

# E3ME テクニカル・マニュアル

Version 6.0 (April 2014)

---

Cambridge Econometrics  
Covent Garden  
Cambridge  
CB1 2HT  
UK

Tel +44 1223 533100  
Fax +44 1223 533101  
Email [hp@camecon.com](mailto:hp@camecon.com)  
Web [www.camecon.com](http://www.camecon.com)  
[www.e3me.com](http://www.e3me.com)

翻訳：朴勝俊、小川祐貴  
2018年5月（暫定）

## 目次

- 1 序章と背景
- 2 E3ME の詳細
- 3 モデルの入力値と出力値
- 4 E3ME の関数
- 5 E3ME プログラムの実行
- 6 参考文献と出版物

補論 A : 経済分析モデルにおけるトップダウンとボトムアップ

補論 B : モデル上の分類

補論 C : ファイルの構造

補論 D : Non-Standard Equations (省略)

翻訳者付録 : 前回のマニュアル・バージョンから削除された部分

補論 C : 主な変数

## 序文と要約

### 謝辞 Acknowledgements

ケンブリッジ・エコノメトリクスのチーム・メンバーは以下のとおりである。:

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Terry Barker          | Chairman                          |
| Hector Pollitt        | Director, International Modelling |
| Unnada Chewpreecha    | Manager                           |
| Eva Alexandri         | Senior Economist                  |
| Ana Gonzalez-Martinez | Senior Economist                  |
| Alicia Higson         | Economist                         |
| Sophie Billington     | Energy Economist                  |

本マニュアルのあり得べき誤りはケンブリッジ・エコノメトリクス・チームの責任である。

[※和訳の正誤に関しては朴勝俊が訂正の責任を負う。ただし、誤った訳文等によって生じた金銭的不利益等に関する補償はいっさいし  
かねるので、本翻訳の活用の際は利用者が注意していただきたい]。

電力部門モデルは 4CMR の Jean-Francois Mercure が開発し、エネルギーコスト・供給量曲線は Jean-Francois Mercure と Pablo Salas によるものである。我々はまた Ox プログラム言語の開発と支援につき Jurgen Doomik (University of Oxford) に感謝の意を表明する。

当初の E3ME 開発チームのメンバー、とりわけ以下の方々に感謝の意を示したい。

Knut Kratena (WIFO, Austria), Paul Zagamé (ERASME, France), Francis Bossier, Eric Meyermans and Ingrid Bracke (BdP), Juan Carlos Collado and Elena Alonsa (Fundación Tomillo), Hans Günther Vieweg (IfO), Frits Andersen (RISO), Adne Cappelen (Statistics Norway), Knut Einar Rosendahl (Statistics Norway) and Osmo Forssell (Oulu).

当初の Joule-Thermie および Fourth Framework projects within DG Research を指揮した Pierre Valette および Eric Donni に対しても、心からの謝辞を献ずる。

## 本マニュアルで用いられる略語

|       |  |
|-------|--|
| 4CMR  | Cambridge Centre for Climate Change Mitigation Research  |
| AMECO | Annual Macroeconomic database (DG Economic & Financial Affairs, European Commission)   |
| CE    | Cambridge Econometrics   |
| CSV   | Comma separated value (file format)  |
| E3    | Energy-Environment-Economy   |
| E3ME  | Econometric Energy-Environment-Economy Model   |
| E3MG  | Global Energy-Environment-Economy Model  |
| EC    | European Commission  |
| EMU   | Economic and monetary union  |
| EU    | European Union   |
| ERM   | Exchange rate mechanism (of the EMS)   |
| ESA   | Eurostat system of national accounts   |
| ETS   | Emission Trading Scheme  |
| EU    | European Union   |
| GDP   | Gross domestic product   |
| GTAP  | Global Trade Analysis Project  |
| GVA   | Gross value added  |
| IDIOM | International Dynamic Input-Output Model software package  |
| IFS   | IMF International Financial Statistics   |
| IMF   | International Monetary Fund  |
| IO    | Input-output   |
| IPCC  | Intergovernmental Panel on Climate Change  |
| MDM   | Multi-sectoral Dynamic Model of the UK   |
| MEI   | OECD Main Economic Indicators  |
| MREG  | Matrix Regression software package   |
| NACE  | Nomenclature générale des activités économiques dans les communautés européennes (EU industrial classification of economic activities) |
| OECD  | Organisation for Economic Co-operation and Development   |
| ONS   | Office for National Statistics (UK)  |
| WDI   | World Development Indicators (World Bank)  |

## 計量単位

|     |  |
|-----|--|
| m   | Million  |
| bn  | Billion (thousand million, as French milliard) |
| mtc | Million tonnes of carbon                       |
| pa  | Per annum                                      |
| pb  | Per barrel of oil equivalent                   |
| pp  | Percentage point                               |
| toe | Tonnes of oil equivalent                       |
| nes | Not elsewhere specified                        |

変数名についての完全なリストは求めに応じて提供する。

# 第1章 序章 (Introduction and Background)

## 1.1 概観

E3ME は世界経済・エネルギー・環境に関するコンピュータ分析モデルである。このモデルは元々、欧州委員会の研究プログラムを通じて開発されたもので、現在ではヨーロッパ内外で政策評価・予測・研究に広く用いられている。

E3ME の現行バージョンは従来のモデルに新たなグローバル・データベースを連結し、以下の地域をカバーしている：

- ・ 欧州連合の加盟国（クロアチアを含む）
- ・ EU 加盟候補三カ国と、ノルウェー、スイス
- ・ 明示的に扱われるその他 11 の主な国と地域
- ・ 政治的地域にまとめられたその他世界

モデルの当バージョンはこれまでの E3MG を更新するものである。

近年、E3ME には以下のような応用例がある：

- ・ EU エネルギーロードマップ 2050 の経済効果・労働市場効果に関する評価
- ・ EU の 2030 年環境保護目標のインパクト評価への貢献
- ・ 化石燃料補助金廃止の経済効果の評価
- ・ エネルギー効率化指令に関する EU のインパクト評価のための経済分析

モデルの応用例については第 5.5 節に示したほか、モデルのウェブサイト ([www.e3me.com](http://www.e3me.com)) で知ることができる。

## 1.2 歴史

E3ME の本来の意図は、エネルギー・環境・経済政策（E3 政策）の影響に関する定量分析のツールに対する、研究者および政策策定者の要望に応えることであった。このモデルはこうした政策による短期・中期の経済効果だけでなく、長期的な効果（労働市場の供給側の変化の影響など）も分析できるように設計された。

### 開発段階の初期

E3ME の最初のバージョンは、JOULE/THERMIE および EC 研究プログラムの中の契約を引き継いで、ヨーロッパの国際チームによって開発された。「E3ME の完成と拡張」および「E3ME の応用」と題されたプロジェクトは 1999 年に完了した。2001 年の契約「部門別経済分析・予測」においては、E3ME の部門別の生産額・生産物・投資の分類がアップデートされ、欧州国民経済計算体系(European System of Accounts, ESA95)に対応するものとなった。これによってサービス部門が大幅に細かく分類されている。

Tipmac と名付けられた 2003 年の契約では E3ME の運輸モジュールが完成され、旅客・貨物のモード別・国別の詳細な分析が可能となった。また Seamate (2003/04)契約においては E3ME の技術指数が改善された。

COMETR (2005-07)、Matisse (2005-08)および CEDEFOP (2007-2010)と題された一連のプロジェクトでは、E3ME は欧州の 33 ヶ国 (12 の新規加盟国と 4 つの加盟候補国) を組み込んだものへと拡張され、原材料モジュールが追加された。

## 現在のモデル利用

最近のモデル開発は、ケンブリッジ・エコノメトリクス内部の研究プロジェクトが支援しており、おもに企業のニーズに重点を置いている。このようにして、例えば現在のグローバルモデル (国際貿易に関する定式化を見直したもの) の開発が進められてきた。

しかし研究の重点はモデルの開発から応用に移ってきている。英国内および欧州域内で (さらに近年ではグローバルに)、政府や民間の顧客から常に E3ME と E3MG に対する需要がある。予測に対する需要も一部にはあるが、たいていは政策シナリオ分析への応用である。

モデルは以下のように権威ある政策評価にも用いられている：

- ・ 欧州職業訓練開発センターの年次技能予測に対する雇用予測の提供
- ・ 2009 年のロンドン G20 サミットのための石油価格高騰が世界経済に与える影響の評価
- ・ エネルギー税指令の改訂に関する EU のインパクト評価に関する参考資料
- ・ 2020 年の温室効果ガス削減目標を、20%を超えるものとするための選択肢に関する欧州委員会の公式報告書(communication)への参考資料
- ・ EU の 2030 年環境保護目標に関する公式評価への貢献
- ・ エネルギー効率性指令に関する EU のインパクト評価へのインプット

E3ME は近刊の *E3 Modelling for a Sustainable Low Carbon Economy in East Asia* で一般的に用いられている。

## モデルの現在のバージョン

2.3 節で他のマクロ経済モデルと E3ME を比較している。要するに、他のモデルと E3ME の違いは以下の通りである。

- ・ EU 加盟国・加盟候補国を含む地球全体をカバーしていること。世界最大級の国々は単独で、それ以外はグループとして含めている。
- ・ 詳細な部門分類がなされていること。欧州では 69 部門、その他世界では 43 部門である。
- ・ 計量経済学に基づく定式化がなされていること。実証的な統計分析による強い裏付けをもち、他のモデルにありがちな硬直的な仮定に依存していない (2.8 節を参照)。
- ・ 経済・エネルギーシステム・汚染排出が双方向に詳細にリンクしていること。電力部門には「FTT:電力モデル」が用いられている。
- ・ 原料需要に関してもモデルに組み込まれていること。

表 1.1 はモデルの最新版と、2012 年に公表された従来版との比較である

表 1.1 : E3ME モデルのバージョンの変更点

| 共通の特徴        |  |                      |  |
|--------------|--|----------------------|--|
| 主なデータ源       | Eurostat, AMECO, IEA, OECD (非 EU 地域について) |                      |  |
| 経済勘定体系       | ESA95                                    |                      |  |
| 確率的方程式のセットの数 | 29                                       |                      |  |
| 主な相違点        | E3ME 5.5                                 | E3ME 6.0             |  |
| 地域数          | 33                                       | 53                   |  |
| 部門数          | 69                                       | 69 (EU), 43 (non-EU) |  |
| うちサービス       | 38                                       | 38 (EU), 16 (non-EU) |  |
| 産業連関表の基準年    | 2005                                     | 2005                 |  |
| 価格基準年        | 2005                                     | 2005                 |  |
| 推計期間：        |  |                      |  |
| 始点           | 1970                                     | 1970                 |  |
| 終点           | 2010                                     | 2012                 |  |
| カリブレーション期間   | 1970-2010                                | 1970-2012            |  |
| 解の計算期間       | 1995-2050                                | 1995-2050            |  |
| 貿易の取扱い       | プール                                      | 2 国間                 |  |
| 電力部門モデル      | ETM                                      | FTT                  |  |
| 原料指標         | DMI, TMR                                 | DMI, TMR, RMC        |  |

## 今後の開発

本モデルのバージョン 6.0 は大幅なアップグレードが行われているが、近い将来に向けて作業が進められている改善策には次のようなものが含まれる。

- ・消費に基づく排出の指標を含めること
- ・エネルギー方程式と価格弾力性の見直し
- ・モデルのパラメタを推定するシステムの見直し
- ・モデルに含まれる税をさらに区分してゆくこと
- ・ボトムアップ方式のサブモデルを追加すること（例えば交通など）

2014 年にはウェブ上の「フロントエンド（操作画面）」が採用される。

## 1.3 本マニュアルの構造

第 2 章は、経済コンポーネントとエネルギー・環境コンポーネントの関連性など、E3ME の構造に関して詳細に説明している。第 3 章はデータ、予測、計量経済学、ソフトウェアなど、モデルの実用的側面を記述している。第 4 章ではモデル内の計量経済学的方程式を詳しく示している。これらの章はユーザー向けにモデルの実行方法が説明されており、まずはコマンドラインを用いる方法、つぎにユーザー・フレンドリーなグラフィカル・インターフェースを用いる方法の順で解説されている。

最終章はマニュアルの参考文献と、モデルの応用から生まれた出版物を示したものである。

## 第2章 E3MEの詳細

## (Description of E3ME)

### 2.1 序論と理論的背景

#### 序論

E3MEを説明するにあたって、まずはモデルの理論的背景を簡単に説明する。次にモデルの基本構造を簡潔に説明した上で、モデルの主要モジュール（経済、エネルギー/排出、原材料）について詳細に説明する。後の2つの節では、モデル内の技術進歩指標を記述したのち、他によく用いられるモデリング方法とE3MEとを比較する。

#### 理論的背景

個人、家計、企業などの社会構成員によって営まれる経済活動は、一定の時間が経った後に他の集団に対して影響を及ぼす。そうした影響の多くはすぐに無視しうるほどに減衰するものだが、将来世代にわたる影響もある。経済には多くの構成員がおり、有益な影響および有害な影響は経済的ストックや物理的ストックの形で蓄積されてゆく。（気候変動に寄与する温室効果ガスなどの外部性の形で）環境を通じて、あるいは経済すなわち（労働と商品の市場を介した）価格・貨幣システムを通じて、さらには国際的な輸送と情報のネットワークを通じて、これらの影響が伝達される。市場は3つの経路を通じて影響を伝達させる。すなわち(1)原材料、燃料、労働の投入に対する需要を生み出す経済活動の水準を通じて、(2)所得に影響する賃金と価格を通じて、そして(3)モノやサービスへのさらなる需要につながる所得を通じて、である。これらの相互依存のために、E3モデルは経済体系やエネルギー需給体系の要素間のさまざまな連関を再現した包括的なものでなければならない。

経済体系やエネルギー需給体系は次のような特徴を有する：(1)生産と消費における規模の経済と不経済、(2)競争の度合いが異なる様々な市場の存在、(3)最大化（時にはそれ以外）の目的を追求する支配的行動様式、(4)技術と消費者選好の急速かつ不均等な変化（温室効果ガス削減政策の時間尺度内では明らかに大きな変化）。特に労働市場においては長期の失業が存在しうる。従って、これらの特徴を表現できるE3モデルは柔軟で、様々な行動様式を反映させ、動学的なシステムのシミュレーションを可能とするものでなければならない。このようなモデルは応用一般均衡モデルと対比できるものである。応用一般均衡モデルはふつう、規模に対する収穫一定と全ての市場における完全競争を仮定し、民間消費の総現在割引価値で測られる社会的厚生を最大化を目的とし、非自発的失業は存在しないものとし、一定のタイムトレンドに従う外生的技術進歩を前提とするものである（より詳しくは2.7節およびBarker(1998)を参照）。

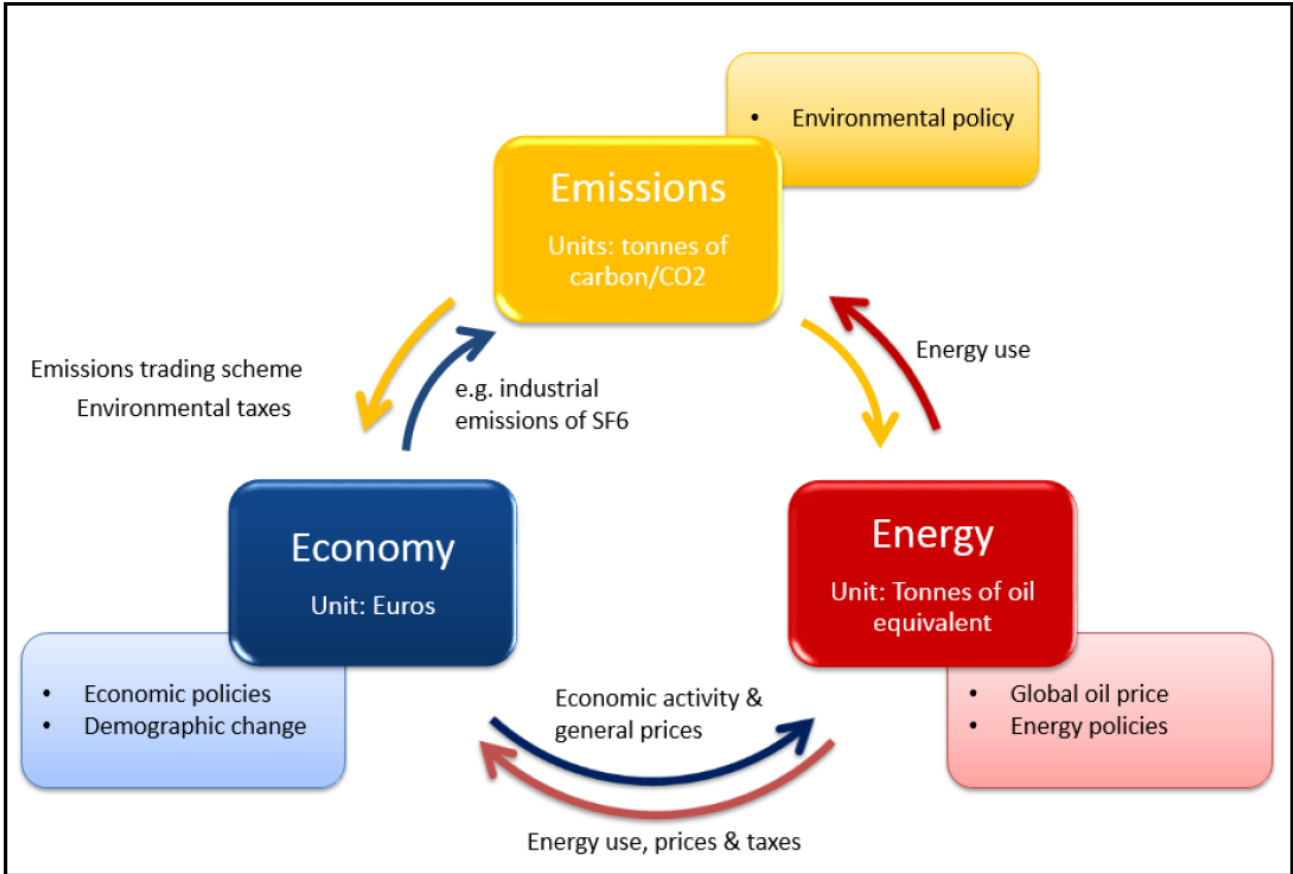
### 2.2 モデルの基本構造

E3MEモデルは次の要素から構成される：

- ・ 欧州国民経済計算体系(ESA95)に基づく経済勘定体系に、エネルギー・原材料需要の環境汚染物質排出フローの収支を結びつけたもの
- ・ EU共通産業分類で2桁レベルの部門分割がなされた、1970年以降の期間をカバーする時系列の詳細なデータセット
- ・ 短期的に均衡から乖離しても長期的にはトレンドへと復帰する計量経済学的定式化[※訳注：共和分・誤差修正モデルのこと]

図 2.1 はモデルの 3 つのコンポーネントの連関を示している（コンポーネントはモジュールとも言い、エネルギー、環境、経済の 3 つがある）。ヨーロッパの国々については、これに加えて原材料消費のモジュールが存在する。データの制約があるため、これを他の地域の国々に含めるのは将来の課題である。

図 2.1 : E3 モデルとしての E3ME



### 3つのモジュール

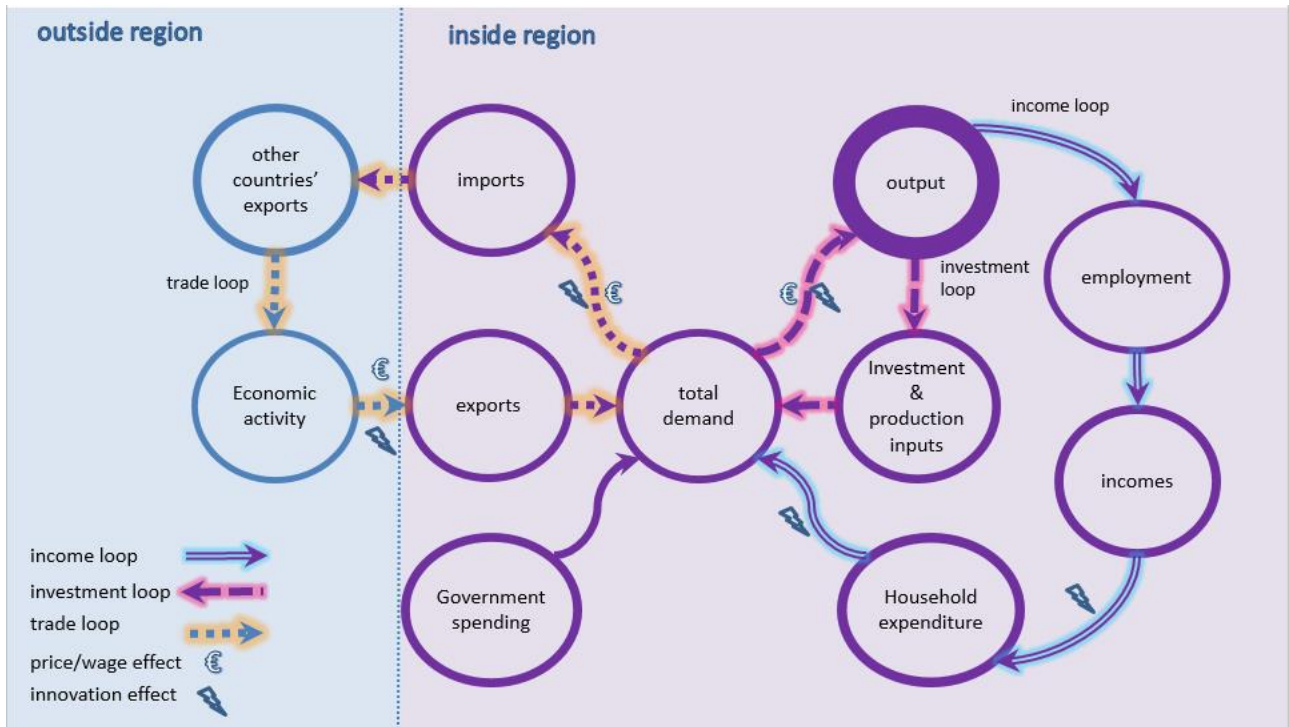
長方形で囲まれた各モジュールにはそれぞれの計算単位とデータソースがある。それらのデータセットは統計局によって会計的慣行に従って構築されたものである。外生的要因は各モジュールに対する入力として、四角形の外側に示されている。例えば経済モジュールの外生的要因には人口動態や経済政策（税率、政府支出の伸び、利子率、為替レート等）が含まれる。また、エネルギー・モジュールの外生的要因は国際原油価格やエネルギー政策（エネルギー部門に対する規制など）である。環境モジュールについては、例えば大規模燃焼プラントに浄化装置の設置を義務づけ SO<sub>2</sub> 排出を削減するなどの政策が外生的要因となる。3つのコンポーネントのつながりは、伝達される変数とともに矢印によって明示されている。

経済モジュールは経済活動指標と一般物価水準をエネルギー・モジュールに引き渡す。エネルギー・モジュールはエネルギー消費の水準と価格を決定し、それを排出モジュールに引き渡すとともに、経済モジュールにフィードバックする。

## 2.3 E3ME の経済モジュール

図 2.2 は E3ME の経済モジュールを示している。これは各国別・地域別に解かれる。図に示されている変数のほとんどは産業部門レベルで解が求められる。全ての部門、全ての国について同時にモデルが解かれるが、1 国だけの計算を行うことも可能である。

図 2.2： E3ME の経済的基本構造



### 相互依存のループ

この図には経済の相互依存に関する 3 つのループが示されているが、図に示されていない相互依存関係も存在している。これらのループとは、以下のものである。

- ・部門間の相互依存： ある産業部門が生産量を増やそうとすれば、部品・原材料の仕入れ先からの購入を増やすが、これらの仕入れ先もまた自身の仕入れ先からの購入量を増やす。これはタイプ I 乗数に関連する [※ 訳注: 産業連関分析のタイプ I 乗数は、産業部門の需要増加による直接効果と間接効果を合わせたものである]。
- ・所得ループ： ある産業部門が生産量を増やそうとすれば雇用を増やそうとするであろうから、所得水準が上昇し、消費支出の増加につながるであろう。これが再び経済にフィードバックされる。これはタイプ II 乗数と呼ばれる。
- ・投資ループ： 企業が生産量を増やす時（および将来の生産量の増加を期待するとき）、投資によって生産設備容量を増やす。これによって投資財を生産する産業部門およびその関連産業の生産物への需要が生まれる。
- ・貿易ループ： 上述の需要増の一部は輸入されたモノやサービスによって満たされる。これによって別の国での需要が増加し、生産量が増加する。つまり、国境をまたぐループが存在するのである。

## 需要の各要素の計算

次に、上図に示された各要素の結果がモデルの中でどのように求められるのかを説明しよう。そこには様々な会計上の関係、経済行動上の関係が存在する。

経済行動上の関係に関する方程式の正式な定義は第4章で行う。

・ 中間需要 (Intermediate demand、他の生産部門に対する需要の合計) はモデル内の投入産出関係によって決定される。ある生産部門が生産を増やすには、中間投入を増やさなければならない。そのためサプライチェーンに含まれる各部門に対する中間需要が増加する。

・ 家計消費 (Household consumption) は二段階で計算される。まず、時系列データを用いて推定された方程式によって地域の消費者支出総額が求められる。これらの方程式は消費を、域内家計可処分所得や家計部門の財産の指標、物価上昇率、利子率と関連づけるものである。次に、Eurostat に対応する 43 の消費カテゴリ<sup>1</sup>ごとのシェア方程式によって、各消費カテゴリの消費額が求められる。モデルを解く際には、個別の消費を合計すれば総額になるよう常にスケールの調整がなされる。

・ 政府支出 (Government consumption) は仮定によって与えられ、主要支出項目に分割されている。これは外生変数であり、モデルユーザーから明示的要求がなければ変更されるものではない。

・ 投資 (Investment) に関して、総固定資本形成 (Gross Fixed Capital Formation) は時系列データに基づく計量方程式によって決定される。将来の生産量に関する期待が最も重要な説明要因であるが、相対価格や利子率も投資に影響を与える。残念ながら投資はデータの制約のせいで資産ごとの細分化がなされていない。ただし欧州地域の過去のデータについては、情報通信技術 (ICT) の関連投資と非関連投資との区別がなされている。これはモデル内の内生的技術進歩を決定する上で重要である (2.7 節を参照)。

在庫投資はモデル内では外生変数として扱われている。

・ 国際貿易 (International Trade) の扱いについて、E3ME のバージョン 6.0 では大幅な見直しが行われた。新たなアプローチは OECD が最近公表した二国間貿易に関する時系列を活用している。このアプローチは次の 4 つの段階からなる。

- (1) それぞれの国について、国民経済計算の時系列データを用いて推定された方程式によって輸入総額が求められる。輸入総額を決めるのは主に国内経済活動水準や相対価格である (4.7 節を参照)。
- (2) 各地域・各部門・各貿易相手国について輸入シェアに関する二国間方程式が推定されている。
- (3) 二国間輸入はスケール調整を行って合計が (第1段階で推計された) 総額と合致するようにする。
- (4) 最後に、輸入額を反対にして輸出額が決定される。

貿易の取扱についてより詳しくは 4.7 節で説明する。

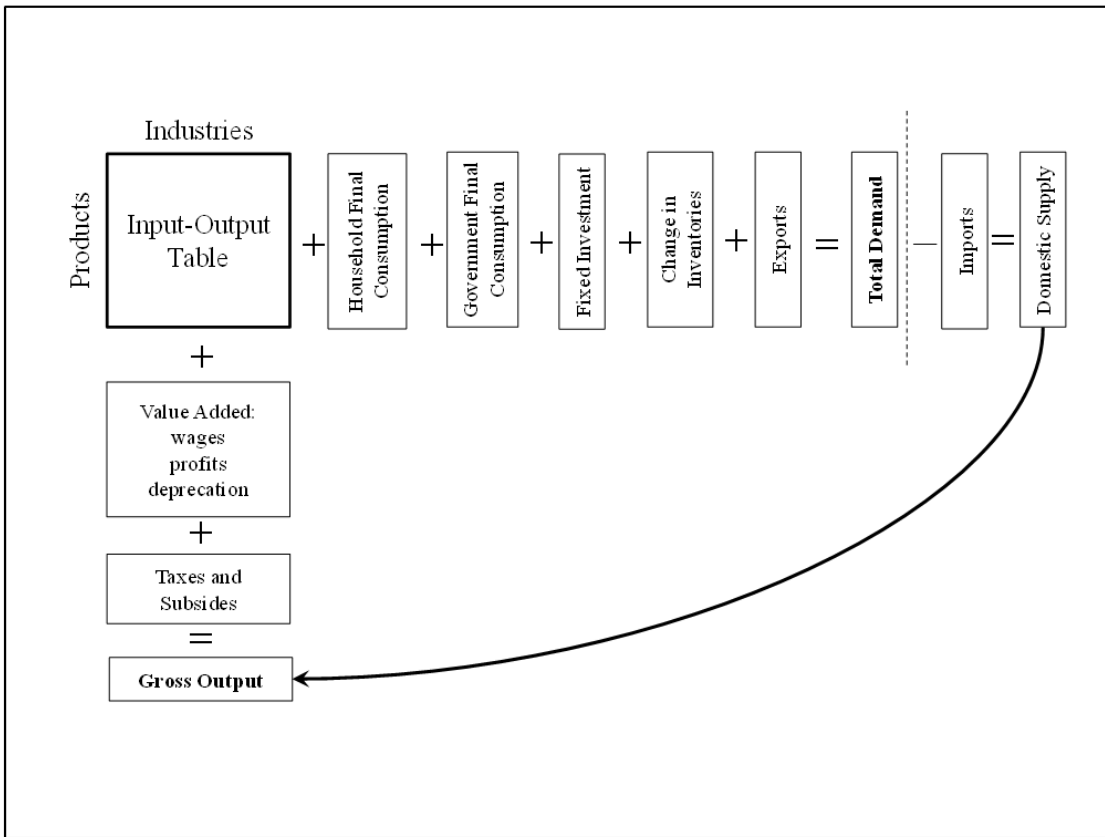
## 生産量と供給量の決定

上述の中間需要と最終需要の各項目を合計し、(粗)生産額の合計が求められる。ここから国内生産に対する総需要が得られる。

---

<sup>1</sup> 欧州以外の地域については 28 カテゴリである。

図 2.3 : 需要量と供給量の決定



一定の制約のなかで、国内需要量に一致するまで国内供給量が増加してゆく（国民経済計算の構造に対応させた表現として図 2.3 を見よ）。最も明白な制約は労働市場である（下記を参照）。利用可能な労働が不足すれば生産量を増やすことはできない。他方、モデルの「正常生産額」方程式（第 4 章参照）は生産設備容量の暗黙的な尺度であり、利用可能な生産設備容量を超える生産が行われようとする、価格が高騰し、輸入代替率が上昇することになる。

価格と量との関係については後述する。

### 労働市場と所得

労働市場の扱いもまた、他のマクロ経済モデルと異なる E3ME の特徴である。E3ME は雇用者数 (Employment: 人数で表されるもので、詳しくは 4.9 節を見よ)、平均労働時間 (average working hours: 4.8 節)、賃金率 (wage rates: 4.12) および労働参加率 (participation rates: 4.13 節) に関する計量方程式セットを有する。最初の 3 つは産業部門ごとに区分されているが、労働参加率は性別・年齢階級 (5 歳階級) 別に区分されている。

労働力人口 (labour force) は労働参加率と人口の積であり、失業者数 (unemployment: 自発的失業と非自発的失業の双方を含む) は労働力人口と雇用者数の差である。

#### <労働市場の相互作用>

労働市場に関する方程式の間には重要な相互作用があり、以下のように要約できる：

$$\text{雇用者数} = F(\text{生産量、賃金率、労働時間、} \dots)$$

賃金率 = F (労働生産性、失業者数、…)

労働時間 = F (生産量と生産キャパシティとの比、…)

労働参加率 = F (生産量、賃金率、労働時間、…)

労働供給 = 労働参加率×人口

失業 = 労働供給－雇用者数。

計量方程式の十分な定式化は4章で示す。

#### <スキルの分析>

E3MEは労働者の需要・技能されるスキルに関する指標を明示的に導入していないが、部門別の雇用と労働供給に関するモデルの結果を用いれば、これらを計算することが可能である。ケンブリッジ・エコノメトリクスは英国Warwick UniversityのInstitute for Employment Research (IER)との協力のもとでその結果を求めている。

ただし、主なモデル構造において、スキルの取扱いに限界があることも理解すべきである。モデルのシナリオ分析で雇用が増加したという結果が出ても、それは求められるスキルをもった労働者が採用可能であることを暗黙の前提としている。雇用の大幅な変化を分析する際には、補完的なボトムアップ分析を用いて、モデルの計算結果の妥当性をテストする必要がある。

#### <所得>

利用可能な時系列データに制約があるため、E3MEは各地域の代表的家計という考え方を採用している。家計所得は次のように求められる：

所得 = 賃金収入 - 税支払 + 社会保障給付 + その他所得

現在のところ明示的に扱われている税は標準的所得税と、被用者の社会保障負担である（使用者の社会保障負担は賃金に含まれていない）。給付率は各地域で一律とする。

「その他所得」には配当収入、地代収入や仕送りなどがある。現在のところこの種の収入に関するデータが得られないので、推計するか（4.14節参照）固定額とするか、賃金収入に対して一定の比率として取り扱っている。

家計所得は実質額に変換され、モデル内の消費方程式の重要な説明変数となる。長期的には家計所得は消費額と一対一に対応するものと仮定される（4.5節参照）。

#### 価格形成

これまでの議論は（賃金率を除いては）主に実質変数に注目していた。しかし、それぞれの実質変数には対応する価格があり、それが消費量などに影響する。例えば、家計支出の各カテゴリにはそれに該当する価格変数があり、モデル内の消費パターンに影響を与えることになる。

モデル内には賃金率の他に、3つの価格方程式が存在している（第4章参照）：

- ・ 国内生産価格
- ・ 輸入価格
- ・ 輸出価格

これらは単位費用（賃金費用、原材料費用、税の合計）、競合する財の価格、および技術からの影響を受ける。これらはそれぞれ部門別に推定されている。

国内消費価格はモデルのカギとなる価格変数の一つである。これは部門別に、輸入価格と（輸出分を除く）国内生産価格との加重平均から計算されている。この価格を用いて最終消費財の価格が決定される。例えば、自動車部門が価格を引き上げれば、それは消費者が自動車に支払う際の価格に反映されるのである。

消費者物価指数を含む総合的デフレータは、全ての財、全ての部門の価格を平均することにより計算される。

## 社会的指標

欧州レベルのインパクト評価を含め、一般に政策評価では「経済的・社会的・環境的インパクト」の分析が求められる（欧州委員会、2009）。定量的モデリングでは社会的インパクトの評価はほとんど無視されているのが実情である。定量的指標の不足がその理由の一つだが、社会的インパクトがモデルの基本構造と合致しにくいこともその理由である。

他のモデルと同様に、（上述のとおり）E3MEでは経済的要因や環境的要因（次節参照）に比べれば、社会的要因を十分に把握できていないが、完全に無視しているわけではない。モデル内の主な社会的指標には以下のようなものがある：

- ・部門別雇用と労働時間
- ・部門別賃金率
- ・失業
- ・（実質の）所得分布の推定値

労働市場の指標についてはすでに議論したので、本節では分配効果の推定値に重点をおいて説明する。

## 所得分配

E3MEの所得分配に関するモデルは比較的単純なもので、5分位所得階層のほか、Eurostatで定義にされているいくつかの社会的・経済的集団を導入しているだけである。詳細な分析のためには、Euromod（Sutherland et al, 1999, 2013）のようなマイクロシミュレーションモデルが必要である<sup>2</sup>。

現時点では、E3MEは欧州諸国のみ分析可能であるが、必要なデータが利用可能となれば容易に拡張可能である。モデル枠組みの中核部分には分配所得の分析は含まれていないが、それは計量分析による推定に必要な時系列データが利用できないためである。そのため、分配効果の分析結果から、家計の総支出へのフィードバックはなされない。

所得分配の分析についてE3MEは2つのコンポーネントを用いている。第1は、所得コンポーネントである。賃金と社会保障給付に関する全体のモデル結果と合致する範囲内で、それぞれの社会的集団の賃金、社会保障給付、その他所得（から税支払を除いたもの）のシェアが調整される。こうして、例えば社会保障給付率を上昇させるシナリオでは、給付への依存度が高い低所得グループに対して好ましい結果が現れるのである。

---

<sup>2</sup> これらのモデルとE3MEを連結して、マクロ経済に関する結果と分配効果をとともに示すことも可能である。

第2のコンポーネントは家計支出調査データと消費者価格に関するモデル結果とを結びつけるものである。このコンポーネントは主にエネルギー価格上昇の影響を評価するのに用いられる。多くの国々では低所得者ほど、暖房に要する所得の比率が大きいため、エネルギー費用の上昇に伴って実質所得が大きく低下するという結果となろう。

このアプローチの限界はデータ制約の反映である。限界とは以下のようなものである：

- ・エネルギー費用の上昇に対して集団間でどのような反応の違いがあるかを推定するのは不可能である。例えば、高所得層はエネルギー効率的な機器を購入する資金があるので、かれらのエネルギー価格弾力性が大きくなるだろうと言われるが、そのような分析はできない。
- ・賃金率の変化が特定の社会的集団にどのような影響を及ぼすのかを分析することはできない。例えば、部門別の雇用と社会的集団を関連づけるデータはなく、部門内の賃金格差を分析することはできない。
- ・社会集団内の不均質性を分析することはできない。例えば、モデル分析の結果は低所得家計ほど自動車燃料の価格上昇の影響を受けにくいことを示すが、自動車を保有する家計は影響を受けるであろう。

要約すれば、モデル化されたシナリオの文脈に照らして、注意深くモデルの結果を解釈すべきだということである。それでもこのモデルは、予想される分配効果の少なくとも一端を示し、より進んだ分析用具を用いた分析のヒントを与えてくれるであろう。分配分析の事例として Ekins et al (2011)を参照されたい

分配所得の結果は、支出版ジニ係数で示されている（5分位所得階層の結果より計算）。入手可能なデータによって所得版ジニ係数を計算することはできないが、実質支出効果を評価すれば分配効果を知ることは可能である。ある政策は全ての所得階層の実質購買力に影響を与え、ジニ係数で  $X.X\%$  ぶんの変化に相当する分配効果をもたらす、という形で結果を解釈できよう。

## 2.4 E3ME のエネルギー・排出モデル

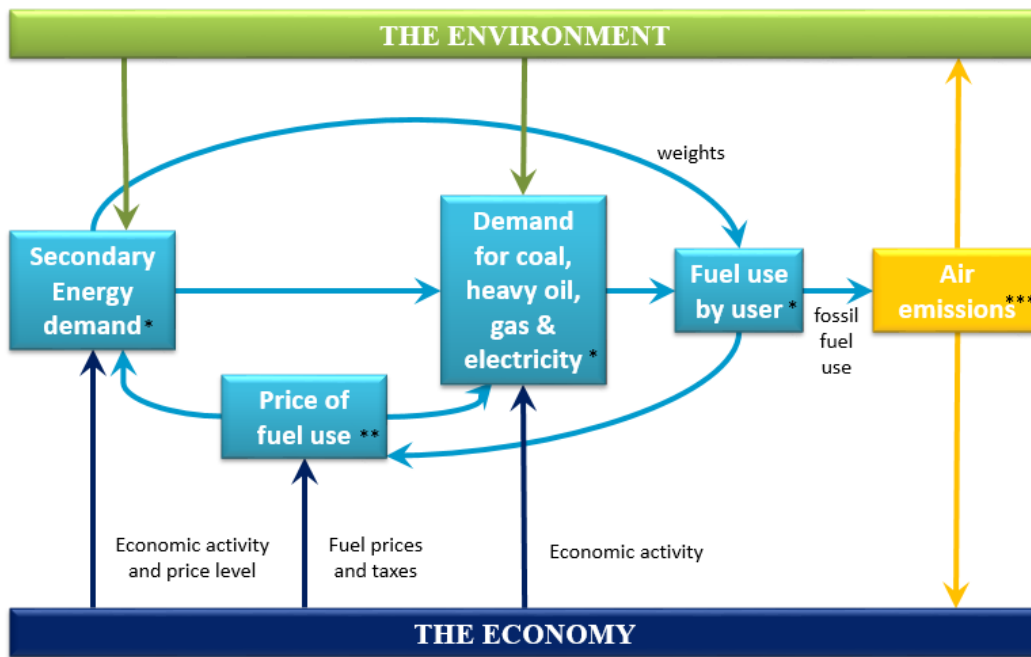
この節ではエネルギー需要とエネルギー価格に関するモデルが、経済モデルとどのように関係するのかを説明する。

補論 A ではトップダウンモデルとボトムアップモデルの違いを示している。現在の E3ME のエネルギーモデルはトップダウンであるが、電力供給部門についてはボトムアップ型のサブモデルで補完している（2.5 節を参照）。まず E3ME の主要エネルギー・モジュールを記述し、その後に電力部門モデルに注目する。この節の最後で排出量の求め方を説明する。

### E3ME の主要エネルギー・モジュール

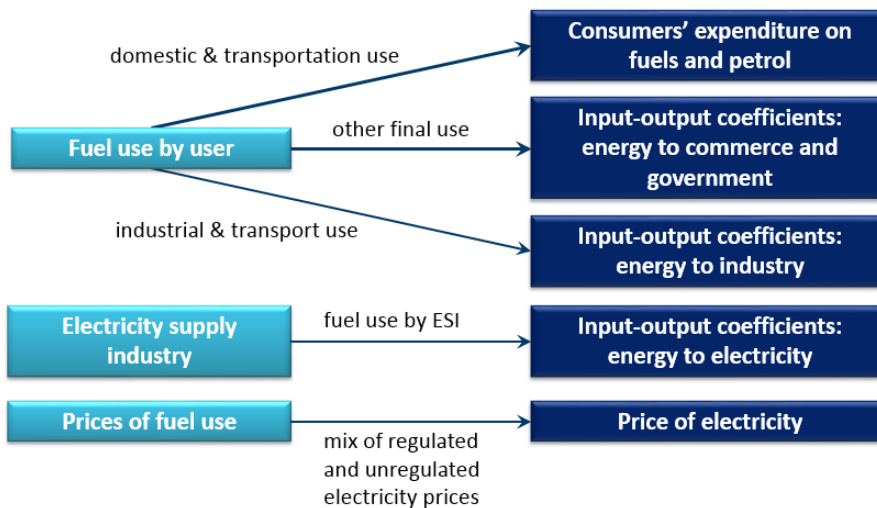
エネルギー・ユーザーごと、エネルギー媒体（便宜上「燃料」と呼ぶ）ごと、国・地域ごとに E3ME のエネルギー・モジュールは構築され、推定され、解かれている。図 2.4 は経済・環境モジュールからエネルギー・モジュールへのインプットを、図 2.5 はエネルギー・モジュールからのフィードバックを示している。

図 2.4 エネルギー・モジュールへのインプット



\* thousand toe    \*\* € per thousand toe    \*\*\* thousand tonnes

図 2.5 エネルギー・モジュール、からのフィードバック



<エネルギー総需要>

図 2.4 の最上部に示す総エネルギー需要量を決定する一連の計量方程式は、以下のような説明変数を含む：

- ・各エネルギー・ユーザーの経済活動
- ・各エネルギー・ユーザーにとっての平均エネルギー価格
- ・投資や R&D 支出、およびエネルギー使用機器や乗り物を生産する主要部門への波及によって表される技術的変数。

### <価格弾力性>

第3.4節<sup>3</sup>に説明するように、例外的に、エネルギー需要の長期価格弾力性は時系列データによって推定されたものではない。その理由は、将来の反応を予測する上で過去のデータは必ずしもすぐれた根拠でないためである。

過去のデータにおけるエネルギー価格の変化は商品価格の変化によるものであり、たいてい一時的なものであった。しかし、E3MEの分析対象となるエネルギー価格の変化は恒久的なものであり、行動上の変化をもたらす可能性が高い。従って、過去の時系列データに基づいて価格弾力性を推定すると過小評価傾向が生じるかもしれない。

そのため、クロスセクション推定と文献調査を組み合わせることで長期価格弾力性を求めた。ほとんどの部門で弾力性は-0.2から-0.3であり、これは1%の価格上昇が0.2~0.3%のエネルギー消費減少につながることを意味する。道路輸送についてはFranzen and Sterner (1995)とJohansson and Schipper (1997, p.289)による-0.7という値が採用されたが、これはケンブリッジ・エコノメトリクス独自の分析でも確認されている。短期価格弾力性は時系列データに基づくもので、たいていはゼロに近い値である。

### <燃料代替>

燃料消費方程式は4種類の燃料（石炭、重油、ガス、電力）に分けられ、各地域の各燃料ユーザーについてそれぞれ4セットの方程式体系が推定されている。これらの方程式は、燃料ユーザーが相対価格の変化に基づいてエネルギー代替を行うことを表現するものであるが、燃料消費総量や技術的変数の変化がその選択に影響を与えることも考慮している。

燃料消費方程式が12種類の燃料のうち4つしかカバーしていないので、残りの燃料の消費量はエネルギー消費総量の一定比率とするか、類似の燃料と同じように決定されるものとする（例えば、その他の炭類は石炭に、原油は重油に、その他ガス類は天然ガスに関連づける）。各燃料消費量が求まると、その合計がエネルギー消費総量と合致するようにスケール調整がなされる（各燃料ユーザーごと、各地域ごとに）。

E3MEの現在のバージョンでは1種類の道路輸送用燃料しか採用されていないことに注意されたい（中間留分 middle distillates であり、ガソリンと軽油の区別はしない）。輸送システムの電化については、過去のデータが得られないので計量方程式を推定することはできない。現在のバージョン<sup>4</sup>では、これらに関する将来動向はモデルユーザーが仮定として入力することとなる。

### <経済へのフィードバック>

エネルギー統計と経済統計には、単位は違っても同様の取引が含まれるので、経済的フィードバックが表現できる。例えば、鉄鋼部門の石炭購入量は以下の両方で把握される：

- ・IEA エネルギーバランス上の石炭消費量（石油換算トン単位、時系列）
- ・国民経済計算の産業連関表の投入・産出関係（百万ドル単位、基準年）

エネルギー・モジュールからのフィードバックは、価格変数さえ考慮すれば、上記ふたつの指標が1対1に対応していることを前提にしている。

<sup>3</sup> 理論的に固定されるパラメタがある。例えば長期的に家計支出は家計所得に一致するという仮定がそれである。

<sup>4</sup> これは2014~15年に見直される予定である。

したがって、二つのデータセットが一致しているかどうか重要となる。理論的には、エネルギーバランス表の値に燃料単価(税を除く)を乗じたものは、輸送コストを勘案した産業連関表の値に合致するはずである。しかしこれらが(定義の違いなどによって)合致しないことがあり、その結果、明らかに重要でない燃料消費が経済指標に大きな影響を与えることがある。

ケンブリッジ・エコノメトリクスチームは可能な限りデータセットの一致性を保つための作業を行った。モデリングの正確さを確保するために何度か基準年のデータセットを調整した。

エネルギー・モジュールから家計の最終需要へのフィードバックも存在する。産業連関表から産業部門ごとのエネルギー購入が読み取れるのと同様に、国民経済計算のエネルギー消費支出は、エネルギーバランス表上の家庭部門のエネルギー購入と同じ意味をもつ。E3MEでは経済的変数と物理的エネルギー変数の一致性が維持されている。ただし、上に述べたようなデータの一致性を巡る問題はここでも当てはまる。

### 排出量サブモデル

排出量モジュールはエネルギーの最終需要とエネルギー部門(特に電力供給部門)の一次エネルギー消費から大気汚染物質の排出量を計算するものである。現在計算可能な排出量は以下の通りである:

- ・ 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)
- ・ 二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>)
- ・ 窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)
- ・ 一酸化窒素 (CO)
- ・ メタン (CH<sub>4</sub>)
- ・ 大きめの粒子状物質 (PM<sub>10</sub>)
- ・ 揮発性有機化合物 (VOC)
- ・ フロン類 (CFCs)
- ・ 一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)
- ・ ハイドロフルオロカーボン (HFC)
- ・ パーフルオロカーボン (PFC)
- ・ 六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>)。

CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>と共に最後の四つは京都議定書で監視すべき6つの温室効果ガスに含まれる。

### CO<sub>2</sub> 排出量

エネルギー消費に伴うCO<sub>2</sub>排出量はモデル内の各エネルギー・ユーザーについて把握可能である。排出係数(エネルギー消費量[石油換算トン]あたりのCO<sub>2</sub>排出量[CO<sub>2</sub>トン])は過去のデータより(あるいは場合によってはベースライン予測によって)暗示的に導出される。これが、エネルギー消費量と排出量の関係を示すものである。

製造工程のCO<sub>2</sub>排出量(例えば化学部門やセメント部門からの排出)は明示的にモデルに含まれているが、これらの部門のエネルギー消費量よりも生産量に応じて算定されている。

### その他の排出量

その他の排出量はさほど詳細に扱われておらず、その結果についても部門分割がなされていない。さらに、その他の排出の影響の多くは地域的なものであり(例えばPM<sub>10</sub>)、国レベルのモデルでは把握できない。

これらを扱う方法としては、特定の燃料の消費量や特定の経済部門の生産量など、モデル変数に合致する排出源の活動量を排出量と関連づける方法が一般的である。これらの活動量を排出量に関連づけるべく、線形の係数が用いられる。

この方法によって、公表された総量とモデルの結果が一致し、政策実施の結果としての数値も把握することができる。しかしながら、これによってより詳細な分析ツールを廃しようと考えているわけではない。例えば、E3ME は農業部門のメタン削減政策を分析する用具としては、詳細なデータを有しておらず、適切なものではない。そのためには（部分均衡的な）農業モデルが必要となるであろう。

#### <排出損害費用>

ExternE による損害係数の推定値を用いて、E3ME では欧州域内各国の PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> の排出量の変化に伴う費用や便益を算定することができる。

ここでは、排出量の 1 単位の増加に対して一連の queries を走らせ、EcoSense LE モデル<sup>5</sup>（オンラインで利用可）の結果をパラメタ化するという手法を用いている。汚染源に関係する特徴（都市・農村、排出の高さ）などは部門別に特徴づけられている。

これらの結果を、人間の健康、作物、建築物への影響に関連する限界費用・限界便益を求めるのに用いることができる。これらを E3ME に組み込むことの強みは、環境コストの評価をマクロ経済分析と結びつけられることである。将来的には、これらの結果をより詳細に分析することも意義深いことである。例えば環境コストそのもの（百万ユーロ単位）を把握するだけでなく、労働生産性の変化や国民健康保険制度への負担を明示的に扱うことも可能となるであろう。

この方法は、損害係数が入手可能であれば、欧州以外の国々にも拡張できる。

## 2.5 電力部門モデル

### 概観

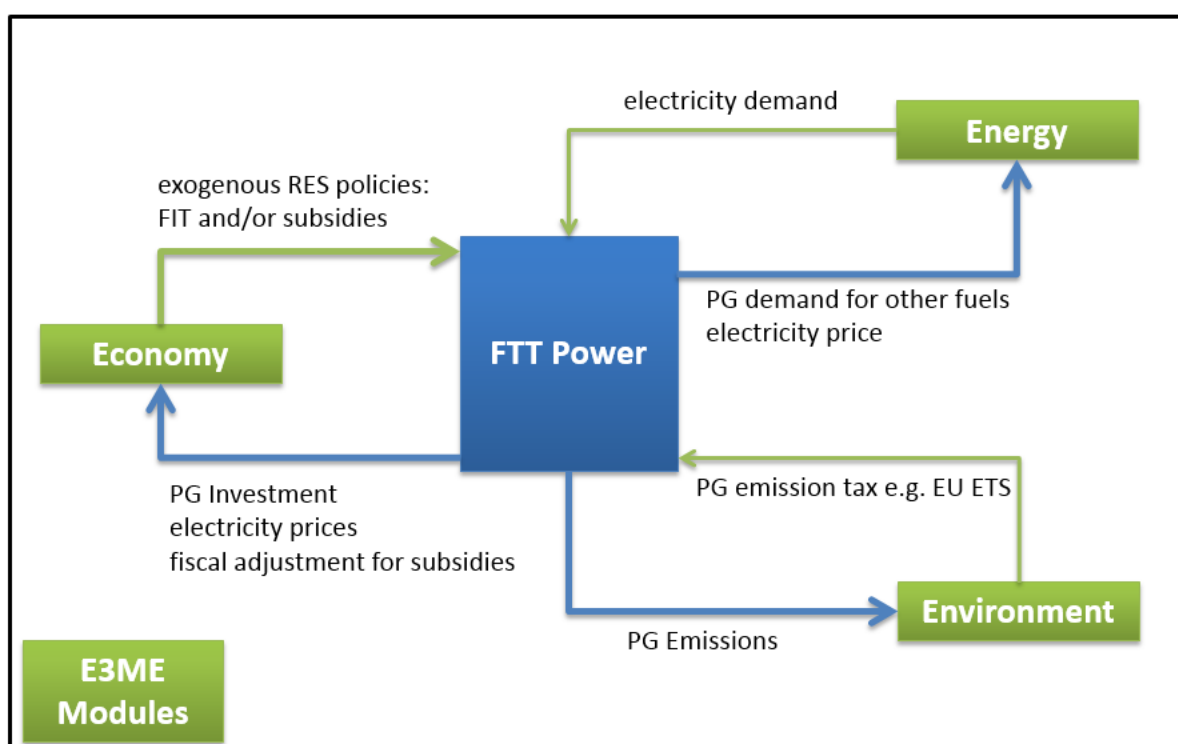
E3ME の電力部門は動学的選択と革新技術の普及に関する斬新な手法を用いたものである。J. F. Mercure (Mercure 2012)が開発したこの手法は「FTT: Power」と呼ばれる（Future Technology Transformations for Power sector の意）。様々な FTT 技術普及モデルの中で「FTT:Power」は最初のものである。これは、新規の発電設備を建設しようとする投資家が、複数の選択肢を見ながら意志決定を行うのを表現している。技術は互いに競合し、再生可能資源や再生不能資源のグローバルなデータベースに基づいて、その普及が制約される (Mercure & Salas 2012, 2013)。意志決定は、2つの技術の均等化発電単価(LCOE)の比較（ペアワイズの比較）によって行われ、概念的にはバイナリ・ロジットモデルと同じであるが、そのパラメタには各技術の実際のコストの分布が応用される。そのコストには学習曲線によるコスト低下が反映され、再生可能エネルギーについてはエネルギーコスト・供給量曲線に基づく再生可能天然資源の限界費用逓増が適用される。技術普及は、いわゆる「Lotka-Volterra」あるいは「replicator dynamics」と呼ばれる、結合された非線形差分方程式の集合に従う。これは、十分に成熟した大きな産業がよりよく市場を獲得できるということを表現するものである。また、技術普及は技術の寿命にも依存する。電力部門に関わる政策シナリオの結果は、技術利用の習熟(learning-by-doing)と、普及に対する収穫逓増によって、経路依存的なものとなる。

<sup>5</sup> これは欧州委員会の NEEDS 研究および CASE 研究の結果であり、シュトゥットガルト大学が維持している。

## 天然資源

「FTT:Power」における技術普及に制約を設けるために、Mercure & Salas (2012)は再生可能資源のサーベイを行った。このデータベースには90カ国のコスト・供給量曲線が掲載されており、E3MEの開発が進めば、さまざまな地域についてコスト・供給量曲線を再合成することができる。また、これには再生不能の化石燃料や核燃料などのレビューも含まれているが、これをコスト・供給量曲線として用いることはできない。なぜなら、その消費が進むにつれて、コスト・供給量曲線を変化させる必要があるからである。それに代えて「FTT:Power」には資源消費の動学モデルが導入されたが、これは、その資源のコスト分布が徐々に変化してゆくのを描いたものである。そのパラメタとしては、各時点のそれぞれの資源の確認量と資源量の比率が用いられている。このモデルによって、限界費用が動学的に決定されるのである(Mercure & Salas 2013)。

図 2.6 : FTT の基本構造



※PGは発電所を意味する。

「FTT:Power」には24種の発電技術が含まれ、13種類の天然資源が用いられる。

表 2.1 : 発電技術

|                   |                 |                 |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| 原子力               | 個体バイオマス         | 陸上風力            |
| 石油火力              | 個体バイオマス+CCS     | 洋上風力            |
| 石炭火力(微粉炭方式=PC)    | バイオマス(IGCC)     | 太陽光             |
| 石炭火力(ガス化複合=IGCC)  | バイオマス(IGCC+CCS) | 集光型太陽熱発電        |
| 石炭火力(PC+CCS)      | バイオガス           | 地熱              |
| 石炭火力(IGCC+CCS)    | バイオガス+CCS       | 波力              |
| ガス火力(コンバインド=CCGT) | 潮力              | 燃料電池            |
| ガス火力(CCGT+CCS)    | 大型水力            | コージェネレーション(CHP) |

表 2.2 : 資源種別

|         |           |              |
|---------|-----------|--------------|
| ウラン     | バイオガス     | 太陽エネルギー利用サイト |
| 石油      | 潮力        | 地熱資源         |
| 石炭      | 水力        | 波力           |
| ガス      | 陸上風力発電サイト |              |
| 個体バイオマス | 洋上風力発電サイト |              |

これらの中でも、4 種類の再生不能資源（ウラン、石炭、石油、ガス）は資源消費モデルで処理している。これらの資源の需要としては E3ME の各部門のエネルギー需要が利用され、これによって資源が枯渇してゆくシナリオでは資源のコストを計算することができる。

#### <入力値とフィードバック>

「FTT:Power」は、詳細な電力政策シナリオが与えられた上で、地域別の電源ミックスを決定するものである。政策には電源種類別の炭素税、補助金、フィードインタリフ(FIT)および規制が含まれる。電源ミックスが変化すると、発電コストが変化し、電力価格に反映される。このモデルは E3ME から電力需要を受け取り、電力価格と燃料使用量、および発電設備の新設・更新のための投資額をフィードバックする。

## 2.6 原材料消費モデル

### 概観

E3ME の原材料モデルはもともと、European Matisse 研究プロジェクト<sup>6</sup>のために開発されたもので、Pollitt (2007)で詳しく記述されている。これはその後、欧州委員会のための分析や petrE プロジェクト (Ekins et al, 2012) に応用されている。しかしながら、すでに環境を分析対象に含めた産業連関分析が広く行われているのに比べれば、マクロ経済モデルが原材料消費の物理的指標を含めている例はいまだに少ない。産業連関分析と比較しての E3ME の長所は、前者では投入産出構造が固定的であるのに対し、後者では動学的であること、すなわち価格などの経済的要因によって原材料消費原単位を変化させられることである。そのため、E3ME では原料消費量の過去を説明するだけでなく将来の予測も可能であり、原料消費抑制のための政策シナリオをテストすることもできる。

#### <原材料の種類>

現在の E3ME は各 EU 加盟国の原材料消費をモデル化している。データが利用可能になるにつれ、世界全体をカバーすべくこれを拡張して行くつもりである。現時点では以下の原材料がモデル化されている：

- ・食糧
- ・飼料
- ・林産物
- ・建築用鉱物
- ・工業用鉱物
- ・鉄鉱石
- ・非鉄金属鉱石

<sup>6</sup> <http://www.matisse-project.net/>

これらは Eurostat などの標準的なデータセットの大分類に合致している。将来的にはより詳細な分析が出来るよう拡張が可能であろう。

## データ

原材料消費のデータにおいてはふつう部門分割がなされていない。しかし、E3ME の消費は原材料ユーザーごとに分割がなされているので、部門別の消費量を推定せねばならない。これは、2つのデータセットを結合することによって可能である。1つは、Eurostat の原材料フローデータ（国別・原材料別に分割されている）、もう1つはそれとは別の Eurostat の値<sup>7</sup>（EU27 の全体について部門別・原材料別に分割されている）。その他、例えば農業部門だけが飼料を消費することなど、追加的な仮定が置かれている。

これに基づいて時系列が作成され、モデルのパラメタを推定するのに用いられる。

## 原材料変数

E3ME では原材料消費の尺度として主に国内原材料投入(DMI)が用いられているが、輸出分(X)を差し引いて国内原材料消費(DMC)を求めたり、輸入分(M)を差し引いて国内採取(DE)を求めることができる。

基本的なモデルには「リュックサック指標[訳注：採掘時に引き起こされた環境影響や残された資源残滓など]」や使われなかった原材料の指標は含まれないが、原材料総必要量(TMR)は、TMR と DMI を一定比率で関連づける係数を用いる方法によって求められている。

## 基本構造

原材料需要方程式の基本構造は総エネルギー需要方程式の構造に似ている。原材料消費量（産出1単位あたりの DMI）は経済活動量、原材料価格および技術指標の関数である。輸入原材料と国内で採取された原材料とは重さが異なるので、消費に占める輸入の変化を捉える項も方程式には含まれている。

### <経済モデルへのフィードバック>

フィードバックの方法もエネルギー・モジュールとよく似ている。原材料消費は全て中間需要を満たすものと仮定されている（つまり、原材料は生産工程に投じられるもので、家計が購入するものではない）。原材料を生産する部門は少数である（農業・水産業が食糧と飼料を、林業が林産物を、鉱業が全ての鉱物を生産する）。前節で説明したように、フィードバックは経済的な投入産出係数の調整によって行われる。

## 2.7 技術革新と内生的技術進歩

### E3ME の技術指数

従来、技術進歩は、マクロ経済モデルにおいてはしばしば外生変数（タイムトレンドなど）か、新古典派生産関数の残差として扱われてきた。どちらの方法にも欠陥がある。新古典派の方法は循環論法的である。例えば企業の生産能力を知るには技術進歩をモデル化せねばならないが、技術進歩をモデル化する上で、生産能力が仮定されてしまっているのである。タイムトレンドの方法も理論的に弱く魅力がないと言わざるをえない。

<sup>7</sup> [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental\\_accounts/documents/Project\\_Estimates\\_for\\_Raw\\_Material\\_Consumption\\_\(RMC\)\\_and.pdf](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental_accounts/documents/Project_Estimates_for_Raw_Material_Consumption_(RMC)_and.pdf)

E3MEにおける技術進歩指標は Lee et al (1990)の手法に基づいている。これは累積投資額を用いた直接的な技術進歩指標に対し、R&D 支出額により調整を加え、質的に調整された投資額指標を技術進歩指標とするものである。技術進歩指標  $T_t$  の方程式は以下のように表現される：

$$T_t = c + \alpha d_t(\tau_1)$$

[訳注：  $T_t$  は技術進歩指標(t 時点)、  $c$  は定義されない定数、  $\alpha$  は定義されない比率（通常は 1 に設定）]。  
ただし、  $d_t(\tau_1)$  は以下の帰納式を満たす関数で、技術進歩指標の増加分を意味する：

$$d_t(\tau_1) = \tau_1 d_{t-1}(\tau_1) + (1 - \tau_1) \log(GI_t + \tau_2 RD_t)$$

ただし、

$GI_t$  = 粗投資の水準

$RD_t$  = 不変価格でみた研究開発支出額

$\tau_1$  = 過去の質的に調整された投資が現在の技術進歩状況に与える影響の指標

$\tau_2$  = 研究開発支出額に与えられるウェイトの指標

帰納手続を  $d_t$  について初期化する際、データ以前の期間において  $\log(GI_t)$  を生成する過程はランダムウォークであると仮定される。この仮定のもと、  $d_t$  の初期値は以下のように表現される：

$$d_t = \log(GI)$$

ただし、右辺は最初の 5 年間のサンプルの粗投資額の平均による。時系列  $d_t$  の計算は、  $d_0$  の初期値に基づいて帰納的手続きを進めることによって計算できる。

欧州のデータには、2つの技術進歩指標があり、1つは情報通信技術（ICT）投資に基づくもの、もう1つはその他の投資を含むものである。これは EU の KLEMS データベースにある。もう一つの方法としては、特許出願数を上述の方程式に含めることが考えられるが、現状では E3ME に含まれる水準にない。この点については現在も研究中である。

$\tau_1$  は文献に基づき影響度の推定を行って 0.3 と定めた(Cambridge Econometrics, 2005)。  $\tau_2$  は ICT の技術進歩指標については 1 と定め、非 ICT の指標についてはゼロと定めた。非欧州諸国については技術進歩指標に対して  $\tau_2$  を 1 と定めた。

#### <フィードバック>

技術進歩指標にはプロダクト・イノベーションとプロセス・イノベーションの両方が含まれており、モデルの各部分に様々なフィードバックする：

- ・生産物の品質が高まると、需要が増加したり、価格が上昇したりする。従って、技術指標はモデルの取引方程式や価格方程式に含まれる。
- ・効率性が向上するとキャパシティや潜在供給力が増加するが、それはモデルの「正常」生産量に反映される（4.16 節参照）

いずれの種類の技術革新も労働市場に影響しうるため、雇用関連の方程式に技術指標を含めている。

## 2.8 E3ME と他のマクロ経済モデルとの比較

E3ME は他のマクロ経済モデルとしばしば比較される。応用一般均衡モデル(CGE)は長期マクロ経済分析やエネルギー・環境・経済分析(E3 分析)を行う上で、標準的なものとされ、広く用いられている。例えば GTAP (Hertel, 1999)、Monash model (Dixon and Rimmer 2002)、あるいは GEM-E3 (Capros et al, 2012)が重要な例である。これらの多くは米国 Purdue 大学の GTAP データベースに基づいている。

基本構造や、目的、分析対象については、E3ME と CGE モデルには多くの類似点がある。いずれもコンピュータに基づく経済モデルであり、地球規模の E3 の相互作用を考慮したもので、部門別・地域別に分割されている。しかも、部門分割・地域分割は類似している。またいずれのモデルも一貫性のある国民経済計算の枠組みに基づき、同様の国民経済計算データを用いている。

### <主な相違点>

しかしながら、表面上の類似点にも関わらず、モデル手法には大きな違いがあるので、結果の解釈には注意が必要である。2種類のモデルの経済学的背景は全く別物である。勘定体系や方程式のバランスはどちらも一貫性があるが、経済行動の表現は全く異なっている。

端的に言えば、最適化の仮定が重要である。CGE モデルでは、経済主体が利己心に基づいて合理的に行動し、価格は需給均衡価格に調整されると仮定するなど、経済理論に沿って経済行動のモデル化がなされる。こうして、潜在的な総供給と総需要は自動的に一致し、利用可能なキャパシティによって生産額の水準が決定される。

それに対し、E3ME のようなマクロ計量モデルでは、過去のデータを分析して実証的に経済行動のあり方が決定され、最適な行動という仮定はおかれぬ。このモデルは需要主導型で、(何らかの制約のなかで)需要を満たすように供給が調整されると仮定されるが、供給はふつう最大キャパシティを下回る水準に落ち着く。

これは実際のシナリオ分析の解釈に大きな影響を与える。CGE モデルでは、最適化という仮定は全ての資源が完全に利用されていることを意味するので、規制を追加することによって生産量や雇用を増加することが不可能だということになる。しかしながら E3ME では、利用されていない資本や労働が存在しうるため、政策の条件が正しければ、それらが活用される可能性がある。従って(必ずというわけではないが)規制が追加されることによって投資や生産、雇用を増やすことも可能である。

CGE モデル(および DSGE モデル)を根拠づける多くの仮定が、複雑な現実世界の経済行動を正しく表現しているのか否かについて、ますます疑問の声が投げかけられている<sup>8</sup>。これらの仮定の中には、完全競争、完全知識、完全予見、最適合理行動、合理的期待などがある。いくつかの CGE モデルはいくつかの仮定を弱めてはいるが、基本哲学は変わっていない。

CGE モデルに対する E3ME モデルの弱みは、質の高い時系列データが必要なことである。GTAP データベースに匹敵する時系列データは今のところ存在しないので、データセットを作成するだけでもかなりの労力や資金が必要となる。

<sup>8</sup> Beinhocker (2007)が優れた概観を示している。発展が著しい行動経済学の分野も参照(例えば Kahnemann 2012)

二つのモデル手法の違いを比較した文献としては、環境税制改革の文脈で両者を比較した Jansen and Klaassen (2000)および Bosetti et al (2009)がある。

### E3ME と計量予測モデルの比較

ときに E3ME は短期計量予測モデルと比較される。主に政府によって用いられている一般的なマクロ計量モデルのほとんどは、短期・中期の政策効果を表現するものであり、長期的効果をあまり考慮していない。そのため長期的な効果を扱うには限界があるほか、産業部門の詳細な分割が行われていない場合が多い。

これらのモデルは、四半期や月次など、短期的な予測のために用いられている。

### E3ME に適した分析対象

E3ME は正式な計量経済学の手続きによって推定された短期・中期の年次多部門モデルの特徴を、CGE モデルの方法論や詳細さと結びつけたものであり、政策変化に対する主な E3 変数の長期的反応を分析することも可能である。つまりこれは、計量経済学的手法によって推定された地球規模の動学的シミュレーションモデルと言える。

#### <方法論：長期方程式と短期動学的推定>

E3ME では、パラメタに長期的制約を置いて推計された方程式として、長期解の完全な定式化がなされている。内生的成長理論などの経済理論に基づいて、長期方程式の定式化やモデルの性質が決められる。これらの長期的性質を表す動学的方程式は、計量経済学的手法によって推定され、予測に用いることが可能である。またこの手法は時系列計量経済学の最新動向に基づき、誤差修正モデル(ECM)の形で動学的関係を定式化し、長期解への動学的な収束過程を表現できるようにしている (3.4 節参照)。

従って E3ME は、長期的モデリングの方法論を拡張して経済理論と応用計量経済学の最新動向を反映させると同時に、モデルの柔軟性を維持して操作可能なものとした、比較的に野心的なモデリング・プロジェクトとすることができる。

### E3ME の比較優位

要約すれば、現在世界中で用いられている (CGE であれ、それとは違うモデルであれ) 他のマクロ経済モデルに比べ、E3ME には次のような長所がある：

#### <地理的範囲>

現在の E3ME は地球全体をカバーしており、EU の各加盟国や世界の主要国を明示的に分割している。

#### <部門分割>

部門別・国別に差をつけたような複雑なシナリオが分析可能なほど、モデルは詳細である。同じように、政策措置の効果も詳細に出力される。例えば、特定の政策による勝ち組・負け組を示すこともできる。

#### <計量モデルの流れをくむ>

本モデルは実証的・計量経済学的に基礎付けられており、短期・中期のパフォーマンスの表現に強みがあるが、長期的な分析も可能である。またこのことは、他のモデル手法で広く採用されるような厳しい仮定に本モデルが依存していないことも意味している。

#### <E3 のリンケージ>

E3ME はハイブリッド型のモデルである。経済とエネルギー需給および環境汚染物質排出の相互作用（双方向のフィードバック）は、こうした相互作用を全く無視したモデルや、一方通行の因果関係しか仮定していないモデルに比べれば、疑いなく E3ME の優れた点である。

## 第 3 章 モデルの入力値と出力値 (Model Inputs and Outputs)

### 3.1 序論

この章では E3ME の主な入力値と出力値について説明する。まずは用いたソフトウェアを簡潔に説明するが、これは後の節を理解する上で重要になってくる。その後、主要なモデル入力値、特にデータと、データから推定されるパラメタについて説明する。本章の最後の節では主なモデル出力値の型式を説明する。

「図 3.1：モデルの入力値」と「図 3.2：モデルの出力値」はモデルの最も重要な入力値と出力値を要約したものである。楕円形がデータ、長方形がソフトウェアを表す。

### 3.2 モデルのソフトウェア

モデル構築用ソフトウェアには様々に確立されたパッケージがあり、それぞれに長所と短所がある。しかしながら、E3ME の全体に適した 1 個のパッケージは無いので、以下のソフトウェアを組み合わせ用いている。

- ・ **Fortran** : E3ME のソースコードは Fortran95 言語で書かれており、Intel Fortran Compiler でコンパイルされている。主な編集環境は Microsoft Visual Studio である。
- ・ **IDIOM** : このプログラム言語は、それ自体がコンパイル前の Fortran コマンドの集合である。これはモデル構築者にとっては、ソースコードを再コンパイルしなくてもモデルの一部を変更できるなど、便利なインターフェースである。詳細は IDIOM マニュアル (Cambridge Econometrics, 2007) を参照のこと。
- ・ **DOS** : このモデルは普通、コマンドラインからバッチファイルを通じて実行される。これについては 5.2 節で説明する。
- ・ **Visual Basic** : モデルの対人部分 (フロントエンド) は Visual Basic 言語で書かれ、プログラミングの専門知識がなくても操作ができるようにしている (5.3 節参照)。この部分は近いうちに更新する予定である。
- ・ **Ox** : Ox プログラム言語 (Doornik, 2007) はデータ処理、パラメタ推定、および結果の処理に用いられている。

E3ME はまた、補論 C に示す固定的なディレクトリ構造の下で動作する。

図 3.1 : モデルの入力値

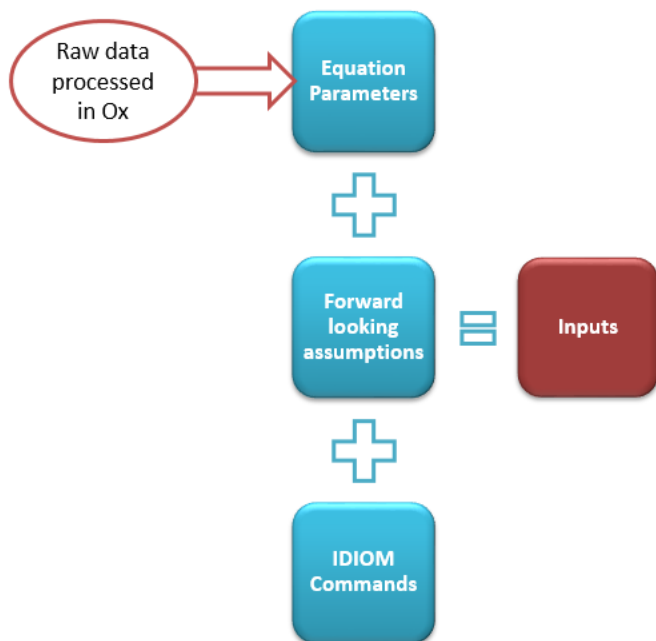
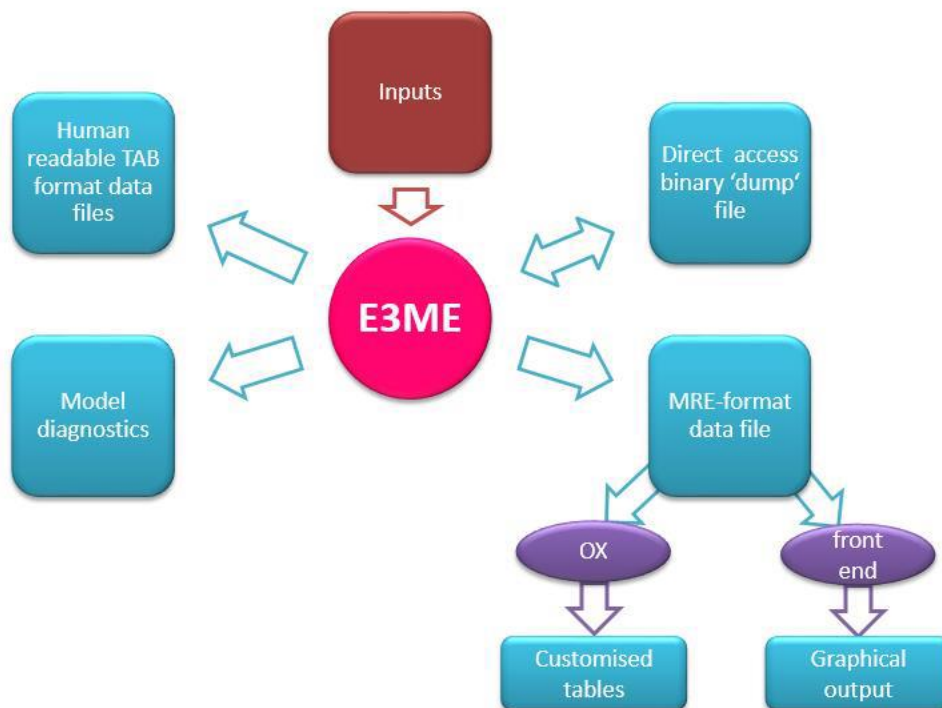


図 3.2 : モデルの出力値



### 3.3 入力するデータ

E3MEにとって最も重要な入力値は、データそのものである。そのため、可能な限り正確で一貫したデータとなるよう最大限の努力が費やされている。

データを格納するために以下のデータバンクが用いられている：

- ・ T：過去の時系列データ
- ・ F：加工されたベースライン予測（3.5節を参照）
- ・ X：産業連関表や方程式パラメータを含むクロスセクションデータ
- ・ B：二国間貿易データ
- ・ E：エネルギーバランス、エネルギー価格、排出量
- ・ M：原材料データ
- ・ U：分類用タイトル

その他のデータバンクはモデル操作に用いられる：

- ・ C：特定のシナリオ入力値を格納する
- ・ S：ベースライン予測を調整するカリブレーション要因を格納する（3.5節）

E3MEは広範なデータと特殊なデータを必要とする。全てのデータは分類と単位が正確なものとなるよう加工されねばならない。データ内の齟齬は埋める必要がある（下記参照）。これらのデータ加工は全てOxソフトウェアによって行われる。

#### 経済時系列データ

経済時系列データを作成・維持するにはかなりの労力が必要である。データの主な次元は以下の通りである：

- ・ 変数標識(indicator)
- ・ 国や地域
- ・ 部門
- ・ 時点（1970年以降の年次）

さらに、貨幣単位で示される指標には、不変価格(constant price)と経常価格(current price)の指標がある。ケンブリッジ・エコノメトリクスは時系列データをアップデートするために、毎年かなりの労力を投じている。

生データは以下に示す情報源から集められ、Tデータバンクに格納される。モデルで用いるのは公的なデータに限られ、国際機関のデータを優先している（いずれも比較可能性と実用性がその理由である）。時にはデータセットを結合してギャップを埋めたり、欠損値を推定する必要がある（下記を参照）。

#### <主な変数標識>

変数標識の頭に示された「V」は経常価格の値であることを示しており、「V」が無ければ不変価格（2005年基準ドル）の値である。完全に部門分割された主な変数標識は、以下の通りである：

- ・ QR/VQR：生産量（不変価格/経常価格表示）
- ・ YVM/VYVM, YVF/VYVF：市場価格表示の粗付加価値額(GVA)と要素費用
- ・ KR/VKR：投資額

- ・ VYRD : R&D 支出額
- ・ CR/VCR : 家計支出 (生産物の種類ごと)
- ・ GR/VGR : 政府最終消費 (カテゴリごと)
- ・ QRX/VQRX : 輸出額
- ・ QRM/VQRM : 輸入額
- ・ YRE : 雇用
- ・ YRLC : 労働コスト (経常価格表示)
- ・ YRH : 平均労働時間

性別・年齢階級 (5 歳階級) 別の人口 (DPOP) と労働力 (LGR) に関する時系列も存在する。

他にも、モデル構築に用いられるマクロ時系列は他にもたくさんある。例えば GDP、家計所得、為替レート、税率、利子率、失業率などである。これらは 1970 年を始点とする年次ベースで収集されたものである。

#### <E3ME の経済データの情報源>

以下の段落では E3ME モデルに用いられた情報源を要約する。

データは全ての国について一貫性があり、同じ単位で表現されていなければならない。貨幣額のデータは米国ドル表示である。データは新たなデータが利用可能になった時にすぐにアップデートされ、全体的なアップデートは年に 1 回行われている。欧州諸国については、以下の情報源が、以下の優先順位で利用されている：

1. 欧州諸国については Eurostat 国民経済計算が最重要の情報源であり、国をまたいで一貫性のあるデータが提供されている。OECD の STAN データセットは E3ME に含まれるほとんど全ての部門を含んでおり、追加的な部門分割に役立つ。
2. AMECO データベースからのマクロ経済データは Eurostat データの合計値をチェックするのに用いた。
3. Eurostat のデータが利用不能か難ありの場合、IMF などの国際機関のデータを参照した。
4. これらの国際的な情報源が尽きた場合には、各国の統計局などの情報源を、欠損値やギャップのアップデートに用いた。

非欧州諸国、特に非 OECD 諸国はデータが限られる。一般に OECD の STAN データベースを最重要の情報源として用いた。アジア開発銀行もアジア諸国に関する重要な情報源である。それ以外は各国の情報源に依存している。

#### <E3ME における値と価格指数>

E3ME の一般原則として、変数はその利用に適した貨幣単位で表現されている。このことは、変数の計量単位は情報源に従っていることを意味する。比較可能性を保つために、ほとんどの経常価格表示の値は百万ドル単位で示され、不変価格表示の場合には 2005 年基準の百万ドル単位で示されている。

経常価格表示の値を不変価格表示の値で割ることによって価格指数が求められる。このことは必ずしも、各国通貨表示の物価変動の指標としては適していない。各国の物価変動を求めたければ、当該年と基準年の為替レートの変化幅によって、物価指数を修正する必要がある。行動方程式の中に価格が現れる場合など、各国通貨表示の価格や物価指数を用いることが適切な場合には、必ずこの計算が必要となる。

いくつかの場合には、計量方程式に含まれる価格は相対価格であり、修正が相殺される場合がある。ただし、長期的には相対価格の関係が成立したとしても、短期的には名目価格の効果があり得るので、この関係に頼るのは危険である。

#### <E3ME における為替レートの扱い>

E3ME には 2 種類の為替レートが含まれており、以下のように定義されている：

- REX : 1 ドルあたりの各国通貨、名目為替レート
- EX : 1 ドルあたりの国内通貨を、2000 年を 1.0 とする指数としたもの。

これらは AMECO と IMF のデータベースからえられた年間平均為替レートである。E3ME の物価指数を貿易方程式で用いる時は、貿易方程式は各国通貨で示されているので、2000 年を 1.0 とする為替レート指数で調整する必要がある。E3ME の基準年はユーロ導入後であるから、ユーロ圏の名目為替レートはユーロで示されており、各国通貨の変動を用いて過去に遡っている。これは AMECO データベース上の扱いと同じである。現在のバージョンでは為替レートは外生変数である。

#### クロスセクションのデータ

私たちがクロスセクションのデータと呼ぶものは、ふつう時系列の形で入手できないものである。以前は、産業連関表と二国間貿易データがそれであった。その他の時系列データにはモデル間の部門分類のコンバーターが含まれる。これは時間が経過しても通常は変化しないものである。

#### <E3ME の産業連関表>

E3ME の産業連関表はできる限り Eurostat の公表資料から得られている。Eurostat が利用不能な場合は代わりに OECD や各国の資料が用いられる。全ての産業連関表は E3ME の 69 部門（欧州）または 43 部門（その他地域）に拡張され、RAS 法を用いて基準年の 2005 年の値に移されている。

以下のものが産業連関表に含まれている：

- 国内生産額
- 輸入

産業連関表の各部門の値は生産額で割ることによって投入係数に変換される。これらの投入係数は、1 単位の生産に必要な投入物の量を示す。

ふつうは基準年の産業連関表しか利用できないが、利用可能なデータに基づいて、その投入係数は時間が経過するにつれロジスティック型トレンド経路に沿って変化するものとした。この経路は中間需要の過去の時系列を推定し、ロジスティック曲線に当てはめることによって推定される。そしてこの曲線は予測期間にわたって外挿される。基準年の産業連関表と外挿された係数は X データバンクに格納される。

## 二国間貿易

E3ME の二国間貿易データは<sup>9</sup>近年、新たな両面的貿易定式化(two-tier trade specification)の成果もあって、大幅に拡張されている（4.7 節を参照）。データベースの次元は以下の通りである：

- ・ 時点（1990 年以降の年）
- ・ 原産地(origin)
- ・ 部門(Sector)
- ・ 仕向地(destination)。

行列の数が非常に多くなるので、データは別のデータバンク(B)に格納される。

データの入手元は主に、製造業部門については Comtrade である。サービスのデータは、OECD 加盟国については OECD の 1995 年から 2010 年のデータを使用し、OECD 非加盟国との貿易も含むようにしている。その他の値は、各国の情報源から得られるデータや、シェアに関する推定値を用いて、推定する必要がある。これらのデータは将来的に改善がなされるであろう。

## エネルギーと排出量のデータ

E3ME のエネルギーと排出量に関するデータはすべて単一の情報源から得られるので、ある意味でこれらのデータを加工することは容易である。しかし、以下に述べるようにデータのギャップを埋める必要はある。

### <E3ME におけるエネルギー・燃料消費量のデータ>

1970 年以降の IEA のエネルギーバランス表から、物理的単位のエネルギーデータが得られる。IEA のエネルギーバランス表は時系列データである。54 のエネルギー媒体が E3ME では 12 種のエネルギー種別にまとめられ、（各年の値を詳しく比較することによって）若干の不一致が除去された。

エネルギーバランス表は投入と産出を区別しているので、エネルギー・ユーザー「(1)発電(Power Generation)」および「(2)自家エネルギー消費・転換(Own Energy Use and Transformation)」においては、二重計算を避けるよう注意深く扱う必要がある。これらのエネルギー・ユーザーについては、エネルギー需要はエネルギー投入と等しいものとする（ただし投入は定義上マイナスの値を取る所以符号を変換する必要がある）。場合によっては、全ての期間を通じて様々なカテゴリに一貫性のある形でデータを配分することは難しい。例えばこの問題は、いくつかの国々で 1970 年代初頭の LPG データについて起こっている。当時は、部門毎の詳細なデータは非特定の部門に再配分されていた。しかし 1973 年以降は非特定の部門の値はゼロとされ、細分化された部門のデータが正の値を示しているのである。ケンブリッジ・エコノメトリクスはこうした場合の値を再配分するソフトウェアを開発した。

### <E3ME におけるエネルギー価格データ>

石油換算トンあたりドル (\$/toe) を単位として、1978 年以降の国ごと・燃料ごとのエネルギー価格（税込み）および税率に関する生データが、IEA のエネルギー統計集から収集された。ただし、IEA が提供しているのは蒸留油（軽質油）電力、天然ガス、一般炭およびコークスに関する不完全な引渡し価格（税込みおよび税抜き）の時系列である。生データには”（該当なし） not applicable”、“（利用不能） not available”、“（秘密） confidential”

<sup>9</sup> 原産地と仕向地の両方を含む輸出・輸入データ。

という三種類の欠損値があるが、読み込みの際には全て欠損値として扱われる。ケンブリッジ・エコノメトリクスはこれらを以下の仮定を用いて埋め合わせた：

1. 全ての年次にわたってデータが欠損している場合意は、税率をゼロと仮定する。
2. 時系列の最後にデータが欠損している場合は、データが利用可能な最終年の税率が維持されると仮定した。
3. 時系列の最初にデータが欠損している場合は、観察可能な初年次に向けて毎年 5%ずつ税率が引き上げられると仮定した。
4. 負の値はエラーとみなした（言い換えれば、補助金は無いものと仮定しており、これらは欠損値として扱われる）。

1970 年～1977 年について税込み価格データの欠損値の補充を行った（基礎となる価格データは税込み価格から税率を引いたものであるため、1970 年～1977 年のほか、税込み価格データが欠落している年には欠損値となる）。その後、E3ME の分類に対応する配列に組み替えられ、金額はユーロ単位に変換される。

#### <E3ME における燃料ごと、燃料ユーザーごとの CO<sub>2</sub> 排出量>

CO<sub>2</sub> 排出量に関する時系列データは、Eurostat または DG Energy の出版物から得られ、エネルギー・ユーザーごとに細分化されている。これらは標準的な排出係数を用いて燃料ごとに割り当てられ、総量が一致するようにスケール調整がなされている。

国際海運・航空に関しては、エネルギーデータと排出データの一貫性が維持されるよう調整がなされる。

#### <CO<sub>2</sub> 以外の排出量>

E3ME の非 CO<sub>2</sub> 排出量には SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、メタン (CH<sub>4</sub>)、粒子状物質 (PM<sub>10</sub>)、揮発性有機化合物 (VOC)、アンモニア (NH<sub>3</sub>) と、その他 4 つの温室効果ガス (N<sub>2</sub>O、HFC、PFC、SF<sub>6</sub>) が含まれる。これらのデータは EDGAR データベースより得られた。

### 原材料データ

原材料データの最重要情報源は Eurostat のマテリアルフロー勘定 (Material Flow Accounts) である。これらの値は Eurostat の情報と産業連関表の値に基づいて、各部門の値に変換する。欧州以外の国々については OECD などの情報源を用いた。

消費された原材料の国内採取 (Domestic Extraction, DE)、輸出、輸入は時系列として保存される。また、モデルが総原材料必要量を推定できるよう係数も格納される。

原材料データの詳細については 2.5 節を参照。

### 欠損値の修正

ケンブリッジ・エコノメトリクスのチームは E3ME の時系列のギャップを埋めるためのソフトウェア・パッケージを開発した。これは内挿の場合も外挿の場合も、部門間・変数間のシェアと成長率を用いて、欠損値を推定するものである。一部の時系列 (上述のエネルギー価格など) は、特別な方法でデータのギャップを埋めているが、それ以外はここで述べた方法による。

最も単純なのは変数の成長率が知られている場合であり、初期値が分かればこの成長率を用いて数値を求めることができる。全部門の合計値の時系列データが利用可能でありながら、部門別の時系列が得られない場合

には「シェアリング(Sharing)」という方法を用いる。これは、現実の比率か、推定された比率を用いて、合計値から各部門の値を計算するものである。

外挿をする場合、複数部門の合計値が利用可能なのに対して、E3ME レベルでの部門別の値が得られない場合がしばしばある。例えば教育、医療、国防については、政府支出がすぐれた代理変数となる。もっと細かく部門分割されたデータで、個々の部門がそれぞれの特性に応じて異なった成長を示す場合に、個々の値を推定し、その合計を既知の総計と一致させるためには、特別な手続きが必要である。初期と末期のデータだけが得られ、その間の値が欠落している場合には、利用可能な情報がなければ内挿を行う。

消費、雇用、GDP、貿易、投資などの各国の集計値については、様々な仮定に基づいて時系列の予測を行う(3.5節を参照)。

### 変数名の規則

E3ME ソフトウェアのモデル変数名は文字数の上限が4文字である。たいてい、最初の文字は変数の次元(時点を除く)を、以降の文字は変数指標(indicator)を意味する。特に、Qは生産物種別に、Yは部門別に、Fはエネルギー(燃料)ユーザー別に、Rは地域別に分割されていることを意味する。Pから始まる変数は価格である。Sと0は合計を意味する。

データ加工においてもモデル内でもこの規則が用いられている。主な変数名の例は以下のとおりである：

- ・QR：生産物種別・地域別の(粗)生産額
- ・YR：部門別・地域別の(粗)生産額
- ・YRE：部門別・地域別の雇用
- ・YRW：部門別・地域別の賃金率
- ・YRVA：部門別・地域別の粗付加価値額
- ・CR：消費カテゴリ別・地域別の消費額
- ・PCR：消費カテゴリ別・地域別の消費財価格
- ・RSC：地域別の総消費額
- ・PRSC：地域別の総消費価格
- ・KR：投資カテゴリ別・地域別の投資額
- ・FR0：燃料ユーザー別、地域別の総エネルギー消費量
- ・FRET：燃料ユーザー別、地域別の電力消費量
- ・FCO2：燃料ユーザー別、地域別のCO<sub>2</sub>排出量
- ・RCO2：地域別のCO<sub>2</sub>排出量

### <その他のデータバンクの規則>

モデルのソフトウェアは1年分のデータしか同時に扱えないので、モデル変数の次元は上の例のとおりである。ただし時系列のデータバンクは全時点の時系列を保存せねばならないので次元を追加する必要がある。つまり、各地域について別個の行列が必要となる。例えばQR\_BEはベルギーについての生産額の行列であり、69の生産物種別で、1970年以降すべての時点のデータを含んでいる。

また、データバンクに含まれる各行列はそれぞれ 8 桁のコードを有する。データによって変数のタイプが異なる。例えば、10 はデータの種別を意味し、70 はデータの初年度（1970）を意味する。データの種別を表す共通の値は以下の通りである：

- ・ 00：仮定
- ・ 10：部門別
- ・ 11：部門合計
- ・ 20：消費カテゴリ別
- ・ 30：政府カテゴリ別
- ・ 40：投資資産別
- ・ 50：人口集団別
- ・ 51：労働量グループ別

地域コードは標準的な E3ME 地域コードに相当する。表 3.1 の例は英国（15 番目の地域）にあたる。次の単位も標準的リストに従う（この例では 2005 年不変価格表示）：

1. 不変価格表示の 10 億ユーロ
2. 経常価格表示の 10 億ユーロ
3. 価格指数、基準年を 1.0 とする。
4. 千（小数点以下なし no decimal places）
5. 規定された率（小数点以下なし no decimal places）
6. 規定された率（小数点以下 3 桁まで）
7. タイトル
8. パラメタ（小数点以下 4 桁まで）
9. 作業変数。

最後の桁は、最初の 4 つのコードが一致している変数のバージョンを区別するためのものである。上の例は QR\_UK に関するものである。しかしながら、変数やデータバンクの型が異なれば、コードも若干異なっている可能性がある。

E3ME のほとんどのデータは不変価格表示（2005 年基準）と価格指数からなるが、データバンク上の過去のデータは経常価格表示と不変価格表示の両方からなっている。これは、公刊されている生データとの比較を容易にするためである。価格指数は、IDIOM プログラムを用いて経常価格の時系列を不変価格の時系列で割ることにより計算している。しかしながら、用いられた為替レートが適切なものか、価格指数の単位が正確なものかについては、注意深く確認する必要がある。

表 3.1：データバンクのコードの一般規則と例

|   | 変数型式 | 初年 | 地域 | 単位 | バージョン |
|---|------|----|----|----|-------|
| 桁 | 10   | 70 | 15 | 1  | 5     |

### 3.4 計量経済パラメタ

E3ME では方程式の関数型を定める上で、Engle and Granger (1987)および Hendry et al (1984)が提唱した共和分・誤差修正モデルという計量経済学的手法を採用している。

これは要するに、2段階の推定である。第1段階は水準（レベル）の関係性の確認である。その際、経済理論や先験的理由に基づいて選択された変数間に、共和分関係が存在するか否かを確認するための試みがなされる。これらの変数とは、例えば、労働需要に関連する変数は、実質生産量、実質賃金コスト、労働時間、エネルギー価格、技術進歩に関する2つの指標である。

共和分関係が存在する場合、第2段階として誤差修正モデルと呼ばれる回帰分析が行われる。これには、第一段階で得られた全ての変数に関する、1階の階差をとった動学的な回帰が含まれるとともに、内政変数の差分のラグと、誤差修正項（第一段階の回帰式の残差のラグ）が含まれる。ただし、データのサイズに制約があるため、第2段階には各変数の一次のラグしか含まれない。

共和分の組み合わせが得られるかを確認するために、水準（レベル）の方程式の残差に対して定常性の検定が行われる。モデルのサイズが大きいため、共和分 VAR の方法をとらず、方程式は個別に推定している。賃金、雇用、価格など、多くの変数間には同時決定の関係[訳注：内生性]があるため、推定方法としては操作変数法が用いられている。

#### 推定用ソフトウェア

パラメタの推定そのものは、Ox プログラム言語 (Doornik, 2007) に基づく特製のソフトウェアによって行われる。この方法の主な長所は、全ての部門・地域についてのパラメタがいっせいに自動的に推定されることである。

推定値とともに、標準偏差や内生性の検定統計量など、統計的診断のための一連の統計量が出力される。

#### 推定結果

命令すれば、方程式の結果のリストを得ることもできる。各方程式について、以下の情報が得られる：

- ・結果の要約
- ・パラメタ結果の完全なリスト
- ・標準偏差の完全なリスト

### 3.5 ベースライン予測

#### 概観

E3ME モデルを予測に用いることも可能であるが、ふつうは政策分析に用いられる。政策分析ではベースラインが他のシナリオと比較され、それらの結果の差が政策の効果とみなされる。

本節ではベースラインの設定方法を説明する。

#### <ベースラインの役割>

E3ME シナリオの結果はふつう基準からの変化率（%）として示される。そのため、ベースラインのレベルは重要ではないと思われるかもしれない。しかし、ベースラインで用いられる値によって分析結果にかなりの違いが生じる。例えば：

- ・シナリオが固定的な排出削減目標（例えば 1990 年比 20%削減）を定めている場合、目標達成のために必要な努力の量がベースラインによって決まってくる。
- ・エネルギー価格に一定額の上乗せがなされるシナリオの場合、ベースラインのエネルギー価格の水準に応じて価格の上乗せ率（%）が変わってくる。

そのため、シナリオ結果にゆがみを生じさせないベースラインを設定することが重要である。E3ME で分析を行う上で重要とされているのは、欧州委員会の DG Energy による PRIMES 予測など、他の分析で用いられているベースライン予測に対応させることである。

### カリブレーションの方法

E3ME の予測を既存の予測に対応させる手続きの第一段階は、これらを適切なフォーマットに加工することである。このことは、以下のように、モデルの様々な次元に対応させることを意味する：

- ・地理的範囲（例えばモデル内の各国）
- ・各年次
- ・部門分類（エネルギーと燃料ユーザーを含む）
- ・国民経済計算の項目

ケンブリッジ・エコノメトリクスはこの手続を実行し、その結果を予測データベース（F.db1）に保存するために、Ox ソフトウェアを用いている。

次の段階はモデルを解き、予測データベースに格納された結果と対応させることである。これを「カリブレートされた予測」という。この予測において、モデルは方程式を解き、その結果をデータベースに保存された値との差を比較する。そこでモデルの結果はデータベースの値に上書きされるが、その差は別のデータベース（S.db1）に保存される。これらは「残差」と呼ばれるが、計量経済学でいう残差とは若干意味が異なる。

参考：カリブレーションの具体的手続[Unnada さんからのメールより]

- 1) 公表資料の予測値（IEAのWorld Energy Outlookなど）を、モデルに適した型式に調整する。
- 2) 調整された予測値(エネルギー消費量、CO2、GDP等)を予測データベース(F.db1)に保存する。
- 3) 外生的予測を走らせるとモデルが解かれ、計算値と予測値との差が「モデル残差」として残差データベース(ES.db1)に保存される。残差が計算された後、出力値はデータベースの実際の値に戻される(方程式間に動的な関係は存在しない)。
- 4) 内生的予測を走らせると、計量方程式体系を用いて全ての内生変数が求められる。この結果に残差データベースに保存された残差が適用され、内生的予測の結果を公表資料の予測値に近づける。
- 5) 内生的予測を用いてシナリオ分析を実施する。同じ残差の値が適用され、各シナリオの値がベースラインとも、公表資料の予測値とも対応する値となる。

#### <内生的ベースラインとシナリオ>

最終段階は「内生的計算」であり、ここではモデルの方程式が解かれ、その結果に残差が加算される。理論的には、最終的な結果はカリブレートされた予測と等しくなければならないが、実際にはカリブレーション誤差が存在するので、正確には一致しないのである。

主な違いは、内生的ベースラインへの入力値は、別の結果を得るために変更できることである（それに対し、カリブレートされた予測では、モデルの値はデータバンクの値と一致していなければならない）。従ってこの最終的な解は、公表された予測と合致するベースライン予測であると同時に、他のシナリオとの比較に用いることもできるものである。

#### 事例

総消費関数を例に挙げよう。予測の初年について E3ME が 1000 億ユーロの値を予測したのに対し、公表されている予測では 1010 億ユーロだったとしよう。その場合「カリブレートされた予測」による残差は 1.01 となる（つまり  $1010 \div 1000$ ）。

次に、消費がこの年に 2% 増加するシナリオを分析する場合、モデルの結果は 1000 億ユーロ（内生的ベースライン値）と 1020 億ユーロ（シナリオ値）なる。これらを残差によって調整すれば、結果は 1010 億ユーロおよび 1032 億ユーロとなる。

この結果をベースラインからの乖離幅（%）で示すとやはり 2% の差である（ $103.02 \div 101$ ）。従ってこの場合にはカリブレーションがモデル計算の結論を変えることはない。

#### <カリブレーションが結果に影響を及ぼす場合>

この例ではカリブレーションがベースラインからの乖離幅としての結果に影響を及ぼすことはない。モデル内で対数線形型の定式化がなされている場合には、ベースラインからの乖離幅を求める際にカリブレーション要因（残差）が相殺されるために、このようになる。

しかしながらモデル内には単純線形など、対数線形でない関係が存在する。エネルギー価格の構成や、GDP や粗生産額の恒等式、失業率の計算式（労働供給－労働需要）などがそれにあたる。

例えば、カリブレーションの結果としてある国の貿易比率が高まった場合、シナリオ分析において、GDP に対する貿易の影響は大きくなる。

そのため、現実をよく反映したベースラインを設定する必要がある。さもなければ、結果に偏りが生じるであろう。

### 3.6 その他のモデル入力値

現行バージョンのモデルにはさらに入力値として用いられる 2 つのテキストファイルがある。仮定ファイル (assumption file) とシナリオファイル (scenarios file) がそれである。

これがテキストファイルとして入力される理由は、データバンクの値よりも操作しやすく、フロントエンド・ソフトウェアを用いて簡単に加工することもできるためである（5.3 節）。この変更を行うのにプログラミングの知識は不要である。

#### 仮定ファイル

仮定ファイルにはモデルの実行に必要な基本的経済情報が含まれる。これは主にモデルの外生的変数であり、モデル利用者が設定するものである。

仮定ファイルは Fortran の read コマンドで読み込まれるため、その形式は厳格な規則を守らねばならない。例えば値を区切る空白はタブではなく適正な数のスペースでなければならず、各値の小数点以下の桁数もきちんと決まっている。

仮定ファイルは 2000 年から 2050 年までの期間をカバーしているが、過去の値はモデル・データバンクに格納されている値で上書きされる。

#### <商品価格>

仮定ファイルの最上部には一連の国際商品価格が含まれる。これは主にモデルの分類上でエネルギーと原材料に分類されているものである。その値は年間伸び率 (%) である。

#### <国と地域の仮定>

次に、以下のようなモデル内の各地域に特有の一連の仮定が含まれる：

- ・市場為替レート (Market exchange rate、ドルあたり各国通貨、經常価格)
- ・長期利子率(Long-run interest rate)
- ・短期利子率 (Short-run interest rate、比較のためだけに用いられる)
- ・政府最終消費の毎年の変化(Change in government final consumption, year on year)
- ・国防・教育・医療に対する政府消費の比率(% of government consumption spent on defence, education and health)
- ・付加価値税の標準税率(Standard VAT rate)
- ・直接税の総合税率(Aggregate rate of direct taxes)
- ・賃金に対する社会保障給付の比率 (暗示的給付率、implicit rate)
- ・被用者の社会保障負担率(Employees' social security rate)
- ・使用者の社会保障負担率(Employer's social security rate)。

#### シナリオファイル

シナリオファイルには基本的モデルシナリオに関連する一連の政策的入力値が含まれる (5.1 節の例を参照)。これはフロントエンドを用いて修正することができる。EU-ETS 価格<sup>10</sup>を除き、シナリオファイル上の政策値はベースラインに含まれていない。政策的入力値は次の 4 つのグループに分類される：(1) CO<sub>2</sub> 排出関連政策、(2) エネルギー政策、(3) 原材料政策、(4) 経済的手法から得られた政府収入の還元方法。

#### <CO<sub>2</sub> 排出関連政策>

EU-ETS ベースラインに加えて、以下のような CO<sub>2</sub> 排出関連政策がシナリオファイル上で利用可能である：

- ・毎年の CO<sub>2</sub> 税の率、炭素トンあたりユーロ
- ・毎年の EU-ETS 排出枠価格、炭素トンあたりユーロ (ETS のキャップが決まっていない場合)
- ・毎年の EU-ETS の排出キャップ (炭素 1000 トン)

---

<sup>10</sup> ベースラインでは、EU-ETS 価格は欧州委員会が公表した値と同じに設定されている。

- ・どの燃料ユーザーを政策実施対象とするかを定めるスイッチ
- ・どの燃料タイプを政策実施対象とするかを定めるスイッチ
- ・EU-ETS について、キャップを用いる（価格を内生化する）か、外生的価格を用いるかを選ぶスイッチ

#### <エネルギー政策>

CO<sub>2</sub>排出関連政策と同様に、以下のエネルギー政策がシナリオファイルで利用可能である。

- ・毎年のエネルギー税率、toe あたりユーロ
- ・どの燃料ユーザーを政策実施対象とするかを定めるスイッチ
- ・どの燃料タイプを政策実施対象とするかを定めるスイッチ
- ・部門別・家計グループ別などで税率を区別するためのスイッチ

#### <原材料政策>

シナリオファイルで原材料政策に関して利用可能な選択肢は以下のとおりである

- ・7種の原材料に対する毎年の税率（コストの増加率%）
- ・どの原材料ユーザーを政策実施対象とするかを定めるスイッチ

#### <歳入還元の選択肢>

シナリオファイルには、炭素税、エネルギー税、ETS オークション、原材料税から得られた歳入を自動的に経済に還元する方法について、3つの選択肢が含まれている。

- ・使用者の社会保障負担を軽減するスイッチ（ $0 < X < 1$  : 1は全部、0はゼロ）
- ・所得税を軽減するスイッチ（ $0 < X < 1$  : 1は全部、0はゼロ）
- ・R&D 支出の水準を高めるスイッチ（ $0 < X < 1$  : 1は全部、0はゼロ）

これらの税収還元選択肢は収入源の区別をしていない。全体的に「歳入中立」となるようにモデルが自動的に税収還元を決定する。増税分を相殺する税率を個別に入力したければ、上述の仮定ファイルを直接に変更すればよい。

### 3.7 モデルの出力値

#### 概要

モデルが自動的に表示する結果は比較的少ない。モデルは結果を内部に保存して、別途アクセスが出来るようにしているのである。モデルの解を分離して、(1)毎年の結果を大きなファイル(dump)に書き込み、(2)これにアクセスして結果の時系列を表示するようにしている理由は、ソフトウェア上の制約とモデルの考え方にある。

解の規模があまりに大きいので、モデルは各変数の全ての時系列を保存することができず、各計算時点の値と、その計算に必要な最小限の過去の値を記憶するのみである。これによって記憶必要量を大幅に節約できる（最大 80 年分の値の代わりに、各時点と若干のラグだけでよい）。各時点の解が出れば、ほとんどの値がすぐに dump に書き込まれ、後にアクセスできるようしている。

#### データ分析ファイル

モデルの結果にアクセスするファイルを、データ分析ファイル(data analysis files)と呼ぶ。これは IDIOM モデルの結果ファイルであり、モデルの計算 (5.1 節) が全て終わった後に、実行されるものである。主に 2 種類の出力が生成される：

- ・人間が読む表：これらのファイルは表形式 (時系列) フォーマットで、行と列のタイトルが自動的に合計される。これらは **Output** ディレクトリに".TAB"の拡張子付きで現れる。
- ・さらに加工するための行列出力：これらのファイルは、例えば **Ox** ルーチンでの加工や、フロントエンド・ソフトウェアで表示するための入力値として設計された (5.3 節)。これらは **Output** ディレクトリに".MRE"の拡張子付きで現れる。

データ分析ファイルは、IDIOM スクリプトの **PUT ALL** ステートメントに対応する年号 (普通は計算の初年) を含む **RESTART** コマンドで始まる。次に **SELECT** コマンドで、出力ストリームと型式を決定する：

- ・ **SELECT OUTPUT 7 CARD – MRE output**
- ・ **SELECT OUTPUT 8 PRINTER – TAB output**

この場合の文法は比較的単純である。**VALUE** コマンドに続けて変数名、初年次、最終年を書き込めば、時系列の表が出力される。**CHANGE** コマンドを用いれば、同じ出力値が年成長率で示される。(年号を除いて) 二次元の変数の場合には、どの列を表示するかを選択せねばならない。例えば、

- ・ **VALUE CR(?:03) 2013 2020**

というコマンドは、ドイツ (地域番号 03) の家計消費の 2013 年から 2020 年までの時系列を表示する。

## 産業連関表

標準的なデータ分析ファイルでは産業連関表を見ることができないので、これは別個に **csv** 型式(comma separated value)で出力される。表計算ソフトを用いれば、この結果を見ることができる。

産業連関表は全ての計算のあとに出力され、**output** ディレクトリの **IO** フォルダに格納される。

## その他のモデル出力値

コマンドウィンドウ (5.2 節) に表示される要約的出力値を繰り返した **output** ファイルをモデルは自動的に生成する。このファイルは **output** ディレクトリに含まれ、**IDIOM** スクリプトと同じ名前である。コマンドウィンドウからの出力値は、当然ながら、通常の **DOS** コマンドを用いてテキストファイルに送ることができる。

その他の出力値はモデル診断のためのものである。モデルが解けたかどうか、もし解けなかった場合にはどの方程式でストップしたかを書き込んだ、小さなテキストファイル(**diagnostics.mre**)が自動的に作成される。より大きな **verification** テキストファイルには、警告やモデル非収束 (5.4 節) など、モデルから自動的に生成された出力値が含まれている。決まりとして、モデルの確認ファイルには **Q** で始まる名前がつけられ、**output** ディレクトリの **verification** フォルダに格納される。

## 第 4 章 E3ME における関数 (Functions in E3ME)

### 4.1 はじめに

他の計量経済モデルと同様、E3ME モデルは経済勘定の収支と経済活動の関係との組み合わせから構成される。会計構造は第 2 章で説明した。本章ではモデルにおける経済活動の関係を詳述する。

モデル構築にあたって用いられている手法は計量経済学的手法である。つまり過去の時系列データを元に経済活動指標間の関係を推定している。推定方法については 3.4 節で詳述した。

モデル全体の規模からすれば、計量経済学的な関係性を推定すべきモデルの変数がわずかに 29 種にすぎないことは意外に思われるであろう。しかし、これらの変数はほとんどの場合 2 つの次元（例えば 22 の燃料ユーザーと 53 の地域が存在する）に分割される。そのため、E3ME の現バージョンは 47000 本もの推定方程式を含むことになる。また、分割されたそれぞれの部門を説明する関数形として、IDIOM ではそれぞれ異なる関数形を 10 まで利用することができる。

以下に続く節では方程式の定式化と、それぞれに含まれる説明変数の要約を示す。本章の残りの節ではそれぞれの方程式を順に検討する。形式的な表現を示し、簡単な説明を加えて、理論的な背景と、選ばれた方法論に関する参照を示す。

#### 標準的なバージョンに含まれない方程式セット

方程式セットの中には、すでに開発されているが標準的なバージョンには含まれていないものがある：

- ・交通関連の方程式は、E3ME の現バージョンでは機能していない。しかし、モデル構造には含まれており、将来の交通モデルとの連結が可能ないようにしてある。
- ・バイオマス燃料に関する計量経済方程式は、バイオマス燃料の価格データが欠落しているため機能していない。スウェーデンについては、これを用いた分析を行ったこともあるが、標準的モデルでは単純なシフト・シェア方式を用いている。
- ・二国間貿易が導入されたため、輸出方程式は標準モデルではもはや用いられない（輸出は、二国間輸入を逆に用いて、調整し、合計したものである）。しかし、一つの国や地域を独立して分析する場合のために、この構造だけは維持している。

これらの方程式セットの記述は付録 D を参照されたい。

### 4.2 方程式の推定に関する要約

#### E3ME における方程式の推定

表 4.1 は推定された方程式の一覧である。表 2 は、従属変数として用いられた変数と単位を要約している。E3ME に含まれる全ての変数のリストは要望があれば提供することができる。

#### 二国間貿易

原産地・仕向地ごとに（そして部門別に）定義された方程式を含むことによって、二国間貿易方程式セットの次元が一つ増える。そのため、このセットの構造は他の方程式セットと異なる（そして複雑になる、4.7 節参照）。貿易の取扱いの概要については 2.3 節を参照のこと。

## ダミー変数

時系列データの自由度が限られているため、E3ME モデルではダミー変数をあまり利用できないが、2つの重要なケースでは、全ての方程式セットにダミー変数を含めている：

- ・ドイツ再統一ダミー。この変数はドイツについて 1990 年までは 0、1991 年以降は 1 の値を取る。他の国については、つねにゼロである（中東欧[CEE]諸国の時系列データは 1995 年から始まる）。
- ・2009 年の金融危機は様々な非線形な反応をもたらした。パラメタ推定値のバイアスを抑えるために、2009 年ダミー変数（2008 年までは 0、2009 年以降は 1）を全ての方程式セットに含めた。

過剰な繰り返しを避けるために、本章の方程式の定義にはダミー変数を示していないが、ダミー変数はモデルの推定・実行において重要な要素である。

## 技術指数

ヨーロッパ諸国については、2つの技術指数が使われる。1つは ICT の投資（YRKC）に基づくもので、もう1つはその他の投資(YRKN)に基づくものである。この区別は EU-KLEMS データベースに基づくもので、これは EU とその他の OECD 諸国をカバーしている。現在のところ、EU のデータのみが利用されており、その他の国々についてはこの2つの項が用いられない（将来のバージョンでは検討される）。EU 以外の国々については重要な指標は YRKE であるが、これはデータが利用可能な場合の、全ての投資支出と R&D を含むものである。方程式に含まれるもう1つの項はゼロに固定される。

技術指標については 2.7 節で詳述している。

表 4.1 確率方程式 [※B から始まる名称は方程式内の係数を意味する]

|    |         |                                  |                  |
|----|---------|----------------------------------|------------------|
| 1  | BFR0    | Aggregate Energy Demand          | 燃料ユーザー別のエネルギー総需要 |
| 2  | BFRC    | Coal Demand                      | 燃料ユーザー別の石炭需要量    |
| 3  | BFRO    | Heavy Oil Demand                 | 燃料ユーザー別の重質油需要量   |
| 4  | BFRG    | Natural Gas Demand               | 燃料ユーザー別の天然ガス需要量  |
| 5  | BFRE    | Electricity Demand               | 燃料ユーザー別の電力需要量    |
| 6  | BRSC    | Aggregate Consumption            | 総消費支出            |
| 7  | BCR     | Disaggregate Consumption         | 消費カテゴリ別の消費支出     |
| 8  |         |                                  |                  |
| 9  | BKR     | Industrial Investment            | 産業部門別の投資額        |
| 10 | BQEX    | External Exports                 | (EU 域外への)財の輸出    |
| 11 | BQIX    | Internal Exports                 | (EU 域内への)財の輸出    |
| 12 | BQEM    | External Imports                 | (EU 域外からの)財の輸入   |
| 13 | BQIM    | Internal Imports                 | (EU 域内からの)財の輸入   |
| 14 | BYRH    | Hours Worked                     | 産業部門別の労働時間       |
| 15 | BYRE    | Industrial Employment            | 産業部門別の雇用         |
| 16 | BPYH    | Industrial Prices                | 産業部門別の価格         |
| 17 | BPQX    | Export Prices                    | 輸出財価格            |
| 18 | BPQM    | Import Prices                    | 輸入財価格            |
| 19 | BYRW    | Industrial Average Earnings      | 産業部門別の平均収入       |
| 20 | BLRP    | Labour Participation Rate        | 労働力率             |
| 21 | BRRI    | Residual Income                  | 残余所得             |
| 22 | BRDW    | Investment in Dwellings          | 住宅への投資           |
| 23 | BYRN    | Normal Output                    | 正常生産額            |
| 24 |         |                                  |                  |
| 25 | BRPT    | Aggregate Passenger Transport    | 総旅客輸送            |
| 26 | BRFT    | Aggregate Freight Transport      | 総貨物輸送            |
| 27 | BPMR    | Disaggregate Passenger Transport | 輸送方法ごとの旅客輸送      |
| 28 | BFMR    | Disaggregate Freight Transport   | 輸送方法ごとの貨物輸送      |
| 29 |         |                                  |                  |
| 30 | BFRB    | Biofuel Demand                   | バイオ燃料の需要         |
| 31 | BMU1    | Demand for Food                  | 原材料需要－食料         |
| 32 | BMU2    | Demand for Feed                  | 原材料需要－飼料         |
| 33 | BMU3    | Demand for Wood                  | 原材料需要－林業         |
| 34 | BMU4    | Demand for Construction Minerals | 原材料需要－建築用鉱物資源    |
| 35 | BMU5    | Demand for Industrial Minerals   | 原材料需要－産業用鉱物資源    |
| 36 | BMU6    | Demand for Ferrous Ores          | 原材料需要－鉄鉱石        |
| 37 | BMU7    | Demand for Non-Ferrous Ores      | 原材料需要－非鉄鉱石       |
|    | BITRADE |                                  | 二国間貿易            |

注： グレーの文字で示された方程式は標準モデルには含まれない（付録 D を参照）

表 4.2: E3ME バージョン 6.0 の方程式の要約

| 方程式     | 内生変数     | 変数 1 | 変数 2                   | 変数 3                   | 変数 4                 | 変数 5                   | 変数 6      | 変数 7      | 変数 8 | 変数 9 | 単位                 |
|---------|----------|------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|-----------|-----------|------|------|--------------------|
| 1       | FR0      | FRY  | PREN                   | FRTD                   | ZRDM                 | ZRDT                   | FRK       |           |      |      | 石油換算千トン            |
| 2-5     | FR(fuel) | FR0  | PFRF                   | FRTD                   | ZRDM                 | ZRDT <sup>1</sup>      | FRK       |           |      |      | 石油換算千トン            |
| 6       | RSC      | RPDP | RRLR                   | CDEP                   | ODEP                 | RVD                    | RUNR      | PRSC/PSC1 |      |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 7       | CR       | RPDP | PRCR                   | RRLR                   | PRSC/PSC1            | CDEP                   | ODEP      |           |      |      | 総消費に占める割合          |
| 10      | KR       | YR   | PKR/PYR                | YRWC                   | PQRM(5) <sup>2</sup> | RRLR                   | YYN       |           |      |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 13      | QEM      | QRDI | PQRM                   | PYH                    | EX                   | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN      | SVIM      | YYN  |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 14      | QIM      | QRDI | PQRM                   | PYH                    | EX                   | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN      | SVIM      | YYN  |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 15      | YRH      | YRNH | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN                   | YYN                  |                        |           |           |      |      | 時間/週               |
| 16      | YRE      | YR   | LYLC                   | YRH                    | PQMA(5) <sup>2</sup> | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN      |           |      |      | 千                  |
| 17      | PYH      | YRUC | PQRM                   | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN                 | PQRM(5) <sup>2</sup>   | YYN       |           |      |      | 2005 年を 1 とする値     |
| 18      | PQRX     | PQRY | PQWE                   | EX                     | YRULT                | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN      |           |      |      | 2005 年を 1 とする値     |
| 19      | PQRM     | PQRF | PQWE                   | EX                     | YRUL                 | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN      |           |      |      | 2005 年を 1 とする値     |
| 20      | YRW      | LYWE | LYRXE                  | LYRP                   | RUNR                 | RBNR                   | APSC      | ARET      | REIW |      | 千 \$ /年            |
| 21      | LRP      | RSQ  | RWSR                   | LRUN                   | RBNR <sup>4</sup>    | RSER                   | RHRS      | LRQU      | RTIM |      | 比率[0~1]            |
| 22      | RRI      | RWS  | PRYM/PRY1              | VRYM                   | RLR                  |                        |           |           |      |      | 100 万\$            |
| 23      | RDW      | RRPD | RRLR                   | CDEP                   | ODEP                 | RUNR                   | PRSC/PSC1 |           |      |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 24      | YRN      | YRY  | YRX                    | YRKC*YRKS <sup>3</sup> | YRKN                 |                        |           |           |      |      | 100 万\$ (2005 年価格) |
| 31-37   | MU       | MURY | PMAT                   | KR                     | YRD                  | MUM                    |           |           |      |      | 千トン                |
| BiTrade | BIQRM    | PQRX | YRKE                   |                        |                      |                        |           |           |      |      |                    |

注：全ての方程式にはさらにドイツ統一と 2009 年金融危機に関するダミー変数が含まれる。

1. 運輸設備への R&D は、石油関数のみに説明変数として追加されている。
2. このモデルには 2 種類の分類体系が用いられている。33 番までの地域には PQMA(5)、それ以降は PQMA(3)である。
3. 34 番以降の国・地域には代わりに YRKE が用いられている。
4. 50 歳以上の年齢層には代わりに年金 (RPNR) が用いられている。

## 表記にあたって使用した構成要素

Fortran における名称設定の慣習に従い、変数および係数の集合の名前はアルファベットの英文字と数字の組み合わせによる文字列であるが、名前は文字から始まる。

ほぼすべての変数と係数は地域ごとの次元についても定義されている。しかし、複雑化を避けるため下記の表では地域を表す次元についての表記は省略した。したがって全ての変数と係数は、それとは違う定義がされない限り E3ME に含まれるすべての地域について推定される。

ベクトルや行列の個別要素はドットを適切な数字によって置き換えることで示される。例えば YR(5)は（各地域の）、欧州部門分類で 5 番目の産業となっている石油・ガス産業の総産出を示す<sup>11</sup>。

シンタックスは以下のとおり。

|                     |  |
|---------------------|--|
| + - * /             | ベクトルや行列の個々の要素やスカラーについて和、差、積、商をとることを表す            |
| ()                  | まとめるための括弧  |
| []                  | 注釈の挿入  |
| (.)                 | 変数名の後ろにおき、その変数がベクトルであることを示す<br>ドットはベクトルの要素すべてを表す |
| (,,)                | 変数名の後ろにおき、その変数が行列であることを示す                        |
| (^)                 | ベクトルが対角行列に変換されていることを示す                           |
| (,,)'               | 行列が転置されていることを示す                                  |
| (-1), (-2)など        | 変数の添え字として、変数や変数の集合の後ろにおき、何期分のラグがあるかを示す           |
| LN(V)               | 変数 V の自然対数 ; DLN(V)は LN(V)の変化量                   |
| DLN(V)              | LN(V)の変化分  |
| MATP(M1(,,),M2(,,)) | 変数の行列 M1 と M2 の乗算                                |
| ECM                 | 長期共和分方程式の誤差項。動学的方程式の（ラグをとった後に）用いられる。             |

<sup>11</sup> 各国・地域には適切な部門が用いられる。非欧州地域では石油・ガス産業は部門 3 である。

### 4.3 方程式1：総エネルギー需要

方程式について説明する。本来の方程式は Barker, Ekins and Johnstone (1995) と Hunt and Manning (1993) に基づいている。また共和分の推定にあたって Serletis (1992) と Bentzen and Engsted (1993) も参照した。

#### 全体の構造

燃料を利用する産業の生産量に関連する総エネルギー需要は、個別の燃料種に対する需要よりも安定したものになると考えられる。なぜなら異なる燃料種でも相互に代替可能な場合があるためである。とはいえ総エネルギー需要は、資源管理に関する技術の発展や、その他の投入物との相対価格の変化を反映した様々な変動の影響を受ける。総エネルギー需要の方程式は全ての燃料ユーザーについて、原油換算千トン(th.toe)を単位とする燃料の総消費(12種類の燃料の消費合計)を扱う。エネルギー需要はエネルギー・ユーザー部門の活動量に依存する(エネルギー・ユーザーは69または43の産業部門から変換されている)。ほとんどの分野において活動量の指標はその分野の総生産となっている。ただし家計の燃料需要は総消費支出によって決まる。また、(他の全ての要素に変化がなければ)活動量が増えているのにエネルギー需要が減少することがないよう、制約が課されている。

各方程式で用いられている平均価格は、個々のエネルギー源の価格を、各ユーザーの消費シェアで加重平均したものである。利用可能なデータが限定されているため、現在のエネルギー需要に関する方程式は非対称的な価格効果(相対価格の上昇が需要の減少をもたらす、相対価格の下落は需要に影響しない)を考慮に入れていない。エネルギー需要の方程式におけるこのような非対称的な価格効果は他の研究の対象とされてきた(Gately, 1993; Walker and Wirl, 1993; Grubb, 1995)。その考え方は以下のようなものである。エネルギーは長寿命の資本ストックで利用されるものであり、また、技術変化は進歩的で逆行しないので、エネルギー価格が上昇すれば省エネ対策がとられるが、価格が再び下がったとしても、省エネを撤回することにはならない。つまり、エネルギー需要は実質価格の上昇には反応するが、下落には反応しない。この点については今後取り扱う。

#### <価格弾力性>

2章4節で述べたように、長期の価格弾力性は時系列データを用いた推定ではなく他の文献から取られている。道路用燃料の長期価格弾力性は全ての国々について-0.7と設定した。これは長期の需要に関する研究(Franzen and Sterner, 1995; Johansson and Schipper, 1997, p. 289)に基づいたものである。E3MEのデータセットに関してCE内で行ったクロスセクション分析によってもこの結果は確認されている。その他の部門について弾力性は約-0.2である。

#### 技術と資本ストック

R&D支出・投資の指標によって、エネルギー需要の節約のための新たな方法(省エネ型技術

進歩) の効果と、非効率な技術を引退させる (省エネ技術が旧来の非効率なエネルギー消費形態に置き換えられる) 効果が把握できる。FRK と FRTD と名付けられた変数は、投資と R&D の経済データを、エネルギーユーザー分類に変換して決められる。世界全体のエンジニアリング部門 (機械) と自動車部門の R&D 支出によって、多国籍企業のスピルオーバー効果を考慮できる。

### 発電部門

発電部門は、推定された方程式ではなくボトムアップ型の FTT もでるによって取り扱う(2章5節を参照)。発電部門に対して、トップダウン型のアプローチは以下の理由で不適切である：

- ・ 巨大な発電所が少数存在する構造であるため、係数を推定してもこの部門を表現できない
- ・ 計量経済学的手法は新たな再生可能エネルギー技術の発展を捉えるのに適しない

表 4.3 総エネルギー需要方程式

|  |  |
|--|--|
| <i>共和分長期方程式</i>                                    |  |
| LN(FR0(.))   | [燃料ユーザーごとの燃料総使用量]                                      |
| = BFR0(.,10)                                       |  |
| + BFR0(.,11) * LN(FRY(.))                          | [活動指標]   |
| + BFR0(.,12) * LN(PREN(.))                         | [平均価格比]  |
| + BFR0(.,13) * LN(FRTD(.))                         | [燃料ユーザーによる研究開発費]                                       |
| + BFR0(.,14) * LN(ZRDM)                            | [地球規模の機械産業での研究開発費]                                     |
| + BFR0(.,15) * LN(ZRDT)                            | [地球規模の輸送部門での研究開発費]                                     |
| + BFR0(.,16) * LN(FRK(.))                          | [燃料ユーザーによる投資]  |
| + ECM  | [誤差修正]   |
| <i>動学的方程式:</i>                                     |  |
| DLN( FR0(.))                                       | [燃料ユーザーによって利用される燃料総量]                                  |
| = BFR0(.,1)  |  |
| = BFR0(.,2) * DLN(FRY(.))                          | [活動指標]   |
| + BFR0(.,3) * DLN(PREN(.))                         | [平均価格比]  |
| + BFR0(.,4) * DLN(FRTD(.))                         | [燃料ユーザーによる研究開発費]                                       |
| + BFR0(.,5) * DLN(ZRDM)                            | [地球規模の機械部門での研究開発費]                                     |
| + BFR0(.,6) * DLN(ZRDT)                            | [地球規模の輸送部門での研究開発費]                                     |
| + BFR0(.,7) * DLN(FRK(.))                          | [燃料ユーザーによる投資]  |
| + BFR0(.,8) * DLN(FR0(-1))                         | [エネルギー消費量の変化分のラグ]                                      |
| + BFR0(.,9) * ECM(-1)                              | [誤差修正項のラグ]   |
| <i>恒等式:</i>  |  |
| PREN = PFR0(.) / PRYR                              | [相対価格比]  |
| <i>制約条件:</i>                                       |  |
| BFR0(.,3 ,.4 ,.5 ,.6 ,.7 ,.12 ,.14 ,.15 ,.16) <= 0 | [正しい符号]  |
| BFR0(.,2 ,.11) >= 0                                | [正しい符号]  |
| 0 > BFR0(.,9) > -1                                 | [正しい符号]  |
| <i>定義</i>  |  |
| BFR0   | 係数の行列  |
| FR0  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについてのエネルギー総消費量の行列, 原油換算千トン         |
| PFR0   | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての平均エネルギー価格行列, EUR/原油換算トン       |
| PRYR   | 経済全体の平均生産者価格の行列 (2005=1.0、各国通貨建て)                      |
| FRY  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての活動量の行列 100 万 EUR (2005 年価格)   |
| FRTD   | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての R&D の行列 100 万 EUR (2005 年価格) |
| ZRDM   | 地球規模の機械産業での研究開発費, 100 万 EUR (2005 年価格)                 |
| ZRDT   | 地球規模の輸送部門での研究開発費, 100 万 EUR (2005 年価格)                 |
| FRK  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての投資額の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)  |

#### 4.4 石炭、重質石油、ガス、電力に関する個別エネルギー需要

方程式は表 4.4 に示されている。

個別のエネルギー需要に関する方程式は 4 つのエネルギー源<sup>12</sup>、つまり石炭、重油、天然ガス、電力について設定されている。これら 4 種類は多くの産業において、熱供給過程に対する相当に代替可能な投入物とされる。方程式の設定は総エネルギー需要に関する方程式の設定と同様の考え方に基づいている（前節を参照）。したがって方程式は総エネルギー需要と同様の研究開発費や投資の変数を含み、同様の制約条件が用いられている。ただし交通分野における研究開発費の指標である ZRDT は石油に関する方程式のみで利用される。経済活動に関する指標を用いる代わりに、部門ごとの総エネルギー消費量が用いられている。

エネルギー価格の項は、特定の燃料の価格と総エネルギー価格との比となっている。相対的な燃料価格は時系列データの範囲内でも劇的に変化している。特に時系列の始まりと終わりとの間では差が大きい。

その他の独立変数は前述した総エネルギー需要の方程式と同様である（上記参照）。総エネルギー需要の方程式と同様に発電部門は FTT サブモデルを用いて処理されており、方程式の推定は行われていない。

---

<sup>12</sup> これを簡潔に「燃料」と呼ぶこともある。

表 4.4 個別エネルギー需要方程式

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
| 次の燃料に関する方程式 F = 石炭 (C), 重油 (O), 天然ガス (G), 電力 (E)        |  |                      |
| <i>共和分長期方程式</i>   |  |                      |
| LN(FRF(.))  |  | [燃料ユーザーごとの燃料別使用量]    |
| =   | BFRF(.,10)   |                      |
| +   | BFRF(.,11) * LN(FR0(.))                              | [燃料ユーザーごとの総燃料使用量]    |
| +   | BFRF(.,12) * LN(PFRF(.))                             | [価格比]                |
| +   | BFRF(.,13) * LN(FRTD(.))                             | [燃料ユーザーごとの研究開発費]     |
| +   | BFRF(.,14) * LN(ZRDM)                                | [EU における機械産業での研究開発費] |
| +   | BFRF(.,15) * LN(ZRDT)                                | [EU における輸送部門での研究開発費] |
| +   | BFRF(.,16) * LN(FRK(.))                              | [燃料ユーザーごとの投資]        |
| +   | ECM  | [誤差修正項]              |
| <i>学的方程式:</i>   |  |                      |
| DLN(FRF(.))   |  | [燃料ユーザーによる燃料別使用量]    |
| =   | BFRF(.,1)  |                      |
| +   | BFRF(.,2) * DLN(FR0(.))                              | [燃料ユーザーによる総燃料使用量]    |
| +   | BFRF(.,3) * DLN(PFRP(.))                             | [価格比]                |
| +   | BFRF(.,4) * DLN(FRTD(.))                             | [燃料ユーザーによる研究開発費]     |
| +   | BFRF(.,5) * DLN(ZRDM)                                | [EU における機械産業での研究開発費] |
| +   | BFRF(.,6) * DLN(ZRDT)                                | [EU における輸送部門での研究開発費] |
| +   | BFRF(.,7) * DLN(FRK(.))                              | [燃料ユーザーによる投資]        |
| +   | BFRF(.,8) * DLN(FRF(-1))                             | [燃料利用量のラグ]           |
| +   | BFRF(.,9) * ECM(-1)                                  | [誤差修正項のラグ]           |
| <i>恒等式</i>  |  |                      |
| PFRP  | = PFRF/PFR0  | [価格比]                |
| <i>制約条件</i>   |  |                      |
| BFRF(.,3 ..4 ..5 ..6 ..7 ..12 ..13 ..14 ..15 ..16) <= 0 |  | [符号条件]               |
| BFRF(.,2 ..131) >= 0                                    |  | [符号条件]               |
| 0 > BFRF(.,9) > -1                                      |  | [符号条件]               |
| <i>定義</i>   |  |                      |
| BFRF  | 係数の行列  |                      |
| FRF   | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての燃料別使用量の行列, 原油換算千トン          |                      |
| FR0   | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての燃料総使用量の行列, 原油換算千トン          |                      |
| PFRF  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての燃料種 F の価格行列, \$/原油換算トン      |                      |
| PFR0  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての平均燃料価格行列, \$/原油換算トン         |                      |
| FRTD  | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての研究開発費の行列, 100 万\$(2005 年価格) |                      |
| ZRDM  | EU[ママ]における機械産業での研究開発費, 100 万\$(2005 年価格)             |                      |
| ZRDT  | EU[ママ]における輸送部門での研究開発費, 100 万\$(2005 年価格) 石油方程式のみ     |                      |
| FRK   | 53 の地域ごとの 22 の燃料ユーザーについての投資額の行列, 100 万\$(2005 年価格)   |                      |

## 4.5 家計の消費

### 総消費方程式

方程式は表 4.5 に示されている。表記を簡潔にするため表中には記述されていないが、従属変数および収入と資産に関する変数は 1 人あたりの値に変換されている。消費は最終需要のおよそ半分を占めるため、この方程式はモデルを完全なものとする上で非常に重要である。

本方程式は消費と収入、資産のダイナミックな結びつきを誤差修正モデルに従って分析した Hendry et al(1978)に依っている。より最近の研究では資産(特に住宅資産)や金融緩和の役割に焦点があてられている(Barrell and Davis, 2007; Carruth and Kerdrain, 2011)。

方程式の設定は HERMES で行われているものと類似している。HERMES では誤差修正モデルによって、恒常所得仮説とライフサイクル仮説の両方を取りいれている。実際にはライフサイクル仮説が成り立つよう消費の所得に対する長期弾力性を 1 と設定している。

総消費は地域ごとの 1 人あたり可処分所得、個人部門の資産、インフレ率、利子率を説明変数とする。また人口の年齢構成の変化によって消費パターンが変化するのを捉えるため、全人口に占める 14 歳以下人口の割合と 65 歳以上人口の割合が説明変数に含まれている。失業率は短期での消費水準に優位な効果を持つことが分かっており、経済の不確実性の代理変数として利用されている。

家計部門の資産については利用可能なデータが存在しないため、住宅に対する累積投資額を住宅資本の代理変数とした(金融資産に関する代理変数は存在しない)。しかし他に行われた分析の結果と同じように、家計の資産と支出にはわずかな関連しか見られなかった(弾力性が 0.1 より大きくなるとする研究はごくわずかであり、弾力性を 0.02 から 0.03 とする研究は少くない)。

### 個別消費方程式

方程式は表 4.6 に示されている。

長期の方程式も動学的方程式も総消費方程式とほぼ同じ設定となっているが、各消費部門の相対価格が変数として加わっている。

表 4.5 総消費方程式

|                                     |  |                                      |
|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <i>共和分長期方程式</i>                     |  |                                      |
| LN(RSC)                             |  | [消費者の実質支出]                           |
| =                                   | BRSC(11)                                       |                                      |
| +                                   | BRSC(12) * LN(RRPD)                            | [実質可処分総所得]                           |
| +                                   | BRSC(13) * LN(RRLR)                            | [実質利子率]                              |
| +                                   | BRSC(14) * LN(CDEP)                            | [子ども人口の割合]                           |
| +                                   | BRSC(15) * LN(ODEP)                            | [高齢者人口の割合]                           |
| +                                   | BRSC(16) * LN(RVD)                             | [家計の資産]                              |
| +                                   | ECM  | [誤差修正項]                              |
| <i>動学的方程式</i>                       |  |                                      |
| DLN(RSC)                            |  | [消費者の実質支出]                           |
| =                                   | BRSC(1)  |                                      |
| +                                   | BRSC(2) * DLN(RRPD)                            | [実質総可処分所得]                           |
| +                                   | BRSC(3) * DLN(RRLR)                            | [実質利子率]                              |
| +                                   | BRSC(4) * DLN(CDEP)                            | [子ども人口の割合]                           |
| +                                   | BRSC(5) * DLN(ODEP)                            | [高齢者人口の割合]                           |
| +                                   | BRSC(6) * DLN(RVD)                             | [家計の資産]                              |
| +                                   | BRSC(7) * LN(RUNR)                             | [失業率]                                |
| +                                   | BRSC(8) * DLN(RPSC)                            | [消費者物価の上昇率]                          |
| +                                   | BRSC(9) * DLN(RSC(-1))                         | [消費支出の変化分のラグ]                        |
| +                                   | BRSC(10) * ECM(-1)                             | [誤差修正項のラグ]                           |
| <i>恒等式</i>                          |  |                                      |
| RRLR                                | =  | 1 + (RLR - DLN(PRSC))/100 [実質利子率]    |
| RRPD                                | =  | (RGDI*EX/PRSC) [実質総可処分所得]            |
| CDEP, ODEP                          | =  | CPOP/RPOP, OPOP/RPOP [児童人口比率、老年人口比率] |
| <i>制約条件</i>                         |  |                                      |
| BRSC(12)                            | =  | 1 [ライフサイクル仮説]                        |
| BRSC(2), BRSC(6), BRSC(16)          | >=   | 0 [符号条件]                             |
| BRSC(3), BRSC(7), BRSC(8), BRSC(13) | <=   | 0 [符号条件]                             |
| 0 > BRSC(10)                        | >  | - 1 [符号条件]                           |
| <i>定義</i>                           |  |                                      |
| BRSC                                | 係数の行列  |                                      |
| RSC                                 | 53 地域の消費者総支出のベクトル, 100 万 EUR (2005 年価格)        |                                      |
| RGDI                                | 53 地域の総可処分所得の行列, 100 万 EUR (当該時点の価格)           |                                      |
| RLR                                 | 53 地域の長期名目利子率の行列                               |                                      |
| EX                                  | 為替レート of the ベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする |                                      |
| RPOP                                | 53 地域の人口のベクトル, 千人                              |                                      |
| CPOP                                | 53 地域の児童人口のベクトル, 千人                            |                                      |
| OPOP                                | 53 地域の老年人口のベクトル, 千人                            |                                      |
| RUNR                                | 53 地域の失業率のベクトル, 労働力に対するパーセンテージで計測              |                                      |
| PRSC                                | 53 地域の消費者物価指数のベクトル, 2005 年を 1 とする              |                                      |
| RPSC                                | 53 地域の消費者物価上昇率のベクトル, パーセンテージ                   |                                      |
| RVD                                 | 53 地域の住宅投資の累積和, 100 万 EUR (2005 年価格)           |                                      |

表 4.6 個別消費方程式

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| <i>共和分長期方程式</i>    |   |  |
| LN(SHAR(.))        |   | [消費者の予算割合, ロジスティック関数形]                             |
| =                  | BCR(.,10)   |  |
| +                  | BCR(.,11) * LN(RRPD)                                    | [実質可処分総所得]   |
| +                  | BCR(.,12) * LN(PCR(.))                                  | [消費の相対価格]  |
| +                  | BCR(.,13) * LN(RRLR)                                    | [実質利子率]  |
| +                  | BCR(.,14) * LN(PRSC)                                    | [消費者物価指数]  |
| +                  | BCR(.,15) * LN(CDEP)                                    | [子ども人口の割合]   |
| +                  | BCR(.,16) * LN(ODEP)                                    | [高齢者人口の割合]   |
| +                  | ECM   | [誤差修正項]  |
| <i>動学的方程式</i>      |   |  |
| DLN(SHAR(.))       |   | [消費者の予算割合, ロジスティック関数形]                             |
| =                  | BCR(.,1)  |  |
| +                  | BCR(.,2) * DLN(RRPD)                                    | [実質可処分総所得]   |
| +                  | BCR(.,3) * DLN(PCR(.))                                  | [消費の相対価格]  |
| +                  | BCR(.,4) * DLN(RRLR)                                    | [実質利子率]  |
| +                  | BCR(.,5) * DLN(PRSC)                                    | [消費者物価指数 (デフレーター) ]                                |
| +                  | BCR(.,6) * DLN(CDEP)                                    | [子ども人口の割合]   |
| +                  | BCR(.,7) * DLN(ODEP)                                    | [高齢者人口の割合]   |
| +                  | BCR(.,8) * DLN(SHAR)(-1)                                | [消費者の予算割合の変化のラグ]                                   |
| +                  | BCR(.,9) * ECM(-1)                                      | [誤差修正項のラグ]   |
| <i>恒等式</i>         |   |  |
| SHAR               | =   | (VCR(.)/VCRT)/(1-(VCR(.)/VCRT) [消費者の予算割合、ロジスティック型] |
| RR                 | =   | (RGDI*EX/RPSC)/RPOP [実質総可処分所得]                     |
| PCR                | =   | VCR(.)/CR(.)/PRSC [実質消費価格]                         |
| RRLR               | =   | 1+(RLR-DLN(PRSC))/100 [実質利子率]                      |
| CDEP, ODEP         | =   | CPOP/RPOP, OPOP/RPOP [児童・老年人口比率]                   |
| <i>制約条件</i>        |   |  |
| 0 > BCR(.,9) >= -1 |   | [符号条件]   |
| <i>定義</i>          |   |  |
| BCR                | 係数の行列   |  |
| CR                 | 53 地域の 43/28 種の消費カテゴリに対する消費者支出の行列, 100 万 EUR (2005 年価格) |  |
| VCR                | 53 地域の 43/28 種の消費カテゴリに対する消費者支出の行列, 100 万 EUR (当該年の価格)   |  |
| VCRT               | 53 地域の消費者総支出のベクトル, 100 万 EUR (当該年の価格)                   |  |
| RGDI               | 53 地域の総可処分所得の行列, 100 万 EUR (当該年の価格)                     |  |
| RLR                | 53 地域の長期名目利子率の行列  |  |
| RPOP               | 53 地域の人口のベクトル, 千人                                       |  |
| CPOP               | 53 地域の児童人口のベクトル, 千人                                     |  |
| OPOP               | 53 地域の老年人口のベクトル, 千人                                     |  |
| PRSC               | 53 地域の消費者物価指数のベクトル, 2005 年を 1 とする                       |  |
| RPSC               | 53 地域の実質価格上昇率のベクトル, パーセンテージ                             |  |
| EX                 | 為替相場のベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする                  |  |

## 4.6 産業別投資

投資(表 4.7 を参照)は最終需要を構成する要素のうちで非常に重要で、かつ非常に不安定な要素である。そのためモデルにおける投資の取り扱いにはモデルによるシミュレーションと予測の精度について中心的な役割を担う部分である。E3ME のように経済の各部門を区別して扱うモデルにおいては投資も資産ごとに(輸送機器、装置・機械、建造物のように)個別に扱うことが理想である。しかし利用可能なデータの制限からこれは実現していない。

E3ME における投資に関する方程式の設定は **Barker and Peterson(1987)** に従って行われている。長期における投資経路の変数選択の背景理論は、新古典派経済学の理論と加速度モデルを融合したものである。新古典派経済学では、要素需要は他の要素価格との関係のみによって説明される。一方、加速度モデルでは生産量が投資の決定に与える影響も考慮される。動学的な分析においては実質利子率や、実質産出額と正常産出額との比といった変数も加えられている。特に後者については拡張された生産能力に対応した投資を単なる置き換え需要(replacement)と区別して捉えるために設定されている。

E3ME では、貯蓄と投資に関する国民経済計算上の恒等式が置かれているが、CGE モデルと違って完全な「クラウディングアウト」を仮定していない。E3ME では資本が最適配分されていない可能性が考慮されており、既存資産から資金を移転して(これにより物価が上昇するが、直接的に経済活動水準が高まるわけではない)、新規の資産を開発・建設することが可能である。従って、総固定資本形成を増加させることは、おなじ金額の貯蓄の増加がなくても可能である。

表 4.7 産業別投資方程式

|                                 |  |             |
|---------------------------------|--|-------------|
| <i>共和分長期方程式</i>                 |  |             |
| LN(KR(.))                       |  | [投資]        |
| =                               | BKR(.,10)  |             |
| +                               | BKR(.,11) * LN(YR(.))                              | [実質生産量]     |
| +                               | BKR(.,12) * LN(PKR/PYR(.))                         | [投資の相対価格]   |
| +                               | BKR(.,13) * LN(YRWC(.))                            | [実質平均労働コスト] |
| +                               | BKR(.,14) * LN(PQRM(.,5))                          | [実質原油価格効果]  |
| +                               | ECM  | [誤差修正項]     |
| <i>動学的方程式</i>                   |  |             |
| DLN(KR(.))                      |  | [投資の変化量]    |
| =                               | BKR(.,1)   |             |
| +                               | BKR(.,2) * DLN(YR(.))                              | [実質生産量]     |
| +                               | BKR(.,3) * DLN(PKR/PYR(.))                         | [投資の相対価格]   |
| +                               | BKR(.,4) * DLN(YRWC(.))                            | [実質平均労働コスト] |
| +                               | BKR(.,5) * DLN(PQRM(.,5))                          | [実質原油価格効果]  |
| +                               | BKR(.,6) * LN(RRLR)                                | [実質利率]      |
| +                               | BKR(.,7) * LN(YYN(.))                              | [実質/通常生産]   |
| +                               | BKR(.,8) * DLN(KR)(-1)                             | [投資変化量のラグ]  |
| +                               | BKR(.,9) * ECM(-1)                                 | [誤差修正項のラグ]  |
| <i>恒等式</i>                      |  |             |
| YRWC                            | = (YRLC(.)/PYR(.))/YREE(.)                         | [実質労働コスト]   |
| RRLR                            | = 1+(RLR - DLN(PRSC))/100                          | [実質利率]      |
| <i>制約条件</i>                     |  |             |
| BKR(.,2,.,4,.,7,.,11,.,13) >= 0 |  | [符号条件]      |
| BKR(.,3,.,6,.,12) <= 0          |  | [符号条件]      |
| 0 > BKR(.,9) > -1               |  | [符号条件]      |
| <i>定義</i>                       |  |             |
| BKR                             | 係数の行列  |             |
| KR                              | 53 地域の 69/43 産業部門別の投資支出の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)   |             |
| YR                              | 53 地域の 69/43 産業部門別の総生産量の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)   |             |
| PYR                             | 53 地域の 69/43 産業部門別の生産物価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨   |             |
| PKR                             | 53 地域の 69/43 産業部門別の投資価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨    |             |
| PQRM                            | 53 地域の 69/43 産業部門別の輸入価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨    |             |
| PRSC                            | 53 地域における消費者物価デフレーターベクトル, 2005 年を 1 とする            |             |
| YRLC                            | 53 地域の 69/43 産業部門別の賃金コスト(社会保障相当分含む)の行列, 各通貨・当該時点価格 |             |
| YREE                            | 53 地域の 69/43 産業部門別の被用者数の行列, 千人                     |             |
| RLR                             | 53 地域の長期名目利率のベクトル                                  |             |
| YYN                             | 53 地域の 69/43 部門別の、総生産量の正常生産額に対する比率の行列              |             |

## 4.7 貿易方程式

E3MEのように地域を捉えるモデルにおいて貿易を重要な要素としてモデルの中に取り入れる理由は主に以下の2点である。まず、グローバル化によって、総生産額に占める国際貿易の比率が高まっていることである（将来さらに高まると予想される）。次に、輸出入はE3MEにモデル化された国どうしの連鎖を表しており、ある国から別の国への波及効果はモデルの輸出入の部分を通じて捉えられることである。

### 従来のアプローチ

貿易に関する方程式で用いられる手法はRagot(1993)に基づいている。また多様性仮説(Barker, 1977)とそのイギリス多部門モデルへの適用(Barker and Peterson, 1987)を基礎としている。すべての貿易は「プール」、すなわち輸送と流通のネットワークを通じて行われるように扱われる。輸出入の方程式はそれぞれの国についてこのプールへの輸出とプールからの輸入を表現している。E3MEの従来バージョンでは、貿易はEUの内部と外部で分けられていた。

### 二国間貿易

現在のバージョンでもEU内外の区分は維持されており、他の貿易圏を含むように拡張されてきた。しかし、モデリングのアプローチが大幅に見直され、現在では2国間貿易アプローチが採用されている。これは、2段階(Two Tier)のアーミントンモデル(Armington)に類似した手法である。これは、以下のステップに要約できる。

- ・各部門の総輸入のモデル方程式を解く（貿易圏の内部と外部を区分している）
- ・二国間輸入のモデル方程式を解く
- ・二国間貿易の結果をスケール調整して、輸入総額と合致させる
- ・二国間輸入を逆方向にみて合計することにより、輸出総額を求める。

### 輸入総額

輸入総額の方程式は、以前のバージョンから大きく変わっていない。輸入は貿易圏内からの輸入（圏内輸入）と、貿易圏外からの輸入（圏外輸入）とに区分される。

輸入方程式においては、活動量は国内市場での販売量によってモデル化されており、3つの価格効果も存在する（輸入価格、国内市場販売価格、通貨の相対価格である為替レート）。符号と有意性に関する制約の他に、輸入価格と国内市場販売価格との一次同次性も仮定されている。これによって、価格は相対価格となり、為替レート変数の長期的効果が除去される。圏内輸入関数には、貿易圏の発展に関する合成指標も追加されている（例：欧州単一市場）。

輸入関数の定式化は表4.8と表4.9に示す。

## 二国間貿易

二国間貿易のデータは43の産業部門のレベルで定義されている。その他に、原産地（53地域）、仕向地（53地域）、年号（1995–2012）という3つの次元がある。最初は、このレベルの詳細な分割（53x53x43の方程式数）のもとで時系列推定を行おうと試みたが、計算時間とデータの欠落のため不可能であった。

そのため、次のように推定手続きを変更した：

- ・世界を5つの地域に統合する（欧州、米国、中国、北米、その他）
- ・43部門を19部門に統合する。
- ・レベルの基づく推定のみ行う

この定式化によって、二国間貿易シェアが、輸出国の輸出価格と、輸出国の技術によって決定できるようになった。時系列データに含まれる時点が増えれば、さらなる説明変数（例えば、スケール効果を考慮するための変数）が追加されるであろう。また、関数型の見直しも行われるであろう。

統合された部門で推定が行われると、各部門にそのパラメタが適用される。我々は、データがさらに浄化・改善されれば、より多くの地域を推定に含める計画である。部門を統合することは大きな問題と思われるかもしれないが、実際にまとめられるのは非貿易部門（電力、流通・小売、公共部門など）や、わずかな貿易しか行っていないサービス部門なので、結果への影響はわずかである。

## 輸出総額

二国間輸入の結果が得られれば、（二国間であれ、地域総額であれ）輸出に関する結果を得るのは比較的単純である。貿易フローを逆に見て、それぞれの国・地域の総額を求めればよいだけである。

ここで、もう一段階の規模調整のための「カリブレーション」が必要となることを留意されたい。それは、各国・各地域の輸出額の実際の値と、モデルの出力値とが一致するようにするためである。このスケーリングは、地球規模の輸出の合計と、輸入の合計との乖離を考慮に入れるためのものである。

表 4.8 圏内輸入額方程式

|                            |                   |
|----------------------------|-------------------|
| 共和分長期方程式                   |                   |
| LN(QIM(.))                 | [EU 域内からの輸入額]     |
| = BQIM(.,12)               |                   |
| + BQIM(.,13) * LN(QRDI(.)) | [国内販売量]           |
| + BQIM(.,14) * LN(PQRM(.)) | [輸入価格]            |
| + BQIM(.,15) * LN(PYH(.))  | [国内生産者による国内販売の価格] |
| + BQIM(.,16) * LN(EX)      | [為替レート]           |

|               |  |                    |
|---------------|--|--------------------|
|               | + BQIM(.,17) * LN(YRKC(.) * YRKS(.))                 | [ICT の技術進歩]        |
|               | + BQIM(.,18) * LN(YRKN(.))                           | [ICT 以外の技術進歩]      |
|               | + BQIM(.,19) * SVIM                                  | [単一市場プログラムの代理変数]   |
|               | + ECM  | [誤差修正項]            |
| <i>動学的方程式</i> |  |                    |
| DLN(QIM(.))   |  | [EU 域内からの輸入量の変化量]  |
|               | = BQIM(.,1)  |                    |
|               | + BQIM(.,2) * DLN(QRDI(.))                           | [国内販売額]            |
|               | + BQIM(.,3) * DLN(PQRM(.))                           | [輸入価格]             |
|               | + BQIM(.,4) * DLN(PYH(.))                            | [国内生産者による国内販売の価格]  |
|               | + BQIM(.,5) * DLN(EX)                                | [為替相場]             |
|               | + BQIM(.,6) * DLN(YRKC(.) * YRKS(.))                 | [ICT の技術進歩]        |
|               | + BQIM(.,7) * DLN(YRKN(.))                           | [ICT 以外の技術進歩]      |
|               | + BQIM(.,8) * DSVIM                                  | [単一市場プログラムの代理変数]   |
|               | + BQIM(.,9) * LN(YYN(.))                             | [実際の総生産と正常生産額の比率]  |
|               | + BQIM(.,10) * DLN(QIM)(-1)                          | [輸入変化量のラグ]         |
|               | + BQIM(.,11) * ECM(-1)                               | [誤差修正項のラグ]         |
| <i>恒等式</i>    |  |                    |
| QRDI          | = QR(.) + QRM(.)                                     | [国内販売額]            |
| PYH           | = (VQR(.) - VQRX.)/(QR(.) - QRX(.))                  | [国内生産者による国内販売の価格]  |
| <i>制約条件</i>   |  |                    |
|               | BQIM(.,14) + BQIM(.,15) = 0                          | [ママ] [価格同次性]       |
|               | BQIM(.,16) = BQIM(.,14) + BQIM(.,15)                 | [ママ] [価格と為替相場の対称性] |
|               | BQIM(.,2, .4, .13, .15) >= 0                         | [符号条件]             |
|               | BQIM(.,3, .5, .6, .7, .14, .16, .17, .18) <= 0       | [符号条件]             |
|               | 0 > BQIM(.,11) > -1                                  | [符号条件]             |
| <i>定義</i>     |  |                    |
| BQIM          | 係数の行列  |                    |
| QIM           | 53 地域における 69/43 部門別の域内からの輸入の行列, 100 万 EUR (2005 年価格) |                    |
| PQRM          | 53 地域における 69/43 部門別の輸入価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨建て   |                    |
| EX            | 為替相場のベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする               |                    |
| QR            | 53 地域、69/43 部門の粗生産額の行列, 100 万 EUR, 2005 年価格          |                    |
| QRM           | 53 地域、69/43 部門別の輸入額の行列, 100 万 EUR, 2005 年価格          |                    |
| QRX           | 53 地域、69/43 部門別の輸出額の行列, 100 万 EUR, 2005 年価格          |                    |
| YRKC          | 69/43 部門の 53 地域における情報通信技術(ICT)の技術進歩を示す行列             |                    |
| YRKN          | 69/43 部門の 53 地域における情報通信技術(ICT)以外の技術進歩を示す行列           |                    |
| YRKS          | 69/43 部門の 53 地域における技能の行列                             |                    |
| SVIM          | 貿易圏の進展を示す指標  |                    |
| YYN           | 53 地域における 69/43 部門の、正常生産額に対する総生産の比率を示す行列             |                    |
| V-            | 各変数の当該期価格の値であることを示す頭文字                               |                    |

表 4.9 圏外輸入額方程式

|  |  |                   |
|--|--|-------------------|
| <i>共和分長期方程式</i>                                |  |                   |
| LN(QEM(.))                                     |  | [圏外輸入額]           |
| =  | BQEM(.,12)                                       |                   |
| +  | BQEM(.,13) * LN(QRDI(.))                         | [国内販売量]           |
| +  | BQEM(.,14) * LN(PQRM(.))                         | [輸入価格]            |
| +  | BQEM(.,15) * LN(PYH(.))                          | [国内生産者による国内販売の価格] |
| +  | BQEM(.,16) * LN(EX)                              | [為替レート]           |
| +  | BQEM(.,17) * LN(YRKC(.))*YRKS(.))                | [ICT の技術進歩]       |
| +  | BQEM(.,18) * LN(YRKN(.))                         | [ICT 以外の技術進歩]     |
| +  | BQEM(.,19) * SVIM                                | [圏内貿易についてはゼロ]     |
| +  | ECM  | [誤差修正項]           |
| <i>動学的方程式</i>                                  |  |                   |
| DLN(QEM(.))                                    |  | [圏外輸入額の変化量]       |
| =  | BQEM(.,1)  |                   |
| +  | BQEM(.,2) * DLN(QRDI(.))                         | [国内販売量]           |
| +  | BQEM(.,3) * DLN(PQRM(.))                         | [輸入価格効果]          |
| +  | BQEM(.,4) * DLN(PYH(.))                          | [国内生産者による国内販売の価格] |
| +  | BQEM(.,5) * DLN(EX)                              | [為替レート]           |
| +  | BQEM(.,6) * DLN(YRKC(.))*YRKS(.))                | [ICT の技術進歩]       |
| +  | BQEM(.,7) * DLN(YRKN(.))                         | [ICT 以外の技術進歩]     |
| +  | BQEM(.,8) * DSVIM                                | [圏内貿易についてはゼロ]     |
| +  | BQEM(.,8) * LN(YYN(.))                           | [実際の生産量と正常生産額の比率] |
| +  | BQEM(.,9) * DLN(QEM)(-1)                         | [輸入額変化量のラグ]       |
| +  | BQEM(.,13) * ECM(-1)                             | [ラグつき誤差修正項]       |
| <i>恒等式</i>                                     |  |                   |
| QRDI   | = QR(.) + QRM(.))                                | [国内販売量]           |
| PYH  | = (VQR(.) - VQRX(.))/(QR(.) - QRX(.))            | [国内生産者による国内販売の価格] |
| <i>制約条件</i>                                    |  |                   |
| BQEM(.,14) + BQEM(.,15) = 0                    |  | [価格同次性]           |
| BQEM(.,16) = BQEM(.,14) + BQEM(.,15)           |  | [価格と為替相場の対称性]     |
| BQEM(.,2 .,4 .,13 .,15) >= 0                   |  | [符号条件]            |
| BQEM(.,3 .,5 .,6 .,7 .,14 .,16 .,17 .,18) <= 0 |  | [符号条件]            |
| 0 > BQEM(.,11) > -1                            |  | [符号条件]            |
| <i>定義</i>                                      |  |                   |
| BQEM   | 係数の行列  |                   |
| QEM  | 53 地域、69/43 部門別の圏外からの輸入の行列, 100 万 EUR (2005 年価格) |                   |
| PQRM   | 53 地域、69/43 部門別の輸入価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨     |                   |
| EX   | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする          |                   |
| QR   | 53 地域、69/43 部門別の粗生産の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)     |                   |
| QRM  | 53 地域、69/43 部門別の輸入額の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)     |                   |

|      |  |
|------|--|
| QRX  | 53 地域、69/43 部門別の輸出額の行列, 100 万 EUR (2005 年価格) |
| YRKC | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列        |
| YRKN | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列      |
| YRKS | 53 地域、69/43 部門別の技能 (スキル) の行列                 |
| SVIM | 域外の貿易方程式についてはゼロ                              |
| YYN  | 53 地域、69/43 部門別の、正常生産額に対する粗生産の割合を示す行列        |
| V-   | 各変数の当該期価格の値であることを示す頭文字                       |

## 4.8 平均労働時間

雇用量は「人・時」ではなく「被用者数」としてモデル化されているため、各産業部門における労働時間(表 4.10 参照)が必要となる。もし人々が(平均的に)より長時間働くようになれば就職の機会が減るという効果が、逆の場合には逆の効果が考えられる。そのため直感的には雇用の方程式における平均労働時間の係数は負になると予想される。生産性の効果について分析するには、労働時間の変数を特定する効果は相殺されると考えられるが、イギリスのように労働市場が比較的柔軟な国については、上記の効果を明示的にモデル化する意味があろう。

ここで選択されたモデルは Neal and Wilson(1987)の手法に従っている。最も単純化した形で各変数間の関係を描写すると次のようになる：

$$yh_t = ynh_t + \beta_1 yoh_t + \beta_2 ysh_t$$

ただし、

$yh_t$  = 一人あたり週間平均労働時間

$ynh_t$  = 一人あたり週間所定労働時間

$yoh_t$  = 一人あたり週間超過労働時間

$ysh_t$  = 一人あたり週間短縮労働時間

$\beta_1, \beta_2$  = それぞれ超過労働、短縮労働している人々の割合

次の主な課題は右辺の変数またはその代理変数との関連で、労働時間に対する需要を説明する理論を構築することである。企業の費用最小化の考え方をを用いると：

$$\min_v(wv) \quad s.t. \quad f(v) = q$$

$q$  = 生産量

$f(v)$  = 投入ベクトル  $v$  に対して定義された生産関数

$w$  = 投入要素価格

「最適労働時間」 $yh^*$ は投入要素価格の関数として導出される。しかし非常に限定された仮定のもとでしか最適労働時間と所定労働時間が一致しない。なぜなら、最適労働時間は、時間あたり賃金率が最低となる労働利用の水準を意味するためである。

ただし、2つの概念には明白な関係がある。これについて適用された手続は一般的な関係に関するものである：

$$yh_t^* = h^*(const, ynh_t, T_t)$$

ただし、

$h^*(.)$ は対数線形として定式化

$T_t$  = 技術進歩指標

「望まれる実労働時間」(desired actual hours)と最適労働時間との乖離は、主に短期の生産調整から生じるものと仮定される。資本ストックが一定のもとで、実生産量と予想生産量との乖離は、その大部分が労働時間の調整によって埋められる。つまり、企業が雇用量を操作する場合もあるが、主に超過労働や短縮労働によって調整がなされるのだ。その結果、次の方程式が得られる：

$$yh_t^d = yh^d\left(\frac{q^e}{q_t}, yh_t^*, n_t\right)$$

ここでは、望まれる実労働時間が、生産量予想からのずれ、最適労働時間、雇用量 $n_t$ の関数として与えられている。

実労働時間に関する方程式を設定する上で、労働時間の恒等式や、細分化された消費方程式を組み合わせ、 $yh^*$ の代わりとする。モデル計算上、雇用方程式とのフィードバックループが生じるのを避けるため、最終的な定式化においては雇用を外した。これによって一般的なモデルの形が得られる：

$$yh_t = yh(yh_t, \frac{q^e}{q_t}, T_t)$$

上記の変数間に共和分関係があることを明らかにした上で、この一般的な方程式に誤差修正モデルを適用することができる。誤差修正モデルの第一段階はレベルの回帰であり、第二段階が動学的な回帰である。

表 4.10 産業別労働時間方程式

|                              |   |                   |
|------------------------------|---|-------------------|
| <i>共和分長期方程式</i>              |   |                   |
| LN(YRH(.))                   |   | [平均労働時間]          |
| =                            | BYRH(.,8)                               |                   |
| +                            | BYRH(.,9) * LN(YRNH(.))                 | [所定労働時間]          |
| +                            | BYRH(.,10) * LN(YRKC(.)*YRKS(.))        | [ICT の技術進歩]       |
| +                            | BYRH(.,11) * LN(YRKN(.))                | [ICT 以外の技術進歩]     |
| +                            | ECM                                     | [誤差]              |
| <i>動学的方程式</i>                |   |                   |
| DLN(YRH(.))                  |   | [平均労働時間の変化量]      |
| =                            | BYRH(.,1)                               |                   |
| +                            | BYRH(.,2) * DLN(YRNH(.))                | [所定労働時間]          |
| +                            | BYRH(.,3) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.))        | [ICT の技術進歩]       |
| +                            | BYRH(.,4) * DLN(YRKN(.))                | [ICT 以外の技術進歩]     |
| +                            | BYRH(.,5) * LN(YYN(.))                  | [実際の総生産と正常生産額の比率] |
| +                            | BYRH(.,8) * DLN(YRH)(-1)                | [平均労働時間の変化量のラグ]   |
| +                            | BYRH(.,9) * ECM(-1)                     | [誤差修正項のラグ]        |
| <i>制約条件</i>                  |   |                   |
| BYRH(.,3 .,4 .,10 .,11) <= 0 |   | [符号条件]            |
| BYRH(.,5) >= 0               |   | [符号条件]            |
| BYRH(.,2 .,9) = 1            |   | [所定労働時間に関する同次性]   |
| 0 > BYRH(.,7) > -1           |   | [符号条件]            |
| <i>定義</i>                    |   |                   |
| BYRH                         | 係数の行列                                   |                   |
| YRH                          | 53 地域、69/43 部門別の週あたり平均労働時間の行列           |                   |
| YRKC                         | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列   |                   |
| YRKN                         | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列 |                   |
| YRKS                         | 53 地域、69/43 部門別の技能（スキル）の行列              |                   |
| YRNH                         | 53 地域、69/43 部門別の所定労働時間の行列               |                   |
| YYN                          | 53 地域、69/43 部門別の正常生産額に対する総生産量の割合を示す行列   |                   |

#### 4.9 産業部門における雇用

ここで選択されたモデルは Lee, Pesaran and Piersse(1990)を元にしていて、Scott(1989)の成長理論に関する考察も組み入れられている。ここで用いられた手法と実証的な結果に関する詳しい解説は E3ME ワーキングペーパーの no.28(Gardiner, 1994)と no.43(Barker and Gardiner, 1996)に含まれている。これらは、与えられた生産水準を最小の費用で実現するための、企業にとっての最適化問題の理論を、フォーマルに記述したものである。

E3ME の計量経済学的表現においては、雇用は実質生産額、実質賃金コスト、労働時間、石油輸入価格（エネルギー価格の代理変数）、技術進歩指標の関数として決定される（表 4.11）。

かなり大きな原油価格ショックがモデル分析される場合もあるため、予測期間において石油輸入価格効果はゼロと設定されている。しかし、エネルギー価格の上昇に応じてエネルギーから労働への切り替えが起こることを、分析できるように方程式の定式化がなされている。産業別の価格は各産業のユニット・コストによって求められ、賃金率の項に含まれている。従って、各産業において、エネルギー価格の上昇は、賃金率が下がるのと似た効果を持つ。

長期の(望まれる)雇用水準(log-run (desired) level of employment)は以下の関係で表現される：

表 4.11 産業別雇用方程式

|                              |   |               |
|------------------------------|---|---------------|
| <i>共和分長期方程式</i>              |   |               |
| LN(YRE(.))                   |   | [総雇用量]        |
| =                            | BYRE(.,10)  |               |
| +                            | BYRE(.,11) * LN(YR(.))  | [実質生産額]       |
| +                            | BYRE(.,12) * LN(LYLC(.))  | [実質賃金コスト]     |
| +                            | BYRE(.,13) * LN(YRH(.))   | [労働時間]        |
| +                            | BYRE(.,14) * LN(PQRM(.,5))  | [実質原油価格]      |
| +                            | BYRE(.,15) * LN(YRKC(.)*YRKS(.))                                    | [ICT の技術進歩]   |
| +                            | BYRE(.,16) * LN(YRKN(.))  | [ICT 以外の技術進歩] |
| +                            | ECM   | [誤差]          |
| <i>動学的方程式</i>                |   |               |
| DLN(YRE(.))                  |   | [総雇用量の変化量]    |
| =                            | BYRE(.,1)   |               |
| +                            | BYRE(.,2) * DLN(YR(.))  | [実質生産量]       |
| +                            | BYRE(.,3) * DLN(LYLC(.))  | [実質賃金コスト]     |
| +                            | BYRE(.,4) * DLN(YRH(.))   | [労働時間]        |
| +                            | BYRE(.,5) * DLN(PQRM(.,5))  | [実質原油価格]      |
| +                            | BYRE(.,6) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.))                                    | [ICT の技術進歩]   |
| +                            | BYRE(.,7) * DLN(YRKN(.))  | [ICT 以外の技術進歩] |
| +                            | BYRE(.,8) * DLN(YRE)(-1)  | [雇用変化量のラグ]    |
| +                            | BYRE(.,9) * ECM(-1)   | [誤差修正項のラグ]    |
| <i>恒等式</i>                   |   |               |
| LYLC                         | = (YRLC(./PYR(.)) / YREE(.))  | [実質労働コスト]     |
| <i>Restrictions:</i>         |   |               |
| BYRE(.,2,.,11) >= 0          |   | [符号条件]        |
| BYRE(.,3,.,4,.,12,.,13) <= 0 |   | [符号条件]        |
| 0 > BYRE(.,9) > -1           |   | [符号条件]        |
| <i>Definitions:</i>          |   |               |
| BYRE                         | 係数の行列   |               |
| YRE                          | 53 地域、69/43 部門別の総雇用の行列, 千人  |               |
| YR                           | 53 地域、69/43 部門別の総生産の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)                        |               |
| YRH                          | 53 地域、69/43 部門別の週間平均労働時間の行列   |               |
| YRLC                         | 53 地域、69/43 部門別の、使用者にとっての労働費用（賃金に社会保障費使用者負担分を加えたもの）の行列, 各国通貨, 当該期価格 |               |
| YRKC                         | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列                               |               |
| YRKN                         | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列                             |               |
| YRKS                         | 53 地域、69/43 部門別の技能(スキル)の行列  |               |
| PYR                          | 53 地域、69/43 部門別の生産物価格, 2005 年を 1 とする, 各国通貨                          |               |
| YREE                         | 53 地域における勤労者数（賃金・俸給稼得者数）の行列, 千人                                     |               |
| PQRM                         | 53 地域、69/43 部門別の輸入価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨                        |               |

## 4.10 国内産業別価格

以下に示す産業別生産物価格に関するモデルの構造（表 4.12 参照）は Lee(1988)を基に開発されたが、さらに初期の段階では Layard et al(1991)を基に構築された。最初の実証分析の結果は E3ME ワーキングペーパーの no.43(Barker and Gardiner, 1996)に示されている。

価格設定のベースとなるのはユニット・コスト（単位費用）である。これは各部門の原材料費・労働費・租税費を合計して生産額で割ったものである。原料費は、産業連関表の投入係数と、投入物を提供する各部門の相対価格を用いて求められる。各部門は均質な生産物を生産するが、完全競争市場で操業しているわけではないものと仮定される。コスト上昇分がどれだけ生産物価格に転嫁されるかは、各部門の競争度によって決まる。

生産物に占める輸入の比率に応じて、ユニット・コストに輸入品価格が含まれるが、それは方程式には別の項として追加される。その理由は、国内価格形成に国際競争が及ぼす効果を考慮するためである。長期的な関係では、国産品と輸入品のコスト効果には同次性が前提とされ、両者を足し合わせた効果（係数の合計）は1になる。方程式には技術指標が含まれているが、それは、高品質の商品は価格支配力を持つ可能性があるためである。

短期の方程式の中で重要なのは、実際の生産額と正常生産額との比率である。実際の生産額が予想レベル（トレンドのレベル）を超えると、キャパシティの制約のために、価格が上昇する。しかし、キャパシティが増えると価格が下がり、実質所得が増え、実質的な経済成長につながる（キャパシティの増加はモデル内では正常生産額の増加として表現される、4.16 節参照）

いくつかの部門では、推定された方程式を用いず、単純な関係を用いて、価格に関して特別な定式化を行う：

- ・コモデティ化された産業部門：国内価格は国際価格に等しいと仮定し、輸入財価格と一致させる。
- ・電力部門：平均発電単価(Average LCOE)によって電力価格を決める。
- ・政府部門：各国の全体的な消費者物価上昇率に応じて変化するものと仮定する。
- ・規制対象部門：これも全体的な物価上昇率に応じて変化するものと仮定する。

#### 4.12 産業別価格方程式

##### 共和分長期方程式

|                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| LN(PYH(.))                         | [国内生産者による国内販売価格] |
| = BPYH(.,9)                        |                  |
| + BPYH(.,10) * LN(YRUC(.))         | [単位費用]           |
| + BPYH(.,11) * LN(PQRM(.))         | [輸入品価格]          |
| + BPYH(.,12) * LN(YRKC(.)*YRKS(.)) | [ICT の技術進歩]      |
| + BPYH(.,13) * LN(YRKN(.))         | [ICT 以外の技術進歩]    |
| + ECM                              | [誤差]             |

##### 動学的方程式

|                                    |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| DLN(PYH(.))                        | [国内生産者による国内販売価格の変化量] |
| = BPYH(.,1)                        |                      |
| + BPYH(.,2) * DLN(YRUC(.))         | [単位費用]               |
| + BPYH(.,3) * DLN(PQRM(.))         | [輸入品価格]              |
| + BPYH(.,4) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.)) | [ICT の技術進歩]          |
| + BPYH(.,5) * DLN(YRKN(.))         | [ICT 以外の技術進歩]        |
| + BPYH(.,6) * LN(YYN(.))           | [実際の生産額と正常生産額の比率]    |
| + BPYH(.,7) * DLN(PYH)(-1)         | [価格変化量のラグ]           |
| + BPYH(.,8) * ECM(-1)              | [誤差修正項のラグ]           |

##### 恒等式

|      |  |                  |
|------|--|------------------|
| PYH  | = (VQR(.) - VQRX(.))/(QR(.) - QRX(.))                  | [国内生産者による国内販売価格] |
| YRUC | = YRUM(.) + YRUL(.) + YRUT(.)                          | [単位費用]           |
| YRUM | = SUM(QYC(.)*PQRD(.))/YR(.)                            | [単位あたり原材料費]      |
| YRUL | = YRLC./YR(.)  | [単位あたり労働費]       |
| YRUT | = YRT./YR(.)   | [単位あたり租税費]       |
| PQRD | = (VQR(.) + VQRM(.) - VQRX.)/(QR(.) + QRM(.) - QRX(.)) | [国内市場に対する販売価格]   |

##### 制約条件

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| BPYH(.,10) + BPYH(.,11) = 1        | [価格同次性] |
| BPYH(.,2,3,4,5,6,10,11,12,13) >= 0 | [符号条件]  |
| 0 > BPYH(.,8) > -1                 | [符号条件]  |

##### 定義

|      |  |
|------|--|
| BPYH | 係数の行列  |
| PQRM | 53 地域、69/43 部門別の輸入価格の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)  |
| YR   | 53 地域、69/43 部門別の総生産の行列, 100 万 EUR (2005 年価格)   |
| YRKC | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列          |
| YRKN | 53 地域、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列        |
| YRKS | 53 地域、69/43 部門別の技能(スキル)の行列                     |
| QR   | 53 地域、69/43 部門別の EU セクター総産出の行列, 100 万\$, 当該期価格 |
| QRM  | 53 地域、69/43 部門別の EU セクター輸入量の行列, 100 万\$, 当該期価格 |
| QRX  | 53 地域、69/43 部門別の EU セクター輸出量の行列, 100 万\$, 当該期価格 |
| YYN  | 53 地域、69/43 部門別の正常生産額に対する実生産量の比率を示す行列          |

|      |  |
|------|--|
| QYC  | 産業関連の投入係数行列  |
| YRLC | 53 地域、69/43 部門別の使用者にとっての労働費用（賃金および社会保障費使用者負担）の行列，地域通貨，経常価格 |
| YRT  | 53 地域、69/43 部門別の租税合計額の行列，各国通貨，経常価格                         |
| V-   | 各変数の当該期価格の値であることを示す頭文字                                     |

#### 4.11 輸出入価格

輸出価格の方程式および輸入価格の方程式（表 4.13 および表 4.14 を参照）は、為替レートの変動への反応について重要な役割を果たしている。平価切り下げなどの効果の伝達機構となっている。その効果は、インフレ圧力の発生や国際収支の変化など、様々な形で現れる。

E3ME において利用されている貿易価格の基礎的なモデルでは、EU の各地域 [※各加盟国] は寡占市場として機能しており、それぞれが EU 市場全体に比べれば小規模なものと仮定される。原油など一部の商品価格は外生的に与えられているが、ほとんどの財については、寡占的市場構造という仮定のもとで、生産にかかる単位費用にマークアップを加えたものとして、生産者が価格を決定するものと想定される。これとは別に、輸出価格と輸入価格については、左辺と右辺が対数線形となっている関数型の中で、同じ変数が説明変数として用いられている。

分析対象地域の外部での動向を取り扱うために、それぞれの回帰式にはユニット・コストの他に、価格に関する 3 つの変数が含まれている。それは「その他地域」の価格（各国の貿易額の方程式で述べたものと同様の方法で計算される）、国際商品価格、ユーロ為替レート、の 4 つである。技術進歩が価格に及ぼす質的効果を取り扱うために、投資と研究開発費も含まれている。

価格同次性と為替レートの対称性を長期方程式で保証するため、制約条件が導入されている。これも貿易額の方程式と同様の方法による。

表 4.13 輸出価格方程式

|                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <i>共和分長期方程式</i>                       |   |  |
| LN(PQRX(.))                           |   | [輸出価格]   |
| =                                     | BPQX(.,10)                                    |  |
| +                                     | BPQX(.,11) * LN(PQRY(.))                      | [その他地域の輸出価格]   |
| +                                     | BPQX(.,12) * LN(PQWE(.))                      | [国際商品価格]   |
| +                                     | BPQX(.,13) * LN(EX)                           | [為替相場]   |
| +                                     | BPQX(.,14) * LN(YRULT(.))                     | [労働と租税の単位費用]   |
| +                                     | BPQX(.,15) * LN(YRKC(.)*YRKS(.))              | [ICT の技術進歩]  |
| +                                     | BPQX(.,26) * LN(YRKN(.))                      | [ICT 以外の技術進歩]  |
| +                                     | ECM   | [誤差]   |
| <i>動学的方程式</i>                         |   |  |
| DLN(PQRX(.))                          |   | [輸出価格の変化分]   |
| =                                     | BPQX(.,1)                                     |  |
| +                                     | BPQX(.,2) * DLN(PQRY(.))                      | [その他地域の輸出価格]   |
| +                                     | BPQX(.,3) * DLN(PQWE(.))                      | [国際商品価格]   |
| +                                     | BPQX(.,4) * DLN(EX)                           | [為替相場]   |
| +                                     | BPQX(.,5) * DLN(YRULT(.))                     | [労働と租税の単位費用]   |
| +                                     | BPQX(.,6) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.))              | [ICT の技術進歩]  |
| +                                     | BPQX(.,7) * DLN(YRKN(.))                      | [ICT 以外の技術進歩]  |
| +                                     | BPQX(.,8) * DLN(PQRX(-1))                     | [輸出価格の変化量のラグ]  |
| +                                     | BPQX(.,9) * ECM(-1)                           | [誤差修正項のラグ]   |
| <i>恒等式</i>                            |   |  |
| PQRY                                  | =   | SUM(QZXC(.)*VQRX(.))/SUM(QZXC(.))/QRX(.)) [その他地域の輸出価格] |
| PQWE                                  | =   | QMC(.)*PM [国際商品価格の指数]                                  |
| YRULT                                 | =   | (YRLC(.)+YRT(.))/QR(.)) [労働と租税の単位費用]                   |
| <i>制約条件</i>                           |   |  |
| BPQX(.,11)+BPQX(.,12)                 | =   | 1-BPQX(.,14) [価格同次性]                                   |
| BPQX(.,11)+BPQX(.,12)                 | =   | BPQX(.,13) [為替レートの対称性]                                 |
| BPQX(.,2,3,4,5,6,7,11,12,13,14,15,16) | >=  | 0 [符号条件]   |
| 0 > BPQX(.,9)                         | >   | -1 [符号条件]  |
| <i>定義</i>                             |   |  |
| BPQX                                  | パラメタの行列                                       |  |
| PQRX                                  | 53 地域の、69/43 部門別の輸出価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨 |  |
| EX                                    | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする       |  |
| QZXC                                  | 53 地域の、69/43 部門別の相手国ごとの 2 国間貿易シェア             |  |
| QMC                                   | 69/43 産業部門と国際商品 7 種別との変換行列                    |  |
| PM                                    | 7 種の国際商品価格のベクトル(EUR), 2005 年を 1 とする           |  |
| YRKC                                  | 53 地域の、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列        |  |
| YRKN                                  | 53 地域の、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列      |  |
| YRKS                                  | 53 地域の、69/43 部門別の技能(スキル)の行列                   |  |

|      |  |
|------|--|
| YRLC | 53 地域の、69/43 部門別の使用者労働費用（賃金および社会保障費の使用者負担）の行列、各国通貨、当該期価格 |
| YRT  | 53 地域の、69/43 部門別の租税合計の行列、各国通貨、当該期価格                      |
| QR   | 53 地域の、69/43 部門別の粗生産の行列、100 万 EUR、2005 年価格               |
| VQRX | 53 地域の、69/43 部門別の EU セクター輸出額の行列、100 万 \$、当該期価格           |
| QRX  | 53 地域の、69/43 部門別の EU セクター輸出額の行列、100 万 \$、2005 年価格        |

表 4.14 輸入価格方程式

|   |   |  |                |
|---|---|--|----------------|
| <i>共和分長期方程式</i>                                       |   |  |                |
| LN(PQRM(.))   |   | [輸入価格]                                   |                |
| =   | BPQM(.,10)                                    |  |                |
| +   | BPQM(.,11) * LN(PQRF(.))                      | [その他地域の輸出価格指標]                           |                |
| +   | BPQM(.,12) * LN(PQWE(.))                      | [国際商品価格の効果]                              |                |
| +   | BPQM(.,13) * LN(EX)                           | [為替レート]                                  |                |
| +   | BPQM(.,14) * LN(YRUL(.))                      | [単位あたり労働費用]                              |                |
| +   | BPQM(.,15) * LN(YRKC(.)*YRKS(.))              | [ICT の技術進歩]                              |                |
| +   | BPQM(.,26) * LN(YRKN(.))                      | [ICT 以外の技術進歩]                            |                |
| +   | ECM   | [誤差]                                     |                |
| <i>動学的方程式</i>   |   |  |                |
| DLN(PQRM(.))  |   | [輸入価格の変化量]                               |                |
| =   | BPQM(.,1)                                     |  |                |
| +   | BPQM(.,2) * DLN(PQRF(.))                      | [その他地域の輸出価格]                             |                |
| +   | BPQM(.,3) * DLN(PQWE(.))                      | [国際商品価格の効果]                              |                |
| +   | BPQM(.,4) * DLN(EX)                           | [為替レート]                                  |                |
| +   | BPQM(.,5) * DLN(YRUL(.))                      | [単位あたり労働費用]                              |                |
| +   | BPQM(.,6) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.))              | [ICT の技術進歩]                              |                |
| +   | BPQM(.,7) * DLN(YRKN(.))                      | [ICT 以外の技術進歩]                            |                |
| +   | BPQM(.,8) * DLN(PQRM)(-1)                     | [輸入価格変化量のラグ]                             |                |
| +   | BPQM(.,9) * ECM(-1)                           | [誤差修正項のラグ]                               |                |
| <i>Identity:</i>                                      |   |  |                |
| PQRF  | =   | SUM(QZMC(.))*VQRX(.)/SUM(QZMC(.)*QRX(.)) | [その他地域の輸出価格指標] |
| PQWE  | =   | QMC(.)*PM                                | [国際商品価格指数]     |
| YRUL  | =   | YRLC(.)*EX/QR(.)                         | [単位あたりの労働費用]   |
| <i>Restrictions:</i>                                  |   |  |                |
| BPQM(.,11) + BPQM(.,12) = 1 - BPQM(.,14)              |   | [価格同次性]                                  |                |
| BPQM(.,11) + BPQM(.,12) = 1 - BPQM(.,13)              |   | [為替相場の対称性]                               |                |
| BPQM(.,2 ..,3 ..,4 ..,5 ..,11 ..,12 ..,13 ..,14) >= 0 |   | [符号条件]                                   |                |
| BPQM(.,6 ..,7 ..,15 ..,16) <= 0                       |   | [符号条件]                                   |                |
| 0 > BPQM(.,9) > -1                                    |   | [符号条件]                                   |                |
| <i>Definitions:</i>                                   |   |  |                |
| BPQM  | 係数の行列   |  |                |
| PQRM  | 53 地域の、69/43 部門別の輸入価格の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨 |  |                |
| EX  | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする       |  |                |
| QZMC  | 53 地域の、69/43 部門別の輸入元ごとの二国間貿易シェア               |  |                |
| QMC   | 69/43 産業部門と国際商品 7 種別との変換行列                    |  |                |
| PM  | 7 種の国際商品の価格のベクトル(EUR), 2005 年を 1 とする          |  |                |
| YRKC  | 53 地域の、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列        |  |                |
| YRKN  | 53 地域の、69/43 部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列      |  |                |
| YRKS  | 53 地域の、69/43 部門別の技能の行列                        |  |                |

|      |  |
|------|--|
| YRLC | 53 地域の、69/43 部門別の使用者労働費用（賃金および社会保障費の使用者負担）の行列、各国通貨、当該期価格 |
| QR   | 53 地域の、69/43 部門別の EU セクター総生産の行列, 100 万 EUR, 2005 年価格     |
| VQRX | 53 地域の、69/43 部門別の EU セクター輸出量の行列, 100 万 EUR, 当該期価格        |
| QRX  | 53 地域の、69/43 部門別の EU セクター輸出量の行列, 100 万\$, 2005 年価格       |

## 4.12 産業別平均収入

方程式は表 4.15 に示されている。

E3ME の賃金率方程式の型式は、Lee and Pesaran(1993)で採用されたアプローチに基づく。労働市場の需給両面に対する市場支配力の違いを表現する上で、このアプローチは十分な一般性を備えている。この手法に関する詳細な記述と、平均収入方程式による実証分析の結果については、E3ME ワーキングペーパーno.43(Barker and Gardiner, 1996)に収められている。

このような賃金決定の扱いは、効用最大化する労働組合による賃金設定の理論に基づいている。ここでは組合員の代表としての労働組合が、予備的賃金水準との比較でみた高水準の実質消費賃金と、やはり予備的雇用水準との比較でみた高水準の雇用から効用を引き出すものと想定する（実証研究において、予備的雇用水準は過去二年間の雇用水準の単純平均に比例するものとして設定されている）。利潤最大化する企業による労働需要の制約の下で、効用を最大化するように労働組合が賃金水準を選択する。方程式の形式は比較的単純で、労働者 1 人あたりの収入の上昇をもたらすような部門特有のショック（例えばその部門の生産性向上）や、雇用率の上昇があれば、その部門における実質賃金は（ウェイトつきで）上昇する。また、他の経済部門で得られる実質賃金の変化や、失業時に受け取ることのできる所得の変化、失業率じたいの変化などの外的要因からも、実質賃金は影響を受ける。

Lee and Pesaran(1993)は、（他の要因はさておき）内生的な影響と外生的な影響のウェイトの合計が 1 になり、また経済全体で実質生産物賃金率(real product wage rates)の伸び率が実質労働生産性の伸び率に等しくなり、さらに租税が全て被用者によって支払われるように、方程式に長期の制約条件を導入した(pp.37-38)。このモデルでは輸入価格や他部門財価格、間接税と同様に、使用者が負担する税も消費者価格を通じてのみ賃金率に影響を与える。

賃金の方程式に関する実証的な証拠（Layard, Nickell, and Jackman, 1991 によってサーベイされている）は、長期的には実質賃金率をめぐる交渉が行われていることを強く示唆しており、この条件は以下で示される方程式の全てに課されている。しかし賃金率の変化に関する[※短期的な]動学的方程式では、消費者価格の変化を導入することによって実質賃金率の応答が考慮され、検定されている。加えて長期の価格同次性が成立すると想定されており、そのため長期における経済全体の実質生産賃金率は、経済全体の労働生産性と同じ率で上昇することになる。

他国・同部門の賃金率を変数として導入することで、各国の部門別賃金決定だけでなく、国際的な部門別賃金決定を取り扱えるように、この基礎的モデルを拡張することは可能である。これは、ある部門における賃金交渉に対する外的影響を、同国・他部門からの影響と、他国・同部門からの影響に分離することを意味する。

この定式化は、ある部門の賃金率に対する他部門および他国からの影響、部門内の生産性の向上の影響、失業率や社会保障給付率などの経済全般的な影響を考慮している。調整済み価格指数のパラメタは全ての方程式において 1 と設定されており、実質消費者賃金についての説明がなされていることを示唆している。

表 4.15 産業別平均収入方程式

|   |   |
|---|---|
| <i>共和分長期方程式</i>   |   |
| LN(YRW(.))  | [粗名目平均収入]   |
| = BYRW(.,13)  |   |
| + BYRW(.,14) * LN(YRWE(.))                                  | [部門外の賃金率]   |
| + BYRW(.,15) * LN(YRXE(.))                                  | [地域外の賃金率]   |
| + BYRW(.,16) * (LYR(.) - LYRE(.) + LPYR(.) - LAPSC)         | [生産性]   |
| + BYRW(.,17) * LN(RUNR)                                     | [失業率]   |
| + BYRW(.,18) * LN(RBNR)                                     | [社会保障給付率]   |
| + BYRW(.,19) * LAPSC  | [調整済み消費者物価]   |
| + BYRW(.,20) * ARET   | [調整済み賃金保証率]   |
| + ECM   | [誤差]  |
| <i>動学的方程式</i>   |   |
| DLN(YRW(.))   | [粗収入の変化量]   |
| = BYRW(.,1)   |   |
| + BYRW(.,2) * DLN(LYRWE(.))                                 | [部門外の賃金率]   |
| + BYRW(.,3) * DLN(LYRXE(.))                                 | [地域外の賃金率]   |
| + BYRW(.,4) * D(LYR(.) - LYRE(.) + LPYR(.) - LAPSC)         | [生産性効果]   |
| + BYRW(.,5) * DLN(RUNR(.))                                  | [失業率効果]   |
| + BYRW(.,6) * DLN(RBNR(.))                                  | [社会保障給付率効果]   |
| + BYRW(.,7) * D(LAPSC)                                      | [調整済み消費者物価]   |
| + BYRW(.,8) * DLN(ARET)                                     | [調整済み賃金保証率]   |
| + BYRW(.,9) * D(DLAPSC)                                     | [調整済み消費者価格の変化]  |
| + BYRW(.,10) * LN(YYN(.))                                   | [実生産量と正常生産額の比率]   |
| + BYRW(.,11) * DLN(YRW)(-1)                                 | [賃金率変化のラグ]  |
| + BYRW(.,12) * ECM(-1)                                      | [誤差修正項のラグ]  |
| <i>恒等式</i>  |   |
| LAPSC   | = LN(PRSC) + RRET [調整済み消費者物価指数の対数]  |
| ARET  | = RRET * RETR * RITR [調整済み賃金保証率]  |
| YRWE(.)   | = SUM OVER I (I は他の全部門) [部門外の賃金率]<br>(LN(YRW(I) * YRLC(I) / SUM(YRLC(I)) - LAPSC) |
| YRXE(.)   | = LN(YRW(.)) * RRDD + LN(EX) - LAPSC [地域外の賃金率]                                    |
| RBNR  | = RBEN / RWS [給付率]  |
| <i>制約条件</i>   |   |
| BYRW(.,14) + BYRW(.,15) + BYRW(.,16)                        | = 1 [価格同次性]   |
| BYRW(.,2) , .3 , .4 , .6 , .7 , .14 , .15 , .16 , .18 , .19 | > 0 [符号条件]  |
| BYRW(.,5) , .17   | < 0 [符号条件]  |
| 0 > BYRW(.,12) > -1   | [符号条件]  |
| <i>定義</i>   |   |
| BYRW  | 係数の行列   |

|      |   |
|------|---|
| YRW  | 53 地域の、69/43 部門別の名目平均収入（協定賃金）の行列, 1 人年あたり各国通貨             |
| YRLC | 53 地域の、69/43 部門別の使用者労働費用（賃金および社会保障費使用者負担）の行列, 地域通貨, 当該期価格 |
| RWS  | 53 地域における YRW のベクトル, 各国通貨, 当該期価格                          |
| LYRE | 53 地域の、69/43 部門別の総雇用の対数, 千人                               |
| LYR  | 53 地域の、69/43 部門別の総生産の対数の行列, 100 万 EUR(2005 年価格)           |
| LPYR | 53 地域の、69/43 部門別の総生産価格の対数の行列, 2005 年を 1 とする, 各国通貨         |
| YYN  | 53 地域の、69/43 部門別の正常生産額に対する総生産の割合を示す行列                     |
| PRSC | 総消費者支出の価格指数（デフレーター）, 2005 年を 1 とする, 各国通貨                  |
| RRET | 53 地域における賃金保証率(wage retention rate)のベクトル                  |
| RETR | 53 地域における「社会保障費使用者負担率+1」のベクトル                             |
| RITR | 53 地域における「間接税率+1」のベクトル                                    |
| RUNR | 標準化された失業率   |
| RBEN | 53 地域における、家計に支払われる社会保証給付額, 100 万 EUR(当該期価格)               |
| RDTX | 家計による直接税の総支払額のベクトル, 100 万\$(経常価格)                         |
| RRDD | 53 地域における平準化された距離指標の行列、対角線上の要素は 0、単一行に含まれる数値の合計は 1        |
| EX   | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする                   |

#### 4.13 労働参加率

労働参加率の理論的モデル（表 4.16 参照）は Briscoe and Wilson(1992)の論文を基にしている。労働力率の標準的な分析は留保賃金(reservation wage)の概念に基づいている。つまり市場での賃金が個人の留保賃金よりも高ければ個人は積極的に雇用を探し、逆であれば雇用されることに消極的になるということである。この種のモデルが労働に対する超過需要を想定していることに、注意が必要である。

留保賃金は通常、非賃金収入や教育水準、年齢などの個人的特性の集合によって表現される。こうした個人の特性の多くは本来的に観察不可能なものであるが、例えば余暇の価値や留保賃金は以下のように表せる：

$$W^* = w^*(X^*, o^*)$$

ただし、

$W^*$  = 留保賃金

$X^*$  = 観察された個人の特性を示すベクトル

$o^*$  = 観察されない個人の特性を示す変数

もし  $W > W^*$  であれば労働者は労働市場に参加する。ここで  $W$  は市場での賃金である。市場での賃金を決定する要因と組み合わせると、労働市場に参加するかどうかの意志決定は次のように表現される：

$$P = p(W, X^*, o^*)$$

ただし、

$P$  = 労働力率

クロスセクション分析で通常用いられる個人のバックグラウンドデータのほとんどが時系列分析では利用できないため、どんなモデルの変数も必然的に（最も狭い意味での）人間の豊かさと市場における賃金決定に関するものに限られる。方程式に組み入れることができる変数はもともと、市場賃金率、市場の活動指標（生産量）、非労働所得の代理変数、失業率などの労働市場の逼迫度を示す指標などであった。Pollitt and Chewprecha(2008)は実証分析によって平均労働時間と資格が労働力率に有意な影響を持つことを明らかにし、モデルを拡張した。この分析の中で（労働力調査[LFS]のデータを用いて）集団ごとの失業率を定義し、高齢集団に年金収入の指標を取り入れたところ、モデルの精度が向上することも確認された。

従って、共和分および動学的回帰において用いられる変数を組み入れた基礎的なモデルは次のように記述される：

$$P = f(W, GDP, RUNR, RYH, RBEN, RQU, RSER)$$

ただし：

$W$  = 実質市場賃金

$GDP$  = 実質産出量

RUNR = 各人口集団における失業率

RYH = 平均労働時間

RBEN = 社会保証給付と年金の指標

RQU = 資格の取得状況

RSER 製造業かサービス業かといった経済構造の指標

労働参加率は男女別・5歳階級別に推定されている。これは労働参加率を決定する人口集団別の要因を把握するためである。しかし利用可能なデータの制限があるため、説明変数（例えば賃金）のうちで男女別になっているものは少ない。方程式はロジスティック関数型（を線形化したもの）で推定され、独立変数は $L_i = \ln \left[ \frac{p_i}{1-p_i} \right]$ である。これは労働力率 $p_i$ の範囲が0から1の間に限られるので、ロジスティック関数形によってそれを保証するためである。

表 4.16 労働参加率方程式

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <i>共和分長期方程式</i>                      |  |
| LN(LRP/(1-LRP))                      | [労働力率, ロジスティック関数形]   |
| = BLRP(.,11)                         |  |
| + BLRP(.,12) * LN(RSQ)               | [部門産出量]  |
| + BLRP(.,13) * LN(RWSR)              | [実質留保賃金率]  |
| + BLRP(.,14) * LN(LRUN(.))           | [人口集団別の失業率]  |
| + BLRP(.,15) * LN(RBPR)              | [社会保障や年金の給付率]  |
| + BLRP(.,16) * LN(RSER)              | [経済構造]   |
| + BLRP(.,17) * LN(RYH)               | [平均労働時間]   |
| + BLRP(.,18) * LN(LRQU)              | [資格取得状況]   |
| + ECM                                | [誤差]   |
| <i>動学的方程式</i>                        |  |
| DLN(LRP/(1-LRP))                     | [労働力率, ロジスティック関数形]   |
| = BLRP(.,1)                          |  |
| + BLRP(.,2) * DLN(RSQ)               | [部門産出量]  |
| + BLRP(.,3) * DLN(RWSR)              | [実質留保賃金]   |
| + BLRP(.,4) * DLN(LRUN)              | [人口集団別の失業率]  |
| + BLRP(.,5) * DLN(RBPR)              | [社会福祉や年金の割合]   |
| + BLRP(.,6) * DLN(RSER)              | [経済構造]   |
| + BLRP(.,7) * DLN(RYH)               | [平均労働時間]   |
| + BLRP(.,8) * DLN(LRQU)              | [資格取得状況]   |
| + BLRP(.,9) * DLN(LRP/(1-LRP))(-1)   | [労働力率の変化量のラグ]  |
| + BLRP(.,10) * ECM(-1)               | [誤差修正項のラグ]   |
| <i>恒等式</i>                           |  |
| RWSR = EX*(RWS)/(PRSC*REEM)          | [実質留保賃金]   |
| LRP = RLAB/RPOP                      | [労働力率]   |
| RSER = RSERV/NSERV                   | [経済構造]   |
| <i>制約条件</i>                          |  |
| BLRP(.,2,.,3,.,12,.,13) > 0          | [符号条件]   |
| BLRP(.,4,.,5,.,7,.,14,.,15,.,17) < 0 | [符号条件]   |
| 0 > BLRP(.,10) > -1                  | [符号条件]   |
| <i>定義</i>                            |  |
| BLRP                                 | 係数の行列  |
| LRP                                  | 53 地域ごとの、27 の年齢別・性別集団についての労働参加率, 比率                            |
| RLAB                                 | 53 地域ごとの、27 の年齢別・性別集団についての労働力人口の行列, 千人                         |
| RPOP                                 | 53 地域ごとの、27 の年齢別・性別集団についての生産年齢人口の行列, 千人                        |
| RSQ                                  | 53 地域における部門産出量の合計のベクトル, 100 万 EUR (2005 年価格)                   |
| RWS                                  | 53 地域における名目平均賃金および給与 (社会保障使用者負担分を除く賃金および給与), 100 万 EUR (当該期価格) |
| LRUN                                 | 53 地域ごと、27 の年齢別・性別の集団についての標準化された失業率                            |
| PRSC                                 | 53 地域の消費者物価指数 (デフレーター) のベクトル, 2005 年を 1 とする                    |

|       |  |
|-------|--|
| REEM  | 53 地域における勤労者数（賃金・給与受給者数）のベクトル, 千人                  |
| RBPR  | 賃金に対する社会保障給付率（15-49歳の集団）、あるいは平均年金額（年額ユーロ、50歳以上の集団） |
| RSERV | 53 地域におけるサービス業部門の総産出量, 100万 EUR（2005年価格）           |
| NSERV | 53 地域におけるサービス業部門以外の総産出量, 100万 EUR (2005年価格)        |
| RSER  | 53 地域における部門別集中度変数、女性の労働参加率の増加を表す                   |
| RYH   | 53 地域における週当たり平均労働時間                                |
| LRQU  | 53 地域ごとの、27の年齢別・性別集団についての資格取得状況                    |
| EX    | 為替レートのベクトル, EURあたりの各国通貨, 2005年を1とする                |

#### 4.14 残余（非賃金）所得

方程式は表 4.17 に示されている。

価格水準と労働市場の状況によって説明される賃金率を、産業部門別の雇用量に乗じることにより、部門別の賃金・給与支払額が計算される。これらは個人部門への最大の支払いではあるが、唯一のものではない。

所得ループを完成させるために、賃金・給与による所得と、総可処分所得から社会保障受取分を差し引いたものとの差を埋める手法を考案する必要がある。その解決法は上記の 2 点を結びつける残余所得をモデル化することである。長期方程式は説明変数として実質賃金、産出価格体系、GDP、実質利子率を含んでいる。

この方程式はアドホックな性質のものであり、制度的な支払と受取に関する完全な勘定構造が確立されれば、また再検討を要するものである。しばしば計量方程式を使わずに、残余所得を定額の外生変数とするか、より単純な方法で決定する（例：賃金所得の一定割合とする）。

表 4.17 残余所得方程式

|                      |                        |                                |
|----------------------|------------------------|--------------------------------|
| <i>共和分長期方程式</i>      |                        |                                |
| LN(RRI)              |                        | [残余所得]                         |
| =                    | BRRi(8)                |                                |
| +                    | BRRi(9) * LN(RWS)      | [総賃金]                          |
| +                    | BRRi(10) * LN(RPSY)    | [インフレ]                         |
| +                    | BRRi(11) * LN(VRYM)    | [GDP（当該期価格）]                   |
| +                    | BRRi(12) * LN(RLR)     | [利子率]                          |
| +                    | ECM                    | [誤差]                           |
| <i>動学的方程式</i>        |                        |                                |
| DLN(RRI)             |                        | [残余収入]                         |
| =                    | BRRi(1)                |                                |
| +                    | BRRi(2) * DLN(RWS)     | [総賃金]                          |
| +                    | BRRi(3) * DLN(RPSY)    | [インフレ]                         |
| +                    | BRRi(4) * DLN(VRYM)    | [GDP（経常価格）]                    |
| +                    | BRRi(5) * DLN(RLR)     | [利子率]                          |
| +                    | BRRi(6) * DLN(RRI(-1)) | [残余所得の変化量のラグ]                  |
| +                    | BRRi(7) * ECM(-1)      | [誤差修正項のラグ]                     |
| <i>恒等式</i>           |                        |                                |
| RRI                  | =                      | RGDI+RDTX+REES-RWS-RBEN [残余所得] |
| RPSY                 | =                      | Growth(PRYM) [インフレ]            |
| <i>制約条件</i>          |                        |                                |
| $0 > BRRi(.,7) > -1$ |                        | [符号条件]                         |
| <i>定義</i>            |                        |                                |
| BRRi                 | 係数の行列                  |                                |

|      |   |
|------|---|
| VRYM | 53 地域における市場価格表示の GDP のベクトル, 100 万 EUR (当該期価格)         |
| RGDI | 53 地域における名目総可処分所得の行列, 100 万 EUR (当該期価格)               |
| RLR  | 53 地域における長期利率のベクトル                                    |
| RWS  | 69/43 部門の 53 地域における名目収入の行列, 100 万 EUR (当該期価格)         |
| PRYM | 53 地域における粗付加価値の価格ベクトル, 2005 年を 1 とする                  |
| EX   | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする               |
| RDTX | 53 地域における家計による直接税の総支払額のベクトル, 100 万 EUR (当該期価格)        |
| REES | 53 地域における家計による社会保険(NI)の被用者負担分のベクトル, 100 万 EUR (当該期価格) |
| RBEN | 家計への社会保障給付の金額, 100 万 EUR (当該期価格)                      |

#### 4.15 住宅投資

住宅投資（表 4.18 参照）は投資の大きな要素であるが、産業部門別投資方程式は住宅投資を説明するのに不十分である。そのため、この項目については意志決定を左右する別の要素を考慮すべく、別個に取り扱うべきである。

長期方程式において、住宅に対する需要は実質可処分所得から正の影響をうけると考えられる。ほとんどの住宅市場では、住宅ローン等の借入によって資金が調達されているため、住宅に対する需要は実質利子率の変化からも影響を受けると考えられる。幼年人口および老年人口の割合を表す変数が含まれているのは人口動態の変化が住宅投資に与える影響を捉えるためである。動学方程式には、労働市場の変化が住宅投資に与える影響を捉えるために、失業率が追加されている。加えて総消費者物価指数(デフレーター)も動学方程式に追加されている。

表 4.18 住宅投資方程式

|                          |   |                |
|--------------------------|---|----------------|
| <i>共和分長期方程式</i>          |   |                |
| LN(RDW)                  |   | [住宅投資]         |
| =                        | BRDW(10)                                |                |
| +                        | BRDW(11) * LN(RRPD)                     | [実質総可処分所得]     |
| +                        | BRDW(12) * LN(RRLR)                     | [実質利子率]        |
| +                        | BRDW(13) * LN(CDEP)                     | [児童人口率]        |
| +                        | BRDW(14) * LN(ODEP)                     | [老年人口率]        |
| +                        | ECM                                     | [誤差]           |
| <i>動学的方程式</i>            |   |                |
| DLN(RDW)                 |   | [住宅投資]         |
| =                        | BRDW(1)                                 |                |
| +                        | BRDW(2) * DLN(RRPD)                     | [実質総可処分所得]     |
| +                        | BRDW(3) * DLN(RRLR)                     | [実質利子率]        |
| +                        | BRDW(4) * DLN(CDEP)                     | [児童人口率]        |
| +                        | BRDW(5) * DLN(ODEP)                     | [老年人口率]        |
| +                        | BRDW(6) * DLN(RUNR)                     | [失業率]          |
| +                        | BRDW(7) * DLN(PRSC)                     | [総消費者物価デフレーター] |
| +                        | BRDW(8) * DLN(RDW(-1))                  | [住宅投資の変化量のラグ]  |
| +                        | BRDW(9) * ECM(-1)                       | [誤差修正項のラグ]     |
| <i>恒等式</i>               |   |                |
| RRPD                     | = (RGDI*EX/PRSC)                        | [実質総可処分所得]     |
| RRLR                     | = 1 + (RLR-DLN(PRSC))/100               | [実質利子率]        |
| CDEP                     | = CPOP/RPOP                             | [児童人口率]        |
| ODEP                     | = OPOP/RPOP                             | [老年人口率]        |
| <i>制約条件</i>              |   |                |
| BRDW(.,2.,11) >= 0       |   | [符号条件]         |
| BRDW(.,3.,6.,7.,12) <= 0 |   | [符号条件]         |
| 0 > BRDW(.,9) > -1       |   | [符号条件]         |
| <i>定義</i>                |   |                |
| BRDW                     | 係数の行列                                   |                |
| RDW                      | 住宅投資のベクトル, 100 万 EUR (2005 年価格)         |                |
| RGDI                     | 53 地域の総可処分所得の行列, 100 万 EUR (当該期価格)      |                |
| RLR                      | 53 地域の長期名目利子率の行列                        |                |
| EX                       | 為替レートのベクトル, EUR あたりの各国通貨, 2005 年を 1 とする |                |
| PRSC                     | 53 地域の消費者物価デフレーターのベクトル, 2005 年を 1 とする   |                |
| RPOP                     | 53 地域の労働力人口のベクトル, 千人                    |                |
| CPOP                     | 53 地域の児童人口のベクトル, 千人                     |                |
| OPOP                     | 53 地域の老年人口のベクトル, 千人                     |                |
| RUNR                     | 53 地域の失業率のベクトル, 労働力に対するパーセンテージで計測       |                |

#### 4.16 正常生産額方程式

方程式は表 4.19 に示されている。

E3ME において、正常生産額とは各部門の生産キャパシティの尺度である。正常生産額は様々な方程式セットの動学的部分に、比率の分母として現れる（生産額/正常生産額）。例えば、正常生産額の水準が高いときには、物価がさがり、賃上げ要求も弱くなる。

E3ME モデルの供給サイドのモデリングは Lee and Shields(1997)に従っている。特定地域の特定部門の生産額水準は、同地域・他部門の生産額水準と、他地域・同部門の生産量水準の関数としてモデル化されている。どちらの場合も、単純な算術平均が用いられている。

プラスの関係は、同地域・他部門からの波及効果が存在することを示唆している。地域外の生産額に関して長期弾力性が 1 と設定されているのは、世界において部門ごとの大きな波及効果があるという考えを反映したものである（Lee and Shields, 1997）。

正常生産額方程式には技術変数も含まれる。なぜなら、投資や R&D が蓄積されれば、キャパシティが増加するためである。従って正常生産額は、モデル内で内生的な成長を表現する重要な項目である。投資によってキャパシティが大きくなり、価格が下がり、実質所得が増加し、GDP が増加し、そして再び投資が増えることになる。

この方程式の推定値は、正常生産額の代理変数として用いられる。

表 4.19 正常生産額方程式

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <i>共和分長期方程式</i>                  |  |
| LN(YRN)                          | [産業部門の通常生産額]   |
| = BYRN(.,8)                      |  |
| + BYRN(.,9) * LN(YRY(.))         | [同地域・他部門の生産量]  |
| + BYRN(.,10) * LN(YRX(.))        | [他地域・同部門の生産量]  |
| BYRN(.,11) * LN(YRKC(.)*YRKS(.)) | [ICTの技術進歩, 技能を含む]  |
| BYRN(.,12) * LN(YRKN(.))         | [ICT以外の技術進歩]   |
| + ECM                            | [誤差]   |
| <i>動学的方程式</i>                    |  |
| DLN(YRN)                         | [産業部門の通常産出量]   |
| = BYRN(.,1)                      |  |
| + BYRN(.,2) * DLN(YRY(.))        | [同地域・他部門の産出量]  |
| + BYRN(.,3) * DLN(YRX(.))        | [他地域・同部門の産出量]  |
| BYRN(.,4) * DLN(YRKC(.)*YRKS(.)) | [ICTの技術進歩, 技能を含む]  |
| BYRN(.,5) * DLN(YRKN(.))         | [ICT以外の技術進歩]   |
| + BYRN(.,6) * DLN(YR(-1))        | [産出量変化のラグ]   |
| + BYRN(.,7) * ECM(-1)            | [誤差修正項のラグ]   |
| <i>制約条件</i>                      |  |
| BYRN(.,9) = 0                    | [YRYからの長期効果は無い]  |
| BYRN(.,10) = 1                   | [YRXについての長期同次性]  |
| -1 < BYRN(.,7) < 0               | [符号条件]   |
| <i>定義</i>                        |  |
| BYRN                             | 係数の行列  |
| YRN                              | 53地域の、69/53部門別の正常生産額の行列, 100万EUR(2005年価格), 従属変数の推定値として計算 |
| YR                               | 53地域の、69/43部門別の粗生産額の行列, 100万EUR(2005年価格)                 |
| YRY                              | 53地域の、69/53部門別の産業平均生産量(自部門を除く)の行列, 100万EUR(2005年価格)      |
| YRX                              | 53地域の、69/53部門別の産業平均産出量(自地域を除く)の行列, 100万EUR(2005年価格)      |
| YRKC                             | 53地域の、69/43部門別の情報通信技術(ICT)の技術進歩指標の行列                     |
| YRKN                             | 53地域の、69/43部門別の情報通信技術(ICT)以外の技術進歩指標の行列                   |
| YRKS                             | 53地域の、69/43部門別の技能(スキル)の行列                                |

#### 4.17 原材料需要方程式（食料、飼料、森林資源、建設用土石、工業原料、鉱物、水）

本節では、Matisse FP5 研究プロジェクトの一部として開発され、最近では EU の DG Environment が応用した、原材料需要サブモデルについて説明する(Pollitt 2007, 2008)。方程式は標準モデル方程式体系に含まれ、全体的な構造の重要な部分となっている。

E3ME の燃料需要方程式の枠組みを受けつぎ、原材料需要は経済活動、原材料価格、2つの技術指標（投資と R&D 支出）によって説明される。国内で採取された原材料と、外国から輸入された原材料の違いを考慮するために、追加的な変数が導入されている。これは最近、モデルを拡張し、原材料消費（Raw Material Consumption, RMC）を組み込む際に、詳しい検討を行ったものである。

原材料種別それぞれに対して、16 のユーザー種について方程式が推計されている。しかし実際にはこれあらの方程式の大部分は使用されていない。なぜなら全ての原材料ユーザーがすべての原材料種別を需要するわけではないからである。例えば、建設用土石を需要するのは建設部門だけである。

水利用に関する方程式は現在のところ水の消費量に関するデータが存在しないため使用不能である。

また元データは Eurostat から取得したものであるため、原材料の消費に関する方程式は現在ヨーロッパの国々にのみ適用されている。しかし将来的にはヨーロッパ以外の国々についても扱えるように拡張する計画である。

表 4.20 は原材料種別 1（食物）を例にとって原材料需要の方程式の概要を示したものである。

データの制約のため、水需要の方程式セットは機能していないが、データが入手可能となればすぐに利用可能となる。

表 4.20 原材料需要方程式

注：MU1 は原材料種 1（食物）を表す。以下の方程式は原材料種 1-8 に適用可能である。

共和分長期方程式

|            |                                |                   |
|------------|--------------------------------|-------------------|
| LN(MU1(.)) |                                | [原材料利用量]          |
| =          | BMU1(.,8)                      |                   |
| +          | BMU1(.,9) * LN(QR(.))          | [原材料ユーザーの生産量]     |
| +          | BMU1(.,10) * LN(PMAT1(.))      | [原材料価格]           |
| +          | BMU1(.,11) * LN(KR(./QR(.))    | [原材料ユーザーによる投資]    |
| +          | BMU1(.,12) * LN(YRD(.)/QR(.))  | [原材料ユーザーによる研究開発費] |
| +          | BMU1(.,13) * (MUM1(.)/MUD1(.)) | [貿易比率：輸入量/国内消費量]  |
| +          | ECM                            | [誤差]              |

動学的方程式

|             |                                |                   |
|-------------|--------------------------------|-------------------|
| DLN(MU1(.)) |                                | [原材料利用量]          |
| =           | BMU1(.,1)                      |                   |
| +           | BMU1(.,2) * DLN(QR(.))         | [原材料ユーザーの生産量]     |
| +           | BMU1(.,3) * DLN(PMAT1(.))      | [原材料価格]           |
| +           | BMU1(.,4) * DLN(KR(./QR(.))    | [原材料ユーザーによる投資]    |
| +           | BMU1(.,5) * DLN(YRD(.)/QR(.))  | [原材料ユーザーによる研究開発費] |
| +           | BMU1(.,6) * D(MUM1(.)/MUD1(.)) | [貿易比率：輸入量/国内消費量]  |
| +           | BMU1(.,9) * ECM(-1)            | [誤差修正項のラグ]        |

制約条件

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| BMU1(.,2 ..9) >= 0                   | [符号条件] |
| BMU1(.,3 ..4 ..5 ..9 ..10 ..11) <= 0 | [符号条件] |
| 0 > BRPT(.,7) > -1                   | [符号条件] |

定義

|       |   |
|-------|---|
| BMU1  | 係数の行列   |
| MU1   | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の原材料利用量（原材料種 1）示す行列、千トン       |
| QR    | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の生産物の生産量, 100 万 EUR（2005 年価格） |
| PMAT1 | 原材料種 1 の価格、2005 年 = 1                             |
| KR    | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の投資行列, 百万 EUR、2005 年価格        |
| YRD   | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の研究開発費の行列, 百万 EUR、2005 年価格    |
| MUM1  | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の原材料種 1 の輸入量の行列, 千トン          |
| MU01  | 53 地域の、16 の原材料ユーザー種別の原材料種 1 の国内消費量の行列, 千トン        |

## 5 E3ME プログラムの実行 (Guide to Running E3ME)

### 5.1 立ち上げ

本章ではモデルのインストールから実行までの手順を説明する。まず本節で概説を行い、次にコマンドラインからモデルを実行する方法を示す。その後、グラフィカルなフロントエンド・ユーザーインターフェースを用いた実行方法を説明する。

ただし、このフロントエンドは 2013 年末までに更新される予定である。

#### システム要件

E3ME は現在のあらゆる Windows デスクトップ PC で実行できる。中級のコンピュータで、2050 年までの全ての地域を対象とするシナリオを解くのに最大で 10 分程度かかる。1GB 程度のディスク空き容量が必要であるが、結果ファイルをたくさん格納したければ、さらに空きスペースが必要となろう。

#### インストール

モデルはローカルドライブにコピーする必要がある。このドライブに結果等が出力されるので、管理者権限が求められる。

グラフィカル・フロントエンドモデルをインストールするには追加的な手順が必要である。これは 5.3 節で説明する。

#### 基本ファイル構造

ファイル構造が正確であることは重要であり、さもなければモデルは実行されない。補論 C には、ファイル構造と必要な入力値ファイル (実行ファイルが含まれるルートディレクトリとの関係で)、およびモデルが生成する出力値ファイルが示されている。この構造の中に示される全てのファイルが、モデルのライセンス・バージョンで提供されるわけではない。

ユーザーはバッチファイル(.cmd)を作って、モデルを操作する。バッチファイルはモデルのメインディレクトリに格納される (例えば C:\e3me)。このファイルにはモデルの実行に必要な入力値となるコマンドライン引数が含まれる。これらは全て変更可能である。しかし、このマニュアルではいくつかのデフォルト値が維持されるものと想定している。

実行型式モデルに対する呼び出し命令(call)の後に、以下のようなコマンドライン引数が続く：

- IDIOM スクリプトが格納されているディレクトリ (これを”in”とする)。
- IDIOM スクリプトの名前。
- 仮定ファイルの名前と場所 (場所は”in¥assumptions¥”とする)。
- シナリオファイルの名前と場所 (場所は”in¥scenarios¥”とする)。
- データバンクが格納されているディレクトリ (”databank”とする)。

- ・出力が保存されるフォルダ (“output”とする)。
- ・ output ファイルの名前。
- ・ verification ファイルの名前と場所 (場所は“ver¥”とする)。

これらはこの直後と、本章の後半で説明する。グラフィカル・フロントエンドでモデルを実行する場合には、ソフトウェアが自動的にコマンドライン引数を生成するが、コマンドラインに対する呼び出し命令は変わらない。

### IDIOM スクリプト

基本的なモデルコマンドは **IDIOM** スクリプトファイルに保存されている。これらは、各種のモデルスイッチの設定値や、データバンクからの読み込み命令を含んでいる。モデルの主要 Fortran コードに命令を受け渡すための、二つの重要なコマンドがある：

- ・ **UPDATE**： これはラグ値を設定し、計量方程式の長期部分を解くものである。
- ・ **COMPUTE**： これは計量方程式の短期動学部分を解くものである。

短期方程式の間には動学的相互作用が存在するので (例えば、その年の賃金率は効用水準に影響し、またその逆の作用もあるので)、**COMPUTE** コマンドは逐次計算ループの中に置かれるのがふつうである。

**IDIOM** プログラム言語は、**IDIOM** マニュアルで詳しく説明している (Cambridge Econometrics 2007)。

### テキスト入力値

モデルを実行する際に必ず読み込まれるテキストファイルが二つある。それは、将来に関する利用者の仮定と政策変数である。これはデータバンクではなくテキストファイルにすることによって、利用者が簡単に修正できるようにしてある。これらはふつう、仮定とシナリオのディレクトリ (“in”ディレクトリ) に保存されている。これらは上述の 3.6 節で詳しく説明した。

### モデル出力値

モデル実行時に自動的に出力される結果は以下のものに限られ、比較的少ない：

- ・ output ディレクトリに作られる **diagnostics.mre** と呼ばれる短いテキストファイルで、結果に関する要約的情報が含まれる。
- ・ コマンドプロンプトに送られる出力値を納めた短いテキストファイル。
- ・ テキスト形式の確認用ファイル(verification file)で、モデルから自動的に生成された診断結果を含んだもの。
- ・ 各年の結果の産業連関表を格納した **CSV** ファイル。

これら以外に、モデル出力値の大部分は `dump` ファイルに格納される。このファイルには、`IDIOM` スクリプトの“`data analysis`”を用いてアクセスし、以下の出力値を生成することができる。

- ・テキスト形式の“`.TAB`”ファイルで、人間が読み取ることができるもの。
- ・テキスト形式の“`.MRE`”ファイルで、フロントエンド・ソフトウェアに読み込み、さらに加工できるもの。

これらはいずれも `output` ディレクトリに納められる。`output` ファイルについては、上述の 3.7 節でより詳しく説明されている。

### Fortran source code

ライセンス・バージョンのモデルでは、ソースコードは利用できない。

### IDIOM

`IDIOM` のメインプログラムは、以下のディレクトリに格納されている：

- ・ `model\IDIOM\`

これらのルーチンには“`housekeeping`”ソフトウェアが含まれ、その大部分は `E3ME` のバージョンによってもほとんど変化していない。入力値ファイルを開くサブルーチンは“`openf`”ルーチンに集められる。これらのサブルーチンは、`IDIOM` の新たなバージョンが発表された場合に、アップデートする必要がある。

`E3ME` のサブルーチンは以下のディレクトリに納められている：

- ・ `model\E3ME\m`： マスター・ルーチン
- ・ `model\E3ME\s`： スレイブ・サブルーチン
- ・ `model\E3ME\ETM`： エネルギー技術サブモデルに特有のスレイブ・サブルーチン

## 5.2 E3ME をコマンドラインから走らせる

### 予測期間を通じて E3ME を解く

本節は主にケンブリッジ・エコノメトリクス内のユーザーで、`Windows DOS` コマンドプロンプトからモデルを実行するユーザーを念頭に書かれている。場合によっては、右クリックによって“`as administrator`”コマンドプロンプトを開く必要がある。

モデルを実行するまえに、以下のものが存在するかを確認すべきである：

- ・ `IDIOM` スクリプト
- ・ モデルデータを含むデータバンクと、タイトルを含むデータバンク
- ・ 仮定ファイル
- ・ シナリオファイル
- ・ 出力値ファイルのためのフォルダ構造(`\e3me\output\io`)と(`\e3me\output\ver`)

バッチファイル(例えば run.cmd)は、このアイコン上で右クリックすれば編集が可能となる。これには一連のコメント(コロン“:”から始まる行)と、E3MEを実行するためのコマンドが含まれる。モデルを実行するためのコマンドには、これまでの節で説明されたような引数が含まれる。

### モデル実行のタイプ

モデルを実行する呼び出し命令(call)には、以下の5種類がある:

- ・ **IDIOM** 入力値ファイルのタイトル実行命令(ふつう“titles.idiom”と呼ばれる)。この実行命令は、後の出力のための各行・各列のタイトルを保存している。これには数秒しかかからない。
- ・ **歴史に関するモデル計算(history.idiom など)**。この実行命令はモデルを初期化し、データとパラメータを入力し、1995年から2006年についてモデルを解く。これは、全ての予測実行命令の基礎となる。
- ・ **カリブレートされた予測(calibrated forecast)**。この **IDIOM** スクリプト(exforecast.idiom など)は、予測期間を通じて毎年モデルを解き、予測データバンクの値と対応させる。スケール調整要素(residual と呼ばれる)が保存され、**S** データバンクに書き込まれる。詳しくは3.5節を参照されたい。
- ・ **内生的予測(endogenous forecast)**。予測期間を通じて完全な内生的計算を行い、全ての政策シナリオの比較基準となるベースラインを形成する。モデルは年ごとに解かれ、**S** データバンクに格納されたスケール調整要素を用いて、公表された予測との一致がはかられる。共通の名称は enforecast.idiom である。
- ・ **データ分析ファイル(data analysis file)**は、モデルの実行結果から値を抽出するものである。データ分析のための **IDIOM** スクリプトは、**D** または **DAN** という記号から始まる慣行になっている。

### バッチファイルに含まれるその他のコマンド

バッチファイルに含まれるコマンドには他にもいくつかがある。これらは **Ox** プログラム言語<sup>13</sup>に対する呼び出し命令で、カリブレートされた予測と内生的予測のためのモデル実行結果に関連して、**S** データバンクを設定するものがある。

全てのモデル実行命令を実施する必要がなければ、**GOTO** ステートメントによってラベル間の移動が可能である(行はコロンで始まる)。ファイルをコピーしたり移動したりするための、その他の一般的な **DOS** コマンドが含まれることもある。

---

<sup>13</sup> “Oxl”コマンドが認識されない場合には、WindowsのPATH環境変数に、Ox実行形式ファイルの場所を追加する必要がある。

図 5.1 コマンドプロンプト・ウィンドウ

```

c:\. mt7
2050100 1077 1.6 1.4 1.6 2.7 3.1 2.1 1.9 2.0 1.9 2.4 0.0 0.5 7.7
Time taken (minutes): 4.11

C:\E3ME\E3MER In Dan1 Mod\Modifications Asns\Assumptions Scenarios\B_ETS_MT7_S6
Databank Output\ Dan1_MT7_S6 UER\QDAM
Time taken (minutes): 0.00
E3ME data analysis: please wait until completed.

C:\E3ME\E3MER In Dan2 Mod\Modifications Asns\Assumptions Scenarios\B_ETS_MT7_S6
Databank Output\ Dan2_MT7_S6 UER\QDAM
Time taken (minutes): 0.00
E3ME data analysis: please wait until completed.

C:\E3ME>0x1 C:\E3ME\Utilities\0x\joinmre.ox Dan1_MT7_S6 Dan2_MT7_S6 Dan_MT7_S6
0x Professional version 5.00 (Windows/U/MT) (C) J.A. Doornik, 1994-2007

C:\E3ME\E3MER In EnForecast Mod\Modifications Asns\Assumptions Scenarios\B_ETS_M
T7_S7 Databank Output\ EnForecast UER\QF3B
E3ME46 SUMMARY SOLUTION FOR EACH YEAR (See DATA\UER.TMP for details)
Last iteration for 33 region(s) as % change (D) previous year:
DATE IT GHG DGDP DSC DSU DSX DSM DPSH DPCE DPSX DPSM DAW BTRA PBRA UNRA
2007 9 1453 3.2 2.3 4.8 5.9 6.1 6.8 2.7 2.5 1.1 3.3 0.0 1.1 7.2
2008 8 1425 0.4 0.4 -1.9 1.6 1.1 3.9 0.9 2.1 4.3 0.5 0.0 1.1 7.1
2009 10 1334 -4.2 -1.6 -12.4 -11.6 -12.0 -0.1 -2.8 -6.6 -10.1 -1.0 0.0 1.0 9.1
2010 11 1321 2.2 1.4 0.0 10.4 9.9 1.9 2.9 5.0 7.1 3.3 0.0 1.0 9.7
2011 36 1326 1.8 0.5 1.9 6.0 3.9 2.0 2.2 2.9 3.0 2.4 0.0 0.9 9.5
2012 32 1327 0.2 0.0 -0.4 2.4 1.2 1.9 2.0 2.9 3.0 1.5 0.0 0.9 10.0
2013 32 1329 1.4 1.0 1.4 4.8 4.0 1.9 2.0 3.0 3.1 2.2 0.0 0.9 9.9
2014 31 1331 1.8 1.4 1.8 3.3 3.2 2.0 2.0 3.0 3.1 2.5 0.0 0.9 9.1
2015 32 1333 1.8 1.4 1.8 3.3 3.2 2.0 2.0 3.0 3.1 2.5 0.0 0.9 8.5
2016 34 1327 1.8 1.3 1.7 3.4 3.3 2.0 1.9 3.0 3.1 2.5 0.0 0.9 8.5
2017 36 1321 1.8 1.3 1.8 3.4 3.3 2.0 2.0 3.1 3.2 2.6 0.0 0.9 8.5
2018 38 1316 1.8 1.3 1.8 3.4 3.4 2.0 2.0 3.1 3.2 2.6 0.0 0.9 8.5
2019 39 1310 1.8 1.3 1.7 3.4 3.4 2.0 2.0 3.1 3.2 2.5 0.0 0.8 8.4
2020 37 1305 1.7 1.3 1.8 3.3 3.4 2.1 2.1 3.3 3.4 2.6 0.0 0.8 8.4
2021 44 1292 1.6 1.1 1.6 3.4 3.4 1.8 1.8 3.1 3.2 2.5 0.0 0.8 8.4
2022 39 1278 1.6 1.1 1.6 3.3 3.5 1.8 1.8 3.2 3.3 2.5 0.0 0.8 8.4
2023 40 1265 1.6 1.1 1.6 3.3 3.5 1.8 1.8 3.1 3.3 2.5 0.0 0.8 8.4
2024 39 1251 1.6 1.1 1.6 3.3 3.5 1.8 1.7 3.1 3.3 2.4 0.0 0.8 8.4
2025 39 1238 1.6 1.2 1.6 3.3 3.6 1.8 1.7 3.1 3.3 2.4 0.0 0.8 8.4
2026 38 1219 1.6 1.3 1.6 3.3 3.6 1.9 1.8 3.2 3.3 2.4 0.0 0.8 8.4
2027 37 1200 1.7 1.3 1.6 3.3 3.6 2.0 1.8 3.2 3.3 2.5 0.0 0.7 8.4
2028 37 1182 1.7 1.3 1.6 3.3 3.6 2.0 1.8 3.2 3.4 2.5 0.0 0.7 8.4
2029 37 1164 1.7 1.3 1.7 3.3 3.6 2.0 1.9 3.2 3.4 2.5 0.0 0.7 8.3
2030 39 1146 1.6 1.3 1.7 3.3 3.7 2.0 1.9 3.3 3.4 2.5 0.0 0.7 8.3
2031 37 1141 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.1 1.9 2.0 2.0 2.3 0.0 0.7 8.3
2032 37 1139 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.1 2.0 2.0 2.1 2.3 0.0 0.7 8.3
2033 38 1129 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.1 1.9 2.0 2.0 2.4 0.0 0.7 8.3
2034 37 1126 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.1 1.9 2.0 2.0 2.3 0.0 0.7 8.2
2035 38 1121 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.1 1.9 1.9 2.0 2.3 0.0 0.7 8.2
2036 39 1116 1.5 1.3 1.5 2.6 2.9 2.0 1.9 1.9 2.0 2.4 0.0 0.7 8.2
2037 39 1112 1.5 1.4 1.5 2.6 2.9 2.0 1.9 1.9 2.0 2.4 0.0 0.7 8.1
2038 39 1107 1.6 1.4 1.5 2.6 3.0 2.0 1.9 1.9 2.0 2.4 0.0 0.7 8.1
2039 39 1103 1.6 1.5 1.6 2.7 3.0 2.1 1.9 1.9 2.0 2.4 0.0 0.6 8.0
2040 41 1099 1.6 1.5 1.6 2.7 3.0 2.1 1.9 1.9 2.0 2.4 0.0 0.6 8.0

```

### IDIOM スクリプトの実行中

モデルの実行中は、コマンドプロンプトにモデル出力値の要約が表示される（図 5.1）。

モデルが計算する国々の合計値が、以下のような出力値の要約として表示される（最初の行は何ヶ国についてモデルを解いているかを示している）：

- Date : モデル解の年次
- IT : 収束までの計算回数 (5.4 節)
- GHG : 温室効果ガス排出量 (千トン C)      [※CO<sub>2</sub>ではないのか?]
- DGDP : GDP の年成長率
- DSC : 家計消費の年成長率
- DSU : 投資の年成長率
- DSX : 輸出の年成長率

- ・ DSM：輸入の年成長率
- ・ DPSH：国内生産者の国内販売価格の変化率  
(change in price of home sales by local producers)
- ・ DPCE：消費者価格の変化率
- ・ DPSX：輸出価格の変化率
- ・ DPSM：輸入価格の変化率
- ・ DAW：賃金の変化率
- ・ BRA：貿易収支
- ・ PBRA：政府収支
- ・ UNRA：失業率

### モデルの実行を中断する

バッチファイルからの実行中は順にモデルが実行され、最後のコマンドが完了した時に終了する。モデル計算を二つ以上並行で実行することも可能である(マルチプロセッサ PC の場合)。  
[Ctrl]+[C]キーで実行を中断することができる。

モデル変数が前もって定義された範囲を超えた場合、コマンドウィンドウにエラー(およびエラーを起こした方程式)が表示され、モデルは停止する(5.4 節参照)。この場合、後に続くデータ分析も正しく実行されず、たくさんエラーメッセージが表示されることになる。

### モデル実行の繰り返し

コマンドラインには、例えば不確実性を評価したり、モデルの特性を確認したりするために、モデルを何度も実行するための選択肢がある。そのためには、モデルを呼び出すことができる外部ソフトウェアが必要となる。ケンブリッジ・エコノメトリクスでは Ox パッケージ(Doornik 2007)が一般に用いられているが、Matlab や R、Python でもこの目的を果たすことができる。

これによって、望まれる結果が得られるまでモデルを繰り返し実行することができる。例えば、CO<sub>2</sub> 排出量を 10%削減するためにどれだけの税率を設定すればよいかという問いに対し、この方法を用いて答を出すことができる<sup>14</sup>。モデル外部のソフトウェアは、入力値を設定してモデルを走らせ、結果を評価した上で別の入力値を試す。望まれる結果に到達すると、このソフトウェアはその際の入力値を表示する。これによって、モデルのソースコードを書き換えることなく、様々な型式のシナリオを実行することが可能となる。

---

<sup>14</sup> 実際にはこの例では、排出削減目標を排出枠取引制度における許可証発行量と言い換えることができる(5.5 節を参照)。

### 5.3 Windows 用の E3ME インターフェース

#### 序

この版のマニュアルは E3ME フロントエンドのリリース 4.6.0 と、モデルのバージョン 4.6 に対応している (E3ME のヨーロッパ版のみ)。これはケンブリッジ・エコノメトリクスのトレーニングコースを支援すべく設計されている。2014 年末にはフロントエンドの見直しが行われる予定である。

E3ME フロントエンドは Windows 用アプリケーション (Windows XP、Vista および 7 で動作確認済み) で、以下の目的でデザインされている：

- ・ Fortran モデルの立ち上げと実行
- ・ モデル結果の分析と確認
- ・ モデルのパラメタのチェックと分析。

#### 概観と特徴

フロントエンドは、結果を理解するのに必要な国民経済計算の知識を有しながらも、プログラミングの知識を持たない利用者のためのものである。フロントエンドの主な用途に加えて、次のような作業も利用者には可能となる：

- ・ 外生的仮定ファイルの編集(Edit the assumption files)： フロントエンドから仮定ファイルをエディットすることが可能である (File: Open Assumption File、を選択)。注意：これを行うとマスター仮定ファイルが直接変更される。
- ・ シナリオファイルの変更(Change the scenario files)： このファイルには、シナリオ分析のシミュレーションの設定を変える制御変数の値が含まれており、変数の値を変更することができる (File: Open Scenario/Multiplier File, Edit Scenario File、を選択し、値を入力する)。
- ・ データのエクスポート(Export data)： これは、現在アクティブなフォームにある表や、表中の選択部分、あるいはグラフなどを、クリップボードやファイルにエクスポートするものである。ファイルは、表の場合にはコンマ区切りのデータ、グラフの場合は BMP か WMF 形式となる。
- ・ 結果の印刷(Print results)： 表や、表の選択部分、あるいはグラフを印刷することができる。このソフトウェアはカラーのグラフも印刷でき、プリント・セットアップを完全にサポートしている。

#### インストール

E3ME を PC にインストールするには、Windows 2000, Windows XP あるいは Vista か 7 が動くマシンが必要である。プロセサの性能やディスクの容量はそれほどでもないが、ユーザーはローカル C ドライブへのアクセス権が必要である。場合によって、標準的 (かつ無料) な ActiveX controls for Visual Basic を PC にインストールする必要がある (起動時にファイル欠落のエ

ラーメッセージが出た場合)。その際にアドバイスについては、ケンブリッジ・エコノメトリクスにお問い合わせのこと。

インストール時のデフォルト・ディレクトリは C:\e3me\_vb である。これを変更しないことをお勧めする。

<旧バージョンより>

以下の枠内に、インストールのためのメモを示す。

#### E3ME フロントエンドのインストール

1. CD の E3ME\_VB フォルダをローカルディスク(Cドライブ)にコピー。  
注：ソフトウェアが機能するには C:\E3ME\_VB フォルダが存在せねばならない。

2. フロントエンド・グラフィカルインターフェースの動作に不可欠な、Activex コントロール (.ocx)をインストールする。これは広く用いられる Microsoft のファイルであるが、標準的な Windows XP、Vista、7 には含まれていない。

コントロールをインストールするには、CD の “To system 32” フォルダに含まれるファイルを C:\Windows\System32 にコピーせねばならない。64 ビット版の Windows を利用している場合には、C:\Windows\SysWOW64 にコピーする。ローカルドライブに含まれていなかったファイルのみコピーし、既存のファイルを決して上書きしてはならない。

3. ActiveX コントロールファイルをコピーした後で、これを登録(register)する必要がある。

Windows XP: System32 フォルダ内の vbctrls.reg をダブルクリックし(これにより、追加された.ocx ファイルが登録される)、コンピュータを再起動する。

Windows Vista: コマンドプロンプトを右クリックし「管理者として実行」する。そして C:\E3ME\_VB フォルダ内のバッチファイル(vbreg.cmd)を起動する(コマンドプロンプトに c:\e3me\_vb\vbreg と入力し Enter キーを押す)。ただし、これは 64 ビット版の Windows の場合である。32 ビット版を用いている場合には、notepad 等でこのファイルを編集し、C:\Windows\SysWOW64 の部分を C:\Windows\System32 と書き換えておく必要がある。

この方法以外に、コマンドプロンプトから以下の命令を入力することで、手作業で.ocx ファイルを登録することができる:

32 ビット版の場合

```
regsvr32 C:\Windows\System32\<name>
```

64 ビット版の場合

```
regsvr32 C:\Windows\SysWOW64\<name>
```

E3ME フロントエンドに必要なファイルは以下のとおり(上記の<name>を置き換える):

threed32.ocx, grid32.ocx, spin32.ocx, anibtn32.ocx, gauge32.ocx, keysta32.ocx, msoutl32.ocx, msflxgrd.ocx, graph32.ocx, comdlg32.ocx

Windows 7: インストール手順は Vista の場合と同じである。

登録に成功すれば、モデルフロントエンドは利用可能となる。

## E3ME フロントエンドを利用する

E3ME のフロントエンドを開くと、まずは無地の画面が現れる (図 5.2)。

ほとんどの機能は、File: Open あるいは、ツールバーの Open ボタンで見ることができる。

それらは：

- ・ 結果ファイル(Results files)と比較フォーム： モデル出力を検討するのに用いる。
- ・ パラメタの頻度分布と値(Parameter frequency distributions and values)： E3ME の方程式のパラメタを確認するのに用いる。
- ・ 仮定ファイルと仮定セット(Assumption files and sets)： モデル入力を変更するのに用いる。
- ・ シナリオファイル(Scenario files)： 政策ケースをモデル化するのに用いる (現在は multiplier files はサポートされていない)
- ・ モデルを解くスクリプト(Model solution scripts)： モデルを走らせるのに用いる。

以下のセクションで、それぞれを詳しく説明する。

図 5.2 当初の画面

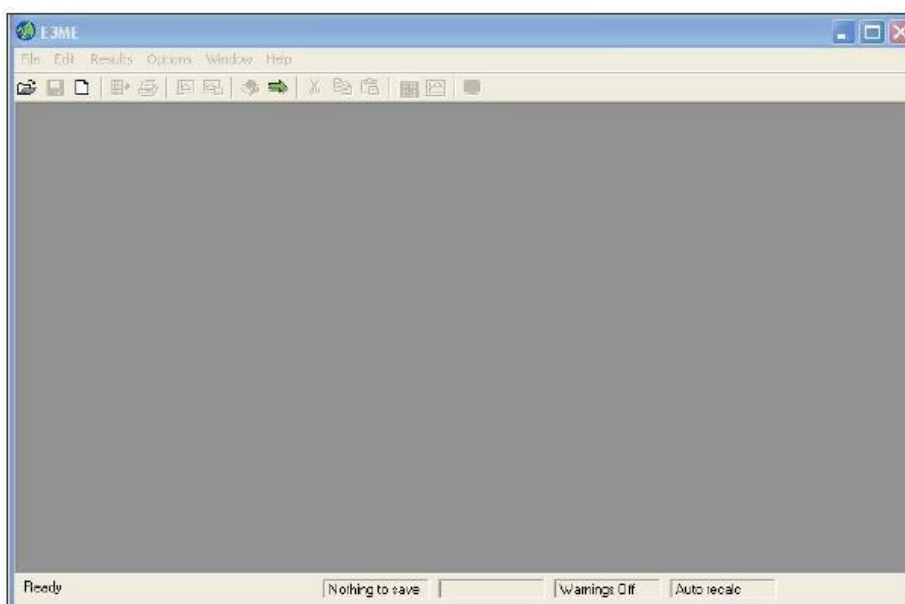
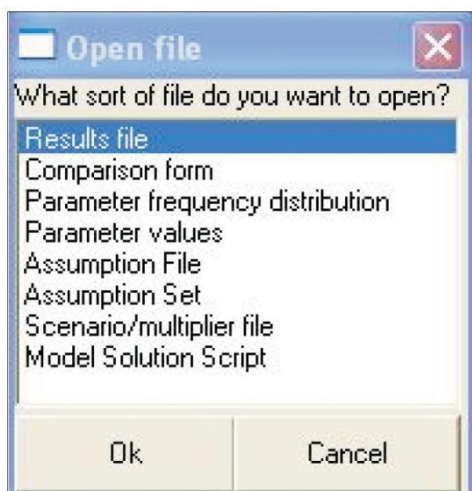


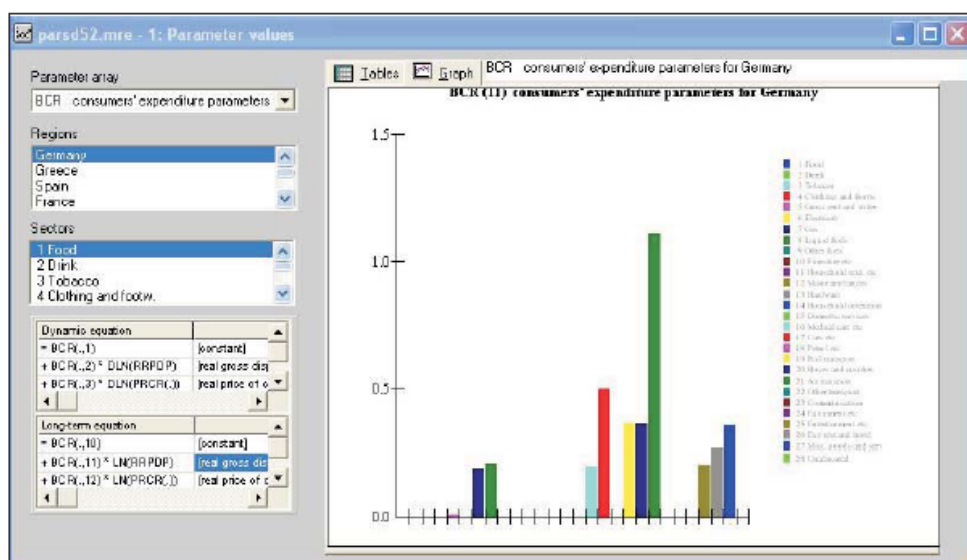
図 5.3 Results Files を開く



### フロントエンドを用いてパラメタを確認する

「パラメタ」とは、モデルにおける変数間の関係にかんする観察不能な値の推定値である。パラメタは過去の時系列データを用いて、カスタマイズされた Ox ソフトウェアによって推定する。そのため、フロントエンドではパラメタを変更することはできない。しかし、パラメタを個別に確認することは可能であり、Open メニューのオプションを選択して、パラメタ値の頻度分布を生成することはできる。これらは部門別・地域別に表示が可能である（図 5.4）。

図 5.4. パラメタの値



## 個々のパラメタの表示

- 1 パラメタを確認するには、File メニューから、Open Parameter values を選択し、ダイアログ・ボックスで該当するファイル (c:\¥e3me\_vb¥parsd52.mre) を選ぶ。
- 2 パラメタ変数を選択する。選択した地域とパラメタ列変数(parameter array variable)について、各部門のパラメタの表が生成される。値の棒グラフを示すには、表示したいパラメタの数で選択し、graph タブをクリックする。

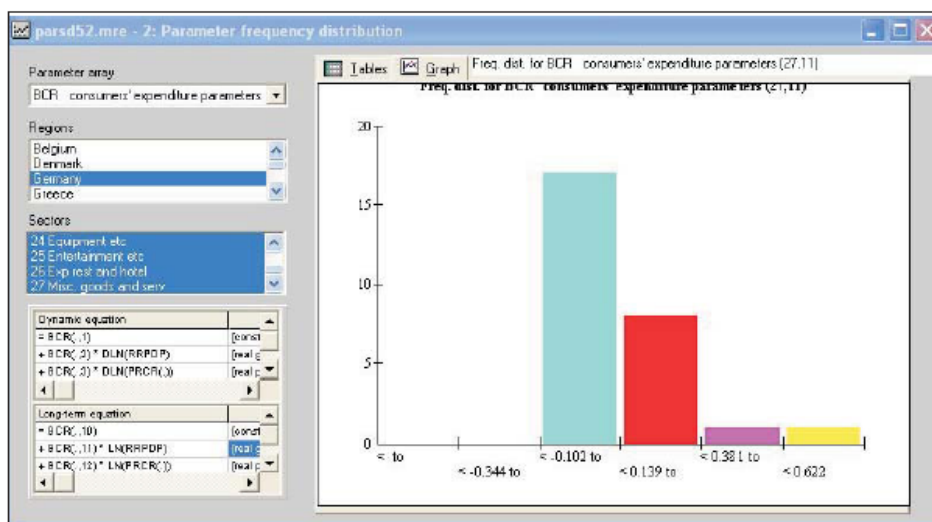
スクリーン上に余白があれば、グラフの凡例を表示することもできる。Results:Regional と Results:Sectoral のいずれが選択されたかに応じて、リスト内の部門または地域と同じ順序で、コラムが表示される。

## 頻度分布

パラメタ値の頻度分布を作成するには：

- 1 ファイルを選択する。File:Open Parameter Frequency Distribution として、ダイアログボックスで適当なファイル (parsd52.mre) を選択する。
- 2 分布に含めたいパラメタ列と地域、部門を選択する。
- 3 Parameter Index list から、分布を生成させたいパラメタの数を選択する (図 5.5)。

図 5.5 頻度分布

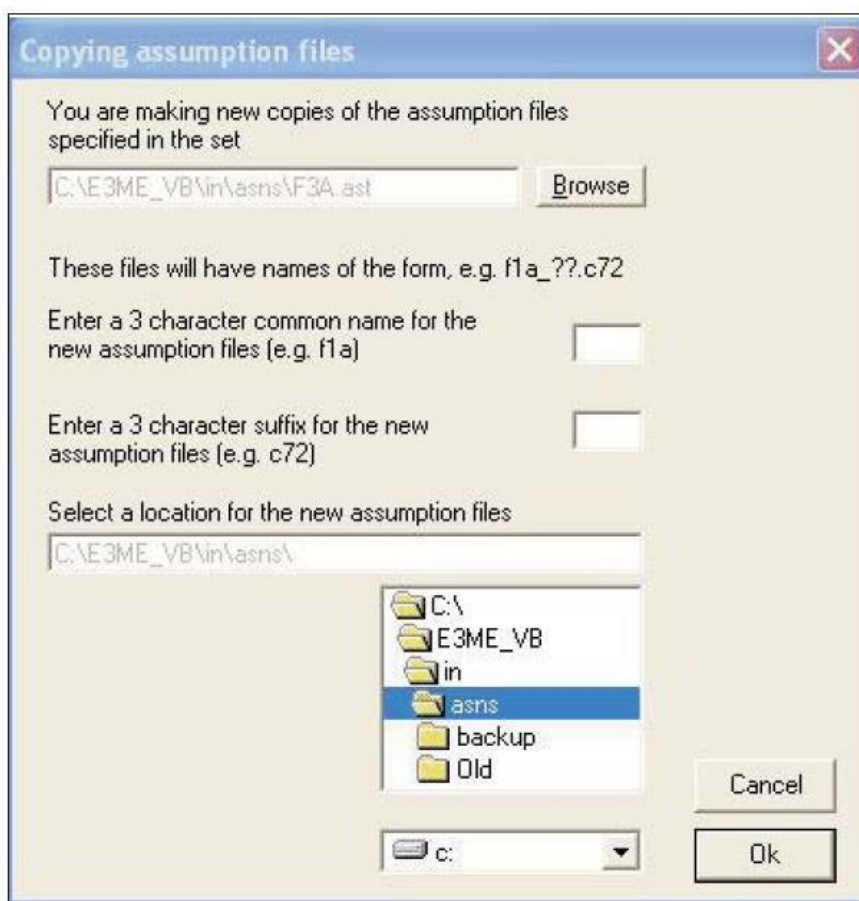


## フロントエンドを用いた仮定ファイルの編集

新たなセットの仮定ファイルを作成したら、ユーザー自身の仮定ファイルや、E3ME と共に提供されたオリジナルの仮定ファイルを変更することなく、安全にこれを編集することができる。仮定セットを作成するには、File メニューで New Assumption set を選択する。その際、既存の仮

既定セットを選択してコピーを作成したいかどうかが問われる。Yes を選択すると、表示された Open ダイアログから、既存の既定セットを選択するよう求められる。求めるファイルを選択して Open をクリックすれば、図 5.6 のような画面が表示される。

図 5.6 既定セットを作成



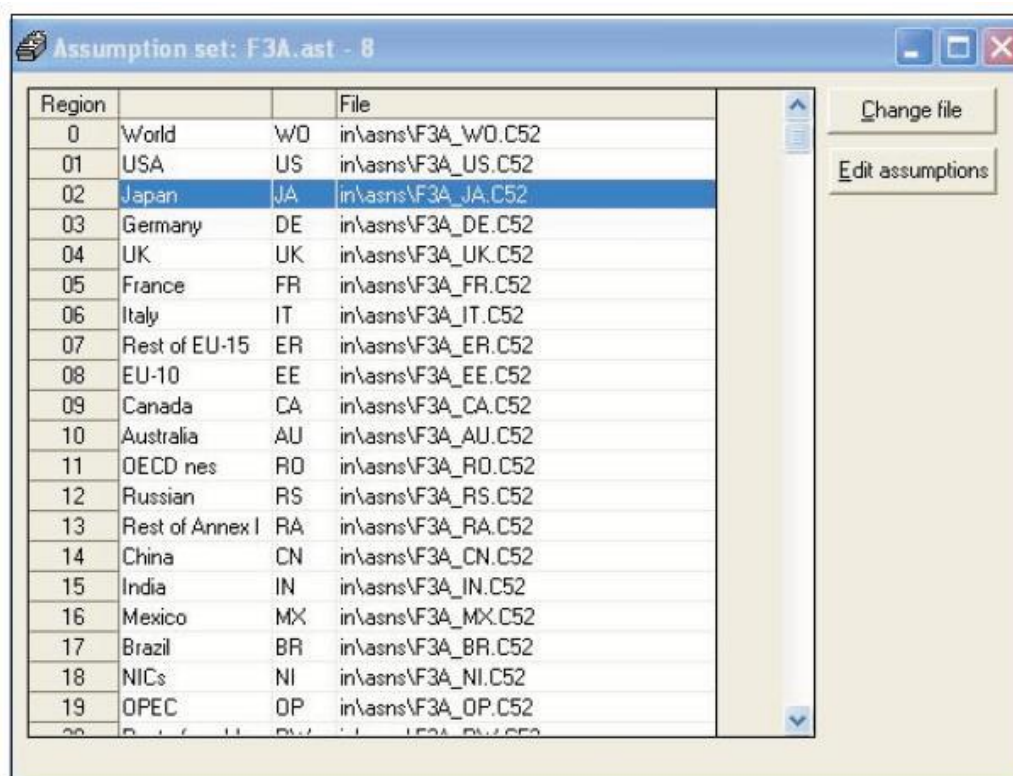
### 既定セットの作成

表示された既定セットの全ての既定ファイルについて、新たなコピーを作成するには、ファイル名の根幹と拡張子を選択すればよい。根幹の名前として f3a を選択し、拡張子として .c91 を選択すれば、f3a\_be.c91, f3a\_dk.c91 などといった既定ファイルが生成される。この段階で、コピー元のファイルを変更することも、新たな既定ファイルが置かれる場所を変更することも可能である。

E3ME とともに提供される既定セットは、c:\e3me\_vb\in\asns というディレクトリのなかに、F4A.ast として格納されている。これは、提供されたベースライン予測のための基本的既定セットである。

特定の地域に関する仮定ファイルを変更するには、**Change File** ボタンをクリックする。ダイアログボックスが表示され、既存のファイルを選択するか、新たなファイル名を入力することができるようになる。慣例として、仮定ファイルは `nnn_rr.cxx` という形の名前が付けられている。`cxx` はセット内の全てのファイルに共通のコードであり、`rr` は地域名を表す略号（図 5.7 参照）、`xx` は予測番号を意味する（例えば、91 は 2009 revision 1）。

図 5.7 仮定セット



`save` ボタンをクリックするか、メニューバーの **File** → **Save** を選択することによって、仮定セットはいつでも保存することができる。その際、適切なファイル名を付けるよう求められる（拡張子 `.ast` は固定されている）。**Close** をクリックした時にも、仮定ファイルを保存するかどうかを確認される。後に再編集のために仮定セットを開くには、**File** → **Open** → **Assumption Set** を選択する。

### 仮定ファイルの編集

仮定ファイルを編集するには、**File** → **Open** → **Assumption Set** を選択するか、仮定セットウインドウからファイルを選択し、**Edit assumptions** をクリックする（図 5.8）。

各セルの内容を変更するには、変更させたいセルまで、カーソルを移動させるか、マウスでクリックして、新たな値を入力し、**return (enter)**を押す。他のセルに移動する前に **return** を押

さなければ、仮定の値が変更されないかもしれない。Return を押すとカーソルが自動的に（あなたが作業している方向で）次のセルに移動する。

図 5.8 仮定ファイルを編集する

| 01 YEAR              | BE | 2000  | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010 |
|----------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 02 WREX01            |    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.0  |
| 03 WRPX01            |    | 1.130 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.143 | 1.1  |
| 04 WRSR01            |    | 0.044 | 0.043 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.033 | 0.0  |
| 05 WRLR01            |    | 0.056 | 0.051 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.050 | 0.0  |
| 06 WGDP01_MA05       |    | 4.028 | 0.991 | 0.800 | 1.200 | 2.300 | 2.300 | 2.500 | 2.200 | 2.000 | 2.000 | 2.1  |
| 07 WHUD01_MA12       |    | 1.400 | 1.700 | 1.800 | 1.700 | 2.100 | 1.900 | 1.800 | 1.400 | 1.500 | 1.600 | 1.6  |
| 08 WRSR01_MA02       |    | 2.542 | 2.290 | 2.062 | 2.156 | 2.250 | 2.344 | 2.437 | 2.531 | 2.625 | 2.719 | 2.8  |
| 09 GW01_DEFENCE      |    | 0.066 | 0.060 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.062 | 0.0  |
| 10 GW02_EDUCATION    |    | 0.276 | 0.276 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.274 | 0.2  |
| 11 GW03_HEALTH       |    | 0.293 | 0.299 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.303 | 0.3  |
| 12 WTR01_TAX_G&S     |    | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.363 | 0.3  |
| 13 WSVT01_TAX_VAT    |    | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.210 | 0.2  |
| 14 WDR01_TAX_INC     |    | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.431 | 0.4  |
| 15 WTR01_TAX_TRADE   |    | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.0  |
| 16 WBNR01_SUBS&TRANS |    | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.400 | 0.4  |
| 17 WSSR01_SS_TOTAL   |    | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.160 | 0.1  |
| 18 WERS01_SS_FRS     |    | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.098 | 0.0  |
| 19 WRPO_POP_TOTAL    |    | 0.230 | 0.208 | 0.102 | 0.173 | 0.173 | 0.173 | 0.122 | 0.122 | 0.122 | 0.122 | 0.1  |
| 20 PAR1_M_CHILD      |    | 0.069 | 0.068 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.067 | 0.0  |
| 21 PAR2_F_CHILD      |    | 0.065 | 0.064 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.063 | 0.0  |
| 22 PAR3_M_WORK_AGE   |    | 0.334 | 0.334 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.335 | 0.3  |
| 23 PAR4_F_WORK_AGE   |    | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.327 | 0.3  |
| 24 PAR5_M_OLD        |    | 0.067 | 0.068 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.069 | 0.0  |
| 25 PAR6_F_OLD        |    | 0.098 | 0.098 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.099 | 0.0  |
| 26 LRP1_M_PARTN_RATE |    | 0.737 | 0.734 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.733 | 0.7  |
| 27 LRP2_F_PARTN_RATE |    | 0.521 | 0.521 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.526 | 0.5  |

### フロントエンドからの E3ME の実行

フロントエンドを用いて、利用者はフルモデルを実行し、過去に関する計算結果や予測結果を得ることができる。一連の実行命令を設定しておき、自動的に仮定や政策入力値を変えて連続的に実行させることもできる。この一連の実行命令は **solution** スクリプトの中に設定される。これらのスクリプトは最小限のプログラミング言語のコマンドから構成され、複雑な実行命令を構築できるようにしたものである。

以下のようにして、与えられたベースライン計算の一つを実行する：

1. **Select File** → **Run**、またはツールバーの緑色の矢印をクリックする。
2. 表示されるリストから実行したい **solution** スクリプトをダブルクリックする。ベースライン用スクリプトはこの中に含まれているはずである。もしリストに欠落があれば、**Locate New File** を選択し、**%scripts** ディレクトリを選択すること。
3. **solution** スクリプトを開いたのち、**run** ボタン（緑信号のアイコン）をクリックするか、メニューバーの **File:Run** を選択する。

## フロントエンドを用いた E3ME の実行の概観

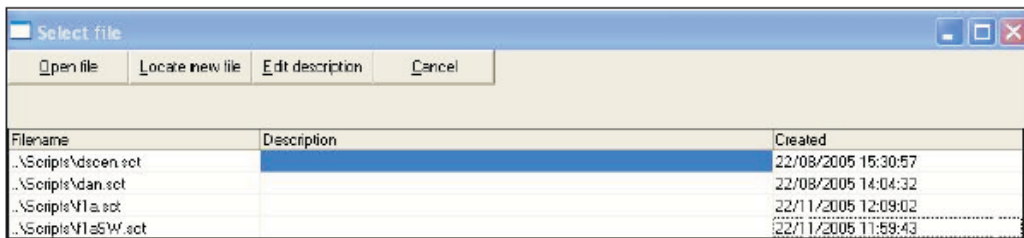
モデルを実行するステップは次の通りである：

1. 上述の仮定セットを作成する。モデル内の各地域（および世界）の仮定セットは、各々の仮定ファイルに関連づけられている。仮定セット F4A.ast は E3ME とともに、c:\e3me\_vb\in\asns ファイルに格納されており、プログラムのこの部分をデモンストレーションしたり、ベースラインとして用いることができる。
2. 各地域の仮定ファイルを編集し、必要な値を含める。
3. シナリオファイルを作成する。あるいは、提供された BIN.idiom を用いる。
4. モデルを実行するために、ソリューション・スクリプトを選択して、新たな仮定セットとシナリオファイルを利用すべく編集し、新たな出力ファイル名を選択する。。
4. スクリプトを実行する。

### ソリューション・スクリプト(Solution Script)の選択

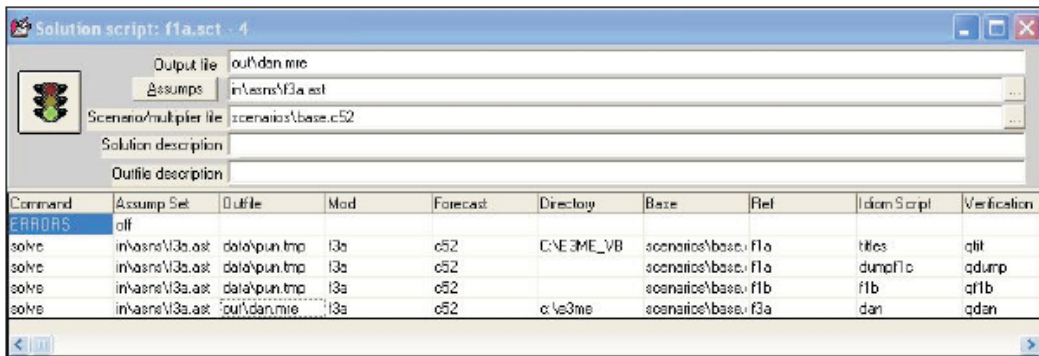
ソリューション・スクリプトとは、プログラムの **Model-Solution section** に渡される一連のコマンドのことである。モデルがどのように実行されるかによって、用いられるコマンドは異なる。様々な仕事を実行するために、複数のソリューション・スクリプトがフロントエンドと共に提供されている。アクティブ・ウィンドウがソリューション・スクリプトでないことを確認した上で、**File→Run model** を選択するか、**Run Model** ボタンをクリックする（ツールバーの緑色の矢印である）。すると、ソリューション・スクリプトのリストと説明が表示される。あるいは、**File→Open→Model Solution script** を選択すれば、直接ひとつのソリューション・スクリプトを開くことができる。実行したいスクリプトを色づけして、ダブルクリックするか、**return (enter)**を押すか、**Open** をクリックする。

図 5.9 ソリューション・スクリプトの選択



それ以外のスクリプトは、**Locate new file** を選択すれば見つけ出すことができる。ソリューション・スクリプトは図 5.10 のように表示される。

図 5.10 ソリューション・スクリプトをエディとする

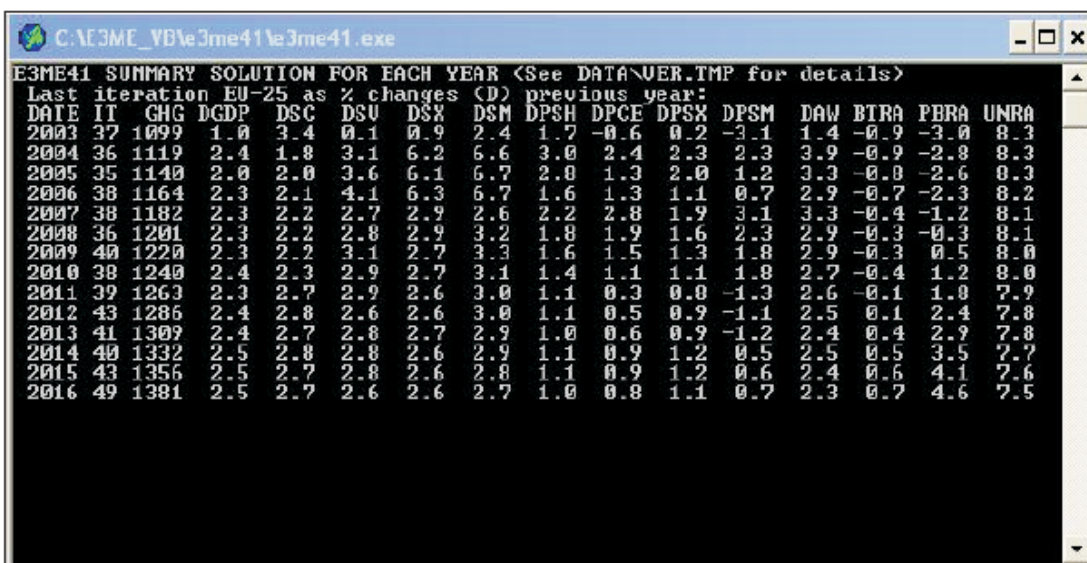


Assumption box の中で、仮定セットのファイル名を、あなたがモデルを実行するのに用いたい名前に変更する。Assump ボタンをクリックし、システムをブラウズすることができる。Output file box の中で、あなたが結果を格納したいファイルの名前を入力する。このスクリプトを実行するには、File→Run を選択するか、ツールバーの矢印ボタンをクリックするか、ソリューション・スクリプト・ウィンドウにある大きな「交通信号」ボタンをクリックする。

#### フロントエンドからソリューション・スクリプトを実行する

スクリプトを実行するには、時間軸と PC の性能によって、ある程度の時間がかかる。全ての地域を同時に解くソリューション・スクリプトは、1 国について解を得る場合よりも、長い時間がかかる。スクリプトが実行されているあいだ、モデル出力値の要約を表示する画面が現れる (図 5.11)。

図 5.11 スクリプトの出力



出力値の要約は：

- Date：モデル解の年次
- IT：収束までの計算回数（5.4 節）
- GHG：温室効果ガス排出量（千トン C） [※CO<sub>2</sub>ではないのか？]
- DGDP：GDP の年成長率
- DSC：家計消費の年成長率
- DSV：投資の年成長率
- DSX：輸出の年成長率
- DSM：輸入の年成長率
- DPSH：国内生産者の国内販売価格の変化率  
(change in price of home sales by local producers)
- DPCE：消費者価格の変化率
- DPSX：輸出価格の変化率
- DPSM：輸入価格の変化率
- DAW：賃金の変化率
- BRA：貿易収支
- PBRA：政府収支
- UNRA：失業率

実行されている地理的範囲について、出力値が示される（世界全体、EU、あるいは1国）。

### フロントエンドを用いてモデルの出力値を評価する

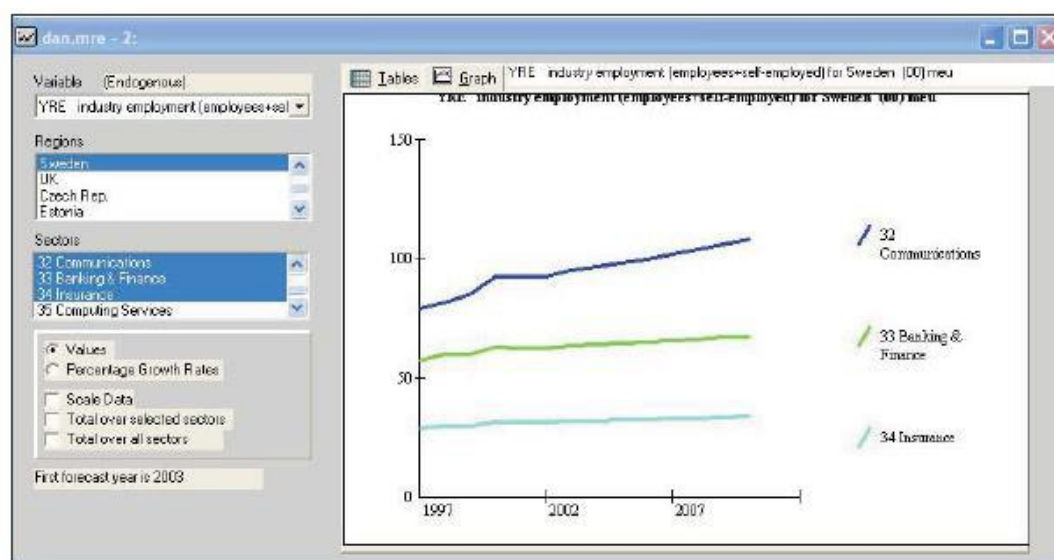
モデルが実行されるたびに.mre ファイルの中に出力値が記録される。これらの結果ファイルのひとつを開くには、File → Open → Results file を選んで OK をクリックする。すると、ファイルを選択するよう求められる。出力値ファイルはデフォルトの C:\e3me\_vb\out\ ディレクトリに拡張子 “.mre” 付きの名前で保存される。

- 1 モデルの出力ファイルを検討するために、まずそのファイルを開く。ここで1つのファイルが初めて選択された時には、巨大なデータファイルにインデックスが作られ、以後、速やかにデータにアクセスできるようになる。選択されたファイルに関する情報が示されたウィンドウが現れる。
- 2 Results メニューでの選択によって、データは部門別ないしは地域別に検討できる。地域別の分析の場合、ウィンドウ内で検討したい変数を選択する。そして、分析したい地域を選択する。すると、選択された変数について、各部門についての表が示されるが、値は選択された地域について合算されている。注意すべき点は、この単純合計には意味がない場合もあり、

またいくつかの変数については提示されないこともあり、そのため、無効にすることもできる。例えば、労働参加率や価格指数などを合計しても意味がない。とはいえ、これによってユーザーは、例えばEUなど、地域の総計データを作成することができる。特定部門のデータのグラフを見るには、該当する部門をクリックする(複数の部門を見るには、shift や control を押しながらマウスをクリックする)。その後、フォームの上部にある graph ボタンをクリックする。選択された部門の総計や、全ての部門の総計を含めるには、フォームの左下部分にあるボックスにチェックを入れる。

- 3 グラフには、表に含まれる値(図 5.12)か、前年比成長率のいずれかを表示できる。グラフや表のスタイルを変更するには、Display options ボタンをクリックするとよい(ツールバー右端の、PC 画面のアイコンである)。

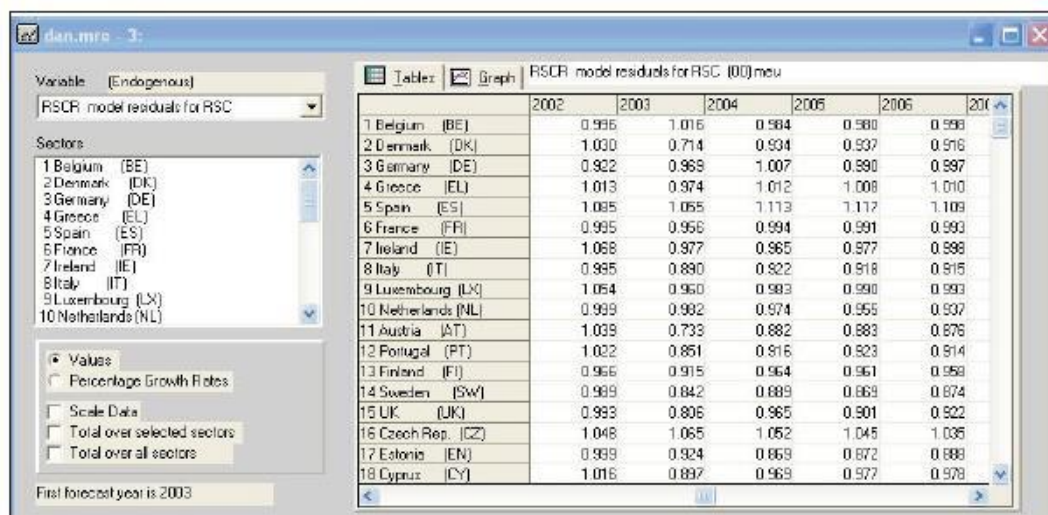
図 5.12 指標を表示する



- 4 部門別の分析を実施するには、Results→Sectoral Analysis を選択する。上で述べた手順は同じように当てはまるが、部門と地域の意味は逆転する。例えば、「複数部門を合計する」が「複数地域を合計する」ということになる。
- 5 フロントエンドを用いてデータのスケールを変えることもできる。Scale data というチェックボックスをクリックすれば、グラフ上の折れ線のデータが単純に  $y=Ay+B$  という形で線形変換される。そのさい、データの平均と分散が同じ値 (1) になるように、A と B が自動的に決定される。
- 6 マクロ変数には2つのタイプがある。部門別ないしは地域別に分割(breakdown)されているものの、その両方で分割されていないものは、変数リストからその変数を選択すれば、余計なリストは無効にされる(図 5.13)。全く分割できないマクロ変数は Macr Macrovariables table

の名前の下に表示され、画面の左上近くにある **variable** プルダウンメニューから選択できる。  
**Macro** 表の各列は、**Output** ファイルから様々なマクロ変数を表示することになる。

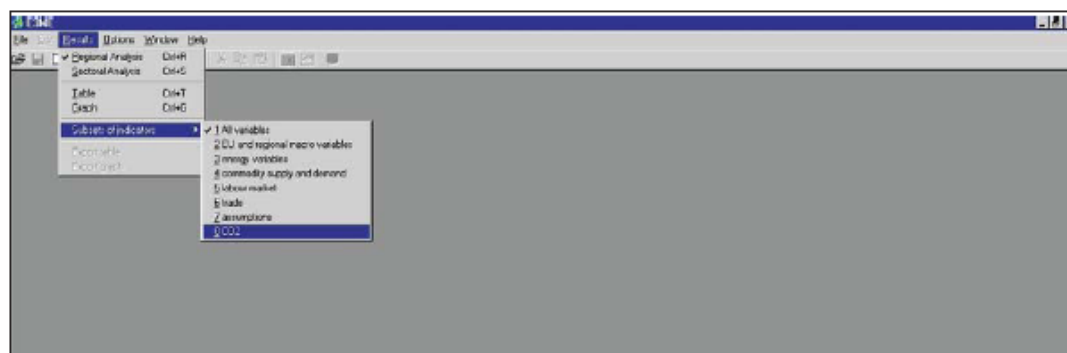
図 5.13 総計変数を表示する



### 変数サブセットを用いて結果を単純化させる

結果を評価しやすくするために、**Indicator Variables** リストに現れる変数を、あらかじめ定められたサブセット（下位集合）に制限することができる。サブセットを変更するには **Results** → **Subset** を選択し、表示したいサブセットをクリックする（図 5.14）。

図 5.14 様々なサブセットを選択する



**Options** → **Edit Variables Subsets** を選択して、利用者は独自のサブセットを作成することができる。

既存のサブセットを変更するには、編集したいサブセットの名前をドロップダウン・リストから選択する。このリストから変数を削除するには、右側のリストから変数を選択し、**Delete**

Variable をクリックする。変数を追加するには、左側のリストから変数を選択し、Add Variable をクリックする。あるいは、Add Wildcards をクリックして、変数名を打ち込むこともできる。Pattern matching を含めることも可能である。例えば“C\*”と入力すればCで始まる全ての変数が、“?R??”と入力すれば、名前の二文字目が R の変数が全て含まれることになる。

サブセットを追加するには、Add Subset をクリックし、サブセットの名前をタイプする。その後、新たなサブセットに、上記と同様に変数を追加する。

サブセットを削除するには、削除したいサブセットをドロップダウン・リストから選択して、Delete Subset をクリックする。

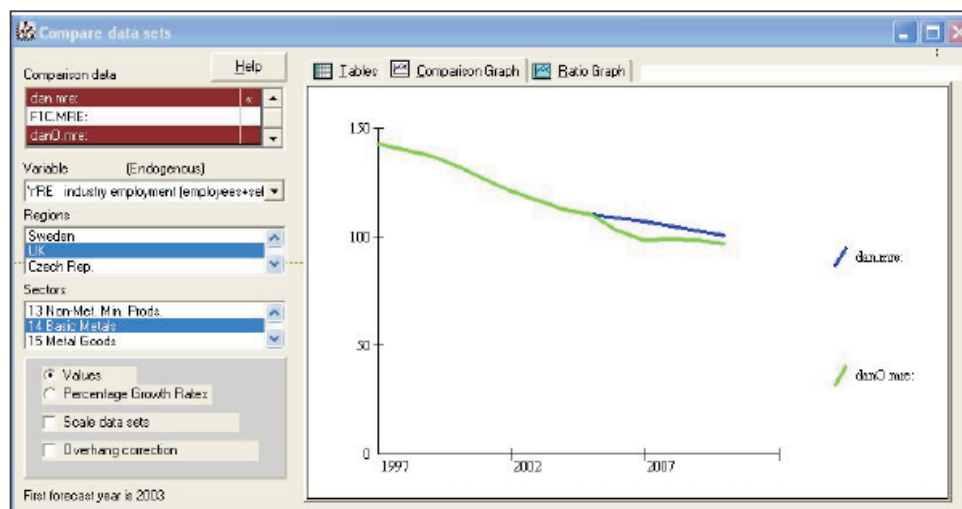
変更を保存するには、OK をクリックする。変更をキャンセルするには Cancel をクリックする。E3ME セッションが移るごとに、これらの変更が保存される。

### 二つ以上のモデル実行結果を比較する

二つ以上の出力値ファイルのデータ（例えばベースラインとシナリオ）を、同じグラフや表の中で比較することも可能である。それには、File → Open → Comparison を選択する。ただしそのためには、File → Open → Results File → Locate New File を選んで個別にファイルを開いておく必要がある。

- 1 Comparison フォームでファイルを開いたことがあれば、左側にある Comparison data ボックスで、比較したいデータをハイライトし、ファイル名をクリックすればよい（図 5.15）。
- 2 このメニューの中で、ベースライン・ファイル（他の結果を比較する基準としたいファイル）に矢印が示されているかを確認する。同じボックスの分割線の右側をクリックすれば、ベースライン・シナリオを設定できる。
- 3 あとは単に評価したい変数と、地域および部門を選択すればよい（これは、変数の分割され方による）。

図 5.15： 異なるデータセットの比較



- 4 結果は様々な方法で比較できる。Tables を選ぶと 2 種類の方法で結果が表示される。1 つは結果の値の絶対的な水準であり、もう一つはベースラインからの乖離率 (%) である。同様に、Comparison Graph を選択すると、結果の値の絶対的な水準の折れ線グラフが表示され、Ratio Graph を選択すると、ベースラインからの乖離率が表示される。

### 結果のエクスポート

アクティブな表やグラフのデータは印刷したり、ファイルやクリップボードにエクスポートできる。Export を選択するか、export ボタンをクリックすればよい。

表からエクスポートする範囲を選択するには、マウスの左ボタンをホールドしてドラッグするか、抜き出したい範囲の一つの角をクリックし[shift]をホールドして、もう一つの角をクリックすればよい。

Export ボタンをクリックすれば、アクティブなグラフあるいは表がエクスポートされる。1 つのセルではなく範囲が選択されている場合には、表全体ではなくその範囲がエクスポートされる。Export Data を選択すれば、一連の選択肢が表示される。

表やグラフを印刷する上でも、十分な支援が用意されている。エクスポートと同様の方法で印刷すべき範囲を選択し、Print を選択する。Print Setup を用いれば、プリンタの設定を変更できる(どのプリンタか、用紙の向きは、など)。

### フロントエンドで E3ME モデルを走らせる

現在の E3ME フロントエンドのバージョンで、様々なシナリオを分析することができる。以下で簡単にその特徴を説明する。

シナリオ分析とは、異なる仮定の下でモデルを解き、結果を比較するシミュレーション分析のことである。典型的には、まずベンチマークの結果を得るためにベース・ランを解く。その次に、ベース・ランとは異なる仮定や入力値を用いて再びモデルを解く。2 つの結果を比較して、政策や出来事の影響を示したり、モデルの動学的な特性を明らかにするのである。

E3ME では、モデルに一連の「変更点(control)」を設定することによって、分析が行われる。その「変更点」とは、0 か 1 の値をとる「スイッチ」か、パーセンテージ・ポイントや税率などの「数値」である。モデルには、重要な「変更点」についてのデフォルト値が含まれており、対応する control files に格納されている。ユーザはこの値を変更して、新たなシミュレーションを実施することができる。

フロントエンドを用いて E3ME に様々な入力値(inputs)を入力するには、2 つの方法がある。それは、仮定ファイルを変更することと、scenario input files を変更することである。

デフォルトの開始年は 2011 年であり、2050 年までモデルが解かれる。シナリオ・スクリプトを実行するには、ベースラインを解くのと同じ手続きをふむ。シナリオの出力値(output)も同じ方法で見ることができる。2 つ以上のモデル・ランを同じ方法で比較し、シナリオの結果を分析することができる。

## E3ME フロントエンドでシナリオ入力値ファイルを変更する

シナリオの入力値を変更するには、File→Open を選択し、Scenario files を選択する。上部にあるプルダウン・メニューから、シナリオファイル内の様々な変更点(controls)にアクセスできる。

シナリオ・ファイルのオプションは第 3.6 節で説明した。

## 5.4 モデルはいかに解かれるのか

本節では、コンパイルされたモデルプログラムの中での計算プロセスを詳述する。利用者はふつう計算プロセスを理解する必要はないが、モデルが解けない場合にそれを解決するために、基本的な知識があると助かるだろう。そこで、その輪郭を説明する。

### 反復計算のループ

第 2 章で、E3ME における同時決定や相互作用のループを説明した。全ての方程式を連立方程式体系として一度に解くことは理論的に可能かもしれないが、モデルがあまりに複雑なので反復計算が行われている。

モデルの解法は Gauss-Siedel の反復計算であり、前年の値を初期値として、前もって定められた順序で様々な方程式セットを解いてゆく<sup>15</sup>。いったん方程式が解かれると、全ての手続が繰り返され (iteraton)、選ばれた複数の変数の値の変化幅が計算される。反復を繰り返すごとに変化幅は急速に小さくなってゆく。変化幅が十分に小さくなった時に、解は「収束した」とみなされる。

計算が行われる間に verification file の中に、以下のような情報が書き込まれる：

- (1) 反復計算の際に解の変化幅が非常に大きくなった場合、その値、
- (2) 計算の最後まで収束しなかった値、
- (3) 反復計算の 2 点において最大の変化幅を記録した 30 の変数<sup>16</sup>、
- (4) 複数の解がありうる場合。

### 計算上の問題

E3ME のように大型で複雑な非線形モデルにおいては、ときにモデル解の収束や安定性に問題が生じることは避けられない。計算の失敗には一般に 2 つの理由がある：

- ・爆発的挙動：前もって定めた限界を突破するまでモデル変数が増加を続ける場合、
- ・非収束：モデルが二つの計算結果の間を往復して収束しない場合。

<sup>15</sup> 解を定める上で方程式の順序は重要ではない。しかし、計算速度と解の安定性のために、おおかた第 4 章で関数を示した順序に従っている。

<sup>16</sup> IDIOM スクリプトの ITR1 あるいは ITR2 (反復数) 変数によって選択する。

モデル変数が限界を超えた場合、どの変数で、どの地域で、どの部門で限界を超えたのかがエラーメッセージに示される（また、**output diagnostics file** に記録される）。これは原因よりも症状を示すものに過ぎないが、利用者はこれを問題解決に役立てることができる。

反復計算の数の上限（ふつうは 100 回）を超えるまで解が出なかった場合に、非収束という結果となる。上述のように、**verification file** の中から問題解決の鍵となる情報が得られるであろう。

### よくあるエラーの除去

開発者はこの二種類の失敗を診断し、可能な限り解決するための方法を開発した。問題の原因はデータのエラー、**Fortran** コード、あるいは指定値に含まれているかもしれない。第一に、エラーをチェックして除去すべきである。データ、パラメタ、プログラミングにおきまりのエラーが無いことを確認するには、モデルを解く前に以下の一連の手続に従って確認しておくといよい：

- ・データ上のエラーの例：価格がゼロである：細分化されたエネルギー需要を合計しても総エネルギー需要に一致しない；雇用がゼロの場合に賃金が支払われている；不変価格がゼロであるにも関わらず経常価格がゼロでない（暗示的価格が無限となる）。
- ・パラメタのエラー：モデル変数とパラメタ推定に用いられる変数に乖離がある場合
- ・モデルのエラーの例：同じ変数に値が繰り返し加算されて計算が収束しない場合；モデルの別の場所で同じ変数が計算され別の結果を出している場合。

### モデル定式化の代案

これらのチェックを全て行った後でも、パラメタの値が極端であったり、別の方程式に含まれるパラメタの組み合わせが悪いことによって、モデル計算が妨害されることがある。デフォルトの計量方程式（第 4 章に示したもの）をもっと単純なものに変更することによって、こうした問題を突き止め、解決することができる。代案として以下のようなものがある：

- ・**SHAR**：特定のモデル変数が、同地域・他部門の同じ変数に従って変化するようにする。
- ・**RATE**：特定のモデル変数が、他地域・同部門の同じ変数に従って変化するようにする。
- ・**EXOG**：特定のモデル変数を変化させず、データバンクの値で固定する。

関数の定式化は **Excel** のスプレッドシートに設定されている。**CSV** ファイルにエクスポートして読むことができる。**Excel** ファイルは **C:\¥E3ME¥In¥Switches** ディレクトリにある。

一般に、定式化を変える場合には相当の注意が必要である。例えば、**RATE** 方式は 1 地域のみの計算をするには適さない。また理論的理由がない限り、変数を外生的に固定するのはモデルをテストする場合に限るべきである。

個々の方程式集合についても、代替的な定式化は可能である。

### よくある障害（出力値がゼロになってしまう場合）

しばしば過去のデータやパラメタにモデルの不安定性の原因があるが、モデル計算途中の問題としては、モデル変数の値がゼロに向かうという現象がある。とりわけ特定の部門の生産量(QR)がゼロに近づくと、ある種の比率（当該部門の価格や労働生産性）が不安定になる：

$$QR = QRY + QRC + QRK + QRG + QRX - QRM + QRR$$

この式では、右辺の各項は中間需要と最終需要の各項目であり、輸入は負の値で加えられ、カリブレーション残差 QRR (3.5 節参照) が追加されている。そのため、輸入が大幅に増加すれば、生産量がマイナスになるのは明らかである（ソフトウェアは生産量がマイナスになることを許していない）。

値がゼロに近づくとモデルが崩れるか、非収束となる。たった一つの部門でも計算に問題を引き起こすので、部門や地域が細かく分割されるほど計算が不安定になることは想像に難くない。

### それ以外の障害（雇用量がゼロとなること）

非収束の理由として他に重要なのは、モデル内のある地域で完全雇用に達することである。この場合、失業率の影響が他の方程式の値を劇的に変化させ（失業率の対数が用いられているため）、収束計算ごとに解が大幅に変化する。この問題は、失業率がマイナスにならないように設計された特徴（失業率の下限はゼロと設定されている）によってさらに深刻なものとなる。ある収束計算から次の収束計算に移った時に、この下限から解が反発することがあるのである。同様の問題は、いずれかの部門の生産量がゼロに近づくと起こる。この場合、僅かな値の変化も、正常生産額方程式で用いられている相乗平均において大幅に増幅され、正常生産額は地域ごとに、また他地域の部門ごとに大幅に変動する。

完全雇用による非収束は解決が難しいので、雇用が増えるようにモデルや仮定に変更を加える場合には、この問題が起こりやすいことに注意すべきである。実際の経済のパフォーマンスにおいても極めて失業率が低くなると不安定化する傾向があるが、これがモデリング上の問題の根っこにあると言える。ある部門の生産量がゼロに向かうという問題についても、同様の注意を払うべきである。

## 5.5 典型的な政策シナリオ

この節では典型的な4つのシナリオについて説明する

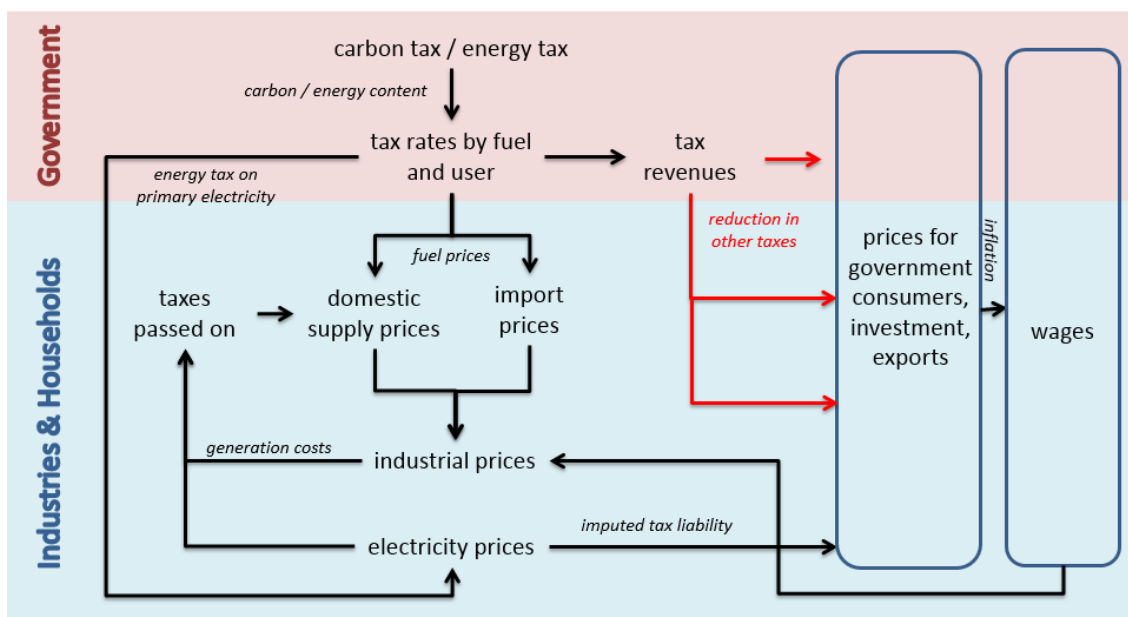
- ・炭素・エネルギー税
- ・EU-ETS
- ・エネルギー効率を改善する政策
- ・原材料消費への課税

この節の目的は特定の結果を説明することではなく、これらの政策が E3ME の中でどのように表現され、どのような仮定が置かれるかを示すことである。

### 炭素・エネルギー税

温室効果ガス排出規制に関連する財政政策について理路整然かつ首尾一貫した分析をするために、このモデルはよく用いられている。何らかの炭素・エネルギー税はこれらの政策の柱であり、E3ME はこのような課税（あるいは排出削減のための他の財政政策や代替的手段）の効果を包含シナリオを分析することができる。図 5.16 は税がどのようにモデル内の価格や賃金率に影響するかを示している。

図 5.16：価格と賃金率に対する炭素・エネルギー税の効果



### 仮定と価格効果

炭素・エネルギー税をモデル化する上で、どうしても単純な仮定を置くことは避けられない。第一に、モデル内の税の効果は全て、課税による燃料価格の変化と、得られた税収を他の税の減税に用いること（税収還元）を通じて現れるとする仮定である。その他の効果、例えば認知効果や告知効果（アナウンスメント効果）についてはモデル化されていない。しかし、もし高い炭素税の導入が告知され、電力部門で石炭火力発電所が課税の実施前に廃棄されるなら、この効果はモデルの結果に反映されるべきかもしれない<sup>17</sup>。

<sup>17</sup> 英国における「告知効果(announcement effect)」についての研究は、Agnolucci et al (2004)に詳しい。

税の二つの要素が分離して取り扱われている。炭素税要素は排出される CO<sub>2</sub> の炭素トンあたりドル (\$/tC) という税率が与えられており、それぞれの燃料について CO<sub>2</sub> 排出係数に基づいて石油換算トンあたりドル (\$/toe) の税率に換算される。それに対し、エネルギー税の要素は\$/toe で直接的に表現されている。これらを合計したエネルギー税率の行列が毎年、燃料ユーザーごと、燃料ごと、地域ごとに計算される。税収は燃料消費量が決めれば計算が可能である。

第二の仮定は、燃料の輸入分と国内消費分については同様に課税され、輸出されるエネルギーは免税とされることである。これは炭化水素油（石油等）に課される物品税について、課税当局が実際に行っている手続に対応している。

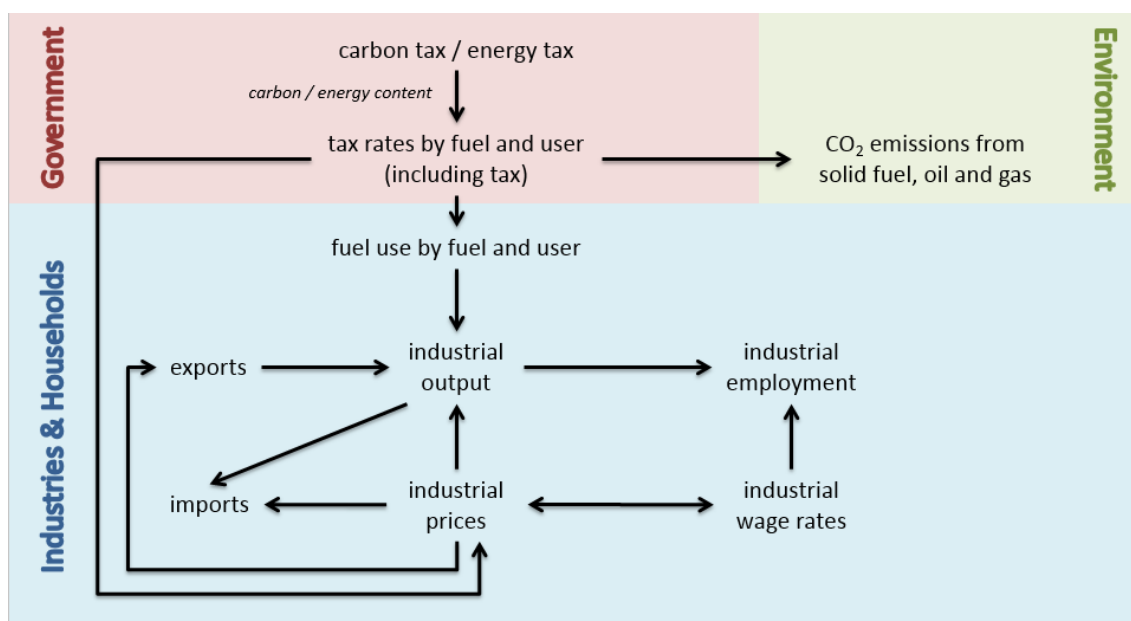
第三の仮定は、炭素・エネルギー税の課税による燃料価格の上昇は、他の理由による価格上昇と同じように扱われるということである。これは、税と価格の間で需要の価格弾力性（需要の反応の度合い）が等しいことを意味する（4.3 節）。モデル内で推定された価格添加率に応じて、価格上昇の一部は最終需要者に転嫁される（4.10 節）。

国内生産価格や輸入価格への純効果は消費者価格に影響し、それがモノやサービスの炭素・エネルギー集約度や価格弾力性に応じて相対的消費量に影響を及ぼす。消費者物価が上昇すると賃上げ要求が行われる。

### 実質的効果

図 5.17 は価格変化と賃金率変化の効果を示している。エネルギー消費と燃料ミックスは、価格弾力性と代替弾力性に応じて調整される。エネルギー価格の上昇分は一般的物価上昇へと転嫁され、消費者支出や輸出の中での、あるいは輸入品と国産品間の代替が引き起こされる。この変化が燃料消費量にフィードバックされる。

図 5.17：燃料消費、CO<sub>2</sub> 排出、産業雇用に対する炭素・エネルギー税の影響



## 税込還元

税込還元方法に応じて、実際の結果に違いが生じる。税込還元の主な選択肢は以下の通りである：

- ・ 標準所得税率の引き下げ
- ・ 国営社会保障の被用者負担率の引き下げ
- ・ 国営社会保障の使用者負担率の引き下げ
- ・ 付加価値税率の引き下げ（標準税率または軽減税率のいずれか）
- ・ 社会保障給付の増加
- ・ 公共投資や研究開発支出の増加
- ・ 再生可能エネルギー補助金への使用
- ・ 教育や医療など政府支出の増加

どの選択肢を選んだかによってマクロ経済的な結果は大きく変わりうる（例えば **Barker et al., 2009** を参照）。E3ME の過去の結果では、炭素・エネルギー税を引き上げる代わりに他の税を軽減することによって、マクロレベルでの生産量や雇用量に僅かなプラスの影響が生じる（例えば **Ekins et al., 2012** を参照）。

## 排出枠取引制度

E3ME で EU-ETS のような排出枠取引制度をモデル化するには、いくつかの方法がある。シナリオの性格は以下の要因に依存する：

- ・ 排出枠価格は外生的か内生的か
- ・ 排出枠がどのように配分されるか
- ・ オークション収入はどのように用いられるか

排出枠取引制度は、モデル内の全ての燃料ユーザーグループを対象とすることも、特定のユーザーグループを対象にすることもできる（scenario file の FETS 変数）。同様に、ユーザーはどの国や地域を対象にするかを選ぶこともできる。EU-ETS についてはデフォルトで全ての EU 加盟国がカバーされており、対象部門は以下の通りである：

- ・ 発電(Power Generation)
- ・ その他のエネルギー生産(Other energy production)
- ・ 鉄鋼(Iron and steel)
- ・ 非鉄金属(Non-ferrous metals)
- ・ 化学(Chemicals)
- ・ 非金属鉱物(Non-metallic mineral products)
- ・ 紙・パルプ(Paper and pulp)
- ・ その他部門(Other sector)

- ・航空(Air transport, 2014 年以降)

## 価格の設定

排出枠価格が外生変数の場合、モデル利用者がその値をシナリオか IDIOM プログラムを通じて入力する。排出枠価格が内生変数の場合には、モデル利用者はシナリオか IDIOM プログラムを通じて排出キャップを設定する。こうして、そのキャップを達成するのに十分な排出枠価格をモデルが反復計算によって求めるのである。

排出枠価格が高くなると、上で炭素税の場合に述べたのと同様な形で最終財の価格に影響が及ぶ（上述）。

## 排出枠の初期配分

排出枠の配分方法は、究極的には無償配分であるか政府によるオークションによるかの 2 つに絞られる。排出枠価格がゼロより大きければ、オークションによって必ず政府に収入がはいる、政府支出を増やすか他の税の税率を引き下げることによって、その収入を還元することができる。

各部門に排出枠を無償配分した場合の影響は難しい問題である。これには二つの見方がある。

- ・排出枠が無償でそのまま与えられるという見方： 無償配分は限界費用に影響を及ぼさず、価格決定に影響を及ぼさない。従って、排出枠を無償で与えることは補助金を与えるのに等しく、企業の利益を増加させる。
- ・排出枠の無償配分は産業部門が競争するために必要だとする見方： 各部門は無償配分を受けて製品の最終価格を抑え、高い炭素価格を相殺する。

国際競争に晒されていない電力部門については、今では無償配分が電力価格の引き下げにつながらなかったことが広く知られている。そのため、現在では電力会社は ETS 排出枠を購入せねばならなくなっている。

しかしながら一般的には、現時点で工業部門にとってどちらの見方がより現実的なのかを判断するには、実証的な証拠が不十分である。これは重要な政策的問題である。De Bruyn et al (2010) はいくつかの産業部門についてこの問題の定量化を試み、部門によって結果が異なりうることを示した。

E3ME のデフォルト選択肢は、製品価格は限界費用で決定され、配分された排出枠は価格に影響しないというものである。これは、モデルのプログラム上で変更することができる。

## 収入還元

排出枠のオークションによって政府が収入を得た場合、これを経済に還元することができる。税収還元の選択肢は上述の炭素税の場合と同じである。

## 仮定

排出枠取引制度のモデル化はどうしても様式化されたものであり、以下のように重要な仮定が置かれていることを認識しておくことが重要である：

- ・ETS は排出源ごとではなく、部門ごとにモデル化されている。従ってその対象範囲は大まかなものである。例えば、実際には小規模施設は ETS の対象に含まれていないが、モデル上は含まれている。
- ・毎年、単一の年平均排出枠価格が推定される。ETS 価格変数の変動制(volatility)を示す尺度は存在しない。
- ・将来の炭素価格の不確実性は考慮されない。従って ETS の価格シグナルは同率の炭素税の価格シグナルと同じである。
- ・取引費用は無視される。
- ・CDM を分析に含めることは出来るが、CDM で埋め合わせることができる排出量のシェアは仮定により固定される。これは、CDM 市場の動向に関する不確実性を反映したものである。
- ・バンキングとボロイングは可能であるが、それを実施したければ仮定を変える必要がある。
- ・E3ME は毎年逐次でモデルを解くので、完全予見を仮定していない。そのため異時点間の決定をさせたければ仮定を変える必要がある。
- ・モデルの他の部分と同様に、世界エネルギー価格へのフィードバックは無い。

## エネルギー効率化のための投資

エネルギー効率化は低炭素化戦略の重要な柱であり、競争力やエネルギー安全保障の面でも利点がある。エネルギー効率化指令(directive)のインパクト評価など、エネルギー効率化シナリオをモデル化するために何度か E3ME が用いられたことがある。

どの程度詳細なモデル化ができるかは、利用可能なデータによって決まる。もっとも基礎的なレベルでは、以下のようなインプットが E3ME には必要である。

- ・潜在的なエネルギー節約量
- ・これらのエネルギー節約の投資費用
- ・置き換えられる部門や燃料。

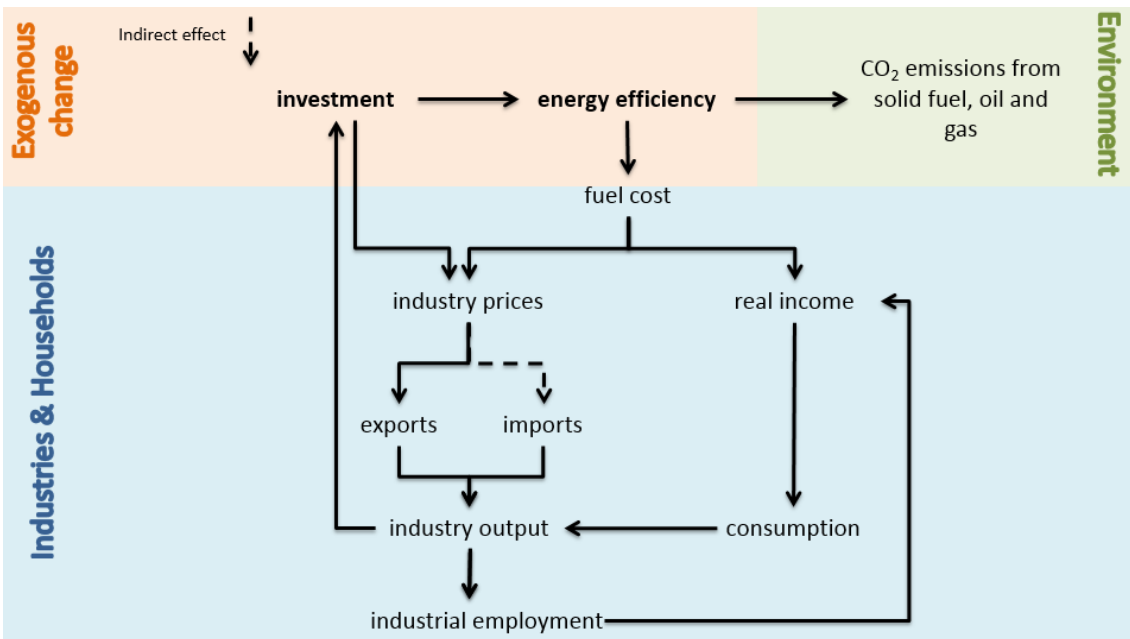
以前は潜在的節約量を推定するために IEA が公表した *World Energy Outlook* のデータと、この節約に関連する単位投資費用が用いられていた。しかし、必要なデータが入手できれば、特定の技術を考慮することも可能である。例えば、部門別ボトムアップモデルの結果は利用できる可能性がある。

エネルギー節約は燃料消費量 (FRGH や FREH) の外生的節約量としてモデルに投入され、直接のリバウンド効果は修正されている。その投資費用は、該当する部門の投資に外生的増加分と

して加算される(KRX)。投資コストは、その投資を行う部門の価格上昇により回収されるか、あるいは公的資金による投資の場合には税率を引き上げる必要がある。

従って、エネルギー効率化を評価するシナリオはふつう投資額を増やし、投資財生産部門の生産額を増やす。他方、エネルギー供給部門には不利である。家計のエネルギー効率化投資は、消費者支出のパターンをシフトさせる。ほとんどの欧州諸国にとって、化石燃料輸入量が減少し、GDP が若干減少する結果となる。図 5.18 節で、主な経済的相互作用を要約している。

図 5.18 : エネルギー効率に関する主な経済的相互作用



### 原材料税

原材料税のサブモデルについては 2.5 節で説明した。原材料種別ごとに PMT1-7 の変数をセットすることによって、原材料税を加算することができる。MEDS 変数を用いれば、部門別・国別に税を設定することもできる。これらは全て scenario file を通じてアクセスできる。

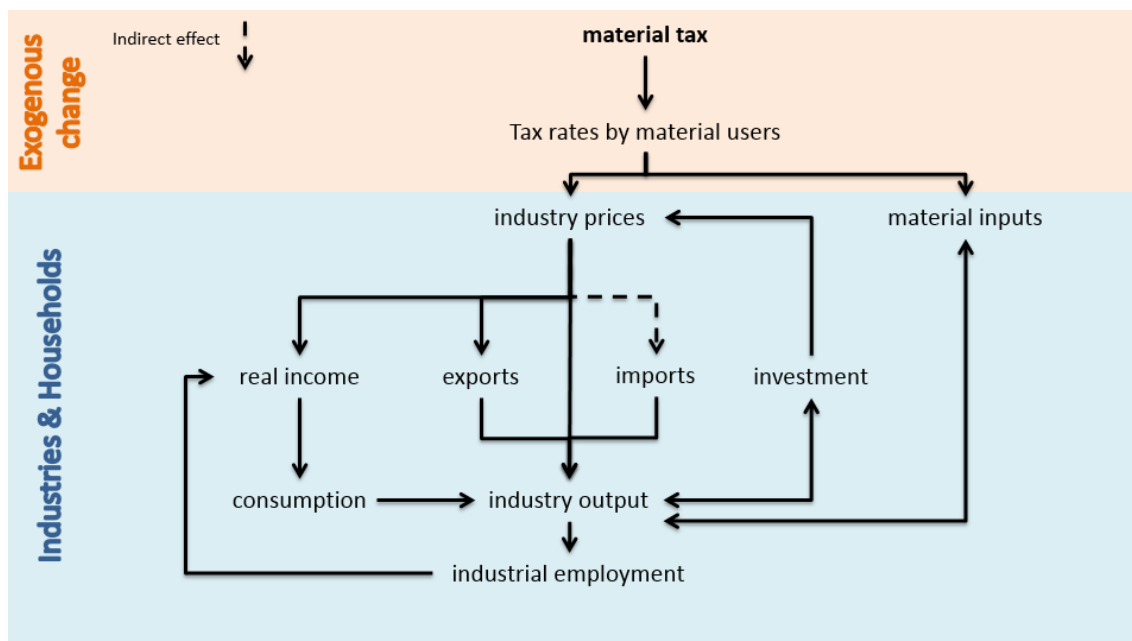
原材料カテゴリは明示的な価格変数をもたないので、税率はトンあたりドルなどではなく、暗示的なものである。例えば PTM1 の値が 0.1 であれば、これは食糧価格が 10% 上昇する税率を意味する。

原材料種別が経済部門に対応しているという仮定のもとで、投入産出のフローに基づいて税収が計算される。上述の炭素税の場合と同様の方法で税収還元することが可能である。

税を支払う部門は単価が上昇し、これを顧客に転嫁することはできるかもしれないし、できないかもしれない（推定された価格転嫁率）。エネルギー税の場合と同様に、物価上昇率を高め、賃金引き上げ要求をまねき、国際競争力に影響するかもしれない。原材料を最もたくさん使用するのは投資財生産部門（建設と機械）であるため、鉱物税はこれらの部門に特に大きく影響する

る。他方、食品・飲食店部門(Food and catering)は生物資源の最大消費者であり、これらの価格上昇は家計支出にも影響しやすい。図 5.19 は原材料税の主な相互作用を要約したものである。

図 5.19：原材料税の主な経済的相互作用



E3ME に含まれる、原材料に関連する政策オプションは、

- ・ 直接規制
- ・ 資源効率化投資
- ・ DMC や RMC (EU-ETS の原理に類似) についてのキャップや目標設定を決め、モデルが内生的に原材料税率を求める。

また、原材料種別・国別に DMI の上限値を入力できる。この上限値が破られた場合には、モデルから警告がなされる。

※注意： 次ページ以降の書誌は旧翻訳のままであり、変更点を厳密に確認していない。

## 6 参考文献と出版物 References and Publications

---

### 6.1 References for the E3ME model manual

Agnolucci, P, Barker T and Ekins, P (2004), 'Hysteresis and energy demand: the Announcement Effects and the effects of the UK Climate Change Levy', Working Paper No. 51, Tyndall Centre for Climate Change Research. <http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp51.pdf>

Anderson, Dennis and Sarah Winne (2004), 'Modelling innovation and threshold effects in climate change mitigation', Working Paper No. 59, Tyndall Centre for Climate Change Research. [www.tyndall.ac.uk/publications/pub\\_list\\_2004.shtml](http://www.tyndall.ac.uk/publications/pub_list_2004.shtml)

Barker, T S (1977), 'International trade and economic growth: an alternative to the neoclassical approach', *Cambridge Journal of Economics*, 1, pp. 153-172.

Barker, T S and A W A Peterson (1987), *The Cambridge Multisectoral Dynamic Model of the British Economy*, Cambridge University Press.

Barker, T S, R van der Putten and I Stern (1993), 'HERMES: a macrosectoral model for the UK economy', in CEC (eds), *HERMES: Harmonised Econometric Research for Modelling Economic Systems*, North Holland

Barker, T S, Ekins, P and N Johnstone (1995), *Global Warming and Energy Demand*, Routledge, London.

Barker, Terry and Ben Gardiner (1996), 'Employment, wage formation and pricing in the European Union: empirical modelling of environment tax reform', in Carlo Carraro and Domenico Siniscalco (eds), *Environmental Fiscal Reform and Unemployment*, pp. 229-272, Kluwer.

Barker, T S (1998), 'The effects on competitiveness of coordinated versus unilateral fiscal policies reducing GHG emissions in the EU: an assessment of a 10% reduction by 2010 using the E3ME model', *Energy Policy*, vol. 26, no. 14, pp. 1083-1098.

Barker, T S (1998), 'Use of energy-environment-economy models to inform greenhouse gas mitigation policy', *Impact Assessment and Project Appraisal*, vol. 16, no. 2, pp. 123-131.

Barker, T S (1998), 'Large-scale energy-environment-economy modelling of the European Union', in Iain Begg and Brian Henry (eds), *Applied Economics and Public Policy*, Cambridge University Press.

Barker, Terry and Knut Einer Rosendahl (2000), 'Ancillary Benefits of GHG Mitigation in Europe: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and PM<sub>10</sub> reductions from policies to meet Kyoto targets using the E3ME model and EXTERNE valuations, Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation, Proceedings of an IPCC Co-Sponsored Workshop, March, 2000, OECD, Paris.

Barker, Terry, William Peterson and Alan Winters, 'IDIOM: an international dynamic input-output model', pp. 183-192 in UNIDO (ed.) *Proceedings of the Seventh International Conference on Input-Output Techniques*, United Nations, New York.

Barker, Terry, Ole Lofsnaes and Hector Pollitt (2007) 'The ETM in E3ME43', working paper, Cambridge Econometrics,

- Barrell, R. and P. Davis (2007) 'Financial liberalisation, consumption and wealth effects in seven OECD countries.' *Scottish Journal of Political Economy*, 54(2) 254-67.
- Bentzen, J and T Engsted, (1993), 'Short- and long-run elasticities in energy demand: a cointegration approach', *Energy Economics*, 15(1) 9-16.
- Blackaby D H and N Manning (1990), 'Earnings, unemployment and the regional employment structure in Britain', *Regional Studies*, Vol. 24, pp. 529-36.
- Blackaby D H and N Manning (1992), 'Regional earnings and unemployment - a simultaneous approach', *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 54, pp. 481-502.
- Booth, R. R. (1971), 'Optimal Generation Planning Considering Uncertainty,' *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*.
- Bosetti, V, R Gerlagh and SP Schleicher (2009) *Modelling Sustainable Development: Transitions to a Sustainable Future*, Edward Elgar.
- Bracke, I and T Brechet (1994), 'The Estimation of an Allocation System for Consumption: Progress Report and First Simulations for Belgium', *E3ME Working Paper No 38*.
- Briscoe, G and R Wilson (1992), 'Forecasting economic activity rates', *International Journal of Forecasting*, 8, pp201-217.
- Bryden, C (1993), 'Modelling the UK Electricity Supply Sector', *E3ME Working Paper No 21*.
- Cambridge Econometrics (2007), *IDIOM International Dynamic Input-Output Modelling Language User's Guide*, available on request.
- Cambridge Econometrics and Université Libre de Bruxelles (2005) 'Simulation of R&D investment scenarios and calibration of the impact on a set of multi-country models', Final Report.
- Cambridge Systematics, Inc. (1982), Residential End-Use Energy Planning Model System (REEPS), *Electric Power Research Institute*, Report EA-2512, Palo Alto, California.
- Capros, P, Van Regemorter, D, Paroussos, L, and Karkatsoulis, P. (2012) 'The GEM-E3 model', *IPTS Scientific and Technical report*.
- Davidson, J, Hendry, D, Srba, F and Yeo, S (1978), 'Economic modelling of the aggregate time series relationship between consumers' expenditure and income in the UK', *Economic Journal*, Vol 80, pp899-910.
- Dixon, PB and MT Rimmer (2002) *Dynamic, General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a Practical Guide and Documentation of MONASH*, North-Holland.
- Doornik, JA (2007) *Ox: An Object-Oriented Matrix Language*, London: Timberlake Consultants Press. (ISBN: 978-0-9552127-5-8).
- DRI (1991), *The Economic Impact of a Package of EC Measures to Control CO<sub>2</sub> Emissions*, Final Report prepared for the CEC, November.
- DRI (1992), *Impact of a Package of EC Measures to Control CO<sub>2</sub> Emissions on European Sector*, Final Report prepared for the CEC, January.
- Ekins, P, H Pollitt, J Barton and D Blobel (2011) 'The Implications for Households of Environmental Tax Reform (ETR) in Europe', *Ecological Economics*, Volume 70, Issue 12, pp. 2472-2485, Elsevier.

- Ekins, P., Pollitt, H., Summerton, P., and Chewpreecha, U. (2012) 'Increasing carbon and material productivity through environmental tax reform', *Energy Policy*, 42, 365-376.
- Engle, R F and C W J Granger (1987), 'Cointegration and error correction: representation, estimation and testing', *Econometrica*, 55, 251-76.
- Engle, R.F, and Granger, C.W.J. (1991), *Long-Run Economic Relationships (Readings in Cointegration)*, Oxford University Press.
- Eurostat (1996) 'European System of Accounts (ESA95)', Eurostat, European Commission.
- Franzén, M. and T. Sterner (1995), 'Long-run Demand Elasticities for Gasoline', in Barker, T., N. Johnstone and P. Ekins (eds.), *Global Warming and Energy Elasticities*, Routledge.
- Gateley, Dermot (1993), 'The imperfect price-reversibility of world oil demand', *The Energy Journal*, Vol. 14, No. 4, pp. 163-181.
- Grubb, Michael (1995), 'Asymmetrical price elasticities of energy demand', pp. 305-310 in Barker, T S, Ekins, P and N Johnstone (1995) *Global Warming and Energy Demand*, Routledge, London.
- Hargreaves, Colin (1991) (ed.), *Macroeconomic Modelling of the Long Run*, Edward Elgar, Aldershot, UK.
- Hendry, D.F (1994), *Dynamic Econometrics*, Oxford: Oxford University Press.
- Hendry, D.F and Clements, M P (1994), 'On a theory of intercept corrections in macro-economic forecasting', in S. Holly (ed.) *Money, Inflation and Employment: Essays in Honour of Sir James Ball*, Edward Elgar.
- Hendry, D F, Pagan, A and J D Sargan (1984), Dynamic specification, in *Handbook of Econometrics*, Vol II, Griliches, Z and M D Intriligator (eds), Amsterdam, North Holland.
- Hertel, T (1999) *Global Trade Analysis: Modeling and Applications*, Cambridge University Press.
- Hunt, L and Manning, N (1989), 'Energy price- and income-elasticities of demand: some estimates for the UK using the cointegration procedure', *Scottish Journal of Political Economy*, 36(2) pp183-193.
- Jackson, J.R., et. al. (1982), 'Conservation Policy Analysis and End-Use Models: A Commercial Sector Example' in *Proceedings: End-Use Models and Conservation Analysis*, Electric Power Research Institute, Report EPRI EA 2509, Palo Alto, CA.
- Jansen, H and G Klaassen (2000) 'Economic Impacts of the 1997 EU Energy Tax: Simulations with Three EU-Wide Models' *Environmental and Resource Economics*, Volume 15, Number 2, pp.179-197.
- Jenkins, R T (1979), 'Production Costing Using The Cumulant Method of Representing the Equivalent Load Duration Curve,' *IEEE Transaction on Power System Engineering*.
- Jensen, V (1990), 'Least-Cost Planning: The Illinois Experience', *Public Utilities Fortnightly*.
- Johansson, Olof and Lee Schipper (1997), 'Measuring the long-run fuel demand of cars', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol XXXI, No 3, pp 277-292.
- Keeney, R L and H Raiffa (1976), *Decisions with Multiple Objectives*, John Wiley & Sons, New York NY.

- Kerdrain, C. (2011) 'How important is wealth for explaining household consumption over the recent crisis: An empirical study for the United States, Japan and the Euro Area.' OECD Economics Department *Working Papers*. No. 869, OECD Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.1787/5kgc42qxm237-en>
- Layard, P R G and S J Nickell (1986), 'Unemployment in Britain', *Economica*, Vol. 53, No. 210(S).
- Layard, R, Nickell, S and R Jackman (1991), *Unemployment*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Lee K (1988), 'Labour Market Adjustment in a Disaggregated Model of the UK Supply Side' DAE Working Paper No. 8810.
- Lee, K, M H Pesaran and R G Pierse (1990), 'Aggregation Bias in Labour Demand Equations for the UK Economy' Chapter 6 in Barker, T and M H Pesaran (eds) *Disaggregation in Econometric Modelling*, Routledge.
- Lee, K C and M H Pesaran (1993), 'The Role of Sectoral Interactions in Wage Determination in the UK Economy', *The Economic Journal*, January 1993.
- Lee, K & K Shields (1997), 'Modelling sectoral output growth in the EU economies', *Workpackage 4.1: Supply-side Specification for Output*, University of Leicester.
- Linden, Jan A van der, and Jan Oosterhaven (1995), 'European Community inter-country input-output relations: construction method and main results for 1965-85', *Economic Systems Research*, Vol. 7, No. 3, pp. 249-269.
- Marchesi M C and P Zagamé; (1998), 'Un compromis entre exigences académiques et besoins des utilisateurs: le modèle E3ME', *CCIP*.
- Naill, R. (1990), Analysis of the Cost Effectiveness of U.S. Energy Policies to Mitigate Global Warming, *International System Dynamics Conference*, Boston MA, July 10-13, 1990.
- Neal, A J and R A Wilson (1987), 'Average Weekly Hours of Work in the United Kingdom, 1948-80: A Disaggregated Analysis', Chapter 9 in D L Bosworth and D F Heathfield eds *Working Below Capacity*, London: Macmillan.
- Pesaran, M H (1988), 'Costly Adjustment Under Rational Expectations: A Generalisation', *UCLA Working Paper* No 480.
- Pesaran, M H and R J Smith (1994), 'A Generalised R2 for Regression Models Estimated by the Instrumental Variables Method', *Econometrica*, pp705-710.
- Pesaran, M H and R Smith (1992), Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogenous Panels, presented at Fourth conference on Panel Data, Budapest, June 18-19th 1992.
- Peterson, A W A, T S Barker and R van der Ploeg (1983), 'Software support for multisectoral dynamic models of national economies', *Journal of Economics Dynamics and Control*, Vol. 5, 1983, pp. 109-130.
- Pindyck, R and D L Rubinfeld (1981), *Econometric Models & Econometric Forecasts*, McGraw-Hill.

- Pollitt, H (2007), *Extending E3ME to Include Analysis of Material Flows: A Scoping Report for the Anglo-German Foundation for WP3*, Cambridge Econometrics. [http://94.76.226.154/Libraries/Downloadable\\_Files/Material\\_Flows.sflb.ashx](http://94.76.226.154/Libraries/Downloadable_Files/Material_Flows.sflb.ashx)
- Pollitt, H and Chewpreecha, U (2008), *Development of Labour Supply Projections with the E3ME Framework*, Cambridge Econometrics.
- Pollitt, H and Chewpreecha, U (2009), 'Extending the E3ME Model to 2050: An Introduction to E3ME Version 4.7', Cambridge Econometrics Working Paper. [http://www.camecon.com/Libraries/Downloadable\\_Files/2050.sflb.ashx](http://www.camecon.com/Libraries/Downloadable_Files/2050.sflb.ashx)
- Ragot L (1994), 'Le commerce extérieur dans MEGEVE. Rapport d'étape 1: les séries disponibles dans CRONOS Sec 2', *ERASME*.
- Reister, D, et. al. (1992), 'The Oak Ridge Industrial Model: An Introduction,' in *Proceedings: End-Use Models and Conservation Analysis*, Electric Power Research Institute, Report EPRI EA 2509, Palo Alto, CA.
- Scott, M FG (1989), *A New View of Economic Growth*, Oxford: Clarendon Press.
- Serletis, A (1992), 'Unit root behaviour in energy future prices', *The Economic Journal*, 13(2), pp. 119-128.
- Sutherland, H, H. Immervoll and C. O'Donoghue (1999) 'An Introduction to Euromod', *Euromod working paper* EM0/99.
- Sutherland, H and HX Jara (2013) 'Baseline results from the new EU27 EUROMOD (2007-2010)', *Euromod working paper* EM3/2013.
- Tzemos, S. (1981), *Evaluation of Probabilistic Simulation Methods and Development of Optimization Techniques for Capacity Expansion Planning of Electric Power Generation Systems*, PhD Dissertation, Ohio State University.
- U.S. Department of Energy (1983), *Energy Projections to the Year 2010*, NTIS Document DOE/PE-0029/2, Washington, D.C.
- Walker, I. O. and Franz Wirl (1993), 'Irreversible price-induced efficiency improvements: theory and empirical application to road transportation', *The Energy Journal*, Vol. 14, No. 4, pp. 183-205.
- Wallis, K.F. (ed.). *Models of the UK Economy*. Four Annual Reviews by the ESRC Macroeconomic Modelling Bureau published in 1984, 1985, 1986, and 1987. Oxford University Press.

## 6.2 Journal publications resulting from use of E3ME

This list is maintained at the following web address:

[http://www.camecon.com/ModellingTraining/suite\\_economic\\_models/E3ME/publications.aspx](http://www.camecon.com/ModellingTraining/suite_economic_models/E3ME/publications.aspx)

Pollitt, Hector, Yuee Zhao, John Ward, Robin Smale, Max Krahe and Michael Jacobs (2012) 'The Potential Role for Carbon Pricing in Reducing European Deficits', *Global Policy Essay*, September 2012.

Ekins, Paul, Hector Pollitt, Philip Summerton and Unnada Chewpreecha (2012) 'Increasing Carbon and Material Productivity through Environmental Tax Reform', *Energy Policy*, Volume 42, Pages 365–376, Elsevier.

Ekins, Paul, Hector Pollitt, Jennifer Barton and Daniel Blobel (2011) 'The Implications for Households of Environmental Tax Reform (ETR) in Europe', *Ecological Economics*, Elsevier.

Barker, Terry, Christian Lutz, Bernd Meyer, Hector Pollitt and Stefan Speck (2011) 'Modelling an ETR for Europe', in (eds) P. Ekins and S. Speck, *Environmental Tax Reform (ETR): A Policy for Green Growth*, Oxford University Press.

Pollitt, Hector and Chris Thoung (2009) 'Modelling a UK 80% Greenhouse Gas Emissions Reduction by 2050', published and reported by *New Scientist*, 4th December 2009.

Ščasný, Milan, Hector Pollitt, Unnada Chewpreecha and Viteslav Piša (2009) 'Analysing Macroeconomic Effects of Energy Taxation by the Econometric E3ME Model', prepared for the special issue on Environmental Public Finance of *Czech Journal of Economics and Finance*.

Barker, Terry, Sudhir Junankar, Hector Pollitt and Philip Summerton (2009) 'Carbon leakage from unilateral environmental tax reforms in Europe, 1995-2005', in MS. Andersen and P. Ekins (eds), *Carbon-Energy Taxation: Lessons from Europe*, Oxford University Press.

Barker, Terry, Sudhir Junankar, Hector Pollitt and Philip Summerton (2009) 'The Effects of Environmental Tax Reform on International Competitiveness in the European Union: modelling with E3ME', in MS. Andersen and P. Ekins (eds), *Carbon-Energy Taxation: Lessons from Europe*, Oxford University Press.

Barker, Terry, Paul Ekins, Sudhir Junankar, Hector Pollitt and Philip Summerton (2009) 'THE COMPETITIVENESS EFFECTS OF EUROPEAN ENVIRONMENTAL TAX REFORMS', *European Review of Energy Markets*.

Barker, Terry, Sudhir Junankar, Hector Pollitt and Philip Summerton (2009) 'The macroeconomic effects of unilateral environmental tax reforms in Europe, 1995-2012' in "Innovation, Technology and Employment: Impacts of Environmental Fiscal Reforms and Other Market-Based Instruments", edited volume *Critical Issues in Environmental Taxation VOL VI*, Oxford University Press.

Barker, Terry, Sebastian De-Ramon and Hector Pollitt (2009) 'Revenue recycling and labour markets: effects on costs of policies for sustainability', in V. Bosetti, R. Gerlagh and S. Schleicher (eds), *Modelling Transitions to Sustainable Development*, Elgar, Cheltenham, UK.

Köhler, Jonathan, Ying Jin, and Terry Barker (2008) 'Integrated Modelling of EU Transport Policy: Assessing Economic Growth Impacts from Social Marginal Cost Pricing and Infrastructure Investment', *Journal of Transport Economics and Policy*, 42 (1), January 2008, pp. 1–21.

Barker, Terry, Sudhir Junankar, Hector Pollitt and Philip Summerton (2007) 'Carbon leakage from unilateral environmental tax reforms in Europe, 1995-2005', *Energy Policy* 35 (2007) 6281–6292.

Barker, Terry and Sebastian de-Ramon (2005) 'Testing the representative agent assumption: the distribution of parameters in a large-scale model of the EU 1972-98', *Applied Economic Letters*, Vol. 13, 2006, pp. 395-398.

de-Ramon, Sebastian and Richard Lewney (2004) 'Macroeconomic and Structural Impacts of IST', *International Journal of Technology, Policy and Management (IJTPM)*, Vol. 5, issue 1, 2005.

Barker, Terry, Wagner Dada and William Peterson (2003) 'Software Developments in the Cambridge Growth Project 1960–1976: the origins of software for space-time economics', *Journal of Economic and Social Measurement*, Vol. 26, 2003.

Barker, Terry and Jonathan Köhler (2000). 'Charging for road freight in the EU: macroeconomic implications of a weigh-in-motion tax', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 34, Part 3: 311-332.

Barker, Terry and Knut Einar Rosendahl (2000). 'Ancillary Benefits of GHG Mitigation in Europe: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and PM<sub>10</sub> reductions from policies to meet Kyoto targets using the E3ME model and EXTERNE valuations', *Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation*, Proceedings of an IPCC Co-Sponsored Workshop, March, OECD, Paris.

Full Text:

<http://eurequa.univparis1.fr/membres/vergnaud/AncillaryBenefitsOCDE2000.pdf#page=406>

Jansen, Heinz and Ger Klaassen (2000), 'Economic Impacts of the 1997 EU Energy Tax: Simulations with Three EU-Wide Models', *Environmental and Resource Economics*, Vol. 15, No. 2: 179-197, February.

Barker, Terry (1999). 'Achieving a 10% cut in Europe's carbon dioxide emissions using additional excise duties: coordinated, uncoordinated and unilateral action using the econometric model E3ME', *Economic Systems Research*, Vol. 11, No. 4: 401-421.

Kratena, Kurt and Stefan Schleicher (1999) 'Impact of CO<sub>2</sub> Reduction on the Austrian Economy', *Economic Systems Research*, Vol. 11, No 3: 245-261. (Paper presented at the 12th International Conference on Input-Output Techniques, New York, May 1998.)

Lee, Kevin C. and Kalvinder K. Shields (1999), 'Measuring Output Trends Using Actual and Expected Output in UK Manufacturing', *The Manchester School*, Vol. 68, No. 1: 75-91, Victoria University of Manchester.

Lee, Kevin C. and Kalvinder K. Shields (1999), 'Information, Business Survey Forecasts and Measurement of Output Trends in Six European Economies', University of Leicester Discussion Paper, No. 36.

Barker, Terry (1998). 'The effects on competitiveness of co-ordinated versus unilateral fiscal policies reducing GHG emissions in the EU: an assessment of a 10% reduction by 2010 using the E3ME model', *Energy Policy*, Vol. 26, No. 14: 1083-1098.

Barker, Terry (1998), 'The use of energy-environment-economy models to inform greenhouse gas mitigation policy', *Impact Assessment and Project Appraisal*, Vol. 16, No. 2: 123-131.

Barker, Terry (1998). 'Large-scale energy-environment-economy modelling of the European Union', in Iain Begg and Brian Henry (eds), *Applied Economics and Public Policy*, Cambridge University Press.

Barker, Terry and Jonathan Köhler (1998). 'Equity and ecotax reform in the EU: achieving a 10% reduction in CO<sub>2</sub> emissions using excise duties', *Fiscal Studies*, Vol. 19, No. 4: 375-402.

Lee, Kevin C. and Kalvinder K. Shields (1998), 'Expectations Formation and Business Cycle Fluctuations: An Empirical Analysis of Actual and Expected Output in UK Manufacturing, 1975–1996', *Oxford Bulletin of Economics & Statistics*, Vol. 62, No. 4: 463 - 490.

Lee, Kevin C. and Kalvinder K. Shields (1998). Modelling Sectoral Output Growth in the EU Economies. *Memo, University of Leicester and Report for the European Commission*, March.

Marchesi, M. and P. Zagamé (1998), 'Un compromis entre exigences académiques et besoins des utilisateurs: le modèle E3ME', *CCIP*.

Haon, P (1998 a), 'Mathematical Analysis of linear Backward/Forward models', Cambridge Econometrics, November 1998.

Haon, P (1998 b), 'Some Proposals for Resolution of E3ME models with Perfect Foresight', Cambridge Econometrics, November 1998..

## 補論 A： トップダウンモデルとボトムアップモデル

※注意： この項目は旧翻訳のままであり、変更点を厳密に確認していない

### A.1 概観

経済・エネルギーモデルにおいては「トップダウン」や「ボトムアップ」という用語がしばしば用いられる。困ったことにこれらは多義的であり、混乱を引き起こしている。この補論ではトップダウンモデルおよびボトムアップモデルにおける E3ME の位置づけを明確にし、より一般的なエネルギーモデルの文脈でこの問題を議論する。

### A.2 経済の文脈におけるトップダウンとボトムアップ

次節で述べるように、E3ME モデリングにおいてトップダウンとボトムアップという用語はエネルギー部門のモデル化について用いられる。しかし、多部門経済モデルについてこの用語が用いられることもある。

トップダウン経済モデルとは、マクロレベルでの指標をまず決定し、それを分割することによって部門別の生産額を推定するものである。それに対し、ボトムアップ経済モデルは部門別の生産額をまず求め、その合計としてマクロの変数を計算するものである。

その意味では E3ME はボトムアップモデルである。これは欧州については 69 部門、その他については 43 部門からなる。GDP などマクロレベルの指標の結果は、全部門の合計として求められる。

唯一の例外はモデル内の消費方程式である。これについては理論上の理由からトップダウン方式がとられている。従って、まず可処分所得に基づいて家計消費支出が求められ、次にこれが各消費カテゴリ別に分割されるのである。これらの方程式については 4.5 節を参照されたい。

### A.3 エネルギー・環境の文脈におけるトップダウンとボトムアップ

#### 基本的な方法論

E3 の相互作用について、E3ME はトップダウンとボトムアップを統合したモデルである。現行のモデルは以下のように要約できる：

- ・電力供給部門についてはボトムアップモデル
- ・その他の部門についてはトップダウンモデル

将来、家庭部門と運輸部門についてはボトムアップのサブモデルの開発が計画されているが、現在のバージョンには含まれていない。

エネルギー消費パターンに関して、トップダウン経済分析とボトムアップ技術分析にはそれぞれの理論的起源と長所・短所がある（表 A1 を参照）。

おそらく最も大きな違いは、資本と技術の取り扱いにある。トップダウンモデルにおいては、資本は均質の投入物として取り扱われ、生産過程に投入されるエネルギーとの間で、ある程度の代替関係が仮定される。資本とエネルギーとはそのような関係に過ぎない。技術進歩（資本の性質に関する質的変化）はふつう外生的トレンドによって表現され、これがしばしば明示的にエネルギー消費と結びつけられ、均質の資本投入物の生産性にも影響する。それに対してボトムアップモデルでは明示的に具体的な内容が資本に与えられており、発電設備やエネルギー関連の固定資本、公的インフラなどの形で、きわめて特殊な関係でエネルギーと結びつけられている。技術変化は市場への普及に向けて現在利用可能であるか、まもなく利用可能となる技術選択肢の一覧表として表現される。

また、それぞれの分析において原動力になるメカニズムが大きく異なっている。経済モデルにおいては、変化は生産要素間の代替弾力性や価格弾力性、所得弾力性によって表現される。それに対してボトムアップモデルにおいては、変化の決定要因は技術選択肢間の優劣や、経済主体（家計、企業、政府）が採用する割引率として把握される。ある意味で、ボトムアップモデルで採用される割引率は、トップダウンモデルで採用される弾力性の鏡像である。いずれの要因も、エネルギーのサプライチェーンにおける条件の変化に対する経済主体の反応を決定するからである（Barker, Ekins and Johnstone, 1995）。

表 A.1：経済分析モデルにおけるトップダウンとボトムアップの比較

| <b>COMPARISON OF TOP-DOWN AND BOTTOM-UP MODELLING METHODOLOGY</b> |  |  |
|---|--|--|
|   | <b>ボトムアップ<br/>Bottom-up</b>                            | <b>トップダウン<br/>Top-down</b>                           |
| 分類<br>Classifications employed                                    | 工学に基づく<br>Engineering-based                            | 経済学に基づく<br>Economics-based                           |
| 資本の取り扱い<br>Treatment of capital                                   | 資本設備を詳しく記述<br>Precise description of capital equipment | 抽象的に均質に扱う<br>Homogenous and abstract concept         |
| 原動力<br>Motive force   | 経済主体が採用する割引率<br>Discount rate employed by agents       | 所得弾力性や価格弾力性<br>Income and price elasticities         |
| 市場についての考え方<br>Perception of market                                | 市場における不完全性と障壁<br>Market imperfections and barriers     | 完全な市場<br>Perfect markets                             |
| 潜在的な効率改善の可能性<br>Potential efficiency improvements                 | 大きい：ゼロの費用で<br>Usually high : costless improvements     | 小さい：経済的な制約がある<br>Usually low : constraint on economy |

2つの考え方においては、市場の本質に関する理解も異なっている。（E3ME以外の）ほとんどのトップダウンモデルでは、市場の不完全性（不完全競争）を認めていない。より重要なことは、コストのかからない改善策は（採算性の境界線上を除いては）あり得ないと考えられていることである。エネルギー消費（および二酸化炭素排出量）は選好の現れであり、これまでに経済に採用されていない代替技術については、それが採用されていないことについて真つ当な経済学的理由があると考え（需要・供給要因に関する経済主体からみた不確実性や、何らかの障害、

管理費用など)。逆にボトムアップモデルにおいては、エネルギーサービスの供給に関して技術的に効率的なサプライチェーンが実現しないのは、市場の不完全性のせいだと考えられている（信用制約、情報の非対称性、取引費用など）。ただし、このような不完全性と意志決定の関係については、十分に検討されているとは言いがたい。

上述の通り、いずれの考え方にも長所があるが、長期的問題を扱うときにはいずれも短所があると言わざるを得ない。まず、トップダウンのモデルについて、資本と他の生産要素の間の代替弾力性（過去30年～40年のデータから推定されたものや、関数型からの理論的要請あるいは直観によるもの）が今後50～100年の予測に使えるという考え方は、やはり疑わしいものである。実際のところ、一定の年数が過ぎた後に炭素排出とエネルギーの関係を決めるのは、経済行動のあり方そのものではなく「バックストップ技術」に関する工学的な性質であろう。

次に、ボトムアップモデルで技術選択肢の一覧表として表現されているものは、長期的な予測に用いるには明らかに不十分なものである。技術的選択肢はせいぜい、（商業利用段階、開発段階、技術的に可能などと）だんだんと導入されてゆくように時間的に並べることしか出来ない。資本を具体的に定義する必要があるので、技術変化の経路が既知でない限りは満足のいく形でモデルを動学化することはできない。このような弱みがあるので、このモデルは短期・中期分析にしか強みを発揮できないであろう。

さらに、二つのモデルの性格によってそれぞれの強みが限定されている。例えば、トップダウンモデルは、価格によらない政策（市場価格だけでなく、市場の性質を変えようとする政策）の効果を分析することができない。つまり、（暗示的には）制度や規制は変化しないものと見なされているのである。エネルギーサービスの市場には、実際に市場の不完全性の症状があちらこちらに現れているのであるから、これを無視することの影響は大きい。

逆にボトムアップモデルでは、列挙された選択肢の普及させることが物価などに及ぼす影響（フィードバック効果）を把握することが難しい。例えば、電力供給部門で利用可能な技術選択肢の普及を分析する場合、それによって建設部門、凋落するエネルギー供給部門、電力やその他のエネルギー源を集約的に投入する生産部門に生じる影響を考慮しない限りは、重要なフィードバック効果は無視することになる。

## 補論 B モデル上の分類

(p.134 以外は旧翻訳のまま)

| R Regions             | R 地域     | R Regions (cont)                         | R 地域 (続き)   | Q, Y Products, Industries 69 (cont)  | 財・産業      |
|-----------------------|----------|--|-------------|--------------------------------------|-----------|
| 1 Belgium             | ベルギー     | 44 Brazil                                | ブラジル        | 32 Wholesale excl. motor vehicles    | その他卸売     |
| 2 Denmark             | デンマーク    | 45 Argentina                             | アルゼンチン      | 33 Retail excluding motor vehicles   | その他小売     |
| 3 Germany             | ドイツ      | 46 Colombia                              | コロンビア       | 34 Land transport, pipelines         | 陸上輸送      |
| 4 Greece              | ギリシャ     | 47 Rest of Latin Amerika                 | その他ラテンアメリカ  | 35 Water transport                   | 水上輸送      |
| 5 Spain               | スペイン     | 48 Korea                                 | 韓国          | 36 Air transport                     | 航空運送      |
| 6 France              | フランス     | 49 Taiwan                                | 台湾          | 37 Warehousing                       | 大店舗業      |
| 7 Ireland             | アイルランド   | 50 Indonesia                             | インドネシア      | 38 Postal & courier activities       | 郵便・配送     |
| 8 Italy               | イタリア     | 51 Rest of ASEAN                         | その他 ASEAN   | 39 Accommodation & food services     | 飲食店・宿泊    |
| 9 Luxembourg          | ルクセンブルク  | 52 OPEC excl Venezuela                   | ベネズエラを除く産油国 | 40 Publishing activities             | 出版        |
| 10 Netherlands        | オランダ     | 48 Rest of World                         | その他世界       | 41 Motion picture, video, television | 動画・テレビ    |
| 11 Austria            | オーストリア   |  |             | 42 Telecommunications                | 通信        |
| 12 Portugal           | ポルトガル    |  |             | 43 Computer programm, info serv.     | プログラミング   |
| 13 Finland            | フィンランド   | <b>Q, Y Products, Industries 69 財・産業</b> |             | 44 Financial services                | 金融        |
| 14 Sweden             | スウェーデン   | 1 Crops, animals, etc                    | 作物・動物等      | 45 Insurance                         | 保険        |
| 15 UK                 | 英国       | 2 Forestry & logging                     | 林業          | 46 Aux to financial services         | 金融関連      |
| 16 Czech Republic     | チェコ      | 3 Fishing                                | 漁業          | 47 Real estate                       | 不動産       |
| 17 Estonia            | エストニア    | 4 Coal                                   | 石炭          | 48 Imputed rents                     | 帰属地代      |
| 18 Cyprus             | キプロス     | 5 Oil and Gas                            | 石油・ガス       | 49 Legal, account, & consulting      | 法律関係      |
| 19 Latvia             | ラトビア     | 6 Other mining                           | その他鉱業       | 50 Architectural & engineering       | 建築・設計     |
| 20 Lithuania          | リトアニア    | 7 Food, drink & tobacco                  | 食品・飲料       | 51 R&D                               | 研究開発      |
| 21 Hungary            | ハンガリー    | 8 Textiles & leather                     | 繊維・皮革       | 52 Advertising & market research     | 広告・市場調査   |
| 22 Malta              | マルタ      | 9 Wood & wood prods                      | 木材          | 53 Other professional                | その他専門職    |
| 23 Poland             | ポーランド    | 10 Paper & paper prods                   | 紙・紙製品       | 54 Rental & leasing                  | レンタル・リース  |
| 24 Slovenia           | スロベニア    | 11 Printing & reproduction               | 印刷          | 55 Employment activities             | 就職支援      |
| 25 Slovakia           | スロバキア    | 12 Coke & ref petroleum                  | コークス等       | 56 Travel agency                     | 旅行代理店     |
| 26 Bulgaria           | ブルガリア    | 13 Other chemicals                       | その他化学       | 57 Security & investigation, etc     | 警備・調査     |
| 27 Romania            | ルーマニア    | 14 Pharmaceuticals                       | 薬品          | 58 Public administration & defence   | 公共・国防     |
| 28 Norway             | ノルウェー    | 15 Rubber & plastic products             | ゴム・プラ       | 59 Education                         | 教育        |
| 29 Switzerland        | スイス      | 16 Non-metallic mineral prods            | 非金属鉱製品      | 60 Human health activities           | 医療        |
| 30 Iceland            | アイスランド   | 17 Basic metals                          | 基礎金属        | 61 Residential care                  | 在宅介護      |
| 31 Croatia            | クロアチア    | 18 Fabricated metal prods                | 金属加工品       | 62 Creative, arts, recreational      | 芸術        |
| 32 Turkey             | トルコ      | 19 Computer, optical & electronic        | 電子          | 63 Sports activities                 | スポーツ      |
| 33 FYROM              | マケドニア    | 20 Electrical equipment                  | 電機製品        | 64 Membership organisations          | メンバー組織    |
| 34 USA                | 米国       | 21 Other machinery & equipment           | 機械          | 65 Repair computers & pers. goods    | PC等修理     |
| 35 Japan              | 日本       | 22 Motor vehicles                        | 自動車         | 66 Other personal services.          | その他個人サービス |
| 36 Canada             | カナダ      | 23 Other transport equipment             | 他輸送機械       | 67 Households as employers           | 家事代行      |
| 37 Australia          | オーストラリア  | 24 Furniture; other manufacturing        | 家具          | 68 Extraterritorial organisations    | 領土外組織     |
| 38 New Zealand        | ニュージーランド | 25 Repair & installation machinery       | 修理          | 69 Unallocated                       | 非分類       |
| 39 Russian Federation | ロシア      | 26 Electricity                           | 電力          |                                      |           |
| 40 Rest of Annex I    | 他付属書 I   | 27 Gas, steam & air conditioning         | ガス等         |                                      |           |
| 41 China              | 中国       | 28 Water, treatment & supply             | 水供給         |                                      |           |
| 42 India              | インド      | 29 Sewerage & waste management           | 廃棄          |                                      |           |
| 43 Mexico             | メキシコ     | 30 Construction                          | 建設          |                                      |           |
|                       |          | 31 Wholesale/retail motor vehicles       | 自動車販売       |                                      |           |

| Q, Y Products, Industries 43 財・産業 |            | Q, Y Products, Industries 43 (cont)     |          | C Consumers' Expenditure 43 (cont) |           |
|-----------------------------------|------------|---|----------|------------------------------------|-----------|
| 1 Agriculture etc                 | 農業等        | 41 Misc. Services                       | 各種サービス   | 36 Personal care                   | 個人的介護     |
| 2 Coal                            | 石炭         | 42 Unallocated                          | 非分類      | 37 Pers. effects n.e.c.            | その他個人サービス |
| 3 Oil & Gas etc                   | 石油・ガス      | 43 Forestry                             | 林業       | 38 Social protection               | 社会的保護     |
| 4 Other Mining                    | 他の鉱業       |   |          | 39 Insurance                       | 保険        |
| 5 Food, Drink & Tob.              | 食品・飲料      | <b>C Consumers' Expenditure 43 消費支出</b> |          | 40 Financial serv n.e.c.           | 他の金融サービス  |
| 6 Text., Cloth. & Leath           | 繊維・皮革      | 1 Food                                  | 食糧品      | 41 Other services n.e.c.           | 他のサービス    |
| 7 Wood & Paper                    | 木材・紙       | 2 Drink                                 | 飲料       | 42 CVM Residuals                   | 残余項目      |
| 8 Printing & Publishing           | 印刷・出版      | 3 Tobacco                               | たばこ      | 43 Unallocated                     | 非分類       |
| 9 Manuf. Fuels                    | 加工燃料       | 4 Clothing and footw.                   | 衣服・履物    |                                    |           |
| 10 Pharmaceuticals                | 薬品         | 5 Actual rent                           | 実際の家賃    | <b>C Consumers' Expenditure 28</b> |           |
| 11 Chemicals nes                  | その他化学      | 6 Imputed rentals                       | 帰属賃料     | 1 Food                             | 食糧品       |
| 12 Rubber & Plastics              | ゴム・プラ      | 7 Maint. and repair                     | 維持補修     | 2 Drink                            | 飲料        |
| 13 Non-Met. Min. Prods.           | 非金属鉱製品     | 8 Water and misc. serv.                 | 水・各種サービス | 3 Tobacco                          | たばこ       |
| 14 Basic Metals                   | 基礎金属       | 9 Electricity                           | 電気代      | 4 Clothing and footw.              | 衣服・履物     |
| 15 Metal Goods                    | 金属製品       | 10 Gas                                  | ガス代      | 5 Gross rent and water             | 家賃・水      |
| 16 Mech. Engineering              | 機械工業       | 11 Liquid Fuels                         | 液体燃料代    | 6 Electricity                      | 電機        |
| 17 Electronics                    | 電機製品       | 12 Other Fuels                          | その他燃料代   | 7 Gas                              | ガス        |
| 18 Elec. Eng. & Instrum.          | 電機工具       | 13 Furniture and floor.                 | 家具等      | 8 Liquid fuels                     | 液体燃料      |
| 19 Motor Vehicles                 | 自動車        | 14 Household text.                      | 住宅用繊維    | 9 Other fuels                      | その他燃料     |
| 20 Oth. Transp. Equip.            | 他輸送機       | 15 Household appliances                 | 住宅用機器    | 10 Furniture etc                   | 家具        |
| 21 Manuf. nes                     | その他製造業     | 16 Glassware tableware                  | 食器       | 11 Household text. etc             | 住宅用繊維     |
| 22 Electricity                    | 電力         | 17 Tools and equipment                  | 工具・設備    | 12 Major appliances                | 主な機器      |
| 23 Gas Supply                     | ガス         | 18 Goods&serv. HH maint.                | 住居維持     | 13 Hardware                        | ハードウェア    |
| 24 Water Supply                   | 水供給        | 19 Medical products                     | 医薬品      | 14 Household operation             | 住居維持      |
| 25 Construction                   | 建設         | 20 Medical Services                     | 医療サービス   | 15 Domestic services               | 家事代行      |
| 26 Distribution                   | 配送         | 21 Purchase of vehicles                 | 乗り物購入    | 16 Medical care etc                | 医療        |
| 27 Retailing                      | 小売         | 22 Petrol etc                           | ガソリン等    | 17 Cars etc                        | 自動車等      |
| 28 Hotels & Catering              | 飲食店・宿泊     | 23 Rail Transport                       | 鉄道       | 18 Petrol etc                      | ガソリン等     |
| 29 Land Transport etc             | 陸上輸送       | 24 Air Transport                        | 航空       | 19 Rail transport                  | 鉄道        |
| 30 Water Transport                | 水上輸送       | 25 Other Transport                      | その他輸送    | 20 Buses and coaches               | バス等       |
| 31 Air Transport                  | 航空輸送       | 26 Postal services                      | 郵便       | 21 Air transport                   | 航空        |
| 32 Communications                 | 通信         | 27 Photo&info.pro equip                 | カメラ・PC等  | 22 Other transport                 | その他輸送     |
| 33 Banking & Finance              | 銀行・金融      | 28 O.rec&cult durables                  | 他の文化的耐久財 | 23 Communication                   | 通信        |
| 34 Insurance                      | 保険         | 29 O.rec items & equip                  | 他の用具     | 24 Equipment etc                   | 設備等       |
| 35 Computing Services             | コンピュータサービス | 30 Rec and cult serv.                   | 文化的サービス  | 25 Entertainment etc               | 娯楽等       |
| 36 Prof. Services                 | 専門サービス     | 31 News,books,stationery                | 図書・文具    | 26 Exp rest and hotel              | 宿泊等       |
| 37 Other Bus. Services            | その他サービス    | 32 Package holidays                     | 休暇旅行     | 27 Misc. goods and serv            | その他の財     |
| 38 Public Admin. & Def.           | 公共・国防      | 33 Education (pre& prim)                | 教育       | 28 Unallocated                     | 非分類       |
| 39 Education                      | 教育         | 34 Catering services                    | 飲食店      |                                    |           |
| 40 Health & Social Work           | 医療・介護      | 35 Accommodations.                      | 宿泊       |                                    |           |

| <b>G Govt sectors</b>         | <b>G 政府部門</b>      | <b>K Investment 69 (cont)</b>        | <b>K Investment 69 (cont)</b>            |
|-------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|
| 1 Defence                     | 国防                 | 21 Other machinery & equipment       | 61 Residential care                      |
| 2 Education                   | 教育                 | 22 Motor vehicles                    | 62 Creative, arts, recreational          |
| 3 Health                      | 医療                 | 23 Other transport equipment         | 63 Sports activities                     |
| 4 Other                       | その他                | 24 Furniture; other manufacturing    | 64 Membership organisations              |
| 5 Unallocated                 | 非分類                | 25 Repair & installation machinery   | 65 Repair computers & pers goods         |
|                               |                    | 26 Electricity                       | 66 Other personal services.              |
|                               |                    | 27 Gas, steam & air conditioning     | 67 Households as employers               |
|                               |                    | 28 Water, treatment & supply         | 68 Extraterritorial organisations        |
|                               |                    | 29 Sewerage & waste management       | 69 Unallocated/Dwellings                 |
|                               |                    | 30 Construction                      |  |
|                               |                    | 31 Wholesale/retail motor vehicles   | <b>K Investment 43</b> <b>K 投資 43(略)</b> |
|                               |                    | 32 Wholesale excl. motor vehicles    | 1 Agriculture etc                        |
|                               |                    | 33 Retail excluding motor vehicles   | 2 Coal                                   |
|                               |                    | 34 Land transport, pipelines         | 3 Oil & Gas etc                          |
|                               |                    | 35 Water transport                   | 4 Other Mining                           |
|                               |                    | 36 Air transport                     | 5 Food, Drink & Tob.                     |
|                               |                    | 37 Warehousing                       | 6 Text., Cloth. & Leath                  |
|                               |                    | 38 Postal & courier activities       | 7 Wood & Paper                           |
|                               |                    | 39 Accommodation & food services     | 8 Printing & Publishing                  |
|                               |                    | 40 Publishing activities             | 9 Manuf. Fuels                           |
|                               |                    | 41 Motion picture, video, television | 10 Pharmaceuticals                       |
|                               |                    | 42 Telecommunications                | 11 Chemicals nes                         |
|                               |                    | 43 Computer progr, info serv.        | 12 Rubber & Plastics                     |
|                               |                    | 44 Financial services                | 13 Non-Met. Min. Prods.                  |
|                               |                    | 45 Insurance                         | 14 Basic Metals                          |
|                               |                    | 46 Aux to financial services         | 15 Metal Goods                           |
|                               |                    | 47 Real estate                       | 16 Mech. Engineering                     |
|                               |                    | 48 Imputed rents                     | 17 Electronics                           |
|                               |                    | 49 Legal, account, & consulting      | 18 Elec. Eng. & Instrum.                 |
|                               |                    | 50 Architectural & engineering       | 19 Motor Vehicles                        |
|                               |                    | 51 R&D                               | 20 Oth. Transp. Equip.                   |
|                               |                    | 52 Advertising & market research     | 21 Manuf. nes                            |
|                               |                    | 53 Other professional                | 22 Electricity                           |
|                               |                    | 54 Rental & leasing                  | 23 Gas Supply                            |
|                               |                    | 55 Employment activities             | 24 Water Supply                          |
|                               |                    | 56 Travel agency                     | 25 Construction                          |
|                               |                    | 57 Security & investigation, etc     | 26 Distribution                          |
|                               |                    | 58 Public administration & defence   | 27 Retailing                             |
|                               |                    | 59 Education                         | 28 Hotels & Catering                     |
|                               |                    | 60 Human health activities           | 29 Land Transport etc                    |
| <b>T Taxes</b>                | <b>T 税</b>         |                                      |  |
| 1 Motor spirit                | ガソリン税              |                                      |  |
| 2 DERV                        | 軽油税                |                                      |  |
| 3 Other oil                   | その他石油税             |                                      |  |
| 4 Coal                        | 石炭税                |                                      |  |
| 5 Gas                         | ガス税                |                                      |  |
| 6 Electricity                 | 電力税                |                                      |  |
| 7 Carbon/energy tax           | 炭素・エネルギー税          |                                      |  |
| 8 VAT                         | 付加価値税              |                                      |  |
| 9 Import duties               | 輸入関税               |                                      |  |
| 10 Material taxes             | 原材料税               |                                      |  |
| 11 Other indirect taxes       | その他間接税             |                                      |  |
| <b>K Investment 69</b>        | <b>K 投資 69 (略)</b> |                                      |  |
| 1 Crops, animals, etc         |                    |                                      |  |
| 2 Forestry & logging          |                    |                                      |  |
| 3 Fishing                     |                    |                                      |  |
| 4 Coal                        |                    |                                      |  |
| 5 Oil and Gas                 |                    |                                      |  |
| 6 Other mining                |                    |                                      |  |
| 7 Food, drink & tobacco       |                    |                                      |  |
| 8 Textiles & leather          |                    |                                      |  |
| 9 Wood & wood prods           |                    |                                      |  |
| 10 Paper & paper prods        |                    |                                      |  |
| 11 Printing & reproduction    |                    |                                      |  |
| 12 Coke & ref petroleum       |                    |                                      |  |
| 13 Other chemicals            |                    |                                      |  |
| 14 Pharmaceuticals            |                    |                                      |  |
| 15 Rubber & plastic products  |                    |                                      |  |
| 16 Non-metallic mineral prods |                    |                                      |  |
| 17 Basic metals               |                    |                                      |  |
| 18 Fabricated metal prods     |                    |                                      |  |
| 19 Computer, opt & elec.      |                    |                                      |  |
| 20 Electrical equipment       |                    |                                      |  |

|  |                                   |                                       |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| <b>K Investment 43 (cont)</b> 投資 43 続<br>き | <b>LG Labour groups</b>           | <b>AR Regional assumptions (cont)</b> |
| 30 Water Transport                         | 1 Male 15-19                      | 06 GDP 国内総生産                          |
| 31 Air Transport                           | 2 Male 20-24                      | 07 Inflation インフレ                     |
| 32 Communications                          | 3 Male 25-29                      | 08 Total govt spending 政府総支出          |
| 33 Banking & Finance                       | 4 Male 30-34                      | 09 Defence spending 国防支出              |
| 34 Insurance                               | 5 Male 35-39                      | 10 Education spending 教育支出            |
| 35 Computing Services                      | 6 Male 40-44                      | 11 Health spending 医療支出               |
| 36 Prof. Services                          | 7 Male 44-49                      | 12 Indirect tax rates 直接税率            |
| 37 Other Bus. Services                     | 8 Male 50-54                      | 13 VAT rates 付加価値税率                   |
| 38 Public Admin. & Def.                    | 9 Male 55-59                      | 14 Direct tax rates 間接税率              |
| 39 Education                               | 10 Male 60-64                     | 15 Import tariffs 輸入関税                |
| 40 Health & Social Work                    | 11 Male 65+                       | 16 Benefit rates 社会給付率                |
| 41 Misc. Services                          | 12 Female 15-19                   | 17 Employees' Soc Sec rate 被用者負担      |
| 42 Unallocated/Dwelling                    | 13 Female 20-24                   | 18 Employers Soc Sec rate 使用者負担       |
| 43 Forestry                                | 14 Female 25-29                   | 19 Total population 総人口               |
|  | 15 Female 30-34                   | 20 Young male population 幼年男性人口       |
| <b>PA Population groups</b> 人口集団           | 16 Female 35-39                   | 21 Young female population 幼年女性人口     |
| 1 Male Children                            | 17 Female 40-44                   | 22 Male working age pop. 男性勤労年人口      |
| 2 Male 15-19                               | 18 Female 45-49                   | 23 Female working age pop. 女性勤労年人口    |
| 3 Male 20-24                               | 19 Female 50-54                   | 24 Male OAP population 男性高齢人口         |
| 4 Male 25-29                               | 20 Female 55-59                   | 25 Female OAP population 女性高齢人口       |
| 5 Male 30-34                               | 21 Female 60-64                   | 26 Male labour part'n rate 男性労働力率     |
| 6 Male 35-39                               | 22 Female 65+                     | 27 Female labour par'n rate 女性労働力率    |
| 7 Male 40-44                               | 23 Total 15-19                    | 28 Unused 用いない                        |
| 8 Male 44-49                               | 24 Total 20-24                    |                                       |
| 9 Male 50-54                               | 25 Total 25-29                    | <b>SE Socio-economic groups</b> 社会階層  |
| 10 Male 55-59                              | 26 Total 30-34                    | 1 All households すべての家計               |
| 11 Male 60-64                              | 27 Total 35-39                    | 2 First quintile 第1五分位                |
| 12 Male OAPs                               | 28 Total 40-44                    | 3 Second quintile 第2五分位               |
| 13 Female Children                         | 29 Total 45-49                    | 4 Third quintile 第3五分位                |
| 14 Female 15-19                            | 30 Total 50-54                    | 5 Fourth quintile 第4五分位               |
| 15 Female 20-24                            | 31 Total 55-59                    | 6 Fifth quintile 第5五分位                |
| 16 Female 25-29                            | 32 Total 60-64                    | 7 Manual workers 手仕事労働者               |
| 17 Female 30-34                            | 33 Total 65+                      | 8 Non-manual workers 非手仕事労働者          |
| 18 Female 35-39                            |                                   | 9 Self-employed 自営業者                  |
| 19 Female 40-44                            | <b>AR Regional assumptions</b> AR | 10 Unemployed 失業者                     |
| 20 Female 45-49                            | <b>地域仮定</b>                       | 11 Retired 退職者                        |
| 21 Female 50-54                            | 01 YEAR                           | 12 Inactive 無業者                       |
| 22 Female 55-59                            | 02 Exchange rate                  | 13 Densely populated 集住               |
| 23 Female 60-64                            | 03 PPP exchange rate              | 14 Sparsely populated 非集住             |
| 24 Female OAPs                             | 04 SR Interest rate               |                                       |
|  | 05 LR interest rate               |                                       |

| <b>SF Stochastic Functions 確率関数</b> | <b>M Global Commodities 国際商品</b>    | <b>J Fuel types 燃料種別</b>                              |
|-------------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 BFR0 Agg Energy Demd              | 1 Food/Feed 食糧・飼料                   | 1 Hard coal 石炭  |
| 2 BFRC Coal Demd                    | 2 Woods 木材                          | 2 Other coal etc その他炭                                 |
| 3 BFRO Heavy Oil Demd               | 3 Construction minerals 建築用鉱物       | 3 Crude oil etc 原油等                                   |
| 4 BFRG Nat Gas. Demd                | 4 Industrial minerals 工業用鉱物         | 4 Heavy fuel oil 重質油                                  |
| 5 BFRE Electricity Demd             | 5 Ferrous ores 鉄鉱石                  | 5 Middle distillates 中間留分                             |
| 6 BRSC Agg Consumption              | 6 Non-ferrous ores 非鉄鉱石             | 6 Other gas その他ガス                                     |
| 7 BCR Disag Consumption             | 7 Coal 石炭                           | 7 Natural gas 天然ガス                                    |
| 8 BCR Disag Consumption             | 8 Oil 石油                            | 8 Electricity 電気                                      |
| 9                                   | 9 Gas ガス                            | 9 Heat 熱  |
| 10 BKR Ind. Investment              |                                     | 10 Combustible waste 可燃廃棄物                            |
| 11 BQEX External Exports            | <b>MT Materials 原材料</b>             | 11 Biofuels バイオ燃料                                     |
| 12 BQIX Internal Exports            | 1 Food 食糧                           | 12 Hydrogen 水素  |
| 13 BQEM External Imports            | 2 Feed 飼料                           |   |
| 14 BQIM Internal Imports            | 3 Forestry 林産物                      | <b>FU Fuel Users 燃料ユーザー</b>                           |
| 15 BYRH Hours Worked                | 4 Construction Minerals 建築用鉱物       | 1 Power own use & transformation<br>電力自家消費・転換         |
| 16 BYRE Ind. Employment             | 5 Industrial Minerals 工業用鉱物         | 2 Oenergy own use & transformation<br>その他エネルギー自家消費・転換 |
| 17 BPYH Ind. Prices                 | 6 Ferrous Ores 鉄鉱石                  | 3 Iron and steel 鉄鋼                                   |
| 18 BPQX Export Prices               | 7 Non-ferrous Ores 非鉄鉱石             | 4 Non-ferrous metals 非鉄金属                             |
| 19 BPQM Import Prices               | 8 Water 水                           | 5 Chemicals 化学  |
| 20 BYRW Ind. Ave. Earn              | 9 Waste 廃棄物                         | 6 Non-metallic minerals 非金属鉱物                         |
| 21 BLRP Participation               | 10 Unallocated 非配分                  | 7 Ore-extraction (non-energy) 採鉱                      |
| 22 BRRI Residual Income             |                                     | 8 Food, drink and tobacco 食品                          |
| 23 BRDW Invst Dwellings             | <b>MU Material Users MU 原材料ユーザー</b> | 9 Textiles, clothing & footwear 繊維                    |
| 24 BYRN Normal Output               | 1 Agriculture 農業                    | 10 Paper and pulp 紙パルプ                                |
| 25                                  | 2 Mining 工業                         | 11 Engineering etc 工学等                                |
| 26 BRPT Agg Passenger               | 3 Energy エネルギー産業                    | 12 Other industry その他工業                               |
| 27 BRFT Agg Freight                 | 4 Food, Drink & Tobacco 食品業         | 13 Construction 建築                                    |
| 28 BPMR Disag Passenger             | 5 Wood and Paper 木材・紙               | 14 Rail transport 鉄道輸送                                |
| 29 BFMR Disag Freight               | 6 Chemicals 化学                      | 15 Road transport 道路輸送                                |
| 30                                  | 7 Non-metallic Minerals 非金属鉱物       | 16 Air transport 航空輸送                                 |
| 31 BMU1 Food                        | 8 Basic Metals 基礎鉱物                 | 17 Other transport services 他輸送                       |
| 32 BMU2 Feed                        | 9 Engineering etc 工学                | 18 Households 家計                                      |
| 33 BMU3 Wood                        | 10 Other Industry その他工業             | 19 Agriculture, forestry, etc 農林業                     |
| 34 BMU4 Construction Min            | 11 Construction 建築                  | 20 Fishing 水産業  |
| 35 BMU5 Industrial Mins             | 12 Transport 輸送                     | 21 Other final use その他最終需要                            |
| 36 BMU6 Ores                        | 13 Services サービス業                   | 22 Non-energy use 非エネルギー                              |
| 37 BMU7 Water                       | 14 Households 家計                    |   |
| 38 BMU8 Waste                       | 15 Unallocated 非配分                  |   |
| 39                                  | 16 Unclassified 非分類                 |   |
| 40                                  |                                     |   |

| <b>EP Energy prices</b> | <b>EP エネ価格</b> | <b>ES Emission Sources</b> | <b>ES 排出源</b> | <b>ET Energy Technologies</b> | <b>ET エネ技術</b> |
|-------------------------|----------------|----------------------------|---------------|-------------------------------|----------------|
| 1 Auto fuels: leaded    |                | 1 Energy & trans. Ind.     |               | 1 Coal- IGCC                  |                |
| 2 Auto fuels: unleaded  |                | 2 Industry                 |               | 2 Coal- PC                    |                |
| 3 Auto fuels: diesel    |                | 3 Transport                |               | 3 Oil- Peaking                |                |
| 4 Light fuel oil: indus |                | 4 Other fuel combustion    |               | 4 Gas- CCGT                   |                |
| 5 Light fuel oil: hhold |                | 5 Fugitive fuel emiss.     |               | 5 Gas- CHP DistHeat           |                |
| 6 High S fuel oil: indu |                | 6 Industrial processes     |               | 6 Gas- Fuel Cell Dist         |                |
| 7 High S fuel oil: elec |                | 7 Solvent & oth. prod.     |               | 7 Nuclear Elec - LWR          |                |
| 8 Low S fuel oil: indus |                | 8 Agriculture              |               | 8 Nuclear – advanced          |                |
| 9 Low S fuel oil: elec  |                | 9 Waste treat. disp.       |               | 9 Hydro Large                 |                |
| 10 Electricity: indust  |                | 10 Other                   |               | 10 Biomass                    |                |
| 11 Electricity: hholds  |                |                            |               | 11 Biomass/ Coal CHP          |                |
| 12 Natural gas: indust  |                |                            |               | 12 Wind- onshore              |                |
| 13 Natural gas: hholds  |                |                            |               | 13 Wind-offshore              |                |
| 14 Natural gas: elec    |                |                            |               | 14 Solar PV Flat Panel        |                |
| 15 Steam coal: indust   |                |                            |               | 15 Solar Conc. PV             |                |
| 16 Steam coal: hholds   |                |                            |               | 16 Conc. Solar Thermal CSP    |                |
| 17 Steam coal: elec     |                |                            |               | 17 Tidal                      |                |
| 18 Coking coal          |                |                            |               | 18 Wave                       |                |
|                         |                |                            |               | 19 Geothermal                 |                |
|                         |                |                            |               | 20 Coal CCS Retrofit          |                |
| <b>EM Emissions</b>     | <b>EM 排出量</b>  |                            |               | 21 Biomass/ Coal with CCS     |                |
| 1 Carbon dioxide        |                |                            |               | 22 Gas with CCS (Post)        |                |
| 2 Sulphur dioxide       |                |                            |               | 23 Coal with CCS (Pre)        |                |
| 3 Nitrogen oxides       |                |                            |               | 24 Hydrogen-central           |                |
| 4 Carbon monoxide       |                |                            |               | 25 Air Capt. kw ~ kgCO2/h     |                |
| 5 Methane               |                |                            |               | 26 Pumped Storage             |                |
| 6 Particulates          |                |                            |               | 27 Battery storage            |                |
| 7 VOCs                  |                |                            |               | 28 Transmission               |                |
| 8 Radiation - air       |                |                            |               |                               |                |
| 9 Lead - air            |                |                            |               |                               |                |
| 10 CFCs                 |                |                            |               |                               |                |
| 11 N2O (GHG)            |                |                            |               |                               |                |
| 12 HFCs (GHG)           |                |                            |               |                               |                |
| 13 PFCs (GHG)           |                |                            |               |                               |                |
| 14 SF6 (GHG)            |                |                            |               |                               |                |

## 補論 C ファイル構造 File Structure

### C.1 DOS box users

| ディレクトリ Directory                                      | ファイル名 File name   | 意味 Description   |
|---|---|--|
| C:\e3me   |   |  |
| 入力値 (全バージョン)<br><i>All model versions – Inputs</i>    |   |  |
|   | Run.cmd<br>E3mer.exe, e3med.exe<br>CreateES.cmd   | コマンドラインからモデルを実行<br>モデルの実行ファイル(リリース、デバッグ)<br>残差データバンクの生成にモデルが用いる  |
| ¥output¥dumtitles                                     | Dump<br>Titles  | モデルが変数等の保存に用いる直接アクセス可能なバイナリファイル  |
| ¥databank   | *.dbl   | データバンクについては3.2節を参照   |
| ¥in   | History.idiom<br>Exforecast.idiom<br><br>Enforecast.idiom<br>Dan.idiom<br>Esput.idiom<br>Esput2.idiom | 過去についてモデルを解くコマンド<br>出版された予測に合致するモデルランのためのコマンド<br><br>内生的予測のためにモデルを解くコマンド<br>モデル結果を抽出するコマンド<br>2つとも残差データバンクを生成するために利用 |
| ¥in¥switches  | FunctionFixes.xlsm  | モデル定式化修正分が含まれるエクセルマクロファイル  |
| ¥in¥asns  | Assumptions.idiom   | 仮定ファイル (追加可能)  |
| ¥in¥scenarios   | B_ETS.idiom   | シナリオ入力ファイル(追加可能)   |
|   |   |  |
| 出力値 (全てのバージョン)<br><i>All model versions - Outputs</i> |   |  |
| ¥output   | *.mre<br>*.tab<br>*.txt   | フロントエンド用出力値ファイル<br>人が読める出力値ファイル<br>用いられない  |
| ¥output¥io  | *.csv   | 産業連関表  |
| ¥output¥ver   | *.txt   | モデル診断  |
|   |   |  |
| その他のファイル  |   |  |
| ¥utilities¥mretodb                                    | mretodb.exe   | 残差データバンクの生成に用いる  |
| ¥utilities¥tables                                     | tables.exe  | 新たな変数を追加するのに用いる  |
| ¥model¥e3me¥dats¥<br><br>※元の表にずれがあるらしく、適宜修正している       | Tabs.dat<br>Tabs1.dat<br>Tablo.dat<br>units.dat   | 行列型変数のリスト (説明つき)<br>スカラーと整数の変数リスト (説明つき)<br>スカラーと整数の変数リスト<br>表示単位のリスト  |
|   |   |  |

| ディレクトリ Directory | ファイル名 File name | 意味 Description                       |
|------------------|-----------------|--------------------------------------|
| C:\e3me          |                 |                                      |
| モデルのソースコード       |                 |                                      |
| ¥model¥e3me¥s    | *.f90           | モデルのソースコードを含んだ Fortran ファイル          |
| ¥model¥e3me¥m    | *.for<br>*f90   | モデルのソースコードへの calls を含んだ Fortran ファイル |
| ¥model¥e3me¥ftt  | *.for           | FTT モデルに関するソースコードを含んだ Fortran ファイル   |
| ¥model¥idiom¥idm | *.f90           | IDIOM ソースコードを含んだ Fortran ファイル        |

## C.2 フロントエンドのユーザー

| ディレクトリ Directory | ファイル名 File name                             | 意味 Description   |
|------------------|---|--|
| C:\e3me_vb       |   |  |
| 入力値 (全てのバージョン)   | Runmodel.cmd<br>e3me5.exe                   | コマンドラインからモデルを実行<br>E3ME のフロントエンドを起動                    |
| ¥script          | Baseline.sct                                | Solution スクリプトからモデルを実行                                 |
| ¥e3me5¥          | e3me5.exe                                   | 実行形式にコンパイルされた E3ME                                     |
| ¥databank        | *.dbl                                       | データバンクの記述については 0 節を見よ                                  |
| ¥in              | Dump.idiom<br>Enforecast.idiom<br>Dan.idiom | 過去についてモデルを実行するコマンド<br>モデル予測を実行するコマンド<br>モデル結果を抽出するコマンド |
| ¥in¥asns         | Assumptions.idiom<br>fla.ast                | 仮定ファイルのテキストファイル<br>個々の仮定ファイルのセット                       |
| ¥in¥scenarios    | B_ETS.idiom                                 | シナリオ入力値ファイル  |
|                  |   |  |
| 出力値 (全てのバージョン)   |   |  |
| ¥output          | *.mre                                       | フロントエンドのため出力ファイル                                       |
| ¥output¥io       | *csv  | 産業連関表  |
|                  |   |  |
|                  |   |  |

補論 D： Non-Standard Equations（省略） 現バージョンに含まれない方程式のため

翻訳者付録： 前回のマニュアル・バージョンから削除された部分

（3節のパラメタ推定手続きに関して、今回のバージョンにおいては削除されていたので、参考として前回の翻訳の一部を再掲する）。

本節では E3ME のパラメタ推定手続きを概観する。特に、計量経済学的な定式化の背後にある理論と、経済データを用いたモデル方程式のパラメタ推計方法を説明する。また推定式の診断とパラメタ推定値の解釈についても詳述する。

### 定式化の考え方

モデルの解を求める手順において、各変数の値は方程式によって決定される。例えば、ある年の雇用の値は YRE 関数によって求められる。モデル内の各関数に対してそれぞれの定式化が行われる。定式化は関数の値を導出する方法を決定する規則と言える。例えば[1]式は計量経済学的な定式化の一例である。それに対して[2]式は計量経済学的でない定式化の例であり、ここではある変数の伸びは他の変数の伸びによって決定される。

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 \Delta y_{t-1} + \beta_3 (y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 x_{t-1}) \quad [1]$$

$$y_t = y_{t-1} \left( \frac{z_t}{z_{t-1}} \right) \quad [2]$$

一つの定式化によって全ての地域、全ての産業についての解がうまく導出できるとは限らないので、一つの関数に対して複数の定式化が採用されることがありうる。モデルユーザーはある関数を解く上での定式化や規則を選択することができる。パラメタ推定とは、計量方程式の各パラメタ（係数等）の推定値（ $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \alpha_0$  および  $\alpha_1$ ）を計算する手順のことを言う。

### 計量経済学的定式化

#### 定常性

時系列の定常性とは、大まかに言ってその平均と分散が有限であり、時間が経っても変化しないような統計学的性質を意味する。非定常な変数を用いて回帰分析を行った場合、検定統計量の確率分布が標準的分布に従わないので、それを用いた統計的推論は誤った結果に繋がりやすい。

多くの経済時系列データは非定常であることが示されている（特に、単位根過程と呼ばれるものに従う）。この問題の回避策の一つは、一階の階差をとって時系列を定常的なものに変換することである。同様に、変数の一階の階差で定式化した回帰分析でも問題が避けられる。しかしながら、一階の階差をとって方程式を定式化すると、2変数間の長期的な関係についての重要な情

報が失われてしまう。しかも、経済変数間の様々な仮説は、階差(difference)ではなくレベル(level)のあいだの関係として定められている。こうした理由から、E3ME の関数の計量経済学的定式化においては共和分の考え方が用いられている。

### 共和分

共和分という統計学的性質は、共通のトレンド（すなわち共通の確率論的ドリフト）を有する二つ以上の変数の間に成立するものである。これらの変数は互いに均衡関係にあると言われる。共和分する変数どうしを回帰分析したもの（共和分方程式）の残差が定常となることは、共和分の有用な性質である。

### 誤差修正モデル

変数間の共和分の性質によって、二つの非定常変数（単位根をもつ変数）の間の長期的関係を回帰分析によって推定することが許される。しかしながら、経済効果分析においては変数間の関係についての短期的動学をモデル化することも有用である。グランジャー表現定理（Granger Representation Theorem）によれば、二つ以上の変数が共和分関係にあれば誤差修正モデルが定式化できる。誤差修正モデルは短期的動学と長期均衡への調整経路の両方を把握できる非常に有用なものである。[3]式は誤差修正モデルの方程式の一例である：

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 \Delta y_{t-1} + \beta_3 (y_{t-1} - \alpha_0 - \alpha_1 x_{t-1}) \quad [3]$$

被説明変数は階差で表現されており、方程式に含まれる階差項は変数  $y$  と変数  $x$  との短期的動学を把握するものである。括弧内の項が誤差修正項と呼ばれるもので、 $x$  と  $y$  の長期的関係を示すとともに、レベル回帰式からの残差のラグ値を表している。

誤差修正項にかかっている  $\beta_3$  は、攪乱のあとに均衡に戻る調整の測度を示していると解釈される。つまり、レベル回帰式の残差として示される長期均衡からの乖離と、被説明変数の調整量を関連づけるものである。従って、長期均衡からの乖離が生じた場合には逆向きの調整がなされねばならないので、このパラメタの推定値はマイナスでなければならない。また、調整過程が安定的であるするためには係数の絶対値が 1 より小さくなければならない。

### 計量経済学的推定

実際には、誤差修正モデルは二段階で推定される。第一段階では、[4]式のようなレベル回帰分析を用いて長期的関係を推定する。外生変数の集合は経済理論に基づいて選ばれる。例えば、労働需要に対しては実質生産額、実質賃金費用、労働時間、エネルギー価格、および技術進歩指標が説明変数となる。

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 x_t + \varepsilon_t \quad [4]$$

第二段階では、[4]式の残差のラグ値を用いて[5]式の誤差修正モデルを推定する。

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 \Delta x_t + \beta_2 \Delta y_{t-1} + \beta_3 (\varepsilon_{t-1}) \quad [5]$$

[4]式から得られた残差に対して定常性テストを行い、共和分関係が存在するかどうかをチェックする。モデルのサイズが巨大なので、共和分ベクトル自己回帰モデル（VAR）ではなく、個別に方程式の推定を行ってゆく。賃金と雇用と価格など、多くの変数が同時決定される関係にあるので、バイアスが生じないように、長期方程式と誤差修正方程式のいずれも操作変数法を用いて推定を行っている。ふつうは各変数のラグ値が操作変数に用いられる。

### パラメタの制約

推定手続きにおいて、いくつかのパラメタ推定値に対しては大きさや符号の制約が課されている。これらの制約は、解を安定させ、経済的に妥当な性質を保障するために必要である。一般に、以下の理由から制約が課されている：

- ・モデルが不安定化するようなパラメタ推定値を防ぐ（例えば、ラグ従属変数の係数が1より大きくならないようにする）。
- ・異常な経済的影響をもたらすようなパラメタ符号が現れることを防ぐ（例えば家計消費方程式において所得の係数が負にならないようにする）。
- ・あり得ない経済効果をもたらすようなパラメタ推定値を防ぐ（例えば、所得が1%増えただけで家計消費が20%も増えるようなことにならないようにする）。
- ・経済理論に合致したパラメタの値が得られることを保証する（例えば、全ての価格変数が倍になれば、実際の経済行動には相対的な変化が生じないはずである）。

外生変数には多重共線性がありうるので、パラメタに制約を課す順序によって、最終的なパラメタ推定値が影響を受けると考えられる。これを考慮するために、パラメタ制約の全ての順序について推定を行い、赤池情報量基準(AIC)を用いてもっとも当てはまりのよいモデルを決定するアルゴリズムを構築した。

### 診断テスト

上記の目的を達するため、回帰分析の要約的統計量を自動的に計算し標準的診断テストを行う推定アルゴリズムを構築した。これに含まれるのは、RMSE や R<sup>2</sup> 統計量の表示、個別変数や回帰式全体の有意性のテスト、定常性や共和分のテスト、自己回帰に関するダービンワトソン検定、分散不均一に関するラグランジュ乗数、正規性および関数型の誤りの検定などである。

### 推定手続

モデルのパラメタを再推定するとシミュレーションの性質が変わってしまうので、推定手続きを行う上で注意が必要である。国民経済計算データの最新版が利用可能となるごとに、再推定の手続が行われている。

計量経済学的な推定はモデルの外部で行われ、パラメタ推定値や誤差が得られれば、これを専用の X データバンク (X.db1) に書き込み、モデルを解く IDIOM プログラムで利用出来るようにする。過去のパラメタ推定値は保存・維持され、新たな推定値と比較できるようにしている。

### 新たなフロントエンドの開発

現行のフロントエンドは若干古くなっており、より使いやすくするために大幅な更新が必要となっている。ケンブリッジ・エコノメトリクスは現在、新たなフロントエンド・ソフトウェアの開発を進めている。新たなフロントエンドは、モデルの入力値・出力値の呼び出しと加工について、より柔軟で使いやすいものとなる。もう一つは、新たなソフトウェアはクラウド環境に移され、現在のようにハードディスクに格納する必要がなくなる。

この作業は 2013 年の終わりまでに完了の予定である。このマニュアルは現行の E3ME フロントエンドに関するものであるが、新たなフロントエンドが発表された時には改められる。

## 補論 C 主なモデル変数 Main model variables

※現行版マニュアルからは省略されていたが、前回の翻訳から再掲する

| E3ME code names                                   | Descriptions                           |
|---|--|
| <b>Macroeconomic results</b>                      |  |
| <u>Summary totals by regions</u>                  |  |
| RGDP  | GDP expenditure                        |
| RSC   | household consumption                  |
| RSX   | exports                                |
| RSM   | imports                                |
| RSK   | investment consumption                 |
| RSG   | government consumption                 |
| REMP  | employment                             |
| RUNR  | unemployment rate                      |
| RWS   | wages and salaries                     |
| RRPD  | real household income                  |
| PRSC  | consumer expenditure price index       |
| RGIN  | GINI coefficients                      |
| <u>EU27 results by sectors</u>                    |  |
| QEU   | output                                 |
| YEEU  | employment                             |
| PQEU  | EU prices of products                  |
| <u>Country level results breakdown by sectors</u> |  |
| QR  | output                                 |
| QRX   | exports                                |
| QIX   | product exports to rest of EU          |
| QEX   | product exports outside EU             |
| QRM   | imports                                |
| QEM   | product imports from outside EU        |
| QRC   | products purchased by consumers        |
| QRK   | product flows to fixed investment      |
| QRY   | products absorbed by sectors           |
| KR  | investment consumption                 |
| CR  | household consumption                  |
| GR  | government consumption                 |
| YRE   | sector employment                      |
| LGR   | labour force by gender                 |
| YRW   | average earnings by sector             |
| YRWS  | industrial wages and salaries          |
| PCR   | consumer expenditure price index       |
| PYH   | prices of home sales by home producers |
| PQRM  | prices of imported products            |

|   |  |
|---|--|
| PQRX  | prices of export sales                           |
| PKR   | prices of investment expenditures                |
| PQRD  | prices of all sales to the domestic market       |
| YRUC  | industrial unit costs                            |
| YRUL  | industrial unit labour costs                     |
| YRUM  | industrial unit material and service costs       |
| YRUT  | industrial unit tax and residual costs           |
| <b>Energy and environmental Results</b>                   |  |
| <i><u>Summary totals by regions</u></i>                   |  |
| RFU   | total fuel use                                   |
| RCO2  | CO <sub>2</sub> (carbon dioxide)                 |
| RGHG  | GHG (greenhouse gasses)                          |
| RSO2  | SO <sub>2</sub> (sulphur dioxide)                |
| RNOX  | NO <sub>x</sub> (nitrous oxide)                  |
| RCO   | CO (carbon monoxide)                             |
| RCH4  | CH <sub>4</sub> (methane and other hydrocarbons) |
| RBS   | black smoke PM <sub>10</sub>                     |
| RVOC  | volatile organic compounds                       |
| RCFC  | chlorofluorocarbons                              |
| RN2O  | nitrous oxide                                    |
| RSF6  | SF <sub>6</sub> (sulphur hexafluoride)           |
| RHFC  | hydrofluorocarbons                               |
| RPFC  | perfluorocarbons                                 |
| <i><u>EU27 results by sectors</u></i>                     |  |
| FCEU  | CO <sub>2</sub> (carbon dioxide)                 |
| <i><u>Country level results break down by sectors</u></i> |  |
| FR0   | total fuel use                                   |
| FRCT  | coal use for energy                              |
| FROT  | heavy oil use for energy                         |
| FRGT  | gas use for energy                               |
| FRET  | electricity use                                  |
| FR05  | actuals/forecasts for middle distillates         |
| FCO2  | CO <sub>2</sub> (carbon dioxide)                 |
| ESO2  | SO <sub>2</sub> (sulphur dioxide)                |
| ENOX  | NO <sub>x</sub> (nitrous oxide)                  |
| ECO   | CO (carbon monoxide)                             |
| ECH4  | CH <sub>4</sub> (methane and other hydrocarbons) |
| EBS   | black smoke PM <sub>10</sub>                     |
| EVOC  | volatile organic compounds                       |
| EN2O  | nitrous oxide                                    |
| ESF6  | SF <sub>6</sub> (sulphur hexafluoride)           |

|  |   |
|--|---|
| EHFC   | hydrofluorocarbons  |
| EPFC   | perfluorocarbons  |
| FCPE   | process emissions   |
| JREF   | ESI fuel use (from ESFU)  |
| EEG  | ET ER ave load factors $EEG/8.76*.5*EEK+EEKL$ )))               |
| EEK  | ET euro-region capacity   |
| PFR0   | average fuel prices (euros/toe) incl taxes                      |
| PFRC   | price of coal use (incl taxes)                                  |
| PFRE   | price of electricity use (incl taxes)                           |
| PFRG   | price of gas use (including taxes)                              |
| PFR0   | price of heavy oil use  |
| PJR  | ave (across uses) fuel prices ex tax                            |
| PJRT   | ave fuel prices incl tax  |
| EPR  | IEA energy prices incl taxes                                    |
| EPRT   | IEA total energy taxes  |
| <b>Material Results</b>                            |   |
| <u>Summary totals by regions</u>                   |   |
| RDMC   | domestic material consumption                                   |
| RDMI   | domestic material intensity                                     |
| <u>EU27 results by sectors</u>                     |   |
| EUDC   | domestic material consumption                                   |
| EUDI   | domestic material intensity                                     |
| <u>Country level results break down by sectors</u> |   |
| MU01-7   | domestic material input of corresponding material               |
| MUI1-7   | DMI intensity (MU/MUYC), corresponding material                 |
| MUM1-7   | imports, corresponding material                                 |
| MUD1-7   | domestic extraction used, corresponding material                |
| MUX1-7   | exports, corresponding material                                 |
| MDC1-7   | domestic material consumptions (DMC),<br>corresponding material |
| TMR1-7   | total material requirements, (TMR), corresponding<br>material   |
| MDU1-7   | domestic extraction unused (UDE), corresponding<br>material     |
| MHF1-7   | import hidden flows (UFM-IMP), corresponding<br>material        |
| PMTR   | prices of materials   |
| <b>Economic policies and assumptions</b>           |   |
| RPOP   | population total  |
| DPAR   | detailed population   |
| RITX   | indirect tax revenues   |
| RITR   | indirect tax ratios   |

|  |   |
|--|---|
| RSVT                                     | VAT   |
| RDTX                                     | income tax  |
| RDTR                                     | standardised OECD direct tax ratios (RDTX/RWS)      |
| RBEN                                     | social security                                     |
| RBNR                                     | social security benefit ratios RBEN/RWS             |
| RERS                                     | employers' contributions to social security         |
| REES                                     | employees' contributions to social security         |
| RERR                                     | employers' social security payment ratio (RERS/RWS) |
| REER                                     | employees' social security payment ratio (RERS/RWS) |
| RETR                                     | employers' social security ratios                   |
| WREX                                     | world exchange rate                                 |
| REX                                      | exchange rate                                       |
| EX                                       | EU local currency per euro                          |
| RLR                                      | EU long-run interest rate (not %)                   |
| GR                                       | government consumption                              |
| WDI                                      | economic activity outside EU regions                |
| <b>World commodity prices</b>            |   |
| PM                                       | prices of commodity in euro                         |
| PMF                                      | prices of commodity in dollar                       |
| <b>Energy and environmental policies</b> |   |
| REPP                                     | emission permit price                               |
| REPI                                     | emission permits issued                             |
| REPU                                     | emission permits used                               |
| REPR                                     | emission permit revenue from auctions               |
| RCTT                                     | revenues from excise duties on carbon (RTCA)        |
| RETT                                     | revenues from excise duties on energy (RTEA)        |
| <b>Material prices and taxes</b>         |   |
| PMT1-7                                   | tax to be added to corresponding material costs     |

