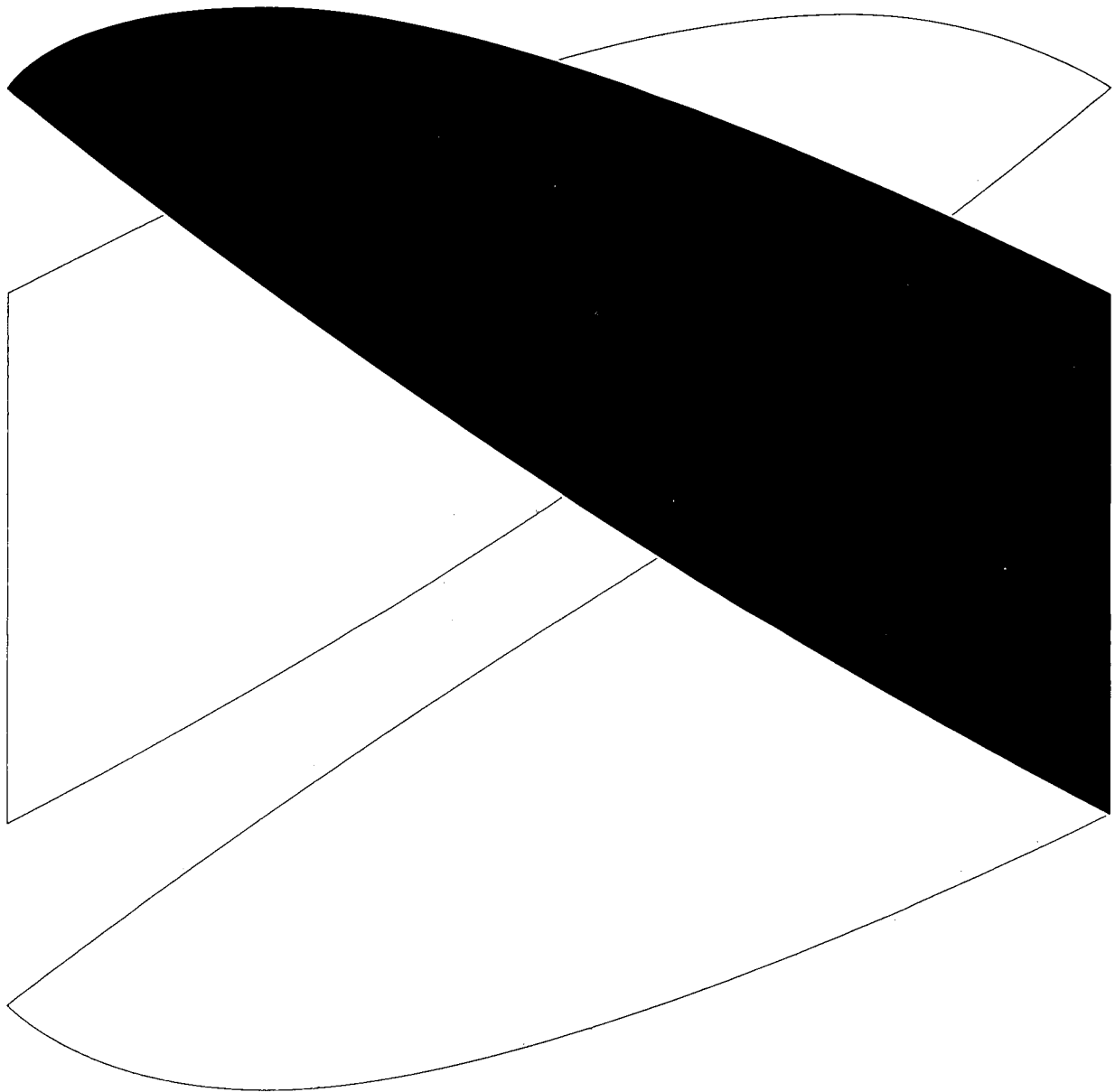


ISSN 0387-0782

# 電力經濟研究



No.48

2002.10

財団法人 電力中央研究所 経済社会研究所

## 「電力経済研究」

「電力経済研究」は、経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連した研究成果等を掲載し、学術の振興に寄与することを目的とした雑誌です。年2回の刊行を原則とし、広く一般からの投稿を受け入れております。

### 1. 原稿の種類と内容

電力経済研究の原稿には次のようなカテゴリーがあります。

#### (1) 論文

主題、内容、手法等に新規性を有し、当該分野の発展に貢献すると思われる研究成果を報告したもの。また、特定の主題に関する一連の事象を実態調査を通して、あるいは特定の主題に関する一連の研究及びその周辺領域の発展を著者の見解にしたがって総括的かつ系統的に報告したもの。

#### (2) 研究ノート

総合的な報告までには至らないが、その研究途上で得られた有用な分析手法に関して記録にとどめておく価値があると認められたもの。特に、テクニカルな分析手法を特徴とするもの。

#### (3) 研究紹介

既発表の論文または著作について著者自身がその概要を紹介するもの。

#### (4) 解説

内容等が時宜にかなっている、あるいは研究分野の新たな潮流を扱うなどによって、広く読者の理解を助けることを目的として書かれたもの。

#### (5) 内外動向

経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連する国内外の新たな動向を紹介するもの。

#### (6) 文献紹介

経済、経営、エネルギー・電力、環境等に関連する推奨文献を紹介するもの。

### 2. 著作権等について

原稿の採用、雑誌の編集等については、「電力経済研究」編集委員会がその責任を負います。しかしながら、各論文等の内容については、筆者にその責があります。

また、本誌に掲載されたすべての原稿の著作権は(財)電力中央研究所に帰属します。他の出版物等に転載を希望する場合には、「電力経済研究」編集委員会の承諾を得てください。

### 編集委員

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 内田 | 光穂 | 浅野 | 浩志 |
| 桜井 | 紀久 | 山本 | 博巳 |
| 馬場 | 健司 | 北村 | 美香 |
| 田頭 | 直人 |    |    |

<電力経済研究 NO.48>

目 次

<論 文>

欧州諸国の高レベル放射性廃棄物処分政策と民意の反映……………長野 浩司……………1

将来の家庭用エネルギー機器選択に与える技術経済要因分析

—固体高分子燃料電池・電気温水器間の競合条件—……………今村 栄一……………19  
浅野 浩志

カリフォルニア州電力自由化プロセスに関する政治経済的事例研究……………小中山 彰……………29

<研究ノート>

高齢化の影響を織り込んだ消費モデルの開発……………若林 雅代……………45

[研究紹介]

エネルギー輸送に着目した中国山東省電力部門のモデル分析……………今中 健雄……………55

[内外動向]

金融工学と電力

—米国におけるリアル・オプションの適用を中心に—……………服部 徹……………59

[解 説]

リスクコミュニケーションとコンセンサス・ビルディング……………小杉 素子……………63



# 欧州諸国の高レベル放射性廃棄物処分政策と 民意の反映

## High Level Radioactive Waste Management Policies and Reflections of Citizens' Opinions in Selected European Countries

キーワード:原燃サイクルバックエンド、高レベル廃棄物、地層処分、  
政策決定、民意

長 野 浩 司

原子力エネルギー利用を行ってきた諸国において、高レベル放射性廃棄物の処理処分は現在最も重要な問題と認識され、その解決に向けた努力が図られてきている。使用済燃料の直接処分政策を採る国、再処理リサイクル及びガラス固化体の処分政策を採る国のいずれも、処分方法としては深地層処分を採用することが提案されているが、実際に地層処分を行う処分場の特定地点への立地に関する決定を下し得た国は、これまでのところ米国とフィンランドのみである。本報告では、高レベル廃棄物処分の実現に向けて、独自の取り組みをみせている欧州各国の中から、フィンランド、スウェーデンを例として取り上げ、地層処分の実現に向けた政策決定及び処分場立地のプロセスについて考察し、今後独自のプロセスに着手していく日本としての教訓を汲み取るよう試みる。現地調査を中心に情報収集と分析を加えた結果、以下の結論を得た。

- (1) フィンランドの原子力政策決定の特徴は、原則決定(DiP)手続きによる決定事項の確認、国とくに議会の関与、及び市民の社会システムに対する高い信頼感である。
- (2) スウェーデンのオスカーシャムにおいては、地元議会の率先した取り組みにより、高レベル廃棄物問題についての意思決定能力基盤（コンピタンス）の構築を図り、市民に問題の所在と責任ある決定への心構えを植えつけることに成功した結果として、処分場立地問題に対する前向きな取り組みと意思決定を実行してきている。
- (3) 立地プロセスの推進においては、信頼関係の喪失という失敗を招くことは大きな時間的・経済的損失を意味する。成功の要件として、立地点の地元に関わる問題への心理的拒絶感が小さいこと、原子力に関わる問題を理解し判断する能力及び人材があること、立地を提案されている当該施設及び当該の問題に留まらず、地域社会としての望ましい将来像の議論を通じた決定が下されること、を提唱する。

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| 1. 目的と概要                 | 3.1 スウェーデンの HLW 政策の概要 |
| 2. フィンランドの HLW 処分場立地プロセス | 3.2 オスカーシャム市の立地推進活動   |
| 2.1 フィンランドの HLW 政策の概要    | 3.3 考察                |
| 2.2 原則決定(DiP)            | 4. その他の国々の動静：スイス、英国   |
| 2.3 世論調査と議決結果にみる民意       | 5. 立地プロセスに関する考察       |
| 2.4 地元への経済的影響            | 6. 結言                 |
| 2.5 考察                   | 参考文献                  |
| 3. オスカーシャム・モデル           |                       |

### 1. 目的と概要

原子力エネルギー利用を行ってきた諸国に

において、高レベル放射性廃棄物<sup>1</sup>の処理処分は

<sup>1</sup> High Level Radioactive Waste, HLW。本文中では、以下 HLW として注釈無く略記するが、使用済燃料の

現在最も重要な問題と認識され、その解決に向けた努力が図られてきている。米国やスウェーデン、フィンランドなどワンスルー政策（処分の対象は使用済燃料）を採る国、日本をはじめフランス、オランダなど再処理リサイクル政策（処分の対象はガラス固化体）を採る国のいずれも、処分方法としては深地層処分を採用することが提案されているが、実際に地層処分を行う処分場の特定地点への立地に関する決定を下し得た国は、これまでのところ米国<sup>2</sup>とフィンランドのみである。

他方、日本では、2000年6月に「特定放射性廃棄物処分に関する法律」が公布され、同法に基づいて2000年10月にはHLW処分の実施主体である原子力発電環境整備機構(NUMO)が設立された。2002年秋には、同機構が公募方式による「概要調査地区」選定に向けて動き出すといわれており、日本独自の立地プロセスに向けて動き出すことになる。平成40年代後半とされる最終処分の開始までの道のりは長い、上記のように諸外国の例を見るに、優れて日本の社会、経済、文化的環境に合致したプロセスを創案しながら実行しなければならないという意味で、失敗は許されず、また時間の浪費も許されない。

本報告では、HLW処分の実現に向けて、独自の取り組みをみせている欧州各国の中から、フィンランド、スウェーデンを例として取り上

げ、地層処分の実現に向けた政策決定及び処分場立地のプロセスについて考察し、今後独自のプロセスに着手していく日本としての教訓を汲み取るよう試みる。具体的には、2001年10月、2002年6月に実施した現地調査<sup>3</sup>において、関係者への面談による聴取や、入手した資料等の分析により考察を進めた。なお、本報告は、(社)日本原子力学会バックエンド部会2002年夏期セミナーでの講演内容<sup>[1]</sup>を素材とし、大幅に加筆修正したものである。

## 2. フィンランドのHLW処分場立地プロセス<sup>[2]</sup>

### 2.1 フィンランドのHLW政策の概要

フィンランド国内には、Loviisa（旧ソ連 Atomenergoexport 社製 PWR (VVER-440/V-213) 2基、電気出力488MWe×2）、Olkiluoto（スウェーデン ASEA Atom 社製 BWR 2基、電気出力840MWe×2）の2つの原子力発電所サイトがあり、このうちLoviisa発電所の使用済燃料は旧ソ連に返送、Olkiluoto発電所の使用済燃料は当面構内貯蔵で対処し、将来時点で地層処分することが従来の計画であった。

HLWの地層処分について、1983年に下された政府決定により、2000年の正式決定を目指した「段階的プロセス」に着手することとなった。Olkiluoto発電所を所有するTVO社(Teollisuuden Voima Oy)は、直ちに国内の全「地層ブロック」の文献調査に着手し、5年間の研

直接処分を選択した国においては使用済燃料、再処理政策を採る国においてはガラス固化体を指すものとする。

2 米国では、ネバダ州ユッカマウンテンに使用済燃料処分場を建設するとの米国エネルギー省エイブラハム長官の勧告(2002年1月10日)をブッシュ大統領が承認した(2月15日)が、ネバダ州グウィン知事は拒否権を発動、4月9日に不承認の通告を連邦議会上・下院議長に提出した。最終決定は連邦議会に委ねられ、下院(5月8日)に続いて上院も7月9日に政府方針案の支持を決議し、知事の拒否権を覆した。7月23日にはブッシュ大統領が議会決議に署名し、ユッカマウンテンサイトへの処分場設置が決定した。

3 2001年10月の調査(フィンランド他)は日揮(株)、2002年6月の調査(スウェーデン他)は(財)エネルギー総合工学研究所との協力の下に、各々実施した。調査に同行を戴いた日揮(株)の小山田潔、(財)エネルギー総合工学研究所の蛭沢重信、(株)ペスコの鳥飼誠之の各氏には、ここに深甚なる謝意を表す。加えて、本稿をまとめる上で貴重なご指摘とご意見を戴いた、匿名の査読者お二方を含む多数の方々に、厚く御礼を申し上げる。本報告は、専ら筆者の見解を記したものであり、上記の方々並びに御所属機関の見解を反映するものではない。本報告における誤りは、全て筆者のみの責に帰するものである。

究を経て1987年に5つの地点(地区)を処分場候補地点として選定、公表した。

1994年には、原子力法の改正が行われ、原子力に関わる事項の決定は、政府決定に加えて議会の承認手続きを必要とすると同時に、使用済燃料の輸出入を禁止した。前者の決定により、政府・議会がともに原子力問題に対するコミットメントを明示するとともに、後者の決定で、旧ソ連製VVER型炉であるLoviisa原子力発電所の使用済燃料問題を「新たに出現した自国の問題」として直視し、「フィンランドの使用済燃料はフィンランド国内で適切に対処すべきである」との国民レベルでの現実的な認識の共有を促す結果となり、段階的プロセスの推進にも拍車がかかることとなった。

また、Loviisa発電所を所有するIVO社(Imatran Voima Oy、現在はFortum Power and Heat、以下FORTUM社と略記)が、TVO社と協力して地層処分問題に取り組むこととなり、フィンランドの原子力産業界の一致協力体制が整った。

現地掘削調査を含む詳細研究の末に、1993年に最終候補地点として、以下の4自治体を提案した。すなわちEurajoki, Loviisa, Kuhmo, Äänekoskiである。

POSIVA社は、フィンランドにおける使用済燃料の最終処分の実施主体として、1995年10月に設立された。発生する使用済燃料の量に応じて、TVO社が60%、FORTUM社が40%の株式を保有している。2001年10月時点では人員は約30名、半数がヘルシンキ本社に、残り半数がOlkiluoto事務所に勤務しているが、2002年8月までに本社機能のEurajoki市内への移転(後述)を完了したとのことである。

POSIVA社は、使用済燃料の処分場の設置、運転、閉鎖を主たる任務とし、加えて原発の運転等に伴って発生する低レベル廃棄物の処理処分、廃止措置の実施、及び廃炉廃棄物の処理

処分を実行する電力会社に対する技術的支援を行う。取締役会で承認された事業計画に基づいて、運営資金が親会社から支払われる、非営利民間企業<sup>4</sup>である。

地層処分事業のための資金措置は、1987年の原子力法の全面改正に伴い導入された。現存4基全ての廃止措置完了までの間に発生する費用を見積もった上で、毎年3月末時点で所要の全費用を、通商産業省(KTM)の監督下にある「国家放射性廃棄物管理特別会計」に積み立てることが義務付けられている。ただし、電気事業者は、この特別会計から総額の75%を「借り返す」ことを許されており、自らの経営資金として活用が可能である。貸し出し金利は、欧州標準金利が適用される。同特別会計からPOSIVA社の運営資金が直接支払われることはないが、将来POSIVA社の事業進捗(処分場の建設)に伴ってそれ以降の所要費用が減少するので、同会計の残高も自然に減少していき、POSIVA社の全ミッション完了をもって同会計も消滅することになる。同制度は、計画終了よりはるかに以前の時点から所要の全額を積み立てる点で効率性に劣るが、「借り戻し」の機能を与えることでその欠点を補いつつ、将来所要となる総額とその積み立て・運用状況に関する情報が公開されることにより、透明性に優れている。

使用済燃料処分の全体計画は、当初は現存の原子炉4基に加えて、将来新規に設置される予定であった原子炉2基をも念頭においたものであったが、その後原子力発電所新設の可能性が1基に絞られたこと<sup>5</sup>を踏まえて、新設炉か

4 TVO社も同様の経営形態である。

5 フィンランドの第5原子力発電所の新設について、政府の「原則決定」(2002年1月、原則決定については後述)に続き、国会が2002年5月24日に採決を行い、107対92で可決承認された。発電用原子炉の新設は1993年9月にも国会で採決が行われ、当時は90対107で否決されている。このように、フィンランドでは、原子力エネルギー自体についての世論

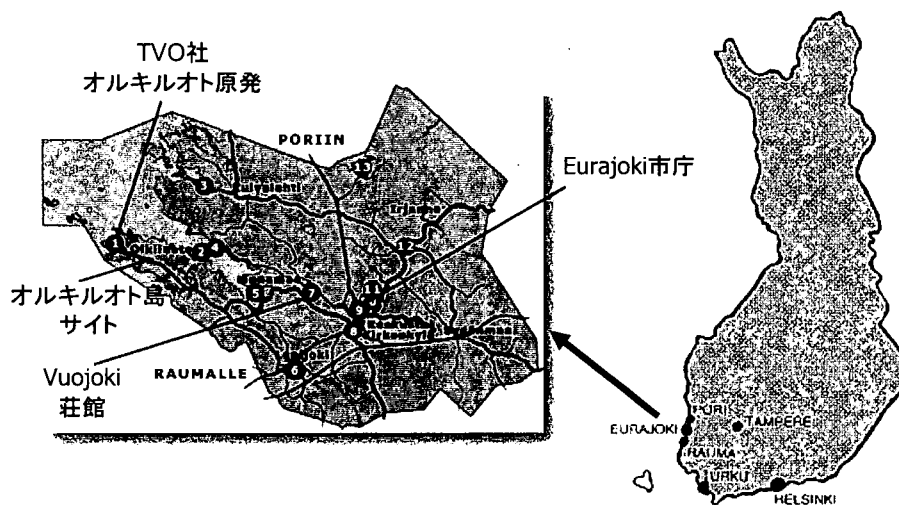


図1 フィンランド Eurajoki 市

(出典：Eurajoki 市 www サイト：<http://www.eurajoki.fi/> より筆者が作成)

らの使用済燃料については別枠で検討する<sup>6</sup>こととされている。

最後に、規制当局の果たす役割について述べる。フィンランドの原子力規制当局 STUK<sup>7</sup>は、原子力分野の全ての活動にわたって、許認可を発給した団体を規制監督する。この意味では、POSIVA 社は未だに運転や建設の認可を受けていないため、直接の規制対象となっていない。しかし、POSIVA 社が政府に提出する各種公式文書(毎年の事業計画、5年間の研究開発計画、今後2010年までの建設認可申請に向けた研究開発計画、及びそれら研究開発の個別報告書)などは、政府から STUK に審査を諮問され、STUK でレビューを行う。STUK、POSIVA 社の双方とも、現状では相互に直接の義務を負うものではないが、将来の許認可関連作業に向けた情報交換と意思疎通を図っておくことを有

益と認識した上で、先取的な規制監督を行っている。

STUK でのレビューにおいては、大学や国立研究所などの国内・国外の専門家の助力を仰ぎながら進められる。フィンランドでは、STUK とりわけその助言者としての「専門家」に対する一般市民の信頼が厚く、これが STUK の業務を進める基盤となっている。

STUK は、組織としては独立行政法人であるが、運営資金は厚生省から(一部、緊急時の公衆保護対策関連の活動については内務省からも)出ており、原子力推進当局である通商産業省からの独立性を維持している。

## 2.2 原則決定(DiP)

1997-99年にかけて、実施主体 POSIVA 社では、上記4候補サイトを対象に、環境影響評価(Environment Impact Assessment, EIA<sup>[3]</sup>)を実施した。技術的には4サイトとも設置が可能との結論を得たが、結局1999年5月に、Eurajoki 市 Olkiluoto 地区(図1参照)を唯一の最終候補地点とする「原則決定(Decision in Principle, DiP)」の申請を政府に対して行った。

は(チェルノブイリ事故直後の状況からは好転してきたとは言え)割れている。それにも拘らず、HLW 処分場立地が進展しているという事情は注目される。  
<sup>6</sup> 脚注5の第5発電所に関する原則決定の承認に併せて提案された原則決定により、HLW 処分場の設計設備容量を4,000MTUから6,500MTUに拡大された。  
<sup>7</sup> 放射線・原子力安全機関。 <http://www.stuk.fi/>



表 1 Eurajoki 市議会の 2000 年 1 月の議決結果と会派別内訳

| 政党・会派         | 賛成 | 反対 | 備考      |
|---------------|----|----|---------|
| 中央党(Agrarian) | 7  | 5  | 旧名「農民党」 |
| 社会民主党         | 8  | 1  |         |
| 「穏健」連合        | 4  |    |         |
| 左翼連合          | 1  | 1  | 旧共産党    |
| 合計            | 20 | 7  |         |

原則決定とは、原子力問題など社会全体の利害に関わる問題について、全てを一気に決めてしまうのではなく、社会全体の利益に適合と判断され、よってその時点で合意可能な「決定の範囲」を明確にした上で是非を問い、決定を得る、フィンランド独自の手続きである。このことにより、事業を推進する主体が、原則決定済みの事項を超えて「暴走」することを未然に抑止する。さらに、原子力法改正により原子力に関わる事項には国会の承認を義務付けたことで、原子力に関わる DiP には国会の関与と責任を明示し、DiP への信頼感を裏打ちしている。

Olkiluoto 地区を唯一の最終候補地点として選定した理由は、同地区に所在する Olkiluoto 原子力発電所が国内最大の廃棄物発生源であることに加えて、上記 EIA における 4 候補地点における世論調査(次節参照)において支持率が高く、また強硬な反対が存在しなかったことである。

その後、2000 年 1 月の Eurajoki 市議会における処分場設置の承認議決を経て、2000 年 12 月に政府の「Olkiluoto 地区に処分場を設置する前提で、岩種の詳細特性試験を実施する」旨の「原則決定」が下された。議会での議論は予定よりも時間がかかったが、最終的には上述の通り 2001 年 5 月 18 日に 159 対 3 の圧倒的多数をもって政府の原則決定を承認した。議論を尽くした結果、緑の党など原子力利用に反対する会派も賛成票を投じたとのことである。

なお、フィンランドの段階的プロセスにおいては、今後詳細調査を行った結果、もし

Olkiluoto 地区に致命的な欠陥が発見されれば、POSIVA 社は「一つ前の段階」、すなわち「4 候補サイトからの選定」に立ち戻り、新たに何らかの「原則決定」のための提案を政府に提出することになる。

地層処分概念はスウェーデンの方式と基本的に同一である。2001 年 7 月に締結されたスウェーデン SKB 社(次章参照)との包括合意に基づき、処分概念の実証はスウェーデン側(Äspö 島 HRL 地下研究施設)で実施される。他方、Olkiluoto に設置予定の地下研究施設 ONKALO は URCF (Underground Rock Characterization Facility) と呼ばれる通り、処分技術の実証ではなく、岩層の特性評価に重点が置かれる。

### 2.3 世論調査と議決結果にみる民意

Eurajoki 市<sup>8</sup>議会は、議員定数 27、比例代表制に基づく選挙で議員を選出する。フィンランドの地方行政単位は、Eurajoki などの "Municipality" であり、都道府県に相当する中間行政レベルが存在しない。行政意思決定は、Municipality 及び国のレベルで行われることになる。

使用済燃料の最終処分場を同市内の Olkiluoto 島地点に立地するとの提案に対して、Eurajoki 市議会は 2000 年 1 月に議決を行い、20 対 7 で立地を承認した。会派毎の投票数は、表 1 に示す通りである。

8 面積 459km<sup>2</sup>、人口約 5,900 人。就業比率は一次産業 20%、二次、三次産業各 40%。なお、以後、本報告では Municipality を「市」と訳出する。

表 1に明らかな通り、国会での議決とは異なり、決して満場一致の議決ではなく、次に示す EIA での世論調査に示された民意を反映したものとなっている。とくに、第 1 党である「中央党（旧農民党）」の意見が割れていることは注目される。

手続き論としては、この議決は地元である Eurajoki 市として最終処分場の立地に関する「拒否権」を発動する最後のチャンス<sup>9</sup>であった。もちろん、今後、地元世論において反対が強まるようなことがあれば、POSIVA 社として事業を進めにくくなることはあり得るとしても、制度的に立地計画を覆す権利は、地元の側にはない。

処分場立地に関する地元住民の意識調査としては、POSIVA 社の最終処分場立地に関する環境影響評価<sup>[3]</sup>の一環として、1998 年 12 月から 1999 年 1 月に Suomen Gallup 社が行ったものがある。これは、最終候補 4 地点の各自治体 (Eurajoki, Loviisa, Kuhmo, Äänekoski) の居住者の 10%以上のサンプルに対して、電話での聞き取り調査により、質問「所管当局による詳細調査と安全評価の結果、あなたが居住する自治体が原子力廃棄物の最終処分地点として安全であることが判明した場合に、あなたの自治体区域内にフィンランド国内で生成した原子力廃棄物を定置することを許容しますか?<sup>10</sup>」に対して「はい」「いいえ」「わかりません」のいずれかを答える形で実施された。

結果のうち、Eurajoki 市について図 2に示す。Kuhmo, Äänekoski では約 30%が賛成、60%が反

対、対して Eurajoki, Loviisa では逆に 60%が賛成、30%が反対という結果となった。Eurajoki 市では 59%が賛成、32%が反対であり、男性は賛成 71%、反対 23%に対して女性の賛成 46%、反対 40%となっている。職業による差は、一般に高学歴の管理職種ほど高い支持率を示している。第一次産業従事者の間では、生産への影響についての懸念が強い。表 1で、市議会第一党（旧農民党）の意見が二分していることも符合している。

興味深いのは年齢による差異であり、若年層ほど賛成の割合が高い。25 歳以下の賛成 74%（反対 25%、無回答は僅か 2%）は、65 歳以上（賛成 45%、反対 34%）と際立った対比を示した。他の候補地点では、25 歳以下の回答内訳は自治体平均と大差なく、とくに無回答率はいずれも 10%で他の年齢層と同程度である。これについては、Eurajoki 市独自の教育面での取り組みの成果との見方もできるかも知れないが、それ以上に Eurajoki（同様に Loviisa）には原子力発電所が「生まれたときから」存在し続けており、永年にわたって共存共栄してきたという確かな感覚が大きく作用しているものと、筆者としては考えたい。一方で、若年層はより高年の世代に比べて居住地選択に関して流動性が高いために、居住地点に対する執着心が薄いという面もあると考えられる。若年層の意識の深層については、今後さらに注目して考察を加える必要がある。

最終段階で、4 候補サイトから Eurajoki 市 Olkiluoto 地点のみを選定し提案したことは、優劣比較の結果というよりは、POSIVA 社としての戦略的な決定であった。決め手は、Kuhmo, Äänekoski では賛成の意思表示が少なく、Loviisa と Olkiluoto では同程度の支持が得られたものの、Loviisa 地点では賛成にせよ反対にせよより強硬な意思表示が多く、意見が両極に分かれていた（“polarized”）ため、より穏健な反

9 今後拒否権を発動する形で計画に介入できるのは、規制当局 STUK のみである。

10 EIA 報告中で記載されている英語表記は以下の通り。"In the event that the investigations and safety assessment by the authorities indicated your own residential community to be safe as a final disposal site for nuclear wastes, would you accept the placement of nuclear wastes produced in Finland within the confines of your home municipality?"

対（及び賛成）意見の多かった Olkiluoto 地点を選定した。実際に、Olkiluoto 以外の 3 候補地点では、設置に反対するデモ活動<sup>11</sup>なども見られていた。

また、EIA プロセスの一環として、地元住民による対話集会在、各サイトにおいて 4 回ずつ持たれたという。第 1 回及び第 4 回を一般住民約 50 名の参加による大規模な集会、第 2 回及び第 3 回は 15 名程度によるワーキンググループ集会<sup>12</sup>とされた。

ここで重要な点は、会合の議長・副議長は「原子力及び廃棄物問題には素人である（例えば法律の専門家）、直接の利害関係を持たない第三者」に依頼したこと、POSIVA 社からの出席者（1 ないし 2 名）は議論には参加せず、適宜設けられる質疑応答の時間に、住民の側から提示された質問に答える以上の介入をしなかったことである。参加した住民から提示された論点は、安全性に留まらず、人口の移出入や経済的恩恵、自治体イメージへの影響や交通渋滞など、あらゆる社会経済的側面に及んだという。

ワーキンググループの成果として、地元住民の間から出された様々な「悪影響」の可能性に

11 GreenPeace など環境団体との関係のあるものもあったが、多くは地元市民による運動で、純粋に当該地点への処分場設置に反対するというものであったという。

12 参加人数はいずれも Eurajoki の場合。Eurajoki での会合は、1997 年 9 月 22 日から 10 月 28 日にかけて開催された。

*Eurajoki*

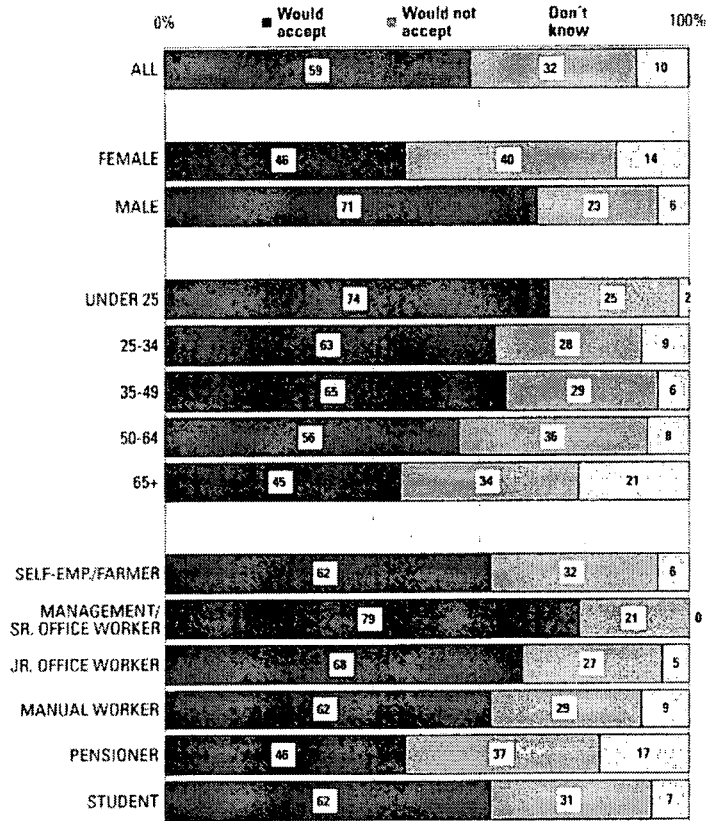


図 2 Eurajoki 自治体における世論調査結果  
(出典：POSIVA 社環境影響評価報告書<sup>3)</sup>、p.166)

対する質問とその回答を通じて、深刻な悪影響が生じないとの理解を涵養することに成功した。このように、推進側からの一方的な情報提供でなく、住民の側の主体的な議論と、それを推進側が側面から支援するという形の「協働」作業が、地元住民の間の信頼感の醸成 (Confidence Building) に大いに役立ったという。

Eurajoki 市と POSIVA 社との間の意思疎通は、主に「連絡協議会(Liaison Committee)」によって行われている。これは、Eurajoki 市議会議員の代表、Eurajoki 及びその近隣自治体幹部と POSIVA 社幹部から成る協議機関であり、随時必要に応じて開催される。住民に対しての情報提供は、POSIVA 社が発行するニュースレターがあり、基本的に年 4 回発行、宅配される新聞への折り込み（見開き 4 ないし 8 ページ）とし

て、ほぼ全世帯に届けられる。なお、POSIVA 社では最終候補 4 自治体に現地事務所を置き、同様のニューズレターを発行していたが、現在までに Eurajoki 以外の事務所は閉鎖され、ニューズレター発行も Eurajoki 市を除いて終了した。

POSIVA 社 Olkiluoto 事務所の広報責任者 Ämmälä 氏は、Eurajoki の南西隣の Rauma 市の出身であり、現在も在住している。広報活動においては、地元出身者の存在は極めて重要である。同氏は Eurajoki 市役所へ頻繁に往来しているのみならず、市住民のほとんどを知り、また住民のほとんどが同氏を知っている。

## 2.4 地元への経済的影響

処分場立地に伴う地元への経済的寄与として、POSIVA 社から直接的に支払われる補助金、寄付のようなものはない。直接的な恩恵としては、固定資産税がある。通常の事業体であれば 0.2%の税率のところ、原子力関係施設については 2.2%の税率が適用される。ただし、適用対象は「建物（の課税評価額）」であるため、実際に処分場関係の施設が建設されるまでは税収は実質ゼロである。2001 年時点で、TVO 社 Olkiluoto 原発からの固定資産税収入は年間 2,000 万 FMK<sup>13</sup>であり、Eurajoki 市の税収の 50%を占めている。POSIVA 社からの固定資産税徴収額は、処分場完成時点では 1,000 万 FMK と見積もられる。

その他の間接的なベネフィットとして、POSIVA 本社の Vuojoki Manor への移転に伴う措置が挙げられる。同荘館は城館としてフィンランド第二の規模を誇る歴史的遺産であり、特別養護老人ホームとして使用されていたが、緊急時の避難設備などに問題を抱えていた。そこ

で、Eurajoki 市では、同荘館を建設当時の内装に戻すとともに、POSIVA 社と本社社屋として賃貸契約を結び、賃貸料収入を得ることで合意した<sup>14</sup>。養護老人ホームについては代替施設を建設するが、POSIVA 社は直接の費用負担を行わないものの、関連費用について Eurajoki 市に対して低利の融資を行うことも、併せて合意された。また、Eurajoki 市庁舎から 500m ほどのところに、室内アイスホッケー場などのスポーツ福祉施設が建設されており、これは持ち株会社を設立して運営にあたるが、地元市民を含む個人や TVO 社、POSIVA 社などの法人が共同株主となっている。

なお、POSIVA 社の毎年の事業計画は、上述の取締役会で承認される必要がある。上述のような地元への協力を含む資産運用については、自社判断の下に事業計画に組み入れた上で、取締役会の承認を得ている。

## 2.5 考察

フィンランドが、高レベル廃棄物処分場の立地候補地点を一つに絞り込むことに成功した世界で唯一の国であるという事実から、その「成功の秘訣」を探りたいとの欲求に駆られる関係者も少なくないことと想像される。しかしながら、以上の観察の結論としては、何ら特別なことはなく、予め政府決定に定められた通りに為すべきことを淡々と進めただけ、という印象が強い。市民の間に HLW 処分問題が現実の「いずれ何かしなければならぬ」問題であるとの現実的考え方が浸透したこと、国政及び地方行政レベルでの間接民主主義が妥当なレベルの信頼を維持しながら機能したことなど、ポイントはいずれも「あたりまえ」のことである。さらに言えば、1990 年代前半の大不況から立ち直ったマクロ経済の好調やそれを支えた情

13 当時の通貨であるフィンランド・マルカ、FMK 1=約 20 円。通貨統合後の公定レートは Euro 1=FMK 5.94573。

14 当初、Eurajoki 市側からは売却を打診したが、POSIVA 社側が拒否し、賃貸で合意したとのこと。

報技術・産業の成功など、経済や技術をも含む「自国の社会システム」全般に対する確かな自信があり、高レベル廃棄物問題にしても「自らの力で解決できる」という信念が裏打ちしているように思われる。

フィンランドの事例から得られる日本への「教訓」として、以下を指摘しておきたい。

- ・ 国民の間に、放射性廃棄物問題が自国のかつ早急な解決を要する問題であること、およびそのための現実的な解決策が存在すること、という認識、言うなれば「総論賛成の土壌」の涵養と定着に成功したこと。これについては、政府及び国会が当初時点から自らの関与責任を明示したことも大きく寄与した。
- ・ 段階的推進において、最終的な目標時点は明示したものの、各段階の推進においては十分に時間をかける態度を一貫したこと。当初から 2000 年に最終決定を行うとの目標は提示されていたが、各段階においては十分な合意形成がなされるまでは拙速に先を急ぐようなことがなかった。
- ・ 規制当局が HLW 処分に対して率先した取り組みを行い、またその際に学術的バックグラウンドを構成する国立研究機関、大学や国内外の専門家に対する市民の信頼があったこと。このうち後者の点については、スウェーデンやフランス、スイス、米国などで、高レベル廃棄物問題に関する「第三者諮問組織」の活用が提案され、また実際に活動していることを参考にすべきであろう。とくに日本において同様の組織を構成し、「客観性」を担保するには、国外の専門家を活用することが鍵となると思われる。第三者組織の活用については、鈴木・原子力安全委員の提案<sup>4)</sup>も参照されたい。
- ・ 実施主体において、地元との協働姿勢を確

立したこと。処分場立地については、一方的に説明し理解を得るという形を採らず、住民間の議論を涵養し、それを側面から支援する形を採った。地元の理解も、決して全員一致ではなく、1/3 程度の反対意見が残っている。これは、今後の計画推進に対して健全な監視を続けるという意味で、むしろ良い状態とみなすべきではないか。

- ・ 経済的な貢献についても、是々非々の姿勢を採りながら、地元が最大の課題とする問題に協力して取り組んだこと。高齢者福祉は、Eurajoki 市にとっての切実な最優先課題である。

さらに、今回の調査で直接聞き知ったこととは言い切れないが、背景としてのフィンランドの国情に思いを致すとき、日本の今後の取り組みに関して、以下の問題を提起しておきたい。

- ・ 酸性雨とその影響（湖沼の酸性化や森林の枯死）などを通じて、国民の間に環境問題全般への関心と認識が高く、それゆえに高レベル廃棄物問題を現実的に直視できたと思われること。日本においても、環境問題への全般的な興味の高まりを考えると、高レベル廃棄物問題を原子力問題の枠内でのみ捉えるのではなく、環境問題の一種として捉え直し、日本の広域的環境問題の枠内で議論し直すことで、まず「何らかの対処の必要」への認識を涵養することから改めて始めてみてはどうだろうか。
- ・ 中央政府と自治体(Municipality)の間に中間行政レベルが存在せず、意思決定過程がより簡明である。日本においては、地方分権化の必要が叫ばれるなか、市町村と、その上位行政レベルである都道府県との役割分担に齟齬を生じるようなことがあっては、地方自治の意思決定に支障を生じる。地元としての主体的な決定と、周辺自治体との利害調整の間のバランスを取るため

の、地方自治の責任分担のあり方（とくに、都道府県の役割）に関して、今後真剣に議論する必要があるのではないだろうか。

フィンランドが、高レベル処分場計画に関する全ての点で順風満帆かと言えば、必ずしもそうとは限らないようにも思える。あえて心配を述べるとするならば、高い支持率を示したという若年層が、本処分場計画に将来にわたってどう関わってくるのが定かでない点である。現状の高齢者福祉への貢献は重要であるが、将来に向けて、地元の若年層の定着と計画への参加をどう促進していくのか、今後を見守りたい。

### 3. オスカーシャム・モデル

#### 3.1 スウェーデンのHLW政策の概要

フィンランドと同様に、スウェーデンも使用済燃料の直接処分政策を採っている。処分場立地プロセスは、候補地点を段階的に絞り込んでいくこととし、全てを一時に決定してしまわないよう配慮がなされた。

1992年に、スウェーデンのHLW処分実施主体SKB社<sup>15</sup>は、研究開発及び実証(RD&D)に関する報告書<sup>[5]</sup>を公表し、処分場立地に向けた基本的考え方を提示した。詳細は他に譲るが、本格操業に入る前の実証段階の導入（及び回収可能性の担保）、現世代と将来世代の責任範囲の明示の二点が特徴といえる。このSKB社の基本理念の明示は、1980年代の立地活動が実を結ばなかった反省に立ち、1985年以降の「モラトリアム」状態<sup>16</sup>から脱却し、新たな理念をもとに立地プロセスの再出発を宣言するとともに、候補地点の自治体とも積極的に対話を行

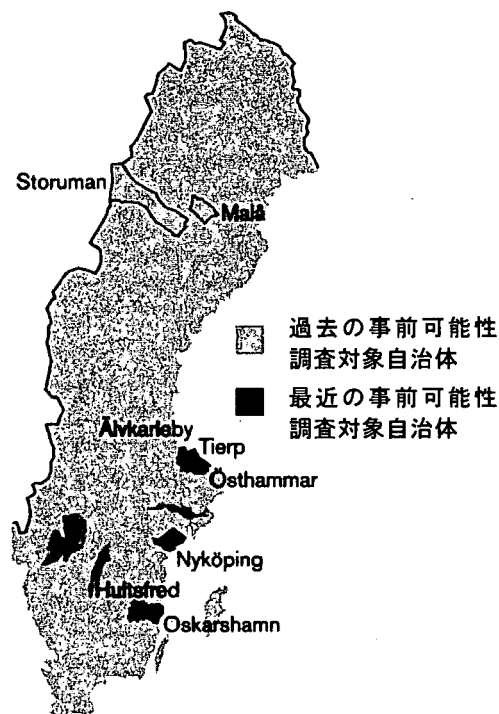


図3 スウェーデンのHLW処分場候補自治体（出所：SKB資料）

っていく姿勢も明示した。このときから、立地プロセスが進展を見せることとなった。

SKB社は、1993年に全国の自治体に公募申し入れを行い、8候補地点（図3参照）に対してフィージビリティ調査を進めた。このうち、2自治体（Storuman, Malå）は、1995年、1997年に各々住民投票を実施した結果、処分場関連の活動の一切を拒否した。

2000年11月、SKB社は、上記候補地点の中からOskarshamn, Östhammar, Tierpの3地点に絞り、詳細検討を実施することを提案した。2001年11月には、スウェーデン環境省が上記3地点での詳細調査の実施を許可している。これに対して、Tierpでは調査受け入れの拒否を表明、他の2自治体は2001年12月にÖsthammarが、2002年3月にOskarshamnが相次いで受け入れを表明した。このうち、本報告で取り上げるOskarshamn市議会での議論の最終局面では、一人の議員が採決中止（ワーキンググループ審

15 スウェーデン核燃料・放射性廃棄物管理会社。スウェーデン国内の原子力発電所保有4電力会社が設置した、民間非営利企業。

16 国民の反対運動など、HLW問題の推進と反対の対立が激化した1985年に、SKB社側が自発的に7年間の冷却期間を置き、Äspö島地下研究施設の設置を例外として、それ以外の活動を行わないこととしたもの。

議への差し戻し)の動議を提案したが却下され、満場一致での賛成により議決されたとのことである。

ここでは、「オスカーシャム・モデル」と呼ばれる Oskarshamn 市独自の取り組みと、その過程で示された民意について概観する。

### 3.2 オスカーシャム市の立地推進活動

オスカーシャム市では、SKB 社による HLW 地層処分場の候補地の一つに選ばれた時点より、自治体自ら率先した取り組みを行った。その動機として、HLW 処分がスウェーデンとしていずれ解決しなければならない問題であるとの認識に立ち、最適な解決策を講じる上で当地点が最適と判断されるのであれば、当然その解決策を講じるべきであるとの認識が挙げられる。前述のフィンランド Eurajoki のケースと同様に、HLW 問題に関する総論賛成の土壌があったことに注目したい。

その上で、自治体の取り組みとして二点指摘する。まず、市議会のリーダーシップである。市議会では、全会派の協力の下に、HLW 問題を多面的に討議するワーキンググループを設置した。ワーキンググループは、処分場立地に付随する全ての論点を机上に置くとの考えから、地域区分(地元自治体内、近隣自治体<sup>17</sup>、郡などの地域レベル)毎に設置され、問題の全ての側面(安全性、技術、環境、社会)をカバーすべく議論を進めた。議論は、処分場設置の必要性を軸とし、実施主体 SKB 社はもとよ

り、規制当局 SKI<sup>18</sup>、SSI<sup>19</sup>の担当者を現地での会合に招き、関連の論点の全てについて納得のいくまで説明を求めた。

この点については、自治体の努力だけでなく、規制当局側もその要請に応える形で専門知識に基づく助言と情報提供の努力を惜しまなかったことも特筆される。本来、規制当局は、許認可を公布された機関(HLW 処分であれば SKB 社)に対して責任を負うものであり、立地候補地点の自治体に対して直接の責任を負う立場にはない<sup>20</sup>。しかしながら、HLW 処分という国家的問題の解決に向けて、自治体の要請を前向きに受け止め、率先した取り組みをみせた。スウェーデンでは、国家レベルの HLW 政策決定に関わる第三者諮問機関としての KASAM<sup>21</sup>の存在が知られているが、オスカーシャムなど地元レベルにおいては、規制当局がその任務を超えて、専門的見地からのコンサルティングを提供する第三者機関の役割を果たしたのである。

なお、議論においては、処分場の設置に付随する経済的恩恵などは主要な論点とはならなかった<sup>22</sup>という。

18 スウェーデン原子力発電検査局。原子力施設の安全規制当局。

19 スウェーデン放射線防護局。放射線防護に関する規制当局。

20 フィンランドの規制当局 STUK(放射線・原子力安全機関)も同様の先取的取り組みが顕著であったことは、前章に述べた通りである。

21 放射性廃棄物管理諮問委員会。放射性廃棄物問題について学術的立場から助言を与える、政府の諮問組織。

22 面談した地元担当者からは、一般論との前置き付きで、スウェーデンの自治体の共通した願望は大学の設置であり、これはオスカーシャムにおいても例外ではないとの指摘があった。今後、処分場立地が具体化する過程において、学術研究基盤の構築が地元側から提案される可能性はあるものと推察される。ただし、現在までのところ、自治体側からの何らかの「交換条件」が提示された証左はないが、SKB 社の Äspö 島 HRL(地下研究施設)や廃棄体パッケージ研究施設が先行して完成している事実は傍証といえるかもしれない。

17 近隣自治体との協議においては、直接の利害関係を持たない第三者にとりまとめ役を要請する必要が認識されたが、結果としてオスカーシャムとその近隣自治体が属する Kalmar 郡の助役(Lieutenant Governor)であった。この点は、フィンランドの章の末尾に触れた地方自治行政機能の分担の観点からも興味深い。ただし、スウェーデンの郡は行政上の権限を持たない連絡調整機能のみの形式的存在に過ぎない。

いま一つは、自治体行政による LKO プロジェクト<sup>23</sup>である。LKO とは英訳で“Local Competence Building”であり、地元の本問題についての専門知識と判断能力を涵養する目的で、様々な場面を捉えて一般市民との情報交流を行うものであり、同時に上述の市議会の活動をも支援・調整した。同プロジェクトに要する資金は、HLW 処分場立地に関する環境影響評価(EIA)の一環として、全て国が負担した。

情報交流の場としては、セミナーやワークショップはもちろん、スポーツイベントや週末の市場など、あらゆる機会を利用したものであった。HLW 問題に関する簡単な資料<sup>24</sup>を用意して希望者に配布し、重点は専ら LKO プロジェクト担当者が市民の意見や感想、とくに不安な点を聞き取ることに置かれた。

上述の議会ワーキンググループの議論を踏まえて、2002年3月22日に、オスカーシャム市としての勧告文書が LKO プロジェクトの報告書<sup>25</sup>として刊行された。結論として、SKB 社によるサイト特性調査の実施を容認するとした上で、13 項目の付帯条件を示している。主要な点は、

- ・ 所要の資金は全て原子力廃棄物基金から拠出すること (第1項)
- ・ スウェーデン国内で発生した廃棄物のみを対象とすること (第2項)

を前提に、安全性に関しては

- ・ 規制当局並びに SKB 社は市民との対話を強化すること (第3項)
- ・ 規制当局がオスカーシャム市への直接の情報提供を継続すること (第4項)

その他に、

- ・ 処分場サイトの政府承認以前の廃棄体パ

ッケージ製作(Encapsulation)プラントの操業を禁じることを要望 (第8項)

- ・ SKB 社の提案する「KBS-3 概念に基づく地層処分法」以外の代替プロセス<sup>25</sup>の可能性について、サイト特性調査の結論を出す前に、環境影響評価の枠内で広範かつ十分な議論を行うこと (第12項)

等が挙げられる。

表 2は、オスカーシャム市で実施された住民意識調査をまとめたものである。被調査人数は全人口 23,000 人に対して数百人規模のものであり、調査の方法<sup>26</sup>や回答率が不明なため、世論をどの程度反映したものかについては留保を置かねばならない。それでも、表 2から以下のことを読み取ることができる。

- ・ SKB の保有する技術の安全性に対する確信度は 1/2 程度に留まっているにも拘らず、地質調査あるいは処分場立地への支持率は 70-80%と高い。
- ・ 中・高校生は、処分場立地活動(地質調査、処分場設置)について、一般市民平均値より高い支持率を示した。
- ・ 最終決定への影響度に対する確信度は 30-40%と高くない。

第一点は、上に述べた総論賛成の土壌の存在を感じさせる。徒に時間を浪費することなく、着実に実施に向けた努力を進めるべきだとの認識が、オスカーシャム住民の間に根付いているように見受けられる。

23 <http://web.wpab.se/lko/default.asp>

24 情報伝達の上での簡明さを重視し、変形 A4 判両面印刷のコンパクトなものである。末尾にはオスカーシャム市役所宛てのはがきが付いており、次節に紹介する意識調査の質問と回答用紙になっている。

25 同条項は、代替プロセスとして具体的な処理処分概念を明示していない。また、検討対象プロセスの数は、十分な詳細度での検討に耐え得るよう少数であるべきとの言及が付されている。

26 LKO プロジェクトの 2001 年意識調査は、上述の配布リーフレットに添付のはがきによる回答、並びにイベント参加者からの聞き取りによる「手作り」の調査である。



表 2 オスカーシャムにおける住民意識調査[%]

(出典：LKO プロジェクト報告書<sup>7)</sup>)

| 調査                                     | LKOプロジェクト<br>2001年8/7, 9/13,<br>10/23, 12/6 |              |              | 中・高校生<br>2001年11-12月 |             |             | SKB社事前可能性<br>調査、1999年 |     |           |
|--|---|--------------|--------------|----------------------|-------------|-------------|-----------------------|-----|-----------|
|  | はい  | いいえ          | わから<br>ない    | はい                   | いいえ         | わから<br>ない   | はい                    | いいえ | わから<br>ない |
| 回答者数[人]                                | 973   |              |              | 113                  |             |             | 760                   |     |           |
| SKB 社は安全な技術を<br>保有しているか?               | 519<br>(53%)                                | 287<br>(29%) | 149<br>(15%) | 55<br>(49%)          | 31<br>(27%) | 27<br>(24%) | /                     |     |           |
| オスカーシャムで処分<br>場設置のための地質調<br>査を実施して良いか? | 741<br>(76%)                                | 180<br>(18%) | 46<br>(5%)   | 94<br>(83%)          | 6<br>(5%)   | 13<br>(12%) | 80%                   | 15% | 5%        |
| オスカーシャムに処分<br>場を設置して良いか?               | 682<br>(70%)                                | 200<br>(21%) | 82<br>(8%)   | 83<br>(74%)          | 11<br>(10%) | 18<br>(16%) | 79%                   | 15% | 6%        |
| あなたの意見が最終決<br>定に何らかの影響を及<br>ぼし得ると思うか?  | 410<br>(42%)                                | 317<br>(33%) | 234<br>(24%) | 36<br>(32%)          | 34<br>(30%) | 73<br>(38%) | /                     |     |           |

第二点の若年層の支持の高さは、前章のフィンランドとも共通している。オスカーシャムも原子力発電所の所在地であり、生まれながらに共生してきた世代であることを感じさせる<sup>27</sup>。

第三点の解釈は微妙であろう。一般に、最終決定への影響力を実感できなければ、当該プロジェクトへの積極的な支持を得るのは困難であり、消極的賛成もしくは（決定を左右できないという理由だけで）反対の立場を採る可能性が増す。表 2の結果は、決定への影響力についての実感の無さが支持の低下に結びついていないことを示唆しているが、これは決定への影

響力よりも、LKO プロジェクト関連のイベントなどへの参加を通じて「意見表明の機会」が確保されていることを実感し確認したことが、処分事業推進への高い支持につながったと想像される。いずれにせよ、市民が「政策決定のプロセス」全体としてどの程度の満足感を得ているかが重要であり、留意すべき点と思われる。

なお、表 2には示されていないが、世論調査結果において、男女の性別差は有意であり、女性が男性よりも安全性への懸念を強く表明した。職業差は小さいが、これはオスカーシャムが産業地域であり、4割が製造業に従事する一方、第一次産業従事者がほとんどいないという事情にもよっている。

### 3.3 考察

オスカーシャムにおいては、自治体及び議会が HLW 問題を真正面から受け止め、自ら専門知識と判断能力の涵養に務めた結果、立地プロセスにおいて適切な時点で決定を下すことができた。オスカーシャムの結論は詳細調査受け入れという肯定的なものであったが、13項目にわたる詳細な付帯条件を挙げるなど、地元の利害を明確に反映し、住民の理解の得られる決

27 スウェーデンならではの遠因として、1980年の「原子力モラトリアム」に関する国会議決の影響がある。当時の議論とその混乱ぶりを知る壮・老年世代は、同様の混乱を惹き起こしたくないとの忌避感から、原子力利用の是非に関わる議論をいわばタブー視し、避けて通る風潮があった。これを見て成長してきた若年層は、年長者のこうした態度、及びその源泉となった議決そのものを蔑視しながら、「原子力に関する問題は自分たちの手で決める」との主体的考え方を育ててきているために、意識調査においてもより明確な意思表示をするようである。また、流動性の高さゆえの居住地への執着の低さという点については、スウェーデンとりわけオスカーシャムにおいては住民の定着率が高いため、大きな要因にはなっていないとの指摘を受けた。いずれにせよ、将来を左右する若年世代の意識については、フィンランドとも併せてさらに精査していきたい。

定プロセスを実現した。

ここで留意したいことは、仮に否定的な結論が出されたとしても、自治体レベルで十分な判断基盤の構築をした上で決定を下すことは、当該自治体にとって益が大きいのみならず、実施主体にとっても有益であると考えべきだということである。明確な受諾の表明については言うまでもないが、明確な拒否の表明によってそれ以上の努力の注入を省けるからである。

#### 4. その他の国々の動静：スイス、英国

スイスでは、放射性廃棄物処分に関する専門家作業グループ(EKRA)の報告書<sup>[7]</sup>が2000年1月に公表された。この報告書では、回収可能性を具備した段階的操業により、技術の信頼性と安全性を実証しつつ進めていく処分事業の構想が提示され、原子力エネルギー利用に賛成・反対のいずれの立場からも、広く賛同を得た。しかしながら、スイスではあらゆることが住民投票<sup>28</sup>で決せられる直接民主主義を採用しており、とくに放射性廃棄物の地層処分という全国的問題にあっては、全国民投票により最終決定を下す必要があるため、今後あらゆる段階において連邦政府の強力なイニシアティブなくして進展はあり得ない。

英国では、放射性廃棄物処分問題について長

らく進展が無かったが、2001年9月、環境・食料・地方省(DEFRA)が諮問文書<sup>[8]</sup>を公表した。同文書は、放射性廃棄物問題についての一般的な考え方や主要論点を整理したもので、この問題についての広範な国民的議論の契機の提供を試みたものであり、最終的には2006年に結論を得た上で、2007年には所要の法制化を行うよう提唱している。これに呼応して、産業界(代表的なものにNIREX<sup>[9]</sup>を挙げる)、学会(代表的なものに王立科学アカデミー<sup>[10]</sup>を挙げる)や一般市民から多くの報告書や意見書が提出されている模様である。

このうち、NIREXの意見の骨子は、廃棄物処分実施主体として「放射性廃棄物管理機関(Radioactive Waste Management Organization, RWMO)」を、また政府の政策決定と実施の支援のための「放射性廃棄物政策委員会(Radioactive Waste Policy Board)」の設立を提唱している。実施主体は、廃棄物発生者(電気事業者)や、最近提案された「原子力債務管理機関(Liability Management Authority, LMA)<sup>29</sup>から独立した組織とし、NIREXのこれまでの知見や計画を継承するよう求めている。

また、王立科学アカデミーは、放射性廃棄物問題が科学、技術、安全性、不確実性、政策や合意形成などが相互に関連した問題であるにも拘らず、それを支える学術研究基盤が急速に失われつつある現状に警告を発している。その上で、とくに市民の広範な議論を成立させるためには政策立案プロセスを司る機関・制度への信頼が不可欠との認識から、独立・権威・透明・

28 2002年9月22日に、中低レベル処分場サイトのWellenbergでのトンネル調査に関する住民投票が、同地点の所在するNidwalden県で行われた結果、57.53%の反対票(投票率71.3%、総投票数19,316票)を集め、否決された。同県では、当該処分場の設置の是非を問う住民投票を1995年に実施し、反対票52.49%で否決している。今回の投票は、処分場の設置に向けた段階的取り組みとしての「試験坑道での調査の実施」のみを問うたものであるにも拘らず、前回よりも反対率が高まる形での否決となった。今回の結果を受けて、電気事業側は新たな法整備を含む連邦政府の働きかけを要請した。今回の住民投票結果がHLWの処分方針に及ぼす影響は未詳であるが、スイスにおいては放射性廃棄物処分を含む原子力政策の包括的な再検討を要する状況が続いており、今後もなお曲折が予想される。

29 2001年11月28日の英国議会での答弁で、通商産業省Hewitt次官が設立を提案したもの。LMAに民間原子力部門の累積債務を移管した上で、その処理にあたるのが構想である。電気新聞2002年8月19日付1面記事「国が追う、原子力負の遺産」(<http://www.shimbun.denki.or.jp/select2/020819-1.html>)にも紹介がある。このように、英国では原子力部門の「過去の失敗の清算」に向けた動きが多面で急になっており、注目される。

説明責任の要件を満たす新たな機関の早急な設置を求めている。「廃棄物管理理事会(Waste Management Commission)」は、一般国民との対話と議論を通して価値観、プライオリティなど意識を汲み上げ、政府の政策形成につながる分析評価と技術的提言を行う。政策の実行は、別途設立する実施主体が担務するが、実施主体と廃棄物管理理事会及び LMA との関係性に十分な配慮を求めている。

英国では 2003 年中に議会総選挙が予定されており、HLW 問題についても動きが加速する可能性がある。どのような結論が出されるか、今後の動向に注目したい。

なお、上記のスイス EKRA 報告書の主張やフランス、オランダなど欧州主要国の回収可能性に関する考え方の概要と相互比較については、長野<sup>[11]</sup>を参照されたい。

## 5. 立地プロセスに関する考察

今回の調査を通じて痛感したことの一つは、世界の国々、地域、地点を問わず成立する一般法則は存在しない、ということである。どの国、どの自治体にあっても、独自の政治、経済、文化あるいは歴史的背景を持ち、政策決定と実施の合意形成にあっては独自の解決策を探り、創り上げ、機を逃さず実行していかなければならない。

HLW 処分場の立地点選択に関して、本報告で取り上げた 2 自治体(Eurajoki, Oskarshamn)に共通する事実として、ともに原子力施設(発電所)の設置点であった点がある。原子力施設の既設地点であることが HLW 処分場立地の成功要件、あるいは必要条件であるかの如き短絡的理解を生じかねない。ここでは、そのような理解は無益であり、かえって有害であることを指摘する。

両地点に共通して観察される、HLW 処分場立地プロセスの進展を助長した要因は、むしろ以下の二点である。

- ・ 原子力に関するものに対して、世論が好意的である、もしくは拒否感が小さい
- ・ 原子力に関するものに対して、主体的に認識・評価・判断できる知識・能力・人材を有する。

上記 2 自治体においてこれらのクライテリアが満たされる上で、発電所の存在が力となったことは事実である。しかし、発電所や原子力施設が存在せずとも、上記 2 クライテリアを満足する限り、処分場立地の候補地点たり得ると理解すべきである。さらに言えば、原子力施設の有無を問わず、処分場候補地点の自治体においては、とくに第二のクライテリアを満たすよう、実施主体や国とりわけ規制当局との協働の取り組みが求められる。

ここでは、原子力部門以外の視点として、欧州諸国のリスク・ガバナンスに関する国際共同研究である TRUSTNET<sup>30</sup>について紹介し、TRUSTNET において得られている教訓を、本報告における事例研究の考察に応用することを試みる。

TRUSTNET は、欧州各国のリスク事例を採り上げ、現地でのセミナーを通じて比較評価を加えることで、社会と事業の関係性やリスク・ガバナンスにおける要件や知見を探る試みである。欧州委員会研究総局の支援に基づき、事務局はパリ市内のコンサルタント企業 MUTADIS 社におかれている。採り上げた事例は、原子力や放射線影響のみならず、遺伝子組み換え食品や電磁界影響、越境大気汚染や洪水、地球温暖化問題にまで広範囲にわたる。

TRUSTNET における事例研究の結論としてこれまでに提示されている点を、以下に列挙する。

---

30 <http://www.trustnetgovernance.com/> なお、同じく MUTADIS 社が事務局となっている、放射性廃棄物地層処分に特化した EU 大の共同研究として、COWAM プロジェクトが進行中である。URL は以下の通り：  
<http://cowam.com/>

- ・ 従来型の組織のリスク管理のあり方は「上位下達(Top-down)」型であったが、今後は「相互信頼(Mutual Trust)」型への移行が不可避である。
- ・ 全ての国・地域、あるいは技術・産業を通じて成立する「万能法則」は存在しない。ただし、個別事例から学び得る教訓は必ず存在する。
- ・ 市民の信頼を喪失する形での「失敗」は、信頼回復に要する莫大な時間、労力、費用を考えれば、絶対にしてはならない。そのような「失敗」を未然防止するよう、あらゆる努力をすべきである。

ここでは、TRUSTNET の事例研究において最も特徴的といえる、北フランス・ダンケルク市の事例<sup>[12]</sup>を紹介する。

1960年代に、内陸部のリール工業地帯から化学コンビナートなどを戦略的に移転させる必要に迫られ、フランス最北岸に位置するダンケルク市がその対象地点に選ばれた。以後、同市ではプラント群からの深刻な環境汚染に悩まされていた。1980年代に入り、新たな化学プラント設置の申し入れに対して、ダンケルク市では、行政、地域の産業界だけでなく、市民やNGOをも交えた議論の場を設置し、広範な議論を展開した。重要な点は、この議論が単に当該プラント設置の是非に留まらず、自治体としての未来像をどう描くかという点に着目していたことである。結論として、同市の繁栄にとって重工業との共存は不可欠とのコンセンサスが成立すると同時に、環境汚染をもたらすプラントの設置や運営についての情報開示を担保する協議会が設置され、市民やNGOが当該プラントを監視できることが約束された。

この事例から言えることとして、HLW 処分場の立地においても、候補地点の自治体において、将来にわたり処分場と共存していく未来像についての広範な議論を基盤として、現世代の

市民の確たる合意を形成しておくことが重要であり、これを前に挙げた2つのクライテリアに加えて、第3の条件として指摘したい。間違っても、一部の利害関係者だけで合意を取り付け、拙速にことを進めるようになってはならない。脆弱な意思決定基盤の上に立地活動を進めようとするれば、将来時点で過去の合意に疑義を呈された際に大きな混乱に陥る可能性があるからである。

## 6. 結言

本報告では、高レベル廃棄物処分の実現に向けて、独自の取り組みをみせている欧州各国の中から、フィンランド、スウェーデンを例として取り上げ、地層処分の実現に向けた政策決定及び処分場立地のプロセスについて考察し、今後独自のプロセスに着手していく日本としての教訓を汲み取るよう試みた。現地調査を中心に情報収集と分析を加えた結果、以下の結論を得た。

- (1) フィンランドの原子力政策決定の特徴は、原則決定(DiP)手続きによる決定事項の確認、国とくに議会の関与、及び市民の社会システムに対する高い信頼感である。
- (2) スウェーデンのオスカーシャムにおいては、地元議会の率先した取り組みにより、高レベル廃棄物問題についての意思決定能力基盤(コンピタンス)の構築を図り、市民に問題の所在と責任ある決定への心構えを植えつけることに成功した結果として、処分場立地問題に対する前向きな取り組みと意思決定を実行してきている。
- (3) 立地プロセスの推進においては、信頼関係の喪失という失敗を招くことは大きな時間的・経済的損失を意味する。成功の要件として、立地点の地元に関わる問題への心理的拒絶感が小さいこと、原子力に関わる問題を理解し判断する能力及び人材

があること、立地を提案されている当該施設及び当該の問題に留まらず、地域社会としての望ましい将来像の議論を通じた決定が下されること、を提唱する。

本報告で展開した論旨を構成する個々の論点や考察は、その多くが未だ仮説の段階に留まっており、今後の検証作業を通じて吟味と精査を重ねる必要がある。具体的な今後の課題として、本報告に採り上げなかった国の状況を調査することに加えて、今回採り上げた国で立地活動が頓挫した自治体の実情を調査することにより、結果を隔てる要因についての考察を掘り下げていきたい。また、HLW 処分以外の事例からの示唆についても比較を試みたい。

#### 【参考文献】

- 
- [1] 長野、合意形成プロセスと役割分担、(社)日本原子力学会バックエンド部会 2002 年夏期セミナー資料集、2002 年 8 月 1 日、新潟東映ホテル。
- [2] 長野、フィンランドの HLW 処分場立地プロセス—合意形成の秘訣はあったのか—、原子力 eye 2002 年 6 月号、pp.34-40、日刊工業出版プロダクション。
- [3] POSIVA Oy, The Final Disposal Facility for Spent Nuclear Fuel -Environmental Impact Assessment Report," May, 1999.
- [4] 鈴木、高レベル放射性廃棄物処分について、第 1 回 HLW 安全調査ワークショップ (国内外の動向について) 発表資料、2002 年 2 月 15 日、原子力安全委員会。
- [5] SKB, Background Report to RD&D Programme 92, SKB, September 1992.
- [6] LKO Project, Platsundersökning i Oskarshamn - Kommunfullmäktiges beslut §29, 2002-03-11, Oskarshamn Municipality (in Swedish). 本文のみ以下の英訳あり: Site Investifation in the Municipality of Oskarshamn - The Municipality Decision on Site Investifation 11 March 2002, §29.
- [7] EKRA (Expertgruppe Entsorgungskonzepte für radioactive Abfälle), Disposal Concepts for Radioactive Waste, Final Report, January 31, 2000.
- [8] DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) et al., Managing Radioactive Waste Safely -Proposals for developing a policy for managing solid radioactive waste in the UK-, September 2001, available at: <http://www.defra.gov.uk/environment/consult/radwaste/pdf/radwaste.pdf>
- [9] NIREX, Nirex Response to the DEFRA Consultation Paper 'Managing Radioactive Waste Safely', March 2002, available at: <http://www.nirex.co.uk/news/pdf/files/na20312.pdf>
- [10] The Royal Society, Developing UK policy for the management of radioactive waste, Policy Document 12/02, April 2002, available at: <http://www.royalsoc.ac.uk/files/statfiles/document-173.pdf>
- [11] 長野、放射性廃棄物処分における回収可能性、電力中央研究所調査報告 No.Y02001、(財)電力中央研究所、2002 年 5 月。
- [12] TRUSTNET, The Environmental and Industrial Framework of Dunkerque Conurbation, TRUSTNET, <http://www.trustnetgovernance.com/CaseS/CS7.htm>

ながの こうじ  
電力中央研究所 経済社会研究所



# 将来の家庭用エネルギー機器選択に与える 技術経済要因分析

## —固体高分子燃料電池・電気温水器間の競合条件—

### Analysis of Technology Choice between a Distributed Power System and an Electric Water Heater of Residential Customers

キーワード:最適計画、電気温水器、コージェネレーション、技術間競合、固体高分子燃料電池

今村 栄一 浅野 浩志

近年、小型コージェネレーションシステム(CGS)開発の進展に伴い、家庭や小規模業務部門需要家におけるマイクロコージェネレーション( $\mu$ -CGS)の導入が進みつつある。本論文では、開発の進む固体高分子燃料電池コージェネレーション(PEFC-CGS)と電気温水器を対象に、家庭部門需要家の最適計画モデルおよび電力需要・給湯需要の実測データを用いて、技術・経済的な観点からPEFCの導入可能性を分析した。あわせて、PEFC 発電効率・排熱回収効率及びコスト条件に対する感度解析により技術選択要因の分析を行った。分析の結果、以下の事などが明らかとなった。

- (1) PEFC-CGS が電気温水器に対して価格競争力を持つためには30万円/kW程度以下の価格水準を達成することが必要となる。
- (2) 不足熱量の追焚用としてはガスよりも電気によって行うことが年経費の点からは需要家メリットにつながる。
- (3) 発電効率の向上による排熱回収効率の低下は需要家のコストメリットを縮小させるため、発電効率の向上だけでなく熱利用を含むシステム効率の向上が不可欠となる。
- (4) 時間帯別電灯を選択した需要家において、PEFC-CGS が電気温水器に対して価格競争力を持つためには機器価格条件として25万円/kW程度を達成する必要がある。また、部分負荷運転が難しい場合においてもPEFC-CGSの機器価格は25万円/kW程度を達成する必要がある。

- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| 1.はじめに              | (2) 構成機器特性と価格条件          |
| 2.モデルの定式化と前提条件      | (3) エネルギーコスト想定           |
| 2.1.検討対象システムの想定     | 3.分析結果                   |
| 2.2.モデルの定式化         | 3.1.PEFC-CGS 価格低減による影響分析 |
| (1) 目的関数            | 3.2.PEFC-CGS の最適運用方策     |
| (2) 制約条件            | 3.3.PEFC-CGS 効率向上による影響分析 |
| 2.3.分析の前提条件         | 3.4.電気料金選択による年間総経費低減効果   |
| (1) 家庭における電力・給湯負荷特性 | 4.おわりに                   |

## 1. はじめに

近年、小型コージェネレーションシステム(CGS)開発の進展に伴い、中小規模民生部門需要家においてマイクロコージェネレーション( $\mu$ -CGS)の導入が進みつつある<sup>[1]</sup>。また、固体高分子型燃料

電池(PEFC)の開発の進展に伴い、家庭部門におけるPEFCを用いた $\mu$ -CGSの導入が進展する可能性がある。このような状況の中、家庭部門におけるPEFCコージェネレーション(PEFC-CGS)システムの設置可能性や運用・設計に対する検討事例<sup>[2][3]</sup>はあるものの、これらの検討事例では

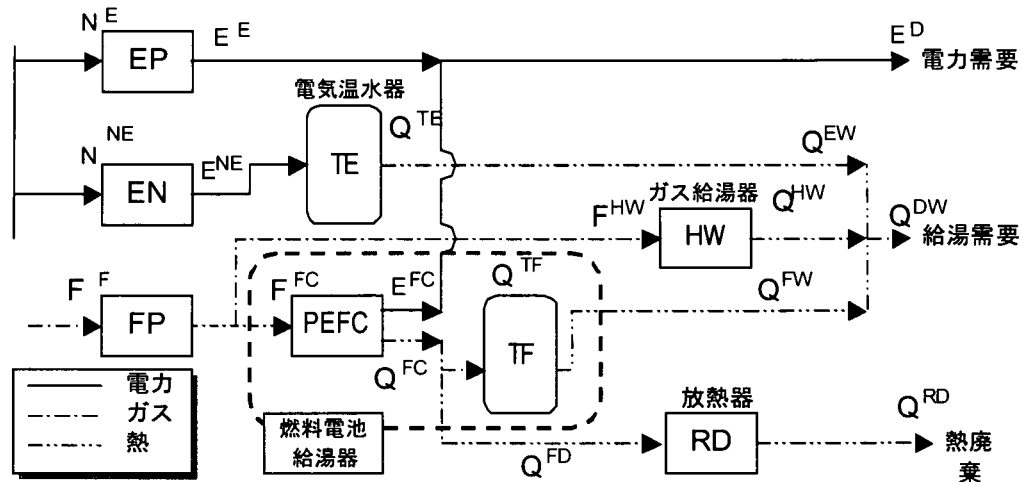


図 1 PEFC 導入可能性の検討システムフロー

PEFC-CGS のみを取り扱っており、電気温水器等のほかのエネルギー機器との技術間競合についての分析は十分に行われてはいない。

著者らは、これまでに中小規模業務部門需要家における CGS システムの検討<sup>[4]</sup>や CGS と蓄熱空調システム間の技術間競合に関して分析<sup>[5]</sup>を行ってきた。

本論文では、PEFC-CGS と電気温水器を対象に家庭部門需要家にコストメリットが生じる技術選択について事例研究を行う。あわせて、PEFC 発電効率・排熱回収効率及びコスト条件に対する感度解析を行う。

## 2. モデルの定式化と前提条件

### 2.1 検討対象システムの想定

家庭で用いられる各種エネルギー機器類を組み合わせた検討対象システムとして図1に示す構成を想定する。システムは需要家における電力と熱を考慮したエネルギープロセスを表したものである。

ここで、主として 3 つの機器類の技術間競合を明らかにする。対象とする機器類はガス給湯器、電気温水器および固体高分子型燃料電池 (PEFC) コージェネレーションシステムである。PEFC から供給される電力は逆潮流することなく

家屋内で消費されるものとし、家屋内の電灯需要やエアコンの動力源等として利用される。PEFC 排熱は貯湯タンクに溜められるが、給湯需要に利用されるものとした。また、エネルギーバランスを保つために、PEFC 余剰排熱については放熱器を通じて廃棄できるものとした。

このシステムにおいて年間の総エネルギーコスト(固定費および可変費)を最小化する最適化問題として、各機器の規模を求めることにより PEFC の需要家における導入可能性の評価を行う。なお、分析に際して各給湯器に対する給水温度は年間で一定とし、15℃を仮定する。

### 2.2 モデルの定式化

#### (1) 目的関数

最適化モデルにおける目的関数は(1)式で表され、年間の総経費(C)を最小化する線形計画問題として定式化される。

$$\begin{aligned}
 C = & \sum_{j=\{E, NE, TE, FC, HW\}} \tau_j N_j r_j^{EX} \\
 & + \Theta_E \sum E^E + \Theta_{NE} \sum E^{NE} + \Theta_F \sum F^F \\
 \rightarrow & \min
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

ここで、エネルギーコスト  $\Theta_i$ 、エネルギー使用量  $E^E$  (電力)、 $F^F$  (ガス)、各機器の規模  $N_j$ 、



年経費率  $r^{EX}$ 、機器単価  $r_j$  を表す。(1)式の右辺の第1項は資本費を表し、第2、3項は運転費を表す。ここで、水道使用量は各技術間で差が無い場合、年間コストに水道使用料金は含めずに検討を行う。

(2) 制約条件

機器の運転およびエネルギーバランスに関する制約条件を定義する。電気温水器に対する制約条件は焚き上げ運転時の消費電力量を  $E_i^{ET}$ 、効率を  $r^{ET}$  とすると、電気温水器内に蓄熱される熱量は  $r^{ET} E_i^{ET}$  とあらわされる。また、蓄熱量と給湯消費量をそれぞれ  $Q_i^{TE}$ 、 $Q_i^{EW}$  とすると、電気温水器に関するエネルギーバランス制約条件は(2)式のように表される。

$$\left. \begin{aligned} Q_i^{TE} &= r^{TE} Q_{i-1}^{TE} + r^{ET} E_i^{ET} - Q_i^{EW} \\ N^{TE} &\geq E_i^{ET} \end{aligned} \right\} \dots\dots(2)$$

ガス給湯器で作られる熱量  $Q_i^{HW}$  は、ガス給湯器の効率、消費ガス量をそれぞれ  $r^{HW}$ 、 $F_i^{HW}$  とすると、(3)式に示す制約条件が定義される。

$$N^{HW} \geq Q_i^{HW} = r^{HW} F_i^{HW} \dots\dots(3)$$

また、PEFC-CGSの給湯槽の蓄熱効率、燃料電池の発電効率と廃熱回収効率をそれぞれ、 $r^{TF}$ 、 $r^{FCE}$ 、 $r^{FCQ}$  とすると、PEFC-CGSに関する制約条件は式(4)に示すように定義される。なお、本論分では燃料電池の部分負荷特性と負荷追従性能については考慮せずに分析を行う。ただし、部分負荷運転が行えないとした場合のDSS運転については感度解析で検討を行うこととする。

$$\left. \begin{aligned} N^{FC} &\geq E_i^{FC} = r^{FCE} F_i^{FC} \\ r^{FCQ} F_i^{FC} &= Q_i^{FT} + Q_i^{RD} \\ Q_i^{TF} &= r^{TF} Q_{i-1}^{TF} + Q_i^{FT} - Q_i^{FW} \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

ここで  $Q_i^{TF}$ 、 $Q_i^{FT}$ 、 $Q_i^{FW}$  は燃料電池給湯器の貯湯槽への蓄熱熱量、供給熱量、消費熱量をあらわす。また、 $Q_i^{RD}$  はPEFC-CGSの熱バランスを維持するために燃料電池排熱のうち、熱廃棄される

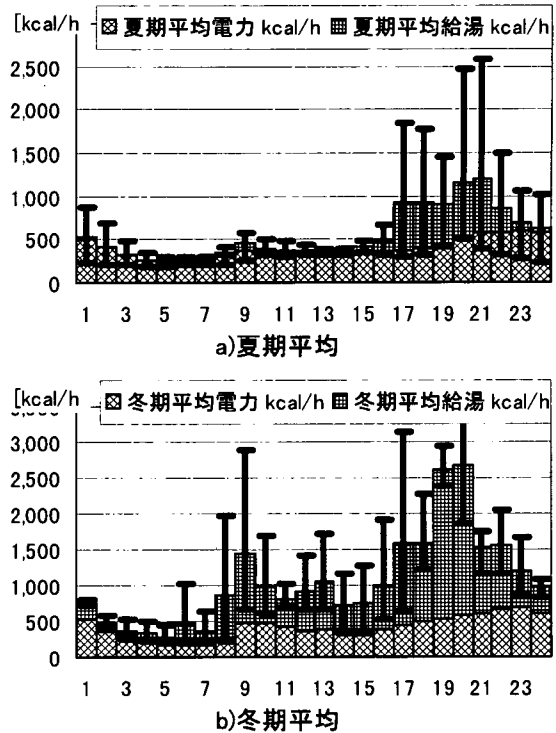


図2 モデル需要家電力・給湯日負荷特性

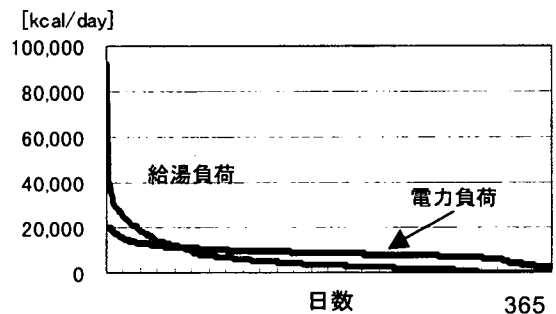


図3 家庭部門における日負荷年間持続曲線

量を表す。あわせて熱廃棄バランスのために(5)式が定義される。

$$N^{RD} \geq Q_i^{RD} \dots\dots(5)$$

2.3 分析の前提条件

(1) 家庭における電力・給湯負荷特性

分析に際して用いた負荷特性データは電気温水器が設置された集合住宅3軒における給湯需要及び電力需要の実測調査結果をもとに推定した負荷特性を用いた。世帯属性としては平均延床面積 76 m<sup>2</sup>、平均世帯人数は 3.3 人、世帯内成

表 1 構成機器の特性および価格条件

| 機器         | 価格          | 発電効率  | 熱(回収)効率 |
|------------|-------------|-------|---------|
| TE 電気温水器   | 110,000円/kW | -     | 80.0%   |
| HW ガス給湯器   | 9,940円/kW   | -     | 80.5%   |
| FC 燃料電池給湯器 | 500,000円/kW | 28.0% | 33.0%   |

表 2 想定エネルギー価格条件

|      | 電気料金<br>家庭用電灯  |           | ガス料金<br>一般料金           |
|------|--|-----------|------------------------|
|      |  | 深夜電力      |                        |
| 従量料金 | 15.58円/kWh (~120kWh)<br>20.67円/kWh (~300kWh)<br>22.43円/kWh (300kWh~) | 5.59円/kWh | 109.50円/m <sup>3</sup> |
| 基本料金 | 26円/A<br>3段階アンペア契約   | 300円/kW   | 1040円/月<br>料金表B        |

人の平均年齢は 35.2 才となっている。従って、PEFC-CGS の普及初期段階における導入先として考えられている建物に比べると、エネルギー需要は小さいと考えることが出来る。

なお、推定結果から得られた給湯量は他の測定事例<sup>[6][7]</sup>に比べると2/3程度の需要量となっている。この理由としては他の実測事例が主として戸建住宅において測定を行っているのに対して、本測定では高気密高断熱型の集合住宅において実測を行ったことが影響しているものと考えられる。

図 2 に夏期・冬期の日負荷特性を示す。図中に示す誤差棒は季節内における全需要(電力需要および給湯需要の合計)の最大と最小の幅をあらわしている。日負荷特性においても電力需要と給湯需要の間には発生時刻に時間的乖離が 1~3 時間程度発生している。また、夏期には 17 時以降の負荷に大きな変動が生じやすいが冬期においては変動の大きくなる時間帯が朝と夕刻に表れている。

図 3 には日負荷の年間持続曲線を示す。電力需要において需要が大きく発生するのは年間の内、2~3週間程度となっており、45週間程度は日負荷量の変動は小さい。一方、給湯需要については、年間の内 1 週間程度に大きな負荷が発生する一方、年間を通じて負荷が安定する日数は少ない。

電力需要は年間で 4,810kWh となっている。電力負荷の特徴としては、7月に約 35Mcal/日(約 40 kWh/日)の負荷が生じ、2月に同程度の需要が発生している夏・冬ピーク型である。また、電力需要と給湯需要の発生に月オーダーの乖離が生じている。

## (2) 構成機器特性と価格条件

検討対象とする、機器の価格ならびに効率を表 1 に示す。電気温水器ならびにガス給湯器については、インターネット上に公開されている各メーカーの電子カタログを参考にして平均的な価格を求めた。PEFC-CGS については他の給湯機器に対して価格競争力を持つと考えられている価格として 50 万円/kW を想定した。PEFC-CGS 価格については感度解析において価格を変化させることによって PEFC-CGS の価格条件による影響分析とブレイクイーブンコストの探索を行うこととした。

また、各機器の年経費率の算出においては耐用年数を 5 年とし、長期割引率として 3%を想定し、分析を行うこととした。

## (3) エネルギーコスト想定

電気料金とガス料金については表 2 に示す前提の下で分析を行った。電気料金については電気温水器については深夜電力を想定し、その他の電灯については 3 段階アンペア契約乙を想定

し分析を行うこととした。また、時間帯別電灯料金についても検討を行うこととし、電気料金体系に対する反応解析もあわせて行う。

ガス料金については、検討対象としたモデル需要家における給湯需要の月平均から、PEFC-CGS またはガス給湯器で利用される各月のガス使用量から料金表 B の価格水準を想定した。なお、今回は電力料金水準と機器特性を感度解析の対象として取り扱い、ガス料金水準についての感度解析は行わず、今後の課題とした。

### 3. 分析結果

#### 3.1 PEFC-CGS 価格低減による影響分析

図 4 に PEFC-CGS の機器価格を変化させた場合に、各機器価格と年間経費低減効果を示す。

基準ケースとして想定した PEFC-CGS 価格 50 万円/kW の場合、需要家にコストメリットが生じる機器選択は電気温水器となり、年間経費は約 16.9 万円となった。

PEFC-CGS が電気温水器に価格競争力を持つためには 30 万円/kW 程度の価格水準を達成することが必要となる。このとき、年間電力需要 4,810 kWh の内、1,301kWh が燃料電池によってまかなわれる。また、放熱器容量は 0[kcal/h]とすることが最適となり、燃料電池排熱はすべて給湯の用に供されている。ただし、30.4 万円/kW の場合における年間総経費の低減効果は 2%以下であり、需要家にとってコストメリットが大きく出するためには 20 万円/kW 台程度以下を達成する必要があると考えられる。また、PEFC-CGS が電気温水器に対して価格競争力を持つ場合でも電気温水器と協調運転を行うことが需要家のメリットとなる。これは PEFC-CGS の価格水準が高いことに加え、燃料電池だけではすべての給湯需要を賄うことが出来ないためである。

今回は電気温水器と PEFC-CGS の他にガス給湯器を検討対象として機器選択問題を解いているが、いずれのケースでも PEFC-CGS の不足する

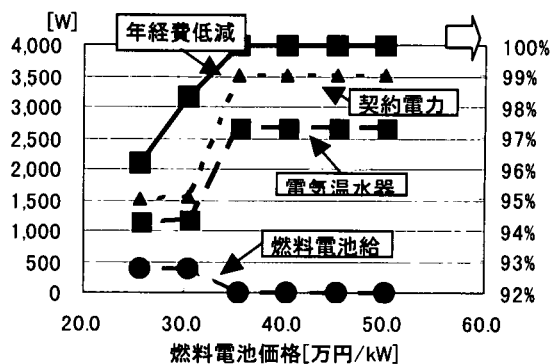


図 4 燃料電池価格低減による影響

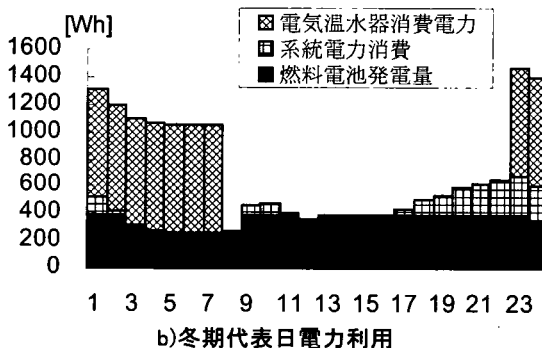
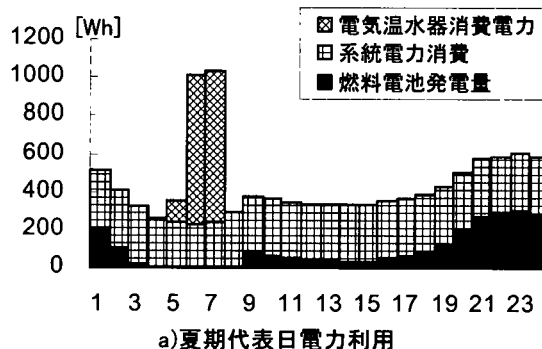


図 5 PEFC-CGS ブレークイーブン時における最適電力供給方策 (PEFC 価格 30.4 万円/kW)

熱量を補うために必要となる追焚用の機器としてはガスよりも電気によって行うことが年経費の点からは需要家メリットにつながる。

#### 3.2 PEFC-CGS の最適運用方策

図 5 には PEFC-CGS がブレークイーブン(PEFC 価格 30.4 万円/kW)の場合における最適運用を示す。夏期においては系統からの購入電力をほぼ一定として、PEFC の運転を追従させることが最適となっている。これは電力需要のピークが夏期

に発生するため、余剰熱量を発生させない範囲で PEFC 容量を決定し、可能な限り一定電力を系統から購入し、契約電力を下げることで年間総経費の低減において有利となっているためである。また、夏期の給湯需要は冬期に比べて小さいものの、不足する熱量を安価な電気温水器によって補うことが年間総経費の圧縮につながる。

一方、冬期においては燃料電池を可能な限り一定負荷運転することが最適な運用となる。これは冬期に給湯需要のピークが発生するため、可能な限り燃料電池排熱を有効に利用することで年間の総経費を圧縮することが可能となるためである。また、不足する熱量については電気温水器で夜間に蓄熱された温水を用いて補うことで最適運用を行い、年間総経費の低減を図ることが出来る。

PEFC-CGS ブレークイーブン時における最適な給湯供給方策を図 6 に示す。夏期には夕刻に給湯需要と共に電力需要も増えるため、燃料電池による電力供給の増加にあわせて、燃料電池排熱が生じる。夕刻時の給湯はこの排熱を利用して賄われるが、燃料電池排熱だけではすべての給湯需要を賄うことが出来ないため、19 時以前の給湯需要に対しては夜間に蓄熱された温水で不足分を補う。

冬期においては、給湯需要量が多いことから燃料電池排熱だけでは全ての給湯需要を賄うことが出来ない。このため、夕刻時の給湯需要に対しては電気温水器からの給湯と PEFC-CGS からの給湯とを組み合わせることで供給し、両者の協調運転を行うことが最適となる。基本的に PEFC 排熱からの供給熱量は可能な限り発生にあわせて消費し、給湯需要が急激に増える夕刻の時間帯には電気温水器から供給することが最適となる。

### 3.3 PEFC-CGS 効率向上による影響分析

図 4 に PEFC-CGS の発電効率を変化させた場合の影響を示す。システム全体の総合効率は 61% とし、発電効率を上げた場合には排熱回収

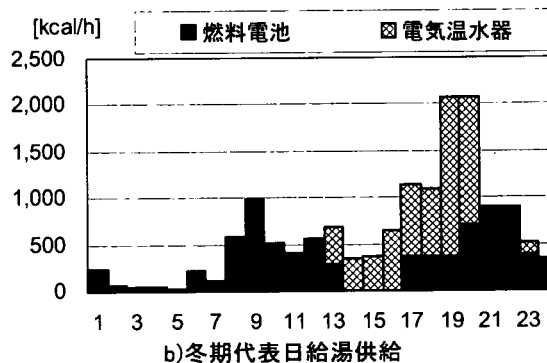
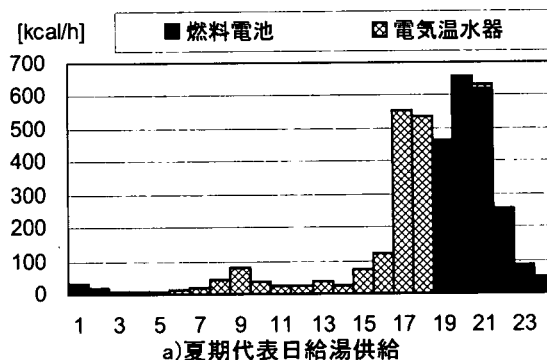


図 6 PEFC-CGS ブレークイーブン時における最適給湯供給方策 (PEFC 価格 30.4 万/kW)

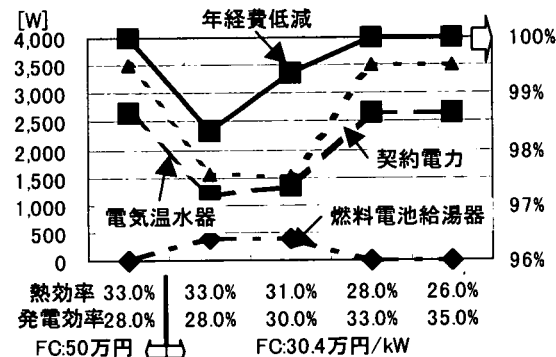


図 7 燃料電池効率向上による影響

効率が下がるものとして分析を行った。また、PEFC-CGS の価格水準については前節の分析の結果を踏まえて、電気温水器に価格競争力を持つ 30.4 万円/kW を想定して分析を行った。なお、図には前節において PEFC-CGS の価格を 50 万円/kW として場合の分析結果も合わせて図示すると共に、年間総経費の低減効果は基準ケースに対しての低減効果として表した。

家庭部門においては電力需要に比べて給湯需

要が比較的多いため、発電効率の向上により排熱回収効率が低下した場合、コストメリットが縮小する。特に排熱回収効率が30%を下回った場合(発電効率33%以上)の場合、PEFC-CGSは電気温水器に対して価格競争力を失う。本検討ではガス料金単価として一般料金を仮定したため、ガス料金単価が比較的高い。このため、発電コストは系統電力価格に比べて割高となり、単に発電コストが下がるだけでは需要家における年間総経費の低減につながらない。また、発電効率30%の場合にはPEFC-CGSの導入により年間経費の低減が見込めるものの、年経費低減割合は基準ケースに比べて1%以下にとどまる。

このことから、PEFC-CGSの導入により需要家メリットを確保するためには発電効率の向上だけでなくシステム全体の効率向上が不可欠となる。

### 3.4 部分負荷特性による影響分析

部分負荷運転を行わない様に制約を与えた場合、燃料電池価格の違いによって最適機器規模に与える影響を図8に示す。なお、本感度解析では燃料電池改質器の待機に伴うエネルギー消費は考慮に入れていない。

部分負荷運転が可能であり、部分負荷運転によって発電効率に影響がない場合のPEFC-CGSのブレイクイーブンコストはおよそ30.4万円/KWであった(図4)。これに対して、部分負荷運転が行えない場合にはPEFC-CGSのブレイクイーブンコストはおよそ25.6万円/KWとなり、導入条件は厳しくなる。このため、部分負荷運転がある程度可能であるとした場合には、PEFC-CGSのブレイクイーブン

コストは30.4万円/KW~25.6万円/KWの間にあると考えることが出来る。

また、部分負荷運転が出来ず、余剰電力の逆流が行えないにより、燃料電池の最適規模も小さくなり、260Wが最適となった。

### 3.5 電気料金選択による年間総経費低減効果

部分負荷運転に対する制約を与えずに、電気料金を時間帯別電灯(深夜帯8時間)と時間帯別電灯(深夜帯10時間)とした場合の分析結果を図9に示す。分析に際しては表3に示す料金を想定して分析を行った。

いずれの場合においても電気料金の低減効果が大きくPEFC-CGS価格が30.4万円/kWの場合時間帯別電灯(深夜帯8時間)の場合には電気温水器価格に対して価格競争力を持つが、時間帯別電灯(深夜帯10時間)に対しては価格競争力を持つことが出来ない。また、時間帯別電灯を選択した場合においてもPEFC-CGSでは不足する給湯熱量はガス給湯による追焚を選択するよりも電気温水器を組み合わせることが需要家にとってコ

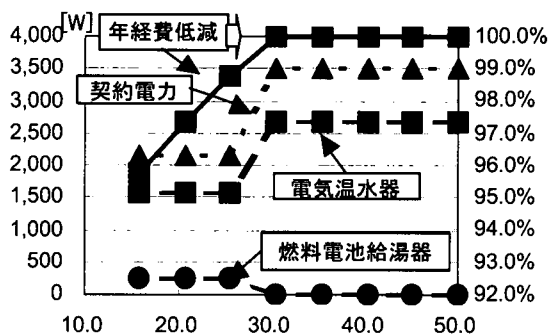


図8 部分負荷特性制約時の最適計画

表3 時間帯別電灯想定料金

|      | 電気料金   |  |
|------|--|--|
|      | 時間帯別電灯(深夜帯8h)  | 時間帯別電灯(深夜帯10h)   |
| 従量料金 | 5.98円/kWh (深夜帯)<br>19.95円/kWh (~90kWh)<br>26.45円/kWh (~230kWh)<br>28.70円/kWh (230kWh~) | 6.25円/kWh (深夜帯)<br>22.2 (~80kWh)<br>29.45 (~200kWh)<br>31.95 (200kWh~) |
| 基本料金 | 260円/kVA   | 260円/kVA   |

ストリットを大きなる。

なお、PEFC-CGS の機器価格がブレークイーブン以下となり、PEFC-CGS が選択されている場合であっても、電気温水器と組み合わせると共に、時間帯別電灯(深夜帯 8 時間)を料金メニューとして選択することで需要家におけるコストメリットは高まる。

時間帯別電灯(深夜帯 10 時間)の選択によって需要家における年経費低減率が 12%程度あることから、PEFC-CGS が電気温水器に対して価格競争力を持つためには機器価格条件として 25 万円/kW 程度を達成する必要があると考えられる。

図 10 には時間帯別電灯(深夜帯 8 時間)選択時の最適給湯供給方策を示す。時間帯別電灯(深夜帯 8 時間)の選択によって昼間の電力料金が上昇することから、昼間の電力供給に対しては PEFC の価格競争力が高まる。この結果、発電電力量が増えるために PEFC 排熱量も増加する。この結果、夏期においては PEFC からの熱量によりほとんどの給湯需要を賅うことが出来る。ただし、わずかに熱量が足りなくなるため、電気温水器での給湯供給が行われる。

一方、冬期には PEFC の発電電力量が増えたとして、PEFC 排熱量だけでは大きな日給湯需要量を賅うことが出来ないため、電気温水器による給湯供給が必要となる。特に 19 時前後の大きな給湯需要を PEFC からの熱量だけでは賅うことが出来ないため、深夜帯に蓄熱した温水を用いて不足する給湯量を賅うことが不可欠となる。

#### 4. おわりに

家庭部門需要家の最適計画モデルおよび使用実態データを用いて経済的な観点から PEFC の導入可能性を分析を行った結果、以下の事な

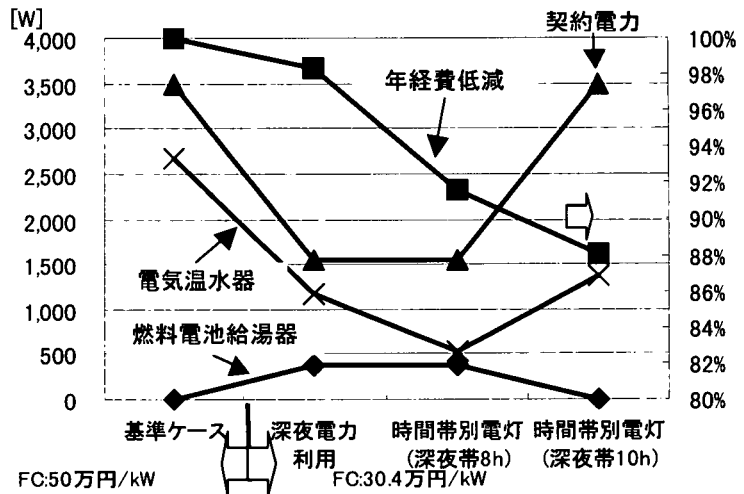


図 9 電気料金選択による影響

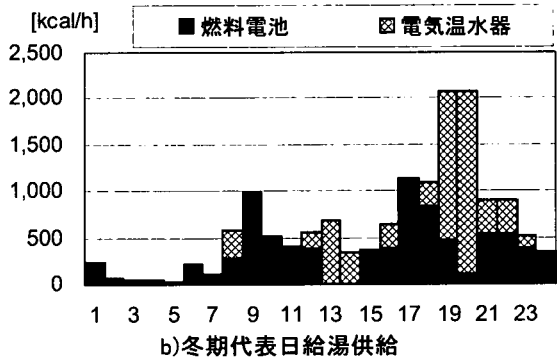
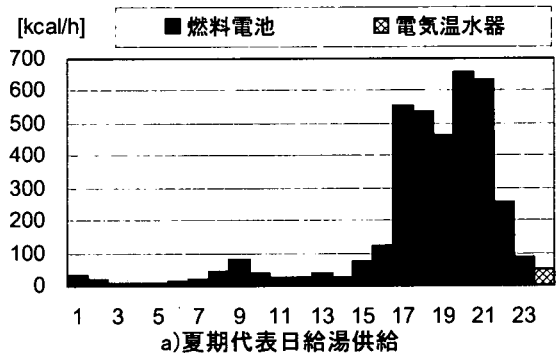


図 10 時間帯別電灯(深夜帯 8 時間) 選択時の最適給湯供給方策

どが明らかとなった。

- (1) PEFC-CGS が電気温水器に価格競争力を持つためには 30 万円/kW 程度以下の価格水準を達成することが必要となる。
- (2) 不足熱量の追焚用としてはガスよりも電気によって行うことが年経費の点からは需要家メリ

ットにつながる。

- (3) 発電効率の向上による排熱回収効率の低下は需要家のコストメリットを縮小させるため、発電効率の向上だけでなくシステム効率の向上が不可欠となる。
- (4) 時間帯別電灯を選択した需要家において、PEFC-CGS が電気温水器に対して価格競争力を持つためには機器価格条件として 25 万円/kW 程度を達成する必要がある

今後は床暖房や CO<sub>2</sub> ヒートポンプなど、電気温水器・ガス給湯器以外の機器や燃料電池給湯器の導入初期段階に導入対象と考えられているエネルギー需要の大きな世帯も検討対象に加えた分析や、燃料電池の負荷追従性能などの技術的特性をより考慮した分析を行っていく予定である。また、感度解析の対象としていない、ガス料金水準に対する感度解析についても今後は検討を行っていく予定である。

#### 【参考引用文献】

- [1] 今村、「自家用発電設備の設置動向」、OHM 第 89 巻第 6 号、2002 年 6 月
- [2] 蒲生、伊東、横山、「エネルギー需要量の不確実性を考慮した家庭用コージェネレーションの導入可能性分析」、第 18 回エネルギーシステム経済コンファレンス、2002 年 1 月
- [3] 春日井、飯田、加藤、呉、鈴置、「給湯負荷の実測に基づく住宅用マイクロコージェネの評価」、第 18 回エネルギーシステム経済コンファレンス、2002 年 1 月
- [4] 今村、浅野、「中小規模業務用需要家におけるマイクロガスタービンの最適導入計画」、電中研報告 Y00003、2000 年 6 月
- [5] 今村、浅野、「業務用需要家の分散型電源・蓄熱空調機器間の技術選択要因分析」、電気学会電力・エネルギー部門大会、2002 年 8 月
- [6] 鈴東、佐野、上野、佐伯、辻、「自動計測に基づく住宅のエネルギー需要の現状分析(2)」、第 16 回エネルギーシステム経済コンファレンス、2000 年 1 月
- [7] 若園、加藤、横水、岡本、鈴置、「住宅用マイクロコージェネの運転方法・蓄熱容量に関する検討」、第 16 回エネルギーシステム経済コンファレンス、2000 年 1 月

いまむら えいいち  
あさの ひろし

電力中央研究所 経済社会研究所





# カリフォルニア州電力自由化プロセス に関する政治経済学的事例研究

## A Case Study on Political Economics of California Electricity Industry Restructuring Process

キーワード： 電力自由化、電力危機、アメリカ型民主主義

小 中 山 彰

2000年初夏から2001年春にかけて米国カリフォルニア州で発生した「電力危機」については、すでに多くの分析レポートや調査研究論文が発表されて、問題点や原因等は明確にされ、日本が学ぶべき教訓も数多く示唆された。本論はそれら分析レポートや論文とは少し異なる角度や資料によって「電力危機」問題にアプローチするものである。公聴会における証言、議会における発言、さらに膨大な量にのぼる公表資料に、制度設計にかかわった多くの関係者へのインタビューを重ね合わせて、多様な価値観、集団的心理状況、そして利害関係が錯綜した場において、偶然と必然が織り成して作り上げられた電力自由化という公共政策形成の歴史的経路を浮き彫りにしていくことを目指している。公共政策としての電力自由化の決定プロセスにおいてアメリカ型民主主義がどのように機能したかについての政治経済学的事例研究であるとも位置づけられる。

I. 本論の目的

II. AB1890成立までの経緯

III. AB1890は利害関係者に何をもたらしたか

IV. 残された課題

参考文献

付属資料

### I. 本論の目的

2000年初夏から2001年春にかけて米国カリフォルニア州で発生した「電力危機」については、すでに幾多の調査がなされ、問題点や原因等について多くのことが明確になった。また、日本が学ぶべき教訓も数多く示唆されている。

「電力危機」が発生した原因としては、異常気象（カリフォルニア州夏季の高温と米国北西部地域の渇水）、天然ガス価格の高騰、電力需要の予想外の伸び、の3つが指摘されることが多い。これらが同時に起る確率は非常に小さく、何十年に一度起るか、起らないかであり、今回の「電力危機」ではこの3つが同時に発生した異常事態であったとの説明をする関係者もあ

る。さらに、「電力危機」が2002年3月に予定されていた全面自由化への移行期間中に起ったことが事態の悪化に拍車をかけたとの指摘もある。

この他の理由として、環境規制の厳しさに伴う州内での新規発電所建設の難しさがあげられることも多い。カリフォルニア州では建設許可を得るのに数年かかることは珍しいことではなかった。また、発電所の建設においては17種類もの環境アセスメントをしなければならず、計画変更を求められることも度々あった。そのため建設費以外の諸経費がかさむ事になり、新規発電所の建設は抑制されてきた。実際、90年代カリフォルニア州では新規の発電所建設は行われなかった。州外から電力を購入する

ほうが格段に安上がりであったのである。

これらに加え、電力自由化に関わる制度設計の不備や自由化された電力市場の運営のまずさが「電力危機」を引き起こしたとの指摘や、「電力危機」は関係者の利害や政治的思惑が錯綜した結果の産物であるとする見解も数多く出されている。利害関係者（Stakeholders）は、真空の中で、過去の経緯に関係なく、相互独立に意思決定を行っているわけではない。したがって、異常気象のようなシステム外要因ではなく、制度的欠陥のようなシステム内要因によって問題が引き起こされた度合いが大きいと考えるなら、カリフォルニア州の歴史的、社会的、制度的な枠組みの中で今回の「電力危機」は分析される必要がある。

この認識にたって、本論では、

1. 今回の危機的状況を招いた制度がどのような経緯で設計・承認されたのか、
2. それらに関わる決定を誰がどのような状況で行ったのか、
3. その結果、何が具体化されたのか、

を明らかにすることを試みている。公聴会における証言、議会における発言、さらに膨大な量にのぼる公表資料に、制度設計にかかわった多くの関係者へのインタビューを重ね合わせて、多様な価値観、集団的心理状況、そして利害関係が錯綜した場において、偶然と必然が織り成して作り上げた電力自由化という公共政策形成の歴史的経路を浮き彫りにしていくことを目指している。

公共政策としての電力自由化の決定は冷静な予測計算や判断に基づく合理的意思決定の産物であったのか。議会や公聴会、その他の委員会やワーキング・グループ等は秩序整然とした形で運営されたのか（どのような意思決定の場で、どのような見解や意見の一致・不一致があったのか）。どのような利害関係者が、どのような状況で、どのような役割を果たしたのか

（連邦政府や州政府はどのような機能や役割を果たしたのか、私営や公営の電力会社はどのような役割を果たし、変化にどのように対処したのか<sup>1)</sup>）。言うなれば、アメリカ型民主主義がどのように機能したかについての政治経済学的事例研究であるとも位置づけられる。

本論は、1996年におけるカリフォルニア州の電力産業再編法（AB1890と呼ばれる）成立までの経緯を時系列で追っていく中で、どのような背景や事情のもとでどのような決定が誰によってなされたのかを明らかにしていくという形式をとった。

## II. AB1890成立までの歴史的経緯

### ●1993年2月3日

**カリフォルニア州公益事業委員会（California Public Utility Commission: 以後CPUC）は電力自由化に関する最初の調査報告書「イエロー・ブック」を公表。**

1992年の初め、CPUCのコミッショナーはCPUC戦略計画部（Division of Strategic Planning）に対して、電力産業の現在の状況と将来の見通しに関する包括的な調査を実施し、新たな電力産業規制政策の枠組みを提言するよう指示した。この指示に対して、のちにその表紙の色から、「イエロー・ブック」と呼ばれるようになる報告書[1]が1993年2月に提出された。

<sup>1)</sup> 私営の電力会社（投資家所有電力会社（IOU: Investor Owned Utilityとも呼ばれる）とは、主に、Pacific Gas & Electric (PG&E)、Southern California Edison (SCE)、San Diego Gas & Electric (SDG&E)の3社のことである。この3社がカリフォルニア州の全電力需要量の80%弱をまかなっていた。これ以後、本論では、この3社を単にIOUとする。

公営の電力会社とは地方自治体によって経営されている電力会社であり、カリフォルニア州全体の20%の電力供給を満たしている。その供給地域にはロスアンゼルス、サクラメント、アナハイム、リバーサイド、パロアルト等の大都市がある他、多くの小さな都市や町がある。

コミッショナーがこの調査を命じた背景には以下のような状況があった。

1. カリフォルニア州の平均電力料金は全米のそれに比して50%ほど高かった。
2. カリフォルニア州は当時、数年にわたる景気低迷のただ中にあり、経済を回復軌道に乗せることが求められていたが、大口事業顧客に対する電力料金は近隣州のそのの倍であり、カリフォルニア州の産業基盤がこれ以上衰退することは許されなかった。
3. 当時、垂直統合されていた電気通信産業が自由化され、競争が導入された結果、長距離通信サービスの料金が大きく低下した。そのため、規制産業の自由化は料金の低下を実現させるとの認識が形成されていた。
4. 90年代の当初、カリフォルニアの発電予備率はほぼ30%あった。ただし、州内の発電設備の予備量が30%あったということではない。これは、州外からの発電購入可能量も考慮した数値である。カリフォルニア州は州外からの輸入に全供給量の2割ほどを頼っていた。90年代、新規の発電所建設は行われなかったが、コミッショナーは十分な設備が州内外に存在すると考えていた。これに対して、カリフォルニア州の長期的なエネルギー需給予測や計画作成を行うカリフォルニア・エネルギー委員会 (California Energy Commission : 以後CEC) を始めとして、予備率は低下すると警告した組織や個人は多かった。
5. そして、カリフォルニア州では従来の垂直統合フランチャイズ型産業構造・総括原価規制方式が機能不全を起こしているとの認識が高かった。特に、以下の2つがその事例として指摘される<sup>2</sup>。

・カリフォルニア州では、原子力発電所の建設・運営費用を適正な範囲に管理できなかった<sup>3</sup>。

・州の強制によって、コジェネレーターや再生可能エネルギーを用いて発電しているQF (Qualified Facility) と呼ばれる80MW以下の発電容量しか持たない小規模発電事業者とIOUとの間で取り交わされた長期卸売り料金契約価格が高いものとなっていた。

QFは、もともとが1978年にカーター政権によって制定された公益事業規制政策法 (Public Utilities Regulatory Policies Act : 以後PURPA) によってその存立を基礎付けられ、カリフォルニア州ではCPUCの熱心な支援によって増加した。IOUはQFとの間で1 kWhあたり10セントから12セントの高い卸料金で20年から30年の長期契約を結ぶことが義務付けられた。これは、石油危機当時において、石油・天然ガス価格が上昇すると予測されていたため、IOUが新規に発電所を建設し、発電を行った場合に相当する費用 (発電所建設を回避することに相当する費用であるため、回避費用と呼ばれる) がこの水準になると推定されたからである。QF全体としては、1992年には、IOU所有の発電所の発電容量の26%強にあたる発電容量を持つまでになった。しかし、その後石油・天然ガス価格は上昇せず、長期契約はIOUにも顧客にも高くつく結果となった。

QFとの長期相対取引経験はその後の自

<sup>3</sup> CPUCは原子力発電所建設費用の増加分を料金に上乗せして顧客から徴収することをIOUに許さなかった。先述した環境規制の厳しさに加え、このことも、当時の規制の枠組みとCPUCとの関係において、IOUが新規の発電設備建設に積極的にならなかった理由の一つとなった。

<sup>2</sup> [13]

由化論議に次の2点で大いなる影響を与えたと考えられる。①垂直統合フランチャイズ方式による電力供給以外に独立電力供給事業者のネットワークへのオープン・アクセスを保証しても需給バランス／系統管理に問題は生じない。②ネットワークへのオープン・アクセスを独立電力事業者に保証すれば新規参入は増加する<sup>4</sup>。

「イエロー・ブック」は1945年から1993年までのカリフォルニア州における電力産業と規制の歴史を振り返って、①その規制構造は電力産業を取り巻く状況に効果的に対応できておらず、②これを放置すれば将来さらに大きな問題が発生すると考えられ、③そのため、規制の枠組みの抜本的な改革が必要であることを指摘した。

改革に向けての議論のたたき台として「イエロー・ブック」は以下の4つの基本戦略を選択肢として打ち出した。

戦略A—限定的な改革：現在の総括原価主義による規制の枠組みはそのままにするが、料金改定に関する審議は毎年行い、料金原価を調整する項目や損益を調整する会計項目のいくつかを廃止し、規制対象となっている電力会社の天然ガス購買システムを改革する

戦略B—プライス・キャップ規制：総括原価方式から、電気通信産業で導入されたようなプライス・キャップ規制方式に移行する

戦略C—限定的な顧客による選択（コア／ノ

ンコア顧客方式：天然ガス産業の規制改革で採用された方式）大多数の顧客（コア顧客）には現在の規制方式による電力供給を継続するが、大口事業顧客（ノンコア顧客）には発電サービスの供給者を任意に選択できるようにする

戦略D—大規模な産業自由化：電力会社の発電部門を分割し、小売レベルに競争を導入する

「イエロー・ブック」には1992年に制定されたエネルギー政策法（Energy Policy Act：以後EPAct）の影響が色濃く出ていた。EPActはエネルギー・サービスの開発・供給方法として市場競争メカニズムを活用することを奨励した。EPActにより、連邦議会はいくつかの既存の法律の改正を行った。その中には1930年代に制定されたものもあった。しかし、連邦議会は一つの既定路線を全ての州に強制することはせず、州毎にEPActの理念を実現する独自の政策やプログラムを施行していくことを求めた。

「イエロー・ブック」公表後、CPUCは上記の4戦略に対するコメントを広範囲に求めた。全コミッショナー5人が参加するフルパネル・ヒヤリングが3回開催され、大口・小口の事業顧客、一般消費者、専門家等からの様々な見解や意見が表明された。参加者は57の個人と組織にのぼった。表明された見解や意見は各自の立場の違いにより相違点が目立つものであったが、カリフォルニア州のIOUに対する規制政策は何らかの改革が必要であるという点では見解の一致をみた。ただし、それに伴った電力自由化の必要性については意見が分かれた。

先述したように、当時、カリフォルニア州は戦後最悪の景気低迷の只中であつた。カリフォルニア州の電力料金は、全国平均より50%も高く、多くの企業が州外に出て行く恐れがあり、

<sup>4</sup> しかし、この点は注意しなければならない。なぜならば、QFとは長期契約関係にあつたのであり、この枠組みでは新規参入は増加したが、競争的なスポット・マーケットへの新規参入に関しては何ら経験則を与えてくれてはいなかったからである。

政治的な問題となっていた。

電力料金を下げる手段としてCPUCは自由化を選択する。しかし、自由化すれば料金がどれくらい下るのか、なぜ自由化すると料金が下るのか等についての明確な議論がなされたという資料は残されていない（需要・供給バランスの将来予測がきちんとなされた形跡はみつからなかった）。需要の急速な伸びは予期されなかった一方で、州外からの電力供給は増えると思われていたようであった。しかし、州外からの電力を送電する為の州間送電設備の整備については連邦政府の管轄になるためほとんど考慮されなかった。州政府と連邦政府との管轄の対立も「電力危機」の原因の一つであると指摘されている。

自由化論議の中で、自由化は資源配分の効率性を達成する為の手段ではなく、いつのまにか目的となっていたと指摘する関係者は多い。また、多くの専門家は、料金が高かったのは、規制下にあったIOUの経営が非効率的であったからではなく、環境規制、ロード・カーブの形状、QF契約、原子力発電所建設費用等のカリフォルニア州特有の要因にあったと指摘している。

合衆国の西部地域には余剰電源設備があり、大口の事業顧客は短期の限界費用を少々上回る値段で彼らと直接に相対取引することを望んでいた。しかし、他の顧客はすべてこの相対取引に反対をした。小口の事業顧客の保護を支援する団体は彼らに費用が転嫁されることを憂慮して反対した。労働組合は組合員をほとんど雇用していない独立電力供給者との直接相対取引は組合員が職を失う可能性が大きいとして反対した。環境保護団体は、事業顧客は環境に対する影響を考慮せず、最も安い電力供給者を選んでしまう危険性があるとして、相対取引に反対した。

IOUも相対取引に反対していた。第一に、彼らには、現在フランチャイズ独占を保証されて

いる小売市場でシェアを失うことに対する見返りは何もなかったからである。より重要な理由として、小売段階での性急な自由化により短期限界費用水準まで価格が下がってしまうことになった場合、総括原価規制方式の下で回収が保証されていた過去の非経済的な投資やQFとの電力供給契約にかかわる費用を回収できなくなってしまうのではないかと恐れたからである。実際、規制方式の変更によって回収不能となる費用（ストランデッド・コストと呼ばれる）は全米すべての公益事業者と投資家の心配の種であった。それは米国全体で1～2兆ドルに達するものと推計されていた<sup>5</sup>。

## ●1994年1月

### 関係者による英国訪問

カリフォルニア州の規制当局者、議員、電力関係者が英国を訪問し、当時自由化が行われたばかりの電力産業について広範な調査を行った。この訪問でCPUCのフェスラー委員長（当時）は、信頼性、短期のディスパッチ効率性、そして長期のリスク・ヘッジング管理に関して英国の枠組みを基本にした体制が十分に機能することを確信したと述べている。

この訪問はSCEが推進したものであった。後に述べるように、SCEは一貫して英国型のプール・システムの支持者であった。そこには、相対取引を支持するPG&Eとの強烈的な競争関係があったためである。PG&Eはガス産業自由化で採用された相対取引の経験を電力産業の自由化に活かしたいと考えていた。それに対しSCE

<sup>5</sup> IOUはこの費用が自由化により回収できなくなることを危惧したため、自由化論議では、ストランデッド・コストが何らかの形で全額回収されることが保証されることを、彼らの第一優先事項として求めた。参考文献[16]はストランデッド・コストの詳細な分析をしている。

はガス取引の経験がなく、相対取引システムが採用されれば不利な立場に置かれるとの危惧があったようである。

## ●1994年4月20日

### CPUCによる「ブルー・ブック」の公表

「イエロー・ブック」公表の14ヶ月後、CPUCは通称「ブルー・ブック」と呼ばれる政策ペーパーを公表し[2]、「イエロー・ブック」の中で提唱された戦略Dを採用する意図を明確にした。

「ブルー・ブック」では2つの改革方策が提唱された。第一は、総括原価主義による規制から成果ベース主義による規制への移行である。すなわち、どれだけ投資をしたのかが利潤額を決めるという方式ではなく、費用水準と電力サービスの品質が利潤額と結び付けられる規制方式が提唱された。第二は、大口の事業顧客は1996年1月から、小口の事業顧客は1999年1月から、残りの顧客は2002年1月1日までの間に小売レベルでの電力供給者と需要家との直接的な相対取引を段階的に導入していくことであった。相対取引は任意であり、それを望んだものだけが競争市場で電力を直接購入することになる。そうでない需要家は従来どおり電力会社から発電・送電・配電の一括サービスを購入できるとされた。この前提条件として、「ブルー・ブック」では、IOUが発電部門の送電・配電部門からの分離、発電部門の複数企業への分割を行って、他の独立発電供給者と競争させることが主張された<sup>6</sup>。

また、「ブルー・ブック」は2つの課題を提示し、広く意見を求めた。第一は、英国型のプール・システムによるスポット市場を創設すべき否かである。これは、フェスラーとコンロンの

両コミッショナーによって提言された。彼らは、相対取引は、市場が十分に発展した段階では、多様な需要とリスクに対処する方式として望ましいが、市場が発展途上の段階では、系統安定性にとっては望ましい方式ではなく、プール・システムの方が望ましいと主張した。

第二は、発電設備の分割を行うべき否かである。「ブルー・ブック」は、電気通信産業とガス産業の自由化の経験から、競争を促進する条件として垂直統合の分割は必ずしも必要ないとしていた。ただし、分割してないIOUは分割しているIOUより、より厳しい規制を受けるであろうとも述べられていた。

「ブルー・ブック」ではさらに以下のような指針も発表された。

- ・顧客グループの間での費用の転嫁はしない
- ・電力会社がストランデッド・コスト回収に必要な利益を得ることのできる機会を保証する
- ・重要な公共プログラムを継続する
- ・安全で信頼でき、かつ環境に配慮した電力サービスの適正な価格での供給を継続する

## ●1994年6月～1995年1月

### 公聴会の開催

1994年6月から10月までに「ブルー・ブック」に対して113の個人と団体がコメントを提出し、5回のフルパネル・ヒヤリングが開催された。この公聴会には90人以上の個人と団体からの代表者がパネリストとして参加した。

また、1994年8月から1995年1月までに、数多くの州民からの意見が寄せられ、16の公聴会がカリフォルニア州全域で開催された。インターネットとCAL-SPANによるテレビ中継を通じても公聴会の内容は伝えられた。

1994年6月の最初のフルパネル・ヒヤリング

<sup>6</sup> 参考文献[18]、[20]は「ブルー・ブック」の詳細な分析をしている。

で、PG&Eはストランデッド・コストの全額回収が保証されるならという条件の下で相対取引案に対する支持を表明した。しかし、SCEとSDG&Eは、プールコ (PoolCo) と彼らが呼ぶ、英国型のプール・システムによる短期市場の創設を提案した。

彼らの提言の中では、プールコは、経済学の教科書が想定するように、競争価格の下で電力の需給バランスを効率的に実現するメカニズムであると説明された。「ブルー・ブック」では需要家と供給者が任意に相対取引を進めることができるものとされていたが、彼らの提言では電力会社のみがプールコから電力を購入でき、電力会社の最終需要家に対する独占的な立場は維持されるとされた。需要家はプールコで決まる価格（時間毎に変動する）で電力を購入し、使用量を価格にあわせて調整するか、プールでの変動価格による電力取引をヘッジするための金融商品を購入することによって、結果として固定価格で電力を購入できるようにできるとされた。同時に、金融商品の売り手は電力を再販売できるものともされた。

また、需要家はプールコで決まる電力料金以外に電力設備の固定費用、ストランデッド・コスト回収の費用、公共政策や環境保護の費用も別枠で負担することが提言された。プールコの提言者たちは相対取引案の支持者たちを市場メカニズムからの便益実現を意図的に邪魔する者であると批判した。しかし、CECといくつかの環境保護団体を除いてプールコに対する支持はほとんど得られなかった。

#### ●1994年8月31日

##### ACR143の可決

カリフォルニア州議会はACR(Assembly Concurrent Resolution)143を決議し、自由化に関して

してCPUCが議会に対して適正な報告や意見の聴取を行っているかどうかをチェックするJoint Oversight Committeeを設立した。その結果、コミッショナーに対して最終決定をください前にストランデッド・コストに関わる公聴会を開催し、かつ自由化論議に関しては逐一議会に報告することが義務づけられた。

この法律の成立が、自由化論議の政治化の始まりであると指摘する関係者は多い。過去の多くの規制政策決定に関して重要な役割を与えられてこなかった議員が自分達の存在感を示す絶好の機会であると考えたものと推測される。それまでは自由化に関して、CPUCが中心となって、技術・経済・規制等の専門家がその専門知識や専門能力をもとに論議や決定を行う場を提供していたが、これ以後、論議や決定は政治的駆け引きの場へと移されることになった<sup>7</sup>。

#### ●1994年12月7日

##### コミッショナー中間決定を公表

コミッショナーはどのような計画の下で最終決定を下すかを示した中間決定を公表した。同時に、この計画に対する利害関係者からの広範囲な意見も求めた。さらに、利害の調整を図り、決定に対する理解を深めてもらうため自由化に関係する個人や団体が参加できるワーキング・グループを結成することも示唆した。

これ以後、多くのワーキング・グループが形成される。原則として、ワーキング・グループは公開であったため、参加は自由であった。そのため、議論は専門家の手を離れ、利害関係者が自分達の目的をできる限り実現しようとする場になってしまった。IOUはストランデッ

<sup>7</sup> [10]

ド・コストの回収を、QFは過去の長期契約の遵守を、マーケターは市場情報への優先的なアクセスとその情報優位性を使った裁定取引ができるシステムの設計を、環境保護団体はデマンド・サイド・マネジメント・プログラムの強化と再生可能エネルギーの推進を、大口事業顧客は直接供給者選択と相対取引を、消費者保護団体は料金の値下げを、それぞれの優先事項としていた。

ワーキング・グループにおける議論では、整合性のとれた政策的なガイダンスは隅に追いやられ、原則は無視された。専門家が管理する規制・行政的な意思決定の場から、政治的な意思決定の場への移行が起って行った。現在では、2001年4月6日に、PG&Eが破産法第11条の適用を連邦破産裁判所に申請したことにより、意思決定の場はさらに司法に移行している。

#### ●1995年1月24日

##### コミッショナーによるプロGRESS・レポート[3]の提出

コミッショナーはACR143によって要求されていたプロGRESS・レポートを提出した。ストランデッド・コストに関する歴史的経緯とその取り扱いに関してレポートはかなりのページ数を割いて説明を行っている。

#### ●1995年2月22日

##### ワーキング・グループ報告書を提出

ワーキング・グループにはIOU、規制当局、事業顧客グループ、環境保護団体、消費者保護団体等から123以上の団体や組織の代表が参加した。ワーキング・グループの集まりは公開され、業界紙も出席した。

#### ●1995年3月

##### 連邦エネルギー規制委員会(Federal Energy Regulatory Commission : 以後 FERC ) MegaNOPRを公表

FERCは、規制対象となっている電力会社が、①卸売り取引において彼らの送電システムを発電事業者に公平に開放すること、②卸売り取引によって発生した全ストランデッド・コストの回収を認可すること、をNotice of Proposed Rulemakingの中で公表した。これにより、電力会社が州政府に対して小売段階におけるストランデッド・コスト回収も要求できることが正当化されたとされている(卸売り取引によって発生したストランデッド・コストは小売取引によって発生したストランデッド・コストに比べその額は非常に小さかった)<sup>8</sup>。

#### ●1995年5月24日

##### コミッショナーは2つの案[4]、[5]を公表

この中で、全5人のコミッショナーのうち、3人が優先案として電力プール市場の創設を提唱した。全ての電力の売買はプール市場を通じるとなされるとされ、プール市場を管理・運営するための独立システム・オペレーター (ISO) の設立も同時に提案された。また、相対取引の実施はプール市場の開設から少なくとも2年を経た後から実施されるとされた。これは、「ブルー・ブック」で論議された相対取引の導入は市場が発展した後が望ましいという理由からであった。

これに対して、2人のコミッショナーが代替案として相対取引を通じた消費者による直接

<sup>8</sup> 卸売りレベルの取引は複数の州の間での取引であることが多いので、連邦政府の管轄になるが、小売レベルは州内の取引なので、州政府の管轄になる[12]、[21]。



供給者選択を提唱した<sup>9</sup>。同時に、彼らは1つではなく、複数の競争的な関係にあるISOの設立の必要性も主張した。

●1995年7月28日、8月14日、8月21日、9月8日

**フルパネル・ヒヤリングの開催**

5月24日の最終決定案に対して広く利害関係者や有識者の意見を聞くため、4回のフルパネル・ヒヤリングが開催された。議論されたのは、提案されたプール市場の仕組みとその機能、プール市場体制における非経済的な発電設備の取り扱い、市場支配力の存在を測定する指標とその対策、ストランデッド・コストの推定方法、移行料金の設計と顧客と株主の間のストランデッド・コスト負担の配分、相対取引の実施に関する細則、公共政策、環境保護政策の継続等に関してであった。

●1995年9月11日

**電力会社、大口顧客団体、独立電力供給者、製造業団体共同で覚書(MOU: Memorandum Of Understanding [16])を提出**

当時のカリフォルニア州知事であったピート・ウイルソンの求めに応じて、SCE、California Large Energy Consumers Association、Independent Energy Producers、California Manufactures Associationは立場の違いを話し合い、自由化に関するMOUを共同で提出した。「ブルー・ブック」公表後、CPUC内部では自由化をどのように行うかについて明確な青写真を描けないうでいた。しかし、コミッショナーの2案を折衷した形の

9 相対取引を提唱した2人のコミッショナーは、相対取引の活発化に伴って、売り手と買い手の間で自発的なプール市場が形成され、その市場の方が計画されたプール市場より正確な市場情報を反映すると述べている。

MOUが提示されたことによりCPUC内部でも自由化論議の「落としどころ」をどこにもってあげばよいか明瞭になったとされている<sup>10</sup>。

MOUでは以下の政策が提示された。

- ・相対取引は1998年1月1日から5年をかけて段階的に施行する
- ・1時間ごとの短期的な電力の取引を行う電力取引所(PX)をISOとは独立に設立する
- ・相対取引を望むものはPXを迂回できる
- ・相対取引はISOによって保証される
- ・ISOは送電系統を一括管理し、公平な送電系統へのアクセスと信頼度を確保するためPXとは別に設立され、電力会社は送電線を保有するがその系統運用機能を移管する
- ・過去に行われたQF契約や発電設備への投資等に関わる費用回収のための移行メカニズムを明確にする<sup>11</sup>
- ・現在のカリフォルニア州の政策と整合的な公共政策と環境政策を継続する<sup>12</sup>

●1995年10月2日

**環境保護団体、消費者保護団体等よりなる11の団体が”Framework for Restructuring in the Public Interest [9]”というタイトルの共同動議を提出**

MOU作成に参加を要請されなかった環境保護団体と消費者団体は独自に、リストラされた体制下での公共政策と環境保護政策の継続に関わる以下の政策を提示した。

<sup>10</sup> [11]

<sup>11</sup> MOU作成に唯一関わったIOUであるSCEによって主張された。

<sup>12</sup> 全ての顧客クラスの料金に等しく課せられる税によって維持されるとされた。対象は、エネルギー効率性を高めるためのプログラム、再生可能エネルギープログラム、低所得者への補助金プログラム等であった。

- ・ ストランデッド・コストの回収においては顧客だけではなく株主もその負担をする
- ・ ストランデッド・コスト回収を料金だけにせず、かつ電力会社に成果ベース規制を適用することによって、全ての顧客クラスの料金を引き下げる
- ・ 直接相対取引には小規模の顧客も公平に参加できるようにする
- ・ エネルギー効率性プログラム促進のために既存のElectric Revenue Adjustment Mechanism (ERAM)を見直して、新しいメカニズムを導入する
- ・ 各IOUに対して再生エネルギー購入の最低レベルを義務付け、「ブルー・ブック」が公表される前の1993年レベルに戻す。
- ・ 低所得者への補助プログラムと再生エネルギー技術の商業化プログラムを拡大する

#### ●1995年12月11日

##### コミッショナー最終決定 [6]を公表

コミッショナーはそれまでに公表されていた相対取引についての見解を採用した形で最終決定を発表し、カリフォルニア州議会からの理解と支援を要請した。この中では、以下のことが決められた。

- ・ ISOとPXを別々に設立する
- ・ IOU（特に、PG&EとSCEの2社に対して）にはサービス地域内にある化石燃料を用いる発電所の50%以上を自発的に売却することを勧告し、発電所の売却を促進するために金銭的な誘因を与える
- ・ 新しいプール型の卸売り市場の開設と同時に、相対取引も段階的に導入し、5年以内には、すべての顧客が相対取引を利用できるようにする（5月に出された2年間の禁止期間を設けるという案は取り下げられた）
- ・ 従来どおりの電力供給サービスを望む顧客

にはIOUがPXを通じて購入して提供する

- ・ IOUは売却せずに保持した電源設備によって発電された電力はすべてPXに売却し、同時に、顧客に供給する電力はPXで購入する（強制売却＝購入と呼ばれる）<sup>13</sup>。
- ・ 2005年までに、IOUは小売電力料金を1996年の水準以下に据え置いて移行費用を回収する
- ・ IOUに対して最低再生エネルギー購入量を定め、公共政策実施のため全ての顧客に対して公平に「公共財」税を課す

最終決定では、第三者がリスク・ヘッジの為の金融商品を電力サービスの購入者に提供し、それが市場で活発に取引されるようになることが予期されると述べられている。リスク・ヘッジの方法としての金融商品の開発・提供・利用が活発でなかった理由は明らかにならなかった。インタビューにおいては、CPUCにリスク・ヘッジの専門家がいなかったこと、規制という枠組みの中で考えることに慣れてしまっており、自由な市場取引の枠組みの中で何が起るのか、何をすべきかに考えが及ばなかったという指摘が一番多かった。リスク・ヘッジの専門家からも金融商品の開発・利用を促す警鐘が発せられなかったことはいまだ謎のままである。電力先物取引に関しては小規模な規模で行われていたが、リスク・ヘッジと呼ぶにはあま

<sup>13</sup> 水力、原子力、QF、系統安定のために電圧調整の要となる（must run）発電所はこの条件の適用外となった。この適用外電力量がかなり大きかったため、この時期、IOUがPXから購入しなければならぬ電力量はそれほど多くはないと考えられていた。

IOUは移行期間中はPXから電力を購入しなければならなかったが、発電所売却（must runの発電所も売却されてしまう）によって自らがPXへの供給量を減少させていった。PXへの電力供給量不足と強制的電力量購入の不整合は「電力危機」の発生の重要な原因となった。

りにも初歩的なものであった。

●1996年4月26日

**ISOとPX設立プロポーザルをFERCへ提出**

カリフォルニア州のIOUはISOとPX設立に向けてのプロポーザルをFERCへ提出した。このプロポーザルは後にWEPEX (Western Power Exchange) として広く知られるようになるプロセスを通じて公営電力会社、独立電力供給会社、電力マーケター、顧客団体、消費者保護団体、州の規制に関わる組織や部局との協議を経て作成されたものであった。

●1996年9月23日

**カリフォルニア州議会は全員一致でAB1890 [7]を可決**

コミッショナー最終決定が公表された後の96年の春から夏にかけて、最終決定で示されたビジョンを実現するため、CPUCのワーキング・グループは様々な施策作りに励んだ。しかし、理念としての総論は皆が賛成しても、各論となると反対する者が多くなるのは公共政策の常である。各論や細目の詰めにおいて利害関係者との調整は遅々として進まず、意見の一致を取り付けることは困難を極めた。このため、自由化において自らの立場が悪くならないようにするべく利害関係者の一部は政治的介入を働きかけたとされている。そこにはまた、長年の間に培われたCPUCに対する一部の利害関係者の根深い不信感が作用していたとも指摘されている。AB1890公聴会の正式検討課題として“On Electricity Industry Restructuring and PUC Reform”と、自由化とCPUC Reformが組み合わせられたことは、電力産業に対するCPUCの影響力を減少させようという政治的な力が働いた結果であるとも考えられる。実際、公聴会

においてCPUC Reformは自由化問題以上に論議された。

ウィルソン州知事はリーダーシップを発揮すべく、また、州議員は一連の自由化論議において片隅に追いやられていたとの感を抱いたため、自分達の存在感を示す絶好の機会であるにとらえた。自由化問題は州議会に持ち込まれて論議されることになった。7月中旬から9月の始めにかけて州議会において毎日のように公聴会と審議が集中的に開かれた。9月23日、多くの利害関係者との間で妥協と調整が図られた結果、カリフォルニア州議会は全員一致で電力自由化を法制化したAB1890を採択し、ウィルソン州知事がこれに署名した<sup>14</sup>。

当時のカリフォルニア州における経済状況と共和党の立場（ウィルソン州知事は共和党員）を理解することなく自由化論議の州議会への移行は分析できない。リベラルなカリフォルニア州において共和党は議会少数派として長年を過ごしてきた。多数派となったこの時期に、共和党がこの機会をとらえてその理念や政策を実現しようと努力したことは多くのインタビューで指摘された。

また、公聴会の委員長を務めたスティーブ・ピース州上院議員（共和党）の性格と役割の理解も分析に不可欠である。例えば、ピース上院議員が旗振り役を務めたにも関わらず、AB1890は下院提出の法律案(Assembly Bill)を修正する形で制定された。また、彼は全ての公聴会に出席し、議長として審議を取り仕切った。議長が全ての公聴会や審議の場に出席することは通常では考えられないとされている。電力危機が起きた後、ピース上院議員はAB1890成立における自身の積極的な関与を否定している。ピース上院議員はSCEの利益を代表してい

<sup>14</sup> [14], [15], [20]

たと多方面から指摘されたが、彼は自身のホーム・ページでは小規模のユーザーの利益を代表したと述べている。また、AB1890はSCEのアン・コーン主席弁護士が主軸となって作成されたとの情報も多方面から得ているが、ピース議員は公式な提案者としてのジム・バートル州下院議員を非難している。

このように、AB1890の成立においては、SCEの積極的な関与が多方面から指摘されている。AB1890可決に至る（1996年の8月と9月にかけて）までの州議会における論議はビデオ・テープに残されており、州議会で何が、誰によって議論されたかはかなり明確である<sup>15</sup>。しかし、多くの議論は公聴会や議会のような公の場ではなく、私的な場で、当事者間の駆け引きや交渉によって行われたとの指摘も多い<sup>16</sup>。

合理的・整合的ではあるが、理想が先行し、やや学問的・理論先行的な観のある「ブルー・ブック」の理念をどう具体化していくかについて明確な政策提示をおこなえないでいたCPUC、共和党の理念である規制緩和の推進において政治的リーダーシップを発揮する機会を望んでいた共和党員の州知事と共和党支配の議会、そしてその他の利害関係者（IOU、顧客グループ、環境保護団体、消費者団体、独立電力供給者、公営電力公社）、それぞれが自らが望むものを手に入れるべく規制の場を離れて、政治の場を活用したと考えるべきであろう。

その結果、総論賛成そして各論も賛成（全員が何かを手に入れ、全員がもろ手を上げて賛成する）という、カリフォルニア州全体に関わる電力自由化という巨大で複雑な問題の解決としては考えられない結末になったのである。合理的で整合的な議論、注意深い分析、潜在的な

問題への指摘等は隅に追いやられ、理念的方法としての自由化＝競争導入が目的化して、その前に立ちはだかるものは全て追い散らされ、踏み潰されてしまった感がある。実際、最初は自由化に反対の立場を強固に表明していた環境保護団体や消費者保護団体も総論としては賛成の立場に変化していった。

カリフォルニア州の電力自由化は市場価格を操作する市場支配力の存在に関して必ずしも細心の注意を払っていないとする指摘や家庭用・小規模事業者の保護において万全の措置がなされていないとの指摘が一部からなされ、その構造的欠陥を懸念する意見も公表されていた。しかし、議会もCPUCもこれら意見に格別の注意を払わなかった。また、望むものを手にいれた利害関係者にはこれ以上の合理的な分析や理論的・学問的な議論は邪魔となったのである。

初めての経験であるため多くの不確実性が存在し、抽象的・理想的なレベルでは理解が可能であっても、実際にどのような問題が起きるかについてはあまり定かではなかった。移行期間中に経験をつんで行く事によって運用上の問題は徐々に解決され、より詳細なルールも制定されると考えられていたようである。リスク・ヘッジに関しても徐々にその市場が整備されていくであろうと考えられていた<sup>17</sup>。

AB1890で決まった事項は以下である。

- ・ 相対取引を4年の間に段階的に実施していく。
- ・ ISOとPXを別々に設立する
- ・ 家庭用と小規模事業顧客に対する小売料金を10%下げる
- ・ 移行期間中すべての顧客に対して小売料金を凍結する

<sup>15</sup> [8]

<sup>16</sup> [20]

<sup>17</sup> [14]、[15]

- ・移行期間中、分割、スピノフ、または行政的な措置のいずれかの方法により発電資産のストランデッド・コストの回収機会をIOUに提供する。

具体的には、移行期間中の2002年3月まで小売価格を凍結し、卸売価格と小売価格の差額をストランデッド・コスト回収のための料金として設定した。競争導入により卸売価格は下落すると考えられていたので、卸と小売料金の差額が「ヘッド・ルーム」として機能すると考えられた。しかし、「電力危機」では卸料金が高騰し凍結されていた小売料金よりも高くなってしまったため、IOUは巨大な損失を計上することになった。ただし、SDG&Eはストランデッド・コストをすべて回収したとして1999年5月に小売価格凍結を解除していた。

ストランデッド・コストの回収メカニズムとしては、卸売料金の変動に伴って変動する小売価格に一定の回収料金を上乗せする方式も考えられたが、ヘッド・ルーム方式が採用されたのはSCEが強く主張したからであると指摘されている。ヘッド・ルーム方式ではストランデッド・コストの額を予め推定しておく必要がなく、その額はIOUの内部情報として外に出さなくてすむのである。一方、上乗せ方式では、ストランデッド・コストの全額を予め推定しておかねばならず、この額をめぐってCPUCとの間で起るであろう確執を避けるために、SCEはヘッド・ルーム方式を提唱したとされる。過去の様々な経緯からIOUはCPUCは反IOUであると考えており、CPUCに対する不信感（distrust）は自由化論議に様々な影響を与えていたと考えられる。

IOUは発電設備の売却に当初は反対であったが、CPUCの規制外に発電設備を設置できるとされると、積極的な発電設備の売却

を行った。売却益は他州での発電設備の購入や建設に使われた。この背後にも、CPUCに対する不信感があったと思われる。今回の調査においてこの「不信感」という言葉を頻繁に聞かされた。利害関係者（CPUC、IOU、顧客、議会関係者等）の間の相互不信感は自由化論議においてかなり大きな役割を果たしたと思われる。また、CPUCコミッショナーとそのスタッフの間でも不信感の存在が指摘された。

### III. AB1890は利害関係者に何をもたらしたか

95年12月に公表されたコミッショナー最終決定と96年9月に成立したAB1890の内容は基本的に大きな違いはないが、細目においては微妙に異なっている。IOU、工業・農業関連の大口事業顧客、独立電力供給者は、最終決定においてもAB1890においてもその内容には概ね満足したとインタビューや新聞報道などでは述べている。一方、電力会社の労働組合、公営電力会社、環境保護団体の一部からは不満である旨の声明等が出されている。しかし、最終決定とAB1890に対する利害関係者の反応は微妙に異なる。AB1890の内容の方が好ましいとする利害関係者はほとんどであるが、環境保護団体の一部はその内容には不満であるとしながらも、最終決定の内容の方をより好ましいと表明としている。IOUは最終決定の方が財政的には好ましいものであったが、AB1890による政治的・法律的決着がなされことにより将来起こるかもしれない法廷闘争の可能性を低くすることができたと述べている。

CPUCスタッフとのインタビューでもほぼ同様の分析がなされた。特に指摘されたのは95年9月に提出されたMOUの重要性である。多くのスタッフはMOUがその後の結果に決定的な役

割を演じたと認識している。これを契機にIOU（特に、SCE）と大口の顧客・独立電力供給者との間に共闘関係が成立したからである。彼らのもつ資源を共同で使うことによって、コミッショナー、州知事そして州議会に働きかけることは他の団体に比べ、比較にならないくらい強力なものになった。自由化論議のCPUCから州議会への移行、AB1890成立におけるロビー活動とワーキング・グループ作業における主導権の発揮など、MOU以降、彼らの影響力は群を抜いたものになった。IOUはヘッド・ルーム方式による全スタンド・コストの回収が保証され、大口顧客には相対取引の道が開けた。その背後には、CPUCによる規制束縛を最小にする意図があったことも広く認識されている。

IOUは所有する州内発電設備の売却に最初は反対していたが、勧告された50%以上の発電設備を自主的に売却した。それは、売却によってCPUCの規制束縛を減少させることになることと判断されたためであった。IOUが得た売却益は、配当や株式の買い戻しなどの形で親会社に還元され、他州に発電設備を作るのに使われたり、その他の事業に投資するために使われた。親会社は子会社であるIOUを電力危機で被った被害から救済するために売却益の一部を使用すべきであると批判されている。

一方、環境保護団体と消費者保護団体は団体間の意見の統一が行えず、かつ使える資源量にも大きな違いがあったため、その影響力は大したものにはならなかった<sup>18</sup>。ワーキング・グループでの作業に携わった人数においても、公聴会に出席した聴衆の数においてもIOU／大口顧客連合の比ではなかった。多くの場合、彼らの

意見や努力はより巨大な力のため脇に追いやられてしまったが、環境保護団体は既存の環境保護プログラムの継続を、消費者保護団体は10%の料金カットと既存の公共政策プログラムの継続を保証されたことを一定の成果であったと評価したようである。

この中で公営電力会社の立場は微妙であった。彼らはカリフォルニア州法によりCPUCからの独立性を認められていた。彼らにとってAB1890によりこの独立性が犯されることは許されないことであった。CPUCは送電システムを所有する公営電力会社に新規に設立されるISOやPXを使用することを強制できなかった。しかし、彼らは自らの利益に沿ってそれらを使うこともバイパスすることもできたのである<sup>19</sup>。AB1890は公営電力会社がISOとPXに参加することを義務付けること引き換えに、彼らのスタンド・コストを回収する機会を与え、この非対称性をなくそうとした。IOUのそれよりも大きな顧客一人あたりのスタンド・コストを抱えていた公営電力会社もあったため、この申し出は彼らには魅力的なものであった。

一方、彼らにとって相対契約の導入は好ましいものではなかった。相対取引が可能になれば、彼らのフランチャイズにいる大口顧客が独立電力供給者やIOUと直接契約を結んでしまうことを恐れたからである。しかし、一方で低価格の電力を購入するため送電システムが開放さ

<sup>18</sup> AB1890の公聴会のテープでは、議長のピース上院議員から意見の不統一を指摘される場面が多く見られる。これを理由にピース議長によって彼らの意見が脇に退けられている印象を拭い去ることはできない。

<sup>19</sup> 公営電力会社が所有する送電システムの中には、カリフォルニア州とオレゴン州をつなぐ送電システムもある。公営電力会社の顧客は料金を支払うだけでなく、同時に公営電力会社の所有者であるため、公営電力会社が彼らの負担を増大させない形で収入を増やすことを要求する。例えば、ロスアンゼルス市は供給地域外での事業活動を増やすことを許す条例を97年には発令し、エンロンと並ぶ大手のメーカーであったデューク・パワーと共同事業を始めた。サクラメント市は先手の有利性を活かすため98年に相対契約をいち早く導入した。これは彼らの供給地域にいる大口顧客を開き込むための措置でもあった。

れることも望んでいた。公営電力会社とIOUは長年にわたりIOUの送電システムの使用について法廷闘争を繰り広げていたからである。

AB1890は公営電力会社には正と負の効果をもたらしたと考えられる。負は相対取引を阻止できなかったことである。正はストランデッド・コスト回収を保証されたことと、IOUの送電システム開放を保証されたことである。

#### IV. 残された課題

今回の調査が終了した段階でも、情報が不明確な部分が多々あり、これらを解消するにはさらに多くのインタビューを細かく行っていく必要がある。調査では、ウィルソン前カリフォルニア州知事、ピース州上院議員、フェスラー元コミッショナー等の重要な関係者の一部に対するインタビューは行えなかった。また、一回限りしかインタビューができなかった関係者が多かった。これらは残念ではあるが、残された課題としたい。

経済学的な見地から制度的欠陥を分析して何が問題であったかはすでに多くの指摘がされている。しかし、自由化論議に最後の法制度化をもたらしたAB1890成立を取り巻く政治的状況やプロセスに関しての整理や分析は行われていないと思われる。本論はその最初の試みであったと自負できる。カリフォルニア州でおきた電力危機とそれを招いたとされる電力自由化は米国と日本ではその政策形成の制度やプロセスは大きく異なるが、米国型民主主義の下で公共政策がいかに形成されるかを理解するための一つの事例として有益な示唆を与えてくれるものであると考えられる。

本論では、AB1890成立までの経緯を時系列で追っていく中で、どのような背景や事情のものでどのような決定が誰によってなされたのかを明らかにしていくことを主眼とした。そ

のため、公共政策決定に関与する利害関係者間の合意を巡る集団的意思決定のメカニズムの理論的考察は簡単に触れるにとどまった。MOUからAB1890成立に至るまでの不確実性下における集団的合意形成のダイナミズムの背後にあったメカニズムの分析はあらためて別の論文で行う。

#### 謝辞

本研究の全過程を通じて、多くの人びとから貴重な助言や情報を頂いた。ここに謝辞を表す。特に、元CPUC職員であったC.J. Chan氏には調査のコーディネーション全般にわたってお世話になった。彼の助けがなければ資料の収集、インタビューは効率よく行えなかったであろう。Tim Sullivan氏には筆者の議論に根気よく付き合っただき、疑問や質問に丁寧に答えていただいた。彼の助けなしには、カリフォルニア州の規制の内情について理解することはできなかったであろう。レフリーの方々からは貴重なコメントを頂いたことも感謝したい。最後に、本研究を行うことを示唆してくれた電力中央研究所経済社会研究所の大河原透氏に謝辞を表したい。氏の示唆と助力がなければ本研究は完成しなかったであろう。

#### 【参考文献】

- [1] California Public Utilities Commission, Division of Strategic Planning, California's Electric Utility Industry: Perspectives on the Past Strategies for the Future, filed February 3, 1993, 通称「イエロー・ブック」
- [2] California Public Utilities Commission, Order Instituting Rulemaking and Order Instituting Investigation: On the Commission's Proposed Policies Governing Restructuring California's Electric Services Industry and Reforming Regulation, R.94-04-031 and I.94-04-032, filed April 20, 1994, 通称「ブルー・ブック」
- [3] California Public Utilities Commission, Status Report

- On Restructuring California's Electric Services Industry and Reforming Regulation, Prepared in Response to Assembly Concurrent Resolution No. 143, Volumes 1 & 2, January 24, 1995.
- [4] California Public Utilities Commission, Majority Proposal, filed May 24, 1995, 通称“PoolCo Proposal”.
- [5] California Public Utilities Commission, Consumer Choice Through Direct Access: Charting A Sustainable Course To A Competitive Electric Services Industry, filed May 24, 1995, 通称 “Direct Access Proposal”.
- [6] California Public Utilities Commission, Electric Restructuring Decision, D. 95-12-063 (December 20, 1995) as modified by D. 96-01-009 (January 10, 1996)
- [7] California State Legislature, Assembly Bill 1890, Passed by Legislature August 31, 1996, approved by Governor September 23, 1996, filed with Secretary of State September 24, 1996.
- [8] Electricity Industry Restructuring and PUC Reform Conference Committee Video Tapes (全 51 巻), April 15, 1996 - August 26, 1996, California State Legislature Archive
- [9] Framework Parties, “Joint Motion of Consideration for Restructuring in the Public Interest and for Further Public Process; Joint Response to Memorandum of Understanding” Submitted to CPUC October 1995
- [10] Harvard Electricity Policy Group. Special Session: Killing the Golden Goose? Rapporteur's Summary, April 4, 2001
- [11] Henney, Alex. “Electric Restructuring and the California “MOU” ” Public Utilities Fortnightly, October 15, 1995
- [12] Hollis, Sheila and Teichler, Stephen. “Collision or Co-existence: The FERC, the CPUC, and Electric Restructuring” Public Utilities Fortnightly, October 1, 1995
- [13] Joskow, Paul. “California's Electricity Crisis Oxford Review of Economic Policy, 17, No.3 Autumn, 2001
- [14] O'Donnell, Arthur. “Bypassing the California Transition Charge” Public Utilities Fortnightly, November 15, 1996
- [15] Michaels, Robert. “After Stranding Recovery, What?” Public Utilities Fortnightly, June 1, 1996
- [16] Michaels, Robert. “Stranded In Sacramento” Regulation, Vol. 20, No. 2, 1997
- [17] MOU Parties, Memorandum of Understanding, September 11, 1995
- [18] POWER Working Group on Electric Industry Restructuring and Regulatory Reform, A Reader's Guide to the Blue Book: Issues in California's Electric Industry Restructuring and Regulatory Reform, Program on Workable Energy Regulation, June, 1994.
- [19] Radford, Bruce. “To Pool or Not to Pool: The Latest from California's “Blue Book” ” Public Utilities Fortnightly, July 1, 1995
- [20] Richard, Dan and Lavinson, Melissa. “The Politics of California's New Law on Electric Restructuring” Public Utilities Fortnightly, November 15, 1996
- [21] Ros, Augstin, Domagalski, John, and O'Connor, Philip. “Stranded Costs: Is the Market Paying Attention?” Public Utilities Fortnightly, May 15, 1996

【付属資料：インタビュー者】(主に「イエロー・ブック」と「ブルー・ブック」の作成、CPUCコミッションナーの「最終決定」の当事者、およびAB1890の成立に関わった人びとである)

- Gregory Conlon, Former CPUC Commissioner
- LECG  
John L. Scadding, Senior Economist
- Pacific Gas & Electric  
Les Guliasi, Director of Regulatory Relations
- Southern California Edison  
John L. Jurewitz, Ph.D., Manager of Regulatory Policy
- California State Senate,  
Energy, Utilities & Communications Committee  
Randy Chinn, Chief Consultant
- California Public Utilities Commission  
Office of Ratepayer Advocates (ワーキング・グループの参加者)  
Scott Caushois, Manager, Monopoly Regulatory Branch  
Anthony Mazy, Utilities Engineer  
Jay Morse, Senior Regulatory Analyst  
Sean Casey, Senior Energy Analyst
- California Public Utilities Commission  
Timothy Sullivan, Administrative Law Judge

〔こなかやま あきら  
東海大学政治経済学部経済学科〕



# 高齢化の影響を織り込んだ消費モデルの開発

## Estimation of an AIDS-type consumption model with age effects

キーワード：高齢社会、家計消費、ライフサイクル、AIDSモデル、固定効果モデル

若林 雅代

経済の長期展望に際して、人口構造の変化をいかに織り込むかは重要な課題の一つである。電中研の長期展望システムで用いている費目別消費支出関数でも、時系列分析で人口要因を取り入れているが、人口構造は時系列トレンドを持って変化しているため、単に消費構造変化のトレンドを追いかけているに過ぎない可能性が高い。本稿では、年齢階級別消費支出データを用いて、消費体系の推定モデルとして広く応用されているAIDS(Almost Ideal Demand System)に、年齢によるパラメータのシフトを取り入れた消費モデルを開発し、これをマクロ計量モデルにリンクさせる試みを紹介する。

- |                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| 1 はじめに         | 4 推定結果のインプリケーション                   |
| 2 データ          | 5 マクロ・人口モデルとのリンクー人口要因を消費分析に取り入れる試み |
| 3 分析モデル        | 6 むすびに                             |
| 3.1 クラシック AIDS | 付表 拡張 AIDS モデルの推定結果                |
| 3.2 年齢の固定効果    |                                    |

### 1 はじめに

人口構造の高齢化は、わが国においては他の先進国に例をみないスピードで進んでおり、2050年には総人口の3人に1人が65歳以上という時代を迎えると予想される。世帯の消費行動が、ライフサイクルに伴う子供の成長や世帯員構成の変化、あるいは嗜好や健康状態の変化などによって影響を受けることは、直感的にも理解しうる。実際、家計調査などの消費データをみると、費目別支出割合が年齢に伴って変化していることが確認できる。このような家計の消費行動の変化は、人口構造の急激な変化と相まって、わが国経済を展望する上で重要な要素になっている。

本稿では、上述した家計の消費行動の変化をモデル化する試みとして、ライフサイクルに伴うパラメータ変化を織り込んだ消費モデルの推定結果を紹介する。具体的には、後述するAIDSモデルに基づく消費の嗜好パラメータに年齢によるシフトを取り入れ、パラメータの年齢に伴うシフトとそ

れが意味する家計の消費行動について考察する。同様の分析事例として若林(2001)がある(以下では前回分析と呼称)。本稿の分析は基本的にはこの分析モデルを踏襲し、これにいくつかの変更を加えている。前回分析からの主な変更点は、①選好パラメータのシフト効果の有意性を個別に問うのではなく、パネルデータの特質から生じる固定効果とみなしてグループ全体としてシフト効果を検定し、その有意性を確認した点、②需要の代替効果を表すパラメータ $\gamma$ には年齢によるシフトを認めず、 $\alpha$ と $\beta$ という二つのパラメータについてのみ年齢に伴うシフトを考慮した点などが挙げられる<sup>1</sup>。

本稿の構成は以下の通りである。まず、次章では本稿の分析に用いたデータについて簡潔に述べる。続く3章では、分析の基本になるAIDSモデルと、

<sup>1</sup> 推計可能な AIDS のモデル式とパラメータ  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  の特定化については本稿第 3 章を参照されたい。

年齢の固定効果を考慮した拡張型AIDSモデルの構造を説明し、4章で推定結果とそのインプリケーションについて考察する。5章は電中研の経済社会展望に本成果を組み込む方策について述べ、最後に結びとして本研究の今後の方向性について述べることにしたい。

## 2 データ

家計の消費支出データは、全国消費実態調査による47都道府県別・世帯主年齢階級別1ヶ月間の支出である。本調査は5年ごとに実施・報告され、本分析では前回分析に新たに1999年の調査結果を加え、1984年から1999年までの4ヶ年のデータをプールして使用した。同様の調査として毎月実施されている家計調査がおよそ8,000世帯を調査の対象としているのに対し、一般世帯だけで約55,000世帯を調査対象としていることから、地域や世帯属性などの異なるカテゴリによる集計値を得ることができる。本稿では、世帯の属性として世帯主年齢が24歳以下の世帯から5歳階級ごとに75歳以上の世帯までの12グループと年齢計の13グループを採り上げ、支出項目は食料(FD)、衣服・履物(TX)、住居(HS)、光熱・水道(EG)、家具・家事用品(FN)、医療(MD)、交通(TS)、通信(CM)、娯楽(LS)、教育(ED)、その他消費支出(OT)の合計11支出項目に集計したデータを用いた<sup>2</sup>。分析に用いたサンプル数は合計2430である。

一方、価格データは、前回分析と同様、消費者物価指数と全国物価統計調査を利用して地域別・費目別の消費者物価指数を作成した。

## 3 分析モデル

### 3.1 クラシックAIDS

AIDS (Almost Ideal Demand System)はDeaton and

<sup>2</sup> 帰属家賃の調整、および外食費の娯楽への組み替えなどは前回分析(若林2001)を踏襲している。

Muellbauer (1980)以来、フレキシブルな関数型と扱い易さ、実証分析でのあてはまりの良さなどの様々な利点から、消費の実証分析において幅広く応用されてきた消費体系であり、PIGLOG<sup>3</sup>と呼ばれる支出関数(1)から導出される。

$$\ln c(u, p) = (1-u) \ln a(p) + u \ln b(p) \quad (1)$$

右辺の第一項、第二項はそれぞれ

$$\ln a(p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{kj}^* \ln p_k \ln p_j$$

$$\ln b(p) = \ln a(p) + \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k}$$

と定式化される価格指数となる。推定に用いる需要体系は(2)式のように導かれる<sup>4</sup>。

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \cdot \ln \left( \frac{x}{p} \right) \quad (2)$$

ここで  $w_i$  は各費目の支出シェアであり、 $\left( \frac{x}{p} \right)$  は総合価格指数  $P = a(P)$  により実質化された消費支出の合計である。また  $p_i$  は各費目の価格指数である。総合価格指数  $P = a(P)$  を採用するとモデルが非線形体系になることから、一般的に実証分析では価格指数のストーン近似が用いられる。本稿ではこの価格指数を  $\bar{P}$  と標記し、理論モデルが要請する元来の価格指数と区別する。

<sup>3</sup> Price Independent Generalized Logarithmic form の略称

<sup>4</sup> AIDS モデルの被説明変数は支出シェアであり、推計値(予測値)は1より小さい正の値であることが要請される。この問題はAIDSモデルにおける正規性の問題として知られ、特に時系列データを用いた実証研究では、推計結果を将来にのばした場合に予測値が1を超えたり、マイナスになったりするケースがある。このような問題を回避する方法として、Cooper and McLaren (1992)はModified AIDSと呼ばれるAIDSモデルの修正版モデルを考案している。Modified AIDSは関数型自体がregularityを満足するような定式化がなされているモデルである。本稿の推定結果では、少なくとも内挿期間において正規性が問題になることはなかったため、Modified AIDSではなくオリジナルのAIDSモデルの定式化を採用した。

表 1 年齢グループ別AIDSモデルの誤差構造

|    | FD               | LS               | EG               | FN               | MD               | TS               | CM               | ED               | OT               | HS               | TX               |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| G2 | -0.25<br>(80.5%) | 0.20<br>(84.2%)  | -0.18<br>(85.5%) | 0.02<br>(98.4%)  | 0.04<br>(96.7%)  | 0.39<br>(70.0%)  | 0.05<br>(96.4%)  | 0.00<br>(99.7%)  | -0.07<br>(94.2%) | -0.16<br>(87.5%) | 0.22<br>(82.7%)  |
| G3 | -0.05<br>(96.1%) | 0.40<br>(68.7%)  | -0.14<br>(88.5%) | 0.10<br>(91.7%)  | 0.27<br>(78.7%)  | 0.17<br>(86.7%)  | -0.11<br>(91.1%) | -0.23<br>(81.7%) | -0.15<br>(88.0%) | -0.08<br>(93.7%) | 0.26<br>(79.1%)  |
| G4 | 0.22<br>(82.3%)  | 0.06<br>(95.5%)  | 0.04<br>(97.0%)  | -0.12<br>(90.5%) | -0.07<br>(94.6%) | -0.15<br>(88.1%) | 0.04<br>(96.7%)  | 0.34<br>(73.5%)  | -0.29<br>(77.2%) | 0.06<br>(95.3%)  | 0.02<br>(98.7%)  |
| G5 | -0.11<br>(91.0%) | -0.13<br>(90.0%) | -0.04<br>(97.1%) | 0.09<br>(92.9%)  | -0.21<br>(83.6%) | 0.09<br>(93.2%)  | 0.13<br>(89.4%)  | -0.16<br>(87.6%) | 0.24<br>(81.4%)  | -0.10<br>(92.1%) | 0.05<br>(96.0%)  |
| G6 | 0.22<br>(82.2%)  | 0.11<br>(91.0%)  | 0.12<br>(90.3%)  | 0.08<br>(93.8%)  | 0.23<br>(81.5%)  | -0.24<br>(80.7%) | -0.15<br>(88.2%) | -0.16<br>(87.0%) | -0.39<br>(70.0%) | 0.34<br>(73.8%)  | -0.38<br>(70.7%) |
| BP | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           | Rejct.           |

BP(Breusch-Pagan)テスト: 誤差項の分散( $\sigma^2$ )が世帯主の年齢によらず一定であるという帰無仮説の、対立仮説( $\sigma^2 = f(Dage_i)$ ,  $Dage_i$ は世帯年齢ダミー)に対する統計的有意性を検定する。Rejct.は統計値が有意に帰無仮説を棄却していることを意味する

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ の三つのパラメータはそれぞれ、 $\alpha$ が価格や所得に左右されない基礎的な消費選好の大きさを示すパラメータ、 $\beta$ は所得弾力性の大きさを左右するパラメータ、 $\gamma$ は価格の交差弾力性を決めるパラメータとして意味づけられる。特に、 $\beta$ が正であるならば、実質的な消費支出が増加した場合に当該費目の支出シェアが増加することを意味し、その費目は選択的な支出項目としての性格を持つ。逆に、 $\beta$ が負であれば、当該費目は必需品としての性格が強いということになる<sup>5</sup>。

これらのパラメータには1) 総和性、2) 同次性、3) 代替行列の対称性などの条件が経済理論によって付加される。具体的には、AIDSモデルにおける条件式は

$$1) \sum_i \alpha_i = 1, \sum_i \beta_i = 0, \sum_{ij} \gamma_{ij} = 0$$

$$2) \sum_j \gamma_{ij} = 0$$

$$3) \gamma_{ij} = \gamma_{ji}$$

と表され、本稿の分析では推定結果がこれらの条件式全てを満足するよう、事前にパラメータ制約を課している。

### 3.2 年齢の固定効果

本稿の分析では、世帯主年齢階級別に各地域の

<sup>5</sup> 言い換えれば、 $\beta$ が正の費目は所得弾力性が1より大きく、 $\beta$ が負の費目は所得弾力性が1より小さい。

データをプールしているため、データはパネルの特性を持つ。これについてももう少し詳細に触れると、前出(2)式は

$$w_i^{kl} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j^{kl} + \beta_i (\ln x^{kl} - \ln \hat{p}^{kl}) + \varepsilon_i^{kl} \quad (3)$$

のように標記され、モデルの誤差項は

$$\varepsilon_i^{kl} = \mu_i^k + \nu_i^l + \zeta_i^{kl} \quad (4)$$

と分解される。ここで、 $k$ および $l$ はそれぞれ年齢グループと地域を表す添字である。なお、世帯の規模が費目構成に及ぼす影響を加味し、世帯員数を選好パラメータのシフト変数として取り入れ、

$$\alpha_i = \alpha_{i0} + e_i \cdot n^{kl}$$

と定式化した。

(3)式の推定結果に基づく誤差項の構造を、世帯グループ別にみたものが表1である。G2~G6は、世帯主の年齢がそれぞれ20代以下、30代、40代、50代、60代以上の世帯グループを指す。数字は参考世帯である平均世帯との誤差項の平均の差を検定するt検定統計量であり、マイナスの値(影付きの部分)は平均値が参考世帯よりも小さいことを示す。また( )内の数字は平均世帯との平均の差の統計的有意性を示し、数字が大きいほど統計的に優位な差がある。さらに、最後の行(BP)は誤差項の分散の不均一性を検定するBreusch-Paganテストの結果であり、どの費目も誤差項の分散が均一であるとする帰無仮説を有意に棄却している。

表 2 個別効果の検定

|                            | Full Model |          | Without $\alpha_{ik}$ |          | Without $\beta_{ik}$ |          | Without $\alpha_{ik}, \beta_{ik}$ |          |
|----------------------------|------------|----------|-----------------------|----------|----------------------|----------|-----------------------------------|----------|
|                            | estimate   | T ratio  | estimate              | T ratio  | estimate             | T ratio  | estimate                          | T ratio  |
| <b><math>\alpha</math></b> |            |          |                       |          |                      |          |                                   |          |
| FD                         | 0.64104    | (27.88)  | 0.55763               | (47.84)  | 0.66571              | (44.25)  | 0.66596                           | (44.29)  |
| LS                         | 0.10549    | (4.91)   | 0.41040               | (35.98)  | 0.14626              | (9.97)   | 0.14517                           | (9.91)   |
| EG                         | 0.20743    | (33.56)  | 0.19088               | (65.24)  | 0.22190              | (54.53)  | 0.22255                           | (54.79)  |
| FN                         | 0.07179    | (7.34)   | 0.06748               | (15.4)   | 0.06606              | (10.34)  | 0.06609                           | (10.36)  |
| MD                         | 0.09201    | (10.79)  | 0.15800               | (39.64)  | 0.10797              | (19.14)  | 0.10885                           | (19.32)  |
| TS                         | 0.05305    | (1.91)   | 0.15471               | (10.81)  | -0.03112             | (-1.7)   | -0.03289                          | (-1.8)   |
| CM                         | 0.11851    | (20.05)  | 0.08765               | (32.53)  | 0.11393              | (29.36)  | 0.11390                           | (29.4)   |
| ED                         | -0.01205   | (-0.61)  | -0.17261              | (-15.45) | -0.06423             | (-4.9)   | -0.06519                          | (-5)     |
| OT                         | -0.31503   | (-7.33)  | -0.66345              | (-29.68) | -0.41804             | (-14.85) | -0.42054                          | (-14.95) |
| HS                         | 0.04697    | (1.11)   | 0.18048               | (7.99)   | 0.20642              | (7.61)   | 0.21166                           | (7.79)   |
| TX                         | -0.00921   |          | 0.02883               |          | -0.01486             |          | -0.01556                          |          |
| <b><math>\beta</math></b>  |            |          |                       |          |                      |          |                                   |          |
| FD                         | -0.08715   | (-21.67) | -0.07295              | (-35.54) | -0.09231             | (-33.59) | -0.09235                          | (-33.58) |
| LS                         | 0.00275    | (0.73)   | -0.05893              | (-29.4)  | -0.00618             | (-2.31)  | -0.00616                          | (-2.31)  |
| EG                         | -0.02951   | (-27.25) | -0.02522              | (-49.06) | -0.03190             | (-42.96) | -0.03200                          | (-43.12) |
| FN                         | -0.00711   | (-4.15)  | -0.00514              | (-6.68)  | -0.00620             | (-5.31)  | -0.00620                          | (-5.32)  |
| MD                         | -0.00942   | (-6.3)   | -0.01982              | (-28.34) | -0.01214             | (-11.8)  | -0.01230                          | (-11.96) |
| TS                         | 0.00177    | (0.36)   | -0.01919              | (-7.61)  | 0.01638              | (4.89)   | 0.01656                           | (4.94)   |
| CM                         | -0.01513   | (-14.58) | -0.01026              | (-21.65) | -0.01424             | (-20.06) | -0.01425                          | (-20.08) |
| ED                         | 0.00301    | (0.87)   | 0.02027               | (10.31)  | 0.01263              | (5.26)   | 0.01279                           | (5.36)   |
| OT                         | 0.10765    | (14.37)  | 0.17136               | (43.67)  | 0.12683              | (24.76)  | 0.12721                           | (24.82)  |
| HS                         | 0.02139    | (2.95)   | 0.01713               | (4.35)   | -0.00530             | (-1.1)   | -0.00581                          | (-1.2)   |
| TX                         | 1.01176    |          | 1.00276               |          | 1.01244              |          | 1.01252                           |          |
| F value                    |            |          | 59.929                | 0.000    | 56.175               | 0.000    | 54.148                            | 0.000    |

F検定:フルモデルと制約付きモデル(ライフサイクル効果なし、あるいは一部ライフサイクルモデル)の推定結果を統計的に比較する際、一般的な検定手法としては尤度比検定があるが、実際にはF検定が用いられるケースが多い。フルモデルによる誤差二乗和を  $e_f^2$ 、制約付きモデルの誤差を  $e_r^2$  とすると、F検定統計量は

$$F = \left[ \frac{e_f^2 - e_r^2}{J} \right] / \left[ \frac{e_r^2}{(T-K)} \right] = (\lambda^{-2iT} - 1)(T-K) / J$$

で求められる。ここで、Tは総データ数、Jは制約数、Kはパラメータ数を示す。

この結果を受け、本分析のモデルでは誤差項を構成する要素のうち特に年齢別効果について、固定効果を取り入れた。具体的には、(3)式の選好パラメータのうち  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$  について

$$\alpha_i = \alpha_{i0} + e_i n^{ki} + \sum_k \alpha_{ik} Dage_k$$

$$\beta_i = \beta_{i0} + \sum_k \beta_{ik} Dage_k$$

と定式化した。ここで  $Dage_k$  はそれぞれ世帯主年齢が20代以下から60代以上までの世帯の年代を示すダミー変数である。

世帯年齢の固定効果を加味した拡張版AIDSを用いてパラメータシフトの有意性を検定する。以下では  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$  双方についてパラメータのシフトを考慮したモデルを、ライフサイクル効果を考慮したフルモデルと位置づけ、これに対して  $\alpha_i$ 、 $\beta_i$  の一方にのみパラメータシフトを考慮した部分モデルと、どちらのパラメータにもシフトを考慮しない

モデルのあわせて3つのモデルを比較モデルとする<sup>6</sup>。この3モデルとフルモデルとの間で、それぞれライフサイクル効果の有意性をF検定によって確かめると(表2)、比較モデルのいずれを対象とした場合でも、フルモデルのライフサイクル効果の統計的有意性が認められる。

<sup>6</sup> フルモデルの推定結果は付表を参照されたい。推定にあたって、支出の自己価格弾力性がマイナスのデータを異常値と認定してサンプルから除外した。全2431サンプルのうち、サンプルから除外されたデータは一つだけであった(佐賀、1994年の29歳以下の世帯)。教育費では価格弾力性がマイナスとなるサンプルがいくつか散見されたが(84年に84、89年に45、94年に28、99年に4つの合計161サンプルが該当)、これらは84年鹿児島50-59歳を除けば全てが60歳以上の世帯であった。世帯主年齢が60歳を超える家計の多くは、教育費関連にはほとんど支出しない。この点を勘案すると、支出関数の価格弾力性がマイナスという事態も、この年齢層ではあり得るものと判断し、これらはサンプルに含めた。従って、推定に用いたサンプル数は合計で2430である。

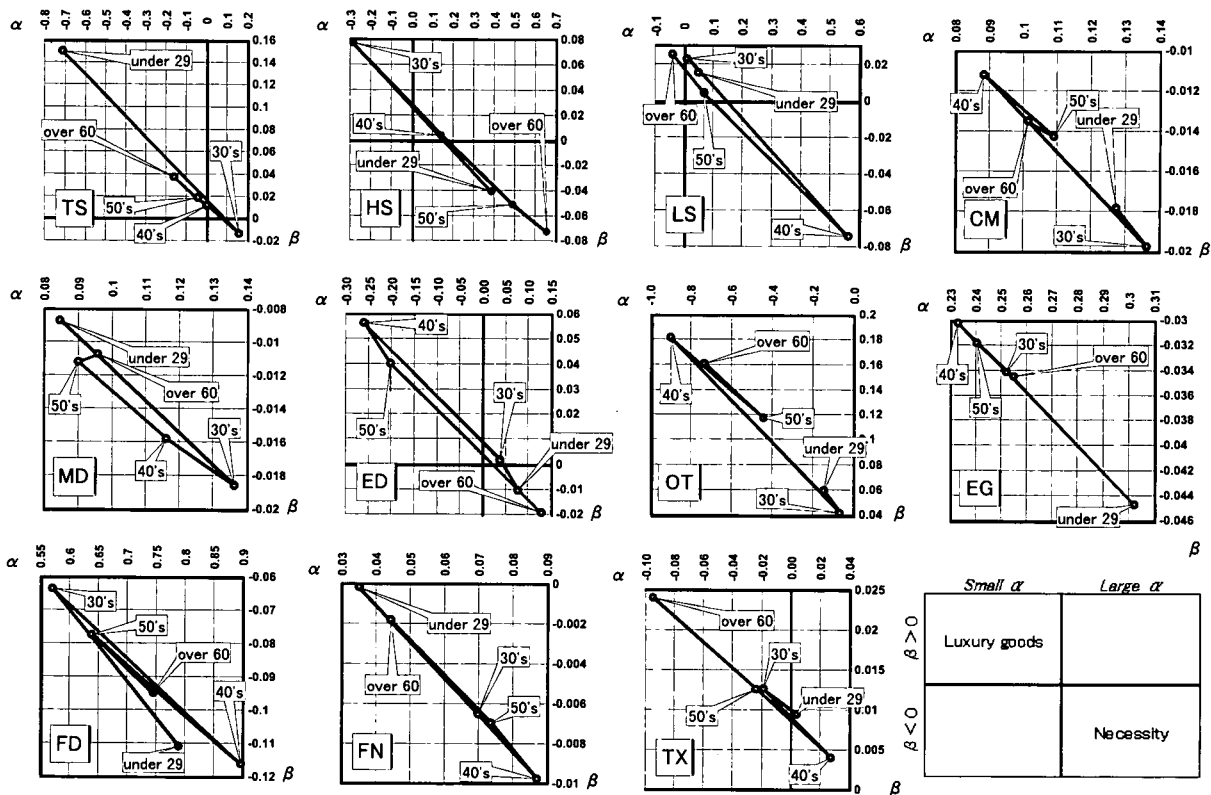


図 1 AIDS選好パラメータのライフサイクルによる変化

#### 4 推定結果のインプリケーション

図1は、家計のライフサイクルに伴う消費選好パラメータの変化を費目ごとに追ったものであり、世帯が加齢するにつれて消費選好が変化していく様子がみてとれる。一般的な特徴として、 $\alpha$ と $\beta$ の間にはいわゆるトレードオフの関係が成立し、そのために両者の組合せは図の第2・第4象限に現れる傾向がある。

係数の大きさは各費目の支出構成比に左右されるため、グラフ軸のスケールが費目によって異なっていることには注意を要する。構成比は費目によって大きく異なるため、相対的に小さなパラメータのシフトであっても、構成比の小さな費目には大きなインパクトを持つ。以下では、図1が示す選好パラメータ変化の特徴を費目ごとにみていくことにする。

まず、交通 (TS) は、20代以下の世帯の $\beta$ が際

だって高く、グラフの左上方に突出している。若年齢層の家計にとって自動車は格好の奢侈財で、所得が高いほど自動車の保有率も高まり、自動車および関連財に多額を費やす傾向にあることから、このような現実を反映しての結果と解釈できよう。30代になると大幅に右下方にシフトし、 $\beta$ はマイナスになる。この変化は後述する住居 (HS) との兼ね合いを考慮すると理解しやすい。40代以上では $\beta$ がプラスとなり、当該費目が奢侈財に相当することを示しているが、その水準は20代のときほど高くはない。

住居 (HS) は30代で所得係数 ( $\beta$ ) が高く、20代や50代以上の世帯ではマイナスである。一般的に、持家の取得は30代から40代にかけ高まる傾向がある。住居購入時には所得が大きな決定要素となるはずで、それがこの時期の所得弾力性を高める要因になっていると考えられる。

娯楽 (LS) は奢侈的な消費支出であると考えら

れ、所得弾力性は1より大きいのが一般的である。しかしながら、推定結果によれば、40代の $\beta$ はマイナスである。後述するように、この年代は教育費やその他消費支出などの項目の所得弾力性が高いので、これはその反動と考えられる。

携帯電話の普及に象徴されるように、若年層ほど、あるいは近年になるほど、通信（CM）の構成比が高まる傾向がある。彼らの消費行動は、所得水準を反映しておらず、20代や30代ではむしろ所得弾力性が低い。逆に、所得によらない固定的な支出傾向を示す $\alpha$ の値は相対的に大きい。このことは、若年世帯の通信に関しては固定費的な要素が大きいことを示唆している。

医療（MD）の所得弾力性は、20代と50代以上で高い。50代から60代への移行課程で、パラメータは右上方へシフトする。これは他の費目・年代にはない特筆すべき変化で、医療に対する基礎的な消費支出と所得に対する弾力性がともに高まることを意味する。高齢者が一般的に健康への不安を抱えていることを鑑みれば、この結果は十分に頷けるものだろう。

教育（ED）の $\beta$ は40代および50代で高い。これらの年代は子供が学齢期の後半、高等教育にさしかかる時期と対応する。教育に対する支出は世帯による変動が大きく、特に高等教育ほど変動幅が大きい。40代・50代の高い所得弾力性の背景には、私立学校と公立学校では授業料等に大幅な相違があり、一般に親の所得が高いほど子の教育に多くを投資するという現代日本の教育事情がある。

その他消費支出（OT）に含まれる交際費は、一般に世帯年齢が高くなるほど支出額が大きくなることが予想される。また、交際費は所得に依存する傾向が強く、このために40代以上の世帯では $\beta$ が高くなっていると考えられる。

光熱・水道（EG）は必需財としての性格が強く、 $\beta$ は全ての年代でマイナスの値が得られた。全体としては年代が上がるにつれて左上方、すなわち基礎的な支出の割合が小さく所得弾力性が高まる

方向へ変化していく傾向があるが、60代にはそれまでと一転して右下方へシフトする。これは、60代以上の世代では光熱に対する基礎的な需要が高まることを示す変化である。

家具・家事用品およびサービス（FN）の所得弾力性は29代と60代以上の世帯で高い。高齢者のいる世帯では、介護サービスへの需要が高い。一方、若い世帯では共働きが多く、そのために家事サービスを外部化する傾向が強いことも考えられる。当該費目は家事サービスに限らず家具や家事用品など一般財の需要を含んでいるため、これらの現象がパラメータの推定に反映されているか定かではないが、興味深い結果である。

### 5 マクロ・人口モデルとのリンクー人口要因を消費分析に取り入れる試み

これまでみてきた通り、消費モデルの選好パラメータには、世帯の年齢による有意なシフトが認められる。本章では、電中研の長期経済予測システムのフレームを生かしつつ、本分析で得られた結果を家計の消費展望に組み入れる方法について述べる。現在、電中研のマクロモデルは家計消費を15の目的別に推定した方程式を持ち、これによって予測した15費目の消費支出を産業別需要に振り分ける消費コンバータを別途推計して産業連関モデル (IO) の計算に用いている。

家計消費関数は、食料・飲料、被服・履物、家賃・水道、光熱 (電気)、光熱 (ガス)、家具・家庭用機器、家事サービス、医療、自家輸送、ガソリン消費、公共交通、通信、余暇、情報関連ハードウェア消費、その他消費支出の合計15費目に分かれる。これらの消費支出は、それぞれ家計の実質可処分所得、実質家計金融資産残高、家計消費デフレーターに対する相対価格、高齢化比率あるいは従属人口比率<sup>7</sup>を説明変数に持つ。人口要因は費目によってプラス・マイナス両方に作用する可能性があるが、現在の予測モデルに使われている関数型では、医療費のみ人口構造の変化がプラス要因に、他の費目ではマイナスに要因に作用している。

消費コンバータは、SNAの付表13表「家計の目的別最終消費支出の構成」および産業連関表の最終需要項目の家計消費ベクトルをそれぞれ列・行のコントロール・トータルに用いてRAS推計によって求めている。行列の初期値は、経済企画庁経済研究所 (現在の内閣府経済社会総合研究所) がSNAの付帯統計として公表したSNA産業連関表における

<sup>7</sup> 高齢化比率は65歳以上人口の総人口比、従属人口比率は15歳以下および65歳以上人口の総人口比率で、医療費の関数は高齢化比率の変わりに従属人口比率を説明変数に用いている。

表 3 年齢5歳階級別世帯主確率

|       | 2000  | 2010  | 2020  |
|-------|-------|-------|-------|
| Total | 26.8% | 27.7% | 27.7% |
| ～29   | 6.9%  | 7.0%  | 6.4%  |
| 30～34 | 28.3% | 27.5% | 27.7% |
| 35～39 | 35.1% | 33.2% | 34.3% |
| 40～44 | 38.7% | 40.0% | 38.3% |
| 45～49 | 41.8% | 42.3% | 39.2% |
| 50～54 | 44.5% | 42.4% | 42.8% |
| 55～59 | 46.0% | 42.6% | 42.7% |
| 60～64 | 45.9% | 43.1% | 41.3% |
| 65～69 | 44.3% | 43.1% | 40.0% |
| 70～74 | 40.4% | 41.1% | 39.2% |
| 75+   | 27.7% | 30.9% | 31.3% |

世帯主確率=世帯主の年齢階級別世帯数/当該階級の総人口  
注) 分母の世帯数は、単身世帯を除く二人以上の一般世帯数とした。データは国立社会保障・人口問題研究所の平成9年人口予測より引用

1990年の目的別家計消費 (目的8分類、産業24分類のマトリックス) の推計値を参考に設定した<sup>8</sup>。

以上で分析に必要なツールは揃う。本研究で新たに開発した消費モデルを組み込むためには、マクロ計量モデルと産業連関モデルをリンクさせるこれらの仕組みに改良が必要である。以下では、家計部門を一部門とする現行の消費関数を改め、世帯の年齢グループ別に家計の最終消費ベクトルを予測するシステムへの移行方法を検討する。

世帯類型別消費支出予測に分配面からのアプローチをとるならば、家計の労働所得および移転所得を世帯グループ別に分配し、各年代の消費関数を計測する必要がある。これにより、年齢階級別に消費支出の合計値が決定できる。このシステムで求められる各世帯グループの消費支出合計値と費目別の価格指数が、AIDS型消費モデルに必要な外生変数となる<sup>9</sup>。

<sup>8</sup> この統計は1990年についてのみ、当時の経済企画庁経済研究所が推計値を公表しており、1991年のSNA産業連関表の第一部 解説 VIIに分析事例とともに公表されている。

<sup>9</sup> AIDSモデルに組み込まれる総合価格指数  $a(P)$  をストーン近似する場合、厳密には費目構成比が未知である予測値についてこの指数を計測することは不可能である。予測期間については、費目別価格指数を説明変数とする総合価格指数の推計式が別途必要となる。

このフレームワークで重要な役割を果たすのが人口モデルとのリンクである。現在、電中研では人口予測モデルによるわが国人口構造の独自推計を行っている（参考文献[5]）。人口モデルによる人口予測値を利用してマクロの家計所得、あるいは家計消費を世帯の年齢グループ別に推計することを考慮し、各年齢グループの「世帯主確率」を求める。世帯主確率とは、各年齢グループに属する人口の中で、世帯主になる確率を意味し、具体的には以下の式で求めるものとする。

世帯主確率 = 世帯主の年齢階級別世帯数 / 当該階級の総人口

国立社会保障・人口問題研究所（以下では「社人研」と呼称）による平成9年版の将来人口推計では、将来人口推計の他に世帯数の将来推計も行われ、どちらも5歳階級別に推計値をみることができる。この推計値をもとに上記の世帯主確率を計算した結果は表3にまとめられる<sup>10</sup>。

年代別に世帯主確率をみると、20代以下の人が世帯主になる確率は6～7%であるが、30代になると2～3割、40代と70代以上は4割弱、50・60代は4割強の割合で世帯を形成する。75歳以上を除くと、どの年齢階級でも世帯主確率には低下傾向が認められる。

電中研の人口5歳階級別予測値に上記の世帯主確率を乗じることにより、電中研人口予測に即した世帯主の年齢階級別世帯数の予測が可能となる。この世帯構成比は、マクロの家計所得あるいは家計の最終消費支出を世帯グループ別に分割する際

<sup>10</sup> 世帯総数に単独世帯を含めると、晩婚化の影響によって若年齢の世帯主確率が水増しされてしまうこと、また全消をはじめとする消費調査では、二人以上の一般世帯を対象にする場合が多いことなどの理由から、分母には世帯総数から単独世帯を除いた数値を用いた。

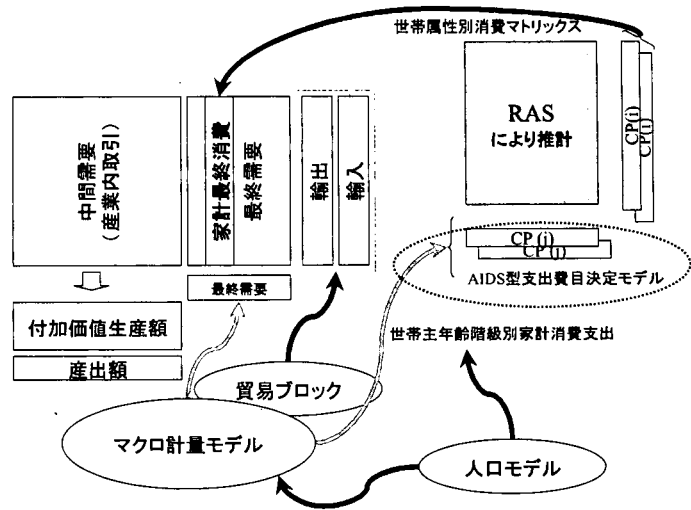


図2 マクロ・I/O・人口モデルの連携イメージ

に有用な情報である。以上に述べたマクロ・人口モデルと産業連関モデルの相互リンクの構想イメージを図2にまとめる。

## 6 むすびに

家計の消費行動は家計属性によって多様なパターンをもつ。このことが、とりわけマクロ経済の展望という大がかりなシステムではとかく軽視されがちであった。急速な高齢化が進む日本社会にあって、とりわけ世帯の年齢構成の変化に伴って消費需要がどのように影響されるかを分析することは、重要な意味を持つ。

本稿では、年齢による消費選好のシフトをモデルに取り入れる試みを紹介したが、この分析の結果、現実経済に照らしても十分解釈しうる特性をもつパラメータが得られた。今後はこの成果をマクロ・産業構造の将来展望に取り入れ、人口構成の変化が経済活動に及ぼす影響を図る一手段としたい。

そのためには、5章でも述べたとおり家計の所得を世帯属性ごとに把握し、その世帯の消費支出を予測する必要がある。これは労働の報酬を年齢階級別に分配し、さらには社会保障の受取と支払を世帯年齢ごとに把握することを意味し、マクロ経済モデルのうち、特に分配ブロックの大幅な拡充



が不可欠の課題となる。

世帯属性別に所得分配ブロックを拡充するには相当の困難を伴うが、これが実現すれば、税制改革に伴う世代間の所得移転がマクロの消費構造、ひいては経済・産業に及ぼす影響のシミュレーション分析や、相対価格の変化が家計の消費行動に与える影響を世帯属性ごとに分析できるツールを得る。この分析ツールは、例えば炭素税導入の影響がどの世帯に色濃く現れるかを知り、これによる家計の消費行動への影響をシミュレーション分析する際に幅広く応用が可能である。また、人口構造の変化は若年人口の流出が進む地方経済においてはより重要な問題であり、同様のスキームを地域計量・産業連関モデルにリンクさせる試みにより、より細かな地域の問題を定量的に捉えることも可能となるなど、その必要価値は十分認められるものと考えている。今後はこのモデルをマクロモデルにリンクさせる研究に着手し、長期展望でも活用していきたい。

#### [謝辞]

本研究は、米国イリノイ州立大学アーバナ・シャンペイン校滞在中に行われ、同大学教授で Regional Economics Applications Laboratory (REAL)のGeoffrey J. D. Hewings所長をはじめ、同時期にREALを訪れたオーストラリア ウェスタンシドニー大学のRussell Cooper教授ほか、多くの方々から数々の有益な助言を頂いた。ここに記して感謝申し上げる。なお、当然のことながら、本稿における誤りは全て著者の責任である。

#### 【参考文献】

- [1] Deaton, A. and Muellbauer, J. (1980) "An Almost Ideal Demand System" The American Economic Review, vol. 70-3, pp.312-326
- [2] Cooper, R. J. and McLaren, K. R. (1992) "An Empirically Oriented Demand System with Improved Regularity Properties" Canadian Journal of Economics vol. 25-3 pp.652-668

- [3] Masayo Wakabayashi and Geoffrey J. D. Hewings "Life cycle changes in consumption behavior: Age-Specific and Regional Variations" REAL Discussion Paper (forthcoming)
- [4] 服部恒明、大河原透、加藤久和、人見和美、永田豊、星野優子、若林雅代「2025年までの経済社会・エネルギーの長期展望」電力中央研究所研究報告 Y99018(2000)
- [5] 鳴鹿正浩、星野優子「人口予測モデル (PFM2002) の開発」電力中央研究所研究報告 Y02004(2002)
- [6] 若林雅代「家計消費選好のライフサイクル変化」『電力経済研究』No. 45 (2001)

わかばやしまさよ  
電力中央研究所 経済社会研究所

付表 拡張AIDSモデルの推定結果

| $\alpha$ | estimate |         | N | estimate |          | DF Model | DF Error | Life cycle - Full Model |        |
|----------|----------|---------|---|----------|----------|----------|----------|-------------------------|--------|
|          | estimate | T ratio |   | estimate | T ratio  |          |          | Adj R-Sq                | MSE    |
| FD       | 0.64104  | (27.88) |   | 0.01713  | (15.8)   | 18.5     | 2412     | 0.6968                  | 0.0289 |
| LS       | 0.10549  | (4.91)  |   | -0.00152 | (-1.51)  | 18.5     | 2412     | 0.5552                  | 0.0244 |
| EG       | 0.20743  | (33.56) |   | 0.00505  | (17.7)   | 18.5     | 2412     | 0.7111                  | 0.0019 |
| FN       | 0.07179  | (7.34)  |   | 0.00043  | (0.93)   | 18.5     | 2412     | 0.2390                  | 0.0050 |
| MD       | 0.09201  | (10.79) |   | -0.00280 | (-7.04)  | 18.5     | 2412     | 0.5507                  | 0.0036 |
| TS       | 0.05305  | (1.91)  |   | 0.00239  | (1.8)    | 18.5     | 2412     | 0.2481                  | 0.0440 |
| CM       | 0.11851  | (20.05) |   | -0.00178 | (-6.43)  | 18.5     | 2412     | 0.5387                  | 0.0018 |
| ED       | -0.01205 | (-0.61) |   | 0.01149  | (12.24)  | 18.5     | 2412     | 0.7171                  | 0.0222 |
| OT       | -0.31503 | (-7.33) |   | -0.02901 | (-14.38) | 18.5     | 2412     | 0.6186                  | 0.1052 |
| HS       | 0.04697  | (1.11)  |   | 0.00112  | (0.61)   | 18.5     | 2412     | 0.4637                  | 0.1098 |
| TX       | -0.00921 |         |   | -0.00249 |          |          |          |                         |        |

| $\alpha$ | under 29 |         | 30's     |         | 40's     |         | 50's     |         | over 60  |         |
|----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|          | estimate | T ratio | estimate | T ratio | estimate | T ratio | estimate | T ratio | estimate | T ratio |
| FD       | 0.09791  | (1.27)  | -0.14046 | (-3.06) | 0.18208  | (4.48)  | -0.06265 | (-1.48) | 0.05256  | (1.43)  |
| LS       | -0.05029 | (-0.71) | -0.08850 | (-2.09) | 0.46651  | (12.48) | -0.03087 | (-0.79) | -0.13888 | (-4.11) |
| EG       | 0.07987  | (4.02)  | 0.02385  | (2.02)  | 0.00377  | (0.36)  | 0.01530  | (1.4)   | 0.03250  | (3.43)  |
| FN       | -0.03802 | (-1.18) | -0.00367 | (-0.19) | 0.01350  | (0.8)   | 0.00035  | (0.02)  | -0.02869 | (-1.87) |
| MD       | 0.00094  | (0.03)  | 0.05576  | (3.43)  | 0.03615  | (2.51)  | 0.00778  | (0.52)  | 0.01204  | (0.92)  |
| TS       | -0.77343 | (-8.12) | 0.09773  | (1.72)  | -0.06120 | (-1.22) | -0.10512 | (-2.02) | -0.22079 | (-4.89) |
| CM       | 0.01421  | (0.74)  | 0.02517  | (2.22)  | -0.02254 | (-2.24) | -0.00329 | (-0.32) | -0.01179 | (-1.3)  |
| ED       | 0.05498  | (0.81)  | 0.00300  | (0.07)  | -0.29820 | (-8.39) | -0.23012 | (-6.23) | 0.10737  | (3.35)  |
| OT       | 0.25698  | (1.75)  | 0.36297  | (4.14)  | -0.45877 | (-5.93) | -0.02549 | (-0.32) | -0.33278 | (-4.77) |
| HS       | 0.33651  | (2.24)  | -0.33616 | (-3.76) | 0.09146  | (1.16)  | 0.44025  | (5.37)  | 0.60666  | (8.53)  |
| TX       | 0.02034  |         | 0.00033  |         | 0.04725  |         | -0.00613 |         | -0.07821 |         |

| $\beta$ | under 29 |          | 30's     |         | 40's     |         | 50's     |          | over 60  |         |
|---------|----------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|
|         | estimate | T ratio  | estimate | T ratio | estimate | T ratio | estimate | T ratio  | estimate | T ratio |
| FD      | -0.08715 | (-21.67) | -0.02380 | (-1.71) | 0.02344  | (2.94)  | -0.02908 | (-4.29)  | 0.00974  | (1.39)  |
| LS      | 0.00275  | (0.73)   | 0.01256  | (0.98)  | 0.02032  | (2.77)  | -0.07709 | (-12.35) | 0.00172  | (0.27)  |
| EG      | -0.02951 | (-27.25) | -0.01524 | (-4.25) | -0.00466 | (-2.28) | -0.00071 | (-0.4)   | -0.00233 | (-1.29) |
| FN      | -0.00711 | (-4.15)  | 0.00693  | (1.19)  | 0.00061  | (0.18)  | -0.00266 | (-0.94)  | 0.00015  | (0.05)  |
| MD      | -0.00942 | (-6.3)   | 0.00068  | (0.14)  | -0.00917 | (-3.25) | -0.00638 | (-2.65)  | -0.00179 | (-0.72) |
| TS      | 0.00177  | (0.36)   | 0.14762  | (8.6)   | -0.01497 | (-1.52) | 0.00962  | (1.15)   | 0.01704  | (1.97)  |
| CM      | -0.01513 | (-14.58) | -0.00273 | (-0.79) | -0.00463 | (-2.35) | 0.00393  | (2.34)   | 0.00087  | (0.5)   |
| ED      | 0.00301  | (0.87)   | -0.01348 | (-1.11) | -0.00150 | (-0.22) | 0.05332  | (8.99)   | 0.03720  | (6.08)  |
| OT      | 0.10765  | (14.37)  | -0.04820 | (-1.82) | -0.06622 | (-4.36) | 0.07415  | (5.74)   | 0.00950  | (0.71)  |
| HS      | 0.02139  | (2.95)   | -0.06207 | (-2.29) | 0.05593  | (3.61)  | -0.01733 | (-1.32)  | -0.07288 | (-5.37) |
| TX      | 0.01176  |          | -0.00226 |         | 0.00085  |         | -0.00777 |          | 0.00079  |         |

|    | $\gamma 1$ |         | $\gamma 2$ |         | $\gamma 3$ |          | $\gamma 4$ |         | $\gamma 5$ |         | $\gamma 6$ |          |
|----|------------|---------|------------|---------|------------|----------|------------|---------|------------|---------|------------|----------|
|    | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio  | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio  |
| FD | 0.00257    | (0.31)  | -0.04674   |         | 0.02461    |          | 0.01960    |         | 0.00142    |         | 0.04150    |          |
| LS | -0.04674   | (-7.72) | 0.00734    | (0.87)  | 0.00365    |          | -0.00747   |         | 0.00413    |         | -0.01434   |          |
| EG | 0.02461    | (12.31) | 0.00365    | (1.91)  | 0.02683    | (30.17)  | -0.01289   |         | -0.00605   |         | -0.02404   |          |
| FN | 0.01960    | (6.44)  | -0.00747   | (-2.42) | -0.01289   | (-12.68) | 0.01539    | (6.67)  | -0.00833   |         | 0.01813    |          |
| MD | 0.00142    | (0.47)  | 0.00413    | (1.35)  | -0.00605   | (-5.79)  | -0.00833   | (-4.96) | 0.02721    | (11.17) | -0.01696   |          |
| TS | 0.04150    | (8.67)  | -0.01434   | (-3.08) | -0.02404   | (-16.91) | 0.01813    | (7.66)  | -0.01696   | (-7.9)  | -0.02261   | (-3.88)  |
| CM | 0.00898    | (4.36)  | -0.01573   | (-7.56) | -0.00483   | (-6.94)  | -0.01038   | (-8.7)  | 0.00817    | (6.9)   | -0.02264   | (-15.44) |
| ED | 0.01456    | (5.17)  | -0.00366   | (-1.32) | 0.01119    | (13.53)  | -0.01697   | (-13.1) | 0.00185    | (1.53)  | -0.02460   | (-8.9)   |
| OT | -0.04205   | (-4.99) | 0.05521    | (6.2)   | -0.01312   | (-5.34)  | 0.00054    | (0.14)  | -0.00250   | (-0.62) | 0.03596    | (5.04)   |
| HS | 0.00028    | (0.13)  | 0.03318    | (15.27) | -0.00390   | (-6.32)  | -0.00494   | (-5)    | -0.00139   | (-1.53) | -0.00878   | (-3.47)  |
| TX | -0.02472   |         | -0.01558   |         | -0.00145   |          | 0.00733    |         | -0.00756   |         | 0.03838    |          |

|    | $\gamma 7$ |         | $\gamma 8$ |         | $\gamma 9$ |          | $\gamma 10$ |         | $\gamma A$ |         |
|----|------------|---------|------------|---------|------------|----------|-------------|---------|------------|---------|
|    | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio | estimate   | T ratio  | estimate    | T ratio | estimate   | T ratio |
| FD | 0.00898    |         | 0.01456    |         | -0.04205   |          | 0.00028     |         | -0.02472   |         |
| LS | -0.01573   |         | -0.00366   |         | 0.05521    |          | 0.03318     |         | -0.01558   |         |
| EG | -0.00483   |         | 0.01119    |         | -0.01312   |          | -0.00390    |         | -0.00145   |         |
| FN | -0.01038   |         | -0.01697   |         | 0.00054    |          | -0.00494    |         | 0.00733    |         |
| MD | 0.00817    |         | 0.00185    |         | -0.00250   |          | -0.00139    |         | -0.00756   |         |
| TS | -0.02264   |         | -0.02460   |         | 0.03596    |          | -0.00878    |         | 0.03838    |         |
| CM | 0.01353    | (12.1)  | 0.00429    |         | 0.01059    |          | -0.00311    |         | 0.01114    |         |
| ED | 0.00429    | (5.17)  | 0.03666    | (15.4)  | -0.03533   |          | 0.02355     |         | -0.01154   |         |
| OT | 0.01059    | (4.26)  | -0.03533   | (-7.78) | 0.09255    | (5.5)    | -0.09886    |         | -0.00299   |         |
| HS | -0.00311   | (-5.04) | 0.02355    | (13.15) | -0.09886   | (-24.87) | 0.05895     | (15.17) | 0.00501    |         |
| TX | 0.01114    |         | -0.01154   |         | -0.00299   |          | 0.00501     |         | 0.00198    |         |

# エネルギー輸送に着目した 中国山東省電力部門のモデル分析

## Energy Transportation Modeling for the China Energy Technology Program

キーワード：中国、電力部門、統合評価、エネルギー輸送、電力系統、最適設備計画モデル

今 中 健 雄

### 1. はじめに

中国は、その増え続ける世界第二のエネルギー消費、石炭依存、そして低効率な利用と不十分な環境対策がもたらす深刻な環境影響により、世界のエネルギー・環境問題において重要な地位を占めている。中国において持続可能なエネルギーシステムを構築することは、世界的に重要な課題である。この課題に対する取組みの一つとして、東京大学、マサチューセッツ工科大学、スイス連邦工科大学を中心とする Alliance for Global Sustainability (AGS) では、1999年5月より共同研究プログラム the China Energy Technology Program (CETP) を実施している。本稿ではまずCETPの概要を述べ、続いて筆者が共同担当した Energy Transportation Modeling の概要を紹介する。

### 2. The China Energy Technology Program

CETPは、中国山東省をケーススタディの対象として、電力部門を包括的に評価し、意思決定へと繋げる統合評価手法の構築を目的とする共同研究プログラムである。プログラムは図1に示すように様々な研究タスクからなり、上記大学以外にも、様々な研究機関、中国の関連機関、そして産業界から多数の参加者を集めている。また、手法の利用者となる関係者 (stakeholder) との意見交換を組み込むなど、実用的な手法の構築を進めている点も

特徴である。当所も以前より様々な中国関連研究、エネルギーシステム分析を進めており、多くの知見を有することから、東京大学と連携して同プログラムに協力することとなった。

ケーススタディの対象である山東省 (Shandong Province) は中国東部沿岸地方に位置し、その面積は15.3万km<sup>2</sup>。中国第二の人口 (8800万人)、第三のGDP (665億元、1元=約US\$0.13) を誇り、中国で最も活気ある省の一つである。山東省は化石燃料資源に恵まれている一方、水力資源に乏しく、エネルギー供給の石炭への依存度は中国平均を超える (約8割)。代表的な都市である済南 (Jinan)、青島 (Qingdao)、ツォー (Zibo) が二酸化硫黄の大気中濃度で中国の上位10市に含まれるなど、同省における大気汚染は既に深刻化している (以上、

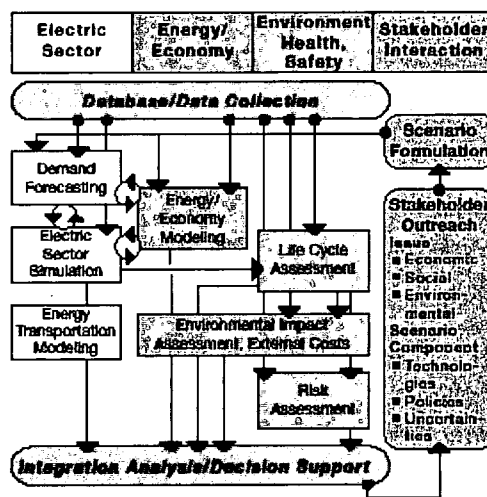


図1 CETPタスクフロー<sup>(1)</sup>

1997年のデータ<sup>[2]</sup>に基づく)。

山東省は省として独立した電力システムを持ち、1998年時点での発電設備容量は17.5GW、発電電力量は84.2TWhである。1978年からの20年間でそれぞれ5.3倍、4.5倍に増大しており、今後も更なる成長が予想されている。前述の通り、水力資源に乏しく、石炭火力電源が発電設備の大半を占める<sup>[2]</sup>。

### 3. Energy Transportation Modeling

CETPにおける電力部門の包括的評価の一端として、Energy Transportation Modeling (ETM) タスクではエネルギー輸送に着目した電力部門のモデル分析を行なう。効率的な電力システムを構築するためには、燃料の輸送、そして需要地までの電力輸送を考慮することが望ましい。中国、特に山東省において主要な発電燃料は石炭であり、省内および省外に点在する産炭地 (coal mines) から省内各地の発電所までの石炭輸送が電力システムの構築に大きな影響を与える。また、硫酸化物の排出は局所的な環境汚染をもたらすため、環境影響評価や排出削減策の検討に際しても、排出源である発電所立地の特定が必要とされる。こうしたこと踏まえ、ETMタスクでは石炭輸送を考慮した電力システム最適設備計画モデル (Energy Transportation Model: ETM) を構築した。ETMは工学的なボトムアップ型の線形最適化モデルである。

### 3.1 モデルの概要

図2にモデル化対象範囲を示す。電源の立地点、需要分布は省内17の市によって表現され、基幹送電網は各市を結ぶようモデル化されている。石炭輸送については、省内、および省外の主要な供給源である山西省 (Shanxi Province) の複数の産炭地を想定し、各市までの輸送を模擬している。

ETMは2005年からの20年間 (1期5年×4期) について、各市における電源建設容量と使用燃料を含むその運用、送電線増設容量などを決定する。ETMの目的関数は、対象システムの計画期間中総費用の現在価値の最小化である。総費用には、電源の投資回収費用、運転・保守費用、輸送費を含む燃料費用、送電線固定費、およびシナリオによっては硫黄税が含まれる。以下、モデルの主な設定について説明する。

**送電システムモデル:** 省基幹システムを簡略化したもので (図3)、各ノードには対応する市の電源、負荷が接続する。送電網の増強は既存の送電ルートの送電容量増加という形で模擬される。

**発電技術:** ETMでは発電技術として各種石炭火力、天然ガス火力、および原子力を扱う (表1)。排煙脱硫装置 (FGD system) は新設微粉炭火力 (PC) と既設石炭火力に導入可能なSO<sub>x</sub> 対策技術である。

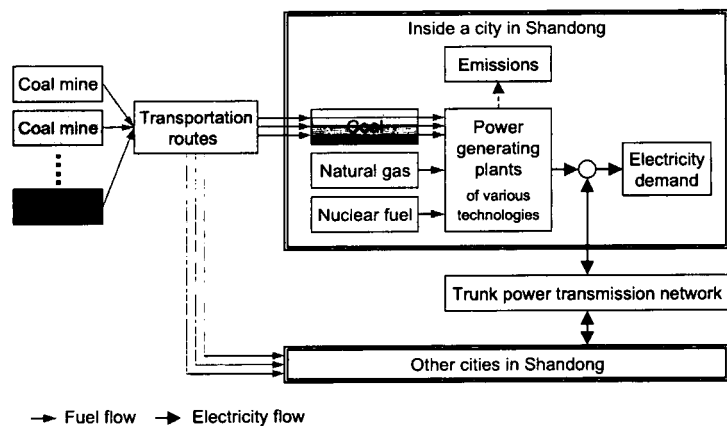


図2 モデルの対象範囲

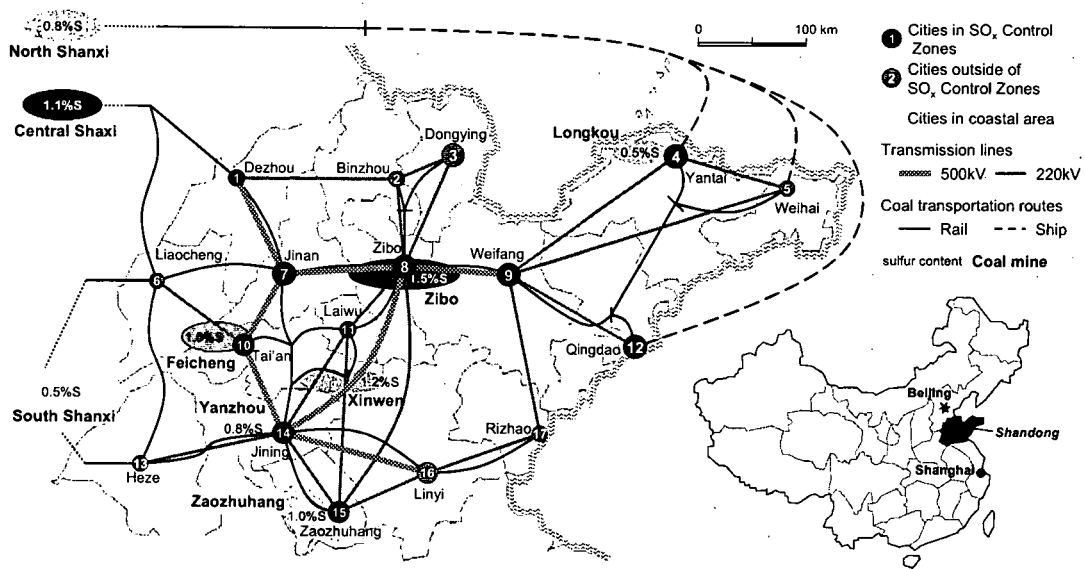


図3 送電網および石炭輸送ルート

発電燃料：ETMでは、生産価格、硫黄含有量等が異なる複数の産炭地を想定している（図3）。各ノードには、各産炭地から生産価格に輸送費を加えた価格で石炭が供給される（\$1~1.6/GJ）。一方、天然ガスについては、現時点で山東省におけるパイプライン敷設ルートが未定であることから、全ノードで同一の価格（\$3.3/GJ）を設定している。原子力燃料についても全ノード同一価格とした（\$0.6/GJ）。

### 3.2 シミュレーション結果

ETMによる主な計算結果を表2に示す。環境規制が課されないBAUケースでは、微粉炭火

力電源が排煙脱硫装置（FGD system）を付けないまま導入される。その結果、需要成長（2000年86TWh→2020年256TWh（需要端））にほぼ比例してSO<sub>x</sub>排出量、CO<sub>2</sub>排出量とも3倍程度に増大する。

SCZケースは現在試行中のSO<sub>x</sub>排出抑制政策を模擬したケースである。SO<sub>x</sub>抑制ゾーン（SO<sub>x</sub> Control Zones）に指定された市（17市中10市、図3参照）では、SO<sub>x</sub>排出に\$50/t-Sの硫黄税が課されるほか、硫黄含有量が1%を超える石炭を用いる場合は脱硫技術の導入が求められる。SO<sub>x</sub>抑制ゾーン内では硫黄含有量1%以下の石炭を用いることで規制を守ることとなっ

表1 発電技術

|             |   | Investment (\$/kW) | Fixed O&M cost (\$/kW/yr.) | Variable O&M cost (\$/MWh) | Net Thermal Efficiency (% LHV basis) | DeSO <sub>x</sub> Efficiency (%) | Available year |
|-------------|---|--------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| Coal        | Pulverized Coal-fired (PC)                    | 550                | 18                         | 1                          | 37                                   | -                                | 2000           |
|             | + Flue Gas Desulfurization (FGD) system       |                    |                            |                            |                                      |                                  |                |
|             | Wet Scrubber                                  | + 70               | +2                         | +3                         | -1                                   | 90                               | -              |
|             | Sea Water Scrubber                            | + 24               | +2                         | +1                         | -1                                   | 90                               | -              |
|             | Atmospheric Fluidized-Bed combustion (AFB)    | 880                | 31                         | 4                          | 38                                   | 95                               | 2000           |
|             | Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC) | 1200               | 31                         | 1                          | 45                                   | 99                               | 2000           |
| Natural Gas | Combustion Turbine (CT)                       | 400                | 1                          | 3                          | 38                                   | -                                | 2010           |
|             | Combined Cycle Gas Turbine (CCGT)             | 600                | 13                         | 0.5                        | 58                                   | -                                | 2015           |
| Nuclear     | Advanced Light Water Reactor (ALWR)           | 1400               | 42                         | 0.5                        | 33                                   | -                                | 2010           |

表2 ETMによる主な計算結果

| Simulation case                         |                                  |                               | BAU            | SCZ         | LSC        | CLSC       |    |
|---|----------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------|------------|------------|----|
| SO <sub>x</sub> emission in 2020        | SO <sub>x</sub> Control Zones    | Mt-S (% of 2000)              | 1.08 (280)     | 0.58 (150)  | 0.39 (100) | 0.37 (95)  |    |
|   | Outside of the Zones             | Mt-S (% of 2000)              | 0.31 (814)     | 0.49 (1263) | 0.04 (100) | 0.03 (72)  |    |
|   | Total                            | Mt-S (% of 2000)              | 1.39 (328)     | 1.06 (251)  | 0.42 (100) | 0.39 (93)  |    |
| CO <sub>2</sub> emission in 2020        |                                  | Mt-C (% of 2000)              | 70.3 (292)     | 70.3 (292)  | 70.9 (294) | 35.2 (146) |    |
| Share of electricity generation (%)     | by power generation technologies | Conventional coal-fired       | w/o FGD system | 95          | 94         | 66         | 59 |
|   |                                  |                               | w/ FGD system  | 5           | 6          | 34         | 10 |
|   |                                  | CCGT                          |                | 0           | 0          | 0          | 7  |
|   |                                  | ALWR                          |                | 0           | 0          | 0          | 24 |
|   | by zones                         | SO <sub>x</sub> Control Zones |                | 80          | 70         | 79         | 74 |
|   |                                  | Outside of the Zones          |                | 20          | 30         | 21         | 26 |
| Average sulfur content of used coal (%) | Conventional coal-fired          | w/o FGD system                | 1.22           | 0.99        | 0.76       | 0.89       |    |
|   |                                  | w/ FGD system                 | 0.79           | 1.04        | 1.25       | 1.28       |    |

た。また石炭輸送による費用増を避けようと発電を抑えるため、ゾーン内のSO<sub>x</sub>排出はBAUケースに比べ減少する。一方で、ゾーン外のSO<sub>x</sub>排出量が増加し、同政策の抜け穴を示す結果となった。

LSC (Local SO<sub>x</sub> Control) ケースでは、各市のSO<sub>x</sub>排出量に対し2000年水準以下という制約が課される。省外炭を含む低硫黄炭の利用促進、および排煙脱硫装置の導入によって目標を達成する。逆にCO<sub>2</sub>排出量は脱硫による発電効率の低下によって、僅かながらもBAUケースを超える結果となった。

LSCケースに、省CO<sub>2</sub>排出量をBAUケースにおける2020年排出量の1/2以下とする制約を追加したケースがCLSC (CO<sub>2</sub> and Local SO<sub>x</sub> Control) ケースである。CO<sub>2</sub>対策として原子力、CCGTが利用され、低硫黄炭の利用促進や排煙脱硫装置の導入等のSO<sub>x</sub>対策はLSCケースに比べて抑えられる。

#### 4. おわりに

本稿では、中国における電力部門の統合評価を行なう The China Energy Technology Programの一環である Energy Transportation Modeling について紹介した。燃料輸送に着目した電力システム最適計画モデルにより、いくつかの特徴的な知見が得られている。これらは他の

タスクによる知見とともに統合評価に寄与することになる。各タスクの詳細を含めたプログラム全体の最終報告については、近日発刊予定の書籍<sup>[3]</sup>を待たれたい。

#### 謝辞

本研究の遂行にあたり、ABB の Dr. Baldur Eliasson、Dr. Yam Lee、東京大学山地憲治教授をはじめとするCETP参加者各位から多大なるご協力を頂いた。本研究はAlliance for Global Sustainability、およびABBの支援を受けて行なわれている。ここに記して謝意を表する。

#### 【参考文献】

- [1] B. Eliasson, B. Xue, Y. Lee (2000) "Integrated Impact Assessment of Electric Power Systems in China - CETP", ABB Corporate Research Ltd.
- [2] B. Xue, B. Eliasson (1999) "Shandong Energy and Emissions", ABB Corporate Research Ltd.
- [3] B. Eliasson, et. al. "Integrated Assessment of Sustainable Energy Systems in China - The China Energy Technology Program (CETP) -", Kluwer publishing with AGS (to be published)

いまなか たけお  
電力中央研究所 経済社会研究所

# 金融工学と電力

## —米国におけるリアル・オプションの適用を中心に—

服 部 徹

### 電力におけるリスク管理と金融工学

電力の自由化が進展する中で、様々な経営リスクに直面する電力会社が、金融工学を応用したリスク管理手法を採用する事例が海外で目立ち始めてきた。もっとも、そうした事例の多くは、いわゆる電力取引ビジネスにおいてみられるものである。電力取引ビジネスに特化している企業は、リスクヘッジを行うデリバティブ取引やリスクを定量化して把握するための Value-at-Risk の計算など、金融機関同様のリスク管理を行っている。金融工学を駆使したリスク管理に関しては、エンロンが最も進んでいたといわれており、他のエネルギー会社にも影響を及ぼしていたようである。エンロンの破綻後、電力取引ビジネスそのものが縮小傾向にあるが、電力を含むエネルギー業界にとってリスク管理の必要性は高まっていく一方であろう。現在は特に、信用リスク管理の手法に関心が寄せられている。

いわゆる公益事業 (Public utility) においては、米国の場合、電力よりも先にガスの自由化が行なわれ、ガス事業者が金融的手法を用いたリスク管理を行なうようになっていた。電気事業者も、燃料調達部門など早くからリスク管理の必要性があったところを中心に、徐々に金融工学を活用してきていたが、最近では、設備投資やその運用に関する意思決定のためにリアル・オプションと呼ばれる金融工学の手法を用いる事例が注目されている。

### リアル・オプションとは

リアル・オプションとは、証券投資のための金融オプションの理論を、実物投資をはじめとする企業の経営に適用したもので、設備投資などの経営行動をオプションの行使と見立てて、その意思決定を支援するものである。金融におけるオプションとは、ある証券を定められた将来のある時点、もしくは一定期間内に売ったり、買ったりする権利のことである。「権利」ゆえにオプションそれ自体に価値が発生するが、対価を払ってオプションを購入することで、その保有者は証券の価格が下落した時の損失のリスクを回避できると同時に、価格が上がった時のリターンを確保することができる。リアル・オプションでは、企業が設備投資（新規投資だけでなく、拡張、縮小、中止といった決定も含む）や設備の運用を行なう権利を持つものとみなして、その権利を（直ちに行使せず）保有することで、事業の失敗による損失のリスクを回避し、成功時のリターンを確保することのできる価値に注目する。リアル・オプションに関しては、最近になって邦語による入門書も多数出ているので、詳細な解説はこれらに譲るが<sup>1</sup>、不確実性の下で経営戦略の柔軟性が持つ価値を定量化する手法として様々な業界で注目されている。

<sup>1</sup> 例えば、Amram and Kulatilaka (1999), Copeland and Antikarov (2001)などを参照のこと。日本人によって書かれた入門書として山本 (2001) があり、電力における適用事例も紹介されている。

## リアルオプション適用の背景

電力の経営においてリアルオプションの考え方が、受け入れられつつあるのは、もちろん自由化によって、安定的な規制料金の下での経営から、変動する市場価格の下での経営への変化を余儀なくされたことが背景にある。従来から需要の変動リスクは存在していたが、自由化の下では、価格変動リスクにも直面し、競争相手に需要を奪われるといったリスクもあるため、これまで以上にリスクを考慮した経営が必要になっている。同時に、自由化によって、将来の需要に対して、新規に設備投資を行うだけでなく、電力取引市場から調達することも可能になるといった選択肢が増えたことも背景にある。実際に、ピーク用電源への投資を考える場合には、このような検討を行うことが十分考えられる。こうしたことに加え、米国では、垂直分離に伴って発電資産が売却されることになり、他の事業者に既存の設備を取得する機会が生じることになった。実際にあるコンサルティング会社では、競争入札にかけられた発電所を適正な価格で落札したいと考えていたクライアントに対し、当該プラントのリアルオプションの評価を行い、入札価格に反映させていた例もある。

## 電力における適用上の問題

このように既に実際の経営の意思決定にも利用され始めているリアル・オプションであるが、電力において適用する際の特有の問題点もいくつか指摘されている。一つは、電力市場がまだ比較的新しい市場で、取引される電力という商品の流動性が低いために、特に先渡し契約の信頼できる価格が形成されていないことである。地域によってはまだスポット価格が利用できないところもあるが、リアル・オプションなどの価値評価手法にと

って、信頼のおける市場データの欠如は、大きな制約となる。リアル・オプションの適用でも、やはりエンロンが最も洗練された手法を使っており、業界の先頭を走っていたと思われる。洗練された、という意味は、数学や物理の専門家を多く雇って、複雑な数式を解いていたということである。彼らは、いわゆるデリバティブの価値評価の経験を積んでおり、モデル化できるものは何でも評価していたといわれる。しかし、現実には、例えば30年間稼動するプラントの評価には、キャッシュフローを左右する将来の電力の価格がどう変化するかが重要だが、現在の電力市場では流動性のある契約はせいぜい2年先までであって、最初の2年間については意味のある計算になるが、残りの期間については大雑把にならざるを得ない。

また、電力市場が整備され、スポット価格が利用できる場合でも、その特有の変動パターンが分析を難しくしている面もある。例えば、金融オプションの評価には、いくつかの厳しい仮定の下ではあるが、簡単にオプション価値を計算することができるブラック=ショールズ式という公式が用いられている。この式が成立するための一つの仮定は原資産の価値が幾何ブラウン運動に従うというものである。しかし、よく知られているように、電力の価格には強い平均回帰性向があり、単純なブラック=ショールズ式の適用は誤った評価につながる。この点については、すでに平均回帰性を考慮した修正ブラック=ショールズ式というものが開発されており、電力への適用ではもっぱら修正版が用いられる。ただし、電力の市場価格は、時に価格スパイクが生じる現象が観察されており、このような現象まで考慮すると、単純な公式で評価することは難しくなる。この点については、現在研究が進められている分野でもあるが、



計量経済学の手法を用いて、時折スパイクの生じる平均回帰過程を持つ価格変動をモデル化し、このモデルの予測値をもとにシミュレーションを行ってオプション価値を評価する方法が考えられている。

さらに、より現実を反映させようとする、電力の設備が技術的に複雑な要素を持っているということが、リアル・オプションの評価を難しくしてしまうということもあるようだ。あるコンサルティング会社の話によれば、柔軟性があると思われていた設備も技術的な理由で意外にそうでなかったという場合があるようである。

### 今後の可能性と課題

以上のような電力特有の問題も少なくはないが、リアル・オプションの適用は今後も様々な分野で期待されている。文献などで紹介されているリアル・オプションの適用事例は圧倒的に発電分野が中心だが、送電権の価値評価なども考えられている。これは例えばノーダンプライスなどを採用している地域で、地点間の価格差を原資産として考えるという発想である。今後は、送電設備に対する投資の意思決定への適用が注目されると思われる。ただし、送電特有の複雑な技術を考慮すれば、エンジニアとの共同作業が必要不可欠となろう。

リアル・オプションの分析は、必ずしも難解な数学を用いる必要はないが、問題の本質を理解した上でモデルを設定する必要がある。このようなモデル化を支援し、リアル・オプションの分析を一括して行なうようなソフトウェアは、少なくとも電力向けのものはなく、米国でも電力会社の多くはコンサルタントに依頼しているのが現状のようである。もちろん、依頼する電力会社の側も、少なくともリアル・オプションの考え方を理解

しておくことが重要となる。同時に、金融工学の専門家も電力の技術に関する十分な理解がなければ意味のある分析はできない。電力においてリアル・オプションによる経営の意思決定が根付くかどうかは、こうした分野の異なる専門家たちのコラボレーションにかかっているかもしれない。

### 【参考文献】

- [1] Amram, M. and N. Kulatilaka (1999) Real Options, Harvard Business School Press, Boston. (石原雅行・中村康治訳「リアル・オプション～経営戦略の新しいアプローチ～」東洋経済新報社)
- [2] Copeland, T. and V. Antikarov (2001) Real Options: A Practitioner's Guide, TEXERE LLC, New York. (栃本克之監訳「決定版リアル・オプション～戦略フレキシビリティと経営意思決定～」東洋経済新報社)
- [3] 山本大輔 (2001)「入門リアル・オプション」東洋経済新報社

はっとり とおる  
電力中央研究所 経済社会研究所



# リスクコミュニケーションとコンセンサス・ビルディング

小 杉 素 子

科学や技術の利用に限らず、全ての事物や出来事には様々なリスクとベネフィットが含まれている。リスク情報を所有している行政や企業は、対象の事象が持つリスクとベネフィットを各利害関係者に伝え、彼らがリスクに直面した場合に自分で判断・対処する支援をしなければならない。このような考えに則り、対象技術のポジティブな面だけでなくネガティブな面についても市民に知らしめ、行政や企業の専門家と市民が対等にコミュニケーションする手法を「リスクコミュニケーション」と呼ぶ。

筆者は、現在行っている「科学技術に関する専門家と市民の情報共有」の研究において、この手法は非常に重要であると考えている。ここでは、その研究の一環として行ったサスカインド教授へのインタビューの内容を簡単にご紹介したい。

## リスクコミュニケーション登場の背景

リスクコミュニケーション(以下RC)という手法が登場する以前は、例えば社会に新しい科学技術を導入する際、そのベネフィットを強調しリスクは十分に小さく無視できるものとしてあまり触れず、市民が対象技術を受容するように唱導する手法が主流であった。つまり、行政や企業側に最初から「市民に対象技術を受容させる」という目的があり、この目的を達成するために説得的コミュニケーションを行うのであり、市民の理解向上やリスクへの不安解消などは視野に入っていなかった。しかし、このような説得的コミュニケーションでは科学技術が市民に受け入れられないケースが多く生じるようになり、ベネフィット情報もリスク情報も平等に開示し、市民の受容という目的を設定せず対話の双方向性を重視したRCが用いられるようになってきた。ただし、RCは双方向的コミュニケーションの成立自体が目的であり、

市民の態度や判断についてはいかなる効果も考慮していないため、実用性という意味では難がある。

この、「実用性」を追求した手法がコンセンサス・ビルディングである。ただし、この手法は社会的問題(になりそうな事象)について、その問題によって影響を受ける利害関係者間で、パレート最適な何らかの合意を形成しようとする取り組みであり、その過程でRCが行われるにしても、それは主要な目的ではない。このような説明をすると、RC以前の段階の市民の受容する合意内容が事前に決まっているような行政や企業主導の説得的手法と似た印象を受けるかもしれない。しかしコンセンサス・ビルディングは、参加者の大多数の納得できる合意が形成されるプロセスに最も重点を置いており、この点からRCの拡張版とみなすことができる。

## コンセンサス・ビルディングという手法

コンセンサス・ビルディングは、何が問題なのかという問題の所在や問題自体の設定も、このプロセスに参加する利害関係者全てが関わって決めながら、合意できるポイントを探すという流れをたどる。具体的には、問題意識をもつ発議者(多くの場合は政府機関や大手企業など)が、中立なメディエーターに議題や利害関係者の洗い出しと合意形成プロセスの期間や予算などの計画立案を依頼することから、このプロセスが始まる。依頼を受けたメディエーターは、利害関係のありそうな人々にインタビューを繰り返してさまざまな問題や利害などを明らかにし、プロセスに召集する利害関係者と当面の議題を決定する。発議者を含め召集された利害関係者は、まずこのプロセスのルールやメディエーターの役割などを決め、次に議題に関してそれぞれの立場を表明し、お互いの利害を満たす受け入れ可能な合意点がどこにあるの

かをブレインストーミング的に自由に議論しあう。この議論での発言には、なんの責任も義務も発生しないが、参加者は全てのプロセス参加者にとってよりよい合意が得られるよう責任感を持つことが求められる。また、社会への説明責任として、この議論は傍聴可能であり、マスメディアにも開かれている<sup>1</sup>。この議論を一定期間繰り返した後、メディエーターは議論の

きても、その合意点に特別な影響力をもつことは出来ない。

### RCとコンセンサス・ビルディングの相違点

RCとコンセンサス・ビルディングとで最も異なっているのは、議題となる問題の事実だけでなく価値的側面についてもプロセスの中で扱うのかどうかという点である。RCは一般に、

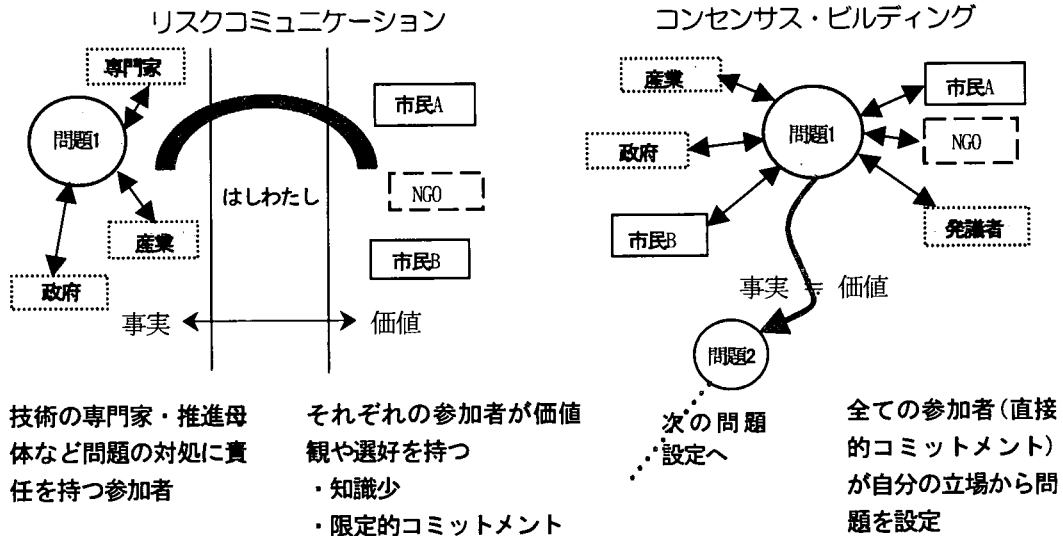


図1 リスクコミュニケーションとコンセンサス・ビルディングの相違点

取りまとめを行い、それを参加者に提示し参加者からの異議や訂正や修正などが出尽くすまで取りまとめを直し、最終的にはほぼ全会一致の素案を作る。この素案をもとに、各参加者がそれぞれの利害を満足させるように決定を行うのが最後のステージである。

コンセンサス・ビルディングは、参加者が皆で合意できる点を見つけ出すことに意味があるのであり、その合意内容の望ましきでこのプロセスの成功・不成功を測るのではない。この考え方はRCと同じである。もちろん発議者の頭の中には望ましい最終合意があるだろうが、発議者は一利害関係者としてプロセスに参加で

一つの問題があり、問題解決のための行動に責任を持ちそれにコミットする専門家と、その問題に対して限定されたコミットメント・不十分な知識・意見や選好をもつ人々との間で行われるものである。RCは問題を設定する参加者(情報の送り手)と問題には直接かかわりのない参加者(受け手)が存在するため、事実側面と価値側面の乖離が生じやすい。すなわち、RCは、事実側面と価値側面の両側の橋渡しをするものである。一方コンセンサス・ビルディングは、一つの問題を中心にその問題に直接利害関係のある人々(参加意志のある人は全て参加が認められるが、コンセンサス・ビルディングプロセスへの参加は相応のコストを伴うので、コミットメントが低い参加者は途中で脱落することが多い)が、問題をそれぞれの利害の立場で設定しなおし、全ての参加者が同意する問題点とその解決法を探すものである。したがって、参

<sup>1</sup> ただし、合意が形成されるまでメディエーターは一切マスメディアの取材にこのプロセス内容に関する評価や感想などは答えない。また参加者も答える必要はない。

加者全てが直接の利害関係者であり、事実と価値の乖離は非常に起こりにくい(図1)。

つまり、RCにおいて議論の収束がなかなか生じないのは、目標を設定しないという手法上の特徴によるだけでなく、限定的なコミットメントの参加者の参入により様々な価値観や選好が混在しているせいでもあると言える。

また、プロセスへの参加者についてコンセンサス・ビルディングは、協働する意志のある人だけを対象とすると明言しており、この点も、全ての市民を対象とするRCとの違いの大きな一つである。サスカインド教授によれば、市民は、社会的問題に対して①まったく無関心で気にしない人、②自分の知識や信念に自信を持っているので何も学ぶ必要がないと思っている人々、③興味・関心も知識も高い人々、の3種類に分類できる。コンセンサス・ビルディングが召集対象とするのは③に当てはまる人々だけである。アメリカに関して言えば、どの都市の市民でもおおよそ①50%、②10%、③40%の構成になっているということである。

リスクを含む潜在的な社会的問題への対応として、明示的な合意と行動が必要な場合もあり、あるいは問題をより多くの人々に周知することがより重要な場合もある。RCとコンセンサス・ビルディングのどちらがより優れているというのではなく、問題の性質に応じてこれらの手法をうまく使い分けるのが望ましいだろう。

最後に、これらの理念と手法を理解するための代表的書籍として、RCについては「リスクコミュニケーションー前進への提言ー1997, 林祐造・関沢純[監訳] 化学工業日報社(Improving Risk Communication, 1989, National Research Council, National Academy Press)」、コンセンサス・ビルディングについては「The Consensus Building Handbook 1999. Lawrence Susskind, Sarah McKeaman, and Jennifer Thomas-Larmer (Eds) The Consensus Building Institute, Sage Publications」があげられるだろう。

こすぎ もとこ

電力中央研究所 経済社会研究所



## 「電力経済研究」投稿・執筆規定について

「電力経済研究」編集委員会

1. 投稿原稿は、当該分野の研究活動に貢献するものとし、未発表で他誌等へ二重投稿していないものに限ります。  
投稿された原稿は、編集委員会が選定・依頼した査読者の審査を経て、掲載の可否を決定いたします。
2. 投稿される原稿は、その種類に応じて次の枚数制限にしたがってください。
  - a. 論文：A4刷り上がり8～16ページ程度以内（400字詰め原稿用紙32枚以上64枚以内）
  - b. 研究ノート：A4刷り上がり8ページ程度以内（400字詰め原稿用紙32枚以内）
  - c. 研究紹介：A4刷り上がり6ページ程度以内（400字詰め原稿用紙24枚以内）
  - d. 解説：A4刷り上がり4ページ程度以内（400字詰め原稿用紙16枚以内）
  - e. 内外動向、文献紹介：A4刷り上がり2ページ程度以内（400字詰め原稿用紙8枚以内）
3. 投稿に際しては、完成された論文3部とその電子データを下記宛に送付願います。  
また、送付に際しては、氏名、所属、役職名、住所、連絡先（電話・FAX・電子メール等）を明記して下さい。  
なお、上記の枚数制限は、図表を含めた本文、表題、英文表題、キーワード、著者名、要旨（600字以内）、参考文献の総計で適用されます。また、偶数ページになるよう調整をお願いする場合があります。  
  
なお、本誌は、投稿者より提出された原稿をそのまま写真製版してオフセット印刷を行う「カメラレディー方式」を採用しております。
4. 掲載された論文等については後日、抜き刷り50部を著者に送付いたします。
5. 投稿希望者には「原稿作成の手引き」を送付いたします。下記にご連絡ください。

(財) 電力中央研究所 経済社会研究所

「電力経済研究」編集委員会

〒100-8126

東京都千代田区大手町1-6-1

TEL: 03-3201-6601

Fax: 03-3287-2864

E-mail: [src-rr-ml@criepi.denken.or.jp](mailto:src-rr-ml@criepi.denken.or.jp)

URL: <http://criepi.denken.or.jp/jpn/serc/index.html>

電力経済研究 No.48

2002年10月31日 印刷発行

発行所 財団法人 電力中央研究所  
経済社会研究所

〒100-8126 東京都千代田区大手町1-6-1

大手町ビル 7F

電話 東京 (03)3201-6601

印刷: 株式会社 電友社

## 目 次

### <論 文>

欧州諸国の高レベル放射性廃棄物処分政策と民意の反映……………長野 浩司…1

将来の家庭用エネルギー機器選択に与える技術経済要因分析

—固体高分子燃料電池・電気温水器間の競合条件—……………今村 栄一…19  
浅野 浩志

カリフォルニア州電力自由化プロセスに関する政治経済的事例研究

……………小中山 彰…29

### <研究ノート>

高齢化の影響を織り込んだ消費モデルの開発……………若林 雅代…45

### [研究紹介]

エネルギー輸送に着目した中国山東省電力部門のモデル分析……………今中 健雄…55

### [内外動向]

金融工学と電力

—米国におけるリアル・オプションの適用を中心に—……………服部 徹…59

### [解 説]

リスクコミュニケーションとコンセンサス・ビルディング……………小杉 素子…63