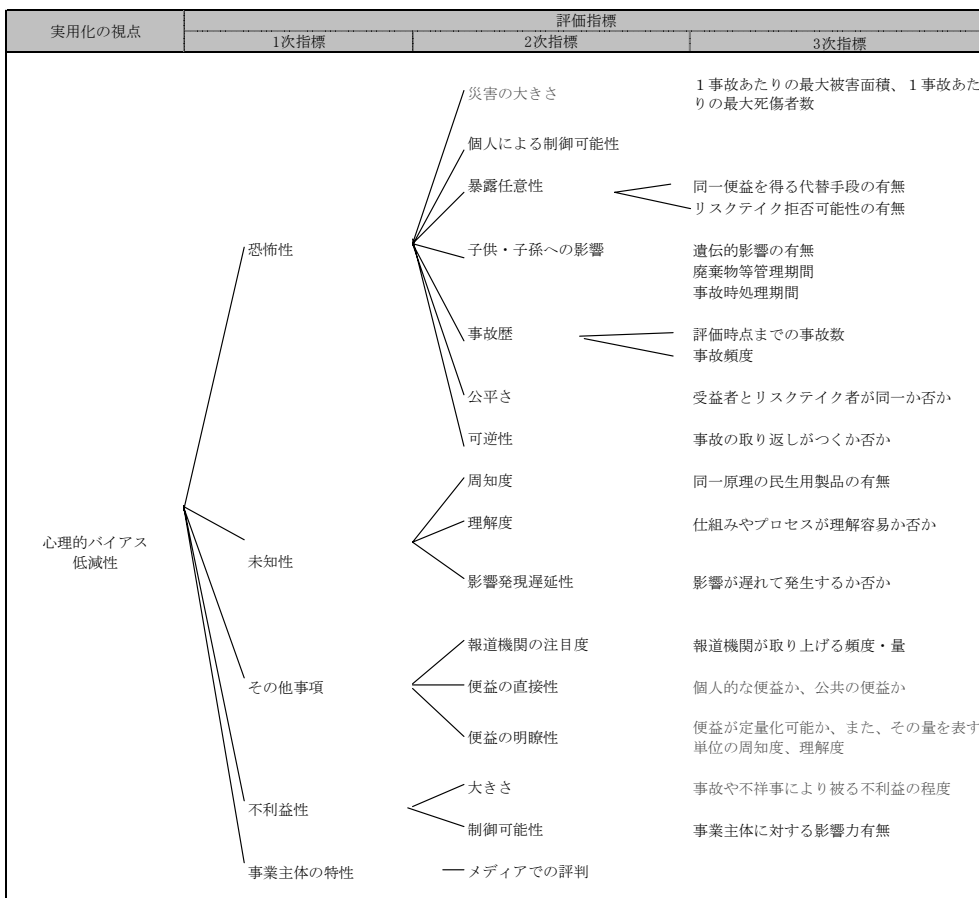
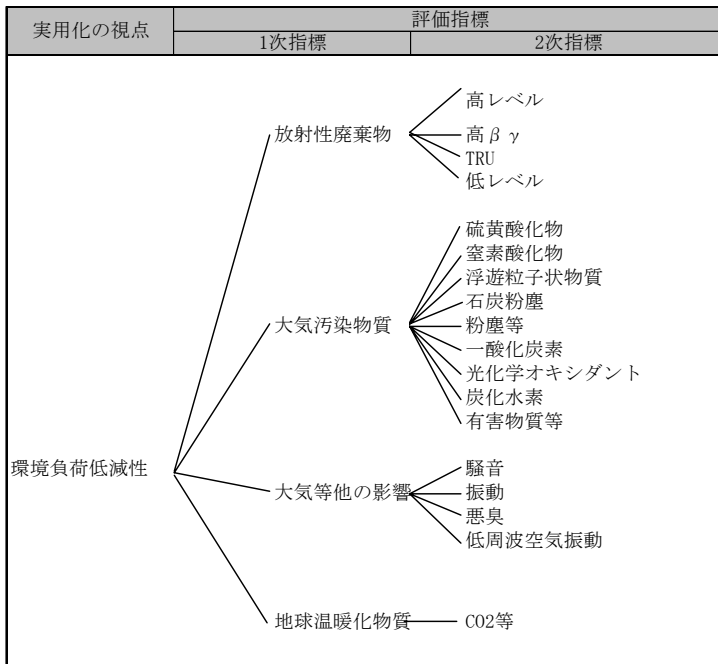
電力の小売料金水準は、発電システムが異なっても一定である（発電源による色分けがなされていない）とし、システムごとに差が生じない項目であるため評価構造には含めない。また、発生電力と運転年数については、評価における規模設定で決定されるものであり、発電システムの特徴を必ずしも反映しないと考えられるため、ここでは除くこととする。

(5) 構造の全体像

以上の議論を昨年度案に反映させたもの（添付資料2）を、今年度 AHP 構造として設定する。上で、昨年度案から大きく改訂された視点（社会不安定影響性、電力以外発生資源、導入性）の構造を記したが、それら以外を以下に示す。

図 3-7 経済性、資源性、環境性、心理的バイアス低減性の評価構造案





## 4. 入力データの整理 (FBR 候補概念間比較評価)

### 4.1 定量評価指標の入力データ整理

#### 4.1.1 効用関数設定

効用関数は、満足値（最大満足値：効用値=1.0、中間満足値：効用値=0.5、最低満足値：効用値=0）を定めることにより設定する。FBR 候補概念間比較評価に用いる満足値設定は以下のとおり。

表 4-1 FBR 候補概念間比較評価に用いる満足値設定

視点	項目		単位	努力目標	達成目標	許容値	
経済性	発電原価		円/kWh	3	4	7	
資源有効利用性	持続利用性 資源節約性		% 万トン	100 20	30 80	7 160	
環境負荷低減性	埋設処分	廃棄物発生量 (体積換算)	m <sup>3</sup> /kWh	9*10 <sup>-10</sup>	4.5*10 <sup>-9</sup>	9*10 <sup>-9</sup>	
		廃棄物発生量 (面積)	m <sup>2</sup> /kWh	2*10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-7</sup>	2*10 <sup>-7</sup>	
		放射性毒性	(Sv/y)/kWh	0.0015	0.015	0.15	
	希釈放出	処分サイトからの核種移行による被ばく線量 周辺被ばく線量	(Sv/y)/kWh (Sv/y)/kWh	8*10 <sup>-21</sup> 5.7*10 <sup>-17</sup>	8*10 <sup>-20</sup> 5.7*10 <sup>-16</sup>	8*10 <sup>-19</sup> 5.7*10 <sup>-15</sup>	
核拡散抵抗性	核不拡散制度	輸出管理性	可否				
		保障措置性	可否				
		核物質防護	可否				
	技術的核拡散抵抗性	難接近性	施設	頑固性	定性評価		
				接点性	定性評価		
		難取扱性	物質接点性	形状	定性評価		
				必要原料量	Gv/h	100	1
	核兵器非魅力性	Pu抽出	時期	t	100	1	0.01
			資金	億円	1年	1ヶ月	1週間
		核兵器不適応性	発熱	%	1000	10	0.1
W/kg Hm	1000	100	10				
技術的実現性	開発容易性	開発資金	億円	300	3000	30000	
		開発期間	年	10	30	100	
	開発リスク	必要技術	定性評価				
		必要技術幅	開発資金に対し	~20%	20~50%	50%~	
必要技術幅	開発期間に対し	~20%	20~50%	50%~			
社会的受容性	技術的受容性	導入必要インフラ	許認可簡易性	定性評価			
			必要施設	定性評価			
		工事簡易性	工事許認可簡易性	定性評価			
			工事期間	月	24ヶ月	48ヶ月	96ヶ月
		作業簡易性	工事人員	定性評価			
			運転操作簡易性	定性評価			
		運転・保守・補修性 (簡便性)	ヒューマンエラー防止	輸送簡易性	定性評価		
				メンテナンス簡易性	定性評価		
			メンテナンス簡易性	メンテナンス頻度	定性評価		
				メンテナンス期間	定性評価		
	メンテナンス簡易性	メンテナンス人員	定性評価				
		メンテナンス手段	定性評価				
	メンテナンス簡易性	メンテナンス範囲	定性評価				
	被ばく量低減	定性評価					
	研究開発柔軟性	廃止措置簡易性	開発手段多様性	定性評価			
			サイクル変更可能性	定性評価			
		容量変更性	既知技術	定性評価			
			理解容易度	定性評価			
		心理的受容性	既知性	注目性 (メディア評判)	定性評価		

## 4.2 定性評価指標の入力データ整理

### 4.2.1 評価基準の設定

FBR 候補概念間比較評価において、定性評価を実施する項目は表 4-2 のとおりである。同表に、定性評価の基準（3～5段階）と、それら基準に与える効用値を示す。

表 4-2 FBR 候補概念間比較評価で定性評価を実施する指標の評価基準

視点	項目		1.0	0.75	0.5	0.25	0		
核拡散抵抗性	核不拡散制度	輸出管理性	定量評価						
		保障措置性	定量評価						
		核物質防護	定量評価						
	技術的核拡散抵抗性	難接近性	施設	頑丈性	中			易	
				接近性	中		易		
			改造性	中		易			
		難取扱性	物質接近性	定量評価					
			形状	中		易			
			必要原料量	定量評価					
			Pu抽出	時間	定量評価				
		資金	定量評価						
核兵器非魅力性	核兵器不適心性	定量評価							
		発熱	定量評価						
視点	項目		1.0	0.75	0.5	0.25	0		
技術的実現性	開発容易性	開発資金	定量評価						
		開発期間	定量評価						
		必要技術	極小	少	中	多	極大		
	開発リスク	開発資金幅	定量評価						
		開発期間幅	定量評価						
		必要技術幅	なし	小	中	大	極大		
視点	項目		1.0	0.75	0.5	0.25	0		
社会的受容性	技術的受容性	導入必要インフラ	許認可簡易性	中			難		
			必要施設	なし	少	中	多	極多	
		工事簡易性	工事許認可簡易性	易		中		難	
			工事期間	定量評価					
		操業簡易性	工事人員	少		中		多	
			運転操作簡易性	易		中		難	
		運転・保守・補修性（簡便性）	ヒューマンエラー防止	輸送簡易性	易		中		難
				メンテナンス頻度	少		中		多
			メンテナンス簡易性	メンテナンス期間	短		中		長
				メンテナンス人員	少		中		多
	メンテナンス手段			既存		要開発		難	
	メンテナンス範囲	メンテナンス範囲	狭		中		広		
		被ばく量低減	易		中		難		
	研究開発柔軟性	廃止措置簡易性	易		中		難		
		開発手段多様性	多		中		1つのみ		
		サイクル変更可能性	易		中		難		
	心理的受容性	既知性	容量変更性	易		中		難	
既知技術			有				無		
理解容易度			易		中		難		
注目性（メディア評判）		良		中		悪			



## 5. 入力データの収集・整理とその妥当性検討（他電源比較評価）

他電源比較評価において評価対象とする電源システム（表 2-2 参照）について入力データを収集するにあたり、それらシステムに対してより具体的な設定が必要となる。表 5-1 に現状の設定方針を示す。

表 5-1 他電源評価対象設定案

対象発電システム	選定理由等
LNG 複合サイクル発電	在来型と比較し、今後導入される LNG 火力発電の主流になると想定
石炭ガス化複合発電	在来型と比較し、今後導入される石炭火力発電の主流になると想定
軽水炉（ワンスルー、MOX 利用）	現状導入（予定）の最新スペックを想定
風力発電	1000kW 級の風車を 20 基程度以上設置するウィンドファーム的な導入を想定
太陽光発電	各種（全結晶、単結晶、多結晶、アモルファス）スペックの平均的な値を比較対象とする
木質系産業廃棄物発電	廃棄物発電のうち、バイオマス系であるものを取り上げることとし、なかでも賦存量／コスト的に有望と考えられる
固体酸化物型燃料電池（SOFC）	コンバインドサイクルにより比較的高い発電効率が得られると考えられる SOFC を取り上げる。

### 5.1 定量評価入力データ調査

入力データには、定量値を入力して効用関数により評価するものと、3 段階ないし 5 段階での定性評価を実施するものがある。ここでは、入力データを収集するものについて情報整理を行い、入力値を設定する。定量値入力項目の一覧を表 5-2 に示した。

表 5-2 定量値入力項目一覧（網掛け以外）

視点	項目		単位等
経済性	発電単価		[円/kWh]
	発電単価変動幅	エネルギーショック時	[円/kWh]
		安定供給時	[円/kWh]
	投資回収性	kWあたり初期投資額	[円/kW]
		投資回収期間	減価償却期間で評価 [年]
視点	項目		単位等
資源供給性	システム発電効率		[%]
	必要資源賦存性		必要資源量/確認可採埋蔵量
	他用途性	燃焼以外利用割合	[%]
		運輸・民生部門消費割合	[%]
	資源調達元	世界需給バランス安定性	エネルギーセキュリティWGデータ使用
政治的安定性	我が国輸入先としての安定性	エネルギーセキュリティWGデータ使用	
視点	項目		単位等
環境負荷低減性	放射性物質	高レベル	[m <sup>3</sup> /kWh]
		高βγ	[m <sup>3</sup> /kWh]
		TRU	[m <sup>3</sup> /kWh]
		低レベル	[m <sup>3</sup> /kWh]
	大気汚染物質	硫黄酸化物	[ppm]
		窒素酸化物	[ppm]
		浮遊粒子状物質	[mg/m <sup>3</sup> ]
		石炭粉塵	有・無
		粉塵等	[g/m <sup>3</sup> ]
		一酸化炭素	[ppm]
		光化学オキシダント	[ppm]
		炭化水素	有・無
		有害物質等	有・無
		地球温暖化物質CO2等	[g-C/kWh]

### 5.1.1 LNG火力（複合サイクル）

#### (1) 経済性

##### 1) 固定費関連

平成11年12月総合エネルギー調査会第70回原子力部会（参考文献[4]）において、以下の一定の前提をおいたモデル試算により、1kWhあたりの発電コストを算定している。前提条件、および試算結果とその内訳は表5-4のとおり。LNG火力のモデルプラントは、同表に示したとおり全てコンバインドサイクルであり、建設単価は、203,000円/kWとされている。

一方、電力会社の設置事例では以下のようになっている。

表 5-3 発電所建設単価の事例

事例	プラント	出力 (万 kW)	総工事費 (億円)	建設単価 (万円/kW)	発表日
LNG・ACC	品川 1 号	114	1,500	13.16	2001 年 7 月
LNG・ACC	富津 3 号	152	1,700	11.18	2001 年 7 月
LNG・ACC	千葉 1・2 号	288	3,400	11.81	2000 年 6 月
石炭	碧南 4・5 号	200	3,700	18.50	2002 年 11 月
石炭 (PFBC)	大崎 1 号	50	2,000	40.00	2000 年 11 月
石炭	敦賀 1 号	50	1,500	30.00	2000 年 9 月
石炭	敦賀 2 号	70	1,275	18.21	2000 年 9 月
石炭	常陸那珂 1・2 号	200	5,859	29.30	2002 年 7 月
石炭	常陸那珂 1 号	100	3,207	32.07	2000 年 11 月
石炭	舞鶴 1・2 号	180	5,422	30.12	2002 年 7 月

ACC : 改良型コンバインドサイクル

PFBC : 加圧流動床複合発電

出典) 東京電力、中部電力、中国電力、北陸電力プレスリリース等、各種資料より MRI 作成

表 5-4 総合エネルギー調査会による LNG 火力発電コスト試算結果 (参考文献[4])

単位: 円/kWh		(諸元)		(モデルプラント)			
発電原価	6.4	稼働率	80%として計算	発電所	出力 (万 kW)	運開年度	発電端熱効率
資本費	1.5	割引率	3%	横浜 7	140	1998	47.04%
減価償却費	1.2	固定資産税率	1.40%	横浜 8	140	1998	
固定資産税	0.1	事業税率	1.30%	千葉 1	144	2000	48.92%
事業報酬税	0.2	LNG 価格	18.902円/トン	千葉 2	144	2000	
O&M費	1.1	燃料費上昇率	1.82%	川越 3	165	1996	45.88%
修繕費	0.6	耐用年数	40年	川越 4	165	1996	
諸費用	0.2	建設単価	20.3万円/kW	新名古屋 7	145.8	1998	48.32%
給与手当	0.1						
一般管理費	0.1						
事業税	0.1						
燃料費	3.8						

\*発電端熱効率は平成12年度実績 (「電力需給の概要」より)

また、他の発電コスト想定事例として、IIASA<sup>1</sup>のもとで日本原子力研究所が参加して実施された長期エネルギーシステムの最適化モデル MARKAL の運用で表 5-5 に示すような発電技術特性データがある。ここでは、建設費として 25.6 万円/kW という設定になっている。

以上の資料より、本調査研究で評価する LNG 火力発電の建設単価および運転費について、以下のように設定する。建設単価については、上記事例のうち最も安い水準となることを想定した。

建設単価	: 11 万円/kW
1 年あたり運転費	: 8,000 円/kW (建設単価の 4%)

<sup>1</sup> International Institute for Applied System Analysis

表 5-5 主要発電技術等の特性データ (参考文献[5])

発電技術	耐用年数	稼働率 (上限) (%)	発電等効率 (%)	建設費 (円/W)	運転維持費 固定費 (円/W)	運転維持費 可変費 (円/MJ)	
石油 (事業用)	1990-95 2000-50	30	60 50	41.0 42.0	202	8.65 0.0628	
石油他 (産業自家発)	1990 2000 2020-50	30	70	35.0 36.0 38.0	233	9.98 0.0734	
石油他 (産業熱供給)	1990 2000 2020-50	30	70	34.0 35.0 36.0	253	10.9 0.0797	
石炭 (在来)	1990-00 2020-50	30	70	38.0 40.0	264	11.0 0.148	
石炭 (IGCC)	2000 2010 2020-50	30	70	43.0 45.0 49.0	314	13.1 0.212	
石炭 (MCFC)	2010 2020 2050	30	70	50.0 52.0 54.0	345	14.4 0.233	
LNG 火力	1990 2000-50	30	65	42.0 43.0	212	9.08 -	
LNG 総合サイクル	1990 2010 2020 2050	30	65	45.0 55.0 59.0 61.1	256	10.9 -	
LWR 発電	1990 1995-50	30	75 80	FEQ	328	15.0 0.123	
FBR 発電	2000 2020 2030-50	30	80	FEQ	1312 656 459	23.3 -	
水力		60	53.2	FEQ	916	16.3 -	
地熱 (低費用)		20	80	FEQ	600	17.4 0.020	
地熱 (高費用)		20	80	FEQ	900	26.1 0.030	
太陽光 (低費用)	1995 2000 2010 2050	20	12.5	FEQ	1490 561 337 303	29.7 11.2 6.72 6.05 -	
太陽光 (高費用)	2015 2050	20	12.5	FEQ	359 333	7.15 6.66 -	
風力	2000 2010 2020 2030	20	24	FEQ	600 450 370 320	24.8 18.6 15.3 13.3 -	
熱電併給 (在来型)		20	70	電気 熱	27.0 38.0	276	10.9 0.170
燃料電池 (PAFC)	2000 2010-50	20	70	電気 熱	43.3 27.8	307	12.1 0.189
燃料電池 (MCFC)	1990-30 2050	20	70	電気 熱 電気 熱	55.6 27.8 59.0 29.5	331	13.1 0.204
地熱 (熱供給)		20	90	FEQ	101	10.1 0.153	
廃熱 (熱供給)	2000 2030-50	30	90	(COP 6. )	150 120	9.3 7.4	0.058 0.046

(注) FGQは化石エネルギー換算で投入エネルギーを与えることを示す。

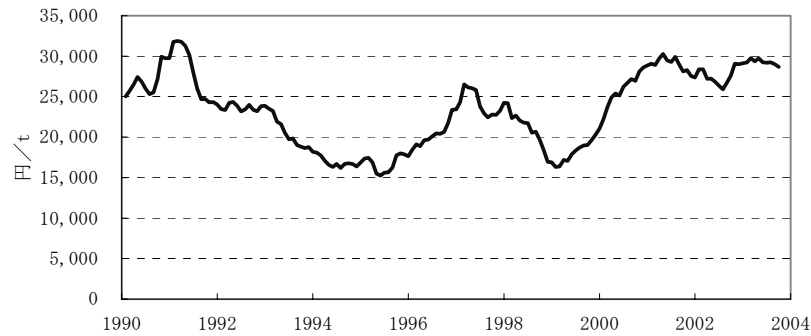
## 2) 変動費 (燃料費) 関連

図 5-1 に、LNG の我が国 CIF 価格を、また、図 5-2 に World Energy Outlook 2002 による天然ガス価格長期見通しを示した。天然ガスの価格は長期的に上昇傾向にあると見通されてはいるものの、その上昇幅は大きくない。また、我が国輸入価格には、運搬費や保険料も含まれており、さらに、為替レートの影響も直接受ける。そのため、燃料価格の将来予測は非常に困難であり、入力値設定としては、過去 10 年の平均値的な価格である

23,000 円／トン を 2004 年における値とし、価格上昇率 0.27%/年<sup>2</sup>を用いて 2030 年における価格を算出すると、24,670 円／トンとなる。

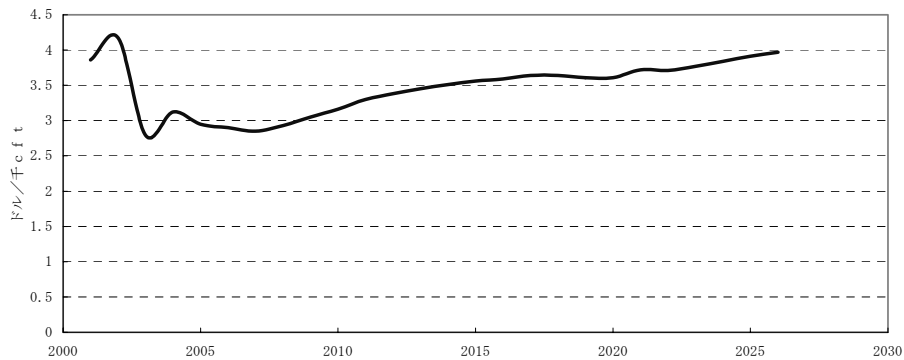
また、燃料加工費を過去調査[1]より 6.5 円/kg と置く。

図 5-1 LNG の CIF 価格



出典) 石油連盟、「石油資料月報」より MRI 作成

図 5-2 天然ガス価格見通し



出典) World Energy Outlook 2002 (参考文献[6])

注) cft : cubic feet 1000cft=約 0.02 トン

### 3) 発電原価

以上の想定をもとに発電原価を年経費率法により算出すると、以下のようになる。

- ・ 建設単価 : 110,000 円/kW
- ・ 金利 : 3%
- ・ 耐用年数 (償却期間) : 15 年
- ・ 年経費率 : 0.077
- ・ 運転費 (1 年あたり) : 8,000 円/kW

<sup>2</sup> 参考文献[4]より

- ・ 稼働率：80%
- ・ LNG 価格：24,670 円/t
- ・ LNG 発熱量：13,300kcal/kg
- ・ 発電効率：65%
- ・ 燃料加工費：6,500 円/t

資本費	=	2.35 円/kWh
燃料費	=	3.36 円/kWh
合計	=	5.71 円/kWh

#### 4) 燃料価格変動幅

##### ①エネルギーショック時

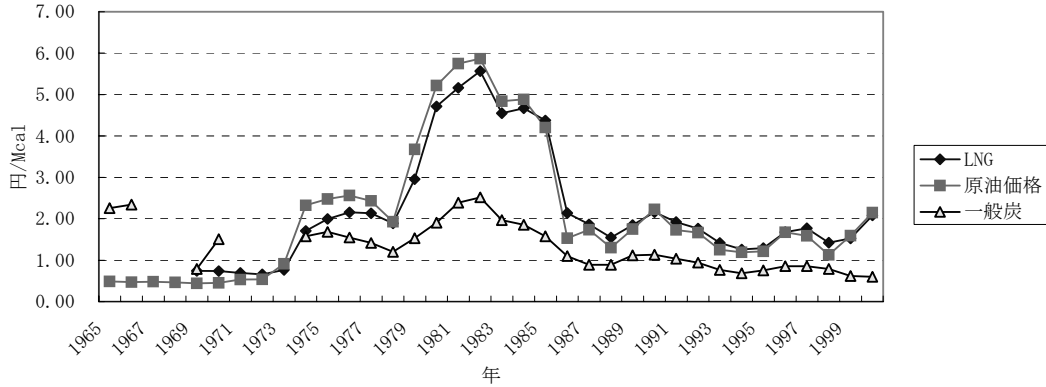
我が国の原油、LNG、一般炭輸入価格推移を図 5-3 に示す。LNG 輸入価格は 1972 年までは固定価格であり、その後、原油輸入価格にリンクした価格フォーミュラによるものへと移行した（ただし、価格フォーミュラは LNG 売買契約ごとに異なり、公表されたものはほとんどない）。本調査においては、今後も原油輸入価格リンクが続くという仮定のもとに、LNG 価格変動に関する各パラメータを設定することとする。

従って、LNG に関するエネルギーショック発生確率は、原油価格に影響するエネルギーショック発生確率として設定する。図 5-3 によれば、原油価格の急激な上昇は以下に記すように 1965～2003 年で 4 回（2003 年イラク戦争を含めれば 5 回）見られている。

- 第一次オイルショック（1972～1974 年）
- 第二次オイルショック（1979～1980 年）
- 湾岸戦争（1990 年）
- OPEC による減産（1999～2000 年）
- （イラク戦争（2003 年））

OPEC 減産による原油価格上昇はオイルショックとは区別されることもあるが、価格を急上昇させる要因であるため、ここではエネルギーショックの 1 つとして取り上げることとする。一方、イラク戦争時の原油価格上昇は、数ヶ月間にわたって徐々に上昇するものであったため、ここでは、エネルギーショックには含めないで考えることにする。以上より、エネルギーショック発生確率は、35 年間で 4 回、すなわち 1 年間に約 11% の確率であると考えられる。

図 5-3 日本の原油、LNG 一般炭輸入価格の推移



出典) (財) 省エネルギーセンター、「エネルギー・経済統計要覧 2002」より MRI 作成 (参考文献[7])

過去の調査研究[2][8]において、エネルギーショック発生時の原油価格上昇率を、過去のエネルギーショック時の大まかな原油価格上昇実績値を用いてその平均値をとることにより想定を行っており、ここでもその考え方を踏襲することとする。図 5-3 によれば、上に記した 4 回のエネルギーショック時における原油および LNG 価格の大まかな上昇率は以下のものである。4 回の平均値を求めると、原油、LNG それぞれ約 160%、約 110% の上昇率である。

表 5-6 過去のエネルギーショック時の原油および LNG 価格上昇率

事象	大まかな価格変化 (円/Mcal)		上昇率
	原油	LNG	
第一次オイルショック	原油	0.54 (1972) ⇒ 2.32 (1974)	約330%
	LNG	0.66 (1972) ⇒ 1.70 (1974)	約160%
	一般炭	—	
第二次オイルショック	原油	1.93 (1978) ⇒ 5.22 (1980)	約170%
	LNG	1.89 (1978) ⇒ 5.56 (1980)	約190%
	一般炭	1.20 (1978) ⇒ 2.52 (1980)	約110%
湾岸戦争	原油	1.75 (1989) ⇒ 2.23 (1990)	約30%
	LNG	1.85 (1989) ⇒ 2.16 (1990)	約20%
	一般炭	1.12 (1989) ⇒ 1.13 (1990)	ほぼ0%
OPEC減産	原油	1.13 (1998) ⇒ 2.15 (2000)	約120%
	LNG	1.42 (1998) ⇒ 2.08 (2000)	約70%
	一般炭	0.79 (1998) ⇒ 0.60 (2000)	0%
	原油平均		約160%
	LNG平均		約110%
	一般炭平均		約30%

②安定供給時

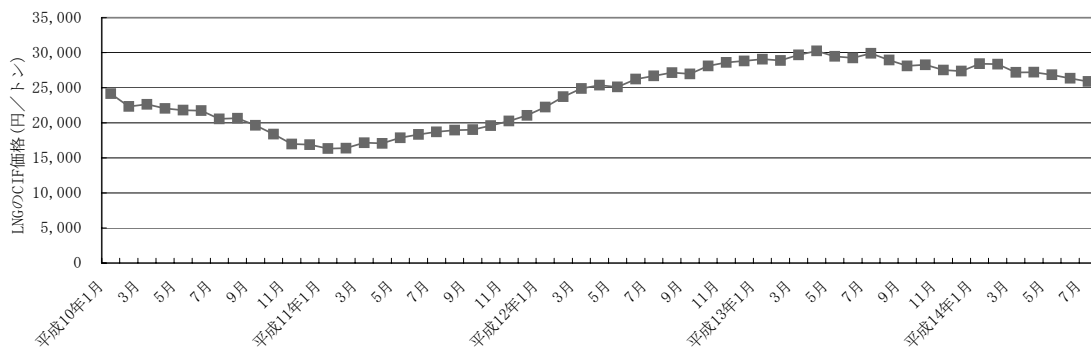
財務省貿易統計により月ごとの LNG 輸入数量や CIF 単価が発表されている。ここでは、1998 年 1 月から 2003 年 6 月までの LNG 価格推移 (図 5-4) から、1 年間の LNG 価格

変動幅を設定する。1年ごとに CIF 価格の最高と最低の差を求めると表 5-7 のようになる。また、図 5-4 に示した各月データの標準偏差を求めると、約 4,450 円/トンとなっている。ここでは、この標準偏差 (=4,450 円/トン) を、LNG 価格変動幅として設定することとする。1kWh あたりに換算すると、約 0.44 円/kWh となる<sup>3</sup>。

表 5-7 1年ごとの LNG の CIF 価格変動幅 (最高-最低)

年	最高-最低 (円/トン)
平成10年	7,285
平成11年	4,748
平成12年	6,585
平成13年	2,885
平成14年	2,533
平成15年	1,115
平均	4,192

図 5-4 LNG の CIF 価格推移



出典) 財務省貿易統計

## (2) 資源供給性

### 1) システム発電効率

LNG コンバインドサイクルの発電効率は 65% を達成すると仮定する。

### 2) 必要資源賦存性

この指標は、ある導入規模である年数を運転したときに必要となる資源の量を算出し、確認可採埋蔵量との比で表される量とする。

まず、必要となる資源量を、以下のように算出する。

<sup>3</sup> 発電効率 65%、発熱量 13,300kcal/kg で計算。



表 5-8 必要資源量の算出

導入規模	50 GW	➔	50年間の発電量	17,520,000 GWh
運転年数	50 年		必要となるLNG量	1,742,880,278 トン
発電効率	65 %			2,440,032,389 千m3
運転年数	50 年			86,133,143,320 千cf
稼働率	80 %			

ただし、LNG発熱量：13,300kcal/kg LNG1トン＝天然ガス1,400m3を用いた。  
また、1kWh＝約860kcal、1m3＝約35.3cf

天然ガスの確認可採埋蔵量は、オイル&ガスジャーナル 2000 年 12 月号によれば、5,278,484[十億 cf]である。上で算出した LNG 必要資源量との比をとると、

$$86,133[\text{十億 cf}] / 5,278,484 [\text{十億 cf}] = 1.6\%$$

となる。この値を、必要資源賦存性の設定値として使用する。

### 3) 発電以外に消費する割合

総合エネルギー統計によれば、天然ガスまたは LNG の一次エネルギー供給量のうち、発電以外の目的に消費される割合は、表 5-9 の天然ガス・LNG のエネルギー転換および最終エネルギー消費において、電気事業者による以外の消費量の割合として表すことができ、その値は表中右に記した数字を用いて、

$$(\text{⑥}-\text{③}-\text{④}) / (\text{①}+\text{⑤})$$

となり、その値は約 30%である。今後もこの傾向にあると仮定して (図 5-5)、30%を設定値とする。

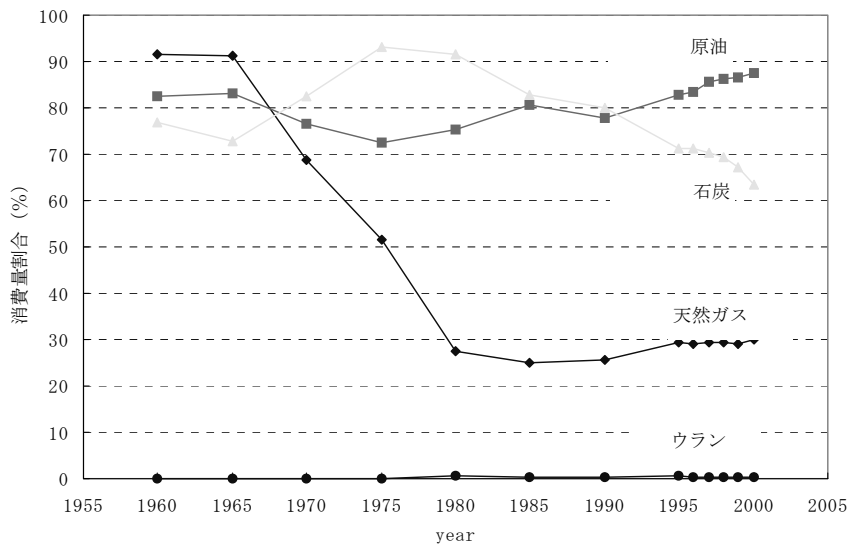
表 5-9 天然ガスのエネルギー需給バランス (2000 年度)

単位：×1015J

		天然ガス LNG	都市ガス
一次エネルギー	国内エネルギー生産	102	
	輸入	2,970	
	一次エネルギー総供給	3,072	
	輸出		
	在庫変動	0	
一次エネルギー国内供給計		3,073	①
エネルギー 転換	電気事業者	-2,129	②
	熱供給事業者		-16
	都市ガス	-859	1,061 ③
	自家消費・ロス	-19	-13 ④
統計誤差		-45	0 ⑤
最終エネルギー消費計		21	1,032 ⑥
産業部門計		20	386
民生部門計		0	646
運輸部門計			

出典) 総合エネルギー統計平成 13 年度版 (参考文献[9])

図 5-5 発電以外消費割合の推移 (原油、天然ガス、石炭、ウラン)



出典) 総合エネルギー統計平成 13 年度版 (参考文献[9]) より MRI 作成

#### 4) 運輸・民生部門消費割合

一次エネルギーの運輸・民生部門消費割合についても、総合エネルギー統計を参照して

値を設定する。表 5-9 に示された天然ガス・LNG および都市ガスの最終エネルギー消費における民生・運輸部門の割合は、

$$646 / (21 + 1032) = 61\%$$

である。この値を設定値として用いることとする。

### 5) 世界需給バランス安定性

昨年度検討において、総合資源エネルギー調査会総合部会エネルギーセキュリティワーキンググループで検討した、石油、石炭、天然ガス、ウランに関する、供給削減等のリスク比較定量化試算例を紹介した。そこで使用されている二つの指標（世界の需給バランスに関するリスク、輸入相手国に関するリスク）のうち前者を、ここで設定する値として使用する。

世界の総供給量に対する特定エリアの域外輸出量をリスク指標とし、“エリア間の取引度要因”と“特定エリアの輸出集中要因”の積として表している。世界を7つのエリア（北米、中南米、ヨーロッパ、旧ソ連、中東、アフリカ、アジア太平洋）に分け、各エリアに対する下式①のばらつき（標準偏差）を世界の需給バランスに関するリスクの大きさを表す指標としている。参考文献[1]に記された算出結果を再掲した（図 5-6）。

#### 「世界の需給バランスから見たリスク」の定式化

7つのエリアについて下記①式を算出し、その標準偏差をリスク指標の大きさとする。

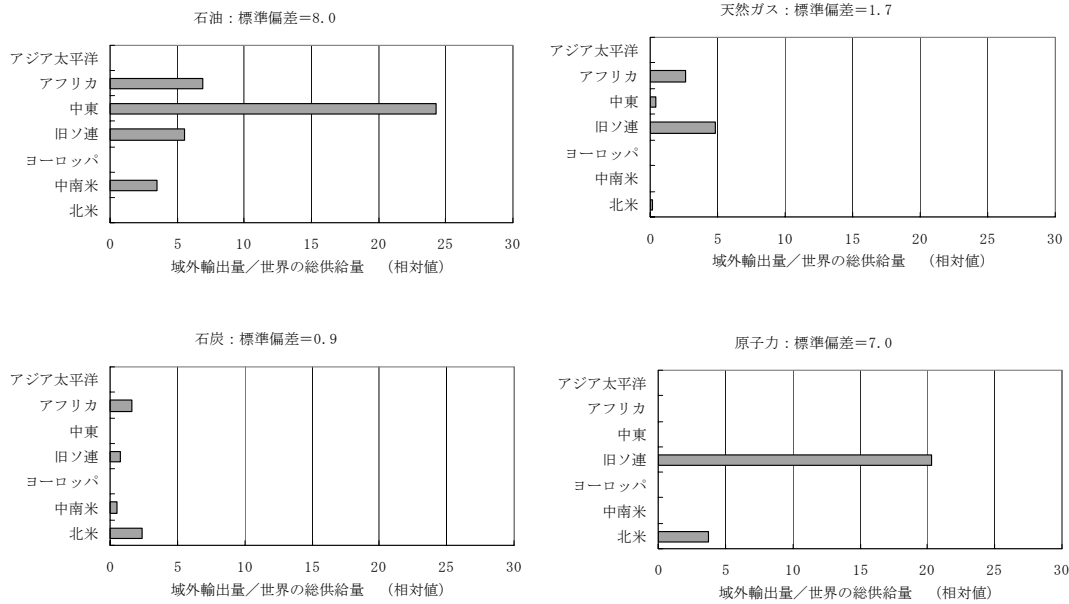
①世界の需給バランスから見たリスク

$$= \text{②エリア間の取引度要因} \times \text{③特定エリアの輸出集中要因}$$

②エリア間の取引度要因 = 世界の域外輸出量 / 世界の総供給量

③特定エリアへの輸出集中要因 = 特定エリアの域外輸出量 / 世界の域外輸出量

図 5-6 世界の需給バランスから見たリスクの比較



出典) 経済産業省、「総合資源エネルギー調査会総合部会 エネルギーセキュリティワーキンググループ 報告書」、平成 13 年 (参考文献[10])

### 6) 我が国輸入先としての安定性

この指標についても、昨年度検討結果を用いることとする。「我が国の輸入相手エリアに関するリスク」と表現されたこの指標は、二つの下位指標（輸入相手依存度、輸入先の政治的・経済的不安定度）により評価している。前者は、各資源のエリア別輸入偏在度を用い、後者には、Euromoney 誌に掲載される“Country Risk”を加工(国別の数値をエリアごとに集計)したものを用いている (表 5-10)。資源別、エリア別の各要素について両者の積を求めたマトリックスより資源ごとに算出した分散をリスクの大きさを表す指標として比較している。結果を見ると (表 5-11)、天然ガスは石油の 2 倍程度のリスクを持つ一方、石炭、原子力はリスクが小さくなっている。

表 5-10 エリア別の政治経済リスク指標

	石油	天然ガス	石炭	原子力
北米	0.00	0.06	0.09	0.06
中南米	0.00	0.00	0.00	0.00
ヨーロッパ	0.00	0.00	0.00	0.08
旧ソ連	0.00	0.00	0.70	0.00
中東	0.32	0.27	0.00	0.00
アフリカ	0.00	0.00	0.44	0.00
アジア太平洋	0.52	0.47	0.22	0.00

出典) [経済産業省、「総合資源エネルギー調査会総合部会 エネルギーセキュリティワーキンググループ 報告書」、平成 13 年 (参考文献[10])

注) 同文献において、Euromoney 誌”Country Risk”より作成。国別の指標を輸入量をウェイトに加重平均。大きいほどリスクが大きいことを示す。

表 5-11 我が国のエリア別輸入依存度から見たリスクの比較

石油	天然ガス	石炭	原子力
1.0	1.94	0.32	0.03

出典) [経済産業省、「総合資源エネルギー調査会総合部会 エネルギーセキュリティワーキンググループ 報告書」、平成 13 年 (参考文献[10])

注) 石油を 1 とする。

### (3) 環境負荷低減性

#### 1) 放射性廃棄物

発生量はゼロとする。

#### 2) 大気汚染物質

窒素酸化物、硫黄酸化物の排出量に関して電力会社から実績値が報告されている事例があるが、火力発電所平均とした値となっており、燃料種別に分類した公表はなされていない。そこで、過去の調査[11]で用いた手順により、現行火力発電所からの窒素酸化物、硫黄酸化物の排出量を推定した上で、発電効率向上分等を考慮して、入力値を設定する。

現行の排出量は、東京電力における各燃料からの SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排出原単位と発電電力量費率から、燃料別の排出原単位を推定する。使用する数値は、以下の通りである。

表 5-12 燃料別排出原単位推定に用いる各数値

	石炭	石油	LNG
Sox 排出原単位 (g/kWh, 2003 年) 1)	0.17 (火力発電所平均)		
Nox 排出原単位 (g/kWh, 2003 年) 1)	0.21 (火力発電所平均)		
Sox 発生量 (石炭を 100 とする) 2)	100	65	0
Nox 発生量 (石炭を 100 とする) 2)	100	75	45
電力量 (億 kWh、2002 年) 3)	2,911	1,453	2,446

(備考) 1)数表で見る東京電力、2004 年

2)OECD, "EMISSION CONTROLS" (1988)より作成

3)OECD, "ENERGY BALANCES", (2004)

排出原単位は、燃料やプラントの仕様により異なるが、ここでは以下のように仮定して算出する。すなわち、石炭、石油、LNG による SO<sub>x</sub> 排出原単位 (SO<sub>x</sub> 石炭, SO<sub>x</sub> 石油, SO<sub>x</sub>LNG) と各発電電力量 (電力量石炭, 電力量石油, 電力量 LNG) は次の関係を満たすとする。

$$\text{電力量石炭} \cdot \text{SO}_x \text{ 石炭} + \text{電力量石油} \cdot \text{SO}_x \text{ 石油} + \text{電力量 LNG} \cdot \text{SO}_x \text{ LNG} = 0.17 * \text{全電力量}$$

$$\text{SO}_x \text{ 石炭} : \text{SO}_x \text{ 石油} : \text{SO}_x \text{ LNG} = 100 : 65 : 0$$

NO<sub>x</sub> 排出原単位についても、同様の関係式が成り立つとする。以上から、排出原単位が表 5-13 のように推定される。

表 5-13 現行火力発電の SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 排出原単位推定値

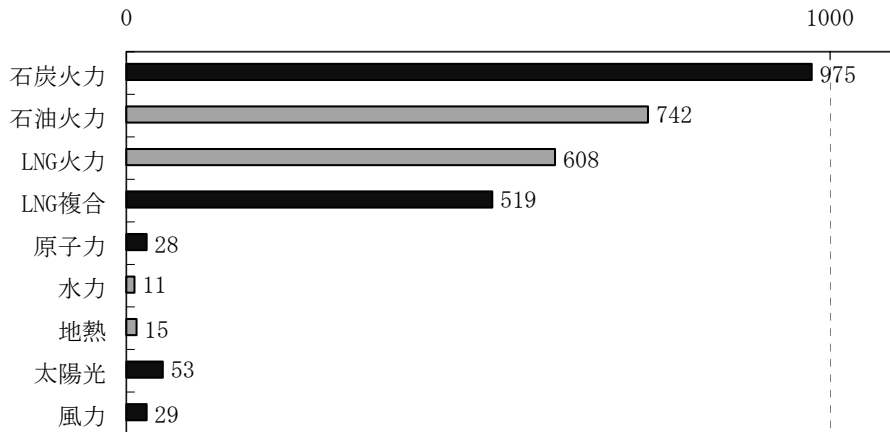
	石炭	石油	LNG
SO <sub>x</sub> 排出原単位 (g/kWh)	0.30	0.20	0
NO <sub>x</sub> 排出原単位 (g/kWh)	0.28	0.21	0.13

この推定は、2003 年における東京電力発表の値を用いており、対象となる LNG 火力の平均発電効率は約 42%程度であったと考える。本調査で想定する LNG コンバインドサイクルシステムの発電効率は 65%であることから、排出原単位は、表 5-13 の値の 45/65 倍程度になると想定し、窒素酸化物排出原単位を、 $0.13 \times 42/65 = 0.08$  とする。

### 3) 地球温暖化物質

地球温暖化物質としては、CO<sub>2</sub> のみを考え、数値としては、本藤・内山 (電力中央研究所) の下図データを使用する。

図 5-7 ライフサイクル CO2 排出量 (g-CO2/kWh)



出典) 電力中央研究所、「電中研ニュース No.338」、2004年2月(参考文献[13])

### 5.1.2 石炭火力 (IGCC)

#### (1) 経済性

##### 1) 固定費関連

平成 11 年 12 月総合エネルギー調査会第 70 回原子力部会において、以下の一定の前提をおいたモデル試算により、1kWhあたりの発電コストを算定している。前提条件、および試算結果とその内訳は表 5-14 のとおり。

表 5-14 総合エネルギー調査会による石炭火力発電コスト試算結果

<b>発電原価：6.5円/kWh</b>	
	資本費：2.4円/kWh
	減価償却費：1.8円/kWh
	固定資産税：0.2円/kWh
	事業報酬：0.4円/kWh
	水利使用料：0.0円/kWh
	廃炉費用：0.0円/kWh
	運転維持費：1.5円/kWh
	修繕費：0.7円/kWh
	諸費：0.5円/kWh
	給料手当：0.1円/kWh
	一般管理費：0.2円/kWh
	事業税：0.1円/kWh
	燃料費：2.6円/kWh

本調査で対象とする石炭火力は、石炭ガス化複合発電（IGCC）を想定しており、各種石炭利用発電技術におけるその位置付けは表 5-15 のようになる。同表は、NEDO およびクリーンコールパワー研究所の資料より三菱総合研究所にて作成したものであるが、IGCC の建設費として、「23 万円/kW（微粉炭火力）よりやや増加」とある。そこで、本調査における入力値としては、kW あたり 25 万円を用いることとする。

表 5-15 各種石炭利用発電技術の概要

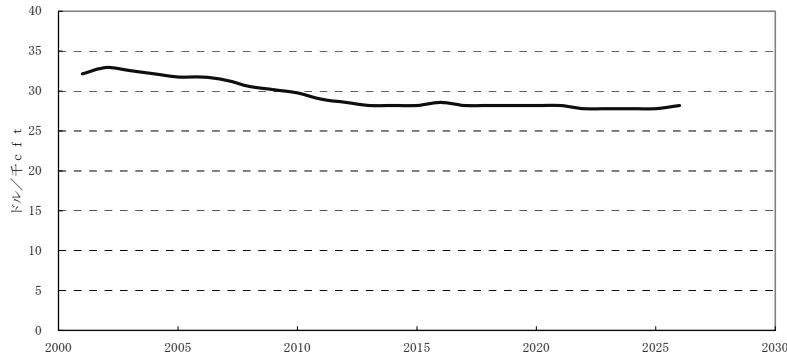
比較項目	微粉炭火力	改良型 微粉炭火力	加圧流動床燃焼複合 (PFBC)	石炭ガス化 複合発電 (IGCC)	トリプル複合発電 (IGFC)
1. 燃料特性	温度 1,400度以下 適用炭種 高灰流動点炭	1,400度以下 高灰流動点炭	850度 (灰の流動点以下) 高灰流動点炭	1,300度以上 (灰の流動点以上) 低灰融点炭 (融点降下剤)	1,500~1,800度以上 (灰の流動点以上) 低灰融点炭 (融点降下剤)
2. 運転特性	負荷変化率：3~5%/分、最低負荷：30%				不明
3. 環境特性	SOx 50~100ppm (90~95% 湿式脱硫)	50~100ppm (90~95% 湿式脱硫)	50~100ppm (90~95% 炉内脱硫)	20ppm (燃料ガスの段階で脱硫)	1ppm> (燃料ガスの段階で脱硫)
NOx 煤塵 灰、灰処理 溶出性 排出 炭酸ガス 排出	60ppm (脱硝装置付) 10mg/Nm <sup>3</sup> 以下 あり ベース ベース ベース (kWh当たりの 排出量)	60ppm (脱硝装置付) 10mg/Nm <sup>3</sup> 以下 あり 3~5%程度減 3~5%程度減 3~5%程度減	60ppm (脱硝装置付) 5mg/Nm <sup>3</sup> 以下 あり 約1.5倍 約1.5倍 ベースとほぼ同等	60ppm (脱硝装置付) 5mg/Nm <sup>3</sup> 以下 なし ベースに同じ 1~2割減 5~15%減 (効率上昇分)	不明 5mg/Nm <sup>3</sup> 以下 なし ベースに同じ 1~2割減 17~23%減 (効率上昇分)
	4. 効率 (送電端)	37~38% (100万kW)	39~40% (100万kW)	40~42% (35万kW級)	40~43% (35万kW級) セラミックガスタービンの
5. 設置スペース (機械装置のみ)	ベース (100万kW級)	ベースに同じ (100万kW級)	70%程度 (35万kW級×3)	ベースに同じ (35万kW級×3)	不明
6. 経済性 建設費	23万円/kW	微粉炭火力より やや増加	微粉炭火力を やや下回る	微粉炭火力より やや増加	不明

出典) 各種資料 (新エネルギー・産業技術総合開発機構、クリーンコールパワー研究所等より MRI 作成)

## 2) 燃料費

石炭の価格は、図 5-3 に示したように、過去数年ほぼ一定水準で推移している。World Energy Outlook2002 による将来見通しは図 5-8 のようになっている。ここでは、LNG 価格想定と同様に総合エネルギー調査会における想定を参考にし、現状価格 (約 5,000 円/トン：2003 年) から、上昇率 0.77%を仮定して 2030 年における価格を算出する。

図 5-8 石炭価格の見通し



出典) World Energy Outlook 2002 (参考文献[6])



### 3) 発電原価

以上の想定のほかを、上記 LNG 火力における設定値と同様として、発電原価を年経費率法により算出すると、以下のようになる。

- ・ 建設単価：250,000 円/kW
- ・ 金利：3%
- ・ 耐用年数（償却期間）：15 年
- ・ 年経費率：0.077
- ・ 運転費（1 年あたり）：8,000 円/kW
- ・ 稼働率：80%
- ・ 石炭価格：6,100 円/t
- ・ 諸掛：2,000 円/t
- ・ 石炭発熱量：6,354kcal/kg
- ・ 発電効率：55%

固定費	=	3.89 円/kWh
燃料費	=	2.10 円/kWh
合計	=	6.00 円/kWh

### 4) 燃料価格変動幅

#### ①エネルギーショック時

LNG 火力における設定と同様に、過去 38 年におけるエネルギーショックを 4 回と考え、エネルギーショック発生確率を 0.11 回/年、また、エネルギーショック時燃料価格上昇幅を表 5-6 より約 30%と想定する。kWh あたりに直すと、約 0.4 円/kWh となる。

#### ②安定供給時

LNG における設定と同様に、1998 年 1 月から 2003 年 6 月までの、各月の一般炭輸入価格の標準偏差（約 613 円/トン）<sup>4</sup>をもって安定供給時の価格変動幅の指標とする。KWh あたりに換算すると、約 0.15 円/kWh である。

## (2) 資源供給性

### 1) システム発電効率

石炭 IGCC の発電効率は 55%を達成すると仮定する。

---

<sup>4</sup> 財務省通関統計（参考文献[12]）

2) 必要資源賦存性

必要資源賦存性（必要量／埋蔵量）の設定内容は下表のとおり。

表 5-16 石炭火力の必要資源賦存性設定内容

導入規模	50 GW	➔	50年間の発電量	17,520,000 GWh
運転年数	50 年		必要となる石炭量	4,192,670,507 トン
発電効率	55 %			
稼働率	80 %			

ただし、石炭発熱量：6,534kcal/kg 1kWh=約860kcal

可採埋蔵量	984,211 百万トン (BP統計)
必要量／埋蔵量	約0.43%

3) 他用途性

- ① 発電以外に消費する割合：図 5-5 より、60%を設定値とする。
- ② 運輸・民生部門消費割合：ほぼゼロとする。

4) 資源輸入元政治的安定性

図 5-6、表 5-11 に示された石炭に対する値を用いる。

(3) 環境負荷低減性

1) 放射性廃棄物

発生量はゼロとする。

2) 大気汚染物質

表 5-15 によれば、IGCC の硫黄酸化物・窒素酸化物排出濃度は、現行技術（微粉炭火力発電）の、それぞれ、1/3 程度、8 割程度、と見通されている。そこで、入力値としては、表 5-13 に示した現行値のそれぞれ、1/3、8 割を用いて、以下のように設定する。

$$\text{硫黄酸化物排出量} : 0.30 \times 1/3 = 0.10\text{g/kWh}$$

$$\text{窒素酸化物排出量} : 0.28 \times 0.8 = 0.22\text{g/kWh}$$

また、煤塵濃度についても表 5-15 の値を用いて、5g/m<sup>3</sup> と設定する。その他物質については、排出なしとして扱うこととする。

3) 地球温暖化物質

図 5-7 によれば、現行石炭火力のライフサイクル CO<sub>2</sub> 排出量は 975g-CO<sub>2</sub>/kWh と算出

されている。ここでは、発電効率の上昇により、排出量が約 2 割改善されると仮定して、 $975 \times 0.8 = 780 \text{g-CO}_2/\text{kWh}$  設定する。

### 5.1.3 軽水炉（ワンスルー、MOX 利用）

#### (1) 経済性

##### 1) 発電原価等

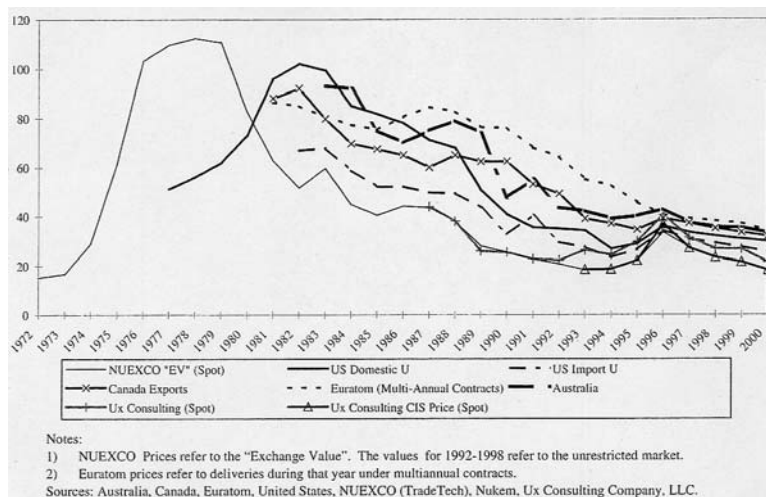
発電原価としては、以下の値を想定する。また、建設単価は、表 5-5 を参考に 20 万円/kW を想定値とする。

ワンスルー : 3.5 円/kWh  
 MOX 利用 : 4.0 円/kWh

##### 2) 発電原価変動幅

燃料（の原料）であるウランの価格推移を図 5-9 に示す。1970 年代後半に高騰してはいるものの、表 5-6 に示したエネルギーショック時の明らかな価格上昇は下図には見られない。また、ウランの輸入は財務省通関統計等では明らかになっていない（企業間の契約による）が、長期契約に基づく輸入が多くを占めると考え、短期的な価格変動も無視しうると考える。よって、発電原価変動幅はゼロを入力値とする。

図 5-9 ウラン価格の推移（単位：ドル/kgU）



出典) URANIUM 2001 : RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND (参考文献[14])

(2) 資源有効利用性

1) システム発電効率

34.5%と設定する。

2) 必要資源賦存性

ここでは、以下の値を使用することとする。

軽水炉ワンススルー：0.12、 軽水炉MOX利用：0.08

<参考：経済産業省 HP より>

100 万 kW 原子力発電所の年間発電電力量は、

$$106 \text{ kW} \times 365 \text{ 日/年} \times 24 \text{ 時間/日} \times 0.7 \text{ (利用率)} = 6132 \times 106 \text{ kWh}$$

軽水炉では、ウラン 235 が核分裂するとともに、ウラン 238 が炉内で転換されてできたプルトニウムが核分裂することによって熱を発生しています。ウランもプルトニウムも 1 グラムが核分裂すると、1 MWD の熱を発生します。この熱で発電しますと、

$$1000 \text{ kW 日/g} \times 24 \text{ 時間/日} \times 0.35 \text{ (熱効率)} = 8400 \text{ kWh/g}$$

従って、100 万 kW 級原子力発電所を 1 年間運転すると、

$$\frac{6132 \times 106 \text{ kWh}}{8400 \text{ kWh/g}} = 0.73 \times 106 \text{ g}$$

すなわち 0.73 トンのウランとプルトニウムが核分裂していることとなります。

また、100 万 kW 級 PWR 原子力発電所 (118 万 kW) を 1 年間運転するには、天然ウランを 169 トン必要とします。従って、100 万 kW 原子力発電所では、

$$169 \text{ t} \times (100 \div 118) = 143 \text{ t}$$

が必要となります。これらから、ウランの利用効率は、

$$\eta = \frac{0.73 \text{ t}}{143 \text{ t}} = 0.005 = 0.5\%$$

高速増殖炉では、理論的には全てのウラン 238 をプルトニウムに転換して利用できるものですが、実際には、MOX 燃料のサイクルに限度があることや、非核分裂性のプルトニウムが生成することなどから、30~50%程度しか利用できないと見積もった場合、

$$\text{高速増殖炉の利用倍率} = \frac{30 \sim 50\%}{0.5\%} = 60 \sim 100 \text{ 倍}$$

となります。

[出典]

[関連資料] 「原子力 2001」

### 3) 他用途性

他用途性については、発電以外の利用、民生・運輸部門での利用はそれぞれ想定しないこととし、ともにゼロを入力値とする。

## (3) 環境負荷低減性

### 1) 放射性物質

放射性物質排出量の想定値は以下のとおりとする。

項目		単位	軽水炉（ワンススルー）	軽水炉（MOX利用）
放射性物質	高レベル	m <sup>3</sup> /kWh	4.1E-9	5.4E-10
	深地中処分	m <sup>3</sup> /kWh	4.1E-10	1.6E-9
	余裕深度処分	m <sup>3</sup> /kWh	2.9E-9	4.2E-9
	低レベル	m <sup>3</sup> /kWh	2.8E-8	3.3E-8

### 2) その他物質

大気汚染物質については、それぞれ排出量ゼロとし、CO<sub>2</sub>排出量は、図 5-7 より、それぞれ 28g-CO<sub>2</sub>/kWh とする。

## 5.1.4 風力発電

風力発電については、1000kW 級の風車を 20 基程度以上設置するウィンドファーム的な導入を想定し、各種入力値を想定する。

### (1) 経済性

我が国に導入された風力発電の建設コスト（設備費＋設置費）事例を表 5-17 に示す。KW あたり 15 万円程度から 60 万円以上まで大きな隔りがあるが、近年導入されたものは概ね 20～30 万円/kW 程度となっている。新エネルギー財団によれば、風力発電の設備投資額を 23 万円/kW としている（2001 年 11 月）。さらに、大規模ウィンドファームでは 23 万円/kW よりもう少し安いとの見方もある<sup>5</sup>。

また、関（東海大学）によれば、風車の大型化（～1,000kW）により、設備設置コストは kW あたり 11～15 万円程度と想定されており、さらに、欧州のウィンドファームなどでは、600kW 級風車でも約 13 万円/kW で建設されるとの試算を示している[15]。

<sup>5</sup> 風力発電事業者ヒアリングより

表 5-17 風力発電設備費事例

設置主体	場所	設置目的	設置時期	機種	定格出力	建設コスト
九州電力	鹿児島上甕島	試験研究	1990年	国産	250kW×1	48万円/kW
瀬戸町	愛媛県瀬戸町	農業公園への電力供給	1990年	国産	1000kW×1	150万円/kW
東北電力（1～5号機）	青森県東津軽郡竜飛崎	研究開発	1992年	国産	275kW×5	63.6万円/kW
松任市	石川県松任市	公園内施設用電源、余剰電力は売電	1993年	輸入	1000kW×2	134万円/kW
山形県立川町	山形県立川町	公共施設利用	1993年	輸入	100kW×3	60万円/kW
北海道電力	北海道泊村	試験研究	1993年	国産	250kW×1、 275kW×1、 300kW×1	91万円/kW
東京電力	千葉県富津市	試験研究	1993年	国産	300kW×1	60万円/kW
関東国際高等学校	千葉県勝浦市	施設用電源、余剰電力は売電	1994年	輸入	250kW×1、 275kW×1、 300kW×1	40万円/kW
高知県企業局	高知県野市町	売電事業	1994年	輸入	250kW×1	72万円/kW
東北電力（6～10号機）	青森県東津軽郡竜飛崎	研究開発	1995年	国産	300kW×5	61.8万円/kW
山形風力発電研究所	山形県立川町	売電事業	1996年	輸入	400kW×2	25万円/kW
エコシブ・コーポレーション			1997年	輸入	400kW×1	25～35万円/kW
NEDO/宮崎県北方町	宮崎県ETOランド	試験研究及び公園内施設用電源	1999年	輸入	750kW×1	24万円/kW
NEDO/青森県深浦町	青森県深浦	試験研究及び白神エナジーパーク施設用電源	1999年	輸入	750kW×1	25.3万円/kW
NEDO/熊本県五和町	熊本県五和町	試験研究及び町営施設用電源	1999年	国産	300kW×1	40.7万円/kW
エコ・ワールドくずまき風力発電（株）	岩手県岩手郡葛巻町	売電事業	1999年	輸入	400kW×3	29.0万円/kW
三重県久居市	三重県久居市榑原町	売電事業	1999年	輸入	750kW×4	29.5万円/kW
NEDO/和歌山県吉備町	和歌山県吉備町	観光事業用	2000年	輸入	400kW×1	37.5万円/kW
老岐リソースエナジー（株）（芦辺町、中原建設（株））	老岐芦辺町箱崎諸津	売電事業	2000年	輸入	750kW×2	29.3万円/kW
滋賀県草津市	滋賀県草津市	観光事業用	2001年		1500kW×1	15.3万円/kW
	高知県大豊市			輸入	750kW×2	25万円/kW
	三陸町越喜来夏虫山				1000kW×10	30.0万円/kW
	京都府与謝郡伊根町太鼓山			輸入	750kW×6	32.8万円/kW

出典) 各種資料より MRI 作成

表 5-18 風車サイズと経済性

		小型	中型	大型
風車 スペック	出力 (kW)	100	500	1000
	直径	約20m	約40m	約60m ～110m
	ハブ高さ	約30m	約50m	約80m ～120m
設置コスト (万円)		約30	約13～20	約11～15
発電コスト (at 6m/s)		約20	約9～11	約7～9

出典) 関 和市、「風力発電の現状と課題」、2000年10月 参考文献[15]

表 5-19 600kW クラスの建設費の内外価格比較

600kW風力発電機		1～3台程度		約30台以上		備考
		欧州	日本	欧州	日本	
1	風力発電機本体	50	50	50	50	“Windenergy”掲載
2	輸送	—	10	—	7	台数物はチャーター船
3		国内輸送	3	5	2	
4	電気設備	5	10	3	5	連系保護が異なる。
5	電気工事	5	10	3	5	電線間の差異。
6	据え付け工事	5	15	3	7	クレーン費が異なる。
7	土木基礎工事	5	12	4	7	
8	特高変電所	—	—	3	5	
9	高压電気工事	2	5	2	4	
10	系統連系費	1	5	1	2	
11	国内SEE費用	2	5	1	2	
12	エンジニアリング・経費	10	20	3	6	
13	電力負担金	2	10	1	2	
14	コンサルタント費	10	10	2	3	
	合計 (M¥)	100	167	78	108	
	設置コストM¥/kW	167	278	130	180	
	発電コスト¥/kWh	8	9～11	6	8～9	利用率25%、風速6m/s

出典) 関 和 市、「風力発電の現状と課題」、2000年10月 参考文献[15]

これらデータを参考とし、1000kW 級風車を 20 基程度以上設置するウィンドファームにおける、将来的な設置費用として、13 万円/kW を用いることとする。その他、発電コスト算定に必要な各設定は NEDO による経済性試算[16][17]にならって以下のように設定する。

1 年間あたり運転費： 設置費用の 2%

設備利用率：20 % (年平均風速 6m とした場合の標準的な設備利用率)

金利：3%

年経費率：0.077 (風力発電設備の法定耐用年数は 17 年だが、NEDO 等での試算では 15 年としている)

以上の設定より、風力発電コストとして、

$$\begin{aligned} \text{発電コスト} &= (\text{設置費用} \times \text{年経費率} + \text{運転費}) / \text{年間発電電力量} \\ &= \text{約 } 5.75 \text{ 円/kWh} \end{aligned}$$

を想定する。

(2) 資源供給性

国内で得られる自然エネルギーを資源とする風力発電については、資源供給性に関わる各指標のうち、備蓄・貯蔵簡易性、および、資源調達元政治的安定性は明らかに最大評価値（：効用値＝1）が与えられる。また、他用途性についても、風を発電に用いることが“もったいない”という考え方が一般的になるとは想定し難い以上、最大評価値が与えられる。

発電効率については、風力エネルギーのうち何%が電力に変換されるかという考え方に基いて考えることが可能である。風力エネルギーの電力への最大変換効率は約 59 %（ベッツの限界）である。実際の風車の出力係数は、空気の抵抗や粘性による損失のため、プロペラ型の場合で最大 45%程度である。この他に増速機などの機械系伝達効率（95%程度）や発電機の効率（90%程度）などにより、最終的に得られる電気エネルギーは風力エネルギーの約 35 %程度となるとされる。ここでは将来想定として、40%を用いることとする。

資源賦存性は、必要とされる資源量／埋蔵量で評価されるものであるが、風力発電については、想定導入量（kW）／導入限界量（kW）で評価することとする。風力の導入限界量は、NEDOなどで調査が実施されており、以下のように評価されている[18]。

- ・ 風力エネルギー潜在量                    : 35,000MW
- うち、現実的に設置可能な量        : 5,000MW
- さらに、景観等を考慮した場合     : 2,500MW

ここでは、“現実的に設置可能な量”を採用し、

$$\text{必要資源賦存性} = 200\text{MW} / 5,000\text{MW} = 0.04$$

とする。

表 5-20 風力発電の資源供給性入力データ

項目			単位等
システム発電効率		40	[%]
必要資源賦存性		0.04	想定導入量／導入限界量
他用途性	燃焼以外利用割合	—	[%]
	運輸・民生部門消費割合	—	[%]
備蓄・貯蔵容易性		—	
資源調達元 政治的安定性	世界需給バランス安定性	—	
	我が国輸入先としての安定性	—	



### (3) 環境負荷低減性

風力発電の運転中に、いわゆる環境影響物質（大気汚染物質、地球温暖化物質）は放出されない。しかし、建設等も含めたライフサイクルで考えれば CO<sub>2</sub> の放出があり、また、窒素酸化物等の放出もゼロであるとする事はできない。しかしながら、CO<sub>2</sub> 以外の環境影響物質についてライフサイクルで評価した事例は少ないため、ここでは CO<sub>2</sub> のみを取り上げ、他物質については放出無しとして取り扱うこととする。

大気等他の影響に関する指標のうち、騒音については風力発電設置の際の要調査項目として挙げられているが（参考文献[16]）、その他指標に関する項目は挙がっていない。そこで、騒音以外の項目は「問題になる可能性はほとんど無し」とし、騒音については「問題になる可能性あり」と設定する。参考までに、NEDO による風力発電ガイド[17]によれば、一般に、風車から 200m 離れば 45 デシベルに減衰するとされている。

## 5.1.5 太陽光発電

### (1) 経済性

新エネルギー財団によれば、太陽光発電システムの kW 単価動向は表 5-21 のとおりであり、kW あたり 50 万円を下回るものも現れている。太陽光発電コスト入力値は、これら現状値をもとに、普及による習熟効果を見込んで、50 万円/kW を想定値とする。

表 5-21 平成 14 年度住宅用太陽光発電導入促進事業における設置価格

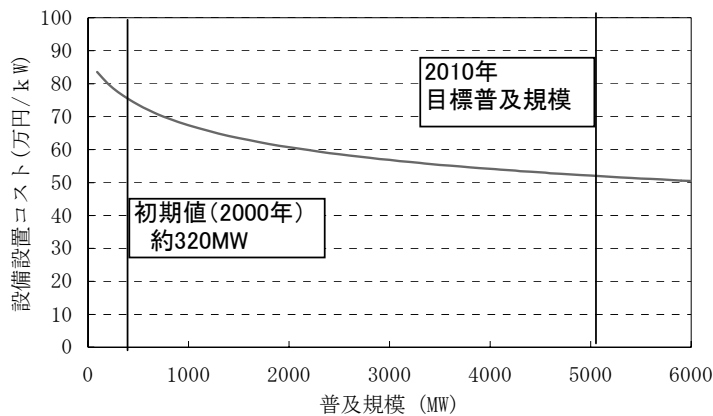
システム	単位 (万円/kW)			
	全結晶	単結晶	多結晶	アモルファス
I. 平均設置価格 (①~③)	72.7	81.3	70.7	83.9
①太陽電池価格	46.8	54.1	45.1	54.2
②付属機器等費用	17.6	18.2	17.5	17.5
③設置工事費用	8.3	9	8.1	12.2
II. 最高設置価格	135	135	123.3	—
III. 最低設置価格	39.9	50.3	39.9	—

注：価格分析データ件数 1,025（単結晶：195 件、多結晶：829 件、アモルファス：1 件）

出典) 新エネルギー財団

図 5-10 太陽光発電システム設置費用の習熟効果算定例

項目	設定値	備考
設備設置コスト初期値 (2000年)	77万円/kW	新エネルギー財団資料より設定 (平均)
基準普及規模 (2000年)	約320MW	新エネルギー財団資料より設定
習熟係数F	0.88	エネルギー総合推進委員会 (1998)



<習熟効果>

$$C_{px} = C_{p0} \times ((X+X_0) / (2 \times X_0))^{-\beta_p}$$

$C_{px}$  : ある時点における設備コスト

$C_{p0}$  : 設備コスト初期値

$X$ 、 $X_0$  : 普及数

$F_p$  : 普及量が2倍になった時の設備コストの低減率。

過去の普及数と価格低下の傾向を参考に各エネルギー毎に想定する。

$$\beta_p : \beta_p = -1 \times \log F_p / \log 2$$

将来の設備設置費用として 50 万円/kW を用いて、kWh あたりの発電コストを以下の条件のもとに年経費率法にて算出する。

- ・ 耐用年数：20 年
- ・ 金利：3%
- ・ 年あたり修繕保守費：建設費総額の 1%
- ・ 用地費、人件費、一般管理費、等：無しとする
- ・ システム利用率：15%（後述）

$$\begin{aligned} \text{年経費率} &= \text{金利} / (1 - (1 + \text{金利})^{-\text{(耐用年数)}}) \\ &= 0.067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{発電コスト} &= (\text{設備設置費} \times \text{年経費率} + \text{運転費}) / \text{年間発電量} \\ &= 29.4 \text{ 円/kWh} \end{aligned}$$

以下に、太陽光発電の経済性に関わる入力値一覧を示す。

## (2) 資源供給性

太陽光発電についても、資源供給性に関わる各指標のうち、備蓄・貯蔵簡易性、および、資源調達元政治的安定性は明らかに最大評価値（：効用値＝1）が与えられるものとする。

発電効率としては、経済性入力値設定で想定した15%を用いる。これは、NEDO ニューサンシャイン計画において、単結晶・多結晶・アモルファス系モジュールに関する平成16年度開発目標として掲げられている数値である。

他用途性に関する設定は、太陽光発電と太陽熱利用の比率から想定する。それぞれの2010年度目標現行対策維持ケース（総合エネルギー調査会総合部会答申2001年7月）は、原油換算で、62万kl（太陽光発電）、72万kl（太陽熱利用）となっている。これら値より、発電以外利用割合を算出した。

表 5-22 ニューサンシャイン計画における技術開発目標（抜粋）

分野	平成12年度目標	平成16年度モジュール目標
アモルファスシリコン モジュール	140円/W以下（100MW/年） 変換効率：10%以上 サイズ：90cm×90cm以上（ガラス基板）、 40cm×80cm以上（フレキシブル）	-
薄膜多結晶シリコン モジュール	140円/W以下（100MW/年） 変換効率：15%以上 サイズ：30cm×30cm以上	100円/W以下（100MW/年）、 140円/W以下（10～30MW/年） 変換効率：15%以上 サイズ：30cm×30cm以上
アモルファスシリコン/ 薄膜多結晶シリコン モジュール	変換効率：14%以上 サイズ：5cm×5cm以上	100円/W以下（100MW/年）、 140円/W以下（10～30MW/年） 変換効率：15%以上 サイズ：30cm×30cm以上
新型単結晶シリコン	変換効率：16%以上（セル） サイズ：10cm×10cm以上	100円/W以下（100MW/年）、 140円/W以下（10～30MW/年） 変換効率：15%以上 サイズ：40cm×90cm以上

出典) 産業技術審議会 エネルギー・環境技術開発部会太陽エネルギー分科会中間報告、「ニューサンシャイン計画における太陽光発電技術開発の今後の進め方」、産業技術審議会エネルギー・環境技術開発、(1997年3月)より、新エネルギー・産業技術総合開発機構が同HPに掲載(参考文献[19])。  
(<http://www.nedo.go.jp/nedata/12fy/01/i/0001i001.htm>)

### (3) 環境負荷低減性

太陽光発電運用に、いわゆる環境影響物質（大気汚染物質、地球温暖化物質）は放出されない。しかし、建設等も含めたライフサイクルで考えれば CO<sub>2</sub> の放出があり、また、窒素酸化物等の放出もゼロではない。しかしながら、CO<sub>2</sub> 以外の環境影響物質についてライフサイクルで評価した事例は少ないため、ここでは CO<sub>2</sub> のみを取り上げ、他物質については放出無しとして取り扱うこととする。CO<sub>2</sub> 排出量は図 5-7 より、53g-CO<sub>2</sub>/kWh と想定する。

騒音や振動などの影響についても、問題になったという事例は一般にはないと考えられ、「ほとんど無し」と設定する。

## 5.1.6 燃料電池

### (1) 経済性

#### 1) kW あたりコスト

ここでは、高い発電効率が得られるという観点から、SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) +ガスタービン・コンバインドサイクルを想定する。SOFC の開発は国内外で行われているが、現在、最も大きな規模のモジュールを開発しているのは、シーメンスウェスティングハウス社であり、200kW 以上規模の円筒形モジュールの実証試験実績を持っている。同社では、コンバインドサイクルによって、発電出力 58～70%、熱も含めた総合効率で 80% を達成し得るとしている。

同社では、コンバインドサイクルによって、発電出力で効率 58～70%、熱も含めた総合効率で 80% を達成し、SOFC 普及段階では焼く 2,500～3,000 ドル/kW 程度までコストが低減されると予想している（参考文献[20]）。本調査では、この値を参考に設定値として用いることとする。すなわち、1 ドル=110 円程度と考えて、kW あたり 30 万円程度を設定値とする。

#### 2) kWh あたりコスト

燃料費やその他費用を、大まかではあるが、以下のように設定し、kWh あたりの発電原価を算出する。

- ・ 設備単価：300,000 円/kW
- ・ 金利：3%
- ・ 耐用年数（償却期間）：15 年
- ・ 年経費率：0.077
- ・ 運転費（1 年あたり）：12,000 円/kW
- ・ 稼働率：80%

- ・ 天然ガス価格：23,000 円/t
- ・ 天然ガス発熱量：13,300kcal/kg
- ・ 発電効率：70%
- ・ 燃料加工費等諸掛：1.1 円/kWh
  - 資本費 = 5.0 円/kWh
  - 燃料費 = 3.2 円/kWh
  - 合計 = 8.2 円/kWh

(2) 資源供給性

燃料として天然ガスを想定するため、LNG 火力発電に関する設定と同様とする。ただし、発電効率を 70%とすることによる効果を考慮する (LNG 火力発電では発電効率 60%と設定)。また、必要資源賦存性については、導入規模設定が 3GW・50 年であることを考慮して必要資源量を算出し、以下のとおりとする。

導入規模	3 GW	➔	50年間の発電量	1,051,200 GWh
運転年数	50 年		必要となる天然ガス量	97,103,330 トン
発電効率	70 %			
稼働率	80 %			

ただし、天然ガス発熱量：13,300kcal/kg、1kWh=約860kcal

可採埋蔵量	984,211 百万トン (BP統計)
必要量/埋蔵量	約0.01%

(3) 環境負荷低減性

1) 放射性廃棄物

ゼロとする。

2) 大気汚染物質

燃料として天然ガスを用いており、硫黄酸化物の排出はゼロとする。窒素酸化物については、動作温度が 1,000℃程度であることから、必ずしもゼロとはいえず、シーメンスウェスティングハウス社によれば排出濃度として 0.5ppm 程度であるとしている。この値は、現行の LNG 火力発電の 1/10~1/100 程度である。ここでは、LNG 火力に対する設定値の 1/30 程度として、0.004g/kWh と設定する。その他の排出物はゼロとする。

3) 地球温暖化物質

ライフサイクル CO2 発生量研究報告 (図 5-7 参照) には、燃料電池に対する試算結果が含まれていない。そこで、ここでは、LNG 火力発電に対して設定した値をもとに想定した値を用いることとする。すなわち、発電効率設定値 (燃料電池：70%、LNG 火力：60%) を考慮し、

$$\text{SOFC 設定値} = 519 \text{ g-CO}_2/\text{kWh (LNG 火力設定値)} \times 60\%/70\% = 445 \text{ g-CO}_2/\text{kWh}$$

とする。ライフサイクルでは、発電所建設段階等における発生量もカウントしているため、LNG 火力発電の値をそのまま用いることは必ずしも正確ではないが、天然ガスを燃料とする発電システムからの CO<sub>2</sub> 発生量の大部分は発電過程におけるものであるとの仮定のもとに上記設定を行う。

### 5.1.7 木質系廃棄物発電

#### (1) 経済性

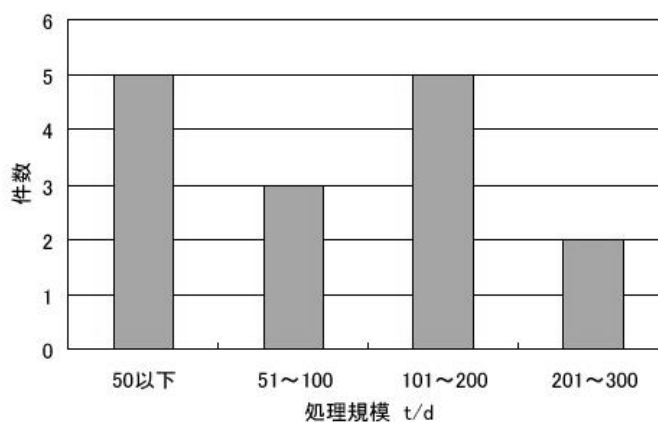
廃棄物発電としては、木くず（建設廃材等）による産業廃棄物発電を想定する。すなわち、燃料を木質系産業廃棄物として調達している（燃料費は逆有償）と考え、いくつかのモデルプラントを想定して発電コスト想定を行う。

#### (2) 出力規模の想定

木くずを含め、産業廃棄物処理処分事業者の規模（一日あたり処理能力 t/d で比較する）は、大規模なもの（200t/d 以上）から小規模なもの（数 t/d 程度）まで広く分布している。このうち、発電事業者としてコスト的に競争力を有するのは大規模な事業者であると考え、ここでは、200t/d 程度の処理規模をもつ事業者を想定する。

なお、木くずの発熱量を 3,000kcal/kg、発電効率 25%とし、処理される木くずからの発熱を全て発電に利用すると考えると、200t/d の処理能力に対して発電容量は約 7,000 kW と想定される。

図 5-11 （参考）木くず産業廃棄物燃焼施設の規模別件数



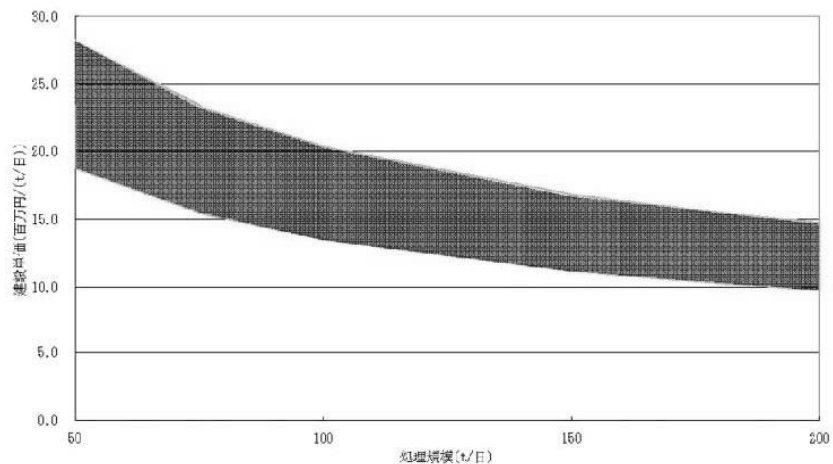
出典) N 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」参考文献[21]

#### 4) 建設単価

建設単価については、NEDO 文献により廃棄物処理規模との関係が示されている（図 5-12）。想定する処理規模（=200t/d）における現状の最安値を用いることとし、約 10 百万円/(t/d)とする。

200t/d の木くず処理能力を持つ施設に対して想定される発電設備容量は約 7,000kW であるから、建設単価としては、約 28 万円/kW となる。

図 5-12 木くず処理施設の建設単価と処理規模の関係

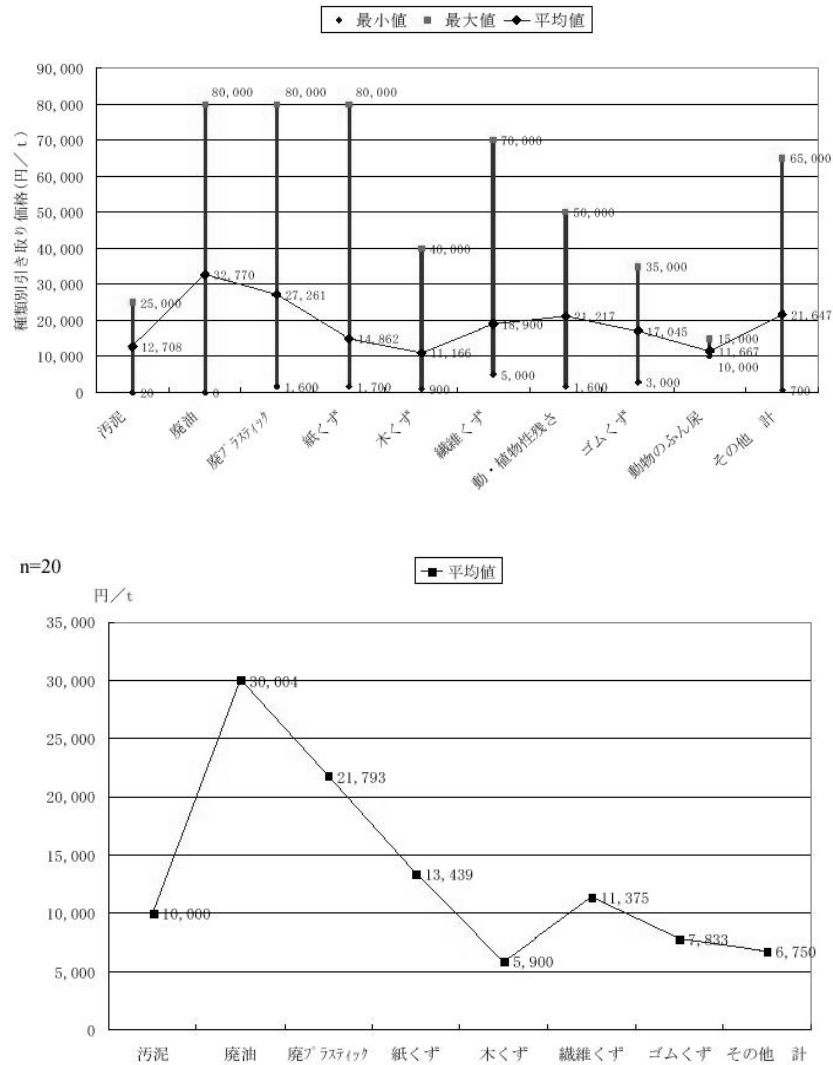


出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」(参考文献[21])

#### 5) 燃料費

燃料となる木くずは、産業廃棄物として逆有償で受け入れることを想定する。現状の、産業廃棄物中間処理業者の受け入れ単価を見ると、非常にバラツキが大きくなっている（図 5-13）。ここでは、木くずの概ねの平均値である 10,000 円/t を試算に用いることとする。また、灰処分などの費用については、産業廃棄物最終処分費用の平均値を用いることとする。木くずの場合は、約 6,000 円/t となっている。

図 5-13 産業廃棄物中間処理受け入れ単価（上）と最終処分単価平均値（下）



出典) 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」(参考文献[21])

## 6) 発電コスト想定

上記想定値のほか、文献[21]にしたがって、人件費、メンテナンス費、一般管理費率等を設定し、下表の諸元に基づいて発電コストを算出すると表 5-23 のようになる。木くず産業廃棄物発電の発電コストとして、5.9円/kWhを想定する。なお、この値は、木くず流通費用に依存する燃料コストに大きく依存するものであり、その単価が1,000円/t程度であれば発電原価は10円/kWh近く(他の条件は同じとする)になり、30,000円/tを越えれば、その利益で発電コストを賄えるほどとなる。



表 5-23 木質産業廃棄物発電コスト想定

処理能力	200 t/d	
発電出力	7,000 kW	
所内動力	1,000 kW	
発熱量	3,000 kcal/kg	
稼働率	80 %	
減価償却	15 年	
金利	3%	
施設建設費	10,000,000 円/t	
人件費・諸経費率	600万円×14人	*
メンテナンス比率	3.0%	*
一般管理費	16%	*
その他灰処理費など	6,000 円/t	
燃料コスト	-10,000 円/t	

費目	費用	備考
減価償却費	120,000,000 円/年	定額法
人件費	84,000,000 円/年	
修繕費	60,000,000 円/年	初期費用×修繕費率
一般管理費	13,440,000 円/年	人件費×一般管理費率
その他	96,000,000 円/年	
燃料費	-160,000,000 円/年	
利子	34,199,828 円/年	元利均等方式
年間費用合計	247,639,828 円/年	
kWhあたり	5.9 円/kWh	

### (3) 資源供給性

#### 1) システム発電効率

一般的な火力発電所の発電効率が 40～45%であるのに対し、廃棄物発電の発電効率は低いレベル（10～15%程度）にとどまっている。廃棄物発電の効率向上検討は、平成 3 年より NEDO によって実施されており、耐食性の高い材料開発を中心とした研究がなされている。それら研究開発成果とともに、実機においてより高効率化を目指したプラントの採用が増加している。ここでは、発電効率として、20%を設定することとする。

#### 2) 必要資源賦存性

木質系産業廃棄物発電の燃料となる木質バイオマス、いわゆる木くずの賦存量は、木くずとして含める範囲（林地残材など林業系由来、建設廃材、など）によっていくつかの試算がなされているが、例えば、森林総合研究所では、年間 4270 万トンの発生量があるとの試算している<sup>6</sup>。一方で、合計 3GW の発電設備を 1 年間稼働するために必要な資源量は、発熱量を 2,000kcal/kg、発電効率 20%、稼働率 80%とすれば、約 900 万トンとなる。よって、木質系バイオマス資源の賦存性は十分であり、設定値（必要資源量/賦存量）とし

<sup>6</sup> 原田、「森林由来のバイオマス資源のエネルギー利用」、森林総合研究所

ては、ゼロを用いることとする。

### 3) 他用途性

燃料として用いる木質系バイオマスは、マテリアル・リサイクルが十分になされた後の木くず、すなわち、木材のカスケード利用が十分になされ、燃焼以外の用途が無くなったものを想定する。従って、他用途性の2指標については、ともに満点に相当する設定値(0%)を設定する。

## 5.1.8 定量評価指標の効用関数設定

効用関数は、満足値(最大満足値:効用値=1.0、中間満足値:効用値=0.5、最低満足値:効用値=0)を定めることにより設定する。他電源比較における満足値は、“電源間の差を十分に表す”ことを念頭におき、以下の方針に従って設定した。設定内容は表 5-24 のとおり。

- 最大満足値、最低満足値:それぞれ、評価対象電源のうち最も優れた値、最も劣った値を設定する。
- 中間満足値:指標ごとに検討。表 5-24 の備考欄参照。
- 大規模比較と中小規模比較で異なる設定とする項目:発電原価、kW あたり初期投資額。その他項目は統一の設定値を用いる。

なお、評価対象とする電源の間で、優劣の差がつかない指標(大気汚染物質の一部)については、効用関数の設定内容が評価結果に影響しないため、ここでは満足値を与えていない。

表 5-24 定量評価指標の満足値設定（他電源比較）

<大規模電源比較>

視点	項目		最大満足値	中間満足値	最低満足値	備考
経済性	発電単価	発電単価	大規模と中小規模で異なる設定とする。下記参照			
		エネルギーショック時	0.0	0.5	1.0	10円/kWhの5%程度
	投資回収性	安定供給時	0.0		0.5	10円/kWhの2.5%程度
		kWあたり初期投資額	大規模と中小規模で異なる設定とする。下記参照			
		投資回収期間	15	17	20	比較対照電源の平均レベル
視点	項目		最大満足値	中間満足値	最低満足値	備考
資源供給性	他用途性	システム発電効率	70	40	15	現行火力発電所レベル
		必要資源賦存性	0.00%	2.67%	12.00%	比較対照電源の平均レベル
		発電以外利用割合	0%	22%	60%	比較対照電源の平均レベル
	資源調達元 政治的安定性	運輸・民生部門消費割合	0%	17%	60%	比較対照電源の平均レベル
		世界需給バランス安定性	0.00	0.43	1.70	比較対照電源の平均レベル
		我が国輸入先としての安定性	0.00	0.43	1.94	比較対照電源の平均レベル
視点	項目		最大満足値	中間満足値	最低満足値	備考
環境負荷 低減性	放射性物質	高レベル	0.00	4.1E-10	4.1E-09	最低満足値の1/10
		高βγ	0.00	1.6E-10	1.6E-09	最低満足値の1/10
		TRU	0.00	4.2E-10	4.2E-09	最低満足値の1/10
		低レベル	0.00	3.3E-09	3.3E-08	最低満足値の1/10
		硫酸酸化物	0.00	0.08	0.10	現行火力発電所（平均）レベルの1/2程度
	大気汚染物質	窒素酸化物	0.00	0.15	0.22	現行火力発電所（平均）レベルの1/2程度
		浮遊粒子状物質	電源間で差がついていないため設定せず*			
		石炭粉塵	無し		有り	有無の評価（中間満足値設定せず）
		粉塵等	0.00		0.005	
		一酸化炭素	電源間で差がついていないため設定せず*			
		光化学オキシダント	電源間で差がついていないため設定せず*			
		炭化水素	電源間で差がついていないため設定せず*			
		有害物質等	電源間で差がついていないため設定せず*			
地球温暖化物質	CO2等	11	260	780	現行LNG火力発電所レベルの1/2程度	
項目	最大満足値	中間満足値	最低満足値	備考		
発電単価	2.7	4.0	6.5	大規模電源比較用		
kWあたり初期投資額	110,000	180,000	200,000			
発電単価	4.2	5.5	29.4	中小規模電源比較用		
kWあたり初期投資額	130,000	290,000	500,000			

## 5.2 定性評価入力値設定

### 5.2.1 評価基準の設定

他電源比較評価における定性評価は、3段階（一部2段階）の基準を設けて実施する。評価指標項目ごとの基準は表 5-25 のように設定した。また、基準ごとに与える効用値は、以下の考え方によって設定している。

- 3段階の最低基準の効用値を0とする
- 3段階の最高基準の効用値を1とする
- 中間に位置する基準については、その内容が最低基準に近いと思われる場合は0.25（下記例①参照）、最高基準に近いと思われる場合は0.75（下記例②参照）、どちらともいえない場合は0.5（下記例③参照）を設定する。

#### <中間に位置する基準の効用値設定例>

① 経済性-簡便性-予備調査

「予備調査の必要はあるが1年以下程度」という中間基準は、期間は短くても“必要がある”という意味で、「必要ない」という最高基準よりも、「1年以上の調査が必要」という最低基準により近いと判断し、効用値を0.25とした。

② 経済性-電力品質-出力変動性

「燃料の不均一性による出力変動程度」は、“動いたり止まったり”するわけではなく、「変動が非常に大きい」とする最低基準よりも「安定出力」である最高基準により近いと判断し、効用値を0.75とした。

③ 経済性-電力品質-不可追従性

負荷追従性の「中間程度」という基準は、最高基準、最低基準のどちらに近いとも判断し難いと考え、効用値を0.5とした。

表 5-25 定性評価指標項目の評価基準設定（他電源比較）

視点	項目		基準1（満足度低）	基準1（満足度中）	基準1（満足度高）	
経済性	電力品質	出力変動性	変動が非常に大きい 0	燃料の熱量不均一性による変動程度 0.75	安定出力 1	
		負荷追従性	出力制御は全くできない 0	その中間レベル 0.5	負荷変動に合わせた運転が可能 1	
		システム停止頻度	3回以上/年 0	1~2回/年程度 0.5	1回/年未満 1	
	簡便性	予備調査	1年以上の調査が必要 0	必要はあるが1年以下程度 0.25	必要なし 1	
		メンテナンス	難 0	中 0.5	易 1	
		廃止	難 0	中 0.5	易 1	
	資源供給性	備蓄・貯蔵容易性		貯蔵する燃料が特殊な特徴を持つ 0	貯蔵の必要あり（燃料を使用） 0.25	貯蔵の必要なし（燃料を使用しない） 1
	環境負荷低減性	大気等他の影響	騒音	騒音要因がある 0	騒音要因が問題になる可能性あり 0.25	騒音要因がない 1
			振動	特に問題になる可能性あり 0	機械的な発電 0.25	化学的な発電 1
悪臭			排ガスに悪臭要因が含まれる 0	排ガス等発生するが悪臭要因は少ない 0.25	排ガス等の発生なし 1	
低周波空気振動			被害の可能性大 0	発生源あり 0.25	発生源なし 1	
社会不安定影響性	兵器・テロへの悪用性		悪用用途やその可能性あり 0	具体的想定はできないが可能性は考えるべき 0.5	悪用用途が想定できない 1	
	悪用のインパクト		想定悪用用途のインパクトが大きい 0	中間 0.5	想定悪用用途のインパクトが小さい 1	
導入性	技術的実現性	開発期間	短い（～2010年程度） 0	中間程度 0.5	長い（～2030年） 1	
		開発資金	国家レベルの大規模な開発資金が必要 0	大規模ではないが助成が必要 0.25	商業ベースでの開発が可能 1	
		未開発必要技術	少 0	中 0.5	多 1	
	研究開発受容性	予算規模	政府による予算はほとんどなし 0	政府による予算はあるが大規模ではない 0.5	政府による予算が大きい 1	
		研究開発者	個人の意思よりも、所属企業の戦略等によって担当している研究者が多い 0	その中程度 0.5	大学等で志す学生が多い 1	
	研究開発柔軟性		容量等スペックの変更が困難 0	0.5	容量等スペックの変更が容易 1	

(続き)

視点	項目		基準 1 (満足度低)	基準 1 (満足度中)	基準 1 (満足度高)	
心理的 バイアス 低減性	恐怖性	災害の大きさ	事故の想定最大被害は大きいと思われる(核燃料を使用) 0	事故の想定最大被害は中間程度と思われる(可燃性燃料を使用) 0.5	事故の想定最大被害は小さいと思われる 1	
		個人による制御可能性	大規模事業者による設置のみを想定 0	中小規模事業者による設置も可能 0.5	家庭用など個人の意思による設置を想定 1	
		同一便益を得る代替手段の有無	想定する「便益」は電力であるため、電源間で差がつかないと考える			
		リスクテイク拒否可能性の有無	大規模事業者による設置のみを想定 0	中小規模事業者による設置も可能 0.5	家庭用など個人の意思による設置を想定 1	
		子供・子孫への影響	化学的・生物的に影響がある、または、物理的影響が長期にわたる 0	物理的に影響有り(処理が困難、など) 0.75	影響無し 1	
		事故歴	将来技術については想定できないため、評価指標から除くこととする。			
		公平さ	大規模事業者による設置のみを想定 0	中小規模事業者による設置も可能 0.5	家庭用など個人の意思による設置を想定 1	
	可逆性	最大想定事故の影響回復にかかる時間がかかる 0	最大想定事故の影響回復にかかる時間は中間程度 0.75	最大想定事故の影響回復にかかる時間がかからない 1		
	未知性	周知度	なじみのない原理を利用 0	中程度 0.25	同一原理の民生用製品あり 1	
		理解度	原理を理解困難 0	中程度 0.5	原理を理解容易 1	
		影響発現遅延性	放射線のみの特化した指標であり、子供・子孫への影響において、化学的・生物的影響を含めた評価をしているため、ここでは除くこととする。			
	その他事項	報道機関の注目度	悪い意味で注目されている 0	注目されていない、どちらともいえない 0.75	良い意味で注目されている 1	
		便益の直接性	発生電力の発生場所での民生用利用が困難 0	どちらともいえない 0.5	発生電力を発生場所で民生用利用可能 1	
		便益の明瞭性	想定する「便益」は電力であるため、電源間で差がつかないと考える			
	不利益性	事故時不利益の大きさ	大きい 0	中間程度 0.5	小さい 1	
		事故時不利益の制御可能性	大規模事業者による設置のみを想定 0	中小規模事業者による設置も可能 0.5	家庭用など個人の意思による設置を想定 1	
	事業主体の特性	メディアの評判	今回評価では、具体的事業主体を想定しないため、電源間で差がつかない。			
	電力以外 発生資源	電力以外 エネルギー	熱	発生しない 0	発生するが温度がやや低い 0.75	発生する 1
			水素	発生しない 0	0.5	発生する 1
		ソフト資源		地域への影響はない 0	技術者の往来がある 0.5	地域産業発展に貢献がある 1
副生資源		無 0		有 1		

### 5.2.2 各電源システムの入力値設定

ここでは、評価対象とする電源システムが、各評価指標のどの基準に分類されるかを検討した（表 5-26）。ある電源システムの分類先に与えられた効用値（前項、表 5-25）が、当該電源の入力値となる。

表 5-26 電源システムの評価基準への分類検討

視点	項目		基準1（満足度低）	基準1（満足度中）	基準1（満足度高）	
経済性	電力品質	出力変動性	変動が非常に大きい 風力発電、太陽光発電	燃料の熱量不均一性による変動程度 廃棄物発電	安定出力 LNG火力、石炭火力、軽水炉、FBR、燃料電池	
		負荷追従性	出力制御は全くできない 風力発電、太陽光発電	その中間レベル 石炭火力、廃棄物発電、軽水炉、FBR、燃料電池	負荷変動に合わせた運転が可能 LNG火力	
		システム停止頻度	3回以上/年	1~2回/年程度 FBR、軽水炉、LNG火力、石炭火力、廃棄物発電	1回/年未満 風力発電、太陽光発電、燃料電池	
	簡便性	予備調査	1年以上の調査が必要 風力発電	必要はあるが1年以下程度 FBR、軽水炉、LNG火力、石炭火力、廃棄物発電	必要なし 燃料電池、太陽光発電	
		メンテナンス	難	中 FBR、軽水炉、LNG火力、石炭火力、廃棄物発電、燃料電池	易 太陽光発電、風力発電	
			難	中 FBR、軽水炉	易 太陽光発電、燃料電池	
		廃止	難 FBR、軽水炉	中 LNG火力、石炭火力、廃棄物発電、風力発電	易 太陽光発電、燃料電池	
	資源供給性	備蓄・貯蔵容易性		貯蔵する燃料が特殊な特徴を持つ FBR、軽水炉	貯蔵の必要あり（燃料を使用） LNG火力、燃料電池、石炭火力、廃棄物発電	貯蔵の必要なし（燃料を使用しない） 風力発電、太陽光発電
	環境負荷低減性	騒音	騒音要因がある 風力発電	騒音要因が問題になる可能性あり LNG火力、石炭火力、FBR、軽水炉、廃棄物発電	騒音要因がない 太陽光発電、燃料電池	
			振動	特に問題になる可能性あり LNG火力、石炭火力、FBR、軽水炉、廃棄物発電、風力発電	化学的な発電 太陽光発電、燃料電池	
悪臭		排ガスに悪臭要因が含まれる	排ガス等発生するが悪臭要因は少ない LNG火力、石炭火力、FBR、軽水炉、廃棄物発電、燃料電池	排ガス等の発生なし 太陽光発電、風力発電		
		被害の可能性大	発生源あり LNG火力、石炭火力、FBR、軽水炉、廃棄物発電、風力発電	発生源なし 太陽光発電、燃料電池		
社会不安定影響性	兵器・テロへの悪用性	悪用用途やその可能性あり FBR、軽水炉	具体的想定はできないが可能性は考えるべき LNG火力、石炭火力、廃棄物発電、燃料電池	悪用用途が想定できない 風力発電、太陽光発電		
	悪用のインパクト	想定悪用用途のインパクトが大きい FBR、軽水炉	中間 LNG火力、石炭火力	想定悪用用途のインパクトが小さい 風力発電、太陽光発電、燃料電池、廃棄物発電		

心理的 バイアス 低減性	恐怖性	災害の大きさ	事故の想定最大被害は大きいと思われる (核燃料を使用) FBR, 軽水炉	事故の想定最大被害は中間程度と思われる (可燃性燃料を使用) LNG火力、石炭火力、廃棄物発電、燃料電池	事故の想定最大被害は小さいと思われる 風力発電、太陽光発電
		個人による制御可能性	大規模事業者による設置のみを想定 FBR, 軽水炉、LNG火力、石炭火力	中小規模事業者による設置も可能 風力発電、廃棄物発電	家庭用など個人の意思による設置を想定 太陽光発電、燃料電池
		同一便益を得る代替手段の有無	想定する「便益」は電力であるため、電源間で差がつかないとする		
		リスクテイク拒否可能性の有無	大規模事業者による設置のみを想定 FBR, 軽水炉、LNG火力、石炭火力	中小規模事業者による設置も可能 風力発電、廃棄物発電	家庭用など個人の意思による設置を想定 太陽光発電、燃料電池
		子供・子孫への影響	化学的・生物的に影響がある、または、物理的影響が長期にわたる FBR, 軽水炉	物理的に影響有り (処理が困難、など) 石炭火力、LNG火力	影響無し 太陽光発電、風力発電、燃料電池、廃棄物発電
		事故歴	将来技術については想定できないため、評価指標から除くこととする。		
		公平さ	大規模事業者による設置のみを想定 FBR, 軽水炉、LNG火力、石炭火力	中小規模事業者による設置も可能 風力発電、廃棄物発電	家庭用など個人の意思による設置を想定 太陽光発電、燃料電池
	可逆性	最大想定事故の影響回復に時間がかかる FBR, 軽水炉	最大想定事故の影響回復にかかる時間は中間程度 石炭火力、LNG火力、廃棄物発電	最大想定事故の影響回復に時間がかからない 太陽光発電、風力発電、燃料電池	
	未知性	周知度	なじみのない原理を利用 FBR, 軽水炉、燃料電池	中程度 LNG火力、石炭火力、廃棄物発電	同一原理の民生用製品あり 風力発電、太陽光発電
		理解度	原理を理解困難 FBR, 軽水炉、燃料電池	中程度 太陽光発電	原理を理解容易 風力発電、石炭火力、LNG火力、廃棄物発電
		影響発現遅延性	放射線のみの特化した指標であり、子供・子孫への影響において、化学的・生物的影響を含めた評価をしているため、ここでは除くこととする。		
	その他事項	報道機関の注目度	悪い意味で注目されている FBR, 軽水炉	注目されていない、どちらともいえない LNG火力、石炭火力、廃棄物発電	良い意味で注目されている 太陽光発電、風力発電、燃料電池
		便益の直接性	発生電力の発生場所での民生用利用が困難 FBR, 軽水炉、LNG火力、石炭火力	どちらともいえない 廃棄物発電	発生電力を発生場所で民生用利用可能 太陽光発電、風力発電、燃料電池
		便益の明瞭性	想定する「便益」は電力であるため、電源間で差がつかないとする		
	不利益性	事故時不利益の大きさ	大きい FBR, 軽水炉	中間程度 LNG火力、石炭火力、廃棄物発電、燃料電池	小さい 風力発電、太陽光発電
		事故時不利益の制御可能性	大規模事業者による設置のみを想定 FBR, 軽水炉、LNG火力、石炭火力	中小規模事業者による設置も可能 風力発電、廃棄物発電	家庭用など個人の意思による設置を想定 太陽光発電、燃料電池
	事業主体の特性	メディアの評判	今回評価では、具体的事業主体を想定しないため、電源間で差がつかない。		

電力以外 発生資源	電力以外 エネルギー	熱	発生しない 風力発電、太陽光発電	発生するが温度がやや低い 廃棄物発電	発生する FBR、LNG火力、石炭火力、燃料電池
		水素	発生しない 全対象電源		発生する
	ソフト資源		地域への影響はない 太陽光発電	技術者の往来がある 燃料電池、風力発電	地域産業発展に貢献がある FBR、軽水炉、LNG火力、石炭火力、廃棄物発電
	副生資源		無 FBR、軽水炉、風力発電、燃料電池、太陽光発電		有 石炭火力、LNG火力、廃棄物発電

注記)

■経済性について

- ・ 風力と太陽光以外の電源について、負荷追従性を、ピーク運転可能なもの（負荷追従運転可能）、ベース運転可能なもの（その中間レベル）として分類した。



- ・ 予備調査については、環境アセスメントが必要となるものは「1年以下」とした。
- 資源供給性について
  - ・ 石炭、天然ガス等の専門家ヒアリングを参考にして設定。
- 導入性について
  - ・ 研究開発者については、現役大学院生へのヒアリングを参考にして設定。
- 電力以外発生資源について
  - ・ 副生資源については、石炭火力（石炭灰など）、LNG火力（LNG冷熱）、廃棄物（灰、炭など）を想定。

## 6. 視点間の重み付け検討

重み付けの方法は、平成 14 年度に実施した方法[1]と同様の考え方に基づいて実施する。すなわち、いくつかの“価値観要素”を設定することにより、各価値観要素のもとで重視すべき視点を定め、それらの組み合わせにより数通りの重み付けを定める。ここでは、将来社会シナリオ事例を調査して概要をとりまとめた上で、価値観要素について検討し、重み付けケースの設定を行う。

### 6.1 将来社会シナリオに関する調査

以下、将来社会シナリオ関連する文献等を調査し、その概要を取りまとめる。

#### 6.1.1 エネルギー基本計画

同検討は、経済産業省資源エネルギー庁の総合資源エネルギー調査会基本計画部会により検討され、エネルギー政策基本法（平成 14 年法律第 71 号）第 12 条第 4 項の規定に基づき、平成 15 年 10 月に経済産業省資源エネルギー庁により発表されたものである。

本計画は、「安定供給の確保」、「環境への適合」、「市場原理の活用」という基本方針から構成される

また、“長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策”の内容項目は以下のようになっている。

##### ■エネルギー需要対策の推進

- ・省エネルギー対策の推進と資源節約型の経済・社会構造の形成

##### ■多様なエネルギーの開発、導入及び利用

- ・原子力の開発、導入及び利用
- ・新エネルギーの開発、導入及び利用
- ・ガス体エネルギーの開発、導入及び利用
- ・石炭の開発、導入及び利用
- ・環境に適合した利用技術（クリーン・コール・テクノロジー）の開発・普及を行う

##### ■石油の安定供給の確保等

- ・石油は経済性・利便性の観点から今後も重要なエネルギー。大部分を中東に依存しており、供給構造は脆弱なため、安定供給を確保する観点から、石油備蓄の着実な実施、産油国との関係強化等総合的な資源戦略の展開、石油産業の強靱な経営基盤の構築を進める。

- 電気事業制度・ガス事業制度の在り方
  - ・電気事業制度：全面自由化については、十分慎重に検討
  - ・ガス事業制度：全面自由化については、十分慎重に検討。
- 長期的展望を踏まえた取組
  - ・ 10～30 年以上の長期的視野の下、分散型エネルギーシステムや水素エネルギーシステムといった将来のエネルギーシステム実現のための取組を一層強化。

### 6.1.2 環境省における検討[22]

同検討は、環境庁委託事業により、有識者から構成される「温室効果ガス排出量削減シナリオ策定ワーキンググループ」を設置し、将来の日本の社会経済発展についてのいくつかのシナリオ（日本国シナリオ）を作成し、日本の将来排出量や対策効果量の推計に資するものを提供することを目的に検討を行ったものである。

日本国シナリオの作成にあたっては、IPCC による SRES<sup>7</sup>シナリオを踏襲しており、SRES シナリオの各ストーリーライン<sup>8</sup>に対応する日本国シナリオのストーリーラインを作成している。すなわち、SRES では、経済志向か環境志向（A—B）か、地球主義志向か地域主義志向か（1—2）という二つの軸の組合せによって 4 つのシナリオ（A1、A2、B1、B2）を示しており、その枠組みが踏襲されている。

表 6-1 各シナリオにおいて基調をなす内容

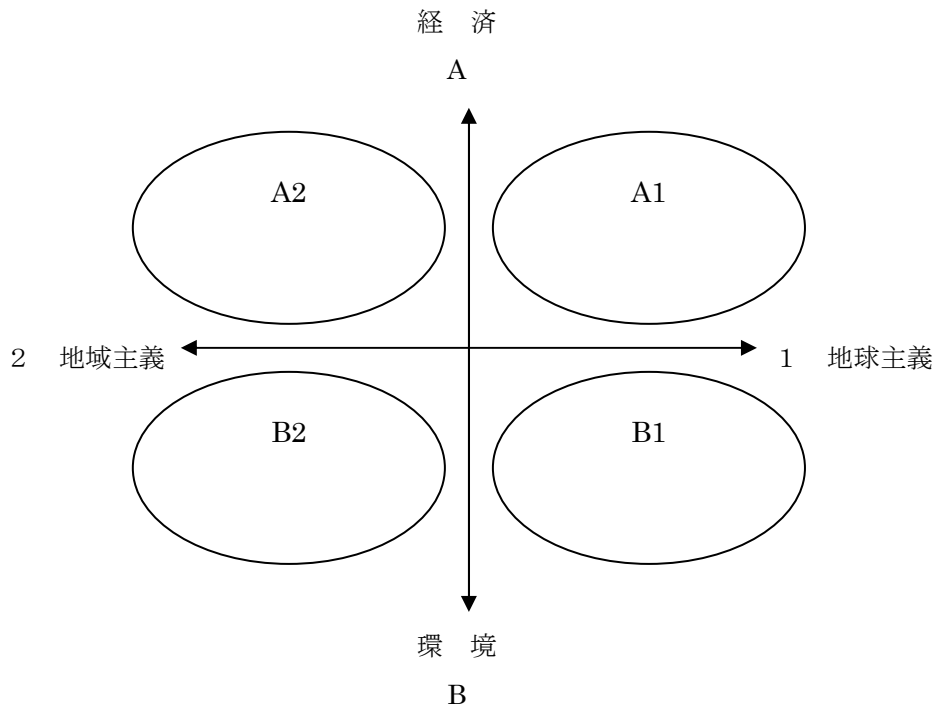
シナリオ	基調をなす内容
A1	日本がグローバル経済におかれ、競争に勝ち抜くために経済的合理性を重視した市場中心の経済システムに移行する。
A2	従来の社会や経済の枠組みを急激に変化させることを好まず、従来の延長線上での経済発展を目指す。
B1	技術革新により、脱マテリアル化と経済発展の両立を目指す。
B2	個々の地域が持続可能で自立的な生産圏を保有し、個々の地域が共存する。

出典) 環境省地球環境局、「4つの社会・経済シナリオについて」(参考文献[22])

<sup>7</sup> SRES : Special Report on Emission Scenarios

<sup>8</sup> 叙述的に将来の社会経済のイメージを描いたもの

図 6-1 SRES のシナリオ枠組み



○ A - B 軸：経済（Economic）志向－環境（Environmental）志向  
 （解説）経済発展についての相対的な方向性として、経済成長を重視するのか、環境を重視するのかをあらわす軸。なお、日本国シナリオにおいては、環境志向に関して、環境に追加して福祉についても重視するものとする。

○ 1 - 2 軸：地球主義（Global）志向－地域主義（Regional）志向  
 （解説）経済発展についての相対的な方向性として、地球主義的な経済発展を目指すのか、地域主義的な経済発展を目指すのかをあらわす軸である。地球主義には、マーケットメカニズムの重視といった概念も含まれている。

出典) 環境省地球環境局、「4つの社会・経済シナリオについて」(参考文献[22])

### 6.1.3 21 世紀日本の構想懇談会報告[23]

同報告書は、小淵恵三首相の委嘱による「21 世紀日本の構想」懇談会における論議の結果をとりまとめたものである。これは、来世紀に向かう日本の課題と方策を中長期の観点から整理し、広く国民の論議に供しようとする意図している。主たる内容項目を抜粋すると以下のとおり。

#### (1) 豊かさと活力（第 2 分科会報告書）

- ・組織と人間との多様な関わり方ー ガバナンスの問いかけ
- ・「参加し、公を担う」ー 社会のガバナンスを担う活力

1. 「官」の統治から自治的統治へ
2. 社会のガバナンスを担う主体
3. 「参加」のための条件整備

(2) 安心とうるおいの生活 (第3分科会報告書)

- ・ 転換期を生かして21世紀を安心の社会に
  1. 新しい価値軸の設定
  2. 個人を活かす社会システムへの転換
- ・ 社会保障 (医療・介護・年金) — 生き生きとした「健康長寿」の確保
- ・ ライフステージ・分散協調型ネットワーク社会を支える情報と科学技術
  - (1) 情報— 共有とコミュニケーションにより新しいコミュニティを
  - (2) 科学および科学技術— 自然・人間・人工の関係の再構築

(3) 美しい国土と安全な社会 (第4分科会報告書)

- ・ 開かれた社会の環境と安全の確保に向けて
- ・ 危機に強い国づくり
  1. 戦略的に思考する
  2. 科学と情報を使いこなす
  3. 連携して危機を管理する

(4) 世界に生きる日本 (第1分科会報告書)

1. 開かれた国益
2. 隣交— 近隣アジアとの協調
3. シビリアン・パワー

#### 6.1.4 NEA 報告書抜粋

同報告書[24]は経済協力開発機構／原子力機関 (OECD/NEA) より「Nuclear Development, Society and Nuclear Energy : Towards a better understanding」という題名で2002年に刊行されたもの[25]を翻訳したものである。

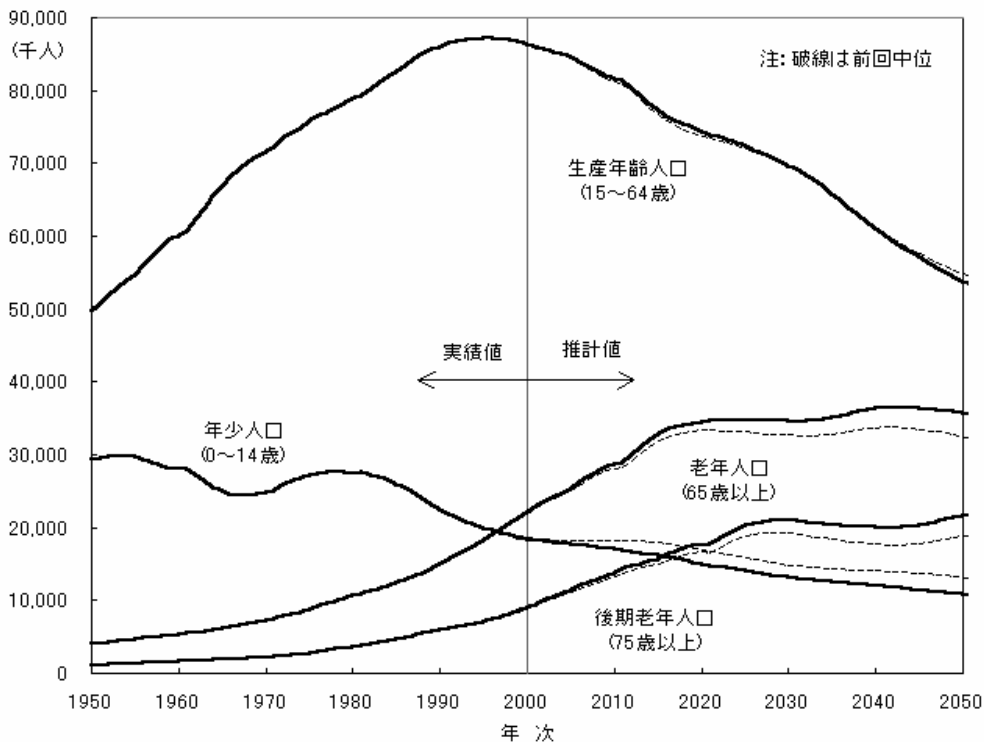
本報告書では、エネルギー問題と経済発展、環境問題の風潮、原子力に対する世論といった社会的な問題に対して、「原子力に影響を及ぼす社会の変化」、「環境問題に対する社会的な認識」、「経済分野での進展」、「人工・人的資源の要件」という4つの観点について述べられている。

- 原子力に影響を及ぼす社会の変化  
消費者の行動／都市化と電化
- 環境問題に対する社会的な認識  
原子力、環境、気候変動 / 炭素の排出量を削減するための代替オプション
- 経済分野での進展  
エネルギーと電力市場の規制緩和／燃料価格／環境問題という外部性の内部化
- 人工・人的資源の要件  
インフラ／人的資源／社会と直接的に関連した原子力問題／放射性廃棄物／原子炉安全  
／核拡散

### 6.1.5 日本の将来推計人口[26]

下図は、国立社会保障・人口問題研究所により平成14年1月に推計されたものである。推計は1950年～2050年の100年間にわたる日本の人口変化をあらわしており、推計結果は年少人口（0～14歳人口）、生産年齢人口（15～64歳人口）、老年人口（65歳以上人口）の3区分に分かれている。高位・中位・低位の3種類の推計がなされている。図6-2には、注意推計の結果を示している。

図 6-2 年零区分別の人口推計（中位推計）



出典) 国立社会保障・人口問題研究所、「日本の将来推計人口（平成14年1月推計）」

## 6.2 重み付け方法の検討（1）

### 6.2.1 価値観要素の検討

#### （1）平成14年度検討の内容

平成14年度の検討では、価値観要素として、

- ④ 立地地域を重視するか、地球全体を見るか
- ⑤ 持続可能性を重視するか否か
- ⑥ 核拡散の懸念が大きい小さいか

の3つを設定し、各価値観要素が軸上でそれぞれの方向に偏ったときに特に重視すべきだと考えられる視点（例えば、①の軸を“持続可能性重視”に偏らせた場合に重要性を帯びると考えられる視点は資源性と環境負荷低減性、など）に大きな重みがかかるように一対比較を実行した。今年度調査においては、これら価値観要素の妥当性と他の価値観要素の可能性を検討し、価値観要素の重み付けへの反映手順についても検討する。

表 6-2 各価値観要素の重み付けへの反映内容（平成14年度）

価値観要素		特に重視する視点	その他留意点など
①	地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境負荷低減性 (地域環境に関わる項目)</li> <li>・心理的バイアス低減性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境は地球温暖化以外の地域的影響を重視。</li> <li>・心理的バイアス低減性は立地地域住民ほど強く影響する因子で構成されていると考え、ここでは重視。</li> </ul>
	地球	<ul style="list-style-type: none"> <li>・環境負荷低減性 (地球環境に関わる項目)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地球温暖化を特に重視する。</li> <li>・その他視点の重要度は地球規模で見ることにより特に重視することはないとする。</li> </ul>
②	持続可能性重視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源性</li> <li>・環境負荷低減性 (地球環境に関わる項目)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源性、環境負荷低減性を経済性と同程度に重視。</li> </ul>
	持続可能性軽視	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経済性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源性、環境負荷低減性はやや軽視。</li> </ul>
③	核拡散懸念小	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・核拡散に関する懸念が解消された状況を想定</li> </ul>
	核拡散懸念大	<ul style="list-style-type: none"> <li>・核拡散抵抗性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・国際情勢のなかで、テロ組織や途上国の核開発が不安視された状況を想定する。</li> </ul>

## (2) 地域重視と地球重視の価値観要素に関する整理

平成 14 年度に設定した価値観要素である「地域重視－地球重視」は、電源選択に係る意志決定時における評価者の視点の「地理的な広がり」に着目した概念といえる。平成 14 年年度の評価においては、地域重視と地球重視の価値観を対立するものと捉えたが、地域重視と地球重視の価値観は、場合により「共存」が許される概念であり、更に、地域と地球以外に「日本」を重視するという別の価値観要素を考えてみると、それが必ずしも地域重視と地球重視の中間に位置するものとはいえない面がある。

例えば、食糧自給率の低下、国内農地面積の減少、世界の人口爆発による輸入減少などを背景に、日本が本格的な食糧難に陥ったとすると、小規模な地域や世界全体の食料政策よりもむしろ、日本全体としての食料政策が重視され、日本としての政策の動向への関心が高まる。

また、日本の構造的不況が長期化していけば、これについても世界経済よりも日本経済が重視され、日本の経済政策に対する関心が高揚するが、それは必ずしも地域経済の重視には繋がらない。

さらに、社会全体としての治安悪化は、地域や日本を重視する傾向を助長するが、外国人の犯罪も同時に増えているような状況下においては、世界を視野に入れる価値観も尊重される可能性もある。

このようなことから考えると、電源選択の意志決定に係る地域重視、地球（世界）重視、日本重視の価値観は、一つの評価軸上に表現できるものではなく、それぞれを独立した価値観要素として捉えるのが妥当であるといえる。もっとも、地球環境問題や地域環境問題の顕在化などの事象を捉えると、日本という概念は世界と地域の中間概念として捉えられる面もあるが、独立した価値観要素に連続した評価値を設定すれば、その関係の構築も容易に実現することができる。

地球（世界）、日本、地域の価値観の視点の関係を図 6-3 に示す。前段に示すのは平成 14 年度までの価値観の整理であり、後段が今年度の価値観の視点の整理である。本年度の価値観評価においては、地球も日本も地域も全て重視するといった価値観もあり得るものと考え、地球（世界）重視、日本重視、地域重視のそれぞれについて対極軸を持たない独立した価値観の視点としている点に留意されたい。

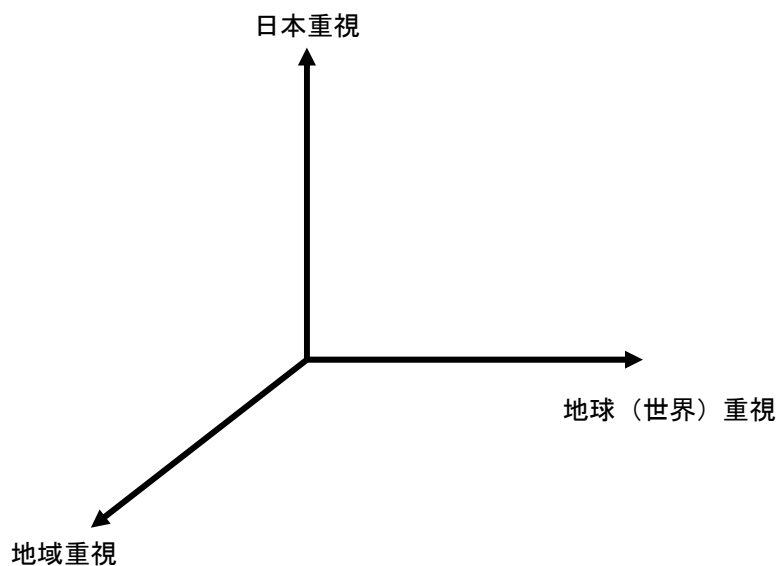


図 6-3 地球（世界）、日本、地域に係る価値観評価軸の設定

【平成 14 年度の価値観対立軸の設定】



【平成 15 年度の価値観視点の設定】



(3) 持続可能性に関する整理

平成 14 年度の価値観要素設定内容に関する問題点の 1 つとして、「持続可能性重視・軽視」の定義が曖昧である点が挙げられる。特に、持続可能性が概念として含む範囲（資源性、環境性…）や、持続可能性を軽視したときに経済性が重視されるという論理は、必ずしも自明であるとは言えない。

新田[27]によれば、「持続可能な発展」とは、“人類が将来に渡ってずっと繁栄していく状況にあること”とし、著書[27]において、「持続可能な発展」の有名な定義として、ノルウェーの首相であったブルントラント女史が委員長を務めた「環境と開発に関する世界委員会」が 1987 年の報告の中で規程した「将来の世代が自らのニーズを充足する能力を損なうことなく、現在の世代のニーズを満たすような発展」という定義を紹介している。また、「持続可能性」の概念に関する文献は多数あるが、大きく以下の 3 つに大別されるとしている。

- 1) 自然環境の保全を強調した概念。環境負荷の観点からの制約、天然資源の保全、生物種の多様性の保護、などを重視している。
- 2) 世代間の公平性を強調した概念。「自然資源利用に関する将来世代の権利を仮定することによる、世代間の公平性の問題」と定義できる。
- 3) 社会的正義や生活の質などの視点から、人類の博愛、連帯、創造性を基本として、発展の中身や質に重きをおいた概念。最優先の目標は、世界の絶対的貧困を減らすこと、ということができる。

上記1)の考え方に対して、2)の考え方は資源利用に限定されており、比較的狭い概念になっていると言える。また、3)の考え方は、本調査で実施する評価における視点間重み付けという観点からは、具体性に欠けるものである。従って、ここでは1)の考え方を採用することとし、持続可能性には環境負荷低減と資源利用の概念を含むこととする。

一方、持続可能性と経済性が対立することは必ずしも自明ではないと述べたが、本調査で評価する経済性は、その下位指標が、発電原価、発電原価変動幅、などで構成されており、産出する電力が低価格・安定なほど評価が高くなるものである。上記の定義によれば、持続可能性を重視することは、環境負荷や資源利用の面から何らかの制限を課すことであるため、環境負荷低減にかかるコストや、低価格な資源の利用に対する制限などが発生するものと考えられる<sup>9</sup>。従って、本調査における「経済性」の視点は、持続可能性と対立するものとして位置付けることが可能であると考え、「持続可能性重視－経済性重視」という1つの価値観要素を設定する。

---

<sup>9</sup>環境付加価値などが十分に定量化・貨幣価値換算されていれば、経済性の下位指標に含めた評価構造とすることも可能であるが、現段階では、経済性とは分けて考えるとした評価構造としている。

(4) 価値観要素設定案

以上の議論をもとに、価値観要素の設定案を以下のとおりとする。

表 6-3 価値観要素設定案

価値観要素		イメージ
①地理的要素	地域	
	日本	
	世界（地球）	
②対立軸 1	持続可能性重視	
	経済性重視	
③対立軸 2	核拡散の懸念小	
	核拡散の懸念大	

6.2.2 視点間重み付けの方法

表 6-3 に示した価値観要素は 3 種類であり、①地理的要素については、独立した 3 本の軸があると見ることもできる。よって、それぞれ 2 通りずつ、全てのケースについて重み付けを実施するとすれば、 $2^3 = 8$  通りの重み付けケースが存在することになる。平成 14 年度検討では、それら全ての重み付けケースについて評価を実施したが、今年度は、6.1 節で調査した内容等を踏まえて、以下のような手順によって重み付けを実施する。

1. 将来のエネルギー需給や価値観などに影響を及ぼすと考えられる未来予測について、文献調査（6.1 節）等を通じて整理し、予測項目を列挙する。
2. 各予測項目が持つエネルギー選択への具体的影響を考察した上で、各価値観要素への影響度合いを設定する。
3. 価値観要素と評価視点の関係を整理する。すなわち、価値観要素への影響度合いが変化した際に、評価視点間のウェイトがどのように変化するかを検討する。
4. 予測項目をいくつか組み合わせて取り上げることにより、将来の実現可能性が考えられる複数のシナリオを設定する。重み付けは、各シナリオの下で取り上げられた予測項目に対する重み付けルールに従って実施する。

### 6.2.3 未来予測項目と価値観要素への影響

未来予測項目、エネルギー選択への影響、価値観要素への影響度合いに関する検討例を以下に示す。

表 6-4 未来予測項目例

	未来予測項目	関連する社会変化	概要	予測(検討)主体	エネルギー選択に係る価値観への影響
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	バブル崩壊後の構造的な不況が長期化し、日本の経済成長が低迷を続ける。デフレの進行、失業率の低下とともに平均所得が下がり、一部の裕福層とそれ以外の所得格差が拡大していく。	・1年取300万円時代を生きた「経済学」森永卓郎	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先
衣食住	都市化	・都市化の再進展(ポロロッカ化) ・大深度地下、超々高層ビル ・24時間化(眠らぬ都市)	地下の下落に端を発した都市への集中の再進行が進展する。大深度地下、超々高層ビルなどの出現により、都市集中がますます進む。都市の活動は活性化の一途を辿り、商業活動のみならず、あらゆるビジネスが24時間化していく。	・国民生活審議会総合政策部会 ・「未来史閲覧」産経新聞	・自然との接点が変わる
	食糧難	・自給率低下 ・農地減少 ・途上国人口爆発	食料自給率の低下、国内農地面積の減少、農業者の高齢化などを背景に、安定的な食料供給が困難になる。途上国の人口爆発に伴い、食糧自給率の低い日本での食料確保が大きな問題になる。	・農林水産省総合食料局	・持続性重視志向の高まり
	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展	産業分野、経済分野のみならず、家庭生活においても情報化は加速度的に高まっていく。ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク技術がますます高度化し、いつでもどこでもあらゆる情報にアクセスできる環境が整い、場所を選ばずに仕事や私生活を営むライフスタイルの転換が起こる。	・情報化白書	
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・長寿命化 ・核家族化 ・労働人口減少 ・エネルギー需要減少	少子化が進み、日本人の平均年齢が高齢化するともに、人口が減少する(中位推計で2006年ピーク、高位推計で2009年ピーク)。平均寿命も延びる。日本の高齢化率は2015年に25.2%、2030年に28.0%、2049年に32.3%と増加する。また、一層の核家族化が進展し、世帯数が増加する。主に人口減少の結果として、2020年前後に日本のエネルギー需要が減少に転じる。	・国立社会保障・人口問題研究所 ・日本エネルギー学会 ・電力中央研究所	・エネルギー需要の縮小に基づく余剰供給力の発生。選択の幅の拡大
国際関係	国際化	・国際交流活性化 ・移民の増加	一層の国際化が進展し、あらゆる分野での国境が希薄になる。文化的交流が進展し、日本に住む外国人が一層増加する。	・21世紀日本の構想懇談会報告	・日本固有の制約に縛られない世界視野の価値観が浸透

(以上は例であり、他にも項目はあり得る。)

表 6-5 価値観要素への影響度合い検討例

社会変化	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	価値観要素への影響度合い					
			地理的要素			対立軸1	対立軸2	
			地球・世界重視(2)	日本重視(2)	地域重視(2)	持続性重視(2)／経済性重視(-2)	核拡散懸念大(2)／小(-2)	
経済	構造的な不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先	0	2	1	-2	0
衣食住	都市化	・都市化の再進展(ポロロッカ化) ・大深度地下、超々高層ビル ・24時間化(眠らぬ都市)	・自然との接点が変わる	0	0	1	-1	0
	食糧難	・自給率低下 ・農地減少 ・途上国人口爆発	・持続性重視志向の高まり	1	2	1	1	0
	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展		0	0	0	0	0
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・長寿命化 ・核家族化 ・労働人口減少 ・エネルギー需要減少	・エネルギー需要の縮小に基づく余剰供給力の発生。選択の幅の拡大	0	2	1	-1	0
国際関係	国際化	・国際交流活性化 ・移民の増加	・日本固有の制約に縛られない世界視野の価値観が浸透	2	0	0	1	1

(以上は例であり、他にも項目はあり得る。)

## 6.2.4 価値観要素と評価視点の関係

ここでは、上で設定された価値観要素が、視点間重み付けへどのように作用するかを検討する。

### ➤ 地理的要素

地理的要素と評価視点間重み付けの関係は、各評価視点の優劣が影響する地理的範囲を検討することによって整理する。すなわち、ある評価視点において優れている電源（例えば経済性に優れた電源）が導入されることによって、便益を得るのは地理的にどのような範囲であるかを検討する（例えば、経済性に優れた電源導入によって便益を得るのは、立地地域か、日本か、世界全体か）。

表 6-6 は、FBR 候補概念間比較評価構造における評価視点について、その優劣が影響する地理的範囲の検討内容である。例えば、“立地地域”を重視するシナリオにおいては、安全性、環境負荷低減性などのウェイトが大きくなるような重み付けとなり、“世界”を重視するシナリオにおいては資源有効利用性のウェイトが大きく設定される。核拡散抵抗性については、地理的要素によるウェイト付けの差は現れないこととなる（他の価値観要素の影響を受ける）。

他電源比較評価構造においては、各評価視点の下位に位置する指標が FBR 候補概念間比較評価のそれと比較して多岐にわたっているため、一次指標に関して同様の検討を行った。結果（現状）は表 6-7 に示すとおりである。

表 6-6 各評価視点の優劣が影響する地理的範囲の検討（FBR 候補概念間比較評価構造）

●：影響が及ぶ、－：影響はあまり及ばない

視点	立地地域	日本	世界	備考
安全性	●	－	－	下位指標である炉システム安全性、サイクルシステム安全性ともに、それを向上させることは、当該システムが導入される地点・地域におけるリスクの低下につながる。
経済性	－	●	－	発電原価で評価される経済性が向上することは、我が国における産業競争力の強化をもたらすなどを踏まえ、電源の立地地域だけではなく日本全体の便益として捉えるべき。
資源有効利用性	－	－	●	ウラン資源を利用してどの程度文明を支えられるか（持続利用可能性）と、ウラン資源をどの程度節約し得るか（資源節約性）による評価であり、世界全体のウラン資源需要に影響をもたらすものであると言える。
環境負荷低減性	●	－	－	ここでは、放射性物質のみを対象としており、主として発生地点やその保管地点近傍で重視されるものと考えられる。
核拡散抵抗性	●	●	●	テロ誘発は主として立地地域における懸念であるといえるが、兵器転用等も含めると、それが世界のどこで利用されるのかがわからない以上、その懸念の地理的な違いは小さいと言える。
技術的実現性	－	●	－	FBR は主として国家レベルでの開発対象であると言え、その開発容易性向上や開発リスク低減がもたらす便益は日本全体に対するものであると考えられる。
社会的受容性	●	●	－	我が国における電源立地を想定しているため、対象となるのは立地地域と日本となる。

表 6-7 各評価視点・指標の優劣が影響する地理的範囲の検討（他電源比較評価構造）

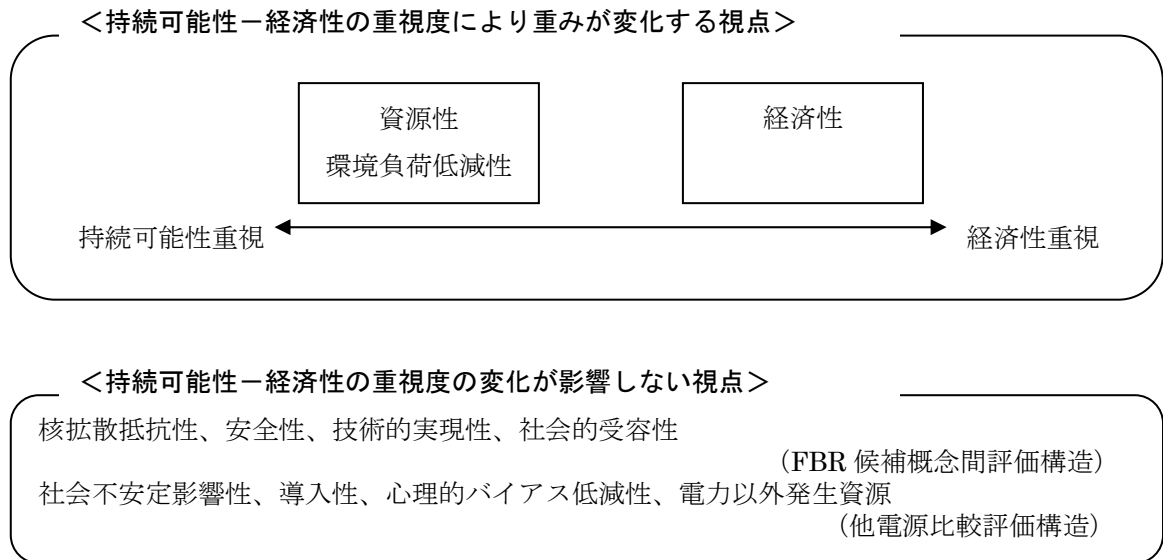
●：影響が及ぶ、○：影響が及ぶ可能性があるがその程度は比較的小さい、－：影響はあまり及ばない

視点	一次指標	立地地域	日本	世界	備考
経済性	発電原価	－	●	－	発電原価や、その変動幅の低下による便益は、電源の立地地域のみならず、我が国における産業競争力の強化をもたらす、日本全体としての便益があると考えられる。
	発電原価変動幅	－	●	－	
	投資回収性	－	－	－	この指標が重視されることによる便益は主として電源立地事業者にあるといえ、便益が及ぶ地理的な範囲には大きく影響しないと考える。

	電力品質	—	○	—	停電等トラブル回数の低減や、それらトラブルを回避するためのコスト低減は、発電原価やその変動幅と同様に、我が国全体としての便益であると捉えられる。
	簡便性	—	○	—	
資源性	KWh あたり資源量	—	—	●	地球全体の資源有効利用の観点から、世界に及ぶ便益であると考ええる。
	必要資源賦存性	—	—	●	地球全体における資源枯渇抑制への貢献度合いと捉えれば、世界全体に及ぶ便益であると言える。
	他用途性	—	—	●	特に、枯渇性資源については、電力以外に利用できるものは残すべきという指標であり、我が国に留まらず、世界の便益であると考えられる。
	備蓄性	—	●	—	備蓄の効用は、主として我が国エネルギーセキュリティに関わるものであろう。
	資源調達元政治的安定性	—	●	○	我が国エネルギーセキュリティの観点からは、この項目が優れることによる便益は主として日本に及ぶと考えられるが、間接的に世界における紛争可能性低減にも影響すると思われる。
環境負荷低減性	放射性廃棄物	●	—	—	これら環境影響は、電源立地地域、また、放射性廃棄物についてはその保管場所を含む地域にとって、特に関心がある項目であると考えられる。
	大気汚染物質	●	—	—	
	大気等他の影響	●	—	—	
	地球温暖化物質	—	●	●	地球温暖化物質については、ある地域だけでそれを削減してもその地域に便益がもたらされるわけではなく、我が国全体、または、世界全体における温暖化防止に対する便益の一部となるものである。
社会不安定影響性	悪用容易性	●	●	●	テロ誘発は主として立地地域における懸念であるといえるが、兵器転用等も含めると、それが世界のどこで利用されるのかがわからない以上、その懸念の地理的な違いは小さいと言える。
	悪用インパクト	●	●	●	
導入性	技術的実現性	○	●	○	電源における新技術の開発は、大規模なものは国レベルで実施されると考えられ、その観点からは、「導入性」が高得点であることは日本全体としての便益であると言える。分散型電源については立地地域の自治体レベルでの開発、また、燃料輸送インフラなども含めた社会システムレベルでの開発は、国際協力の下で実施されることも考えられる。
	研究開発受容性	○	●	○	
	研究開発柔軟性	○	●	○	
心理的バイアス低減性	恐怖性	●	○	—	これら心理的な要因は、主に立地地域から見た評価をする際に重視される項目であると考えられる。
	未知性	●	○	—	
	その他事項	●	○	—	
	不利益性	●	○	—	
電力以外発生資源	事業主体の特性	●	○	—	ここでは主として熱を想定しており、発生する立地点の近傍で利用されることが想定される。
	電力以外エネルギー	●	○	—	
	ソフト資源	●	—	—	
	副生資源	●	○	—	主として立地地域近傍で利用することを想定する。

(5) 持続可能性－経済性

前節で持続可能性の定義について議論したように、ここでは、資源性と環境影響を含めた概念として捉えている。従って、持続可能性を重視するか、経済性を重視するか、という対立軸において、それぞれ極端なスタンスをとったケースにおいて重視される評価視点は、それぞれ、「資源性」「環境負荷低減性」、および、「経済性」となる。



(6) 核拡散懸念

核拡散に対する懸念が現状よりも大きくなったと想定した場合、評価視点としての「核拡散抵抗性」（または「社会不安定影響性」）に対するウェイトは非常に大きくなる。それ以外にも、間接的に、社会的受容性、心理的バイアス低減性のウェイトが大きくなる可能性もある。



### 6.2.5 重み付け設定例と妥当性の検討

ここでは、重み付け方法（1）の妥当性検討を目的として、未来予測項目のいくつかを組み合わせて一つのシナリオ例を作成し、そのシナリオのもとでの重み付けを仮に実施する。なお、未来予測項目の組合せはほぼランダムに実施したため、シナリオの内容は非常に悲観的なものになっているが、これは一つの例であり、実際のシナリオ作成においては詳細な検討を経て設定することになる。

未来予測項目としては、表 6-8 に示すような4つの未来予測項目を組み合わせた。それらの組み合わせにより描かれる将来社会を、同表の下に“ストーリー”として示している。

また、同シナリオにおいて重視されるべき視点を、価値観要素ごとに取りまとめたものが表 6-9 であり、それに従って一対比較を実行した例が表 6-10 である。

表 6-8 シナリオ設定例において組み合わせた未来予測項目（上）と、そのシナリオのストーリー（下）

	社会変化	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	地理的要素			対立軸1	対立軸2
				地球・世界重視 (2)	日本重視 (2)	地域重視 (2)	持続性重視 (2) / 経済性重視 (-2)	核拡散懸念大 (2) / 小 (-2)
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先	0	2	1	-2	0
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・長寿命化 ・核家族化 ・労働人口減少 ・エネルギー需要減少	・エネルギー需要の縮小に基づく余剰供給力の発生。選択の幅の拡大	0	2	1	-1	0
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・オゾン層破壊 ・砂漠化	・地球環境重視 ・地球のキャパシティの重視、延命志向	2	1	0	2	0
	治安悪化	・犯罪の低年齢化 ・犯罪の凶悪化、無差別化 ・ハイテク犯罪の横行 ・テロの多発	・犯罪誘発への懸念の高まり	1	1	1	0	2
平均				0.75	1.50	0.75	-0.25	0.50

#### ストーリー

構造的不況が長期化や、少子高齢化による労働力の減少により、我が国の経済は長期的に停滞状態にある。産業界においては、長引く不況により環境負荷低減へ配慮する余裕がなくなり、地球温暖化などは促進しつつある。また、人々は、経済的側面以外に豊かさを追求しようとするものの、過激な思想集団の形成を助長してしまい、テロなどの脅威が高まっている。

表 6-9 上記シナリオにおいて重視する視点

価値観要素		影響度合い	重視する視点
地理的要素	地域	0.75	環境負荷低減性、社会的受容性
	日本	1.50	経済性、技術的実現性、社会的受容性
	世界	0.75	資源有効利用性
対立軸 1	持続性重視(2)／ 経済性重視 (-2)	-0.25	資源有効利用性、環境負荷低減性と比較し、 やや経済性を重視
対立軸 2	核拡散懸念大(2)／ 小(-2)	0.50	核拡散抵抗性をやや重視

↓ 影響度合いによる加重を用いた各視点の重視度の相対的比較

社会的受容性 > 経済性 > 技術的実現性 > 環境負荷低減性 = 資源有効利用性 = 核拡散抵抗性

表 6-10 上記シナリオに基づいた一対比較例

経済性	●				資源有効利用性
経済性	●				環境負荷低減性
経済性	●				核拡散抵抗性
経済性		●			技術的実現性
経済性			●		社会的受容性
資源有効利用性			●		環境負荷低減性
資源有効利用性			●		核拡散抵抗性
資源有効利用性				●	技術的実現性
資源有効利用性				●	社会的受容性
環境負荷低減性		●			核拡散抵抗性
環境負荷低減性			●		技術的実現性
環境負荷低減性				●	社会的受容性
核拡散抵抗性			●		技術的実現性
核拡散抵抗性				●	社会的受容性
技術的実現性				●	社会的受容性

重み付け

視点	重み
経済性	0.26
資源有効利用性	0.03
環境負荷低減性	0.03
核拡散抵抗性	0.03
技術的実現性	0.10
社会的受容性	0.55

注 1) 表 6-9 に示した重視度の相対的比較に基づいて一対比較を実施。

以上のように、シナリオ設定→価値観要素への影響度合い設定→重視する視点の設定→一対比較という一連のプロセスをほぼ機械的に実施した場合、少なくとも上の事例においては以下のような問題点が残る、必ずしもシナリオ・ストーリーを十分に表現した重み付けになっているとはいえない。

<重み付け実施結果例に表れた問題点>

- シナリオ・ストーリーにおいては、“テロの脅威が高まっている”とされているが、影響度合いを単純に平均化しているため、核拡散抵抗性に対するウェイト付けが他と比較して小さくなっている。
- 多くの価値観要素と関連をもつ評価視点のウェイトは大きく評価されやすい。

また、この重み付けプロセスでは、以下の2点において、単純平均や加重和を用いて目的とする量を算定するようになっているが、それらプロセスの正当性が論理的に証明されているわけではない。

<重み付けプロセスの論理的課題>

➤ 価値観要素への影響度合い設定方法

上の例では、各未来予測項目における価値観要素への影響度合いを単純平均しているが、その論理的裏付けがなされていない。

➤ 重視する視点の設定方法

表 6-9 において、価値観要素ごとに重視する視点について、価値観要素への影響度合いによって加重和を求め、その相対的比較により重視する視点を設定している。ここでも、加重和を用いることの論理的根拠が希薄である。

以上に、価値観要素（軸）を用いた重み付け設定プロセスには多くの問題点が含まれていることを整理した。この結果、昨年度手法の拡張で視点間重み付けを実施することは困難であると言え、新規手法または既存の OR (Operations Research) 手法のアナロジーなど、重み付けプロセスを別途検討する必要があると考えられる。

## 6.3 重み付け方法の検討（2）

価値観要素と未来予測項目による重み付け方法では、二つの関係（シナリオと価値観要素の関係、価値観要素と視点間一対比較の関係）を設定する必要があった。ここでは、よりダイレクトに、シナリオから視点間一対比較を実施する方法を検討する。

### 6.3.1 視点間重み付けの方法（2）

未来予測項目からダイレクトに視点間一対比較を実施する方法では、価値観要素の設定や、各価値観要素において重視・軽視する視点の設定というステップを踏む必要がなくなる。具体的には、以下の1～3のようなステップにより重み付けを実施する。

1. 将来のエネルギー需給や価値観などに影響を及ぼすと考えられる未来予測について、文献調査（6.1節）等を通じて整理し、未来予測項目を列挙する。
2. 各未来予測項目に関して、そのような社会変化が起こったときにどの視点が重視されるかを、一対比較により設定する。（未来予測項目ごとの視点間一対比較）
3. 予測項目をいくつか組み合わせで取り上げることにより、将来の実現可能性が考えられる複数のシナリオを設定する。重み付けは、各シナリオの下で取り上げられた予測項目に対する視点間一対比較を「集団AHP」のルールに従って取りまとめることにより決定する。

### 6.3.2 未来予測項目ごとの一対比較

この方法では、添付資料3に示した未来予測項目ごとに、該当する社会変化が生じた場合に重視される度合いを視点間一対比較により設定する。ここでは、表6-8で取り上げた4項目について仮の一対比較を実施した。なお、安全性については、合否による評価であること、また、未来予測項目によって重視度は変化しない性質を持つと考え、一対比較の対象からは外している。

表 6-11 未来予測項目ごとの一対比較例

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先	経済性が重視され、さらに、研究開発の余力が低下することから、技術的実現性の高い技術が評価される

	経済性	資源有効 利用性	環境負荷 低減性	核拡散 抵抗性	技術的 実現性	社会的 受容性	視点	重み
経済性	1	9	9	9	5	9	経済性	0.57
資源有効利用性	1/9	1	1	1	1/5	1	資源有効利用性	0.05
環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1/5	1	環境負荷低減性	0.05
核拡散抵抗性	1/9	1	1	1	1/5	1	核拡散抵抗性	0.05
技術的実現性	1/5	5	5	5	1	5	技術的実現性	0.22
社会的受容性	1/9	1	1	1	1/5	1	社会的受容性	0.05
C. I. =								0.024

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針	
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・核家族化 ・エネルギー需要減少	・長寿命化 ・労働人口減少	・エネルギー需要の縮小に基づく余剰供給力の発生。選択の幅の拡大	経済性がやや重視される一方で、エネルギー供給に関する選択の幅が拡大することにより、技術的実現性はやや軽視される。

	経済性	資源有効 利用性	環境負荷 低減性	核拡散 抵抗性	技術的 実現性	社会的 受容性	視点	重み
経済性	1	5	5	5	9	5	経済性	0.51
資源有効利用性	1/5	1	1	1	5	1	資源有効利用性	0.12
環境負荷低減性	1/5	1	1	1	5	1	環境負荷低減性	0.12
核拡散抵抗性	1/5	1	1	1	5	1	核拡散抵抗性	0.12
技術的実現性	1/9	1/5	1/5	1/5	1	1/5	技術的実現性	0.03
社会的受容性	1/5	1	1	1	5	1	社会的受容性	0.12
C. I. =								0.024

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針	
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・砂漠化	・オゾン層破壊	・地球環境重視 ・地球のキャパシティの重視、延命志向	環境負荷低減性が重視される

	経済性	資源有効 利用性	環境負荷 低減性	核拡散 抵抗性	技術的 実現性	社会的 受容性	視点	重み
経済性	1	1	1/9	1	1	1	経済性	0.07
資源有効利用性	1	1	1/9	1	1	1	資源有効利用性	0.07
環境負荷低減性	9	9	1	9	9	9	環境負荷低減性	0.64
核拡散抵抗性	1	1	1/9	1	1	1	核拡散抵抗性	0.07
技術的実現性	1	1	1/9	1	1	1	技術的実現性	0.07
社会的受容性	1	1	1/9	1	1	1	社会的受容性	0.07
C. I. =								0

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針	
政治・治安	治安悪化	・犯罪の低年齢化 ・犯罪の凶悪化、無差別化 ・ハイテク犯罪の横行 ・テロの多発		・犯罪誘発への懸念の高まり	核拡散抵抗性が重視される

	経済性	資源有効 利用性	環境負荷 低減性	核拡散 抵抗性	技術的 実現性	社会的 受容性	視点	重み
経済性	1	1	1	1/9	1	1	経済性	0.07
資源有効利用性	1	1	1	1/9	1	1	資源有効利用性	0.07
環境負荷低減性	1	1	1	1/9	1	1	環境負荷低減性	0.07
核拡散抵抗性	9	9	9	1	9	9	核拡散抵抗性	0.64
技術的実現性	1	1	1	1/9	1	1	技術的実現性	0.07
社会的受容性	1	1	1	1/9	1	1	社会的受容性	0.07
C. I. =								0

### 6.3.3 集団AHP手法の応用

ここで検討している重み付け方法は、

一つの未来予測項目 = 一人の評価者  
 シナリオ (=未来予測項目の組合せ) = 評価者の集団

であると捉えることにより、「集団AHP」の手法を応用することができると考えられる。集団AHP手法には、Saatyによる集団幾何平均法（下記参照）のほか、山田らにより提案された「区間AHP法」、木下らによる集団意志決定ストレス法などが開発されている。ここでは、まず、伝統的な集団幾何平均法による試算を試み、結果の特徴や問題点を抽出した上で、さらに拡張した手法を適用すべきかどうか検討する。

#### (1) 集団幾何平均法

複数評価者（ここでは複数未来予測項目）により一対比較統合方法として、Saatyが提案しているものの一つが集団幾何平均法である。この方法は、集団を構成する各評価者（ここでは、シナリオを構成する各未来予測項目）が与えた一対比較値をそれぞれ幾何平均し、それを集団（ここではシナリオ）としての一対比較値に採用して重みを算出する方法である。この方法の主な問題点は、平均するために全ての一対比較値が1に近づく傾向が生じること、また、集団（シナリオ）としての一対比較結果が、どの評価者（未来予測項目）による一対比較値とも大きく離れる場合が生じる点である。

一つの例として、表 6-11 に取り上げた4つの未来予測項目に集団幾何平均法を適用し、表 6-8 に示したシナリオ・ストーリーに関する重みを算出した（表 6-12）。全体として一対比較値が1に近づく傾向が現れてはいるものの、重み算出結果を見ると、経済性、環境負荷低減性、核拡散抵抗性という“ストーリー”に陽に表れる視点の重みが大きくなっており、同シナリオに対して妥当と言える結果が導かれていると言える。

表 6-12 集団幾何平均法による重み算出例

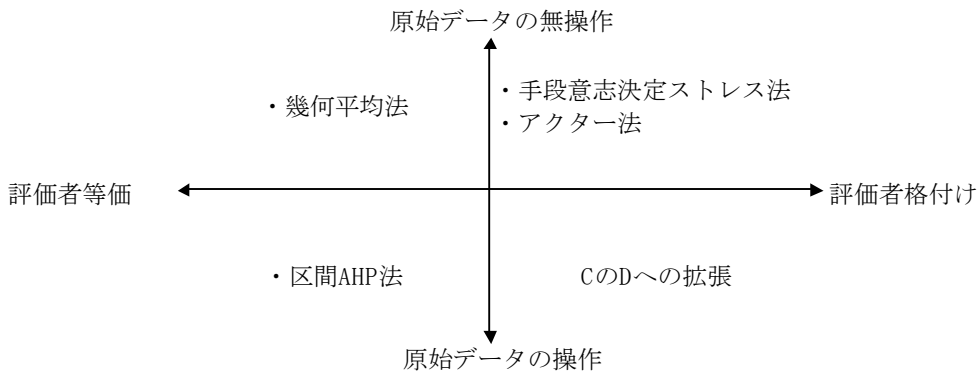
	経済性	資源有効 利用性	環境負荷 低減性	核拡散 抵抗性	技術的 実現性	社会的 受容性	視点	重み
経済性	1.00	2.59	1.50	1.50	2.59	2.59	経済性	0.29
資源有効利用性	0.39	1.00	0.58	0.58	1.00	1.00	資源有効利用性	0.11
環境影響低減性	0.67	1.73	1.00	1.00	0.77	1.73	環境負荷低減性	0.17
核拡散抵抗性	0.67	1.73	1.00	1.00	1.73	1.73	核拡散抵抗性	0.19
技術の実現性	0.39	1.00	1.29	0.58	1.00	1.00	技術の実現性	0.13
社会的受容性	0.39	1.00	0.58	0.58	1.00	1.00	社会的受容性	0.11

C. I. = 0.01

(2) 区間 AHP 法の適用可能性

上記の幾何平均法は、各未来予測項目を等価に扱い（項目について格付けしていない）、また、各未来予測項目による一対比較結果（“原始データ”と呼ぶ）を操作することなく、複数の一対比較結果を統合する手法であった。中西や木下らは、集団 AHP のいくつかの手法を以下のように整理している[28]。本研究では、下の整理で用いられている“評価者等価一格付け”の軸は、シナリオにおける未来予測項目を等価に扱うか、格付け（重み付け）をするか、という問題に置き換えて読むことができる。

図 6-4 集団 AHP 手法の位置関係と概要[28]



手法	概要
幾何平均法	個人ごとの一対比較データの幾何平均値を当該集団の一対比較値とする。評価者は等価に扱い、評価者の一対比較値（原始データ）は操作しない。
区間AHP法	はじめに各評価者が一対比較値を区間値として申告し、これをもとに集団見解としての一対比較値を区間値で求め、その中から最も整合性の高い一対比較値を集団全体の見解として集約する。評価者は等価に扱っているが、はじめに許容区間を申告させ、整合性確保の観点から見解に操作を加える方法である。
アクター法	評価者（アクター）に格付け値を与え、各評価者の一対比較結果によるウェイトを格付け値で加重平均することによって集団の評価結果とする。評価者の原始データは操作しない。評価者の格付けをいかに合理的に実施するかが課題となる。
集団意志決定ストレス法	評価者の当初の評価結果をもとに個々人の不満の総和（集団意志決定ストレス）を最小にする集団案およびその場合の個々人の格付け案を個々人に提示し、集団の中の個々人の位置を評価者自身に自覚させる手法。見解に操作を加えないまま合理的な格付けを実施する手法と言える。

本研究においては、これらの手法のうち、以下の理由により区間 AHP 手法の適用可能性が考えられる。

- ・ シナリオにおける未来予測項目の重み付けを合理的に実施することが困難だと考えられる ⇒ 未来予測項目は等価として扱うのが妥当である。
- ・ 未来予測項目に関する視点間一対比較行列要素の一部は、当該予測項目からは必ずしも判断がつかないものである。⇒ 一対比較行列要素に幅を持たせることが可能である。（下記囲み参照）

<例>

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先	経済性が重視され、さらに、研究開発の余力が低下することから、技術的実現性の高い技術が評価される

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1	9	9	9	5	9
資源有効利用性	1/9	1	1	1	1/5	1
環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1/5	1
核拡散抵抗性	1/9	1	1	1	1/5	1
技術的実現性	1/5	5	5	5	1	5
社会的受容性	1/9	1	1	1	1/5	1

視点	重み
経済性	0.57
資源有効利用性	0.05
環境負荷低減性	0.05
核拡散抵抗性	0.05
技術的実現性	0.22
社会的受容性	0.05

C. I. = 0.024

この未来予測項目から判断されることは、“経済性を重視”および“技術的実現性をやや重視”という2点のみであり、例えば、資源有効利用性－環境負荷低減性の一対比較値は、“同等だから1”としているのではなく、“判断できないから1”としている。つまり、この一対比較値は、[1/9 , 9]という幅を持つと考えることもできる。一対比較行列がこのような特徴をもつため、区間 AHP の適用可能性があるといえる。

表 6-13 許容区間を持った一対比較

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	・低コスト志向 ・日本経済再建の優先	経済性が重視され、さらに、研究開発の余力が低下することから、技術的実現性の高い技術が評価される

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1	9	9	9	5	9
資源有効利用性	1/9	1	[1/9 , 9]	[1/9 , 9]	1/5	[1/9 , 9]
環境負荷低減性	1/9	[9 , 1/9]	1	[1/9 , 9]	1/5	[1/9 , 9]
核拡散抵抗性	1/9	[9 , 1/9]	[9 , 1/9]	1	1/5	[1/9 , 9]
技術的実現性	1/5	5	5	5	1	5
社会的受容性	1/9	[9 , 1/9]	[9 , 1/9]	[9 , 1/9]	1/5	1



(続き)

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針	
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・核家族化 ・エネルギー需要減少	・長寿命化 ・労働人口減少	・エネルギー需要の縮小に基づく余剰供給力の発生。選択の幅の拡大	経済性がやや重視される一方で、エネルギー供給に関する選択の幅が拡大することにより、技術的実現性はやや軽視される。

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1	5	5	5	9	5
資源有効利用性	1/5	1	[1/9, 9]	[1/9, 9]	5	[1/9, 9]
環境負荷低減性	1/5	[9, 1/9]	1	[1/9, 9]	5	[1/9, 9]
核拡散抵抗性	1/5	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1	5	[1/9, 9]
技術的実現性	1/9	1/5	1/5	1/5	1	1/5
社会的受容性	1/5	[9, 1/9]	[9, 1/9]	[9, 1/9]	5	1

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針	
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・砂漠化	・オゾン層破壊	・地球環境重視 ・地球のキャパシティの重視、延命志向	環境負荷低減性が重視される

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1	[1/9, 9]	1/9	[1/9, 9]	[1/9, 9]	[1/9, 9]
資源有効利用性	[9, 1/9]	1	1/9	[1/9, 9]	[1/9, 9]	[1/9, 9]
環境負荷低減性	9	9	1	9	9	9
核拡散抵抗性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1/9	1	[1/9, 9]	[1/9, 9]
技術的実現性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1/9	[9, 1/9]	1	1
社会的受容性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1/9	[9, 1/9]	1	1

カテゴリー	未来予測項目	関連する社会変化	エネルギー選択に係る価値観への影響	一対比較方針
政治・治安	治安悪化	・犯罪の低年齢化 ・犯罪の凶悪化、無差別化 ・ハイテク犯罪の横行 ・テロの多発	・犯罪誘発への懸念の高まり	核拡散抵抗性が重視される

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1	[1/9, 9]	[1/9, 9]	1/9	[1/9, 9]	[1/9, 9]
資源有効利用性	[9, 1/9]	1	[1/9, 9]	1/9	[1/9, 9]	[1/9, 9]
環境負荷低減性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1	1/9	[1/9, 9]	[1/9, 9]
核拡散抵抗性	9	9	9	1	9	9
技術的実現性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1/9	1	[1/9, 9]
社会的受容性	[9, 1/9]	[9, 1/9]	[9, 1/9]	1/9	[9, 1/9]	1

区間AHP法は、これら各一対比較結果の、「統合化された一対比較行列」からの乖離度 (DI: 不満足度と呼ばれる) を定量化し、整合度 (CI) との加重和を最小にするような重み付けを求めるものである。DI の定義や重み付けの算出プロセスを下記囲みに記す。これは非線形計画問題を解くことであり、計算は煩雑になる。

<DI の定義>

許容区間  $[l_{ij}, u_{ij}]$  を申告した評価者  $k$  の、統一対比較値  $x_{ij}$  に対する不満値  $DS$  は、

$$DS = \sum_{i < j} \sum_k d_{ij}^{(k)} (\ln x_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2$$

ただし、

$$c_{ij}^{(k)} = \sqrt{l_{ij}^{(k)} \bullet u_{ij}^{(k)}} \quad d_{ij}^{(k)} = \frac{1}{b_{ij}^{(k)} + 1} \quad b_{ij}^{(k)} = |\ln u_{ij}^{(k)} - \ln l_{ij}^{(k)}|$$

(区間の幾何平均)      (意見の強さ: 区間範囲に反比例)      (区間範囲)

$x_{ij}$  に制約条件が無ければ、 $DS$  は  $x_{ij} = p_{ij}$  のとき最小になる (最小不満値  $MDS$ )

$$\ln p_{ij} = \frac{1}{\sum_k d_{ij}^{(k)}} \sum_k d_{ij}^{(k)} \ln c_{ij}^{(k)} \quad MDS = \sum_{i < j} \sum_k d_{ij}^{(k)} (\ln p_{ij} - \ln c_{ij}^{(k)})^2$$

不満足度  $DI$  は以下のように定義

$$DI = \frac{DS - MDS}{MDS}$$

<重み算出プロセス>

MIN  $\alpha(CI) + \beta(DI)$       ( $\alpha, \beta$  は係数)

ST  $\sum_{j=1}^n x_{ij} w_j = \lambda w_i, \quad (i = 1, \dots, n)$       固有方程式の条件

$x_{ij} x_{ji} = 1, \quad (i, j = 1, \dots, n)$       対角要素が逆数になる条件

$\sum_{i=1}^n w_i = 1$       ウェイトの正規化

$w_i > 0, \quad (i = 1, \dots, n)$       ウェイトの正值条件

$\tilde{l}_{ij} \leq x_{ij} \leq \tilde{u}_{ij}, \quad (i, j = 1, \dots, n)$       許容区間の条件

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

(3) 本研究における適用方針

以上、未来予測項目の集合としてのシナリオ設定と、集団による合意形成とのアナロジーにより、視点間重み付けに集団AHP手法を適用する可能性を検討した。未来予測項目ごとの一対比較結果を取りまとめる手法として、幾何平均法のほかに、区間AHP法、集団意志決定ストレス法などがあることを見たが、後2者は計算プロセスが煩雑であるため、本研究では、まず、幾何平均法を用いて重み付けを実施することとする<sup>10</sup>。

<sup>10</sup> 名城大学木下教授へのヒアリング結果により、幾何平均法でも本質的な問題は生じないことを確認。ただし、予測項目ごとに格付けして感度分析を実施するなどの重要性も指摘いただいている。(ヒアリング資料参照)

## 6.4 視点間重み付けの実施

以上の議論より、視点間重み付けには（２）の方法を採用し、以下で必要な作業を実施する。

### 6.4.1 未来予測項目の抽出

ここでは、経済、衣食住、人口、国際関係、環境・エネルギー、政治・治安という６つのカテゴリについてここ 30 年ほどの間に起こり得るとされる予測項目のうち、一般性が高いものを抽出した（添付資料 3）。

抽出にあたっては、

- ・ 電源選択に係る広く一般の価値変化を捉えることを主眼とし、特定の主体を限定するものは除外する。
- ・ エネルギー源選択に関連すると思われる項目、また、法律や行政制度の具体に関わるものよりも、少数の主体の意思に依らず起こりうる項目を中心に上げる。

ことを基本的な指針としている。

未来予測項目の抽出にあたっては、上述の抽出条件や予測項目間の相互のバランスについて考慮してはいるものの、抽出結果は全てが相互に完全に独立したものではなく、また、多くの予測項目は世の中に想定される様々な変化を包括する内容となっており、その抽出の基準や境界を完全に明確にできない面もある。

例えば、上記 6 つのカテゴリのほかに取り上げる必要性が議論されるものとして、“科学技術の進歩”があるが、今回の未来予測項目としては、「技術がもたらす社会変化」を捉えるという意味で、高度情報化、都市化など具体的な社会変化の事象の中で技術進歩を捉えるという方針を採り、社会変化との重複を避ける意味で「科学技術の進歩」を個々の予測項目には挙げていない。

また、電源選択に関わる項目として、我が国における電力自由化の進展も検討すべきであろうとの指摘がなされた<sup>11</sup>。同項目は、電気事業者という特定の主体に特に強く関わる項目であり、上記に掲げた抽出にあたっての基本方針に照らせば未来予測項目としては取り上げないこととなるが、ここでは、規制緩和一般を社会全体における一つの潮流と捉え得るとも考えられること、また、規制緩和の進展状況は電源選択に大きく影響すると考えられることから、経済性のカテゴリーの中に未来予測項目の一つとして取り入れることとした。

以上のように、未来予測項目の設定においては、その主体（誰にとっての予測か？）を明確にすることが大きな課題であり、それを既定しない予測項目はどうしても焦点がはっきりと定まらないという課題が浮き彫りにされた面もある。また、専門家からの指摘にもあ

---

<sup>11</sup> 専門家ヒアリング結果参照

る通り、項目同士の連鎖を考慮した動的な予測を踏まえることなどが今後の長期的な課題と認識されるに至った。

専門家ヒアリングより、未来予測項目の挙げ方に関して以下のような指摘があった。

#### <専門家ヒアリングより>

- 目的に合わせて、未来予測項目を十分に絞り込むべき。その際の境界条件も明示すべきである。
- 未来予測項目の選び方に対する説明を十分にすべき。現状では、6つのカテゴリとなっているが、そこにある種の評価が既に入っていると思われる。
- シナリオを作成する際には、**FBR**を中心として軸を絞ることが重要だ。
- 未来予測項目どうしの関連付けも必要だ。
- 電力自由化も未来予測項目に関連する社会変化である。

### 6.4.2 未来予測項目ごとの視点間一対比較

各未来予測項目について、該当する社会変化が生じた場合に重視される度合いを視点間一対比較により設定する。ここでは、シナリオ①～③を構成する未来予測項目だけではなく、それら以外についても一対比較を実施した。また、安全性については、合否による評価であること、また、未来予測項目によって重視度は変化しない性質を持つと考え、一対比較の対象からは外した。

表 6-14 に、未来予測項目ごとの一対比較方針を示した。同表では、該当する社会変化が生じた場合に重視される視点を、以下の5段階で分類して示している（ただし、影響のないと考えられる視点は同表への記載を省略）。

- ・ 直接的影響が大きい
- ・ 直接的影響がある
- ・ 間接的影響がある
- ・ 間接的影響があるが比較的小さい
- ・ 影響はない（表への記載は省略）

視点間一対比較は、この5段階評価に基づいて機械的に実施した。その結果を表 6-15 および表 6-16 に示した。それぞれ、FBR 候補概念間、他電源間比較に関する結果である。

表 6-14 未来予測項目ごとの一対比較方針（重視する視点）

未来予測項目	関連する社会変化	重視する視点				備考(主に間接的影響について)	
		直接的影響が大きい	直接的影響がある	間接的影響がある	間接的影響があるが比較的小さい		
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大) ・経済成長の低迷	経済性	技術的実現性	(電力以外発生資源)	電力以外発生資源についても少しでも効率的に使用しようとするマインドが高まると想定。	
	経済的合理化の成功	・高い経済成長率を達成 ・産業のサービス化 ・消費行動の活発化			資源有効利用性 環境負荷低減性 核拡散抵抗性 社会的受容性	経済的な面で余裕が生じることにより、環境、資源、核拡散や事故リスクなどに関する議論がより活発化する傾向にある。	
	規制緩和の進展		経済性				
衣食住	都市化	・都市化の再進展(ポロロッカ化) ・大深度地下、超々高層ビル ・24時間化(眠らぬ都市)			環境負荷低減性**	核拡散抵抗性 社会的受容性	自然との接点が変わる中で、自然回帰指向が環境に関する議論を生み出す。また、都市犯罪増加に伴って、直接的な関係は薄いとしてもテロなどへの関心も付随的に高まる。
	食糧難	・自給率低下 ・農地減少 ・途上国人口爆発			環境負荷低減性**	資源有効利用性 核拡散抵抗性 社会的受容性	食糧難の1つの要因としての農地面積減少により環境悪化への懸念が高まるとともに、電源立地への考え方にも影響する。また、持続性指向や治安悪化という影響も見られると考えられる。
	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展				社会的受容性 核拡散抵抗性 環境負荷低減性	個人の情報取得・意見表明機会が増し、また、IT犯罪やサイバーテロへの懸念が生じる。間接的に核拡散や立地問題への議論が高まる可能性があると思定する。また、情報化による物流増大がもたらす環境悪化の懸念が生じる可能性も考慮する。
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・長寿命化 ・核家族化 ・労働人口減少 ・エネルギー需要減少			経済性 資源有効利用性 環境負荷低減性 核拡散抵抗性 技術的実現性 社会的受容性	少子高齢化に伴う経済停滞による経済性と技術的実現性への影響、また、余剰供給力発生により選択の幅が拡大したとすれば、経済性以外の視点にも関心が寄せられる可能性があると思定。	

影響のない視点に対する一対比較行列要素を、左から、9、7、5、3、と設定。

注1) 電力以外発生資源(カッコ書き)は、他電源間比較評価における指標  
 注2) 他電源比較評価における資源供給性は、ここでは便宜上、資源有効利用性で示している。  
 注3) 他電源比較評価では環境負荷低減性を以下のように区別。\*は地球環境重視、\*\*は地域環境重視、無印は標準型。

(次頁に続く)

(続き)

未来予測項目		関連する社会変化	重視する視点				備考(主に間接的影響について)
			直接的影響が大きい	直接的影響がある	間接的影響がある	間接的影響があるが比較的小さい	
国際関係	国際化	・国際交流活性化 ・移民の増加			経済性 資源有効利用性 環境負荷低減性* 核拡散抵抗性 技術的実現性		グローバルな価値観が浸透することで、世界の問題として議論され得る視点(資源、環境、核拡散)については何らかの影響が生じると想定。また、国際社会で生き残るための経済性追求と、それに伴う技術的実現性への関心も高まると想定。
	国際関係不安定化			資源有効利用性 核拡散抵抗性	社会的受容性		核拡散抵抗性への関心が高まる中、付随的に社会的受容性への影響も生じると想定。
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・オゾン層破壊 ・砂漠化	環境負荷低減性*		(電力以外発生資源)	資源有効利用性	環境保全への高まりにより、付随的に資源の問題も議論される傾向があると考える。効率性重視により電力以外発生資源の利用についても議論も高まると想定。
	地域環境悪化	・廃棄物処分問題の顕在化 ・大気汚染の進展 ・土壌、水質汚染の進展 ・環境事故の多発	環境負荷低減性**		社会的受容性 (電力以外発生資源)	資源有効利用性	環境保全への高まりにより、付随的に資源の問題も議論される傾向があると想定。また、地域環境懸念は社会的受容性へも影響すると考える。効率性重視により電力以外発生資源の利用についても議論も高まると想定。
	化石燃料枯渇	・中東諸国による減産	資源有効利用性		環境負荷低減性 技術的実現性 (電力以外発生資源)		資源への関心の高まりによって、付随的に環境影響の議論もなされると想定。また、資源論は時間軸上での議論になるため、いつまで実現するかという論点(技術的実現性に含まれる)も必要となる。効率性重視により電力以外発生資源の利用についても議論も高まると想定。
政治・治安	地方分権化	・首都移転 ・市町村合併の進行(市政の大型化)		社会的受容性	技術的実現性 (電力以外発生資源)	環境負荷低減性**	エネルギー選択が地方自治体主導になると想定すると、実績・実現性が重視される傾向が予測される。また、地域環境への関心の高まりも無視できないことが考えられる。地域社会で利用可能な電力以外発生資源についての関心も高まると想定。
	治安悪化	・犯罪の低年齢化 ・犯罪の凶悪化、無差別化 ・ハイテク犯罪の横行 ・テロの多発	核拡散抵抗性		社会的受容性		犯罪誘発により核拡散懸念が高まるのに伴って社会的受容性にも影響があると想定。

注1) 電力以外発生資源(カッコ書き)は、他電源間比較評価における指標  
 注2) 他電源比較評価における資源供給性は、ここでは便宜上、資源有効利用性で示している。  
 注3) 他電源比較評価では環境負荷低減性を以下のように区別。\*は地球環境重視、\*\*は地域環境重視、無印は標準型。

表 6-15 未来予測項目ごとの視点間一対比較行列と視点間の重み付け (FBR 候補概念間)

経済	構造的不況の長期化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	9	9	9	3	9	経済性	0.51
	資源有効利用性	1/9	1	1	1	1/7	1	資源有効利用性	0.05
	環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1/7	1	環境負荷低減性	0.05
	核拡散抵抗性	1/9	1	1	1	1/7	1	核拡散抵抗性	0.05
	技術的実現性	1/3	7	7	7	1	7	技術的実現性	0.30
	社会的受容性	1/9	1	1	1	1/7	1	社会的受容性	0.05
経済	経済的合理化の成功	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	経済性	0.05
	資源有効利用性	5	1	1	1	5	1	資源有効利用性	0.23
	環境負荷低減性	5	1	1	1	5	1	環境負荷低減性	0.23
	核拡散抵抗性	5	1	1	1	5	1	核拡散抵抗性	0.23
	技術的実現性	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	技術的実現性	0.05
	社会的受容性	5	1	1	1	5	1	社会的受容性	0.23
経済	規制緩和の進展	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	9	9	9	9	9	経済性	0.64
	資源有効利用性	1/9	1	1	1	1	1	資源有効利用性	0.07
	環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1	1	環境負荷低減性	0.07
	核拡散抵抗性	1/9	1	1	1	1	1	核拡散抵抗性	0.07
	技術的実現性	1/9	1	1	1	1	1	技術的実現性	0.07
	社会的受容性	1/9	1	1	1	1	1	社会的受容性	0.07
衣食住	都市化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	経済性	0.07
	資源有効利用性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	資源有効利用性	0.07
	環境負荷低減性	5	5	1	3	5	3	環境負荷低減性	0.42
	核拡散抵抗性	3	3	1/3	1	3	1	核拡散抵抗性	0.19
	技術的実現性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	技術的実現性	0.07
	社会的受容性	3	3	1/3	1	3	1	社会的受容性	0.19
衣食住	構造的不況の長期化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	経済性	0.07
	資源有効利用性	3	1	1/3	1	3	1	資源有効利用性	0.17
	環境負荷低減性	3	3	1	3	3	3	環境負荷低減性	0.35
	核拡散抵抗性	3	1	1/3	1	3	1	核拡散抵抗性	0.17
	技術的実現性	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	技術的実現性	0.07
	社会的受容性	3	1	1/3	1	3	1	社会的受容性	0.17
衣食住	高度情報化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	経済性	0.08
	資源有効利用性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	資源有効利用性	0.08
	環境負荷低減性	3	3	1	1	3	1	環境負荷低減性	0.25
	核拡散抵抗性	3	3	1	1	3	1	核拡散抵抗性	0.25
	技術的実現性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	技術的実現性	0.08
	社会的受容性	3	3	1	1	3	1	社会的受容性	0.25
人口	人口減少・人口構造変化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性	視点	重み
	経済性	1	1	1	1	1	1	経済性	0.17
	資源有効利用性	1	1	1	1	1	1	資源有効利用性	0.17
	環境負荷低減性	1	1	1	1	1	1	環境負荷低減性	0.17
	核拡散抵抗性	1	1	1	1	1	1	核拡散抵抗性	0.17
	技術的実現性	1	1	1	1	1	1	技術的実現性	0.17
	社会的受容性	1	1	1	1	1	1	社会的受容性	0.17

C. I. = 0

(続き)

国際関係	国際化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.19	資源有効利用性	0.19	環境負荷低減性	0.19	核拡散抵抗性	0.19	技術の実現性	0.19	社会的受容性	0.04
		視点	重み																			
		経済性	0.19																			
		資源有効利用性	0.19																			
		環境負荷低減性	0.19																			
		核拡散抵抗性	0.19																			
		技術の実現性	0.19																			
社会的受容性	0.04																					
1	1	1	1	1	5																	
資源有効利用性	1	1	1	1	5																	
環境負荷低減性	1	1	1	1	5																	
核拡散抵抗性	1	1	1	1	5																	
技術の実現性	1	1	1	1	5																	
社会的受容性	1/5	1/5	1/5	1/5	1																	
国際関係	国際関係不安定化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.17</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.35	環境負荷低減性	0.04	核拡散抵抗性	0.35	技術の実現性	0.04	社会的受容性	0.17
		視点	重み																			
		経済性	0.04																			
		資源有効利用性	0.35																			
		環境負荷低減性	0.04																			
		核拡散抵抗性	0.35																			
		技術の実現性	0.04																			
社会的受容性	0.17																					
1	1/7	1	1/7	1	1/5																	
資源有効利用性	7	1	7	1	7																	
環境負荷低減性	1	1/7	1	1/7	1																	
核拡散抵抗性	7	1	7	1	7																	
技術の実現性	1	1/7	1	1/7	1																	
社会的受容性	5	1/3	5	1/3	5																	
環境・エネルギー	地球環境悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.61</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.06</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.06</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.06	資源有効利用性	0.15	環境負荷低減性	0.61	核拡散抵抗性	0.06	技術の実現性	0.06	社会的受容性	0.06
		視点	重み																			
		経済性	0.06																			
		資源有効利用性	0.15																			
		環境負荷低減性	0.61																			
		核拡散抵抗性	0.06																			
		技術の実現性	0.06																			
社会的受容性	0.06																					
1	1/3	1/9	1	1	1																	
資源有効利用性	3	1	1/7	3	3																	
環境負荷低減性	9	7	1	9	9																	
核拡散抵抗性	1	1/3	1/9	1	1																	
技術の実現性	1	1/3	1/9	1	1																	
社会的受容性	1	1/3	1/9	1	1																	
環境・エネルギー	地域環境悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.21</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.11	環境負荷低減性	0.55	核拡散抵抗性	0.04	技術の実現性	0.04	社会的受容性	0.21
		視点	重み																			
		経済性	0.04																			
		資源有効利用性	0.11																			
		環境負荷低減性	0.55																			
		核拡散抵抗性	0.04																			
		技術の実現性	0.04																			
社会的受容性	0.21																					
1	1/3	1/9	1	1	1/5																	
資源有効利用性	3	1	1/7	3	3																	
環境負荷低減性	9	7	1	9	9																	
核拡散抵抗性	1	1/3	1/9	1	1																	
技術の実現性	1	1/3	1/9	1	1																	
社会的受容性	5	3	1/5	5	1																	
環境・エネルギー	化石燃料枯渇	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.21</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.55	環境負荷低減性	0.11	核拡散抵抗性	0.04	技術の実現性	0.21	社会的受容性	0.04
		視点	重み																			
		経済性	0.04																			
		資源有効利用性	0.55																			
		環境負荷低減性	0.11																			
		核拡散抵抗性	0.04																			
		技術の実現性	0.21																			
社会的受容性	0.04																					
1	1/9	1/3	1	1/5	1																	
資源有効利用性	9	1	7	9	5																	
環境負荷低減性	3	1/7	1	3	1/3																	
核拡散抵抗性	1	1/9	1/3	1	1/5																	
技術の実現性	5	1/5	3	5	1																	
社会的受容性	1	1/9	1/3	1	1/5																	
政治・治安	地方分権化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.47</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.05	資源有効利用性	0.05	環境負荷低減性	0.12	核拡散抵抗性	0.05	技術の実現性	0.25	社会的受容性	0.47
		視点	重み																			
		経済性	0.05																			
		資源有効利用性	0.05																			
		環境負荷低減性	0.12																			
		核拡散抵抗性	0.05																			
		技術の実現性	0.25																			
社会的受容性	0.47																					
1	1	1/3	1	1/5	1/7																	
資源有効利用性	1	1	1/3	1	1/5																	
環境負荷低減性	3	3	1	3	1/3																	
核拡散抵抗性	1	1	1/3	1	1/5																	
技術の実現性	5	5	3	5	1																	
社会的受容性	7	7	5	7	3																	
政治・治安	治安悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.53</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.25</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.05	資源有効利用性	0.05	環境負荷低減性	0.05	核拡散抵抗性	0.53	技術の実現性	0.05	社会的受容性	0.25
		視点	重み																			
		経済性	0.05																			
		資源有効利用性	0.05																			
		環境負荷低減性	0.05																			
		核拡散抵抗性	0.53																			
		技術の実現性	0.05																			
社会的受容性	0.25																					
1	1	1	1/9	1	1/5																	
資源有効利用性	1	1	1	1/9	1																	
環境負荷低減性	1	1	1	1/9	1																	
核拡散抵抗性	9	9	9	1	9																	
技術の実現性	1	1	1	1/9	1																	
社会的受容性	5	5	5	1/3	5																	



表 6-16 未来予測項目ごとの視点間一対比較行列と視点間の重み付け（他電源比較）

経済	構造的不況の長期化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	9	9	9	3	9	5	経済性	0.43
	資源有効利用性	1/9	1	1	1	1/7	1	1/5	資源有効利用性	0.04
	環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1/7	1	1/5	環境負荷低減性	0.04
	社会不安定低減性	1/9	1	1	1	1/7	1	1/5	核拡散抵抗性	0.04
	導入性	1/3	7	7	7	1	7	3	技術の実現性	0.25
	心理的バイアス低減性	1/9	1	1	1	1/7	1	1/5	社会的受容性	0.04
	電力以外発生資源	1/5	5	5	5	1/3	5	1	電力以外発生資源	0.15
経済	経済的合理化の成功	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1	経済性	0.04
	資源有効利用性	5	1	1	1	5	1	5	資源有効利用性	0.22
	環境負荷低減性	5	1	1	1	5	1	5	環境負荷低減性	0.22
	社会不安定低減性	5	1	1	1	5	1	5	核拡散抵抗性	0.22
	導入性	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1	技術の実現性	0.04
	心理的バイアス低減性	5	1	1	1	5	1	5	社会的受容性	0.22
	電力以外発生資源	1	1/5	1/5	1/5	1	1/5	1	電力以外発生資源	0.04
経済	規制緩和の進展	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	9	9	9	9	9	9	経済性	0.60
	資源有効利用性	1/9	1	1	1	1	1	1	資源有効利用性	0.07
	環境負荷低減性	1/9	1	1	1	1	1	1	環境負荷低減性	0.07
	社会不安定低減性	1/9	1	1	1	1	1	1	核拡散抵抗性	0.07
	導入性	1/9	1	1	1	1	1	1	技術の実現性	0.07
	心理的バイアス低減性	1/9	1	1	1	1	1	1	社会的受容性	0.07
	電力以外発生資源	1/9	1	1	1	1	1	1	電力以外発生資源	0.07
衣食住	都市化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	1	経済性	0.06
	資源有効利用性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	1	資源有効利用性	0.06
	環境負荷低減性	5	5	1	3	5	3	5	環境負荷低減性	0.39
	社会不安定低減性	3	3	1/3	1	3	1	3	核拡散抵抗性	0.18
	導入性	1	1	1/5	1/3	1	1/3	1	技術の実現性	0.06
	心理的バイアス低減性	3	3	1/3	1	3	1	3	社会的受容性	0.18
	電力以外発生資源	1	1	1/5	1/3	1	1/3	1	電力以外発生資源	0.06
衣食住	食糧難	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	経済性	0.06
	資源有効利用性	3	1	1/3	1	3	1	3	資源有効利用性	0.16
	環境負荷低減性	3	3	1	3	3	3	3	環境負荷低減性	0.33
	社会不安定低減性	3	1	1/3	1	3	1	3	核拡散抵抗性	0.16
	導入性	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	技術の実現性	0.06
	心理的バイアス低減性	3	1	1/3	1	3	1	3	社会的受容性	0.16
	電力以外発生資源	1	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	電力以外発生資源	0.06
衣食住	高度情報化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1	経済性	0.08
	資源有効利用性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1	資源有効利用性	0.08
	環境負荷低減性	3	3	1	1	3	1	3	環境負荷低減性	0.23
	社会不安定低減性	3	3	1	1	3	1	3	核拡散抵抗性	0.23
	導入性	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1	技術の実現性	0.08
	心理的バイアス低減性	3	3	1	1	3	1	3	社会的受容性	0.23
	電力以外発生資源	1	1	1/3	1/3	1	1/3	1	電力以外発生資源	0.08
人口	人口減少・人口構造変化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	視点	重み
	経済性	1	1	1	1	1	1	5	経済性	0.16
	資源有効利用性	1	1	1	1	1	1	5	資源有効利用性	0.16
	環境負荷低減性	1	1	1	1	1	1	5	環境負荷低減性	0.16
	社会不安定低減性	1	1	1	1	1	1	5	核拡散抵抗性	0.16
	導入性	1	1	1	1	1	1	5	技術の実現性	0.16
	心理的バイアス低減性	1	1	1	1	1	1	5	社会的受容性	0.16
	電力以外発生資源	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	電力以外発生資源	0.03

(続き)

国際関係	国際化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.19</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.19	資源有効利用性	0.19	環境負荷低減性	0.19	核拡散抵抗性	0.19	技術の実現性	0.19	社会的受容性	0.04	電力以外発生資源	0.04
		視点	重み																						
		経済性	0.19																						
		資源有効利用性	0.19																						
		環境負荷低減性	0.19																						
		核拡散抵抗性	0.19																						
		技術の実現性	0.19																						
		社会的受容性	0.04																						
電力以外発生資源	0.04																								
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1	1	1	1	1	1	5	5																		
1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1																		
1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1																		
国際関係	国際関係不安定化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.16</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.33	環境負荷低減性	0.04	核拡散抵抗性	0.33	技術の実現性	0.04	社会的受容性	0.16	電力以外発生資源	0.04
		視点	重み																						
		経済性	0.04																						
		資源有効利用性	0.33																						
		環境負荷低減性	0.04																						
		核拡散抵抗性	0.33																						
		技術の実現性	0.04																						
		社会的受容性	0.16																						
電力以外発生資源	0.04																								
1	1/7	1	1/7	1	1	1/5	1																		
7	1	7	1	7	3	3	7																		
1	1/7	1	1/7	1	1	1/5	1																		
7	1	7	1	7	3	3	7																		
1	1/7	1	1/7	1	1	1/5	1																		
1	1/7	1	1/7	1	1	1/5	1																		
5	1/3	5	1/3	5	1	1	5																		
1	1/7	1	1/7	1	1	1/5	1																		
環境・エネルギー	地球環境悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.48</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.22</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.05	資源有効利用性	0.12	環境負荷低減性	0.48	核拡散抵抗性	0.05	技術の実現性	0.05	社会的受容性	0.05	電力以外発生資源	0.22
		視点	重み																						
		経済性	0.05																						
		資源有効利用性	0.12																						
		環境負荷低減性	0.48																						
		核拡散抵抗性	0.05																						
		技術の実現性	0.05																						
		社会的受容性	0.05																						
電力以外発生資源	0.22																								
1	1/3	1/9	1	1	1	1	1/5																		
3	1	1/7	3	3	3	3	1/3																		
9	7	1	9	9	9	9	5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1	1/5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1	1/5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1	1/5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1	1/5																		
5	3	1/5	5	5	5	5	1																		
環境・エネルギー	地域環境悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.46</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.12	環境負荷低減性	0.46	核拡散抵抗性	0.04	技術の実現性	0.04	社会的受容性	0.15	電力以外発生資源	0.15
		視点	重み																						
		経済性	0.04																						
		資源有効利用性	0.12																						
		環境負荷低減性	0.46																						
		核拡散抵抗性	0.04																						
		技術の実現性	0.04																						
		社会的受容性	0.15																						
電力以外発生資源	0.15																								
1	1/3	1/9	1	1	1	1/5	1/5																		
3	1	1/5	3	3	1	1	1																		
9	5	1	9	9	5	5	5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1/5	1/5																		
1	1/3	1/9	1	1	1	1/5	1/5																		
5	1	1/5	5	5	1	1	1																		
5	1	1/5	5	5	1	1	1																		
環境・エネルギー	化石燃料枯渇	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.15</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.45	環境負荷低減性	0.15	核拡散抵抗性	0.04	技術の実現性	0.15	社会的受容性	0.04	電力以外発生資源	0.15
		視点	重み																						
		経済性	0.04																						
		資源有効利用性	0.45																						
		環境負荷低減性	0.15																						
		核拡散抵抗性	0.04																						
		技術の実現性	0.15																						
		社会的受容性	0.04																						
電力以外発生資源	0.15																								
1	1/9	1/5	1	1/5	1	1	1/5																		
9	1	5	9	5	9	5	5																		
5	1/5	1	5	1	5	1	1																		
1	1/9	1/5	1	1/5	1	1	1/5																		
5	1/5	1	5	1	5	1	1																		
1	1/9	1/5	1	1/5	1	1	1/5																		
5	1/5	1	5	1	5	1	1																		
政治・治安	地方分権化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.04</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.37</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.20</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.04	資源有効利用性	0.04	環境負荷低減性	0.10	核拡散抵抗性	0.04	技術の実現性	0.20	社会的受容性	0.37	電力以外発生資源	0.20
		視点	重み																						
		経済性	0.04																						
		資源有効利用性	0.04																						
		環境負荷低減性	0.10																						
		核拡散抵抗性	0.04																						
		技術の実現性	0.20																						
		社会的受容性	0.37																						
電力以外発生資源	0.20																								
1	1	1/3	1	1/5	1/7	1/5																			
1	1	1/3	1	1/5	1/7	1/5																			
3	3	1	3	1/3	1/5	1/3																			
1	1	1/3	1	1/5	1/7	1/5																			
5	5	3	5	1	1/3	1																			
7	7	5	7	3	1	3																			
5	5	3	5	1	1/3	1																			
政治・治安	治安悪化	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生資源	<table border="1"> <thead> <tr> <th>視点</th> <th>重み</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>経済性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>資源有効利用性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>環境負荷低減性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>核拡散抵抗性</td> <td>0.51</td> </tr> <tr> <td>技術の実現性</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>社会的受容性</td> <td>0.24</td> </tr> <tr> <td>電力以外発生資源</td> <td>0.05</td> </tr> </tbody> </table>	視点	重み	経済性	0.05	資源有効利用性	0.05	環境負荷低減性	0.05	核拡散抵抗性	0.51	技術の実現性	0.05	社会的受容性	0.24	電力以外発生資源	0.05
		視点	重み																						
		経済性	0.05																						
		資源有効利用性	0.05																						
		環境負荷低減性	0.05																						
		核拡散抵抗性	0.51																						
		技術の実現性	0.05																						
		社会的受容性	0.24																						
電力以外発生資源	0.05																								
1	1	1	1/9	1	1/5	1																			
1	1	1	1/9	1	1/5	1																			
1	1	1	1/9	1	1/5	1																			
9	9	9	1	9	3	9																			
1	1	1	1/9	1	1/5	1																			
5	5	5	1/3	5	1	5																			
1	1	1	1/9	1	1/5	1																			

### 6.4.3 将来シナリオの設定

シナリオの設定は、添付資料3に示した未来予測項目から、複数の項目を組み合わせることにより実施する。ここでは、「21世紀日本の構想」懇談会報告に挙げられている、「21世紀において我が国に社会変化を及ぼす潮流」を参考にしてシナリオ①（ベースシナリオ）を作成する。その上で、平成15年10月に発表された「エネルギー基本計画（経済産業省資源エネルギー庁）」における基本3方針（安定供給の確保、環境への適合、市場原理の活用）について、それぞれを特に重視した場合に想定される社会変化を未来予測項目として取り上げ、シナリオを3種（シナリオ②～④）を設定する。ただし、エネルギー基本計画は、それら3つの柱を全て重要であると位置付けているものである。ここでは、言わば“極端な社会変化がある社会”の想定を目的として使用しており、設定されるシナリオ②～④の内容は、必ずしもエネルギー基本計画で謳われているものではない。

#### 「21世紀日本の構想」懇談会

同懇談会(座長：河合隼雄・国際日本文化研究センター所長)は、21世紀における日本のあるべき姿を検討することを目的に、内閣総理大臣（当時：小渕内閣）のもとに設けられた。1999年3月に16名のメンバーで発足し、2000年1月に報告書を提出した。

#### エネルギー基本計画 施策についての基本的な方針

##### 1. 安定供給の確保

- ・ アジア地域を中心とした今後のエネルギー需要の伸びや我が国の石油の中東依存度を踏まえ、安定供給確保のため以下の対策を推進。
  - ① 省エネルギー
  - ② 輸入エネルギー供給源の多角化や主要産出国との関係強化
  - ③ 国産エネルギー等エネルギー源の多様化
  - ④ 備蓄の確保
- ・ 関東圏の電力需給問題等を踏まえ、国内供給の信頼性・安定性の確保を図る。
- ・ 安全確保は安定供給の大前提。国、事業者は安全の確保に全力を挙げて取り組む。

##### 2. 環境への適合

- ・ NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>等の低減に加え、地球温暖化問題に対応するため、以下の対策を推進。
  - ① 省エネルギー
  - ② 非化石エネルギーの利用、ガス体エネルギーへの転換
  - ③ 化石燃料のクリーン化及び高効率利用技術の開発・導入

##### 3. 市場原理の活用

- ・ 「安定供給の確保」、「環境への適合」を十分考慮した上で、制度改革を進めるとともに、我が国の実情に適合する形での市場原理の活用策を設計。

(1) シナリオ①「ベースシナリオ (BAU (Business As Usual) 的なシナリオ)」

「21 世紀日本の構想」懇談会報告では、21 世紀において我が国に社会変化を及ぼす潮流として、以下を挙げている。

- ・ グローバル化と、その結果としてグローバル・リテラシーの重要性の高まり
- ・ 情報技術の革命的進歩を含めた科学技術進展
- ・ 世界のどこよりも我が国で早く進む少子高齢化

添付資料 3 に列挙した未来予測項目のうち、これらに関連するものとして以下の 3 項目が挙げられる。その組合せをシナリオ①として設定する。

表 6-17 シナリオ①を構成する未来予測項目と、そのストーリー

未来予測項目		関連する社会変化	概要	関連する評価視点
国際関係	国際化	・国際交流活性化 ・移民の増加	一層の国際化が進捗し、あらゆる分野での国境が希薄になる。文化的交流が進捗し、日本に住む外国人が一層増加する。	経済性 資源有効利用性 環境負荷低減性* 核拡散抵抗性 技術的実現性
衣食住	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展	産業分野、経済分野のみならず、家庭生活においても情報化は加速度的に高まっていく。ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク技術がますます高度化し、いつでもどこでもあらゆる情報にアクセスできる環境が整い、場所を選ばずに仕事や私生活を営むライフスタイルの転換が起こる。	社会的受容性 核拡散抵抗性 環境負荷低減性
人口	人口減少・人口構造変化	・少子高齢化 ・長寿命化 ・核家族化 ・労働人口減少 ・エネルギー需要減少	少子化が進み、日本人の平均年齢が高齢化するともに、人口が減少する(中位推計で2006年ピーク、高位推計で2009年ピーク)。平均寿命も延びる。日本の高齢化率は2015年に25.2%、2030年に28.0%、2049年に32.3%と増加する。また、一層の核家族化が進捗し、世帯数が増加する。主に人口減少の結果として、2020年前後に日本のエネルギー需要が減少に転じる。	経済性 資源有効利用性 環境負荷低減性 核拡散抵抗性 技術的実現性 社会的受容性

注) 関連する評価視点については次節以降に詳細を記述

<シナリオ①のストーリー>

情報技術の発達に伴って、国籍、居住地、所属などを問わずに個人や組織が自らの意志を簡単に大量に発信できるようになるとともに、政治や行政などに関わる情報の流れも飛躍的に大きくなる。このような高度情報化を 1 つの要因としながら、国際化・グローバル化が進捗し、経済・科学・学術・教育・治安維持など様々な分野で制度や基準の汎用性と有用性が世界標準に照らされ、問われるようになる。また、先進諸国の多くでは少子高齢化による社会コスト上昇という課題に直面することになるが、我が国は世界のどこよりも早くその傾向が顕著になり、社会の活力をいかに維持すべきかという観点からの議論も重要になる。

このシナリオでは、将来の社会変化として考えられる大きな事象を網羅的に取り上げており、多様な価値観変化が概ね同等に電源選択に影響するものと考えられる。

(2) シナリオ②「安定供給重視シナリオ」

エネルギー基本計画では、“安定供給の確保”をエネルギーセキュリティ強化と省エネルギーを柱として位置付けていると考えられる。ここでは、それら柱に関する懸念となるであろう未来予測項目を取り上げる。すなわち、エネルギーセキュリティ強化については、資源枯渇の懸念と国際関係悪化の懸念を、省エネルギーについては、「高度情報化」に起因するモノ・人の運輸需要増加を取り上げる。

表 6-18 シナリオ②を構成する未来予測項目と、そのストーリー

未来予測項目		関連する社会変化	概要	関連する評価視点
環境・エネルギー	化石燃料枯渇	・中東諸国による減産	化石燃料(石油)の残存可採埋蔵量の減少による減産が始まる。多くの資源学者は減産が始まる時期を2020年~2030年と予測している。	環境負荷低減性 技術的実現性 (電力以外発生資)
衣食住	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展	産業分野、経済分野のみならず、家庭生活においても情報化は加速度的に高まってくる。ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク技術がますます高度化し、いつでもどこでもあらゆる情報にアクセスできる環境が整い、場所を選ばずに仕事や私生活を営むライフスタイルの転換が起こる。	社会的受容性 核拡散抵抗性 環境負荷低減性
国際関係	国際関係不安定化		米国を中心とする国際社会がその反勢力根絶を進めるプロセスで国際関係が極めて不安定な状態になる。日本と北朝鮮の関係も不安定な状況が継続する。	社会的受容性

注) 関連する評価視点については次節以降に詳細を記述

<シナリオ②のストーリー>

化石燃料資源の枯渇懸念が高まり、また、それを要因の一つとして、世界的に国際関係が不安定化する。エネルギー供給構造が脆弱である我が国では、省エネルギーへの関心が高まる一方で、情報化の進展に伴い、遠隔地からの物品購入が盛んになるなど物流の増加もあり、運輸部門を中心としたエネルギー需要増加の傾向が見られるようになる。エネルギーの安定供給を確保するために、石油等の資源輸入元の多角化や備蓄の推進とともに、代替エネルギー利用の推進が現在以上に重要視されるようになる。

(3) シナリオ③「環境重視シナリオ」

環境については、エネルギー基本計画においては、地域環境と地球環境をともに含んでいると考えられる。ここでは、両者の悪化懸念に関する未来予測項目（地域環境悪化、地球環境悪化）を取り上げる。

また、地域環境問題の代表である大気汚染については、運輸部門の排出についても深刻な問題であるとされている<sup>12</sup>。運輸需要を増大させる要因の一つとして情報化の進展を挙げることができ、当シナリオを構成する未来予測項目の一つとして取り上げることとする。

表 6-19 シナリオ③を構成する未来予測項目と、そのストーリー

未来予測項目		関連する社会変化	概要	関連する評価視点
衣食住	高度情報化	・ユビキタス化 ・SOHO進展 ・情報機器の普及進展	産業分野、経済分野のみならず、家庭生活においても情報化は加速度的に高まってくる。ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク技術がますます高度化し、いつでもどこでもあらゆる情報にアクセスできる環境が整い、場所を選ばずに仕事や私生活を営むライフスタイルの転換が起こる。	社会的受容性 核拡散抵抗性 環境負荷低減性
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・オゾン層破壊 ・砂漠化	地球温暖化、オゾン層破壊、砂漠化などの地球環境問題が深刻化する。途上国の人口爆発、利己的な政策等により京都議定書等の国際的な取り組みの実効性が損なわれ、予想以上の地球環境破壊が起こる。	環境負荷低減性* （電力以外発生資源） 資源有効利用性
	地域環境悪化	・廃棄物処分問題の顕在化 ・大気汚染の進展 ・土壌、水質汚染の進展 ・環境事故の多発	局所的な大気汚染、土壌・水質汚染、埋め立て処分場の逼迫による廃棄物処理問題など、地域の環境問題が一層深刻化する。	環境負荷低減性** 社会的受容性 （電力以外発生資源） 資源有効利用性

注) 関連する評価視点については次節以降に詳細を記述

<シナリオ③のストーリー>

エネルギー利用に伴って生じる環境負荷低減がますます重要な課題だと広く認識される。従来からの窒素酸化物や硫黄酸化物については、規制措置や事業者の取り組み等の結果として排出量低減の成果が上がるものの、運輸部門の燃料消費量増加などもあり、引き続き低減努力が求められる。大気汚染など地域環境への影響に対する懸念の増大は社会的受容性にも影響し、立地における受容性向上も現状と比して大きな課題となる。また、それに加え、地球温暖化問題がさらに顕在化し、我が国としてもエネルギー起源の CO2 削減が大きな課題となる。

<sup>12</sup> 例えば参考文献[29]

(4) シナリオ④「市場原理重視シナリオ」

エネルギー基本計画においては、「安定供給の確保、環境への適合を十分考慮した上で、制度改革を進める」こととしているが、ここでは、市場原理進展のみに視点をおき、経済性が特に重視されるシナリオを設定する。未来予測項目のうち、まず規制緩和の進展を取り上げ、さらに、構造的不況の長期化により経済性がさらに重視されることとする。

また、構想日本による「日本のエネルギー戦略を考える」では、3つのシナリオ<sup>13</sup>を想定しており、その中に市場原理が中心となる“ビッグバンシナリオ”がある。同シナリオでは、CO2 排出権取引実施を想定しており、地球環境についても経済性という観点から重視されることを示唆している。そこで、ここでは、「規制緩和進展」と「構造的不況の長期化」に加え、「地球環境悪化」を取り上げることとする。

表 6-20 シナリオ④を構成する未来予測項目と、そのストーリー

未来予測項目	関連する社会変化	概要	関連する評価視点	
経済	構造的不況の長期化	・デフレ進行 ・失業率の上昇 ・所得の低下(所得格差の拡大)	バブル崩壊後の構造的不況が長期化し、日本の経済成長が低迷を続ける。デフレの進行、失業率の低下とともに平均所得が下がり、一部の裕福層とそれ以外の所得格差が拡大していく。	(電力以外発生資源)
	規制緩和の進展	・電気事業やガス事業における自由化の進展	電力やガスなどの小売自由化範囲が広がり、多くの需要家が供給元を選択し得るようになる。供給側は競争下に置かれ、価格低下やサービス向上といった努力を講ずるようになる。	経済性
環境・エネルギー	地球環境悪化	・地球温暖化 ・オゾン層破壊 ・砂漠化	地球温暖化、オゾン層破壊、砂漠化などの地球環境問題が深刻化する。途上国の人口爆発、利己的な政策等により京都議定書等の国際的な取り組みの実効性が損なわれ、予想以上の地球環境破壊が起こる。	環境負荷低減性* (電力以外発生資源 資源有効利用率)

注) 関連する評価視点については次節以降に詳細を記述

<シナリオ④のストーリー>

電力小売の自由化範囲の拡大など規制緩和が進展し、エネルギー需要家にとっては供給元の選択肢が広がる。エネルギー供給側では、コスト削減やサービス向上など事業者間に競争が促される。また、環境面においても、CO2 排出権取引に代表されるような市場原理が導入され、環境負荷低減などの外部コストが内部化される傾向が進む。一方で、我が国経済は必ずしも上向かず、製造過程、環境関連、研究開発など、あらゆる面においてコスト意識が非常に高くなる。

<sup>13</sup> 国家主導シナリオ、ビッグバンシナリオ、環境共同体シナリオ

### 6.4.4 幾何平均法による一対比較とりまとめ

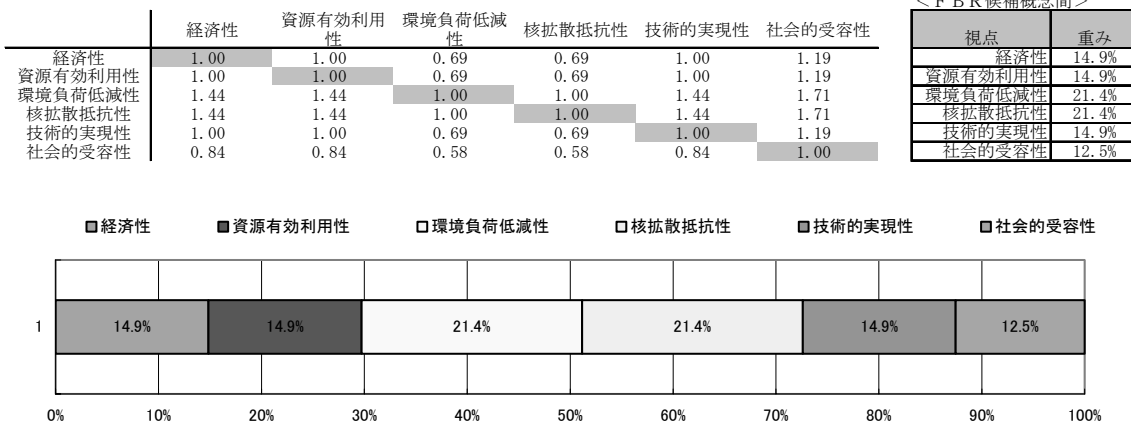
前節で設定したシナリオ①～④を構成する未来予測項目に関する一対比較結果を、幾何平均法によって集計し、シナリオごとの重みを算出した。

#### (1) シナリオ①「ベースシナリオ」

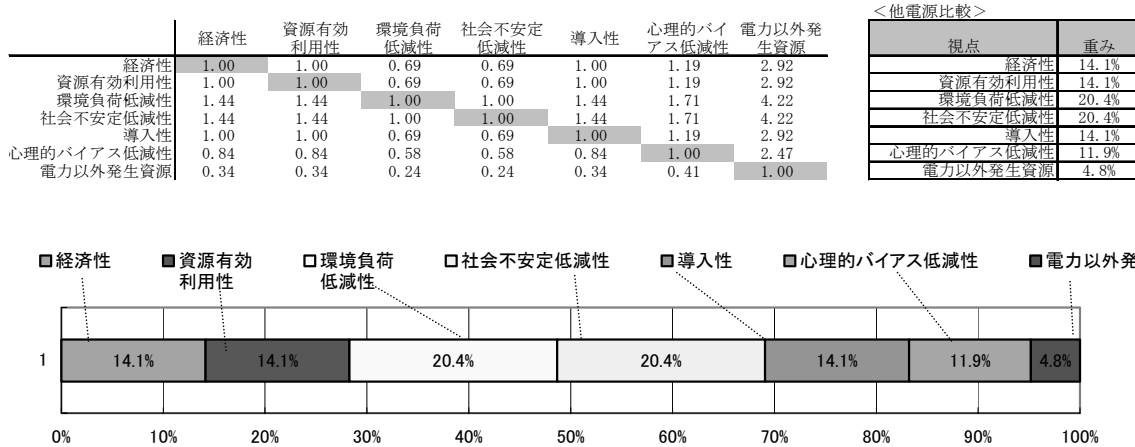
このシナリオを構成する未来予測項目（国際化、高度情報化、人口減少）のいずれも、環境負荷低減性や核拡散抵抗性に直接または間接に影響があると想定していることから、それらのウェイトがやや大きくなっているものの、将来に想定される事象を網羅的に取り上げているシナリオであるため、各視点に概ね同等の重みがかかる結果となっている。

表 6-21 シナリオ①における視点間重み付け結果

#### <FBR 候補概念間>



#### <他電源間>





(2) シナリオ② (安定供給重視シナリオ)

安定供給を重視する観点から、資源有効利用性に大きなウェイトがついており、また、輸入に頼る資源を確保するためには国際的な協調が大切であり、核拡散抵抗性についてもやや大きなウェイトがかかっている。経済性や環境性は“二の次”となりがちな重み付け結果とである。

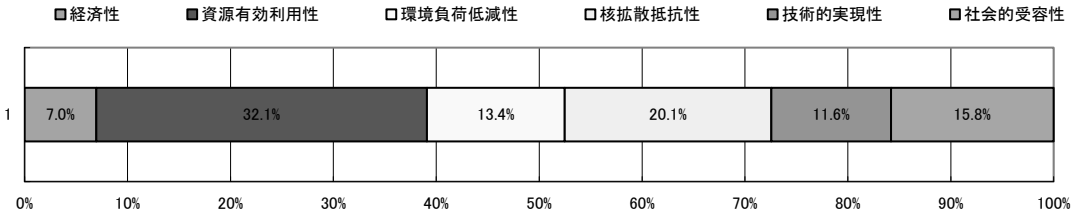
表 6-22 シナリオ②における視点間重み付け結果

<FBR 候補概念間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性
経済性	1.00	0.25	0.48	0.36	0.58	0.41
資源有効利用性	3.98	1.00	2.54	1.44	3.27	2.08
環境負荷低減性	2.08	0.39	1.00	0.75	1.00	0.84
核拡散抵抗性	2.76	0.69	1.33	1.00	1.61	1.44
技術の実現性	1.71	0.31	1.00	0.62	1.00	0.69
社会的受容性	2.47	0.48	1.19	0.69	1.44	1.00

<FBR 候補概念間>

視点	重み
経済性	7.0%
資源有効利用性	32.1%
環境負荷低減性	13.4%
核拡散抵抗性	20.1%
技術の実現性	11.6%
社会的受容性	15.8%

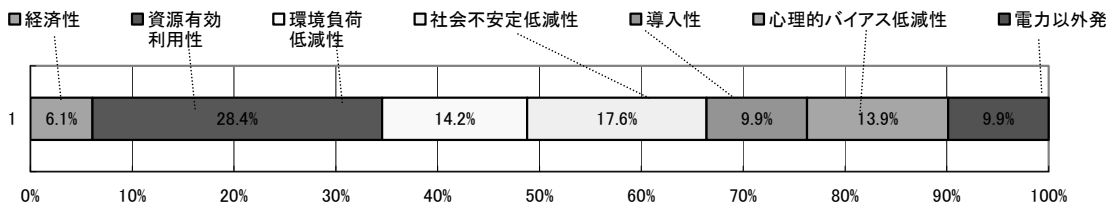


<他電源間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生源
経済性	1.00	0.25	0.41	0.36	0.58	0.41	0.58
資源有効利用性	3.98	1.00	2.27	1.44	3.27	2.08	3.27
環境負荷低減性	2.47	0.44	1.00	0.89	1.44	1.00	1.44
社会不安定低減性	2.76	0.69	1.12	1.00	1.61	1.44	1.61
導入性	1.71	0.31	0.69	0.62	1.00	0.69	1.00
心理的バイアス低減性	2.47	0.48	1.00	0.69	1.44	1.00	1.44
電力以外発生源	1.71	0.31	0.69	0.62	1.00	0.69	1.00

<他電源比較>

視点	重み
経済性	6.1%
資源有効利用性	28.4%
環境負荷低減性	14.2%
社会不安定低減性	17.6%
導入性	9.9%
心理的バイアス低減性	13.9%
電力以外発生源	9.9%



(3) シナリオ③ (環境重視シナリオ)

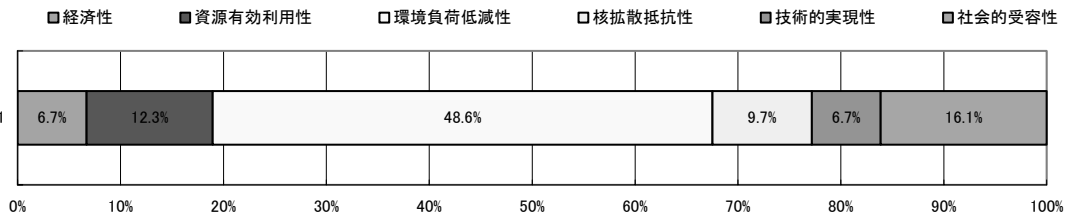
文字通り、環境面を非常に重視する重み付け結果である。地域の環境負荷低減は社会的受容性とも関連しており、そのウェイトもやや大きくなっている。

表 6-23 シナリオ③における視点間重み付け結果

<FBR 候補概念間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術の実現性	社会的受容性
経済性	1.00	0.48	0.16	0.69	1.00	0.41
資源有効利用性	2.08	1.00	0.19	1.44	2.08	0.69
環境負荷低減性	6.24	5.28	1.00	4.33	6.24	3.56
核拡散抵抗性	1.44	0.69	0.23	1.00	1.44	0.58
技術の実現性	1.00	0.48	0.16	0.69	1.00	0.41
社会的受容性	2.47	1.44	0.28	1.71	2.47	1.00

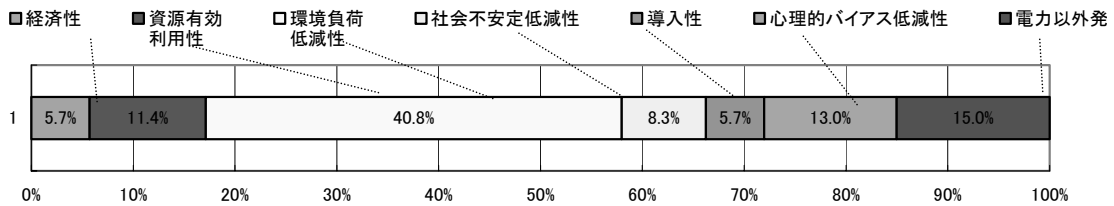
視点	重み
経済性	6.7%
資源有効利用性	12.3%
環境負荷低減性	48.6%
核拡散抵抗性	9.7%
技術の実現性	6.7%
社会的受容性	16.1%



<他電源間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生源
経済性	1.00	0.48	0.16	0.69	1.00	0.41	0.34
資源有効利用性	2.08	1.00	0.21	1.44	2.08	1.00	0.69
環境負荷低減性	6.24	4.72	1.00	4.33	6.24	3.56	4.22
社会不安定低減性	1.44	0.69	0.23	1.00	1.44	0.58	0.49
導入性	1.00	0.48	0.16	0.69	1.00	0.41	0.34
心理的バイアス低減性	2.47	1.00	0.28	1.71	2.47	1.00	0.84
電力以外発生源	2.92	1.44	0.24	2.03	2.92	1.19	1.00

視点	重み
経済性	5.7%
資源有効利用性	11.4%
環境負荷低減性	40.8%
社会不安定低減性	8.3%
導入性	5.7%
心理的バイアス低減性	13.0%
電力以外発生源	15.0%



(4) シナリオ④ (市場原理重視シナリオ)

市場原理重視によって経済性のウェイトが最大となっている。環境面のコストも内部化される傾向があるとの設定により、環境負荷低減性のウェイトも大きい。また、好景気を想定していないため、技術的実現性の高い技術が好まれる傾向にある重み付けとなっている。

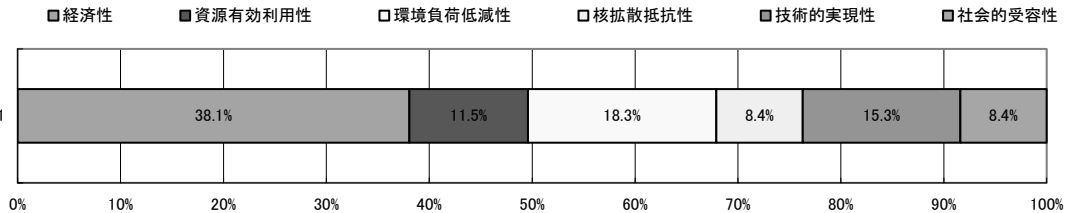
表 6-24 シナリオ④における視点間重み付け結果

<FBR 候補概念間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	核拡散抵抗性	技術的実現性	社会的受容性
経済性	1.00	3.00	2.08	4.33	3.00	4.33
資源有効利用性	0.33	1.00	0.52	1.44	0.75	1.44
環境負荷低減性	0.48	1.91	1.00	2.08	1.09	2.08
核拡散抵抗性	0.23	0.69	0.48	1.00	0.52	1.00
技術的実現性	0.33	1.33	0.92	1.91	1.00	1.91
社会的受容性	0.23	0.69	0.48	1.00	0.52	1.00

視点	重み
経済性	38.1%
資源有効利用性	11.5%
環境負荷低減性	18.3%
核拡散抵抗性	8.4%
技術的実現性	15.3%
社会的受容性	8.4%

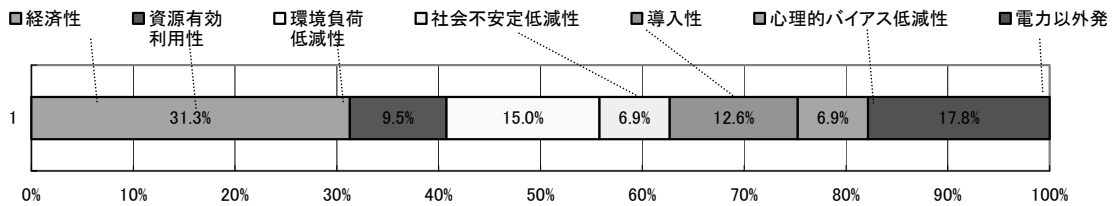


<他電源間>

	経済性	資源有効利用性	環境負荷低減性	社会不安定低減性	導入性	心理的バイアス低減性	電力以外発生源
経済性	1.00	3.00	2.08	4.33	3.00	4.33	2.08
資源有効利用性	0.33	1.00	0.52	1.44	0.75	1.44	0.41
環境負荷低減性	0.48	1.91	1.00	2.08	1.09	2.08	1.00
社会不安定低減性	0.23	0.69	0.48	1.00	0.52	1.00	0.34
導入性	0.33	1.33	0.92	1.91	1.00	1.91	0.84
心理的バイアス低減性	0.23	0.69	0.48	1.00	0.52	1.00	0.34
電力以外発生源	0.48	2.47	1.00	2.92	1.19	2.92	1.00

視点	重み
経済性	31.3%
資源有効利用性	9.5%
環境負荷低減性	15.0%
社会不安定低減性	6.9%
導入性	12.6%
心理的バイアス低減性	6.9%
電力以外発生源	17.8%



## 6.5 下位指標間の重み付け

下位指標間の重み付けは、主として、いわゆるエンジニアリング・ジャッジメントに基づいて実施することとし<sup>14</sup>、シナリオには依存しないものとする。

### 6.5.1 FBR 候補概念間比較評価構造の下位指標間重み付け

FBR 候補概念間比較評価における、各視点の下位指標重み付けは下表のとおり。

表 6-25 FBR 候補概念間比較評価の下位指標重み付け

視点	項目							
経済性	発電原価							
資源有効利用性	0.25	持続利用性						
	0.75	資源節約性						
環境負荷低減性	0.7	埋設処分	0.11	廃棄物発生量（体積換算）				
			0.22	廃棄物発生量（面積）				
			0.33	放射性毒性				
			0.33	処分サイトからの核種移行による被ばく線量				
		0.3	希釈放出	周辺被ばく線量				
核拡散抵抗性	0.5	核不拡散制度	合否	輸出管理性				
			合否	保障措置性				
			合否	核物質防護				
	0.5	技術的核拡散抵抗性	0.2	難接近性	0.75	施設	0.33	頑丈性
							0.33	接近性
							0.33	改造性
				0.25	物質接近性			
				0.5	形状			
				0.5	必要原料量			
				0.4	1	Pu抽出	0.5	時間
	0.2	核兵器非魅力性	0.7	核兵器不適応性				
	0.3		発熱					

<sup>14</sup> シナリオに基づいた一対比較による重み付けと、エンジニアリングジャッジメントに基づく重み付けが混在することによる AHP 遂行上の問題はないと考える（名城大学木下教授へのヒアリングより。詳しくはヒアリング資料参照）。

視点	項目		
技術的実現性	0.6	開発容易性	0.4 開発資金
			0.4 開発期間
			0.2 必要技術
	0.4	開発リスク	0.4 開発資金幅
			0.4 開発期間幅
			0.2 必要技術幅

視点	項目						
社会的受容性	0.5	技術的受容性	0.2	導入必要インフラ	0.3 許認可簡易性		
					0.7 必要施設		
			0.5	運転・保守・補修性(簡便性)	0.2	工事簡易性	0.2 工事許認可簡易性
							0.4 工事期間
					0.35	操業簡易性	0.4 工事人員
							0.56 運転操作簡易性
			0.25	メンテナンス簡易性	0.22 ヒューマンエラー防止		
					0.22 輸送簡易性		
					0.14 メンテナンス頻度		
					0.14 メンテナンス期間		
	0.14 メンテナンス人員						
	0.14 メンテナンス手段						
	0.14 メンテナンス範囲						
	0.29 被ばく量低減						
	0.3	研究開発柔軟性	0.2 廃止措置簡易性				
			0.05 開発手段多様性				
			0.9 サイクル変更可能性				
0.5	心理的受容性	0.05 容量変更性					
		0.5 既知技術					
		0.5 理解容易度					
0.5	注目性(メディア評判)						

### 6.5.2 他電源間比較評価構造の下位指標重み付け

#### (1) 環境負荷低減性の下位指標(シナリオが影響する例外的視点)

他電源比較評価構造における下位指標間重み付けについても、シナリオによらないものとしての設定を基本とする。ただし、環境負荷低減性については、地球環境、地域環境という地理的概念が異なる内容を含み、かつ、未来予測項目によって重視される内容に差異があることから、以下のように複数の重み付けを設定する。

#### ①標準ケース：地球環境、地域環境に特化せず、環境影響を一般的に取り扱う場合

一次指標は、放射性物質、大気汚染物質、大気等他の影響、地球温暖化物質の4指標で構成されるが、このうち、前3者は主として地域環境に関わる項目と考えることができる。よって、標準ケースでは、それら前3者と地球温暖化物質とのウェイトが概ね同等となるように一対比較を実施して設定する。なお、大気等他の影響については、他指標よりもやや軽視した重み付けとする。

#### ②地球環境重視ケース

地球温暖化物質のウェイトが全体の60%程度となるように設定する。

#### ③地域環境重視ケース

地域環境に関わる前3者のウェイト合計が80%程度となるように設定する。

以上の方針に基づいて重み付けを実施した結果を表 6-26 に示す。

表 6-26 環境負荷低減性の下位項目重み付け結果

環境影響低減性：①標準ケース					指標	重み
	放射性廃棄物	大気汚染物質	大気等他の影響	地球温暖化物質		
放射性廃棄物	1	1	3	1/2	放射性廃棄物	23.5%
大気汚染物質	1	1	3	1/2	大気汚染物質	23.5%
大気等他の影響	1/3	1/3	1	1/5	大気等他の影響	8.2%
地球温暖化物質	2	2	5	1	地球温暖化物質	44.9%

環境影響低減性：②地球環境重視ケース					指標	重み
	放射性廃棄物	大気汚染物質	大気等他の影響	地球温暖化物質		
放射性廃棄物	1	1	3	1/5	放射性廃棄物	15.3%
大気汚染物質	1	1	3	1/5	大気汚染物質	15.3%
大気等他の影響	1/3	1/3	1	1/7	大気等他の影響	6.2%
地球温暖化物質	5	5	7	1	地球温暖化物質	63.2%

環境影響低減性：③地域環境重視ケース					指標	重み
	放射性廃棄物	大気汚染物質	大気等他の影響	地球温暖化物質		
放射性廃棄物	1	1	3	2	放射性廃棄物	34.8%
大気汚染物質	1	1	3	2	大気汚染物質	34.8%
大気等他の影響	1/3	1/3	1	1/3	大気等他の影響	9.7%
地球温暖化物質	1/2	1/2	3	1	地球温暖化物質	20.7%

また、大気汚染物質の下位指標については、特に酸性雨の原因としてその排出抑制が電気事業者等により積極的に取り組まれている窒素酸化物と硫黄酸化物を重視する重み付けとする（表 6-27）。この重み付けはシナリオによらないものとする。

表 6-27 大気汚染物質の下位指標重み付け結果

	硫黄酸化物	窒素酸化物	浮遊粒子状物質	石炭粉塵	粉塵等	一酸化炭素	光化学オキシダント	炭化水素	有害物質等	指標	重み
硫黄酸化物	1	1	5	5	5	5	5	5	5	硫黄酸化物	0.2941176
窒素酸化物	1	1	5	5	5	5	5	5	5	窒素酸化物	0.2941176
浮遊粒子状物質	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	浮遊粒子状物質	0.0588235
石炭粉塵	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	石炭粉塵	0.0588235
粉塵等	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	粉塵等	0.0588235
一酸化炭素	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	一酸化炭素	0.0588235
光化学オキシダント	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	光化学オキシダント	0.0588235
炭化水素	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	炭化水素	0.0588235
有害物質等	1/5	1/5	1	1	1	1	1	1	1	有害物質等	0.0588235

(2) その他視点の下位指標重み付け

環境負荷低減性以外の視点の下位指標の重み付けは、シナリオによらず以下の通りとして設定する。社会不安定影響低減性の下位 2 指標は、同等の重みとなるように (0.5 : 0.5)、心理的バイアス低減性の下位指標は、第二次指標の重みが等しくなるように設定する (図 6-5)。また、第三次以下の指標については“同じくらい重要”と考えて同等の重み付けとする。

表 6-28 経済性、資源供給性、導入性、電力以外発生資源の下位指標重み付け

経済性						指標	重み
	発電単価	発電単価変動幅	投資回収性	電力品質	簡便性		
発電単価	1	9	9	9	9	発電単価	69.2%
発電単価変動幅	1/9	1	1	1	1	発電単価変動幅	7.7%
投資回収性	1/9	1	1	1	1	投資回収性	7.7%
電力品質	1/9	1	1	1	1	電力品質	7.7%
簡便性	1/9	1	1	1	1	簡便性	7.7%

資源供給性						指標	重み
	発電効率	必要資源賦存性	他用途性	備蓄性	資源調達元政治的安定性		
発電効率	1	1/5	5	5	5	発電効率	22.7%
必要資源賦存性	5	1	9	9	9	必要資源賦存性	61.6%
他用途性	1/5	1/9	1	1	1	他用途性	5.6%
備蓄性	1/5	1/9	1	1	1	備蓄性	5.6%
資源調達元政治的安定性	1/5	1/9	1	1	1	資源調達元政治的安定性	5.6%

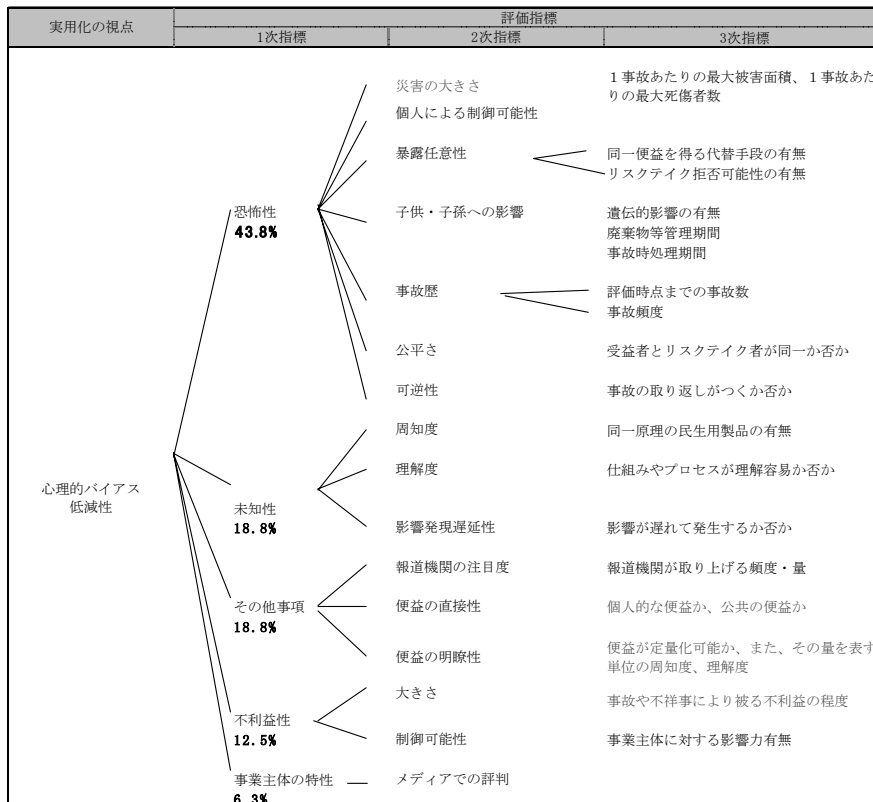
  

導入性				指標	重み
	技術的実現性	研究開発受容性	研究開発柔軟性		
技術的実現性	1	3	3	技術的実現性	60.0%
研究開発受容性	1/3	1	1	研究開発受容性	20.0%
研究開発柔軟性	1/3	1	1	研究開発柔軟性	20.0%

電力以外発生資源				指標	重み
	電力以外エネルギー	ソフト資源	副生資源		
電力以外エネルギー	1	1	3	電力以外エネルギー	42.9%
ソフト資源	1	1	3	ソフト資源	42.9%
副生資源	1/3	1/3	1	副生資源	14.3%

図 6-5 心理的バイアス低減性の下位指標重み付け



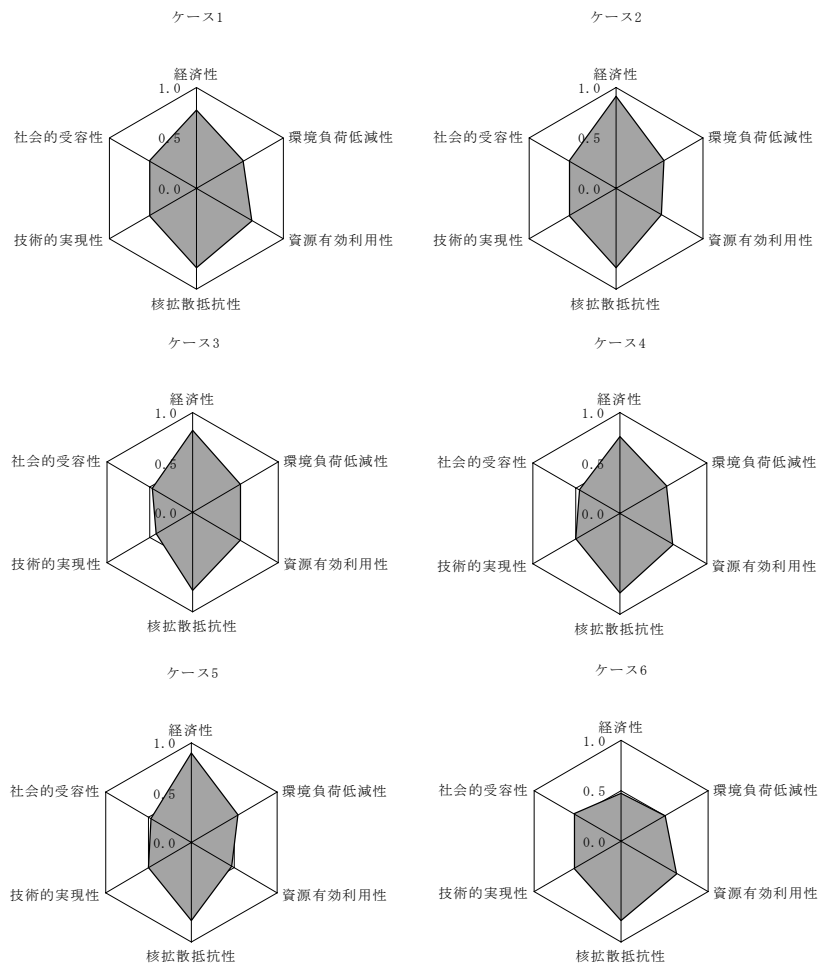
## 7. 評価の実施

### 7.1 FBR 候補概念間比較評価

#### 7.1.1 視点ごとの評価結果

以上に定めた視点間（下位指標間）重み、入力値、効用関数を用いて、FBR 候補概念 22 ケースについて評価を実施した。まず、各ケースの特徴を見るために、視点ごとの評価値を（重みを乗ずる前の値として）比較する（図 7-1）。核拡散抵抗性以外の視点については、ケースごとに評価値のバラツキが見られる。特に、ケース 14 で経済性の得点が突出して小さくなっており、後述するように、シナリオごとに総合評価を実施した際には、これが要因となってケース 14 のシナリオ依存性が大きく現れる。

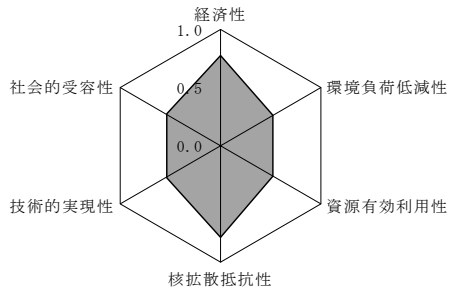
図 7-1 FBR 候補概念（22 ケース）の視点ごと評価結果レーダーチャート



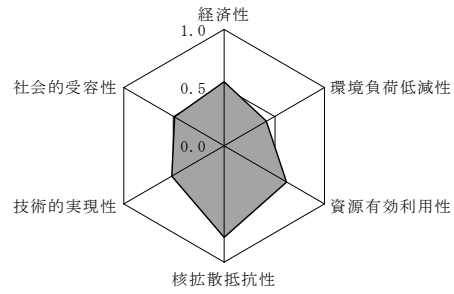


(続き)

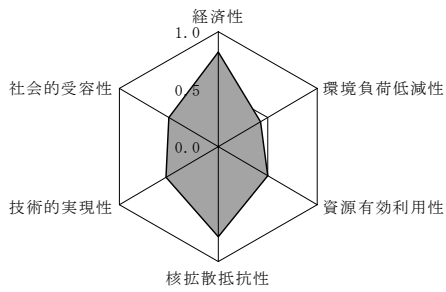
ケース7



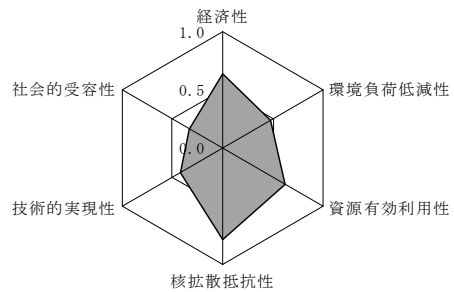
ケース8



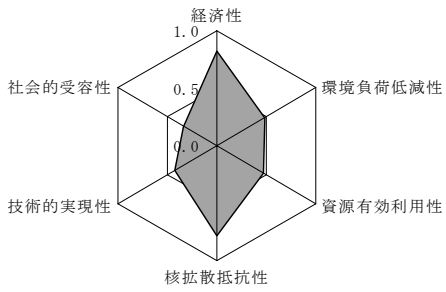
ケース9



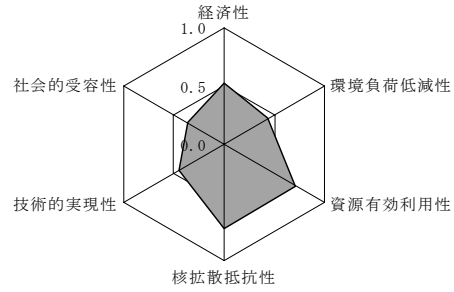
ケース10



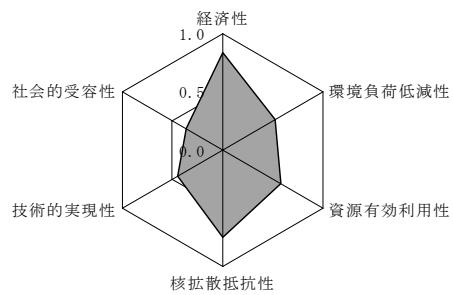
ケース11



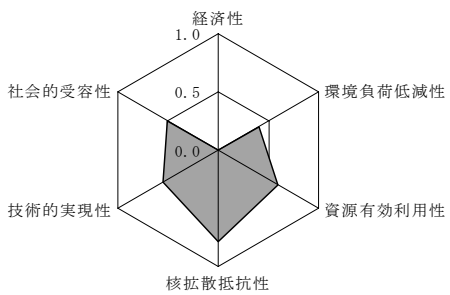
ケース12



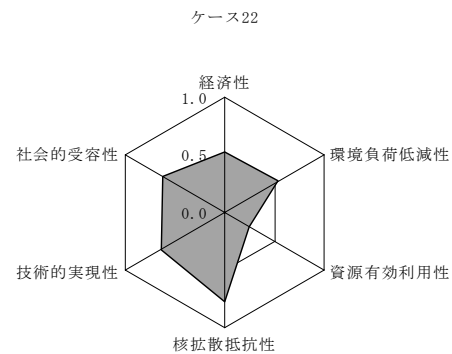
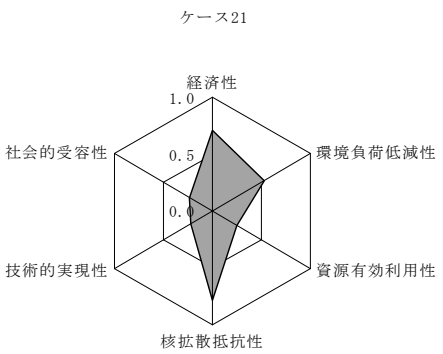
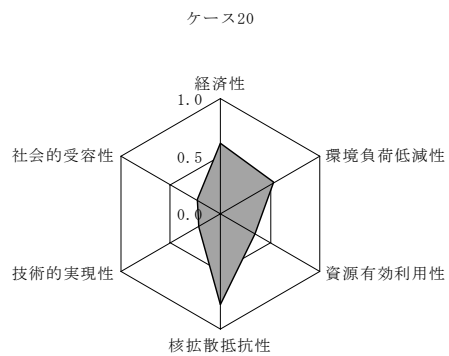
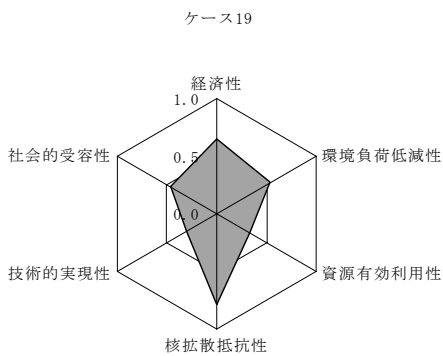
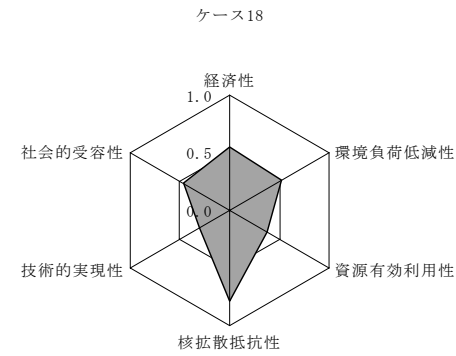
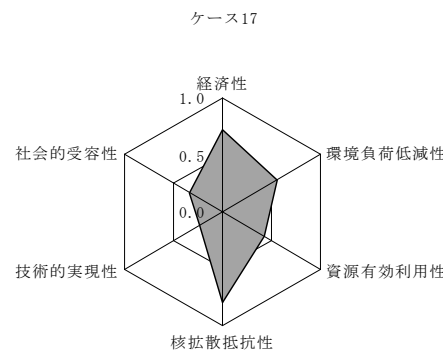
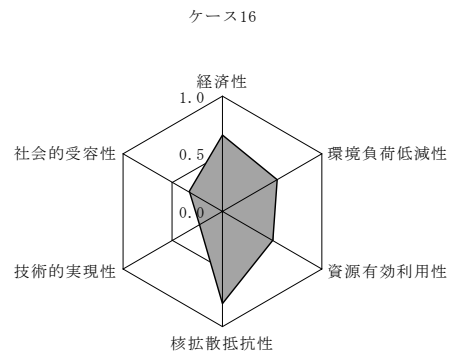
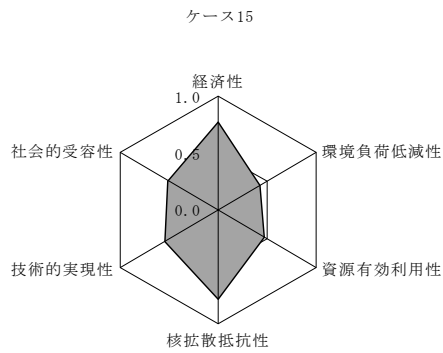
ケース13



ケース14



(続き)



### 7.1.2 シナリオごとの評価結果

#### (1) シナリオごとの評価結果

以下、シナリオ①～④について、視点間重みと評価結果を図 7-2～図 7-5 示す。

図 7-2 シナリオ①の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果

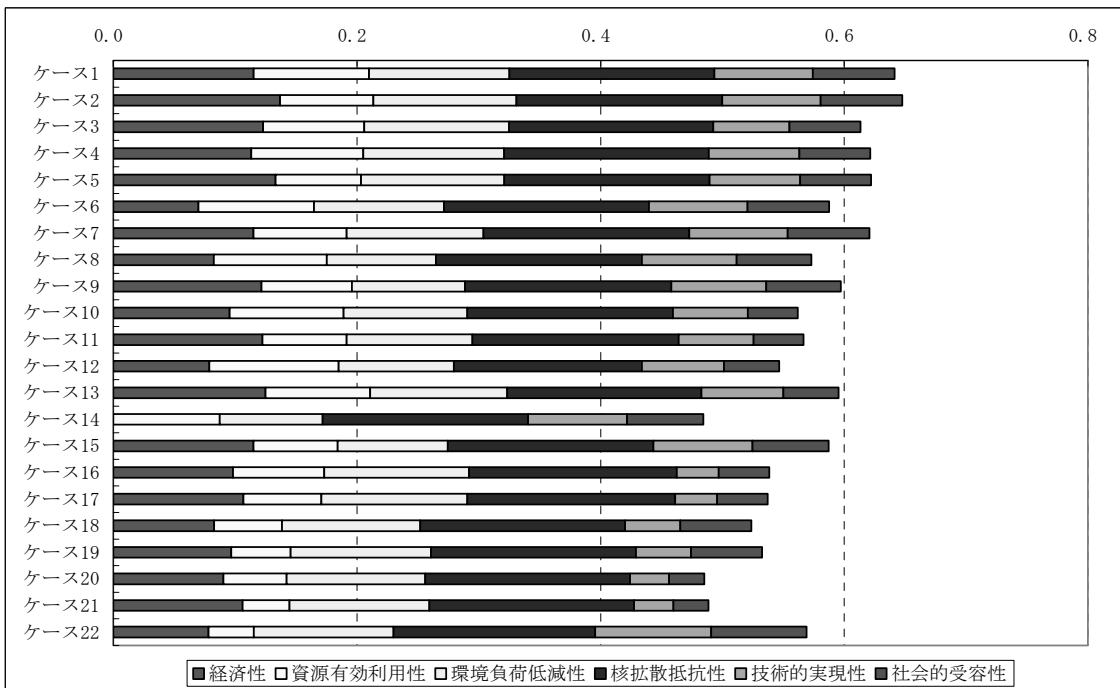
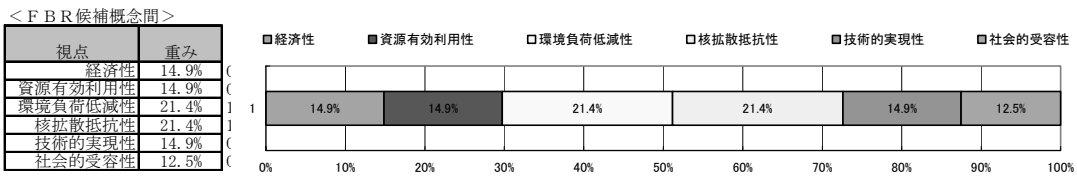


図 7-3 シナリオ②の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果

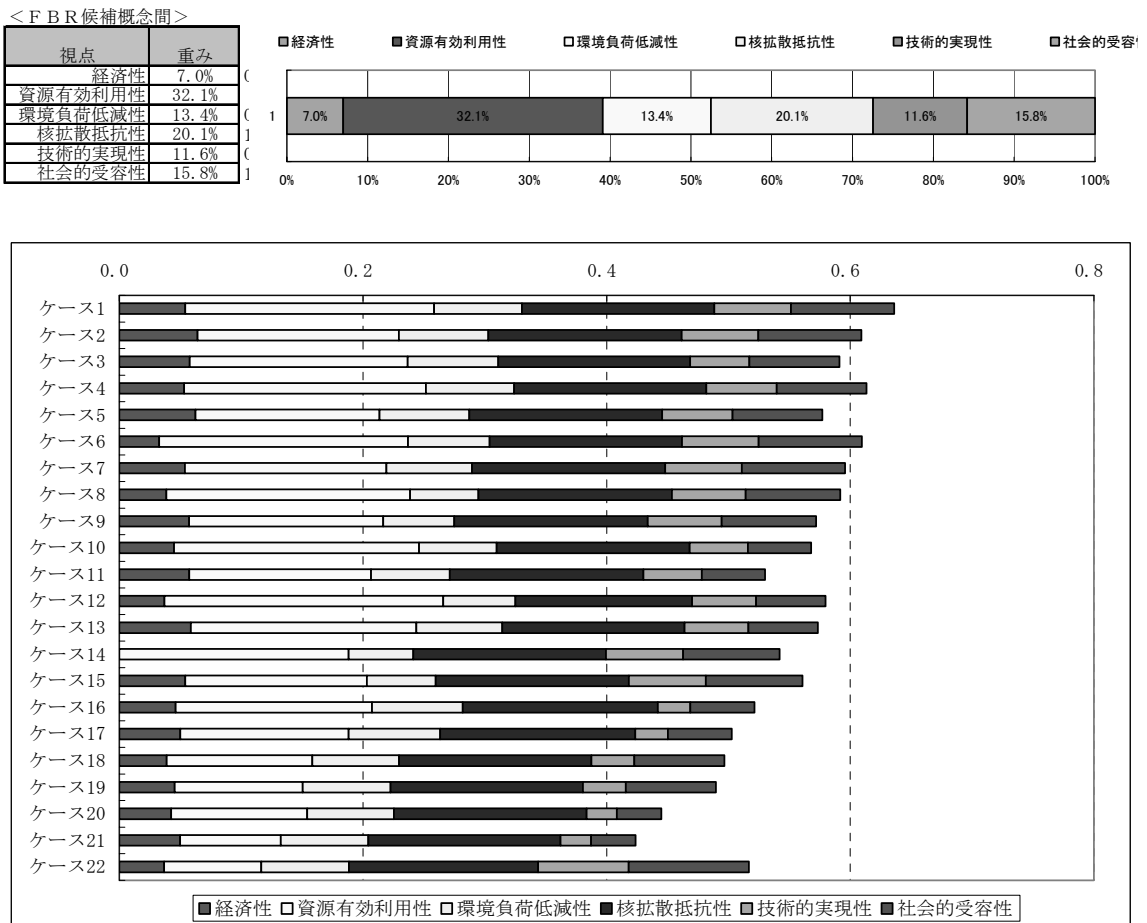


図 7-4 シナリオ③の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果

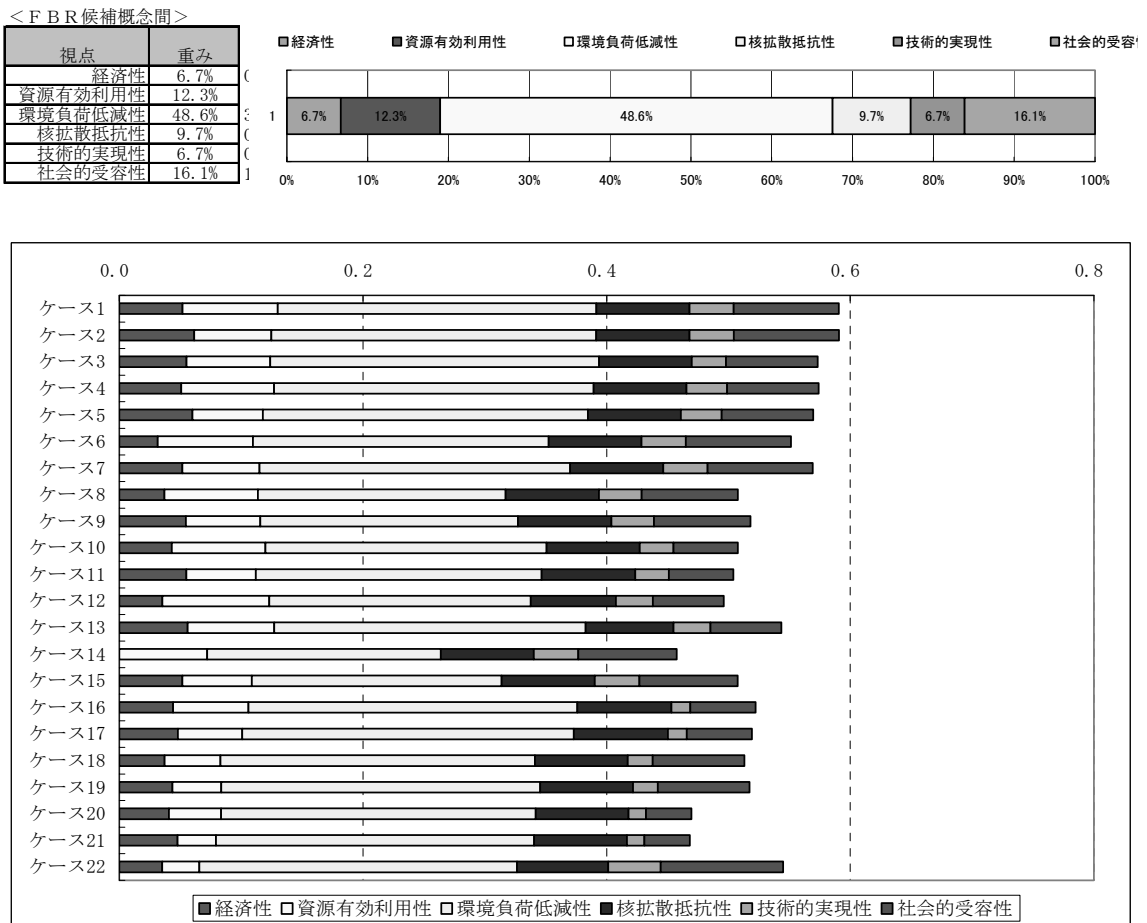
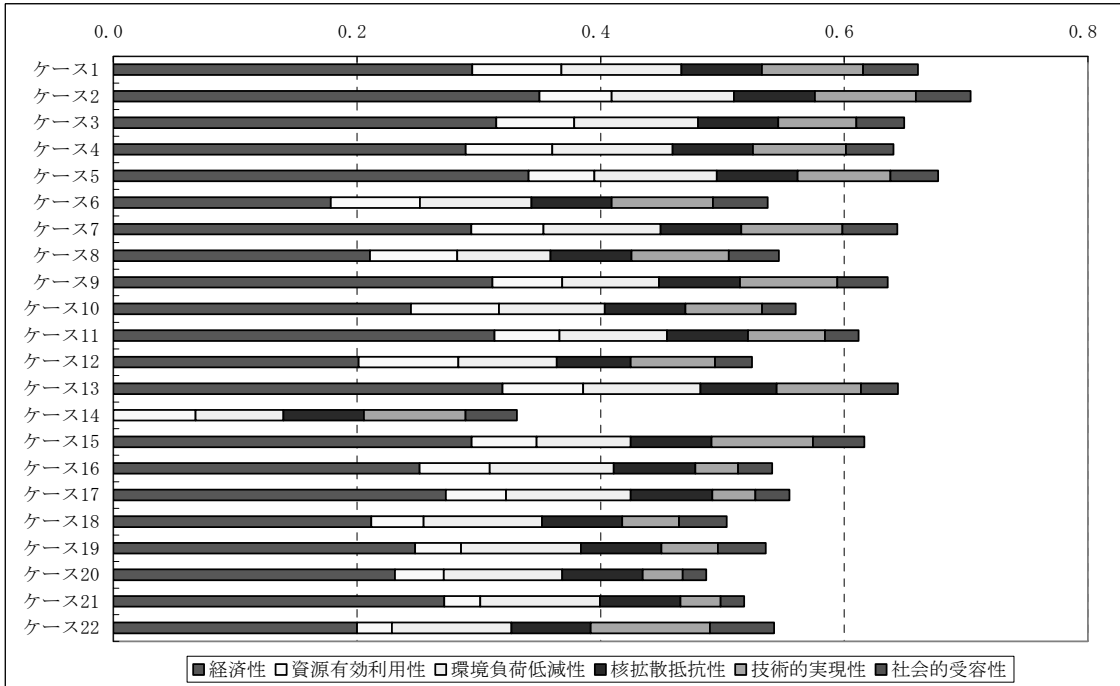
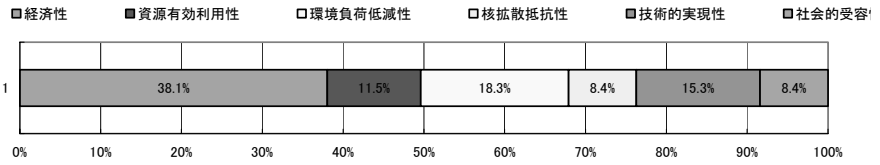


図 7-5 シナリオ④の視点間重みと FBR 候補概念 22 ケースの評価結果

< FBR 候補概念間 >

視点	重み
経済性	38.1%
資源有効利用性	11.5%
環境負荷低減性	18.3%
核拡散抵抗性	8.4%
技術的実現性	15.3%
社会的受容性	8.4%



(2) 炉型による総合評価値の比較

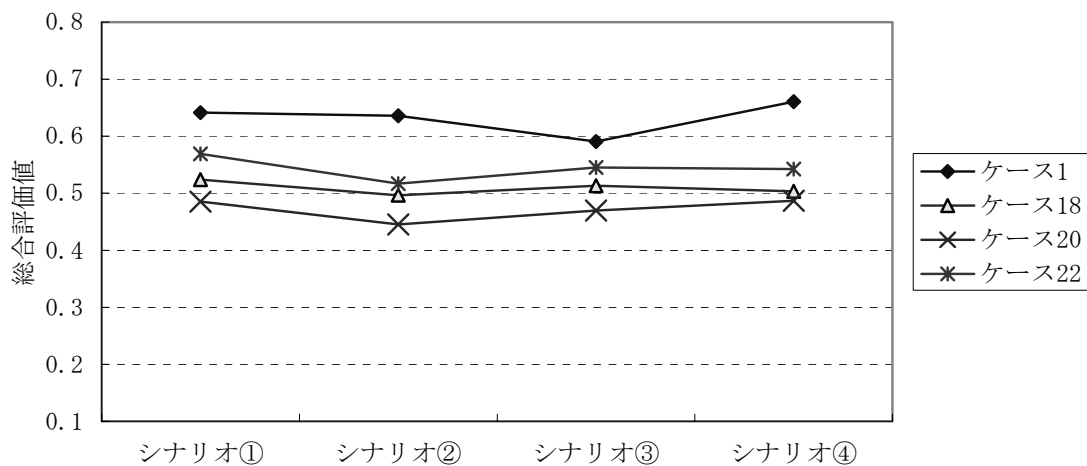
評価対象とした 22 ケースは、炉型によって 5 分類される。ここでは、そのうち表 7-1 の 4 ケース<sup>15</sup> (燃料、処理方式等、他の条件がなるべく同一となるようにした) で炉型による総合評価値の比較を実施した (図 7-6)。

シナリオ①～④を通じて、ケース 1 (Na 大型炉) が高い得点を得ており、全体として大きなシナリオ依存性は見られない。

表 7-1 炉型による総合評価値比較で使用了たケース

ケース	DB	炉	燃料	湿/乾	処理規模	再処理	燃料製造	炉心
1	1-a	Na 大型炉 (1500MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
18	9-a	Pb-Bi 中型炉 強制循環 (750MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
20	10-a	He 大型炉 (1124MWe)	窒化物 被覆粒子	湿式	大規模 (200t/y)	脱被覆+ 先進湿式	被覆法	資源
22	11	水炉 (1350MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	

図 7-6 シナリオごとの総合評価値



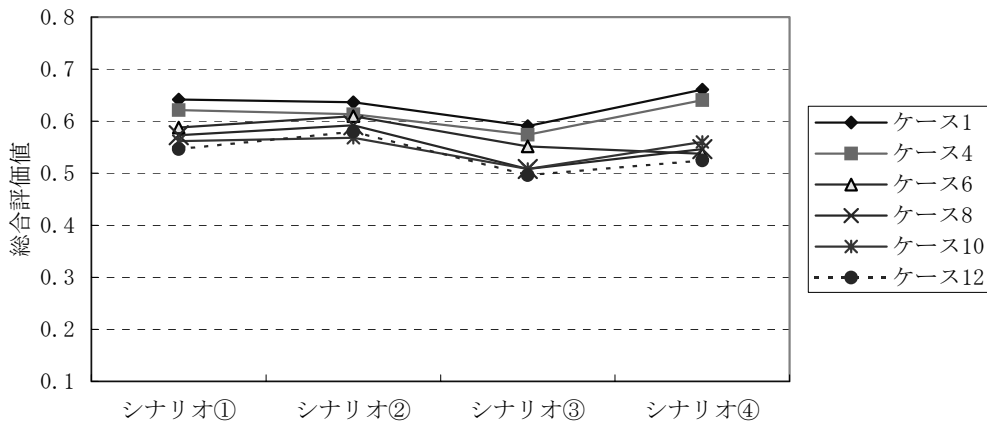
<sup>15</sup> ケース 14 は特殊な例であるとして除外した。

(3) Na 大型炉の評価結果シナリオ依存性

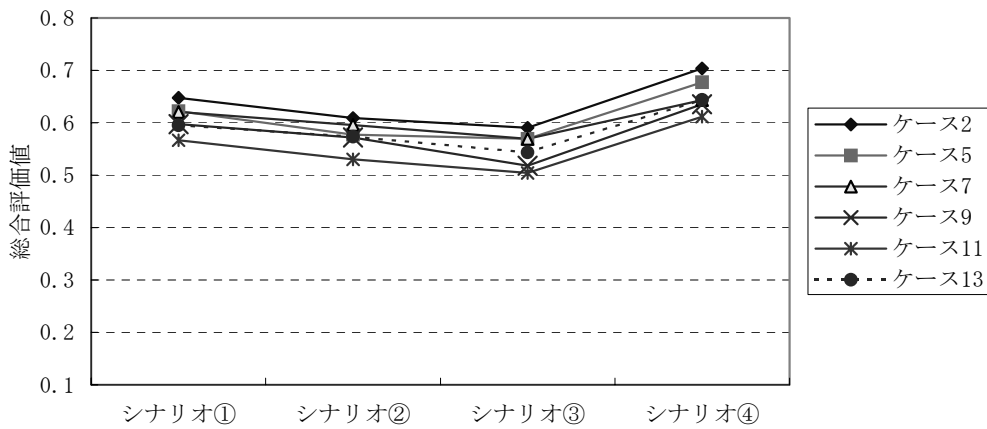
評価対象 22 ケースのうち、Na 大型炉は 13 ケースを占めている（ケース 1～13）。それらを、炉心仕様（資源／経済）に分けて、総合評価値のシナリオ依存性を示した（図 7-7）。シナリオ依存の傾向が他のケースと異なるのはケース 6 であり、燃料サイクルが小規模であることから経済性の得点が他と比較して小さくなっていることが要因である（シナリオ④で評価が下がる）。炉心仕様を“経済”としたケース 7 では、他のケースと同様の傾向を示している。

図 7-7 Na 大型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性

<炉心：資源>



<炉心：経済>





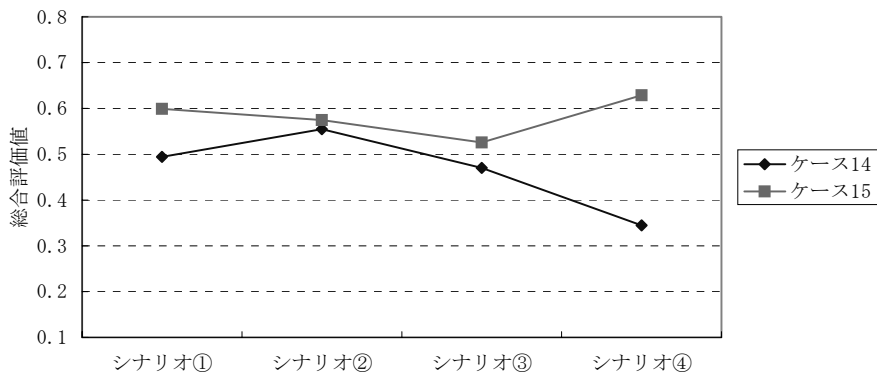
<参考：評価ケースの概要>

ケース	DB	炉	燃料	湿/乾	処理規模	再処理	燃料製造	炉心
1	1-a	Na大型炉 (1500MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
2	1-b							経済
3	1-c							LLFP
4	2-a							資源
5	2-b							経済
6	3-a							資源
7	3-b				経済			
8	4-a				資源			
9	4-b				経済			
10	5-a				資源			
11	5-b				経済			
12	6-a				資源			
13	6-b				経済			
14	7-a	Na中型炉 シングル (750MWe)	MOX	湿式	小規模 (50t/y)	超臨界	簡素化 ペレット	資源
15	7-b	Na中型炉 モジュール (750MWe)						経済
16	8-a	Pb-Bi中型炉 強制循環 (750MWe)	窒化物	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	資源
17	8-b		経済					
18	9-a		資源					
19	9-b	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	経済	
20	10-a	He大型炉 (1124MWe)	窒化物 被覆粒子	湿式	大規模 (200t/y)	脱被覆+ 先進湿式	被覆法	資源
21	10-b							経済
22	11	水炉 (1350MWe)	MOX	湿式	大規模 (200t/y)	先進湿式	簡素化 ペレット	

(4) Na 中型炉の評価結果シナリオ依存性

22 ケース全体を通じ、ケース 14 (Na 中型炉シングル) は総合評価値のシナリオ依存性が大きい。資源有効利用性、技術的実現性、社会的受容性で比較的高得点を得ているのに対し、経済性の得点が突出して低いことが、その要因である。炉心仕様を“経済”としたケース 15 では、ケース 14 のデメリットを補う形で評価されている。特に、シナリオ② (安定供給重視シナリオ：資源性を重視) においても、ケース 15 の得点はケース 14 を上回っており、本評価体系の下では、ケース 14 の経済性がウィークポイントとして顕著に表れる結果となった。

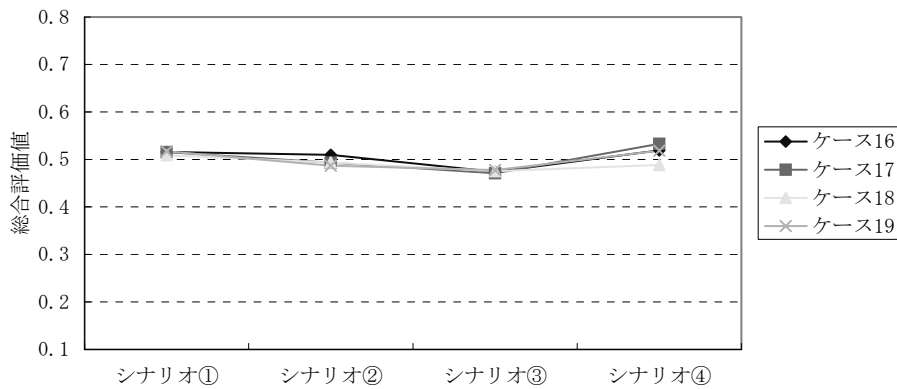
図 7-8 Na 中型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性



(5) Pb-Bi 中型炉の総合評価値シナリオ依存性

Pb-Bi 中型炉の 4 ケースは、経済性、資源有効利用性、社会的受容性、において比較的大きな得点差がある。しかし、本評価体系では、評価結果のシナリオ依存性、および、ケース間の総合評価値の差は顕著には見られておらず、全 22 ケースの中でも、必ずしも相対的に高い評価が得られていない結果となっている。

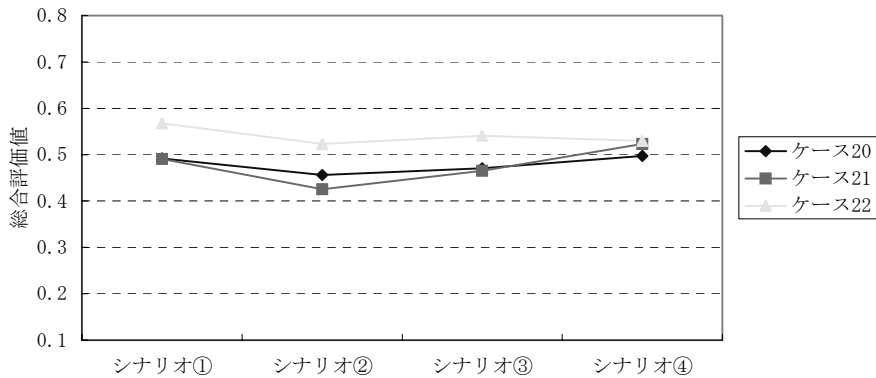
図 7-9 Pb-Bi 中型炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性



(6) He 大型炉、水炉の総合評価値シナリオ依存性

He 大型炉、水炉の総合評価値シナリオ依存性は図 7-10 のとおり。

図 7-10 He 大型炉、水炉各ケースの総合評価値シナリオ依存性



## 7.2 他電源比較評価

### 7.2.1 視点ごとの評価結果

他電源比較評価についても、各ケースの特徴を見るために、視点ごとの評価値を（重みを乗ずる前の値として）表 7-2 に、また、そのレーダーチャートを図 7-11、図 7-12 に示す。

大規模電源比較評価における比較対照電源は、いずれも実用レベルにあるものだが、その中で差をつけるべく効用値を設定したことにより、経済性の得点に大きな差がつく結果となっている。資源供給性では、軽水炉の得点が他と比較して低くなっている。一般的な可採年数としては天然ガスなどと同程度（60年程度）とされているが、埋蔵量の絶対量としては、他の用途にも使用される天然ガスのほうが大きいため、“発電に必要な資源量／埋蔵量”として算出する本評価では、評価結果に差が現れる結果となっている。また、社会不安定影響低減性、心理的バイアス低減性といった視点では、核燃料を使用する電源は総じて得点が得られていない。

中小規模電源比較評価においては、太陽光発電の経済性評価が他と比較して特に低くなっている。発電原価の効用関数設定において、他と比較して著しく大きい値を持つ太陽光発電を最低満足度レベルと設定しており、それによって、他の電源では経済性の得点に差が現れにくくなっている。なお、風力発電の資源供給性は、我が国への導入限界量を考慮した評価となっている点に留意を要する。

表 7-2 視点ごと評価結果（他電源比較評価）

#### <大規模電源>

	経済性	環境負荷低減性	資源供給性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.882	0.863	0.861	0.000	0.150	0.643	0.000
LNG火力	0.196	0.303	0.738	0.500	0.800	0.786	0.334
石炭火力	0.157	0.235	0.859	0.500	0.550	0.786	0.334
軽水炉	0.658	0.729	0.105	0.000	0.500	0.429	0.000
軽水炉 (MOX)	0.527	0.774	0.240	0.000	0.500	0.429	0.000

#### <中小規模電源>

	経済性	環境負荷低減性	資源供給性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
太陽光	0.161	0.776	0.717	1.000	0.500	0.000	0.675
燃料電池	0.124	0.358	0.861	0.750	0.550	0.429	0.416
廃棄物発電	0.156	0.934	0.737	0.750	0.800	0.732	0.458
風力	0.202	0.868	0.604	1.000	0.900	0.214	0.649

図 7-11 視点ごとの評価結果レーダーチャート（大規模電源）

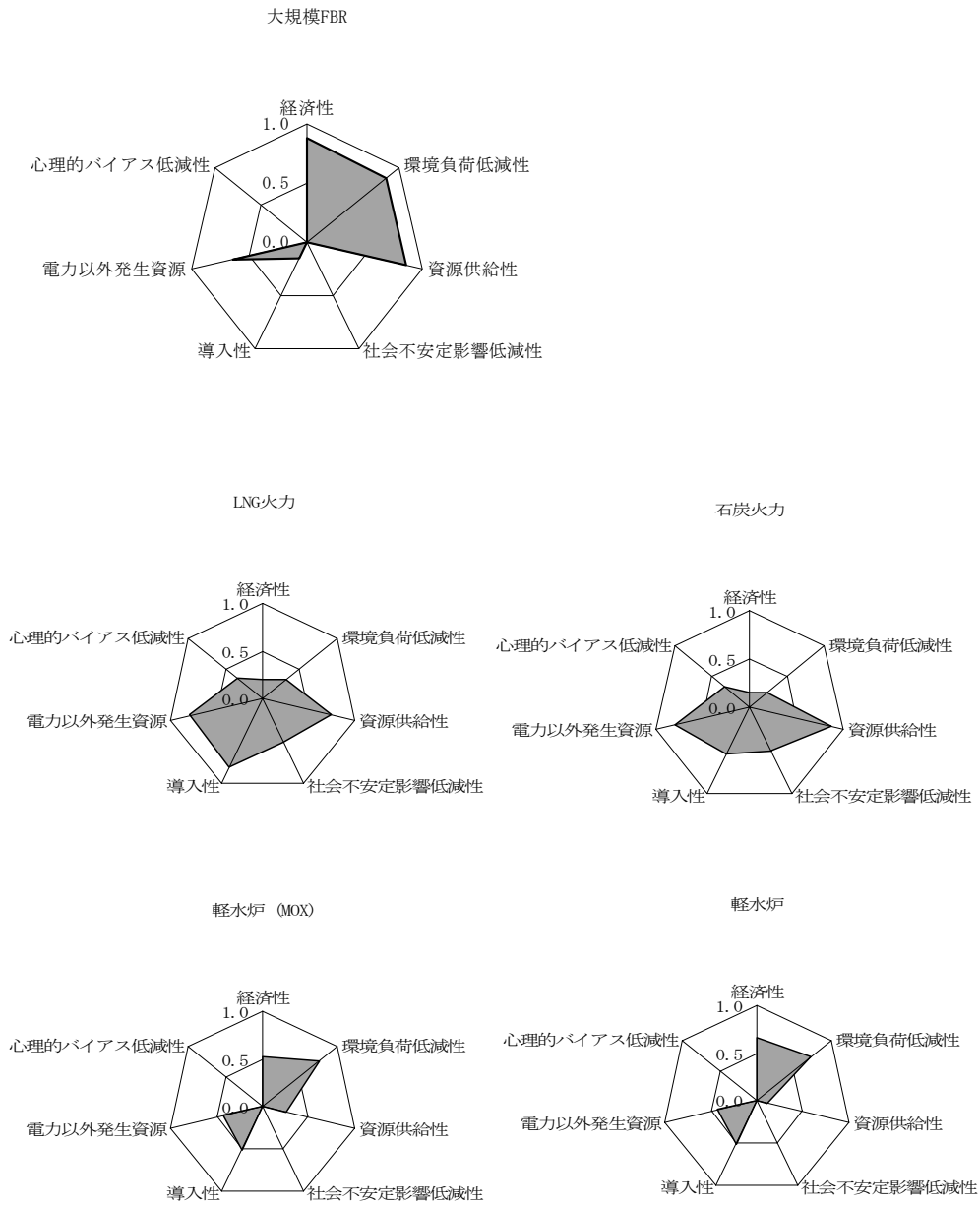
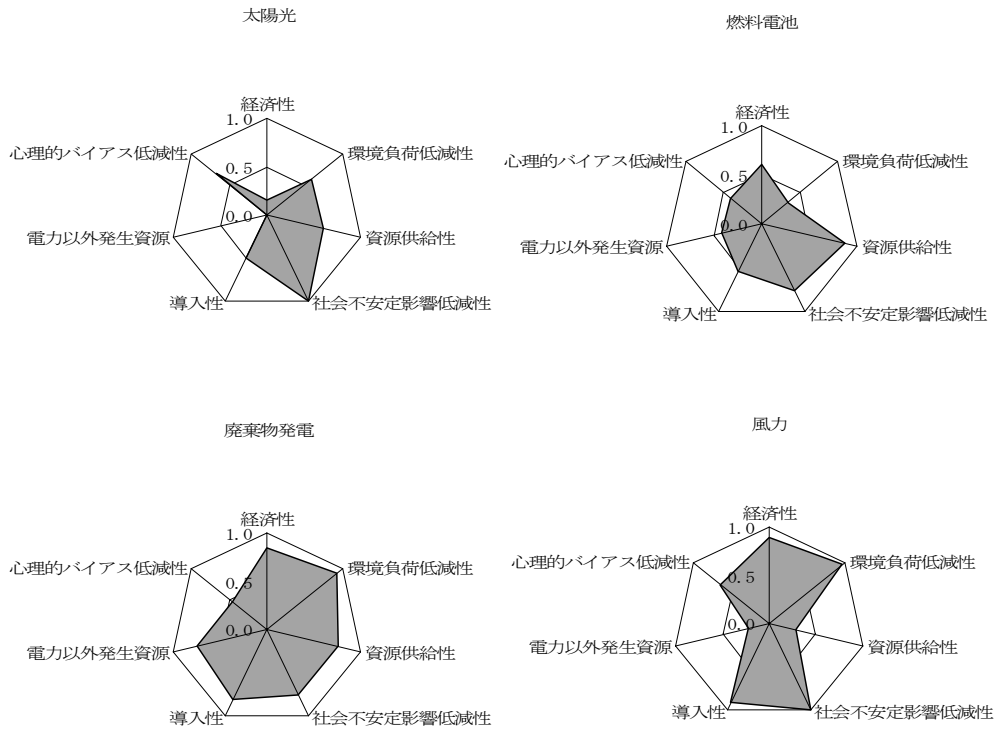


図 7-12 視点ごとの評価結果レーダーチャート（中小規模電源）



## 7.2.2 シナリオごとの評価結果

### (1) 大規模電源比較

まず、各電源について総合評価値のシナリオ依存性を見る（図 7-13）。大規模電源では、安定供給を重視した際（シナリオ②）における軽水炉ワンスルー利用の評価が、他シナリオと比較して小さくなっている。また、石炭火力については、環境を重視するシナリオ③において評価値がやや小さくなっている。その他電源については、順位ベースで見ればシナリオ①～④に対する依存性は大きくない。

シナリオごとの評価結果詳細を図 7-14 に示す。大規模電源では、経済性についてはLNG火力および石炭火力の評価が低くなっており、資源性では軽水炉（ワンスルー）が、また、環境性で石炭火力が、それぞれ低い評価値となっている。それらを反映し、シナリオ②では軽水炉（ワンスルー）が、シナリオ③④では石炭火力が、低い得点を得る結果となっている。

図 7-13 シナリオごとの総合評価値（他電源比較：大規模）

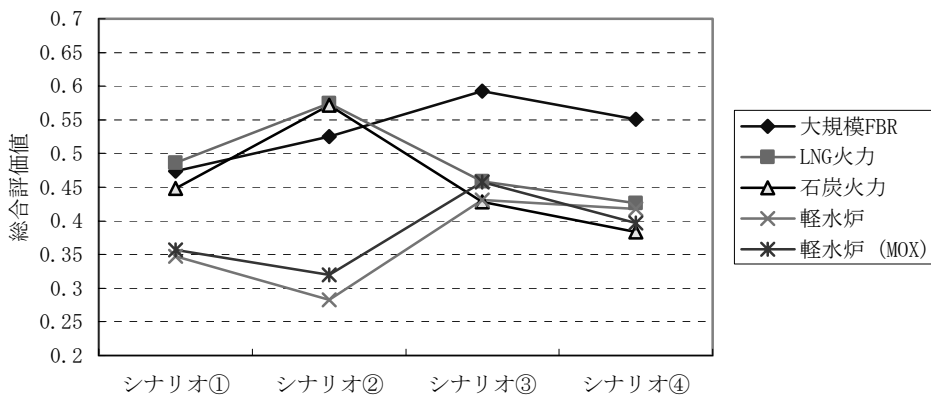
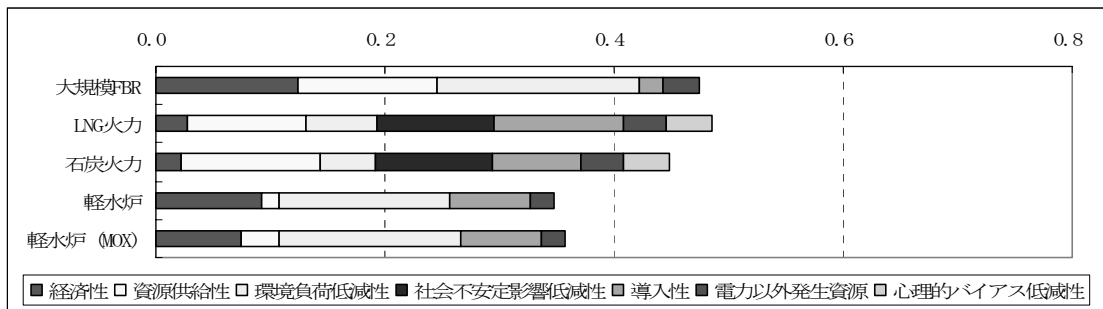


図 7-14 シナリオごとの評価結果（大規模電源比較）

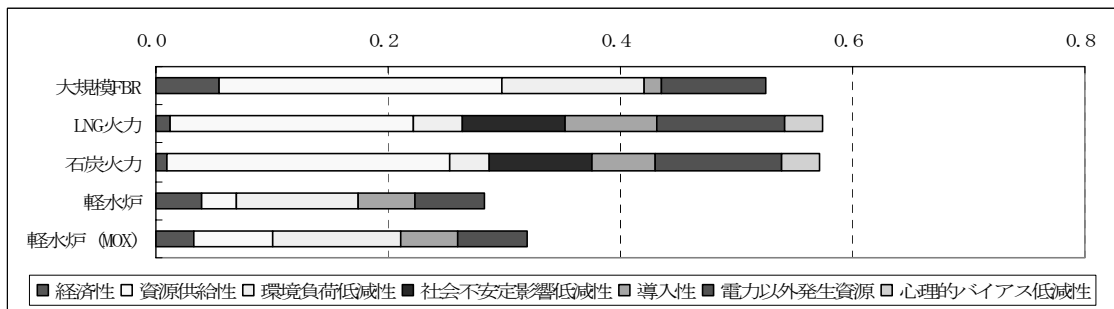
シナリオ①：BAUシナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.474	0.124	0.121	0.176	0.000	0.021	0.031	0.000
LNG火力	0.486	0.028	0.104	0.062	0.102	0.113	0.038	0.040
石炭火力	0.448	0.022	0.121	0.048	0.102	0.077	0.038	0.040
軽水炉	0.347	0.093	0.015	0.149	0.000	0.071	0.021	0.000
軽水炉 (MOX)	0.357	0.074	0.034	0.158	0.000	0.071	0.021	0.000



シナリオ②：安定供給重視シナリオ

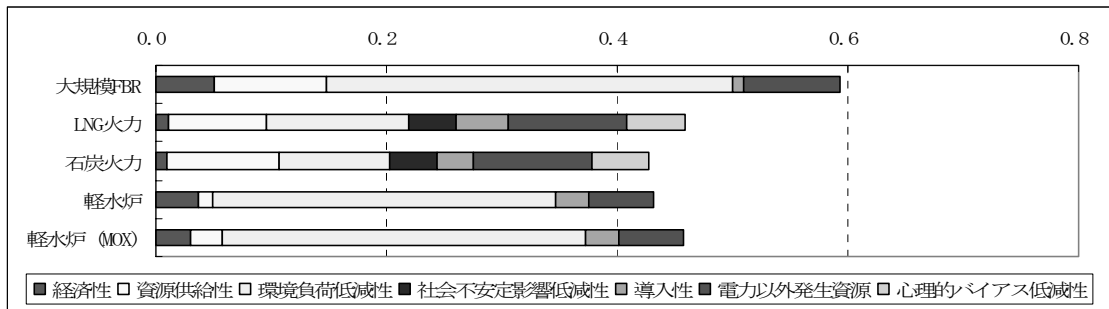
大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.525	0.054	0.244	0.123	0.000	0.015	0.089	0.000
LNG火力	0.574	0.012	0.210	0.043	0.088	0.079	0.109	0.033
石炭火力	0.572	0.010	0.244	0.033	0.088	0.054	0.109	0.033
軽水炉	0.283	0.040	0.030	0.104	0.000	0.050	0.060	0.000
軽水炉 (MOX)	0.319	0.032	0.068	0.110	0.000	0.050	0.060	0.000



(次頁へ続く)

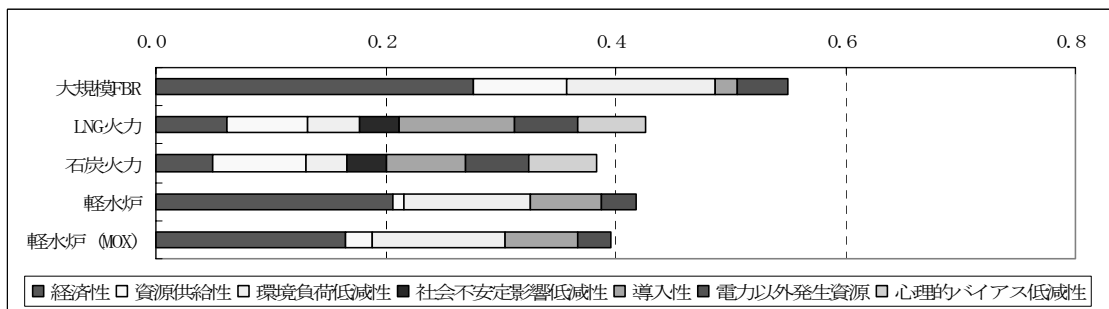
シナリオ③：環境重視シナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.593	0.050	0.098	0.352	0.000	0.009	0.084	0.000
LNG火力	0.458	0.011	0.084	0.124	0.042	0.046	0.102	0.050
石炭火力	0.428	0.009	0.098	0.096	0.042	0.031	0.102	0.050
軽水炉	0.431	0.037	0.012	0.297	0.000	0.029	0.056	0.000
軽水炉 (MOX)	0.457	0.030	0.027	0.316	0.000	0.029	0.056	0.000



シナリオ④：市場原理重視シナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.550	0.276	0.082	0.130	0.000	0.019	0.044	0.000
LNG火力	0.426	0.061	0.070	0.045	0.035	0.101	0.054	0.059
石炭火力	0.383	0.049	0.082	0.035	0.035	0.069	0.054	0.059
軽水炉	0.418	0.206	0.010	0.109	0.000	0.063	0.030	0.000
軽水炉 (MOX)	0.396	0.165	0.023	0.116	0.000	0.063	0.030	0.000





(2) 中小規模電源比較

一方、中小規模電源では、特に太陽光発電にシナリオ依存が見られ、経済性を重視するシナリオ④において評価が大きく下がっている。

シナリオごとの評価結果詳細 (図 7-16) を見ると、中小規模に関しては、現状で商業的に実用化段階 (またはそれに近い段階) にあるといえる風力発電と廃棄物発電は、全てのシナリオにおいて高い評価となっているが、安定供給を重視するシナリオ②において、風力発電の評価がやや小さくなっている。

今後、入力データの精度向上が課題である。

図 7-15 シナリオごとの総合評価値 (他電源比較 : 中小規模)

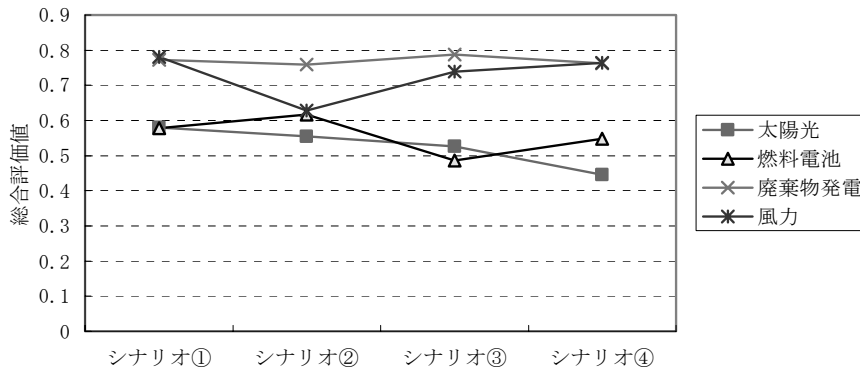
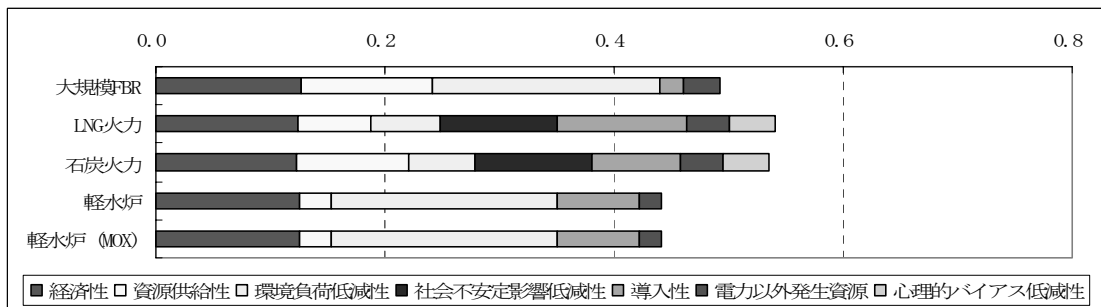


図 7-16 シナリオごとの評価結果 (中小規模電源比較)

シナリオ① : BAUシナリオ

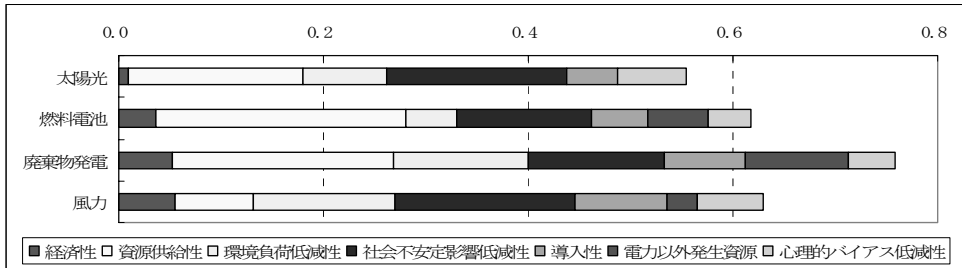
大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
大規模FBR	0.492	0.127	0.115	0.198	0.000	0.021	0.031	0.000
LNG火力	0.541	0.124	0.063	0.061	0.102	0.113	0.038	0.040
石炭火力	0.535	0.123	0.098	0.057	0.102	0.077	0.038	0.040
軽水炉	0.442	0.126	0.027	0.198	0.000	0.071	0.021	0.000
軽水炉 (MOX)	0.442	0.126	0.027	0.198	0.000	0.071	0.021	0.000



(次頁へ続く)

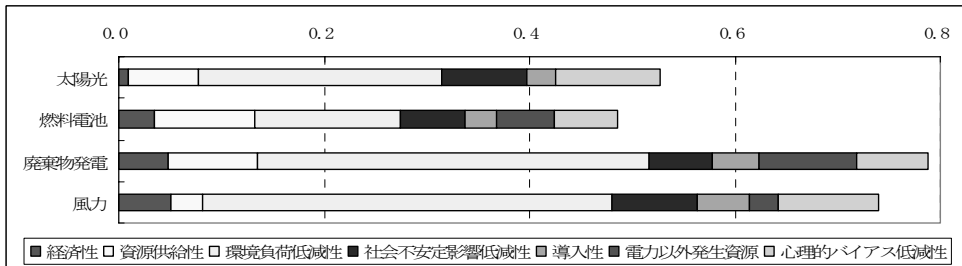
シナリオ②：安定供給重視シナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
太陽光	0.554	0.010	0.170	0.083	0.176	0.049	0.000	0.067
燃料電池	0.617	0.037	0.244	0.049	0.132	0.054	0.060	0.041
廃棄物発電	0.759	0.052	0.216	0.133	0.132	0.079	0.102	0.045
風力	0.629	0.054	0.077	0.139	0.176	0.089	0.030	0.064



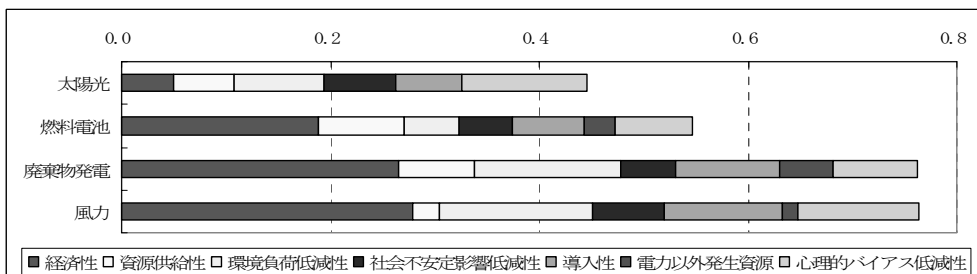
シナリオ③：環境重視シナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
太陽光	0.527	0.009	0.068	0.237	0.083	0.028	0.000	0.101
燃料電池	0.486	0.034	0.098	0.142	0.062	0.031	0.056	0.062
廃棄物発電	0.788	0.048	0.087	0.381	0.062	0.046	0.095	0.069
風力	0.739	0.051	0.031	0.398	0.083	0.051	0.028	0.097



シナリオ④：市場原理重視シナリオ

大規模電源システム	総合評価値	経済性	資源供給性	環境負荷低減性	社会不安定影響低減性	導入性	電力以外発生資源	心理的バイアス低減性
太陽光	0.446	0.050	0.057	0.087	0.069	0.063	0.000	0.120
燃料電池	0.547	0.189	0.082	0.052	0.052	0.069	0.030	0.074
廃棄物発電	0.763	0.266	0.072	0.140	0.052	0.101	0.051	0.082
風力	0.764	0.279	0.026	0.146	0.069	0.113	0.015	0.115



## 8. ヒアリングのまとめ

### 8.1 ヒアリング対象者と日程

ヒアリング対象者と日程は以下のとおり。

表 8-1 ヒアリング対象者（50音順、敬称略）

氏名	所属役職	本調査に関連する専門分野等
内山洋司	筑波大学教授	技術評価，ライフサイクル評価，エネルギーリスク分析、等。
木下栄蔵	名城大学教授	OR 一般。AHP。AHP 支配代替案法などを提案。
佐藤治	日本原子力研究所システム評価研究グループリーダー	長期エネルギー需給分析、等。
土屋智子	電力中央研究所主席研究員	コミュニケーション方策、消費者意識、社会的受容性、等。
長野浩司	電力中央研究所主任研究員	原子力システム分析、原燃サイクルモデル分析、高レベル廃棄物処分場立地の合意形成方策、等
平田賢	芝浦工業大学 先端工学研究機構客員教授	エネルギーシステム工学。 エネルギー，機械関連学会会長を歴任。各種政府委員等も歴任。

(2003年2月現在)

## 8.2 ヒアリング内容のまとめ

6名の専門家に対するヒアリングにより得られた主な指摘事項とそれらに対する対応方針は以下のとおり。なお、指摘の一部には、今年度評価に評価に反映されているものもある。

### 8.2.1 ヒアリングによる指摘事項の取りまとめ

下表には、評価構造関連以外の指摘事項について、その内容と対応方針を記した。評価構造に関する指摘は多岐に及んでいるため、次節で改めて整理した。

カテゴリ	主な指摘事項	対応方針等
評価手法とその運用について	感度分析を実施すべき（重み、入力データ、シナリオの未来予測項目の重み、に対して）	可能な範囲で実施。
	エネルギーに関する評価は、時系列的にダイナミックであるべき。（本評価は、断面でのスタティックなものである）	新たな評価手法の開発が必要であり、今後のやや長期的な課題とする。
	ベネフィット／（コスト・リスク）という評価の示し方が分かりやすくなる。	評価指標を、コスト／ベネフィット／リスクに分類すれば実施は可能であるが、それに先立って、指標構造の見直し等を実施する必要がある。次年度以降の課題と位置付ける。
評価のスタンスについて	誰にとっての評価であるのかを明確にすべき。	今年度は、いわば国民世論的なスタンスから評価となっており、立場が曖昧であるとも言える。評価のスタンスによって、評価指標やシナリオも大きく変化することが考えられる。今年度評価結果を、今後の評価スタンスの検討材料としても役立てることが重要だと思われる。
シナリオについて	目的に合わせて、未来予測項目を十分に絞り込むべき。その際の境界条件も明示すべき。	評価スタンスの明確化にも関連する。“誰の、何のための”評価であるかを明らかにするための検討をした上で、未来予測項目の絞り込みの議論を実施すべきだと考えられる。次年度以降の課題の一つと位置付ける。
	シナリオは、電源選択に関連した「エネルギーシナリオ」とも言うべきストーリーとすべき。（現状では、FBR選択にどのように関連するのかが明らかでなく、外側だけが述べられているイメージ）	今年度取り上げたシナリオ①～④については、エネルギー基本計画との関連で検討をいしたが、次年度以降の評価においても、シナリオについてはさらに検討が必要であろう。

次ページへ続く

その他	指標構造については、指標の内容・必要性・ネーミングにわたって詳細な指摘多数。	評価指標構造に対しては、ヒアリングによる指摘次項だけでなく、感度分析結果、評価のスタンスと目的の検討結果、等も含めて、改訂方針を検討する。次年度以降の課題と位置付ける。
	シナリオ設定も含めた評価の実施にあたって、他分野の専門家も含めた大勢での議論が必要。	次年度以降、評価を実施する際に手法の一つとして検討する。
	未来い予測項目として、電力自由化との関連を十分に説明すべき。	評価のスタンスとも関連するため、その議論の中で、特に「電気事業者にとって」という評価において重要な項目になると思われる。今年度は、シナリオの内容とその作成プロセスにおいて電力自由化をどのように扱ったかを明確に記述するに留める。
	入力値設定でのデルファイ法の活用を検討すべき。	次年度以降の手法の一つとして検討する。

### 8.2.2 評価構造に関する指摘事項

評価構造については、構造全体から末端の指標まで、下記のような多岐にわたるコメントを頂いた。これらコメントに対する今後の対応方針（対応の是非も含めて）については次年度以降に検討することとするが、ここでは、対応の容易度を整理した。

#### <FBR 候補概念間比較評価構造について>

視点	指摘内容	容易度
経済性	2030 年における発電原価を十分な信頼性を持って設定することは困難だ。	他の指標で置き換えることも、発電原価を十分な信頼性をもって設定すること同様に困難だと思われ、難易度が高い。
資源有効利用性	効用値の決め方において、基準が多すぎて理解しにくい。人口については固定するなどの工夫が望まれる。	満足値設定の計算において、前提条件を変更することで対応は可能。
環境負荷低減性	被ばく影響は、法令を満たせばそれでよく、“足切り”的評価で十分だと思う。	足切り評価に切り替えることは、比較的容易と考えられる。
核拡散抵抗性	制度面、技術面をはっきりと分類すべき。	詳細な検討が必要。対応することは必ずしも容易ではない。
技術的実現性	必要資金と、開発期間や開発ステージはリンクすることを考慮した評価をすべき。	各評価対象の開発ステージや、想定する導入時期が設定されていれば、リンクすることは可能であるが、そのロジックの構築には検討を要する。

次ページへ続く

	リスクや資金の幅については、絶対値よりも%で評価すべき。	算出手順を変更することで対応可能。
社会的受容性	誰に対する受容性かを明示すべき。	本評価の位置付けそのものを明確にするための議論が必要である。
	「ハザード」と「確率」を分けて評価すべき。	枠組みとして分類することは可能だと考えられるが、その入力値を設定することは必ずしも容易ではない。

<他電源比較評価構造について>

視点	指摘内容	容易度
経済性	投資回収と同様に、技術開発資金の回収性も評価すべき。	誰がどのような形で技術開発資金を回収すると設定するのかについて議論を要する。例えば国民全体として回収するならば、国民経済的な便益を定量化する必要がある。また、技術開発にトータルでどの程度かかったのか、といった入力値設定にも時間的コストがかかる。
	負荷追従しないことを経済性のマイナスとする評価は必要ない。(比較電源の位置付けを定めた上で比較評価を実施すべき)	負荷追従に関する項目を削除することで対応自体は容易。
	KW あたりの投資額だけでなく、UNIT あたりの投資絶対額も評価すべき	入力値に想定規模 (kW) を乗ずることで対応は可能。
資源供給性	エネルギーセキュリティに関する指標は、2030年以降について評価することは困難だ(国際関係等の状況が変化する)。	2030年時点の国際社会の動向を設定することは困難である。設定値をシナリオ依存とするなど、評価の枠組み自体に変更を加える方向での検討も必要になり、対応にあたっての難度は高い。
	他用途性は不要な指標だ。	他用途性の項目を削除することで対応自体は容易。
環境負荷低減性	生態系への影響も考慮すべき	構造に組み込むことは容易であるが、その入力値の設定には検討を要する。
社会不安定影響低減性	現状では、原子力特有のハンディキャップとなっている。石油等、戦略物資であることに起因する要因を抽出して指標化することも検討してはどうか。	難度の高い検討を要する。
導入性	予算の大きさよりも、開発必要資金に対する予算規模の割合を評価すべき。	評価構造に組み込むことは可能であるが、必要資金を定性評価している現状では、入力値の設定が困難。

次ページへ続く

	技術的実現性については、成功確率も含めるべき。	評価構造に組み込むことは可能であるが、入力値の設定が困難。
	「学生からの人気」は、2030年においては状況が変化するため無意味ではないか。	項目を削除することで対応可能。
心理的バイアス低減性	評価構造が細かくなっているが、重みが必ずしも大きくなるのなら、簡略化すべきではないか。	構造の簡略化は可能ではあるが、入力値として具体性を持った項目を最下位指標に残すことに留意すべきだ。
	「未知性」は、日本人にはあまり関係がないファクターだという指摘がある。	「未知性」を削除することで対応自体は可能であるが、不必要かどうかの検討は十分に行うべき。
エネルギー以外発生資源	同視点そのものが、不要ではないか。電源としての評価において、あまり重要とは思われない。	同視点を削除することで、対応自体は可能であるが、不必要かどうかの検討は十分に行うべき。

以上

参考文献

- [1] 核燃料サイクル開発機構、「FBR サイクルの多面的評価手法の改良（株式会社三菱総合研究所業務委託報告書） JNC TJ9400 2001-013」 2001 年
- [2] 核燃料サイクル開発機構、「目標達成度評価システムの機能拡張（株式会社三菱総合研究所業務委託報告書） JNC TJ9400 2002-003」 2002 年
- [3] 木下栄蔵、「成功と失敗の科学」、徳間書店、2003 年 8 月
- [4] 総合エネルギー調査会原子力部会第 70 回資料（1999 年）
- [5] 佐藤、他、「我が国における二酸化炭素削減戦略と原子力の役割」、JAERI-Research99-015、1999 年
- [6] IEA、「World Energy Outlook : 2002」
- [7] （財）省エネルギーセンター、「エネルギー・経済統計要覧 2002」
- [8] 核燃料サイクル開発機構、「投資対効果システムの開発（株式会社三菱総合研究所業務委託報告書） JNC TJ9400 2001-018」 2001 年
- [9] 資源エネルギー庁長官官房総合政策課編、総合エネルギー統計平成 13 年度版
- [10] 経済産業省、「総合資源エネルギー調査会総合部会 エネルギーセキュリティワーキンググループ報告書」、平成 13 年
- [11] 核燃料サイクル開発機構、「FBR 研究開発の投資対効果評価システムの詳細検討（株式会社三菱総合研究所業務委託報告書） JNC TJ9440 2000-011」 2000 年
- [12] 財務省、貿易統計
- [13] 電力中央研究所、「電中研ニュース No.338」、2004 年 2 月
- [14] IAEA、「Uranium 2001: Resources, Production and Demand」
- [15] 関 和希、「風力発電の現状と課題風力発電の現状と課題」 2000 年 10 月、経済産業省資料
- [16] 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「風力発電導入ガイドブック」、1998 年
- [17] 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「風力発電導入ガイドブック」、2000 年
- [18] 新エネルギー・産業技術総合開発機構、「大型風力発電システムの開発（風況観測）」、1993 年
- [19] 新エネルギー・産業技術総合開発機構ホームページ、「太陽光発電・技術開発動向および課題」（<http://www.nedo.go.jp/nedata/12fy/01/i/0001i001.htm>）
- [20] シーメンス・ウェスチングハウス社ホームページ（<http://www.siemenswestinghouse.com/en/fuelcells/benefits/index.cfm>）
- [21] 新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」、2003 年
- [22] 環境省地球環境局、「4 つの社会・経済シナリオについて」、2001 年 6 月
- [23] 「21 世紀日本の構想」懇談会、「日本のフロンティアは日本の中にある - 自立と協治で築く新世紀-」、2000 年 1 月
- [24] OECD/NEA、「Nuclear Development , Society and Nuclear Energy（日本語版）」、2003 年
- [25] OECD/NEA、「Nuclear Development. Society and Nuclear Energy : Towards a better understanding」（2002）
- [26] 国立社会保障・人口問題研究所、「日本の将来推計人口（平成 14 年 1 月推計）」
- [27] 新田義孝、「地球環境論」、培風館、1997 年
- [28] 中西、木下、「集団意志決定ストレス法の集団 AHP への適用」、日本オペレーションズ・リサーチ学会論文誌、41（4）（1998）
- [29] 近藤、「21 世紀のエネルギー問題と技術開発のあり方」、季報エネルギー総合工学、第 20 巻第 3 号（2003）