令和３年度環境経済の政策研究委託業務
（ポストコロナ社会における脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討）

研究報告書

令和4年3月

公益財団法人　地球環境戦略研究機関

目次

サマリー　（英訳含む）

I　研究計画・成果の概要等

1.　研究の背景と目的　1
2.　本研究で目指す成果　2
3.　研究成果による環境政策への貢献　3
4.　3年間の研究計画及び実施方法　4
3.　3年間の研究実施体制　7

II　令和3年度の研究計画および進捗状況と成果

1.　令和3年度の研究計画　11
2.　令和3年度の進捗状況および成果（概要）　12
3.　対外発表等の実施状況　18
4.　令和3年度の進捗状況と成果（詳細）　19
4.1　序論　19
4.2　本論　19
4.2.1 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討　19
4.2.2 2050年までのベースラインシナリオ構築に向けた情報収集　28
4.2.3 47都道府県CGEモデル開発　39
4.3　結論　42
4.1　令和3年度研究の成果　42
4.2　令和3年度研究成果による環境政策への貢献　42

Ⅲ. 今後の研究方針　45

Ⅳ. 添付資料（参考文献など）

添付1　都道府県CGEモデル　プログラムコード　49
添付2　参考文献　103

サマリー

パリ協定の1.5℃目標達成に向けた脱炭素社会に向けた取り組みは世界的に加速している。また、新型コロナウイルスの世界的感染拡大は、経済成長を最優先してきたグローバル経済がパンデミックに対していかに脆弱であるかを示すこととなった。持続可能な社会を構築していくためには、脱炭素型でかつ大量消費・大量廃棄から脱却した循環型の社会を構築するとともに、自立分散型の地域循環経済を構築していくことで一極集中を是正し強靭な社会づくりを進めることが必要となっている。
このような背景のもとで、本研究ではポストコロナ社会における持続可能な社会を構築するため、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現を目指した政策パッケージを策定し、定量的モデル分析による政策評価を行うことで、新たな環境政策の企画立案につなげていくことを目的とする。また、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けてライフスタイルの見直しの重要性も指摘されている。このようなライフスタイル・消費パターンの変化についても政策シナリオに反映することで、より包括的な政策議論への貢献を目指す。

本年度は、脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージを検討するうえで最も関連性が高いものとして、地域脱炭素ロードマップについてレビューを行った。海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策については、「Platform for Redesign 2020」などのオンライン政策データベースを参照し、我が国においても適用可能なリデザイン政策についてレビューを行った。これらの政策レビューを踏まえ、今後包括的なリデザイン政策パッケージを策定するとともに、各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出しを行っていく。

本研究では日本1国レベルでの投資効果の検討に適したE3MEモデルによるシミュレーションと、地方分散効果の検討に適した都道府県CGEモデルによるシミュレーションを組み合わせた定量的政策評価を行う。再エネ投資やグリーンインフラ整備などのグリーンリカバリー政策・リデザイン政策の中の投資がもたらす雇用・経済への影響についてはE3MEモデルによるシミュレーションを中心に定量的評価を行い、分散型社会の実現に資する政策については都道府県CGEモデルによるシミュレーションを中心に定量的評価を行う予定である。本年度は都道府県CGEモデルのプロトタイプ開発を進めるとともに、E3MEモデルを用いた2050年までのベースラインシナリオの構築に着手した。

Summary

Decarbonisation of society to achieve the 1.5°C target of the Paris Agreement is accelerating globally. In addition, the global spread of the new coronavirus has demonstrated how vulnerable the global economy, which has prioritized economic growth, is to pandemics. In order to build a sustainable society, it is necessary to build a self-sustaining, decentralised regional circular economy that is decarbonised and free from mass consumption and mass waste to correct the concentration of resources in one area and create a resilient society.

Against this background, this study aims to formulate policy packages to realize a decarbonised, circular, and decentralised society in order to build a sustainable society in a post-COVID19 society, and to evaluate the policy package through quantitative model analysis in order to plan and formulate new environmental policies. It has also been pointed out that it is important to review lifestyles in order to realize a decarbonised, circular, and decentralised society. By reflecting such changes in lifestyles and consumption patterns in policy scenarios, we aim to contribute to more comprehensive policy discussions.

This year, we reviewed the regional decarbonisation roadmap as the most relevant for considering redesign policy packages aimed at a decarbonised, circular, and decentralised society. Green recovery and redesign policies in other countries were reviewed by referring to online policy databases such as "Platform for Redesign 2020" for redesign policies that could be applied in Japan. Based on these policy reviews, we will formulate a comprehensive package of redesign policies and identify those policies that will be subject to various quantitative analysis methods.

In this study, we will conduct quantitative policy evaluation by combining simulations using the E3ME model, which is suitable for examining investment effects at the national level in Japan, and simulations using the prefectural CGE model, which is suitable for examining decentralised effects. Quantitative evaluation of the employment and economic impacts of investments in green recovery and redesign policies such as renewable energy investment and green infrastructure development will be conducted mainly through simulations using the E3ME model, while policies that contribute to the realisation of a decentralised society will be evaluated using the prefectural CGE model. The quantitative evaluation will be conducted mainly through simulations. In this fiscal year, we proceeded with the development of a prototype prefectural CGE model and started to construct a baseline scenario up to the year 2050 using the E3ME model.

I.　研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

世界的な異常気象の頻発など気候変動の脅威が顕在化する中、パリ協定の1.5℃目標達成に向けた脱炭素社会に向けた取り組みは世界的に加速している。我が国においても2020年10月に菅前首相が2050年カーボンニュートラルの実現を宣言し、脱炭素社会への転換を国を挙げて目指すこととなった。また、新型コロナウイルスの世界的感染拡大は、経済成長を最優先してきたグローバル経済がパンデミックに対していかに脆弱であるかを示すこととなった。持続可能な社会を構築していくためには、脱炭素型でかつ大量消費・大量廃棄から脱却した循環型の社会を構築するとともに、自立分散型の地域循環経済を構築していくことで一極集中を是正し強靭な社会づくりを進めることが必要となっている。このような背景のもとで、本研究ではポストコロナ社会における持続可能な社会を構築するため、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現を目指した政策パッケージを策定し、定量的モデル分析による政策評価を行うことで、新たな環境政策の企画立案につなげていくことを目的とする。また、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けてライフスタイルの見直しの重要性も指摘されている。このようなライフスタイル・消費パターンの変化についても政策シナリオに反映することで、より包括的な政策議論への貢献を目指す。

2. 本研究で目指す成果

本研究で想定される成果は以下の通りである。

- 脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けた政策・取り組みについて情報提供する。
- 脱炭素社会・循環型社会・分散型社会を実現した場合の社会の姿について、マクロ計量モデル（E3ME モデル）による 1 国モデルと都道府県 CGE モデルの 2 種類のモデルを組み合わせて描く。
- 分散型社会に向けた政策・取り組みの評価を全国レベルで行う手法として、 E3ME モデルと都道府県 CGE モデルの使い分け、および相互フィードバックの手法を提案する。
- 政策効果を外生的に描くシナリオ分析のおけるベースラインシナリオと政策シナリオの位置づけ、政策効果の評価方法を提案する。

3. 研究成果による環境政策への貢献

カーボンニュートラル・脱炭素社会に向けた取り組みについては社会的関心が高まっているが、ポストコロナ社会を見据えた循環型・分散型社会の実現に向けた政策・取り組みについての関心は低い状況にある。本研究は脱炭素社会に加え、循環型・分散型社会を実現する必要性について議論することで、よりバランスのとれた政策議論に貢献する。

本研究の成果および公開シンポジウムなどを通じて、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会実現にむけたシステム転換・社会変革の必要性を発信するとともに、そのような社会の姿を経済モデルで描くことで政策議論に貢献する。

4. 3年間の研究計画及び実施方法

本研究で検討する脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージを検討するうえで最も関連性が高いものとして、本年6月に国・地方脱炭素実現会議で議論された地域脱炭素ロードマップ（案）について精査する。特に分散型社会の実現に関する政策については、政策による便益をどのように評価するのか、またどのような定量的評価手法が適用可能であるかを含め、特に詳細なレビューを行う。また、８つの重点対策については、関連する技術イノベーションの普及見込みなどについての情報収集を行い、具体的な政策パッケージの策定につなげる。

海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策については、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースを参照し、我が国においても適用可能なリデザイン政策についてレビューを行う。特にＥＵは脱炭素社会および循環型社会の実現に向けて野心的な政策パッケージを打ち出しているため、周辺情報の収集も含め重点的にレビューを行う。

これらの政策レビューを踏まえ、包括的なリデザイン政策パッケージを策定するとともに、そのうち各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出しを行う。

本研究では日本1国レベルでの投資効果の検討に適したE3MEモデルによるシミュレーションと、地方分散効果の検討に適した都道府県CGEモデルによるシミュレーションを組み合わせた定量的政策評価を行う。そのため、2050年までのベースラインシナリオの構築にあたってはE3ME用と都道府県CGE用の2種類のベースラインを構築したうえで必要に応じて擦り合わせを行う。E3ME用ベースラインシナリオ構築にあたっては日本エネルギー経済研究所が公表しているIEEJアウトルックをベースとして適宜加工を行う方針である。特にエネルギーミックスの想定については、最新版のエネルギー基本計画に加え、IEAシナリオなどもベースラインシナリオに加え、より再エネ比率を高めたシナリオなど複数の政策シナリオも検討する。都道府県CGEについては都道府県産業連関表をもとに、人口動態予測なども反映し社会会計行列を作成する。

技術革新やコロナ禍で生じた経済・社会システム、ライフスタイルの変化に関しては、コロナ禍の影響について一時的なものと考えるか、より継続的なものと考えるかを含め、BAUの推定には困難が予想されるが、想定しうる将来予測の中でもっとも控えめなものをBAUとし、それと対比して政策効果を検出することも検討する。技術普及・技術革新の想定については、発電部門や交通部門などE3MEモデルの技術モジュールで内生的に推計されるものについては、可能な限り都道府県CGEベースラインシナリオへの反映を試みる。MaaSのように今後導入が期待される技術については、導入量見込み値に幅をもたせ、最も控えめな推定をベースラインとする。コロナ禍によって生じた経済・社会システム、ライフスタイルの変化の中で、ポストコロナ社会においても継続するものとして、本研究ではテレワークとオンライン会議の普及、およびそれに関連して増加している地方移住について、これまでのトレンドから推定するベースラインシナリオと、テレワークやオンライン会議がより普及し、地方移住がさらに活性化するシナリオ（政策シナリオ）を想定する。

本研究では、再エネ投資やグリーンインフラ整備などのグリーンリカバリー政策・リデザイン政策の中の投資がもたらす雇用・経済への影響についてはE3MEモデルによるシミュレーションを中心に定量的評価を行い、分散型社会の実現に資する政策については都道府県CGEモデルによるシミュレー

ションを中心に定量的評価を行う予定である。これらの2つのモデルは異なる経済理論に基づきシミュレーションを行うため、同じ指標につき異なった結果が出ることが予想されるが、それらにつき比較するとともに、パラメータ設定などで調整が可能なものについては適宜すり合わせを行うことも検討する。

定量的目標については研究の中でさらに検討をすすめるが、現時点で想定しているものとしては、脱炭素社会目標としてGHG（またはCO2）排出量、循環型社会目標としては資源投入量についてそれぞれ削減目標を設定し、雇用や所得、あるいは厚生水準に関する目標と合わせ政策評価の基準とする。分散型社会に関する目標としては都道府県別の再エネ導入量、GHG（またはCO2）排出量、雇用や所得、厚生水準につき設定する方針である。

政策パッケージの内容については、地域脱炭素ロードマップの８つの重点対策を可能な限り定量分析に含める。政策パッケージ策定にあたっては、重点対策①自家消費型太陽光発電カ、重点対策②地域共生・地域裨益型再エネの立地と重点対策⑤ゼロカーボン・ドライブ、および重点対策⑧食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立を整合性のとれた形でパッケージングするなど、複数の対策の相互連関や連携にも配慮する。分散型社会に関し、ベースラインシナリオの項で述べたようにテレワーク・オンライン会議の普及とそれにともなう地方移住については都道府県別人口予測として反映するとともに、通勤・出張に関する移動量の削減として政策シナリオに反映する。その他、弊機関が進めている1.5℃ライフスタイルプロジェクトで排出削減効果分析を行った脱炭素ライフスタイルオプションについても都道府県CGEで分析可能なものを同定し、政策パッケージに含める方針である。また、全国的なカーボンプライシングについては、弊機関が過去に実施したグリーン税制改革研究の成果なども活用し、税制中立型炭素税として政策パッケージに含める方針である。

E3MEモデルやCGEモデルを用いた定量政策影響評価においては、通常は政策パッケージを外生ショックとして与え、政策指標への影響については内生的なプロセスで推計することが一般的である。しかし本研究においては、地方分散に関する政策影響や、地域共生・地域裨益型再エネの立地に関する政策影響など、政策指標そのものを外生的に設定する政策も多く含まれることが予想される。本研究の主目的に対しては、外生的に政策指標を設定する政策も含めた包括的政策パッケージを実施した場合の政策シナリオ（いわばフル政策シナリオ）とベースラインシナリオを比較することで総合的な政策影響評価を行う方針であるが、それに加えて政策指標がモデルにより内生的に推計される政策ショックのみを与える内生的指標限定政策シナリオについても分析することで、追加的な政策含意を得ることも検討する。

3年間の研究計画は以下の通り。

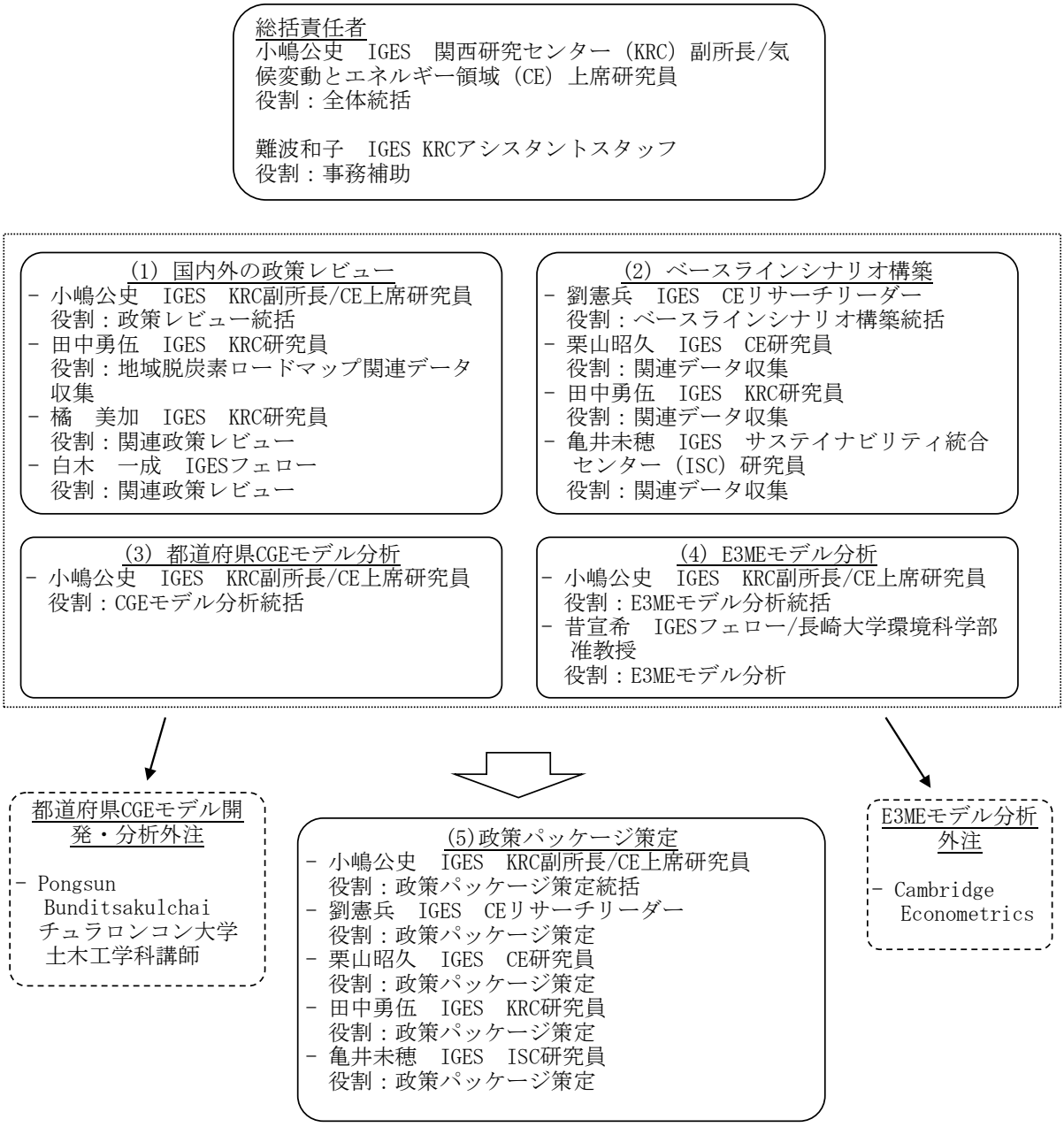
令和3年10月	地域脱炭素ロードマップ（案）につきレビューを実施、関連する技術イノヴェーションに関し収集すべき情報を同定
10月～12月	海外のグリーンリカバリー・リデザイン政策事例につきレビュー実施
10月～令和4年3月	ベースラインシナリオ構築に必要な情報の収集
10月～令和4年3月	47都道府県CGEモデル開発
令和4年3月	初年度成果報告
4～6月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルのベースラインシナリオ構築定
7月	ベースラインシナリオ案につき担当者に報告、意見交換
7月～8月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれベースラインシミュレーション実施、追加データ収集、モデルパラメータ調整
9月～12月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれの政策シナリオ策定
令和5年1月	政策シナリオ案につき担当者に報告、意見交換
1月～3月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれでの政策シミュレーション実施、追加データ収集、モデル改良作業実施
3月	2年度成果報告
4月～5月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれの追加政策シミュレーション実施
6月～11月	政策パッケージにつき、定性的分析も含め政策評価実施
9月	政策シミュレーション結果などにつき学会発表
12月～令和6年3月	最終成果報告書とりまとめ
令和6年1月	公開シンポジウム開催
令和6年3月	最終年度成果報告

5. 3年間の研究実施体制

研究参画者と分担項目を以下に示す。

氏名	所属機関	期間	担当する分担項目
小嶋　公史	IGES	2021年度-2023年度	国内外の政策レビュー、都道府県CGEモデル分析、E3MEモデル分析、政策パッケージ策定
田中　勇伍	IGES	2021年度-2023年度	国内外の政策レビュー、ベースラインシナリオ構築、政策パッケージ策定
橘　美加	IGES	2021年度-2023年度	国内外の政策レビュー、政策パッケージ策定
白木　一成	IGES	2021年度-2023年度	国内外の政策レビュー、政策パッケージ策定
劉　憲兵	IGES	2022年度-2023年度	ベースラインシナリオ構築、政策パッケージ策定
栗山　昭久	IGES	2022年度-2023年度	ベースラインシナリオ構築、政策パッケージ策定
亀井　未穂	IGES	2022年度-2023年度	ベースラインシナリオ構築、政策パッケージ策定
昔　宣希	IGES/ 長崎大学	2022年度-2023年度	E3MEモデル分析

業務体制を下図に示す。


総括責任者
小嶋公史　IGES　関西研究センター（KRC）副所長/気候変動とエネルギー領域（CE）上席研究員
役割：全体統括
難波和子　IGES KRCアシスタントスタッフ
役割：事務補助
(1) 国内外の政策レビュー
- 小嶋公史　IGES　KRC副所長/CE上席研究員
役割：政策レビュー統括
- 田中勇伍　IGES　KRC研究員
役割：地域脱炭素ロードマップ関連データ収集
- 橘　美加　IGES　KRC研究員
役割：関連政策レビュー
- 白木　一成　IGESフェロー
役割：関連政策レビュー
(2) ベースラインシナリオ構築
- 劉憲兵　IGES　CEリサーチリーダー
役割：ベースラインシナリオ構築統括
- 栗山昭久　IGES　CE研究員
役割：関連データ収集
- 田中勇伍　IGES　KRC研究員
役割：関連データ収集
- 亀井未穂　IGES　サステイナビリティ統合センター（ISC）研究員
役割：関連データ収集
(3) 都道府県CGEモデル分析
- 小嶋公史　IGES　KRC副所長/CE上席研究員
役割：CGEモデル分析統括
(4) E3MEモデル分析
- 小嶋公史　IGES　KRC副所長/CE上席研究員
役割：E3MEモデル分析統括
- 昔宣希　IGESフェロー/長崎大学環境科学部准教授
役割：E3MEモデル分析
都道府県CGEモデル開発・分析外注
- Pongsun Bunditsakulchai
チュラロンコン大学
土木工学科講師
(5)政策パッケージ策定
- 小嶋公史　IGES　KRC副所長/CE上席研究員
役割：政策パッケージ策定統括
- 劉憲兵　IGES　CEリサーチリーダー
役割：政策パッケージ策定
- 栗山昭久　IGES　CE研究員
役割：政策パッケージ策定
- 田中勇伍　IGES　KRC研究員
役割：政策パッケージ策定
- 亀井未穂　IGES　ISC研究員
役割：政策パッケージ策定
E3MEモデル分析外注
- Cambridge Econometrics

II.　令和3年度の研究計画および進捗状況と成果

1. 令和3年度の研究計画

令和3年度の研究計画を、研究項目ごとに以下に示す。

(1) 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討

地域脱炭素ロードマップについて精査し、８つの重点対策について関連する技術イノベーションの普及見込みなどについて情報を収集する。分散型社会の実現に関する政策については、政策便益の評価、定量的評価手法の適用可能性を検討する。

海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策については、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースをレビューする。特にＥＵの脱炭素社会・循環型社会に向けて野心的な政策パッケージをレビューする。包括的なリデザイン政策パッケージを策定、各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出しを行う。

(2) 2050 年までのベースラインシナリオ構築に向けた情報収集

E3ME用ベースラインシナリオについて、IEEJアウトルックをベースとする。エネルギーミックスの想定について最新版エネルギー基本計画やIEAシナリオなども反映する。

都道府県CGE用ベースラインシナリオについて、都道府県産業連関表をベースとする。人口動態予測に関する情報も収集する。

(3) 47 都道府県 CGE モデル開発

CGEモデルの基本構造につき検討を行うことを目的に、プロトタイプモデルを開発し基本設定について検討を行う。

2. 令和3年度の進捗状況および成果（概要）

1. 研究の背景と目的

世界的な異常気象の頻発など気候変動の脅威が顕在化する中、パリ協定の1.5℃目標達成に向けた脱炭素社会に向けた取り組みは世界的に加速している。我が国においても2020年10月に菅前首相が2050 年カーボンニュートラルの実現を宣言し、脱炭素社会への転換を国を挙げて目指すこととなった。また、新型コロナウイルスの世界的感染拡大は、経済成長を最優先してきたグローバル経済がパンデミックに対していかに脆弱であるかを示すこととなった。持続可能な社会を構築していくためには、脱炭素型でかつ大量消費・大量廃棄から脱却した循環型の社会を構築するとともに、自立分散型の地域循環経済を構築していくことで一極集中を是正し強靭な社会づくりを進めることが必要となっている。

このような背景のもとで、本研究ではポストコロナ社会における持続可能な社会を構築するため、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現を目指した政策パッケージを策定し、定量的モデル分析による政策評価を行うことで、新たな環境政策の企画立案につなげていくことを目的とする。また、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けてライフスタイルの見直しの重要性も指摘されている。このようなライフスタイル・消費パターンの変化についても政策シナリオに反映することで、より包括的な政策議論への貢献を目指す。

1

2. 本研究で目指す成果

- 脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けた政策・取り組みについて情報提供する。
- 脱炭素社会・循環型社会・分散型社会を実現した場合の社会の姿について、マクロ計量モデル（E3MEモデル）による1国モデルと都道府県CGEモデルの2種類のモデルを組み合わせて描く。
- 分散型社会に向けた政策・取り組みの評価を全国レベルで行う手法として、E3MEモデルと都道府県CGEモデルの使い分け、および相互フィードバックの手法を提案する。
- 政策効果を外生的に描くシナリオ分析のおけるベースラインシナリオと政策シナリオの位置づけ、政策効果の評価方法を提案する。

2

3. 研究成果による環境政策への貢献

- カーボンニュートラル・脱炭素社会に向けた取り組みについては社会的関心が高まっているが、ポストコロナ社会を見据えた循環型・分散型社会の実現に向けた政策・取り組みについての関心は低い状況にある。本研究は脱炭素社会に加え、循環型・分散型社会を実現する必要性について議論することで、よりバランスのとれた政策議論に貢献する。
- 本研究の成果および公開シンポジウムなどを通じて、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会実現にむけたシステム転換・社会変革の必要性を発信するとともに、そのような社会の姿を経済モデルで描くことで政策議論に貢献する。

3

4. 3年間の研究計画及び実施方法

	【1年目（令和3年度）】
10月	地域脱炭素ロードマップ（案）につきレビューを実施、関連する技術イノヴェーションに関し収集すべき情報を同定
10月～12月	海外のグリーンリカバリー・リデザイン政策事例につきレビュー実施
10月～R4.3月	ベースラインシナリオ構築に必要な情報の収集
10月～R4.3月	47都道府県CGEモデル開発
R4.1月～3月	リデザイン政策パッケージ案策定
R4.3月	初年度成果報告

	【2年目（令和4年度）】
4月～6月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルのベースラインシナリオ構築
7月	ベースラインシナリオ案につき担当者に報告、意見交換
7月～8月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれベースラインシミュレーション実施、追加データ収集、モデルパラメータ調整
9月～12月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれの政策シナリオ策定
R5.1月	政策シナリオ案につき担当者に報告、意見交換
R5.1月～3月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれでの政策シミュレーション実施、追加データ収集、モデル改良作業実施
R5.3月	2年度成果報告

	【3年目（令和5年度）】
4月～5月	E3MEモデル、都道府県CGEモデルそれぞれの追加政策シミュレーション実施
6月～11月	政策パッケージにつき、定性的分析も含め政策評価実施
9月	政策シミュレーション結果などにつき学会発表
12月～R6.3月	最終成果報告書とりまとめ
R6.1月	公開シンポジウム開催
R6.3月	最終年度成果報告

4

4.　3年間の研究計画及び実施方法

- 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討
  - 地域脱炭素ロードマップについて精査。8つの重点対策に関連する技術イノベーションの普及見込みなどについて情報収集。
  - 海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策について、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースをレビュー。
  - 包括的なリデザイン政策パッケージを策定、各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出し。
- 47都道府県CGEモデル開発
  - 都道府県産業連関表から社会会計行列を作成。
- 2050年までのベースラインシナリオの構築
  - E3ME用と都道府県CGE用の2種類のベースラインを構築、必要に応じて擦り合わせ
- ベースラインシミュレーション
  - それぞれのモデルでベースラインシミュレーション実施、それぞれの結果をフィードバックする手法を検討。
- 政策シナリオシミュレーション
  - それぞれのモデルで政策シナリオのシミュレーションを実施、それぞれの結果をフィードバックする手法を検討。
- 政策パッケージ評価
  - 政策シナリオのシミュレーション結果に加え、定性的な事例分析なども検討。

5

4.　3年間の研究計画及び実施方法

- 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討
  - 地域脱炭素ロードマップについて精査。8つの重点対策に関連する技術イノベーションの普及見込みなどについて情報収集。
  - 海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策について、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースをレビュー。
  - 包括的なリデザイン政策パッケージを策定、各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出し。
- 47都道府県CGEモデル開発
  - 都道府県産業連関表から社会会計行列を作成。
- 2050年までのベースラインシナリオの構築
  - E3ME用と都道府県CGE用の2種類のベースラインを構築、必要に応じて擦り合わせ
- ベースラインシミュレーション
  - それぞれのモデルでベースラインシミュレーション実施、それぞれの結果をフィードバックする手法を検討。
- 政策シナリオシミュレーション
  - それぞれのモデルで政策シナリオのシミュレーションを実施、それぞれの結果をフィードバックする手法を検討。
- 政策パッケージ評価
  - 政策シナリオのシミュレーション結果に加え、定性的な事例分析なども検討。

5

6. 令和3年度の研究計画

1. 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討
   - 地域脱炭素ロードマップについて精査。8つの重点対策について、関連する技術イノベーションの普及見込みなどについて情報収集。
   - 分散型社会の実現に関する政策については、政策便益の評価、定量的評価手法の適用可能性を検討。
   - 海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策については、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースをレビュー。特にEUの脱炭素社会・循環型社会に向けて野心的な政策パッケージをレビュー。
   - 包括的なリデザイン政策パッケージを策定、各種定量分析手法の対象となる政策の洗い出し。
2. 2050年までのベースラインシナリオ構築に向けた情報収集
   - E3ME用ベースラインシナリオ：IEEJアウトルックをベースとする。エネルギーミックスの想定について最新版エネルギー基本計画、IEAシナリオなども反映。
   - 都道府県CGE用ベースラインシナリオ：都道府県産業連関表がベース。人口動態予測に関する情報も収集。
3. 47都道府県CGEモデル開発
   - CGEモデルの基本構造につき検討を行うことを目的に、プロトタイプモデルを開発し基本設定について検討を行う。

7

7. 令和3年度の研究状況及び成果 ※2月14日時点

1. 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討
   - 分散型社会の実現に関する政策については、地域再エネによる地域経済影響として、地域総生産・地域所得への影響はCGEモデルで定量的評価できるが、それ以外の定量評価可能な政策指標についてさらなる検討を進めている。
   - 海外におけるグリーンリカバリー政策・リデザイン政策については、「Platform for Redesign 2020」、「Energy Policy Tracker」、「Green Recovery Observatory」などのオンライン政策データベースをレビューを進めている。電化と電源脱炭素化で対応できない部分をクリーン水素で補完すること明確化しているEU水素戦略、一定時間以内での鉄道移動が可能な国内線撤廃（フランス、ドイツ、オーストリアなど）について政策パッケージとして検討。
2. 2050年までのベースラインシナリオ構築に向けた情報収集
   - 都道府県CGE用の都道府県産業連関表につき、2011年版を収集し多地域産業連関表を作成。
   - 2011年は東日本大震災の影響もあり特異なデータであると指摘されている。現時点で3県を除き2015年版が入手可能であることを確認、来年度に2015年版多地域産業連関表に更新を予定。
   - 人口動態予測について、テレワークによる地域移住への影響などをどう推定するかは検討を進めているが、定量的な分析はなかなか見当たらない現状。

8

7. 令和3年度の研究状況及び成果 ※2月14日時点

3. 47都道府県CGEモデル開発（参考資料参照）
   - 47都道府県産業連関表からCGEモデルの基礎データベース（社会会計行列）を作成。本年度は2011年を基準年として作成。本年度多くの都道府県が2015年版産業連関表に更新、3県を除いて2015年版に更新された。来年度2015年版に切り替える作業を予定。
   - 電力部門から再エネ電力を分離する作業について検討。一国モデルではGTAP-Powerなどの再エネ部門を細分化した既存データベースの活用が考えられるが、都道府県モデルでは難しいと判断。モデルパラメータの設定によって地域再エネ促進の効果を反映する手法を検討している。
   - テレワーク推進などによる地域移住の影響については都道府県人口設定で反映することとする。
   - カーボンプライシングによる再エネ促進・エネルギーミックスへの影響などはE3EM側で分析、その結果を都道府県CGEに反映する方法を来年度検討する。

9

8. 対外発表等の実施状況

- 特になし

10

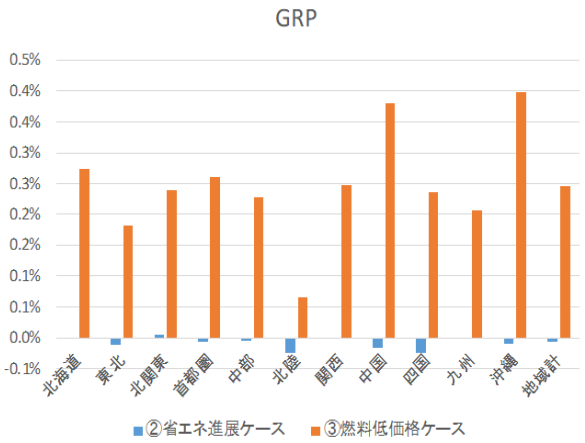
9. 今後の研究方針

- E3MEモデルと都道府県CGEモデルのベースラインシナリオの構築を行い、環境省担当者と意見交換を行う（2022年7月を想定）。
- E3MEモデルと都道府県CGEの間のフィードバックの可能性についてそれぞれのモデルチームと打合せを行い、適宜フィードバック手法の開発を行う。
- 政策シナリオにつき、E3MEモデルで扱う日本1国政策シナリオを策定したうえで、人口移動や地方再エネ推進などの都道府県CGEモデルで扱う政策シナリオを策定し、環境省担当者と意見交換を行う（2023年1月を想定）。また、1.5℃ライフスタイルのようにどのような政策で実現するかは具体化されていないライフスタイル転換の可能性についても外生的に政策シナリオに反映することを検討する。
- 本研究では脱炭素型・循環型・分散型社会に向けたシステム転換につながる政策パッケージの策定を目指すものであり、政策効果を外生的に与えざるを得ない政策手段が多くなると考えられる。そのため、ベースラインシナリオに政策ショックを外生的に与え、内生的変化として政策効果を評価する通常の手法ではなく、外生的に描いた政策シナリオがモデルのうえで整合するかを検証する側面が強くなると予想される。このような政策分析手法による政策評価の在り方について検討していく。

11

10. 参考資料

47都道府県CGEモデル開発：テストラン結果の例



ネによるTFP変更および燃料価格変更による地域総生産への影響
（計算容量の関係で47都道府県を11地域に統合）

12

3. 対外発表等の実施状況

(1) ミーティングの開催

令和3年度は環境省との打合せおよび研究者間の研究会合を以下の通り開催した。

1) 環境省との打合せ

第1回（2021年10月28日）：研究計画概要に関する意見交換など

第2回（2022年1月31日）：研究進捗および審査・評価会に関する打合せ

2) 研究会合

第1回（2021年10月13日）：各研究項目の進め方に関する意見交換

第2回（2022年1月26日）：各研究項目の進捗報告

第3回（2022年2月9日）：報告書目次案および報告書作成スケジュールの確認

第4回（2022年2月18日）：CGEモデル打合せ

第5回（2022年3月11日）：CGEモデル打合せ

第6回（2022年3月25日）：成果報告書ドラフトにつき議論。

(2) 対外発表

なし

4. 令和3年度の進捗状況と成果（詳細）

4.1 序論

世界的な異常気象の頻発など気候変動の脅威が顕在化する中、パリ協定の1.5℃目標達成に向けた脱炭素社会に向けた取り組みは世界的に加速している。我が国においても2020年10月に菅前首相が2050年カーボンニュートラルの実現を宣言し、脱炭素社会への転換を国を挙げて目指すこととなった。また、新型コロナウイルスの世界的感染拡大は、経済成長を最優先してきたグローバル経済がパンデミックに対していかに脆弱であるかを示すこととなった。持続可能な社会を構築していくためには、脱炭素型でかつ大量消費・大量廃棄から脱却した循環型の社会を構築するとともに、自立分散型の地域循環経済を構築していくことで一極集中を是正し強靭な社会づくりを進めることが必要となっている。

このような背景のもとで、本研究ではポストコロナ社会における持続可能な社会を構築するため、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現を目指した政策パッケージを策定し、定量的モデル分析による政策評価を行うことで、新たな環境政策の企画立案につなげていくことを目的とする。また、脱炭素社会・循環型社会・分散型社会の実現に向けてライフスタイルの見直しの重要性も指摘されている。このようなライフスタイル・消費パターンの変化についても政策シナリオに反映することで、より包括的な政策議論への貢献を目指す。

4.2 本論

4.2.1 脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの検討

脱炭素・循環型・分散型社会の実現を目指したリデザイン政策パッケージの策定にあたって、地域脱炭素ロードマップの以下の８つの重点対策を可能な限り定量分析に含めることを念頭に関連情報を収集した。

① 屋根置きなど自家消費型の太陽光発電
② 地域共生・地域裨益型再エネの立地（営農型、荒廃農地、ため池など）
③ 公共施設など業務ビル等の ZEB 化
④ 住宅などの ZEH 化
⑤ ゼロカーボン・ドライブ
⑥ 資源循環の高度化を通じた循環経済への移行
⑦ コンパクト・プラス・ネットワーク等による脱炭素型まちづくり
⑧ 食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立

(1) 屋根置きなど自家消費型の太陽光発電

分散型再エネ活用の一つの柱である屋根置きなど自家消費型の太陽光発電に関する定量分析を行ううえで、地域区分（本研究では都道府県レベルCGEモデルの区分）毎の導入ポテンシャルの推計が重要である。この目的で、環境省が公開する「再生可能エネルギー情報提供システム（REPOS）」を最大限活用する方針であるが、兵庫県淡路市における住宅および非住宅の屋根置太陽光発電の導入ポテンシャル調査によると、以下のようにREPOSによる推計値は過大評価になる可能性が明らかとなった。

下表 は 環境省「REPOS」における淡路市の住宅系太陽光の導入ポテンシャル（設備容量）である。

再生可能エネルギー種別	ポテンシャル（MW）	備考
住宅系太陽光（レベル１）	40	150 ㎡以上の屋根、設置しやすいところのみ設置
住宅系太陽光（レベル２）	111	20 ㎡以上の屋根、南壁面・20 ㎡以上の窓・駐車場にも設置
住宅系太陽光（レベル３	145	北側屋根、東西壁面、10 ㎡以上の屋根にも設置

(出典：環境省REPOS)

REPOSでは、設置可能面積は以下の基準に従い、建築面積または延床面積に設置係数を乗じることにより算定されている。

- 戸建住宅は都道府県別の屋根形状比率から設定した設置係数を用いる
- 戸建住宅は 10m2/kW、戸建住宅以外は 12m2/kW とする
- 建築面積 50m2 未満の戸建住宅は推計対象外とする

一部地域性が考慮されているとはいえ、各住宅の屋根の向き、居住率または耐荷重性等が考慮されているわけではない。

一方､住宅の屋根置太陽光発電の導入ポテンシャルについて地域性を考慮した推計を行うにあたり、下記の条件を考慮することで導入可能な量の絞り込みを行った。

○屋根の向き

太陽光発電の黎明期にあっては南向きであることが最重要視された。しかし現在はパネルの性能向上による高効率化に加え、日中の電力単価が下落したことで、正午にピークを迎える発電だけでなく朝夕の発電も重要視される傾向にある。

これらを踏まえ、ここではいったん屋根の向きを考慮に入れないこととする。

○居住率

淡路市の総住宅数は 23,100 戸であるが、一方で居住世帯がない住宅数は 6,020 戸であり、結果として居住世帯のある住宅数は 17,080 戸となる｡これは総世帯数 17,494におおむね一致することから、屋根の総数を 23,100 とすることができる。

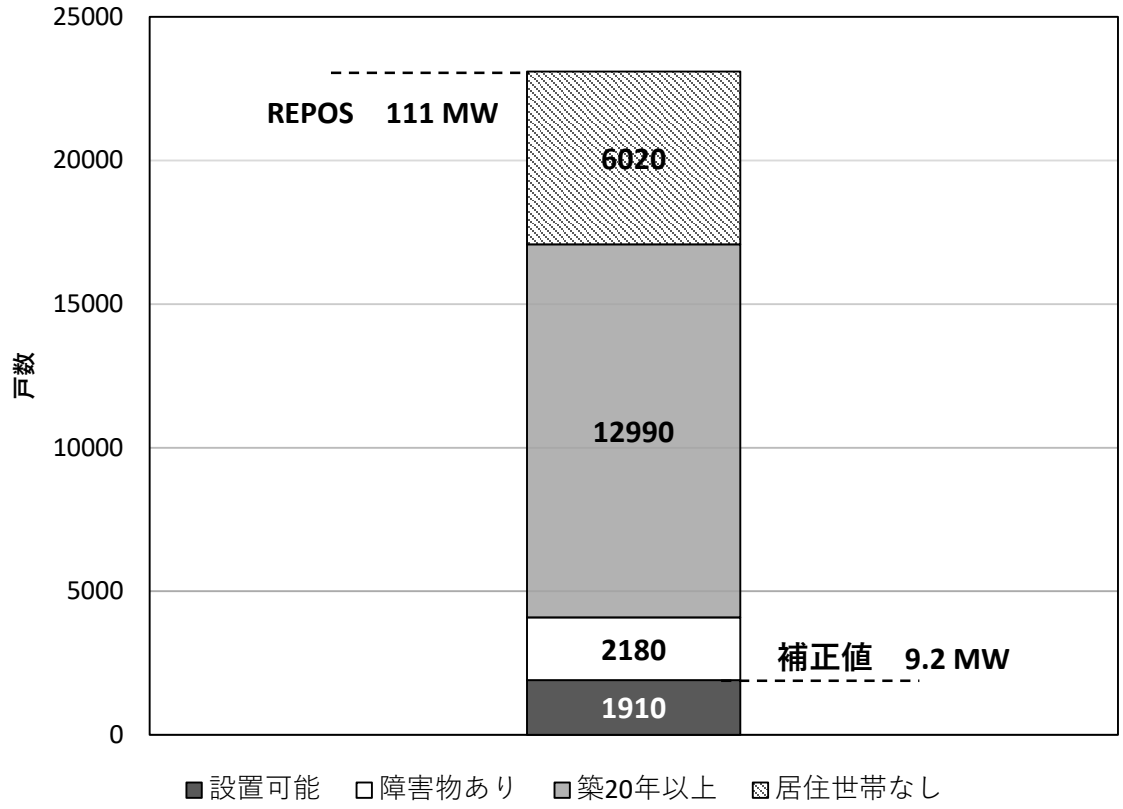
○耐荷重性

築 20 年未満、つまり 2001 年以降に建築された住宅数は 4,090 戸である。これらはすべて居住世帯がある住宅として取り扱う。その根拠は、築 20 年未満の住宅 4,090 戸に 2014年以降に耐震改修工事を施した住宅 13,280 戸を加算すると 17,370 戸となり､これは継続して居住する意志の高い住宅と見なすことができるが、これが前項で見た居住世帯のある住宅 17,080 戸を上回っているためである。

○屋根上障害物

すでに太陽光発電機器のある住宅数は 1,150 戸、また太陽熱温水機器等のある住宅数は1,030 戸である。狭隘な屋根が多いと仮定するとその両方を設置できる住居はそう多くないと考えられ、屋根上にすでに設備があって新たな設置が困難な住宅数は、両者の単純な和2,180 戸と考えてよい。

これらの条件を勘案し、築 20 年未満の住宅数 4,090 戸から屋根上障害物のある 2,180 戸を減じた1,910戸が太陽光発電設備を新たに設置可能な住宅とみることができ、屋根の総数 23,100 に占める割合は 8.3%と算出される（図4.2.1 参照）。



（出典：IGES 2022）

図4.2.1 淡路市の家庭向けの屋根置き太陽光発電のポテンシャル

以上から、環境省REPOSによる淡路市の家庭向けの屋根置き太陽光発電のポテンシャル（レベル2）111MWに対し、地域性を考慮した推計値は9.2MW となった。REPOSによる導入ポテンシャル推計には、居住世帯のない住居（空き家）、耐荷重性の低い住居や既設の設備がある住居などが含まれているため、それらを除くと極めてなくなってしまうという結果となった。

今後、軽量かつ塗布するだけで設置可能なペロブスカイト太陽電池の実用化など技術革新によってREPOSによる導入ポテンシャル推計に近い導入量確保の可能性もあるが、その場合は技術革新に関する想定を明示的に政策シナリオに反映する必要がある。この点につき次年度にE3MEモデルでの技術モジュールでの扱いを含め、慎重に検討を進めていくこととする。

(2)　地域共生・地域裨益型再エネの立地

営農型太陽光発電では、作物の販売収入に加え売電による収入や発電電力の自家利用によって農家の収入拡大・農業経営改善が期待されることから、もう一つの重点項目である「食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立」との相乗効果も期待される。経済産業省再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会における試算では、国内農地440万ヘクタールの5%（22万ヘクタール）に営農型太陽光パネルを設置することで、国内発電電力量の20%に相当する2000億kWhのポテンシャルがあると推計されている。

耕作放棄地やため池を活用した太陽光発電のポテンシャルも大きい。一般財団法人日本水土総合研究所の試算によると、受益面積が2 ha 以上の農業用ため池は、全国に約6 万5 千箇所あり、未利用水面は約3 4万ヘクタールと推計している。この未利用水面の1%を利用して太陽光発電を行った場合、5.7億kWhの発電ポテンシャルがあると推計されている（一般財団法人日本水土総合研究所）。また、一般財団法人日本水土総合研究所は全国の活用可能な耕作放棄地を38.6万ヘクタールと推計しており、国土保全の観点からも有効活用が期待される。

この重点項目における政策候補の一つとして、再エネ由来水素の活用が挙げられている。カーボンニュートラルに向けた水素の活用については経済産業省が積極的に進めており、2021年3月22日に開催された水素・燃料電池戦略協議会では、グリーン成長戦略で示された目標水素供給量（2030年に最大300万トン／年、2050年に約2000万トン／年程度）の実現に向けた以下の項目から成る水素産業の成長戦略工程表を示した（図4.2.2）

①水素発電タービン:先行して市場を立ち上げ、アジア等に輸出

- 世界市場展望：2050年時点で累積容量は最大約3億kW（タービン市場は最大約23兆円）
- 実機での安定燃焼性の実証を支援し、商用化を加速
- 電力会社へのカーボンフリー電力の調達義務化と、取引市場の活用。再エネ、原子力と並んで、カーボンフリー電源としての水素を評価し、水素を活用すればインセンティブを受け取れる電力市場を整備

②FCトラック：世界と同時に国内市場を立ち上げ、各国にも輸出

- 世界市場展望：2050年時点でストックで最大1,500万台(約300兆円)
- FCトラックの実証による商用化の加速、電動化の推進を行う一環での導入支援策の検討
- 水素ステーション開発・整備支援、規制改革（水素タンクの昇圧）によるコスト削減の検討

③水素還元製鉄：世界に先駆けて技術を確立

- 世界市場展望：2050年時点で最大約5億トン/年（約40兆円/年）
- 水素還元製鉄の技術開発支援
- トップランナー制度による導入促進
- 国際競争力の観点から、内外一体の産業政策として国境調整措置を検討

④水素運搬船等：世界に先駆け商用化し、機器・技術等を輸出

- 世界市場展望（国際水素取引）:2050年時点で約5.5兆円/年（取引量:最大5,500万t/年）
- 更なる水素コスト低減に資する大型化を実証や需要創出で支援し、2030年までに商用化
- 30円/Nm3の供給コスト目標達成）
- 関連機器（液化水素運搬船から受入基地に水素を移すローディングアームなど）の国際標準化
- 海外での積出港整備に対する出資の検討並びに国内港湾における技術基準の見直し等の検討

⑤水電解装置：再エネが安い海外市場に輸出し、その後国内導入

- 国際市場展望：2050年までに毎年平均88GW分（約4.4兆円/年）の導入が最大見込まれる。
- 大型化や要素技術の製品実装を通じたコスト低減による国際競争力強化
- ・海外市場への参入障壁を低下させるべく、欧州等と同じ環境下における水電解装置の性能評価を国内で実施（欧州は日本よりも装置内の水素を高圧化）
- 一時的な需要拡大(上げディマンドレスポンス)を適切に評価し、余剰再エネなどの安価な電力活用促進

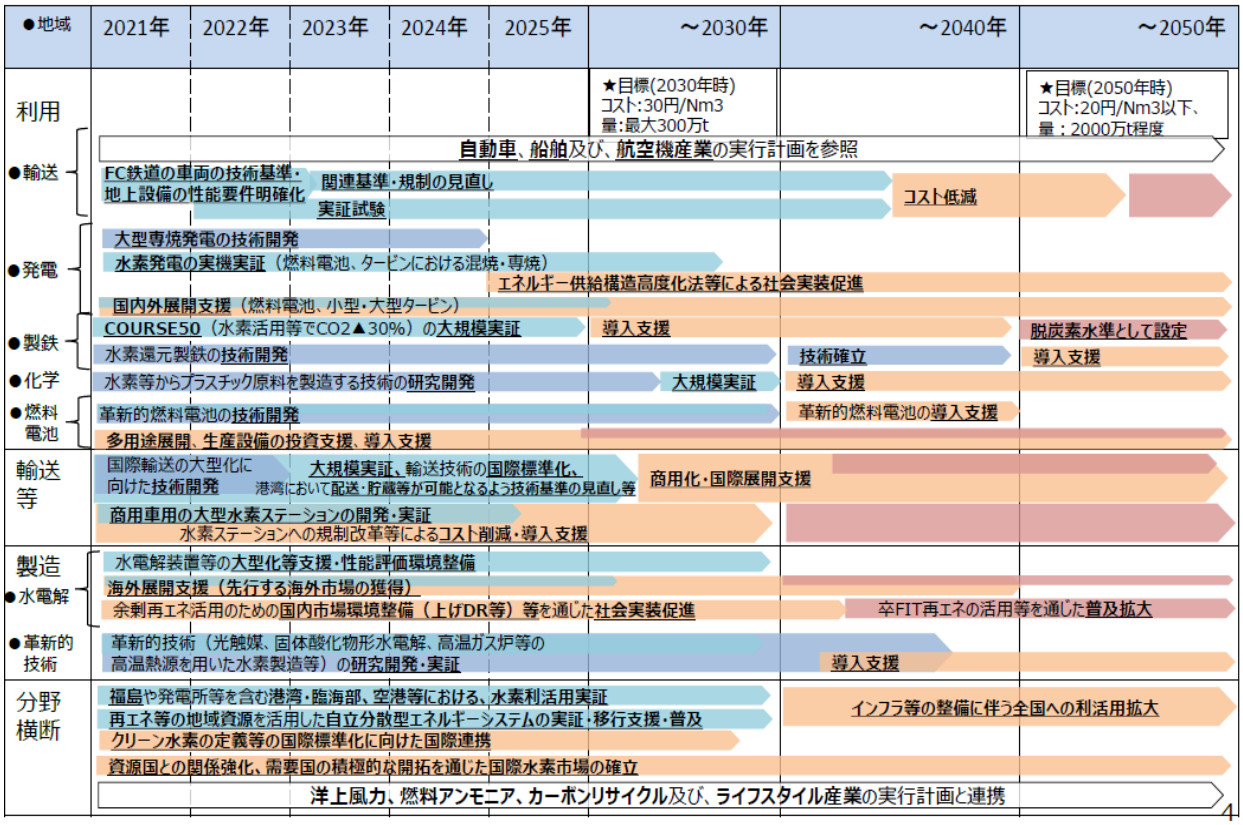


図 4.2.2　水素産業の成長戦略工程表

この経済産業省の成長戦略では水素の製造方法について再エネ由来水素（クリーン水素）以外の製法によるものが大きな割合を占めると想定されており、クリーン水素の供給量については、ドイツが2030年のクリーン水素供給量としている42万トン／年を超える水準を目指すとしている。

(3)　公共施設など業務ビル等の ZEB 化、および 住宅などの ZEH 化

住宅および業務ビルの省エネ性能を高めることはエネルギー需要の抑制において重要であるとともに、地域の建設業の活性化の効果も期待できる。新築建物に対してはZEB化、ZEH化を義務付けるなど実効性の高い政策パッケージを想定しやすいが、既存建築の補修・建て替えによるZEB化・ZEH化は困難な課題であり、将来予測も難しい。参考となる推計値としては、国土交通省が推計した、国土交通省施策対象分野における地球温暖化対策計画の目標達成に向けた寄与度の数値として、新築建築物における省エネ性能向上により332 kl、既存建築物の省エネ化により41 kl、新築住宅における省エネ性能向上により314 kl、既存住宅の断熱改修の推進により43 klの最終エネルギー消費（石油換算）が削減できると推計されている（図4.2.3）。

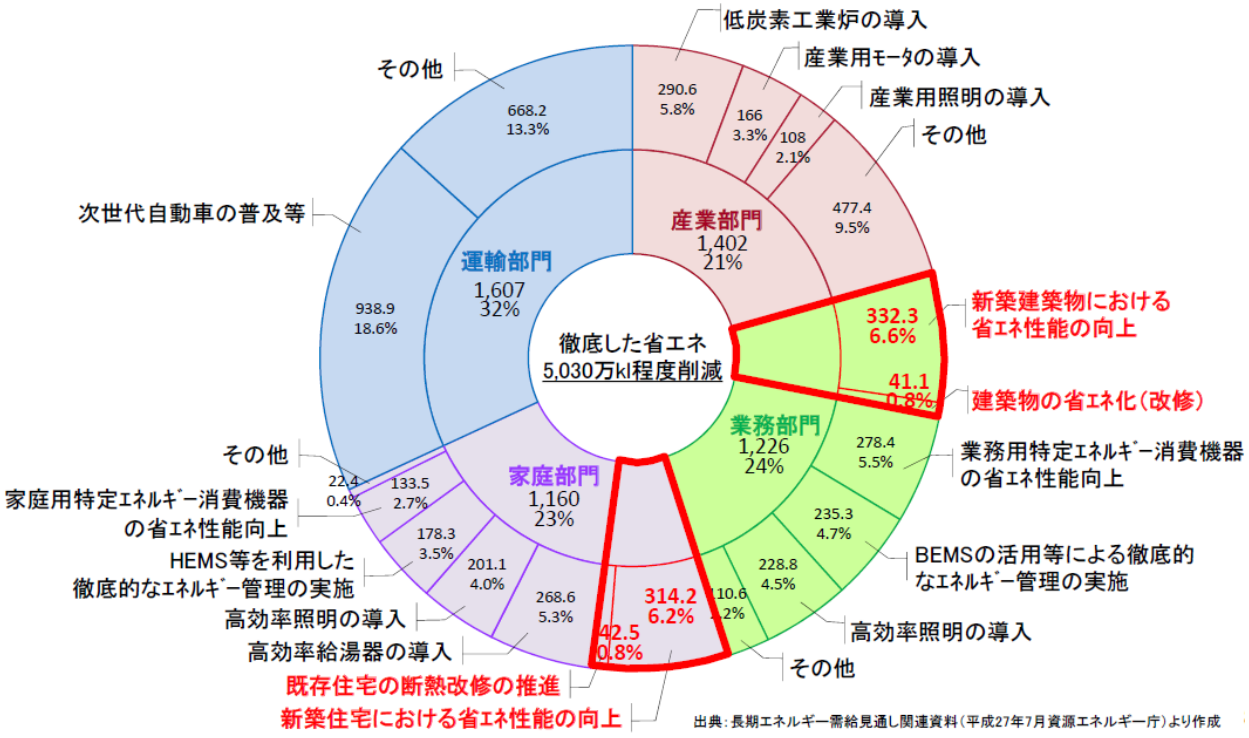


図 4.2.3　住宅・建築物の省エネ化にともなう最終エネルギー消費削減見込み

(4)　ゼロカーボン・ドライブ、およびコンパクト・プラス・ネットワーク等による脱炭素型まちづくり

自動車の電動化および燃料電池車の導入については、移動分野での排出量削減に留まらず、蓄電設備としての機能が分散型再エネ導入において重要な役割を担うと期待される。これに関し、屋根上太陽光とEVを連携させたソーラーＥＶシティ構想が提唱されている（Kobashi et.al. 2022)。

さらに、MaaSの普及、自動運転の社会実装に伴う無人運転サービスの普及、および空飛ぶ自動車の社会実装は、街づくりや居住場所の選択に大きな影響を与え、移動分野に留まらない広範な影響が予想される。国土交通白書2020年によると、MaaSの国内市場（日本）は2030年には6兆円規模、2050年の

世界市場は900兆円規模まで急拡大するという予測が紹介されている。また、空飛ぶ自動車についても、2040年の世界市場が約160兆円規模との推計値が紹介されている（国土交通省）。MaaS、ドローンおよび空飛ぶ自動車の急速な普及が社会におよぼす影響については次年度調査においてさらに検討を進める。

(5)　海外におけるグリーンリカバリー政策およびリデザイン政策のレビュー

環境省によるオンラインプラットフォーム「Platform for Redesign 2020」への各国回答の分析結果を以下に示す。

まず政策分野に関しては気候変動緩和関連が最も多く、続いて気候変動適応、クロスカッティング、その他環境関連、となっている（図4.2.4）。また政策の対象期間としては全期間にわたると答えた回答が多く、続いて長期を見据えたリデザインとの回答が多かった（図4.2.5）。

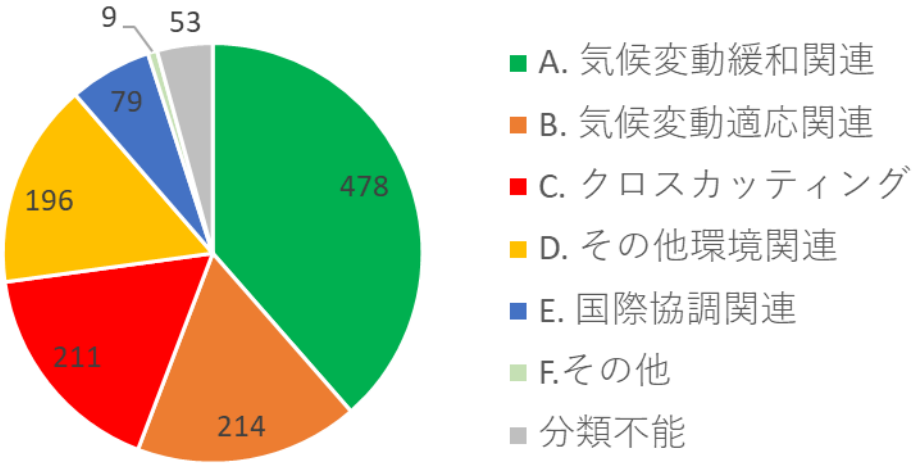


図4.2.4　政策分野別回答数

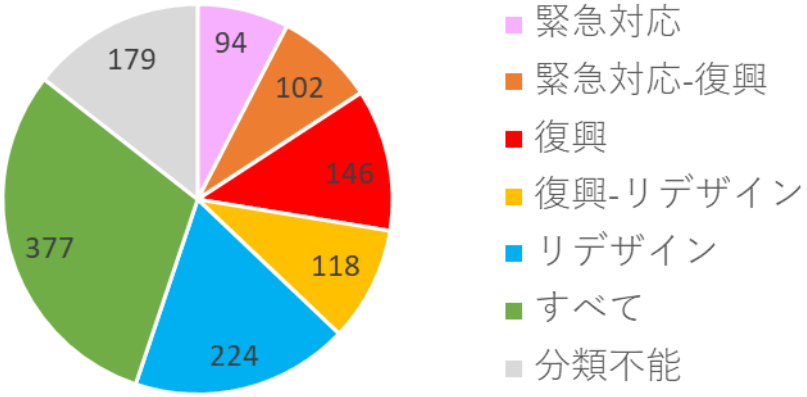


図4.2.5　対象期間別回答数

より詳細な政策分野で分類してみると、持続可能な交通や再エネへの移行といった気候変動緩和策に続いて廃棄物・循環型社会に関する回答が多かった（図4.2.6）。

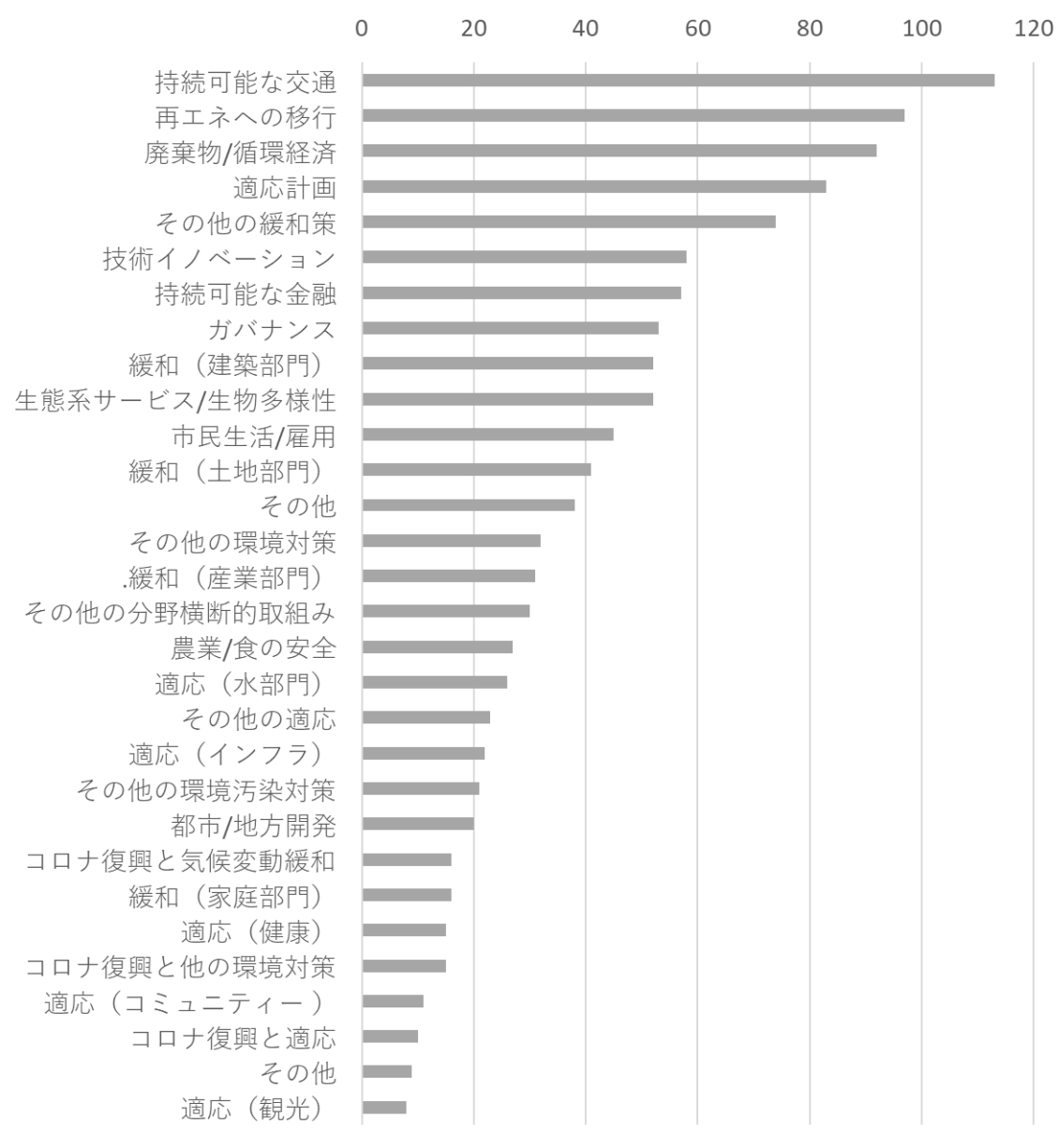


図4.2.6　詳細な政策分野別回答数

これらの回答のうち、特に有用と思われたものを以下に紹介する。

①再生可能エネルギー促進

- 2030 年までにすべての最終電力消費を再エネにするとともに、100 万戸の屋根への PV 設置を推進（オーストリア）
- 脱炭素化戦略の一環として、グリーン水素に 70 億ユーロ投資（ドイツ）
- グリーン水素の開発、低炭素交通整備を促進（エストニア）

- NDC の一環として、工場の電化、太陽光およびクリーン水素促進、石炭火力発電廃止（チリ）
- 他国への再エネ電力供給も行える、洋上風力を活用したエネルギー島（Energy Island）事業（デンマーク）

②持続可能な交通への転換
- ソーシャルディスタンス、排出削減、大気汚染緩和、雇用促進に向けた、自転車（とスクーター）を中心とした「個人交通」の促進（ペルー）
- 混雑率緩和にむけた公共交通機関輸送力増強（バス、地下鉄車両の増加など）（イラン）
- 地下鉄整備と電動バス整備の促進（モーリシャス）

③持続可能な交通への転換（航空産業救済と低炭素化）
- 航空産業救済措置（銀行保証）の条件として、将来の気候変動対策への協力および航空運賃への課税への同意を要求（スイス）
- 航空産業救済（資本増強）の条件として温暖化対策強化を要求、CO2 排出 25%削減を 5 年前倒しして 2025 年までに達成（スウェーデン）
- 列車で 3 時間以内に到着できる区間の航空機路線廃止（オーストリア）

④グリーン雇用
- 公共交通および自転車・歩行者インフラ整備への投資を通じて雇用創出（ニュージーランド）
- 植林事業、国立公園の新設、廃棄物処理業への支援などで若者の雇用創出（パキスタン）
- グリーン雇用とブルー雇用を創出するために、復興プラン策定にあたり計画担当省庁と財務省が連携（コスタリカ）
- 洪水対策公共事業を通じた雇用創出（UK）

⑤循環経済
- オンラインによる参加型プロセスを通じての循環経済ロードマップ策定（チリ）
- デジタル技術を活用した循環経済構築および雇用創出（リトアニア）
- 建設現場からの廃棄物を1ヘクタールあたり300トンに制限（中国）
- 工場や工業企業の原料消費削減を支援する国立資源効率化センター設置（イスラエル）
- 持続可能な公共調達と公共建築物の資源効率的な管理のためのガイドラインを策定（ペルー）
- 循環型建設を促進するための建築資材の内容物のデータベースと、「廃棄物」の流れの生産者と利用者をつなぐ全国的な情報プラットフォームを構築（フィンランド）
- 自転車、衣類、靴の修理にかかる付加価値税率を20%から10%に引き下げ（オーストリア）
- コロナ禍でリサイクル回収ステーションが閉鎖されている間、家庭ゴミを戸別に回収するインフォーマルなリサイクル業者の調整を支援（チリ）
- 住民が家庭ゴミを持ち込むことができ、経済的に価値のある材料を再利用する「廃棄物銀行」を推進して（インドネシア）
- 40人の雇用を生み出す可能性がある鉄鋼と金属のリサイクル工場に330万ドル投資（エスワティニ）

- アジア・アフリカでの国際協力の一環として、感染性廃棄物の環境に配慮した管理を実施し、廃棄物管理とリサイクルに関する技術や政策の「パッケージ」を共有（日本）

⑥地方コミュニティー主導アプローチ
- 地域循環共生圏の構築（日本）
- 豊かな自然を活用したグリーンコミュニティー事業の展開（中国）
- 再エネ発電支援スキームとコニュニティー参加を可能にする枠組みを組み合わせたコミュニティーのオーナーシップ強化（アイルランド）
- 自然保護・生態系保全に地方コニュニティー主導の開発アプローチを適用（ブルガリア）

⑦デジタル技術を活用したグリーン復興
- コロナ経済救済計画の一環として電子マネー・E コマース普及を推進（ミャンマー）
- 環境産業へのデジタル技術活用（モロッコ）
- 林業でデジタル情報システムを導入し、データ収集の際のソーシャルディスタンスを確保（モザンビーク）

4.2.2 2050 年までのベースラインシナリオ構築に向けた情報収集

本研究ではまず日本を1国として扱うE3MEモデルを活用し2050年までのベースラインシナリオを構築したうえで、これと整合するような都道府県CGEモデルのベースラインシナリオを設定する。E3MEモデルによるベースラインシナリオ構築について、マクロ経済指標一式およびエネルギー変数に関する将来予測が整合したレファレンスシナリオに対してモデルをセットアップした上で、本研究における将来予想をレファレンスシナリオに落とし込む、歩いは対応する外生ショックを与えて整合性を維持したまま想定する将来像をベースラインシナリオとして描くという手順で行う。

レファレンスシナリオとしては、一般財団法人日本エネルギー経済研究所が発行しているIEEJアウトルック2021を採用する。レファレンスシナリオにおけるマクロ経済指標一式およびエネルギー変数に関する将来予測を以下に示す。

表4.2.1　人口

(100万人)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	5,278 (100)	6,111 (100)	7,591 (100)	8,497 (100)	9,146 (100)	9,682 (100)	1.3	0.9	0.7	0.6	0.8
アジア	2,939 (55.7)	3,420 (56.0)	4,118 (54.3)	4,454 (52.4)	4,623 (50.5)	4,687 (48.4)	1.2	0.7	0.4	0.1	0.4
中国	1,135 (21.5)	1,263 (20.7)	1,393 (18.3)	1,429 (16.8)	1,414 (15.5)	1,368 (14.1)	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.1
インド	873 (16.5)	1,057 (17.3)	1,353 (17.8)	1,504 (17.7)	1,593 (17.4)	1,639 (16.9)	1.6	0.9	0.6	0.3	0.6
日本	124 (2.3)	127 (2.1)	127 (1.7)	120 (1.4)	113 (1.2)	105 (1.1)	0.1	-0.4	-0.6	-0.7	-0.6
韓国	43 (0.8)	47 (0.8)	52 (0.7)	51 (0.6)	50 (0.5)	47 (0.5)	0.7	0.0	-0.3	-0.6	-0.3
台湾	20 (0.4)	22 (0.4)	24 (0.3)	24 (0.3)	23 (0.3)	22 (0.2)	0.5	0.1	-0.2	-0.5	-0.2
ASEAN	431 (8.2)	507 (8.3)	631 (8.3)	699 (8.2)	738 (8.1)	761 (7.9)	1.4	0.9	0.5	0.3	0.6
インドネシア	181 (3.4)	212 (3.5)	268 (3.5)	299 (3.5)	319 (3.5)	331 (3.4)	1.4	0.9	0.6	0.4	0.7
マレーシア	18 (0.3)	23 (0.4)	32 (0.4)	36 (0.4)	39 (0.4)	41 (0.4)	2.0	1.1	0.7	0.5	0.8
ミャンマー	41 (0.8)	47 (0.8)	54 (0.7)	58 (0.7)	61 (0.7)	62 (0.6)	0.9	0.7	0.5	0.2	0.5
フィリピン	62 (1.2)	78 (1.3)	107 (1.4)	124 (1.5)	136 (1.5)	144 (1.5)	2.0	1.2	0.9	0.6	1.0
シンガポール	3 (0.1)	4 (0.1)	6 (0.1)	6 (0.1)	6 (0.1)	6 (0.1)	2.2	0.7	0.3	-0.1	0.3
タイ	57 (1.1)	63 (1.0)	69 (0.9)	70 (0.8)	69 (0.8)	66 (0.7)	0.7	0.1	-0.2	-0.5	-0.2
ベトナム	68 (1.3)	80 (1.3)	96 (1.3)	104 (1.2)	108 (1.2)	110 (1.1)	1.2	0.7	0.3	0.2	0.4
北米	277 (5.3)	313 (5.1)	364 (4.8)	390 (4.6)	410 (4.5)	425 (4.4)	1.0	0.6	0.5	0.4	0.5
米国	250 (4.7)	282 (4.6)	327 (4.3)	350 (4.1)	366 (4.0)	379 (3.9)	1.0	0.6	0.5	0.3	0.5
中南米	438 (8.3)	517 (8.5)	638 (8.4)	702 (8.3)	738 (8.1)	758 (7.8)	1.3	0.8	0.5	0.3	0.5
欧州先進国	505 (9.6)	527 (8.6)	577 (7.6)	588 (6.9)	590 (6.5)	586 (6.0)	0.5	0.2	0.0	-0.1	0.0
欧州連合	420 (8.0)	429 (7.0)	447 (5.9)	447 (5.3)	445 (4.9)	437 (4.5)	0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.1
他欧州/ユーラシア	337 (6.4)	334 (5.5)	340 (4.5)	344 (4.0)	342 (3.7)	340 (3.5)	0.0	0.1	-0.1	-0.1	0.0
アフリカ	630 (11.9)	810 (13.3)	1,275 (16.8)	1,686 (19.8)	2,074 (22.7)	2,486 (25.7)	2.6	2.4	2.1	1.8	2.1
中東	132 (2.5)	168 (2.7)	248 (3.3)	299 (3.5)	333 (3.6)	362 (3.7)	2.3	1.6	1.1	0.8	1.2
オセアニア	20 (0.4)	23 (0.4)	30 (0.4)	33 (0.4)	36 (0.4)	39 (0.4)	1.4	1.0	0.8	0.7	0.8
先進国	998 (18.9)	1,070 (17.5)	1,186 (15.6)	1,222 (14.4)	1,237 (13.5)	1,238 (12.8)	0.6	0.2	0.1	0.0	0.1
新興・途上国	4,280 (81.1)	5,042 (82.5)	6,405 (84.4)	7,275 (85.6)	7,909 (86.5)	8,444 (87.2)	1.5	1.1	0.8	0.7	0.9

(出所)国際連合 "World Population Prospects: The 2019 Revision"、世界銀行 "World Development Indicators"

出典：IEEJ（2020）

表4.2.2　GDP

(2010年価格10億ドル)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	37,880 (100)	49,899 (100)	82,365 (100)	113,405 (100)	148,705 (100)	186,235 (100)	2.8	2.7	2.7	2.3	2.6
アジア	7,629 (20.1)	11,103 (22.3)	25,670 (31.2)	42,014 (37.0)	59,911 (40.3)	78,948 (42.4)	4.4	4.2	3.6	2.8	3.6
中国	828 (2.2)	2,232 (4.5)	10,797 (13.1)	20,026 (17.7)	29,506 (19.8)	37,968 (20.4)	9.6	5.3	4.0	2.6	4.0
インド	506 (1.3)	870 (1.7)	2,831 (3.4)	6,146 (5.4)	10,304 (6.9)	15,988 (8.6)	6.3	6.7	5.3	4.5	5.6
日本	4,704 (12.4)	5,349 (10.7)	6,190 (7.5)	6,693 (5.9)	7,234 (4.9)	7,744 (4.2)	1.0	0.7	0.8	0.7	0.7
韓国	363 (1.0)	710 (1.4)	1,382 (1.7)	1,859 (1.6)	2,275 (1.5)	2,626 (1.4)	4.9	2.5	2.0	1.4	2.0
台湾	155 (0.4)	297 (0.6)	544 (0.7)	687 (0.6)	827 (0.6)	953 (0.5)	4.6	2.0	1.9	1.4	1.8
ASEAN	742 (2.0)	1,182 (2.4)	2,893 (3.5)	4,968 (4.4)	7,422 (5.0)	10,452 (5.6)	5.0	4.6	4.1	3.5	4.1
インドネシア	310 (0.8)	453 (0.9)	1,147 (1.4)	2,089 (1.8)	3,278 (2.2)	4,753 (2.6)	4.8	5.1	4.6	3.8	4.5
マレーシア	82 (0.2)	163 (0.3)	382 (0.5)	640 (0.6)	912 (0.6)	1,229 (0.7)	5.7	4.4	3.6	3.0	3.7
ミャンマー	7 (0.0)	13 (0.0)	71 (0.1)	143 (0.1)	238 (0.2)	369 (0.2)	8.8	6.0	5.3	4.5	5.3
フィリピン	95 (0.2)	125 (0.3)	322 (0.4)	613 (0.5)	907 (0.6)	1,290 (0.7)	4.5	5.5	4.0	3.6	4.4
シンガポール	69 (0.2)	136 (0.3)	328 (0.4)	431 (0.4)	530 (0.4)	606 (0.3)	5.7	2.3	2.1	1.4	1.9
タイ	142 (0.4)	218 (0.4)	442 (0.5)	656 (0.6)	907 (0.6)	1,191 (0.6)	4.1	3.3	3.3	2.8	3.1
ベトナム	29 (0.1)	61 (0.1)	188 (0.2)	375 (0.3)	624 (0.4)	985 (0.5)	6.8	5.9	5.2	4.7	5.3
北米	9,935 (26.2)	13,827 (27.7)	19,761 (24.0)	24,631 (21.7)	30,511 (20.5)	36,654 (19.7)	2.5	1.9	2.2	1.9	1.9
米国	9,001 (23.8)	12,620 (25.3)	17,856 (21.7)	22,303 (19.7)	27,700 (18.6)	33,351 (17.9)	2.5	1.9	2.2	1.9	2.0
中南米	2,834 (7.5)	3,819 (7.7)	5,833 (7.1)	8,064 (7.1)	11,058 (7.4)	14,073 (7.6)	2.6	2.7	3.2	2.4	2.8
欧州先進国	12,689 (33.5)	15,969 (32.0)	21,276 (25.8)	25,015 (22.1)	28,501 (19.2)	31,766 (17.1)	1.9	1.4	1.3	1.1	1.3
欧州連合	10,234 (27.0)	12,698 (25.4)	16,365 (19.9)	19,171 (16.9)	21,845 (14.7)	24,303 (13.0)	1.7	1.3	1.3	1.1	1.2
他欧州/ユーラシア	2,146 (5.7)	1,478 (3.0)	2,857 (3.5)	3,740 (3.3)	4,733 (3.2)	5,916 (3.2)	1.0	2.3	2.4	2.3	2.3
アフリカ	895 (2.4)	1,171 (2.3)	2,474 (3.0)	4,015 (3.5)	6,457 (4.3)	9,559 (5.1)	3.7	4.1	4.9	4.0	4.3
中東	1,031 (2.7)	1,533 (3.1)	2,829 (3.4)	3,760 (3.3)	4,922 (3.3)	6,263 (3.4)	3.7	2.4	2.7	2.4	2.5
オセアニア	722 (1.9)	998 (2.0)	1,665 (2.0)	2,166 (1.9)	2,612 (1.8)	3,057 (1.6)	3.0	2.2	1.9	1.6	1.9
先進国	28,740 (75.9)	37,440 (75.0)	51,436 (62.4)	61,870 (54.6)	72,952 (49.1)	83,921 (45.1)	2.1	1.6	1.7	1.4	1.5
新興・途上国	9,140 (24.1)	12,459 (25.0)	30,929 (37.6)	51,535 (45.4)	75,753 (50.9)	102,314 (54.9)	4.4	4.3	3.9	3.1	3.8

(出所)世界銀行 "World Development Indicators"他
　　見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)

出典：IEEJ（2020）

表4.2.3　一次エネルギー消費

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	8,767 (100)	10,034 (100)	14,282 (100)	16,476 (100)	17,823 (100)	18,556 (100)	1.8	1.2	0.8	0.4	0.8
アジア	2,110 (24.1)	2,887 (28.8)	5,844 (40.9)	7,363 (44.7)	8,101 (45.5)	8,490 (45.8)	3.7	1.9	1.0	0.5	1.2
中国	874 (10.0)	1,130 (11.3)	3,196 (22.4)	3,719 (22.6)	3,756 (21.1)	3,532 (19.0)	4.7	1.3	0.1	-0.6	0.3
インド	306 (3.5)	441 (4.4)	919 (6.4)	1,542 (9.4)	2,003 (11.2)	2,425 (13.1)	4.0	4.4	2.7	1.9	3.1
日本	439 (5.0)	518 (5.2)	426 (3.0)	406 (2.5)	377 (2.1)	347 (1.9)	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-0.6
韓国	93 (1.1)	188 (1.9)	282 (2.0)	299 (1.8)	290 (1.6)	268 (1.4)	4.0	0.5	-0.3	-0.8	-0.2
台湾	48 (0.5)	85 (0.8)	110 (0.8)	111 (0.7)	109 (0.6)	102 (0.6)	3.0	0.0	-0.2	-0.6	-0.2
ASEAN	233 (2.7)	379 (3.8)	669 (4.7)	969 (5.9)	1,192 (6.7)	1,399 (7.5)	3.8	3.1	2.1	1.6	2.3
インドネシア	99 (1.1)	156 (1.6)	231 (1.6)	346 (2.1)	447 (2.5)	541 (2.9)	3.1	3.4	2.6	1.9	2.7
マレーシア	21 (0.2)	48 (0.5)	93 (0.7)	131 (0.8)	148 (0.8)	158 (0.8)	5.4	2.9	1.2	0.6	1.6
ミャンマー	11 (0.1)	13 (0.1)	24 (0.2)	39 (0.2)	51 (0.3)	62 (0.3)	2.9	4.1	2.8	2.0	3.0
フィリピン	29 (0.3)	40 (0.4)	60 (0.4)	94 (0.6)	119 (0.7)	146 (0.8)	2.7	3.8	2.4	2.0	2.8
シンガポール	12 (0.1)	19 (0.2)	38 (0.3)	43 (0.3)	46 (0.3)	47 (0.3)	4.3	1.1	0.6	0.3	0.7
タイ	42 (0.5)	72 (0.7)	136 (1.0)	172 (1.0)	193 (1.1)	209 (1.1)	4.3	2.0	1.1	0.8	1.4
ベトナム	18 (0.2)	29 (0.3)	83 (0.6)	140 (0.8)	184 (1.0)	233 (1.3)	5.7	4.4	2.8	2.4	3.3
北米	2,126 (24.3)	2,527 (25.2)	2,528 (17.7)	2,472 (15.0)	2,423 (13.6)	2,333 (12.6)	0.6	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3
米国	1,915 (21.8)	2,274 (22.7)	2,231 (15.6)	2,179 (13.2)	2,137 (12.0)	2,057 (11.1)	0.5	-0.2	-0.2	-0.4	-0.3
中南米	463 (5.3)	607 (6.0)	819 (5.7)	1,003 (6.1)	1,175 (6.6)	1,271 (6.9)	2.1	1.7	1.6	0.8	1.4
欧州先進国	1,643 (18.7)	1,759 (17.5)	1,742 (12.2)	1,653 (10.0)	1,567 (8.8)	1,467 (7.9)	0.2	-0.4	-0.5	-0.7	-0.5
欧州連合	1,439 (16.4)	1,471 (14.7)	1,428 (10.0)	1,364 (8.3)	1,288 (7.2)	1,202 (6.5)	0.0	-0.4	-0.6	-0.7	-0.5
他欧州/ユーラシア	1,514 (17.3)	993 (9.9)	1,159 (8.1)	1,207 (7.3)	1,252 (7.0)	1,290 (7.0)	-0.9	0.3	0.4	0.3	0.3
アフリカ	386 (4.4)	491 (4.9)	837 (5.9)	1,080 (6.6)	1,331 (7.5)	1,528 (8.2)	2.8	2.2	2.1	1.4	1.9
中東	222 (2.5)	371 (3.7)	782 (5.5)	1,019 (6.2)	1,178 (6.6)	1,276 (6.9)	4.6	2.2	1.5	0.8	1.5
オセアニア	99 (1.1)	125 (1.2)	149 (1.0)	152 (0.9)	152 (0.9)	148 (0.8)	1.5	0.2	0.0	-0.3	0.0
先進国	4,467 (51.0)	5,235 (52.2)	5,290 (37.0)	5,152 (31.3)	4,981 (27.9)	4,726 (25.5)	0.6	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4
新興・途上国	4,097 (46.7)	4,526 (45.1)	8,570 (60.0)	10,797 (65.5)	12,198 (68.4)	13,076 (70.5)	2.7	1.9	1.2	0.7	1.3

(出所) IEA "World Energy Balances"
　　見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.4　一次エネルギー消費（石炭）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	2,221 (100)	2,317 (100)	3,838 (100)	4,176 (100)	4,174 (100)	3,884 (100)	2.0	0.7	0.0	-0.7	0.0
アジア	788 (35.5)	1,037 (44.7)	2,821 (73.5)	3,290 (78.8)	3,332 (79.8)	3,133 (80.7)	4.7	1.3	0.1	-0.6	0.3
中国	531 (23.9)	665 (28.7)	1,980 (51.6)	2,096 (50.2)	1,902 (45.6)	1,578 (40.6)	4.8	0.5	-1.0	-1.9	-0.7
インド	93 (4.2)	146 (6.3)	414 (10.8)	697 (16.7)	883 (21.2)	990 (25.5)	5.5	4.4	2.4	1.2	2.8
日本	77 (3.5)	97 (4.2)	114 (3.0)	98 (2.4)	90 (2.2)	76 (2.0)	1.4	-1.3	-0.9	-1.6	-1.3
韓国	25 (1.1)	42 (1.8)	81 (2.1)	82 (2.0)	76 (1.8)	64 (1.7)	4.2	0.1	-0.7	-1.7	-0.7
台湾	11 (0.5)	30 (1.3)	40 (1.0)	41 (1.0)	37 (0.9)	32 (0.8)	4.5	0.3	-0.9	-1.4	-0.6
ASEAN	13 (0.6)	32 (1.4)	150 (3.9)	226 (5.4)	284 (6.8)	324 (8.3)	9.3	3.5	2.3	1.3	2.4
インドネシア	4 (0.2)	12 (0.5)	55 (1.4)	90 (2.2)	121 (2.9)	137 (3.5)	10.3	4.2	2.9	1.3	2.9
マレーシア	1 (0.1)	2 (0.1)	23 (0.6)	28 (0.7)	30 (0.7)	28 (0.7)	10.6	1.8	0.5	-0.6	0.6
ミャンマー	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.0)	3 (0.1)	5 (0.1)	8 (0.2)	9.6	10.9	5.7	4.5	7.2
フィリピン	2 (0.1)	5 (0.2)	18 (0.5)	24 (0.6)	30 (0.7)	34 (0.9)	9.2	2.6	2.0	1.4	2.0
シンガポール	0 (0.0)	- (-)	0 (0.0)	1 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	11.7	0.4	-0.1	-1.1	-0.2
タイ	4 (0.2)	8 (0.3)	16 (0.4)	17 (0.4)	17 (0.4)	16 (0.4)	5.2	0.7	0.0	-1.0	0.0
ベトナム	2 (0.1)	4 (0.2)	37 (1.0)	62 (1.5)	80 (1.9)	100 (2.6)	10.5	4.5	2.6	2.2	3.2
北米	484 (21.8)	566 (24.4)	336 (8.8)	250 (6.0)	208 (5.0)	149 (3.8)	-1.3	-2.4	-1.8	-3.3	-2.5
米国	460 (20.7)	534 (23.0)	321 (8.4)	245 (5.9)	204 (4.9)	145 (3.7)	-1.3	-2.2	-1.8	-3.3	-2.4
中南米	21 (1.0)	27 (1.2)	44 (1.1)	46 (1.1)	54 (1.3)	55 (1.4)	2.6	0.5	1.5	0.3	0.8
欧州先進国	448 (20.2)	331 (14.3)	255 (6.7)	218 (5.2)	191 (4.6)	162 (4.2)	-2.0	-1.3	-1.3	-1.7	-1.4
欧州連合	391 (17.6)	285 (12.3)	216 (5.6)	188 (4.5)	165 (4.0)	140 (3.6)	-2.1	-1.2	-1.3	-1.6	-1.4
他欧州/ユーラシア	365 (16.4)	209 (9.0)	217 (5.6)	201 (4.8)	210 (5.0)	208 (5.4)	-1.9	-0.6	0.4	-0.1	-0.1
アフリカ	74 (3.3)	90 (3.9)	114 (3.0)	123 (3.0)	138 (3.3)	142 (3.7)	1.5	0.7	1.1	0.3	0.7
中東	3 (0.1)	8 (0.3)	8 (0.2)	11 (0.3)	10 (0.2)	9 (0.2)	3.8	1.9	-0.6	-1.6	0.0
オセアニア	36 (1.6)	49 (2.1)	44 (1.1)	36 (0.9)	32 (0.8)	26 (0.7)	0.7	-1.7	-1.4	-1.8	-1.6
先進国	1,088 (49.0)	1,119 (48.3)	877 (22.8)	732 (17.5)	641 (15.4)	516 (13.3)	-0.8	-1.5	-1.3	-2.1	-1.6
新興・途上国	1,133 (51.0)	1,198 (51.7)	2,962 (77.2)	3,444 (82.5)	3,533 (84.6)	3,368 (86.7)	3.5	1.3	0.3	-0.5	0.4

(出所) IEA "World Energy Balances"
見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.5　一次エネルギー消費（石油）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	3,233 (100)	3,669 (100)	4,497 (100)	4,946 (100)	5,328 (100)	5,608 (100)	1.2	0.8	0.7	0.5	0.7
アジア	618 (19.1)	916 (25.0)	1,464 (32.5)	1,808 (36.5)	2,048 (38.4)	2,269 (40.5)	3.1	1.8	1.3	1.0	1.4
中国	119 (3.7)	221 (6.0)	610 (13.6)	713 (14.4)	731 (13.7)	679 (12.1)	6.0	1.3	0.3	-0.7	0.3
インド	61 (1.9)	112 (3.1)	235 (5.2)	401 (8.1)	569 (10.7)	790 (14.1)	4.9	4.6	3.5	3.3	3.9
日本	250 (7.7)	255 (6.9)	166 (3.7)	137 (2.8)	118 (2.2)	104 (1.9)	-1.5	-1.6	-1.5	-1.2	-1.5
韓国	50 (1.5)	99 (2.7)	110 (2.5)	111 (2.2)	106 (2.0)	99 (1.8)	2.9	0.1	-0.4	-0.8	-0.3
台湾	26 (0.8)	38 (1.0)	43 (1.0)	42 (0.9)	40 (0.8)	37 (0.7)	1.9	-0.2	-0.5	-0.9	-0.5
ASEAN	89 (2.7)	153 (4.2)	239 (5.3)	319 (6.5)	381 (7.2)	442 (7.9)	3.6	2.4	1.8	1.5	1.9
インドネシア	33 (1.0)	58 (1.6)	77 (1.7)	105 (2.1)	129 (2.4)	151 (2.7)	3.0	2.6	2.1	1.6	2.1
マレーシア	11 (0.4)	19 (0.5)	29 (0.6)	35 (0.7)	35 (0.7)	34 (0.6)	3.4	1.6	0.1	-0.3	0.5
ミャンマー	1 (0.0)	2 (0.1)	7 (0.2)	13 (0.3)	19 (0.4)	24 (0.4)	8.3	5.5	3.7	2.6	4.0
フィリピン	11 (0.3)	16 (0.4)	20 (0.4)	35 (0.7)	49 (0.9)	65 (1.2)	2.2	4.7	3.4	3.0	3.8
シンガポール	11 (0.4)	17 (0.5)	28 (0.6)	31 (0.6)	33 (0.6)	34 (0.6)	3.2	0.9	0.7	0.4	0.7
タイ	18 (0.6)	32 (0.9)	55 (1.2)	64 (1.3)	69 (1.3)	72 (1.3)	4.1	1.2	0.8	0.4	0.8
ベトナム	3 (0.1)	8 (0.2)	22 (0.5)	36 (0.7)	47 (0.9)	60 (1.1)	7.9	3.9	2.7	2.6	3.1
北米	833 (25.8)	958 (26.1)	905 (20.1)	834 (16.9)	777 (14.6)	719 (12.8)	0.3	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7
米国	757 (23.4)	871 (23.7)	802 (17.8)	744 (15.0)	694 (13.0)	646 (11.5)	0.2	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7
中南米	237 (7.3)	310 (8.4)	336 (7.5)	376 (7.6)	409 (7.7)	411 (7.3)	1.3	0.9	0.8	0.0	0.6
欧州先進国	617 (19.1)	654 (17.8)	563 (12.5)	492 (9.9)	435 (8.2)	386 (6.9)	-0.3	-1.1	-1.2	-1.2	-1.2
欧州連合	531 (16.4)	550 (15.0)	462 (10.3)	405 (8.2)	357 (6.7)	315 (5.6)	-0.5	-1.1	-1.3	-1.3	-1.2
他欧州/ユーラシア	459 (14.2)	200 (5.4)	238 (5.3)	233 (4.7)	230 (4.3)	228 (4.1)	-2.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
アフリカ	85 (2.6)	101 (2.8)	190 (4.2)	253 (5.1)	359 (6.7)	465 (8.3)	2.9	2.4	3.6	2.6	2.8
中東	146 (4.5)	216 (5.9)	330 (7.3)	394 (8.0)	431 (8.1)	431 (7.7)	3.0	1.5	0.9	0.0	0.8
オセアニア	35 (1.1)	40 (1.1)	50 (1.1)	47 (0.9)	44 (0.8)	40 (0.7)	1.3	-0.6	-0.6	-0.8	-0.7
先進国	1,826 (56.5)	2,068 (56.4)	1,870 (41.6)	1,698 (34.3)	1,557 (29.2)	1,423 (25.4)	0.1	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9
新興・途上国	1,205 (37.3)	1,327 (36.2)	2,205 (49.0)	2,739 (55.4)	3,176 (59.6)	3,527 (62.9)	2.2	1.8	1.5	1.1	1.5

(出所) IEA "World Energy Balances"
　　見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.6　一次エネルギー消費（天然ガス）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	1,662 (100)	2,071 (100)	3,262 (100)	4,059 (100)	4,690 (100)	5,132 (100)	2.4	1.8	1.5	0.9	1.4
アジア	116 (7.0)	233 (11.2)	641 (19.7)	1,037 (25.5)	1,316 (28.1)	1,512 (29.5)	6.3	4.1	2.4	1.4	2.7
中国	13 (0.8)	21 (1.0)	230 (7.1)	417 (10.3)	525 (11.2)	582 (11.3)	10.9	5.1	2.3	1.0	2.9
インド	11 (0.6)	23 (1.1)	52 (1.6)	135 (3.3)	216 (4.6)	283 (5.5)	5.9	8.2	4.8	2.7	5.4
日本	44 (2.7)	66 (3.2)	97 (3.0)	89 (2.2)	85 (1.8)	74 (1.4)	2.9	-0.7	-0.4	-1.4	-0.9
韓国	3 (0.2)	17 (0.8)	48 (1.5)	62 (1.5)	69 (1.5)	73 (1.4)	10.8	2.2	1.1	0.5	1.3
台湾	1 (0.1)	6 (0.3)	18 (0.6)	23 (0.6)	25 (0.5)	26 (0.5)	9.6	2.1	0.9	0.4	1.2
ASEAN	30 (1.8)	74 (3.6)	141 (4.3)	229 (5.6)	287 (6.1)	341 (6.6)	5.7	4.1	2.3	1.7	2.8
インドネシア	16 (1.0)	27 (1.3)	39 (1.2)	70 (1.7)	98 (2.1)	126 (2.5)	3.3	5.0	3.4	2.6	3.7
マレーシア	7 (0.4)	25 (1.2)	39 (1.2)	64 (1.6)	74 (1.6)	83 (1.6)	6.4	4.2	1.6	1.1	2.4
ミャンマー	1 (0.0)	1 (0.1)	4 (0.1)	12 (0.3)	18 (0.4)	23 (0.5)	6.2	9.4	3.9	2.8	5.6
フィリピン	- (-)	0 (0.0)	4 (0.1)	6 (0.2)	9 (0.2)	12 (0.2)	-	4.7	3.7	2.7	3.8
シンガポール	- (-)	1 (0.1)	9 (0.3)	10 (0.3)	11 (0.2)	10 (0.2)	-	1.1	0.4	-0.4	0.4
タイ	5 (0.3)	17 (0.8)	36 (1.1)	44 (1.1)	47 (1.0)	47 (0.9)	7.3	1.8	0.7	-0.1	0.9
ベトナム	0 (0.0)	1 (0.1)	8 (0.2)	20 (0.5)	28 (0.6)	37 (0.7)	33.0	8.0	3.2	3.0	4.9
北米	493 (29.7)	622 (30.0)	815 (25.0)	896 (22.1)	907 (19.3)	868 (16.9)	1.8	0.8	0.1	-0.4	0.2
米国	438 (26.4)	548 (26.4)	709 (21.7)	769 (18.9)	773 (16.5)	732 (14.3)	1.7	0.7	0.1	-0.5	0.1
中南米	71 (4.3)	118 (5.7)	203 (6.2)	268 (6.6)	364 (7.8)	437 (8.5)	3.8	2.3	3.1	1.9	2.4
欧州先進国	267 (16.1)	396 (19.1)	426 (13.1)	438 (10.8)	433 (9.2)	412 (8.0)	1.7	0.2	-0.1	-0.5	-0.1
欧州連合	250 (15.0)	309 (14.9)	324 (9.9)	341 (8.4)	347 (7.4)	333 (6.5)	0.9	0.4	0.2	-0.4	0.1
他欧州/ユーラシア	596 (35.8)	486 (23.4)	569 (17.5)	576 (14.2)	598 (12.7)	606 (11.8)	-0.2	0.1	0.4	0.1	0.2
アフリカ	30 (1.8)	47 (2.3)	133 (4.1)	207 (5.1)	296 (6.3)	391 (7.6)	5.5	3.7	3.6	2.8	3.4
中東	72 (4.3)	145 (7.0)	437 (13.4)	582 (14.3)	687 (14.6)	771 (15.0)	6.7	2.4	1.7	1.2	1.8
オセアニア	19 (1.1)	24 (1.2)	36 (1.1)	43 (1.1)	47 (1.0)	47 (0.9)	2.4	1.5	0.8	0.0	0.8
先進国	827 (49.8)	1,134 (54.8)	1,452 (44.5)	1,565 (38.6)	1,581 (33.7)	1,513 (29.5)	2.0	0.6	0.1	-0.4	0.1
新興・途上国	835 (50.2)	937 (45.2)	1,809 (55.5)	2,481 (61.1)	3,067 (65.4)	3,530 (68.8)	2.8	2.7	2.1	1.4	2.1

(出所) IEA "World Energy Balances"
　　見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.7　最終エネルギー消費

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	6,267 (100)	7,032 (100)	9,938 (100)	11,375 (100)	12,251 (100)	12,872 (100)	1.7	1.1	0.7	0.5	0.8
アジア	1,558 (24.9)	1,999 (28.4)	3,847 (38.7)	4,748 (41.7)	5,232 (42.7)	5,593 (43.5)	3.3	1.8	1.0	0.7	1.2
中国	658 (10.5)	781 (11.1)	2,058 (20.7)	2,333 (20.5)	2,353 (19.2)	2,259 (17.6)	4.2	1.1	0.1	-0.4	0.3
インド	243 (3.9)	315 (4.5)	607 (6.1)	1,002 (8.8)	1,305 (10.7)	1,621 (12.6)	3.3	4.3	2.7	2.2	3.1
日本	292 (4.7)	337 (4.8)	283 (2.8)	263 (2.3)	244 (2.0)	224 (1.7)	-0.1	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7
韓国	65 (1.0)	127 (1.8)	182 (1.8)	201 (1.8)	200 (1.6)	189 (1.5)	3.8	0.8	-0.1	-0.5	0.1
台湾	29 (0.5)	49 (0.7)	72 (0.7)	73 (0.6)	73 (0.6)	70 (0.5)	3.2	0.2	0.0	-0.4	-0.1
ASEAN	172 (2.7)	269 (3.8)	454 (4.6)	635 (5.6)	778 (6.3)	917 (7.1)	3.5	2.8	2.0	1.7	2.2
インドネシア	79 (1.3)	120 (1.7)	156 (1.6)	214 (1.9)	271 (2.2)	326 (2.5)	2.5	2.7	2.4	1.9	2.3
マレーシア	13 (0.2)	29 (0.4)	63 (0.6)	88 (0.8)	99 (0.8)	108 (0.8)	5.7	2.9	1.2	0.9	1.7
ミャンマー	9 (0.2)	11 (0.2)	20 (0.2)	29 (0.3)	36 (0.3)	43 (0.3)	2.8	3.0	2.4	1.7	2.4
フィリピン	20 (0.3)	24 (0.3)	34 (0.3)	55 (0.5)	74 (0.6)	96 (0.7)	2.0	4.1	3.0	2.6	3.3
シンガポール	5 (0.1)	8 (0.1)	20 (0.2)	23 (0.2)	25 (0.2)	25 (0.2)	5.1	1.2	0.7	0.3	0.8
タイ	29 (0.5)	51 (0.7)	100 (1.0)	121 (1.1)	136 (1.1)	147 (1.1)	4.5	1.6	1.2	0.8	1.2
ベトナム	16 (0.3)	25 (0.4)	60 (0.6)	103 (0.9)	135 (1.1)	170 (1.3)	4.8	4.6	2.7	2.4	3.3
北米	1,452 (23.2)	1,734 (24.7)	1,800 (18.1)	1,780 (15.7)	1,742 (14.2)	1,689 (13.1)	0.8	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2
米国	1,294 (20.6)	1,546 (22.0)	1,594 (16.0)	1,575 (13.9)	1,543 (12.6)	1,497 (11.6)	0.7	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2
中南米	344 (5.5)	442 (6.3)	606 (6.1)	728 (6.4)	832 (6.8)	897 (7.0)	2.0	1.5	1.3	0.8	1.2
欧州先進国	1,142 (18.2)	1,235 (17.6)	1,253 (12.6)	1,210 (10.6)	1,141 (9.3)	1,073 (8.3)	0.3	-0.3	-0.6	-0.6	-0.5
欧州連合	995 (15.9)	1,028 (14.6)	1,023 (10.3)	994 (8.7)	937 (7.6)	879 (6.8)	0.1	-0.2	-0.6	-0.6	-0.5
他欧州/ユーラシア	1,058 (16.9)	648 (9.2)	765 (7.7)	790 (6.9)	795 (6.5)	804 (6.2)	-1.1	0.3	0.1	0.1	0.2
アフリカ	287 (4.6)	365 (5.2)	612 (6.2)	801 (7.0)	969 (7.9)	1,096 (8.5)	2.7	2.3	1.9	1.2	1.8
中東	157 (2.5)	253 (3.6)	535 (5.4)	688 (6.0)	791 (6.5)	865 (6.7)	4.5	2.1	1.4	0.9	1.5
オセアニア	66 (1.1)	83 (1.2)	98 (1.0)	104 (0.9)	104 (0.9)	103 (0.8)	1.4	0.5	0.1	-0.2	0.2
先進国	3,058 (48.8)	3,582 (50.9)	3,717 (37.4)	3,664 (32.2)	3,538 (28.9)	3,382 (26.3)	0.7	-0.1	-0.4	-0.4	-0.3
新興・途上国	3,007 (48.0)	3,176 (45.2)	5,799 (58.4)	7,185 (63.2)	8,068 (65.9)	8,736 (67.9)	2.4	1.8	1.2	0.8	1.3

(出所) IEA "World Energy Balances"
見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.8　最終エネルギー消費（産業）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	1,803 (100)	1,871 (100)	2,839 (100)	3,264 (100)	3,463 (100)	3,518 (100)	1.6	1.2	0.6	0.2	0.7
アジア	515 (28.6)	655 (35.0)	1,556 (54.8)	1,828 (56.0)	1,911 (55.2)	1,921 (54.6)	4.0	1.4	0.4	0.0	0.7
中国	234 (13.0)	302 (16.1)	996 (35.1)	988 (30.3)	900 (26.0)	803 (22.8)	5.3	-0.1	-0.9	-1.1	-0.7
インド	67 (3.7)	85 (4.6)	206 (7.3)	391 (12.0)	499 (14.4)	559 (15.9)	4.1	5.5	2.5	1.1	3.2
日本	108 (6.0)	104 (5.5)	82 (2.9)	77 (2.3)	71 (2.0)	64 (1.8)	-1.0	-0.6	-0.8	-1.1	-0.8
韓国	19 (1.1)	38 (2.1)	49 (1.7)	56 (1.7)	56 (1.6)	52 (1.5)	3.4	1.1	-0.1	-0.8	0.2
台湾	12 (0.7)	19 (1.0)	24 (0.8)	25 (0.8)	24 (0.7)	23 (0.7)	2.4	0.3	0.0	-0.5	-0.1
ASEAN	42 (2.3)	75 (4.0)	151 (5.3)	228 (7.0)	281 (8.1)	327 (9.3)	4.7	3.5	2.1	1.5	2.4
インドネシア	17 (1.0)	30 (1.6)	50 (1.8)	74 (2.3)	93 (2.7)	109 (3.1)	3.8	3.3	2.3	1.6	2.5
マレーシア	6 (0.3)	12 (0.6)	20 (0.7)	25 (0.8)	29 (0.8)	32 (0.9)	4.6	2.2	1.4	0.9	1.5
ミャンマー	0 (0.0)	1 (0.1)	4 (0.1)	7 (0.2)	10 (0.3)	13 (0.4)	8.3	5.3	4.3	2.6	4.1
フィリピン	5 (0.3)	5 (0.3)	8 (0.3)	11 (0.3)	14 (0.4)	17 (0.5)	1.8	3.4	2.1	1.8	2.5
シンガポール	1 (0.0)	2 (0.1)	7 (0.2)	8 (0.3)	9 (0.3)	9 (0.2)	9.2	1.4	0.6	-0.1	0.7
タイ	9 (0.5)	17 (0.9)	30 (1.1)	39 (1.2)	46 (1.3)	49 (1.4)	4.6	2.2	1.4	0.7	1.5
ベトナム	5 (0.3)	8 (0.4)	33 (1.1)	62 (1.9)	80 (2.3)	97 (2.8)	7.3	5.5	2.5	2.0	3.5
北米	331 (18.4)	388 (20.7)	322 (11.4)	329 (10.1)	330 (9.5)	323 (9.2)	-0.1	0.2	0.0	-0.2	0.0
米国	284 (15.7)	332 (17.8)	277 (9.7)	282 (8.7)	283 (8.2)	278 (7.9)	-0.1	0.2	0.0	-0.2	0.0
中南米	113 (6.3)	143 (7.6)	179 (6.3)	223 (6.8)	265 (7.6)	285 (8.1)	1.6	1.8	1.8	0.7	1.5
欧州先進国	330 (18.3)	325 (17.4)	299 (10.5)	301 (9.2)	296 (8.5)	282 (8.0)	-0.4	0.0	-0.2	-0.5	-0.2
欧州連合	313 (17.4)	274 (14.7)	244 (8.6)	247 (7.6)	244 (7.0)	233 (6.6)	-0.9	0.1	-0.1	-0.5	-0.1
他欧州/ユーラシア	391 (21.7)	205 (10.9)	202 (7.1)	216 (6.6)	227 (6.6)	231 (6.6)	-2.3	0.5	0.5	0.1	0.4
アフリカ	53 (2.9)	57 (3.0)	91 (3.2)	129 (4.0)	170 (4.9)	206 (5.9)	1.9	3.0	2.8	1.9	2.6
中東	47 (2.6)	71 (3.8)	163 (5.7)	209 (6.4)	234 (6.8)	241 (6.9)	4.5	2.1	1.1	0.3	1.2
オセアニア	23 (1.3)	28 (1.5)	27 (0.9)	30 (0.9)	30 (0.9)	29 (0.8)	0.5	0.9	0.2	-0.3	0.3
先進国	826 (45.8)	906 (48.4)	813 (28.6)	827 (25.3)	818 (23.6)	784 (22.3)	-0.1	0.1	-0.1	-0.4	-0.1
新興・途上国	977 (54.2)	965 (51.6)	2,027 (71.4)	2,437 (74.7)	2,645 (76.4)	2,734 (77.7)	2.6	1.5	0.8	0.3	0.9

(出所) IEA "World Energy Balances"
見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)

出典：IEEJ（2020）

表4.2.9　最終エネルギー消費（運輸）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	1,575 (100)	1,963 (100)	2,891 (100)	3,222 (100)	3,556 (100)	3,898 (100)	2.2	0.9	1.0	0.9	0.9
アジア	187 (11.9)	321 (16.4)	717 (24.8)	935 (29.0)	1,121 (31.5)	1,322 (33.9)	4.9	2.2	1.8	1.7	1.9
中国	30 (1.9)	84 (4.3)	325 (11.2)	415 (12.9)	445 (12.5)	416 (10.7)	8.9	2.1	0.7	-0.7	0.8
インド	21 (1.3)	32 (1.6)	104 (3.6)	183 (5.7)	292 (8.2)	469 (12.0)	5.9	4.9	4.8	4.9	4.8
日本	72 (4.6)	89 (4.5)	71 (2.4)	60 (1.8)	52 (1.5)	46 (1.2)	-0.1	-1.4	-1.4	-1.2	-1.3
韓国	15 (0.9)	26 (1.3)	35 (1.2)	35 (1.1)	33 (0.9)	29 (0.7)	3.2	0.1	-0.6	-1.3	-0.6
台湾	7 (0.4)	11 (0.6)	12 (0.4)	11 (0.4)	10 (0.3)	8 (0.2)	2.2	-0.6	-1.4	-2.1	-1.3
ASEAN	32 (2.1)	61 (3.1)	132 (4.6)	176 (5.5)	218 (6.1)	264 (6.8)	5.1	2.4	2.2	1.9	2.2
インドネシア	11 (0.7)	21 (1.1)	54 (1.9)	76 (2.4)	97 (2.7)	119 (3.1)	6.0	2.8	2.4	2.1	2.5
マレーシア	5 (0.3)	11 (0.6)	21 (0.7)	22 (0.7)	22 (0.6)	21 (0.5)	5.3	0.5	-0.1	-0.5	0.0
ミャンマー	0 (0.0)	1 (0.1)	2 (0.1)	4 (0.1)	6 (0.2)	9 (0.2)	5.7	5.6	4.7	3.6	4.7
フィリピン	5 (0.3)	8 (0.4)	12 (0.4)	24 (0.7)	35 (1.0)	49 (1.2)	3.6	5.7	3.9	3.4	4.4
シンガポール	1 (0.1)	2 (0.1)	3 (0.1)	2 (0.1)	2 (0.1)	2 (0.1)	2.3	-0.2	-0.5	-1.1	-0.6
タイ	9 (0.6)	15 (0.7)	28 (1.0)	29 (0.9)	32 (0.9)	33 (0.9)	4.1	0.5	0.8	0.6	0.6
ベトナム	1 (0.1)	3 (0.2)	12 (0.4)	18 (0.6)	24 (0.7)	31 (0.8)	8.0	3.5	2.8	2.6	3.0
北米	531 (33.7)	640 (32.6)	706 (24.4)	651 (20.2)	615 (17.3)	585 (15.0)	1.0	-0.7	-0.6	-0.5	-0.6
米国	488 (31.0)	588 (30.0)	638 (22.1)	585 (18.1)	553 (15.6)	527 (13.5)	1.0	-0.7	-0.5	-0.5	-0.6
中南米	103 (6.5)	140 (7.1)	225 (7.8)	266 (8.3)	294 (8.3)	309 (7.9)	2.8	1.4	1.0	0.5	1.0
欧州先進国	269 (17.1)	318 (16.2)	354 (12.3)	313 (9.7)	279 (7.9)	253 (6.5)	1.0	-1.0	-1.1	-1.0	-1.1
欧州連合	220 (14.0)	262 (13.3)	287 (9.9)	253 (7.9)	225 (6.3)	202 (5.2)	1.0	-1.0	-1.2	-1.1	-1.1
他欧州/ユーラシア	170 (10.8)	109 (5.6)	156 (5.4)	152 (4.7)	147 (4.1)	143 (3.7)	-0.3	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3
アフリカ	38 (2.4)	55 (2.8)	124 (4.3)	165 (5.1)	224 (6.3)	287 (7.4)	4.3	2.5	3.1	2.5	2.7
中東	51 (3.2)	75 (3.8)	147 (5.1)	175 (5.4)	193 (5.4)	208 (5.3)	3.9	1.4	1.0	0.7	1.1
オセアニア	24 (1.5)	30 (1.5)	39 (1.4)	39 (1.2)	38 (1.1)	37 (0.9)	1.8	-0.1	-0.2	-0.3	-0.2
先進国	920 (58.4)	1,120 (57.1)	1,223 (42.3)	1,114 (34.6)	1,032 (29.0)	961 (24.7)	1.0	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7
新興・途上国	453 (28.8)	569 (29.0)	1,246 (43.1)	1,582 (49.1)	1,879 (52.8)	2,183 (56.0)	3.7	2.0	1.7	1.5	1.8

(出所) IEA "World Energy Balances"
　　見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)。世界は国際バンカーを含む

出典：IEEJ（2020）

表4.2.10　最終エネルギー消費（民生・農業他）

(石油換算100万t)

	1990	2000	2018	2030	2040	2050	年平均変化率(%) 1990/2018	2018/2030	2030/2040	2040/2050	2018/2050
世界	2,411 (100)	2,592 (100)	3,291 (100)	3,772 (100)	3,986 (100)	4,111 (100)	1.1	1.1	0.6	0.3	0.7
アジア	740 (30.7)	842 (32.5)	1,172 (35.6)	1,456 (38.6)	1,602 (40.2)	1,701 (41.4)	1.7	1.8	1.0	0.6	1.2
中国	351 (14.5)	338 (13.1)	559 (17.0)	704 (18.7)	764 (19.2)	793 (19.3)	1.7	1.9	0.8	0.4	1.1
インド	142 (5.9)	171 (6.6)	246 (7.5)	339 (9.0)	394 (9.9)	443 (10.8)	2.0	2.7	1.5	1.2	1.9
日本	78 (3.2)	108 (4.2)	96 (2.9)	94 (2.5)	89 (2.2)	84 (2.0)	0.7	-0.2	-0.5	-0.6	-0.4
韓国	24 (1.0)	37 (1.4)	47 (1.4)	49 (1.3)	48 (1.2)	46 (1.1)	2.4	0.4	-0.2	-0.5	0.0
台湾	6 (0.3)	10 (0.4)	12 (0.4)	12 (0.3)	13 (0.3)	13 (0.3)	2.2	0.3	0.4	0.1	0.3
ASEAN	87 (3.6)	112 (4.3)	113 (3.4)	141 (3.7)	170 (4.3)	200 (4.9)	1.0	1.8	1.9	1.6	1.8
インドネシア	44 (1.8)	59 (2.3)	43 (1.3)	49 (1.3)	61 (1.5)	74 (1.8)	-0.1	1.0	2.3	1.9	1.7
マレーシア	2 (0.1)	4 (0.2)	9 (0.3)	12 (0.3)	15 (0.4)	17 (0.4)	5.2	2.8	1.8	1.3	2.0
ミャンマー	8 (0.4)	9 (0.4)	14 (0.4)	17 (0.5)	19 (0.5)	19 (0.5)	1.8	1.8	0.8	0.4	1.0
フィリピン	10 (0.4)	10 (0.4)	13 (0.4)	18 (0.5)	21 (0.5)	24 (0.6)	0.8	2.8	2.0	1.3	2.1
シンガポール	1 (0.0)	2 (0.1)	3 (0.1)	3 (0.1)	3 (0.1)	3 (0.1)	3.0	1.1	0.4	0.0	0.5
タイ	11 (0.4)	14 (0.5)	18 (0.5)	21 (0.6)	23 (0.6)	24 (0.6)	1.8	1.5	0.8	0.5	1.0
ベトナム	10 (0.4)	14 (0.5)	14 (0.4)	20 (0.5)	28 (0.7)	38 (0.9)	1.2	3.1	3.2	3.0	3.1
北米	456 (18.9)	533 (20.6)	600 (18.2)	607 (16.1)	597 (15.0)	577 (14.0)	1.0	0.1	-0.2	-0.3	-0.1
米国	403 (16.7)	473 (18.2)	530 (16.1)	539 (14.3)	531 (13.3)	514 (12.5)	1.0	0.1	-0.2	-0.3	-0.1
中南米	101 (4.2)	121 (4.7)	166 (5.0)	197 (5.2)	223 (5.6)	247 (6.0)	1.8	1.4	1.3	1.0	1.3
欧州先進国	442 (18.3)	477 (18.4)	495 (15.0)	491 (13.0)	460 (11.5)	434 (10.6)	0.4	-0.1	-0.7	-0.6	-0.4
欧州連合	374 (15.5)	391 (15.1)	400 (12.2)	403 (10.7)	377 (9.5)	354 (8.6)	0.2	0.1	-0.7	-0.6	-0.4
他欧州/ユーラシア	432 (17.9)	287 (11.1)	316 (9.6)	326 (8.7)	315 (7.9)	313 (7.6)	-1.1	0.3	-0.4	0.0	0.0
アフリカ	185 (7.7)	238 (9.2)	374 (11.4)	473 (12.5)	535 (13.4)	557 (13.5)	2.5	2.0	1.2	0.4	1.2
中東	40 (1.7)	75 (2.9)	143 (4.3)	192 (5.1)	225 (5.6)	253 (6.1)	4.7	2.5	1.6	1.2	1.8
オセアニア	15 (0.6)	19 (0.7)	25 (0.8)	28 (0.7)	29 (0.7)	30 (0.7)	1.9	1.0	0.4	0.2	0.6
先進国	1,025 (42.5)	1,189 (45.9)	1,281 (38.9)	1,290 (34.2)	1,244 (31.2)	1,191 (29.0)	0.8	0.1	-0.4	-0.4	-0.2
新興・途上国	1,386 (57.5)	1,403 (54.1)	2,009 (61.1)	2,482 (65.8)	2,742 (68.8)	2,920 (71.0)	1.3	1.8	1.0	0.6	1.2

(出所) IEA "World Energy Balances"
見通しは日本エネルギー経済研究所
(注)カッコ内は対世界比(%)

出典：IEEJ（2020）

ベースラインシナリオ構築のために、これらの将来予想に基づくレファレンスシナリオに対し技術進歩やポストコロナにおける労働環境の変化など、リデザインパッケージの有無に関わらず起ると想定される変化を反映させていく。これらの将来変化に関しては、IEEJエネルギーアウトルックの技術進展シナリオを参照する他、2050年までに日本がネットゼロ社会を実現した場合の社会像を描いた研究などを参照する（IGES, 2020）。例えばIGES（2020）では、2050年のネットゼロシナリオを描く中で、電子商取引の促進や3Dプリンタによる流通の変化、鉄鋼業における電炉割合の増加や直接還元製鉄の普及、様々なリサイクル技術の向上など、様々な将来予測について定量的な推計を行っており、E3MEモデルを用いてベースラインシナリオを構築するうえで極めて有用であると期待できる。

4.2.3 47 都道府県 CGE モデル開発

リデザイン政策の政策効果を分散型社会への転換も含めて評価する目的で、47都道府県CGEモデルの開発を進めた。

まず、47都道府県の産業連関表を収集し、CGEモデルの基礎データベースとなる社会会計行列を作成した。産業連関表の基準年に関し、現時点では多くの都道府県が2015年に更新されているものの、一部の県はいまだ2011年となっている。基準年を統一するために本年度は2011年を基準年として社会会計行列を作成した。一方、2011年は東日本大震災の影響で特異な経済状況であったことから、2015年を基準年とすることが望ましいと考えられる。そのため、来年度には基準年を2015年に更新することとする。

都道府県産業連関表は以下の32部門となっており、電力部門は電気・ガス・水道・廃棄物処理業を合せた部門となっている。本研究で地域再エネ促進がリデザイン政策の柱の一つであることから、電力部門を独立させ、さらに再エネ電力とそれ以外の電力に分離することが望ましい。一国モデルであれば、GTAP-Powerなどの再エネ部門を細分化した既存データベースの活用が考えられるが、都道府県モデルではそのような再エネ部門を分離した産業連関表は見つからなかった。そのため、再エネ電力の分離は難しいと判断し、代替的な方法として、モデルパラメータの設定によって地域再エネ促進の効果を反映する手法を検討する。

表4.2.13　47都道府県産業連関表　産業分類

0100	農林水産業
0200	鉱業
0300	食料品
0400	繊維製品
0500	パルプ・紙・紙加工品
0600	化学、石油・石炭製品
0700	窯業・土石製品
0800	一次金属
0900	金属製品
1000	はん用・生産用・業務用機械
1100	電子部品・デバイス
1200	電気機械
1300	情報・通信機器
1400	輸送用機械
1500	印刷業
1600	その他の製造業
1700	電気・ガス・水道・廃棄物処理業
1800	建設業
1900	商業
2100	運輸・郵便業
2200	宿泊・飲食サービス業
2300	通信・放送業
2400	情報サービス・映像音声文字情報制作業
2500	金融・保険業
2600	不動産業
2700	専門・科学技術、業務支援サービス業
2800	公務
2900	教育
3000	保健衛生・社会事業
3100	その他のサービス
3200	本社

47都道府県CGEモデルは逐次動学モデルであり、現在はタイムステップ1年で開発作業を行っているが、2050年までのシミュレーションを行う場合には5年毎のタイムステップを想定している。地域分類は最大48分類（47都道府県＋その他世界）、産業分類は最大32分類であるが、現段階では48地域-32産業分類では基準年の再現はできるものの、逐次動学でシミュレーションを実施するとすぐに止まってしまう状態である。通常世界モデルでシミュレーションを実施する場合には、産業分類が32部門程度の場合、地域分類は10地域～20地域程度に集約して行うのが一般的である。逆に48地域分類を維持す

るのであれば、産業分類を集約化する必要があると思われる。また産業連関表の基準年を2015年に更新することも、この問題の解決に対して効果が期待できる。

テレワーク推進などによる地域移住の影響については都道府県人口設定で反映することとする。カーボンプライシングによる再エネ促進・エネルギーミックスへの影響などはE3EM側で分析、その結果を都道府県CGEに反映する方法を来年度検討する。

4.3 結論

4.3.1 令和 3 年度研究の成果

今年度は地域脱炭素ロードマップを指針として、脱炭素・循環型・分散型社会への転換に有用と思われる政策についてレビューを行った。また海外のグリーンリカバリー政策に関するレビューも行った。本研究は来年度から E3ME モデルを用いた政策シミュレーションと、47 都道府県 CGE モデルによる分散型社会関連政策の影響評価も含めた政策シミュレーションに基づき定量的な政策影響評価を開始するが、これらのモデルを活用した定量的分析が本研究の核であることから、今年度は 47 都道府県 CGE モデルのプロトタイプの開発を優先した。来年度早々から E3ME モデルチームとも協働を開始し、モデルによる定量的評価に反映できる政策手段をより絞り込むとともに、政策レビューの深堀を行うこととする。

4.3.2 環境政策への貢献

本年度の研究内容は、来年度実施予定の 2 つの経済モデルによる政策シミュレーションのための情報収集という位置づけとなっており、環境政策への貢献は基本的には来年度成果を通じて行う予定である。本年度成果による環境政策への貢献としては、地域脱炭素ロードマップの社会実装という形で本研究を補完する形で実施中の淡路島における調査を通じて、REPOS の利用に関する留意点が明確になったことが挙げられる。このような知見を活かし、REPOS の改良が実施されれば、再エネポテンシャル評価ツールとしての有用性が高まると期待される。

III.　今後の研究方針（課題含む）

III. 今後の研究方針

来年度からE3MEモデルを用いた政策シミュレーションと、47都道府県CGEモデルによる分散型社会関連政策の影響評価も含めた政策シミュレーションに基づき定量的な政策影響評価を開始する。来年度早々からE3MEモデルチームとも協働を開始し、モデルによる定量的評価に反映できる政策手段をより絞り込むとともに、MaaSや空飛ぶ自動車、ドローンの普及といった社会のあり方に大きな影響を与えるであろう技術革新について検討を進め、どの部分がE3MEモデル本体の調整で反映でき、どの部分は技術モジュールで反映するべきなのかを見極めながら、ベースラインシナリオ設定や、場合によっては政策シナリオとしてシミュレーションに反映させていく。2050年までというタイムスパンに伴う大きな不確実性に対し、なるべく少数のシナリオで大きな特長をカバーできるように工夫することも重要と考える。

IV.　添付資料（参考文献など）

添付１　47 都道府県 CGE モデル　プログラムコード

```
$TITLE IGES CGE model: 47-Pref Spatial CGE model based on MRIO database (March, 2022)
$STITLE Recursive dynamic version with nested structure for redesign-related policy
analysis

$ONTEXT
=========================
Author: Pongsun Bunditsakulchai
Model development history
ver 1.1 :   Recursive dynamic model for interregional scheme of Japanese economy
            - 47 regions
            - 41 commodities/activities
            - 3 factors of production (NHC, labor, capital)
            - CES structure of import demands (Armington goods)
            - Export supplies are determined by CET production function
            - Introducing nesting structure of energy and value-added inputs (KLEM
type)
            - Sub-nesting structure of technology-based power supply
            - Assigned exogenous export prices of energy-related goods
=========================
$OFFTEXT

* Set program version here:
* Use underscore instead of comma, e.g. 1.2 -> 1_2
$SETGLOBAL version_no 1_1

$ONTEXT
This file is the core model file for the IGES model edited for analyzing tax scheme.

Copyright (c) 2022, Kansai Research Centre (KRC),
Institute for Global Environmental Strategies (IGES), JAPAN.

The file(s) consists of the following segments (with searchable headings):

1. SETTING DOLLAR CONTROLS AND GLOBAL VARIABLES

Dollar controls and global variables are defined here.
```

2. SET DECLARATIONS

All sets are declared. (No sets are defined here).

3. DATABASE

SAM parameter is declared. Include file with data for a selected country
is read in.

In this file, the SAM structure is adjusted to fit the model structure.
Error messages alert the user to missing data. The user has the option
activating automatic rescaling of SAM and physical factor quantity data.

4. PARAMETER DECLARATIONS AND DEFINITIONS

All model parameters (including those used to initialize variables)
are DECLARED and DEFINED.

5. MODEL DEFINITION

The NLP or MCP model (a set of equations most of which are linked to variables)
is defined.

5.1 VARIABLE DECLARATIONS

All model variables are declared.

5.2 EQUATION DECLARATIONS

The model equations are declared. They are divided into the following blocks:

(1) Activity level block,
(2) Unit cost of production block,
(3) Unit price index block,
(4) Level of demand and supply function block.
(5) Institution block, and
(6) I-S balance block

5.3 EQUATION DEFINITIONS

The model equations are defined.

5.4 NLP or MCP MODEL DECLARATION

Define a model that can be solved using a nonlinear programming (NLP)
or mixed complementarity (MCP) solver.

6. MODEL CLOSURE

Macro and micro closure rules are selected by fixing selected variables.

7. SOLVE STATEMENT

The model is solved for the base with some optional tests of robustness.

8. POLICY SETTING

Taxes levels of counterfactual policy are specified here.

9. SOLUTION REPORTS

Level and percentage changeg of solution outputs are written into
GDX and EXCEL files.
$OFFTEXT

* 1. SETTING DOLLAR CONTROLS AND GLOBAL VARIABLES ##########################

* -- *
* Setting of the dollar controls:

* The dollar control $ONEMPTY makes empty data initialization statements
* permissible (e.g. sets without elements or parameters without data)
$ONEMPTY

* The $OFFUPPER statement is needed for the echo to contain mixed upper- and
lowercase.
$OFFUPPER

```
* $ONSYMLIST turns on the complete listing of all symbols that have been defined and
their text,
* including pre-defined functions and symbols, in alphabetical order grouped by symbol
type.
$OFFSYMLIST

* The symbol reference map can be turned on by $ONSYMXREF
$OFFSYMXREF

* The echo print of the input file can be turned off by $OFFLISTING
*$OFFLISTING

* $EOLCOM specifies the end-of-line comment symbol:
$EOLCOM ##

* Set DISPLAY controls
Option Decimals = 4;

* ------------------------------------------------ *
* Definition of global variables:

* ============================================================================ *
* PROGPATH is the folder where the main program files are located.
* It is also the folder where the output report will be saved.
*$SETGLOBAL progpath "C:¥Users¥Pongsun¥Documents¥GAMS¥PSEE¥R47C41_1_1¥"   ## For
Windows
$SETGLOBAL progpath /Users/pongsun/Documents/GAMS/PSEE/R47C41_1_1/       ## For Mac
user
* ============================================================================ *

* ============================================================================ *
* Set name of elasticity parameter file for
* the production and consumption structure here
* Default is "elas_default"
$SETGLOBAL elas_name data/elas_%version_no%
* ============================================================================ *

* Experiment name:
$IF NOT SETGLOBAL exp_name $SETGLOBAL exp_name bau
```

```
* Name of set definition file:
$IF NOT SETGLOBAL set_file $SETGLOBAL set_file data/set_input

* Name of data gdx file:
$IF NOT SETGLOBAL data_file $SETGLOBAL data_file data/data_input

* Name of elasticity parameter file:
$IF NOT SETGLOBAL elas_name $SETGLOBAL elas_name data/elas_default

* Name of exogenous parameter file:
$IF NOT SETGLOBAL para_file $SETGLOBAL para_file data/para_input

* Name of exogenous TFP file:
$IF NOT SETGLOBAL tfp_file $SETGLOBAL tfp_file result/tfp_cal220317

* Solve by NLP:
$IF NOT SETGLOBAL solve_nlp $SETGLOBAL solve_nlp 0

* Solve by MCP:
$IF NOT SETGLOBAL solve_mcp $SETGLOBAL solve_mcp 1

* Name of solving method:
$IF NOT %solve_nlp% == 0  $SETGLOBAL solve_name nlp
$IF NOT %solve_mcp% == 0  $SETGLOBAL solve_name mcp

* Benchmark replication only:
$IF NOT SETGLOBAL br_only $SETGLOBAL br_only 1

* Test Consistency of Benchmark replication:
$IF NOT SETGLOBAL br_test $SETGLOBAL br_test 0

* Parameter for Policy_Simulation:
$IF NOT SETGLOBAL policy_sim $SETGLOBAL policy_sim 0

* Parameter for TFP_Calibration:
$IF NOT SETGLOBAL calib_par $SETGLOBAL calib_par 1

* ========================================================================== *
```

```
* Name of files to which results are exported:
$SETGLOBAL gdx_results      result/results_%exp_name%.gdx
$SETGLOBAL gdx_results2     result/footprint_%exp_name%.gdx
$SETGLOBAL gdx_results3     result/results_raw%exp_name%.gdx
$SETGLOBAL excel_results    result/results_%exp_name%.xlsx
$SETGLOBAL excel_results2   result/footprint_%exp_name%.xlsx
* ===================================================================== *


* 2. SET DECLARATIONS ##########################

SETS
    r(*)            "Regions/Countries"
    c(*)            "Commodity/Activity"
    f(*)            "Factors of production"
    tx(*)           "Type of taxes"
    t               "Time period"
    /Y2011*Y2030/
    tfirst(t)       "Base year"
    t_ful(t)        "Policy fully implemented period"
    /Y2011*Y2030/
;

    tfirst(t)   = YES$(ord(t) = 1);
;

*$CALL GDXXRW Input="%progpath%data¥set_input.xlsx"
Output="%PROGPATH%data¥set_input.gdx" Index=layout!A1 Checkdate

* ---------------------------------------------------- *
* Read set from GDX:
DISPLAY "com: Read set";

* Import set:
$GDXIN %progpath%%set_file%.gdx
$LOAD  r c f tx
$GDXIN

DISPLAY "com: Imported set";
```

```
DISPLAY r, c, f, tx;

ALIAS (c,a), (c,cc), (a,aa), (r,s), (r,rr), (s,ss), (f, ff);

SETS
    r_r(r,s)        "yes if r = s"
    r_s(r,s)        "yes if r is not equal to s"
;

    r_r(r,s)    = NO;
    r_r(r,r)    = YES;
    r_s(r,s)    = YES;
    r_s(r,r)    = NO;

DISPLAY "com: Subset of r";
DISPLAY r_r, r_s;

SETS
    cm(c)       "Materials and services"
    /
    c01,    c02,    c04,    c05,    c06,    c07,    c08,    c09,    c10,    c12,
    c13,    c14,    c15,    c16,    c17,    c18,    c19,    c20,    c21,    c22,
    c23,    c24,    c27,    c28,    c29,    c30,    c31,    c32,    c33,    c34,
    c35,    c36,    c37,    c38,    c39,    c40,    c41
    /

    ce(c)       "Energy-related commodity"
    /
    c03,    c11,    c25,    c26
    /

    ce_ne(c)      "Energy-related commodity excluding electricity"
    /
    c03,   c11,    c26
    /

    ce_el(c)    "Electricity-related commodity"
    /
    c25
```

```
    /

    ce_cl(c)    "Coal-related commodity"
    /
    c03
    /

    ce_ol(c)    "Oil-related commodity"
    /
    c11
    /

    ce_gs(c)    "Gas-related commodity"
    /
    c26
    /

    tv(tx)      "Indirect taxes"
    /
    tind,   subs
    /
;


DISPLAY "com: Subset of c";
DISPLAY cm, ce;

ALIAS (cm,ccm), (ce,cce), (cm,am), (ce,ae);

SETS
    fc(f)           "Capital production factor"
    / cap /
    fn(f)           "Non-capital production factor"
    / lab, nhc /
;

DISPLAY "com: Subset of f";
DISPLAY fn, fc;
```

```
* 3. DATABASE ##########################

PARAMETERS
    utbl(c,r,a)          "Use table (intermediate input)"
    dtbl(r,c,s)          "Commodity distribution table"

    fd_nhc(c,s)          "Non-household consumption demand"
    fd_hhd(c,s)          "Household consumption demand"
    fd_gov(c,s)          "Government consumption demand"
    fd_inv(c,s)          "Investment demand"
    fd_mns(c,s)          "Minus final demand"
    etbl(c,s)            "Export demand"
    mtbl(c,s)            "Import demand"

    vatbl(f,r,a)         "Factor of production input"
    tind(tx,r,a)         "Indirect tax and subsidy of activity"
    timp(c,s)            "Import tax"
    tdir(r)              "Direct tax payment of household income"
    faci(r,f)            "Factor income"
    sav_hhd(r)           "Saving of household"
;

*$CALL GDXXRW Input="%progpath%data¥data_input.xlsx"
Output="%PROGPATH%data¥data_input.gdx" Index=layout!A1 Checkdate

* ---------------------------------------------- *
* Read data from GDX:
DISPLAY "com: Read data";

$GDXIN %progpath%%data_file%.gdx
$LOAD   utbl dtbl
$LOAD   fd_nhc fd_hhd fd_gov fd_inv fd_mns etbl mtbl
$LOAD   vatbl timp tind tdir faci sav_hhd
$GDXIN

    dtbl('r40','c03',s)  = 0;
    etbl('c03','r40')    = 0;
```

```
DISPLAY "com: Imported data";
DISPLAY utbl, dtbl
        fd_nhc, fd_hhd, fd_gov, fd_inv, fd_mns, etbl, mtbl
        vatbl, timp, tind, tdir, faci, sav_hhd;

* ------------------------------------------------- *
* Intertemporal parameter:
PARAMETERS
    capt0(r)             "BM: Value of capital stock [USD]"
    pop0(r)              "BM: Population [million]"
    tfp0(r)              "BM: Total factor productivity (national averaged, applied to
all production sectors) [dmnl]"
    depr_s0              "BM: Depreciation rate of capital stock [dmnl/yr]"
    irr0                 "BM: Interest rate [dmnl/yr]"
    g_pop(r,t)           "Population growth rate at time t [dmnl/yr]"
    g_lab(r,t)           "Labor growth rate at time t [dmnl/yr]"
    g_gdp(r,t)           "Growth rate of GDP at time t [dmnl/yr]"
    tfp(r,t)             "TFP level of region r at time t [Y2011 = 1]"
;

* Name of Intertemporal parameter file:
*$CALL GDXXRW Input="%progpath%data¥para_input.xlsx"
Output="%PROGPATH%data¥para_input.gdx" Index=layout!A1 Checkdate

* ------------------------------------------------- *
* Read data from GDX:
DISPLAY "com: Read data";

$GDXIN %progpath%%para_file%.gdx
$LOAD   pop0 g_pop
$LOAD   capt0 g_lab g_gdp
$GDXIN

    tfp0(r)            = 1;
    irr0               = 0.05;
    depr_s0            = 0.05;

DISPLAY "com: Imported data";
DISPLAY capt0, tfp0, depr_s0, g_lab, g_gdp;
```

```
DISPLAY pop0, g_pop;

$IF NOT %calib_par% == 0  $GOTO tfp_clb1
$IF %calib_par% == 0  $GOTO gdp_sim1

$LABEL gdp_sim1

$GDXIN %progpath%%tfp_file%.gdx
$LOAD  tfp
$GDXIN

DISPLAY tfp;

$LABEL tfp_clb1

* ------------------------------------------------- *
* Import elasticity parameters:

$INCLUDE %progpath%%elas_name%.gms

* ------------------------------------------------- *
* Import emission data:
*$INCLUDE %progpath%program/emissiondata.gms

*$GOTO end


* 4. PARAMETER DECLARATIONS AND DEFINITIONS ##########################

* ------------------------------------------------- *
* Price block:
PARAMETERS
    pexr0           "BM: Exchange rate [LCU/USD]"
    px0(r,a)        "BM: Price of output from activity [LCU/unit]"
    peva0(r,a)      "BM: Price of aggregated energy and value-added (tax included)
[LCU/unit]"
    pva0(r,a)       "BM: Price of aggregated value-added (tax included) [LCU/unit]"
    pee0(r,a)       "BM: Price of aggregate energy input (tax included) [LCU/unit]"
    pq0(r,c)        "BM: Price of composite good [LCU/unit]"
```

```
    pqd0(r,c)       "BM: Price for com'y produced & sold domestically [LCU/unit]"
    pts0(r,c)       "BM: Price of commodity total supply [LCU/unit]"

    pim0(r,c)       "BM: World import price of commodity c into r [LCU/unit]"
    pex0(r,c)       "BM: World export price of commodity c produced in r [LCU/unit]"

    pfn0(r)         "BM: Price of non-capital production factor [LCU/unit]"
    pfc0            "BM: Price of capital [LCU/unit]"
    pv0             "BM: Price of newly produced capital goods [LCU/unit]"
    ror0(r,a)       "BM: Rate of return to sector specific capital in region r [dmnl]"
    ror_r0          "BM: Uniform (averaged) rate of return to all owner-specific
capital in region r [dmnl]"
;

$ONTEXT
The exchange rate may be initialized at unity, in which case all data are
in foreign cusency units (FCU; e.g., dollars). Set the exchange rate at
another value to differentiate foreign exchange transactions, which will
be valued in FCU, and domestic transactions valued in local cusency
units (LCU). The SAM is assumed to be valued in LCU, and the exchange rate
is then used to calculate FCU values for transactions with the rest of the
world.
$OFFTEXT

    pexr0       = 1;
    pq0(r,c)    = 1;
    pts0(r,c)   = 1;
    pqd0(r,c)   = 1;

    pim0(r,c)   = ((timp(c,r)+mtbl(c,r))/mtbl(c,r))$mtbl(c,r);
    pex0(r,c)   = 1$etbl(c,r);

    px0(r,a)    = 1;
    peva0(r,a)  = 1;
    pee0(r,a)   = 1;
    pva0(r,a)   = ((vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a) + sum(tv,tind(tv,r,a)))/
                  (vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a)))$(vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a));
    pfn0(r)     = 1;
```

```
    pfc0        = 1;

* ======= NOTE ======= *
* For capital, ror_r0 or pfc0(r) will be calibrated so that
* qfs("capt") corresponding to factor payment and depreciation payment is identical.
* Note that the price of depreciated capital equals to price of investment goods
(pv0).
* ======= NOTE ======= *
    pv0         = 1;
    ror_r0      = sum((aa,r),vatbl('cap',r,aa))/sum(r,capt0(r));
    ror0(r,a)   = ror_r0;
*    ror_r0(r)   = sum(aa,vatbl('cap',r,aa))/capt0(r);
*    ror0(r,a)   = ror_r0(r);

DISPLAY "com: Calibrated price";
DISPLAY pexr0, px0, peva0, pee0, pva0,
        pq0, pim0, pex0, pfn0, pfc0, pv0, ror_r0, ror0;

* ------------------------------------------------ *
* Tax block
PARAMETERS
    tr_dir0(r)          "Direct tax rate (BM)"
    tr_ind0(r,a)        "Indirect tax rate (BM)"
    tr_sub0(r,a)        "Indirect tax rate (BM)"
    tr_imp0(r,c)        "Import tax rate (BM)"
;

    tr_dir0(r)        = tdir(r)/(sum(a,vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a)));
    tr_ind0(r,a)      = (tind('tind',r,a)/(vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a)))$(vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a));
    tr_sub0(r,a)      = (tind('subs',r,a)/(vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a)))$(vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a));
    tr_imp0(r,c)      = (timp(c,r)/mtbl(c,r))$mtbl(c,r);


DISPLAY "com: Calibrated parameter";
DISPLAY tr_dir0, tr_ind0, tr_sub0, tr_imp0;

* ------------------------------------------------ *
```

```
* Parameters for production function
PARAMETERS
    cost_x(r,a)          "BM: Total cost of activity (indirect tax excluded)"
    cost_x_t(r,a)        "BM: Total cost of activity (indirect tax included)"
    cost_nhc(r,a)        "BM: Value of expenditure outside household"
    cost_eva(r,a)        "BM: Value of aggregate EVA input"
    cost_va_t(r,a)       "BM: Value of aggregate value-added input (tax included)"
    cost_va(r,a)         "BM: Value of aggregate value-added input (tax excluded)"
    cost_l(r,a)          "BM: Value of labor input"
    cost_k(r,a)          "BM: Value of capital input"

    cost_i(r,c,a)        "BM: Value of intermediate input (sale tax excluded)"
    cost_e(r,c,a)        "BM: Value of each energy input"
    cost_ee(r,a)         "BM: Value of aggregated energy input"
    cost_ne(r,a)         "BM: Value of aggregated non-electricity energy input"
    cost_el(r,a)         "BM: Value of electricity energy input"
    cost_cl(r,a)         "BM: Value of coal energy input"
    cost_ol(r,a)         "BM: Value of oil energy input"
    cost_gs(r,a)         "BM: Value of gas energy input"

    qx0(r,a)             "Quantity (BM): Activity output [unit]"
    qi0(r,c,a)           "Quantity (BM): Intermediate inputs of commodity c by activity
a [unit]"
    qe0(r,c,a)           "Quantity (BM): Energy input [unit]"
    qeva0(r,a)           "Quantity (BM): Aggregate energy and value-added input [unit]"
    qva0(r,a)            "Quantity (BM): Aggregate value-added input [unit]"
    qee0(r,a)            "Quantity (BM): Aggregate energy input [unit]"
    qne0(r,a)            "Quantity (BM): Aggregate non-electric energy input [unit]"
    qel0(r,a)            "Quantity (BM): Electricity energy input"
    qcl0(r,a)            "Quantity (BM): Coal energy input"
    qol0(r,a)            "Quantity (BM): Oil energy input"
    qgs0(r,a)            "Quantity (BM): Gas energy input"

    dmy_el(r,c,a)        "Dummmy varibale for mapping to specific sector (el) [dmnl]"
    dmy_cl(r,c,a)        "Dummmy varibale for mapping to specific sector (cl) [dmnl]"
    dmy_ol(r,c,a)        "Dummmy varibale for mapping to specific sector (ol) [dmnl]"
    dmy_gs(r,c,a)        "Dummmy varibale for mapping to specific sector (gs) [dmnl]"

    dmy_va(r,a)          "Dummmy varibale for assigning TFP to cost of value-added"
```

```
;

    cost_x(r,a)              = sum(c,utbl(c,r,a)) + vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a) + vatbl('nhc',r,a);
    cost_x_t(r,a)            = sum(c,utbl(c,r,a)) + vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a) + vatbl('nhc',r,a) + sum(tx,tind(tx,r,a));
    cost_nhc(r,a)            = vatbl('nhc',r,a);

    cost_eva(r,a)            = sum(ce,utbl(ce,r,a)) + vatbl('lab',r,a) +
vatbl('cap',r,a) + sum(tx,tind(tx,r,a));
    cost_va_t(r,a)           = vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a) +
sum(tx,tind(tx,r,a));
    cost_va(r,a)             = vatbl('lab',r,a) + vatbl('cap',r,a);

    cost_l(r,a)              = vatbl('lab',r,a);
    cost_k(r,a)              = vatbl('cap',r,a);

    cost_i(r,c,a)            = utbl(c,r,a);
    cost_i(r,ce,a)           = 0;
    cost_e(r,c,a)            = utbl(c,r,a);
    cost_e(r,cm,a)           = 0;

    cost_ee(r,a)             = sum(ce,utbl(ce,r,a));
    cost_ne(r,a)             = sum(ce_ne,utbl(ce_ne,r,a));
    cost_el(r,a)             = sum(ce_el,utbl(ce_el,r,a));
    cost_cl(r,a)             = sum(ce_cl,utbl(ce_cl,r,a));
    cost_ol(r,a)             = sum(ce_ol,utbl(ce_ol,r,a));
    cost_gs(r,a)             = sum(ce_gs,utbl(ce_gs,r,a));

    qx0(r,a)                 = cost_x_t(r,a)/px0(r,a);
    qeva0(r,a)               = cost_eva(r,a)/peva0(r,a);
    qva0(r,a)                = (cost_va_t(r,a)/pva0(r,a))$pva0(r,a);
    qe0(r,c,a)               = cost_e(r,c,a)/pq0(r,c);
    qi0(r,c,a)               = cost_i(r,c,a)/pq0(r,c);
    qee0(r,a)                = sum(ce,qe0(r,ce,a));
    qne0(r,a)                = sum(ce_ne,qe0(r,ce_ne,a));

    qel0(r,a)                = sum(ce_el,utbl(ce_el,r,a))/pq0(r,'c26');
    qcl0(r,a)                = sum(ce_cl,utbl(ce_cl,r,a))/pq0(r,'c03');
```

```
    qol0(r,a)               = sum(ce_ol,utbl(ce_ol,r,a))/pq0(r,'c11');
    qgs0(r,a)               = sum(ce_gs,utbl(ce_gs,r,a))/pq0(r,'c26');

    dmy_el(r,'c25',a)       = 1;
    dmy_cl(r,'c03',a)       = 1;
    dmy_ol(r,'c11',a)       = 1;
    dmy_gs(r,'c26',a)       = 1;

    dmy_va(r,ae)            = 1;
*    dmy_va('r01',ae)        = 1;

DISPLAY "com: Parameters for production function";
DISPLAY cost_x, cost_x_t, cost_nhc, cost_eva, cost_va_t, cost_va, cost_l, cost_k,
cost_el
        cost_i, cost_e, cost_ee, cost_ne,
        qx0, qi0, qe0, qeva0, qva0, qee0, qne0, qel0, qcl0, qol0, qgs0, dmy_va;

* ---------------------------------------------------------------------
* Parameters for Armington aggregation and transformation function:
PARAMETERS
    cost_ts(r,c)        "BM: Total cost of commodity supply [million LCU]"
    cost_ex(r,c)        "BM: Total cost of export supply [million LCU]"
    cost_ds(r,c)        "BM: Total cost of commodity output for domestic supply
[million LCU]"
    cost_td(r,c)        "BM: Total cost of commodity demand [million LCU]"
    cost_im(r,c)        "BM: Total cost of import demand [million LCU]"
    cost_dd(r,c)        "BM: Total cost of commodity output for domestic demand
[million LCU]"
    cost_qrs(r,c,s)     "BM: Total cost of domestic demand of commodity c from region r
to s [million LCU]"

    qrs0(r,c,s)         "Quantity (BM): Domestic demand of commodity c from region r to
s [million LCU]"
    qdd0(r,c)           "Quantity (BM): Total cost of domestic demand [million LCU]"
    qds0(r,c)           "Quantity (BM): Total cost of domestic supply [million LCU]"
    qim0(r,c)           "Quantity (BM): Value of imported goods [million LCU]"
    qex0(r,c)           "Quantity (BM): Value of exported goods [million LCU]"
    qtd0(r,c)           "Quantity (BM): Total cost of commodity demand [million LCU]"
    qts0(r,c)           "Quantity (BM): Commodity supply [million unit]"
```

```
;

*    cost_ts(r,c)       = sum(s,dtbl(r,c,s)) + etbl(c,r) + fd_mns(c,r);
    cost_ts(r,c)       = sum(s,dtbl(r,c,s)) + etbl(c,r);  ## Excluding negative
demands
    cost_ex(r,c)       = etbl(c,r);
    cost_ds(r,c)       = sum(s,dtbl(r,c,s));
    cost_dd(s,c)       = sum(r,dtbl(r,c,s));
    cost_im(r,c)       = timp(c,r) + mtbl(c,r);
    cost_td(r,c)       = cost_dd(r,c) + cost_im(r,c);
    cost_qrs(r,c,s)    = dtbl(r,c,s);

    qrs0(r,c,s)        = dtbl(r,c,s);
    qim0(r,c)          = (cost_im(r,c)/pim0(r,c))$pim0(r,c);
    qex0(r,c)          = (cost_ex(r,c)/pex0(r,c))$pex0(r,c);

    qdd0(s,c)          = sum(r,dtbl(r,c,s));
    qds0(r,c)          = sum(s,dtbl(r,c,s));
    qtd0(s,c)          = cost_td(s,c)/pq0(s,c);
    qts0(r,c)          = qex0(r,c) + sum(s,dtbl(r,c,s));

*    qex0('r40','c03')    = 0;
*    qts0('r40','c03')    = 0;


DISPLAY "com: Parameters for Armington aggregation";
DISPLAY cost_ts, cost_ds, cost_ex, cost_dd, cost_im, cost_td, qrs0, qdd0, qds0, qim0,
qex0, qtd0, qts0;

* ---------------------------------------------------------------------
* Parameters for final demands:
PARAMETERS
    qhhd0(r,c)         "Quantity (BM): Household consumption demand [million unit]"
    qhhde0(r,c)        "Quantity (BM): Household energy consumption demand [million
unit]"
    qhhdm0(r,c)        "Quantity (BM): Household material consumption demand [million
unit]"
    qhhdee0(r)         "Quantity (BM): Total household energy consumption demand
[million unit]"
```

```
    qhhdmm0(r)          "Quantity (BM): Total household material consumption demand
[million unit]"
    qgov0(r,c)          "Quantity (BM): Government consumption demand [million unit]"
    qinv0(r,c)          "Quantity (BM): Intermediate goods demand for invesement goods
production [million unit]"
    qnhc0(r,c)          "Quantity (BM): Composite non-household consumption demand"
;

    qhhd0(s,c)          = fd_hhd(c,s)/pq0(s,c);
    qhhde0(s,c)         = fd_hhd(c,s)/pq0(s,c);
    qhhdm0(s,c)         = fd_hhd(c,s)/pq0(s,c);
    qhhde0(s,c)$cm(c)   = 0;
    qhhdm0(s,c)$ce(c)   = 0;
    qhhdee0(s)          = sum(ce,fd_hhd(ce,s)/pq0(s,ce));
    qhhdmm0(s)          = sum(cm,fd_hhd(cm,s)/pq0(s,cm));

    qgov0(r,c)          = fd_gov(c,r)/pq0(r,c);
    qinv0(r,c)          = fd_inv(c,r)/pq0(r,c);
    qnhc0(r,c)          = fd_nhc(c,r)/pq0(r,c);

DISPLAY "com: Parameters for Armington aggregation";
DISPLAY qhhd0, qhhde0, qhhdm0, qhhdee0, qhhdmm0,
        qgov0, qinv0, qnhc0;

* ------------------------------------------------- *
* Cost share parameters:
PARAMETERS
    sh_i(r,c,a)          "Quantity share of intermediate input [dmnl]"
    sh_nhd(r,a)          "Quantity share of expenditure outside household [dmnl]"
    sh_eva(r,a)          "Quantity share of aggregate energy and value-added [dmnl]"

    sh_ee(r,a)           "Cost share of aggregate energy [dmnl]"
    sh_va(r,a)           "Cost share of aggregate value-added [dmnl]"
    sh_l(r,a)            "Cost share of labor input  [dmnl]"
    sh_k(r,a)            "Cost share of capital input [dmnl]"

    sh_ne(r,a)           "Cost share of aggregated non-electricity energy input [dmnl]"
    sh_el(r,a)           "Cost share of aggregated electricity energy input [dmnl]"
    sh_cl(r,a)           "Cost share of aggregated coal energy input [dmnl]"
```

```
    sh_ol(r,a)          "Cost share of aggregated oil energy input [dmnl]"
    sh_gs(r,a)          "Cost share of aggregated gas energy input [dmnl]"

    sh_ex(r,c)          "Cost share of export in total supply [dmnl]"
    sh_ds(r,c)          "Cost share of domestic supply in total supply [dmnl]"

    sh_im(r,c)          "Cost share of imported goods in total demand [dmnl]"
    sh_dd(r,c)          "Cost share of domestic demand in total demand [dmnl]"
    sh_rs(r,c,s)        "Cost share of goods c from regions r in demand of region s
[dmnl]"

    sh_temp(r,a,c)      "Dummy parameter [dmnl]"
    sh_mk(r,a,c)        "Cost share of commodity c produced by activity a in r [dmnl]"
    sh_pr(r,a,c)        "Quantity share of commodity c produced by activity a in r
[dmnl]"

    sh_hhdee(s)         "Cost share of energy in hhd's total consumption demand
[dmnl]"
    sh_hhdmm(s)         "Cost share of material in hhd's total consumption demand
[dmnl]"
    sh_hhde(s,c)        "Cost share in household energy consumption demand [dmnl]"
    sh_hhdm(s,c)        "Cost share in household meterial consumption demand [dmnl]"

    sh_nhc(s,c)         "Cost share in non-household consumption demand [dmnl]"
    sh_gov(s,c)         "Cost share in government consumption demand [dmnl]"
    sh_inv(s,c)         "Cost share of intermediate for investment good production
[dmnl]"
    sh_cmp(r)           "Cost share of household consumption in utility function
[dmnl]"
    sh_sav(r)           "Cost share of household saving in utility function [dmnl]"
;

    sh_i(r,c,a)$qx0(r,a)            = cost_i(r,c,a)/qx0(r,a);
    sh_nhd(r,a)$qx0(r,a)            = cost_nhc(r,a)/qx0(r,a);
    sh_eva(r,a)$qx0(r,a)            = cost_eva(r,a)/qx0(r,a);

    sh_va(r,a)$cost_eva(r,a)        = cost_va_t(r,a)/cost_eva(r,a);
    sh_ee(r,a)$cost_eva(r,a)        = cost_ee(r,a)/cost_eva(r,a);
```

```
    sh_l(r,a)$cost_va(r,a)          = cost_l(r,a)/cost_va(r,a);
    sh_k(r,a)$cost_va(r,a)          = cost_k(r,a)/cost_va(r,a);

    sh_ne(r,a)$cost_ee(r,a)         = cost_ne(r,a)/cost_ee(r,a);
    sh_el(r,a)$cost_ee(r,a)         = cost_el(r,a)/cost_ee(r,a);

    sh_cl(r,a)$cost_ne(r,a)         = cost_cl(r,a)/cost_ne(r,a);
    sh_ol(r,a)$cost_ne(r,a)         = cost_ol(r,a)/cost_ne(r,a);
    sh_gs(r,a)$cost_ne(r,a)         = cost_gs(r,a)/cost_ne(r,a);

    sh_ex(r,c)$cost_ts(r,c)         = cost_ex(r,c)/cost_ts(r,c);
    sh_ds(r,c)$cost_ts(r,c)         = cost_ds(r,c)/cost_ts(r,c);

    sh_im(s,c)$cost_td(s,c)         = cost_im(s,c)/cost_td(s,c);
    sh_dd(s,c)$cost_td(s,c)         = cost_dd(s,c)/cost_td(s,c);

    sh_rs(r,c,s)$sh_dd(s,c)         = cost_qrs(r,c,s)/cost_dd(s,c);

    sh_temp(r,a,a)      = 1;
    sh_mk(r,a,c)        = (cost_ts(r,c)*sh_temp(r,a,c)/(px0(r,a)*qx0(r,a)))$qx0(r,a);
    sh_pr(r,a,c)        = (qx0(r,a)*sh_temp(r,a,c)/qts0(r,c))$qts0(r,c);

    sh_hhdee(s)                     = qhhdee0(s)/sum(c,fd_hhd(c,s));
    sh_hhdmm(s)                     = qhhdmm0(s)/sum(c,fd_hhd(c,s));
    sh_hhde(s,c)$qhhde0(s,c)        = qhhde0(s,c)/sum(cc,qhhde0(s,cc));
    sh_hhdm(s,c)$qhhdm0(s,c)        = qhhdm0(s,c)/sum(cc,qhhdm0(s,cc));

    sh_nhc(s,c)$qnhc0(s,c)          = qnhc0(s,c)/sum((r,cc),qnhc0(r,cc));
    sh_gov(s,c)$qgov0(s,c)          = qgov0(s,c)/sum((r,cc),qgov0(r,cc));
    sh_inv(s,c)$qinv0(s,c)          = qinv0(s,c)/sum((r,cc),qinv0(r,cc));

    sh_cmp(r)                       =  sum(c,fd_hhd(c,r))/(sav_hhd(r) +
sum(c,fd_hhd(c,r)));
    sh_sav(r)                       =  sav_hhd(r)/(sav_hhd(r)+sum(c,fd_hhd(c,r)));

DISPLAY "com: Share parameters";
DISPLAY sh_i, sh_nhd, sh_eva, sh_ee, sh_va, sh_l, sh_k,
        sh_ne, sh_el, sh_cl, sh_ol, sh_gs,
        sh_ex, sh_ds, sh_im, sh_dd, sh_rs, sh_mk, sh_pr,
```

```
        sh_hhdee, sh_hhdmm, sh_hhde, sh_hhdm,
        sh_nhc, sh_gov, sh_inv, sh_cmp, sh_sav;

* ------------------------------------------------ *
* Income-Saving balance:
PARAMETERS
    qfns0(r)        "BM: Non-capital factor supply endowment [million unit]"
    qfcs0(r,a)      "BM: Capital supply of specific production sector [million unit]"
    m_gov0          "BM: Income of government [million LCU]"
    s_gov0          "BM: Saving of government [million LCU]"
    m_hhd0(r)       "BM: Income of household [million LCU]"
    s_hhd0(r)       "BM: Saving of household [million LCU]"
    m_nhc0          "BM: Income of non-household consumption [million LCU]"
    s_nhc0          "BM: Saving of non-household consumption [million LCU]"
    bop0            "BM: Balance of payment (foreign trade) [million USD]"
    ex_sav0         "BM: Extra-saving accounting for negative demands [million USD]"
    totalsav0       "BM: Total saving of the whole economy [million LCU]"
    is_bal0         "BM: I-S balance of whole country [million USD]"
    sav_rate0(r)    "BM: Fixed saving rate of household [dmnl]"
;

    qfns0(r)          = sum(a,vatbl('lab',r,a))/pfn0(r);
    qfcs0(r,a)        = vatbl('cap',r,a)/pfc0/ror0(r,a);

    m_gov0            = sum(r,tdir(r)) + sum((c,r),timp(c,r)) +
sum((tv,r,a),tind(tv,r,a));
    s_gov0            = m_gov0 - sum((r,c),qgov0(r,c)*pq0(r,c));
    m_hhd0(r)         = sum(f,faci(r,f)) - tdir(r);
    s_hhd0(r)         = m_hhd0(r) - sum(c,qhhde0(r,c)*pq0(r,c)) -
sum(c,qhhdm0(r,c)*pq0(r,c));
    m_nhc0            = sum((r,a),cost_nhc(r,a));
    s_nhc0            = m_nhc0 - sum((r,c),qnhc0(r,c)*pq0(r,c));
    bop0              = sum((c,r),mtbl(c,r)-etbl(c,r));
    ex_sav0           = sum((c,r),fd_mns(c,r));
    totalsav0         = sum(r,s_hhd0(r)) + s_gov0 + s_nhc0 + bop0*pexr0 - ex_sav0;
    is_bal0           = sum((r,c),qinv0(r,c)*pq0(r,c)) - totalsav0;
    sav_rate0(r)      = s_hhd0(r)/m_hhd0(r);

DISPLAY "com: Income-Saving balance";
```

```
DISPLAY qfns0, qfcs0, m_hhd0, m_gov0, m_nhc0, s_hhd0, s_gov0, s_nhc0,
        bop0, ex_sav0, totalsav0, is_bal0, sav_rate0;

* ------------------------------------------------- *
* Investment demand function:
PARAMETERS
    gamma0          "BM: Positive parameter accounted for investment elasticity
[dmnl]"
    qv0(r,a)        "BM: Quantity of investment demand (by destination sectors)
[million unit]"
    zv0             "BM: Total quantity of newly produced capital goods [million
unit]"
    cap_gen         "BM: Percentage of newly produced capital generation [million
unit]"
;
    gamma0          = totalsav0/pv0/sum((r,a),qfcs0(r,a)*(ror0(r,a)*pfc0
                      /pv0/irr0)**2);
    qv0(r,a)        = qfcs0(r,a)*gamma0*(ror0(r,a)*pfc0/pv0
                      /irr0)**2;
    zv0             = sum((r,a),qv0(r,a));
    cap_gen         = zv0/sum((r,a),qfcs0(r,a));

DISPLAY "com: Investment demand function";
DISPLAY pv0, gamma0, qv0, zv0, cap_gen;

* ------------------------------------------------- *
* Consumer price index and producer price index:
PARAMETERS
    cwst(r,c)       "Consumer price index weights"
    cwstjpn(r,c)    "Consumer price index weights (Japan)"
    cpi0(r)         "Consumer price index"
    cpijpn0         "Consumer price index (Japan)"

    pwst(r,a)       "Producer price index weights"
    pwstjpn(r,a)    "Producer price index weights (Japan)"
    ppi0(r)         "Producer price index"
    ppijpn0         "Producer price index (Japan)"
;
```

```
    cwst(r,c)       = fd_hhd(c,r)/SUM(cc,fd_hhd(cc,r));
    cwstjpn(r,c)    = fd_hhd(c,r)/SUM((cc,rr),fd_hhd(cc,rr));
    cpi0(r)         = SUM(c,pq0(r,c)*cwst(r,c));
    cpijpn0         = SUM((r,c),pq0(r,c)*cwstjpn(r,c));

    pwst(r,a)       = cost_x_t(r,a)/SUM(aa,cost_x_t(r,aa));
    pwstjpn(r,a)    = cost_x_t(r,a)/SUM((rr,aa),cost_x_t(rr,aa));
    ppi0(r)         = SUM(a,px0(r,a)*pwst(r,a));
    ppijpn0         = SUM((r,a),px0(r,a)*pwstjpn(r,a));

DISPLAY "com: Consumer price index";
DISPLAY cpi0, cpijpn0, ppi0, ppijpn0;

* ------------------------------------------------- *
* Initial level of taxes
PARAMETERS
    tr_imp(r,c)         "Import tax/subsidy rate"
    tr_ind(r,a)         "Indirect tax rate"
    tr_sub(r,a)         "Indirect subsidy rate"
    tr_dir(r)           "Direct tax rate"
;

    tr_imp(r,c)         = tr_imp0(r,c);
    tr_ind(r,a)         = tr_ind0(r,a);
    tr_sub(r,a)         = tr_sub0(r,a);
    tr_dir(r)           = tr_dir0(r);

DISPLAY "com: Initial tax level";
DISPLAY tr_imp, tr_ind, tr_sub, tr_dir;

* ------------------------------------------------- *
* Macroeconomic indicators:
PARAMETERS
    GRP_VA(r)       "GRP calculated from income [million LCU]"
    GRP_FD(r)       "GRP calculated from final demand [million LCU]"
    GRP_VA2(r)      "GRP calculated from income: another method [million LCU]"
    GDP1            "GDP of Japan [million LCU]"
    GDP2            "GDP of Japan [million LCU]"
;
```

```
    GRP_VA(r)       = sum(a,qx0(r,a)*sh_nhd(r,a) + sh_va(r,a)*sh_eva(r,a)*qx0(r,a))
                      + sum(c,tr_imp(r,c)*qim0(r,c));
    GRP_FD(r)       = sum(c,qhhde0(r,c)) + sum(c,qhhdm0(r,c)) + sum(c,qgov0(r,c)) +
sum(c,qinv0(r,c)) + sum(c,qnhc0(r,c))
                      + sum(c,qex0(r,c)) - sum(c,qim0(r,c)) + sum(c,fd_mns(c,r));
    GRP_VA2(r)      = m_hhd0(r) + tdir(r) + sum(c,timp(c,r)) + sum((tv,a),tind(tv,r,a))
+ sum(a,cost_nhc(r,a));

    GDP1 = sum(r,GRP_VA(r));
    GDP2 = sum(r,GRP_FD(r));

DISPLAY "com: Macroeconomic indicators";
DISPLAY GRP_VA, GRP_FD, GRP_VA2, GDP1, GDP2;

* ------------------------------------------------- *
* Time-series of intertemporal parameters:
PARAMETERS
    pop(r,t)            "Time-series: Population of region r at time t"
    qfns(r,t)           "Time-series: Total supply of factor fn at time t"
    qfcs(r,a,t)         "Time-series: Total capital stock of sector a at time t"
    pfc(t)              "Time-series: Unit price index (regional average) of capital
production factors at time t"
    grp(r,t)            "Time-series: GRP at time t"
    pexr(t)             "Time-series: Price index of foreign exchange of region r at
time t"
    pwm(r,c,t)          "Time-series: Import price of commodity c into region r at
time t"
    pwe(r,c,t)          "Time-series: Export price of commodity c from region r at
time t"
    pwm_sim(r,c,t)      "Time-series: Import price of commodity c into region r at
time t (SIM)"
;

    pop(r,tfirst)          = pop0(r);
    pfc(tfirst)            = pfc0;
    grp(r,tfirst)          = GRP_FD(r);
    qfns(r,t)              = qfns0(r);
    qfcs(r,a,tfirst)       = qfcs0(r,a);
    pexr(tfirst)           = pexr0;
```

```
    pwm(r,c,t)              = 1;
    pwe(r,c,t)              = 1;
    pwm_sim(r,c,t)          = 1;

LOOP(t,
        pop(r,t+1)              = pop(r,t)*(1+g_pop(r,t));
        grp(r,t+1)              = grp(r,t)*(1+g_gdp(r,t+1));
        qfns(r,t+1)             = qfns(r,t)*(1+g_lab(r,t));
);

DISPLAY "com: Intertemporal parameters (Time-series)";
DISPLAY pfc, grp, qfns, qfcs, pexr, pwm, pwe;
DISPLAY pop;

* ------------------------------------------------- *
* Intertemporal parameters used in the model:
PARAMETERS
    popZ(r)             "Dynamic: Population"
    qfnsZ(r)            "Dynamic: Total supply of factor fn [unit]"
    qfcsZ(r,a)          "Dynamic: Total capital stock of sector a [unit]"
    pfcZ                "Dynamic: Unit price index (regional average) of capital
production factors"
    pwmZ(r,c)           "Dynamic: Import price of commodity c into region r at time t"
    pweZ(r,c)           "Dynamic: Export price of commodity c from region r at time t"
;

    popZ(r)                 = pop0(r);
    qfnsZ(r)                = qfns0(r);
    qfcsZ(r,a)              = qfcs0(r,a);
    pfcZ                    = pfc0;
    pwmZ(r,c)               = pwm(r,c,"Y2011");
    pweZ(r,c)               = pwe(r,c,"Y2011");

DISPLAY "com: Intertemporal parameters (Dynamic)";
DISPLAY qfnsZ, qfcsZ, pfcZ, pwmZ, pweZ;

*$GOTO end
```

```
* 5. MODEL DEFINITION ##########################

* ------------------------------------------------- *
* NLP model
*$IF NOT %solve_nlp%==0 $INCLUDE %progpath%¥program¥CRIEPI_nlp%version_no%.gms
*$IF NOT %solve_nlp%==0 $INCLUDE program/CRIEPI_nlp%version_no%.gms
* ------------------------------------------------- *
* MCP model
*$IF NOT %solve_mcp%==0 $INCLUDE %progpath%¥program¥CRIEPI_mcp%version_no%.gms
$IF NOT %solve_mcp%==0 $INCLUDE program/R47C41_mcp%version_no%.gms

* 5. MODEL DEFINITION ##########################
* MODEL written in MCP format.


* 5.1 VARIABLE DECLARATIONS ##########################
* This section only includes variables that appear in the model.

* ------------------------------------------------- *
* Activity level block (3)
POSITIVE VARIABLES
    zx(r,a)         "Ratio to BM level of activity output"
    zts(r,c)        "Ratio to BM level of total supply"
    zq(r,c)         "Ratio to BM level of commodity output (Armington aggregation)"
;

* ------------------------------------------------- *
* Unit cost of production block (13)
VARIABLES
    cva(r,a)        "Unit cost of VA"
    cne(r,a)        "Unit cost of aggregated non-electricity energy input"
    cee(r,a)        "Unit cost of aggregated energy input"
    ceva(r,a)       "Unit cost of EVA"
    cx(r,a)         "Unit cost of activity output"
    cts(r,c)        "Unit cost of commodity total supply (aggregation of domestic
output from different activities)"
    cdd(r,c)        "Unit cost of aggregation of domestic products"
    cq(r,c)         "Unit cost of commodity output (Armington aggregation)"
    cu(r)           "Unit cost of utility"
```

```
    chhd(r)         "Unit cost of household composite consumption demand"
    ccmpe(r)        "Unit cost of household composite energy consumption demand"
    ccmpm(r)        "Unit cost of household composite material consumption demand"
    cgov            "Unit cost of gov. consumption demand"
;

* ------------------------------------------------- *
* Unit price index block (7)
VARIABLES
    px(r,a)         "Unit price index of activity output"
    pfn(r)          "Unit price index of non-capital production factors (labor)"
    ror(r,a)        "Rate of return to sector-specific capital in region r"
    pts(r,c)        "Unit price index of total supplied goods"
    pds(r,c)        "Unit price index of domestically supplied goods"
    pq(r,c)         "Unit price index of Armington goods"
    pexrZ           "Unit price index of foreign exchange"
;

* ------------------------------------------------- *
* Input demands in production function block (9)
VARIABLES
    qfn(r,a)        "Level of non-capital factor demand"
    qfc(r,a)        "Level of capital demand"
    qee(r,a)        "Level of demand for agg. energy demand"
    qva(r,a)        "Level of demand for value-added demand"
    qel(r,a)        "Level of demand for agg. electricity demand"
    qne(r,a)        "Level of demand for agg. non-elec demand"
    qcl(r,a)        "Level of demand for agg. coal demand"
    qol(r,a)        "Level of demand for agg. oil demand"
    qgs(r,a)        "Level of demand for agg. gas demand"
;

* ------------------------------------------------- *
* Demand and supply function block (13)
POSITIVE VARIABLES
    qex(r,c)        "Level of export output"
    qds(r,c)        "Level of domestically supplied output"
    qim(r,c)        "Level of import output"
    qdd(r,c)        "Level of demand of aggregated domestic products"
```

```
    qrs(r,c,s)      "Level of demand of domestic products from prefecture r to s"
    qhcmp(r)        "Level of composite consumption"
    qhsav(r)        "Level of saving"
    qhhdee(r)       "Level of household agg. energy consumption demand"
    qhhdmm(r)       "Level of household agg. material consumption demand"
    qhhde(r,c)      "Level of household energy consumption demand"
    qhhdm(r,c)      "Level of household material consumption demand"
    qgov(r,c)       "Level of gov. consumption demand"
    qnhc(r,c)       "Level of non-household consumption demand"
;

* ------------------------------------------------- *
* Institution block (3)
VARIABLES
    m_hhd(r)         "Income of household living in prefecture r"
    m_gov            "Income of central gov."
    m_nhc            "Income of non-household (expenditure outside household)"
;

* ------------------------------------------------- *
* I-S balance block (6)
VARIABLES
    s_hhd(r)        "Saving of household"
    s_gov           "Saving of government"
*    s_nhc           "Saving of non-household consumption"
    bop             "Balance of payment (foreign trade)"
    sav             "Total saving of the whole economy"
    tfpZ(r)         "Level of TFP adjusted to meet the targeted GRP"
    grpZ(r)         "Level of real GDP of each region r"
*    walras          "Dummy variable for checking I-S balance"
;

* ------------------------------------------------- *
* Capital investment and FDI block (4)
VARIABLES
    pv              "Unit cost of investment (supply side: production technology)"
    zv              "Level of newly produced capital goods"
    qinv(r,c)       "Level of investment demand (source sectors)"
    ror_r           "Uniform (averaged) rate of return to all owner-specific capital"
```

```
    qv(r,a)          "Level of investment demand (destination sectors)"
;


* 5.2 EQUATION DECLARATIONS ##########################

* ------------------------------------------------- *
* Unit cost of production block (13)
EQUATIONS
    e_cva(r,a)         "Unit cost of VA"
    e_cne(r,a)         "Unit cost of aggregated non-electricity energy input"
    e_cee(r,a)         "Unit cost of aggregated energy input"
    e_ceva(r,a)        "Unit cost of EVA"
    e_cx(r,a)          "Unit cost of activity output"
    e_cts(r,c)         "Unit cost of commodity total supply (aggregation of domestic
output from different activities)"
    e_cdd(r,c)         "Unit cost of aggregation of domestic products"
    e_cq(r,c)          "Unit cost of commodity output (Armington aggregation)"
    e_cu(r)            "Unit cost of utility"
    e_chhd(r)          "Unit cost of household composite consumption demand"
    e_ccmpe(r)         "Unit cost of household composite energy consumption demand"
    e_ccmpm(r)         "Unit cost of household composite material consumption demand"
    e_cgov             "Unit cost of gov. consumption demand"
;

* ------------------------------------------------- *
* Input demands in production function block (9)
EQUATIONS
    e_qfn(r,a)         "Level of non-capital factor demand"
    e_qfc(r,a)         "Level of capital demand"
    e_qee(r,a)         "Level of demand for agg. energy demand"
    e_qva(r,a)         "Level of demand for value-added demand"
    e_qel(r,a)         "Level of demand for agg. electricity demand"
    e_qne(r,a)         "Level of demand for agg. non-elec demand"
    e_qcl(r,a)         "Level of demand for agg. coal demand"
    e_qol(r,a)         "Level of demand for agg. oil demand"
    e_qgs(r,a)         "Level of demand for agg. gas demand"
;
```

```
* ------------------------------------------------- *
* Demand and supply function block (13)
EQUATIONS
    e_qex(r,c)        "Level of export output"
    e_qds(r,c)        "Level of domestically supplied output"
    e_qim(r,c)        "Level of import output"
    e_qdd(r,c)        "Level of demand of aggregated domestic products"
    e_qrs(r,c,s)      "Level of demand of domestic products from prefecture r to s"
    e_qhcmp(r)        "Level of composite consumption"
    e_qhsav(r)        "Level of saving"
    e_qhhdee(r)       "Level of household agg. energy consumption demand"
    e_qhhdmm(r)       "Level of household agg. material consumption demand"
    e_qhhde(r,c)      "Level of household energy consumption demand"
    e_qhhdm(r,c)      "Level of household material consumption demand"
    e_qgov(r,c)       "Level of gov. consumption demand"
    e_qnhc(r,c)       "Level of non-household consumption demand"
;

* ------------------------------------------------- *
* Institution block (3)
EQUATIONS
    e_m_hhd(r)        "Income of household living in prefecture r"
    e_m_gov           "Income of central gov."
    e_m_nhc           "Income of non-household (expenditure outside household)"
;

* ------------------------------------------------- *
* Zero profit condition block (3)
EQUATIONS
    e_zx(r,a)         "Ratio to BM level of activity output"
    e_zts(r,c)        "Ratio to BM level of total supply"
    e_zq(r,c)         "Ratio to BM level of commodity output (Armington aggregation)"
;

* ------------------------------------------------- *
* Market clearing condition block (6)
EQUATIONS
    e_px(r,a)         "Unit price index of activity output"
    e_pfn(r)          "Unit price index of non-capital production factors (labor)"
```

```
    e_ror(r,a)        "Rate of return to sector-specific capital in region r"
    e_pts(r,c)        "Unit price index of total supplied goods"
    e_pds(r,c)        "Unit price index of domestically supplied goods"
    e_pq(r,c)         "Unit price index of Armington goods"
;

* ---------------------------------------------- *
* I-S balance block (6)
EQUATIONS
    e_s_hhd(r)        "Saving of household"
    e_s_gov           "Saving of government"
*    e_s_nhc           "Saving of non-household consumption"
    e_bop             "Balance of payment (foreign trade)"
    e_sav             "Total saving of the whole economy"
    e_grp(r)          "Level of real GDP of each region r"
;

* ---------------------------------------------- *
* Capital investment and FDI block (4)
EQUATIONS
    e_pv              "Unit cost of investment (supply side: production technology)"
    e_zv              "Level of investment"
    e_qinv(r,c)       "Level of intermediate demand for investment goods production
(source sectors)"
    e_ror_r           "Uniform (averaged) rate of return to all owner-specific
capital"
    e_qv(r,a)         "Level of investment demand (CET specification)"
;


* 5.3 EQUATION DEFINITIONS ##########################

* ---------------------------------------------- *
* Unit cost of production block (10)
e_cva(r,a)$cost_va(r,a)..
    cva(r,a)    =E=
            ((1/tfpZ(r)*(sh_l(r,a)*pfn(r)**(1-elas_va(a))
            + sh_k(r,a)*(ror(r,a)*pfcZ)**(1-elas_va(a)))**(1/(1-elas_va(a)))
            )$(elas_va(a) ne 1)
```

```
            +
            (1/tfpZ(r)*pfn(r)**sh_l(r,a)*(ror(r,a)*pfcZ)**sh_k(r,a)
            )$(elas_va(a) = 1))$(dmy_va(r,a) ne 1)
            +
            (((sh_l(r,a)*pfn(r)**(1-elas_va(a))
            + sh_k(r,a)*(ror(r,a)*pfcZ)**(1-elas_va(a)))**(1/(1-elas_va(a)))
            )$(elas_va(a) ne 1)
            +
            (pfn(r)**sh_l(r,a)*(ror(r,a)*pfcZ)**sh_k(r,a)
            )$(elas_va(a) = 1))$(dmy_va(r,a) = 1);

e_cne(r,a)$cost_ne(r,a)..
    cne(r,a)     =E=
            ((sh_cl(r,a)*pq(r,'c02')**(1-elas_ne(a))+sh_ol(r,a)*pq(r,'c05')**(1-
elas_ne(a))
            +sh_gs(r,a)*pq(r,'c15')**(1-elas_ne(a)))**(1/(1-elas_ne(a)))
            )$(elas_ne(a) ne 1)
            +
            (pq(r,'c02')**sh_cl(r,a)*pq(r,'c05')**sh_ol(r,a)*pq(r,'c15')**sh_gs(r,a)
            )$(elas_ne(a) = 1);

e_cee(r,a)$cost_ee(r,a)..
    cee(r,a)      =E=
            ((sh_el(r,a)*pq(r,'c14')**(1-elas_ee(a))+sh_ne(r,a)*cne(r,a)**(1-
elas_ee(a)))**(1/(1-elas_ee(a)))
            )$(elas_ee(a) ne 1)
            +
            (pq(r,'c14')**sh_el(r,a)*cne(r,a)**sh_ne(r,a)
            )$(elas_ee(a) = 1);

e_ceva(r,a)$cost_eva(r,a)..
    ceva(r,a)    =E=
            ((sh_va(r,a)*((cva(r,a)*(1+tr_ind(r,a)+tr_sub(r,a))/pva0(r,a))**(1-
elas_eva(a)))$pva0(r,a)
             + sh_ee(r,a)*cee(r,a)**(1-elas_eva(a)))**(1/(1-elas_eva(a)))
            )$(elas_eva(a) ne 1)
            +
            (((cva(r,a)*(1+tr_ind(r,a)+tr_sub(r,a))/pva0(r,a))**sh_va(r,a))$pva0(r,a)
            *cee(r,a)**sh_ee(r,a)
```

```
            )$(elas_eva(a) = 1);

e_cx(r,a)$cost_x(r,a)..
    cx(r,a)*px0(r,a)      =E=
            sh_eva(r,a)*ceva(r,a)*peva0(r,a) + sh_nhd(r,a) +
            sum(c,sh_i(r,c,a)*pq(r,c));

e_cts(r,c)$qts0(r,c)..
    cts(r,c)*pts0(r,c)*zts(r,c)*qts0(r,c)     =E=
            sum(a,sh_mk(r,a,c)*px(r,a)*px0(r,a)*zx(r,a)*qx0(r,a));
*    cts(r,c)*pts0(r,c)*zts(r,c)*qts0(r,c)     =E=
*             px(r,c)*px0(r,c)*zx(r,c)*qx0(r,c) - fd_mns(c,r);

e_pts(r,c)$qts0(r,c)..
    pts(r,c)     =E=
            ((sh_ex(r,c)*(pexrZ*pweZ(r,c))**(1+eta(c)))$cost_ex(r,c)
            +(sh_ds(r,c)*pds(r,c)**(1+eta(c)))$cost_ds(r,c))**(1/(1+eta(c)));

e_cdd(r,c)$qdd0(r,c)..
    cdd(r,c)     =E=
            (sum(s$sh_rs(s,c,r),sh_rs(s,c,r)*pds(s,c)**(1-elas_dd(c)))
            )**(1/(1-elas_dd(c)));

e_cq(r,c)$qtd0(r,c)..
    cq(r,c)      =E=
            ((sh_dd(r,c)*cdd(r,c)**(1-elas_td(c)))$cost_dd(r,c)
            + (sh_im(r,c)*((pexrZ*pwmZ(r,c))*(1+tr_imp(r,c))/pim0(r,c))**(1-
elas_td(c)))$cost_im(r,c))**(1/(1-elas_td(c)));

e_cu(r)..
    cu(r)        =E=
            chhd(r);

e_chhd(r)..
    chhd(r)     =E=
            ((sh_hhdee(r)*ccmpe(r)**(1-elas_chd)+sh_hhdmm(r)*ccmpm(r)**(1-
elas_chd))**(1/(1-elas_chd))
            )$(elas_chd ne 1)
            +
```

```
            (ccmpe(r)**sh_hhdee(r)*ccmpm(r)**sh_hhdmm(r))$(elas_chd = 1);

e_ccmpe(r)..
    ccmpe(r)    =E=
            ((sum(ce$sh_hhde(r,ce),sh_hhde(r,ce)*pq(r,ce)**(1-elas_chde)))**(1/(1-
elas_chde))
            )$(elas_chde ne 1)
            +
            (prod(ce$sh_hhde(r,ce),pq(r,ce)**(sh_hhde(r,ce))))$(elas_chde = 1);

e_ccmpm(r)..
    ccmpm(r)    =E=
            ((sum(cm$sh_hhdm(r,cm),sh_hhdm(r,cm)*pq(r,cm)**(1-elas_chdm)))**(1/(1-
elas_chdm))
            )$(elas_chdm ne 1)
            +
            (prod(cm$sh_hhdm(r,cm),pq(r,cm)**(sh_hhdm(r,cm))))$(elas_chdm = 1);

e_cgov..
    cgov        =E=
            ((sum((r,c)$sh_gov(r,c),sh_gov(r,c)*pq(r,c)**(1-elas_gov))
            )**(1/(1-elas_gov)))$(elas_gov ne 1)
            +
            (prod((r,c)$sh_gov(r,c),pq(r,c)**(sh_gov(r,c))))$(elas_gov = 1);

* ------------------------------------------------- *
* Input demands in production function block (13)

* === Most detailed level ===
e_qfn(r,a)$cost_l(r,a)..
    qfn(r,a)     =E=
            tfpZ(r)**(elas_va(a)-1)*qva(r,a)*(cva(r,a)/pfn(r))**(elas_va(a));

e_qfc(r,a)$cost_k(r,a)..
    qfc(r,a)     =E=
            tfpZ(r)**(elas_va(a)-1)*qva(r,a)*(cva(r,a)/(ror(r,a)*pfcZ))**(elas_va(a));

e_qcl(r,a)$cost_cl(r,a)..
    qcl(r,a)  =E=
```

```
            qne(r,a)*(cne(r,a)/pq(r,'c03'))**(elas_ne(a));

e_qol(r,a)$cost_ol(r,a)..
    qol(r,a)  =E=
            qne(r,a)*(cne(r,a)/pq(r,'c11'))**(elas_ne(a));

e_qgs(r,a)$cost_gs(r,a)..
    qgs(r,a)  =E=
            qne(r,a)*(cne(r,a)/pq(r,'c26'))**(elas_ne(a));

* === Aggregated energy level ===
e_qel(r,a)$cost_el(r,a)..
    qel(r,a)  =E=
            qee(r,a)*(cee(r,a)/pq(r,'c25'))**(elas_ee(a));

e_qne(r,a)$cost_ne(r,a)..
    qne(r,a)  =E=
            qee(r,a)*(cee(r,a)/cne(r,a))**(elas_ee(a));

* === Aggregated energy&value-added level ===
e_qee(r,a)$cost_ee(r,a)..
    qee(r,a)  =E=
            zx(r,a)*(ceva(r,a)/cee(r,a))**(elas_eva(a));

e_qva(r,a)$cost_va(r,a)..
    qva(r,a)  =E=

zx(r,a)*(ceva(r,a)/(cva(r,a)*(1+tr_ind(r,a)+tr_sub(r,a))/pva0(r,a)))**(elas_eva(a));

* ------------------------------------------------ *
* Demand and supply function block (15)

e_qim(r,c)$cost_im(r,c)..
    qim(r,c)    =E=

zq(r,c)*(cq(r,c)/((pexrZ*pwmZ(r,c))*(1+tr_imp(r,c))/pim0(r,c)))**(elas_td(c));

e_qdd(r,c)$cost_dd(r,c)..
    qdd(r,c)    =E=
```

```
            zq(r,c)*(cq(r,c)/cdd(r,c))**(elas_td(c));

e_qrs(r,c,s)$cost_qrs(r,c,s)..
    qrs(r,c,s)  =E=
            qdd(s,c)*(cdd(s,c)/pds(r,c))**(elas_dd(c));

e_qex(r,c)$cost_ex(r,c)..
    qex(r,c)    =E=
            zts(r,c)*((pexrZ*pweZ(r,c))/pts(r,c))**eta(c);

e_qds(r,c)$cost_ds(r,c)..
    qds(r,c)    =E=
            zts(r,c)*(pds(r,c)/pts(r,c))**eta(c);

e_qhcmp(r)..
    qhcmp(r)    =E=
            (m_hhd(r)/cu(r))*(cu(r)/chhd(r))**elas_cs;

e_qhsav(r)..
    qhsav(r)    =E=
            (m_hhd(r)/cu(r))*(cu(r)/chhd(r))**elas_cs; ## Deflated by cost of
consumption: chhd(r)

e_qhhdee(r)$qhhdee0(r)..
    qhhdee(r)     =E=
*            m_hhd(r)*(chhd(r)/ccmpe(r))**(elas_chd);
            qhcmp(r)*(chhd(r)/ccmpe(r))**(elas_chd);

e_qhhdmm(r)$qhhdmm0(r)..
    qhhdmm(r)   =E=
*            m_hhd(r)*(chhd(r)/ccmpm(r))**(elas_chd);
            qhcmp(r)*(chhd(r)/ccmpm(r))**(elas_chd);

e_qhhde(r,c)$qhhde0(r,c)..
    qhhde(r,c)     =E=
            qhhdee(r)*(ccmpe(r)/pq(r,c))**(elas_chde);

e_qhhdm(r,c)$qhhdm0(r,c)..
    qhhdm(r,c)     =E=
```

```
            qhhdmm(r)*(ccmpm(r)/pq(r,c))**(elas_chdm);

e_qgov(r,c)$qgov0(r,c)..
    qgov(r,c)    =E=
*             1;
            (m_gov/cgov)*(cgov/pq(r,c))**(elas_gov);

e_qnhc(r,c)$qnhc0(r,c)..
*     qnhc(r,c)    =E=    1;
    qnhc(r,c)*qnhc0(r,c)*pq(r,c)    =E=
            (m_nhc*m_nhc0 - s_nhc0)*sh_nhc(r,c);

*e_qmns(r,c)$fd_mns(r,c)..
*     qmns(r,c)*fd_mns(r,c)    =E=
*             1;


* ------------------------------------------------- *
* Institution block (3)
e_m_hhd(r)..
    m_hhd(r)*m_hhd0(r)  =E=
            (1-tr_dir(r))*(pfn(r)*pfn0(r)*qfnsZ(r) +
sum(a,ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a)));

e_m_gov..
    m_gov*m_gov0      =E=  sum(r,tr_dir(r)*(pfn(r)*pfn0(r)*qfnsZ(r) +
sum(a,ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a)))
                    + sum((r,a),(tr_ind(r,a)+tr_sub(r,a))*cva(r,a)*qva(r,a)*qva0(r,a))
                    + sum((r,c),tr_imp(r,c)*(pexrZ*pwmZ(r,c))*qim(r,c)*qim0(r,c));

e_m_nhc..
*     m_nhc*m_nhc0      =E=  sum((r,a),sh_nhd(r,a)*px(r,a)*px0(r,a)*zx(r,a)*qx0(r,a));
    m_nhc*m_nhc0      =E=  sum((r,a),sh_nhd(r,a)*zx(r,a)*qx0(r,a));

* ------------------------------------------------- *
* Zero profit condition block (3)
e_zx(r,a)$cost_x(r,a)..
    cx(r,a)      =E= px(r,a);
```

```
e_zts(r,c)$cost_ts(r,c)..
    cts(r,c)    =E= pts(r,c);

e_zq(r,c)$qtd0(r,c)..
    cq(r,c)     =E= pq(r,c);

* ------------------------------------------------- *
* Market clearing condition block (8)
e_pfn(r)$qfnsZ(r)..
    qfnsZ(r)     =E=  sum(a,qfn(r,a)*vatbl('lab',r,a));

e_ror(r,a)$qfcsZ(r,a)..
    qfcsZ(r,a)   =E=  qfc(r,a)*qfcs0(r,a);

e_px(r,a)..
    zx(r,a)*qx0(r,a)  =E=
            sum(c,sh_pr(r,a,c)*(zts(r,c)*qts0(r,c)));
*    zx(r,a)*qx0(r,a)  =E=
*             zts(r,a)*qts0(r,a) + fd_mns(a,r);

e_pds(r,c)$qds0(r,c)..
    qds(r,c)*qds0(r,c)  =E= sum(s$qrs0(r,c,s),qrs(r,c,s)*qrs0(r,c,s));

e_pq(r,c)$qtd0(r,c)..
    zq(r,c)*qtd0(r,c)   =E=
            sum(a,sh_i(r,c,a)*zx(r,a)*qx0(r,a))
            + sum(a,qel(r,a)*utbl('c25',r,a)*dmy_el(r,c,a))
            + sum(a,qcl(r,a)*utbl('c03',r,a)*dmy_cl(r,c,a))
            + sum(a,qol(r,a)*utbl('c11',r,a)*dmy_ol(r,c,a))
            + sum(a,qgs(r,a)*utbl('c26',r,a)*dmy_gs(r,c,a))
            + qhhdm(r,c)*qhhdm0(r,c)
            + qhhde(r,c)*qhhde0(r,c)
            + qnhc(r,c)*qnhc0(r,c)
            + qgov(r,c)*qgov0(r,c)
            + qinv(r,c)*qinv0(r,c);

* ------------------------------------------------- *
* I-S balance block (4)
```

```
e_s_hhd(r)..
    s_hhd(r)          =E= qhsav(r)*chhd(r);

e_s_gov..
    s_gov*s_gov0      =E= m_gov*m_gov0 - sum((r,c),pq(r,c)*qgov(r,c)*qgov0(r,c));

*e_s_nhc..
*    s_nhc*s_nhc0     =E= m_nhc*m_nhc0 - sum((r,c),pq(r,c)*qnhc(r,c)*qnhc0(r,c));

e_bop..
    bop*bop0          =E= sum((r,c),pwmZ(r,c)*qim(r,c)*qim0(r,c)) -
sum((r,c),pweZ(r,c)*qex(r,c)*qex0(r,c));

*e_ex_sav..
*    ex_sav*ex_sav0   =E= sum((c,r),qmns(r,c)*fd_mns(c,r));

e_sav..
*    sav*totalsav0    =E= sum(r,s_hhd(r)*s_hhd0(r)) + s_gov*s_gov0 + s_nhc*s_nhc0
*                         + pexrZ*bop*bop0 - sum((c,r),fd_mns(c,r));
    sav*totalsav0    =E= sum(r,s_hhd(r)*s_hhd0(r)) + s_gov*s_gov0 + s_nhc0
                        + pexrZ*bop*bop0 - sum((c,r),fd_mns(c,r));

e_grp(r)..
    grpZ(r)       =E= sum(c,qhhde(r,c)*qhhde0(r,c))
                      + sum(c,qhhdm(r,c)*qhhdm0(r,c))
                      + sum(c,qgov(r,c)*qgov0(r,c))
                      + sum(c,qinv(r,c)*qinv0(r,c))
                      + sum(c,qnhc(r,c)*qnhc0(r,c))
                      + sum(c,qex(r,c)*qex0(r,c))
                      - sum(c,qim(r,c)*qim0(r,c))
                      + sum(c,fd_mns(c,r));

$ontext
e_grp(r)..
    grpZ(r)       =E= m_hhd(r)*m_hhd0(r)
                      + tr_dir(r)*(pfn(r)*pfn0(r)*qfnsZ(r) +
sum(a,ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a)))
                      + sum(a,(tr_ind(r,a)+tr_sub(r,a))*cva(r,a)*qva(r,a)*qva0(r,a))
                      + sum(c,tr_imp(r,c)*(pexrZ*pwmZ(r,c))*qim(r,c)*qim0(r,c))
```

```
                    + sum(a,sh_nhd(r,a)*px(r,a)*px0(r,a)*zx(r,a)*qx0(r,a));
$offtext

* ------------------------------------------------- *
* Capital investment and FDI block (4)
e_pv..
    pv       =E=
            (sum((r,c),sh_inv(r,c)*pq(r,c)**(1-elas_inv))**(1/(1-elas_inv))
            )$(elas_inv ne 1)
            +
            (prod((r,c),pq(r,c)**sh_inv(r,c)))$(elas_inv = 1);

e_zv..
    (zv*zv0)*(pv*pv0)  =E= sav*totalsav0;

e_qinv(r,c)$qinv0(r,c)..
    qinv(r,c)   =E=
            zv*(pv/pq(r,c))**(elas_inv);

e_ror_r$ror_r0..
    ror_r      =E=

(sum((r,a),ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a))/sum((r,a),pfcZ*qfcsZ(r,a)))/ror_r0;

e_qv(r,a)$qv0(r,a).. ## Investment demand function with CET
    qv(r,a)     =E=
            zv*(ror(r,a)/ror_r)**(elas_sdis);



* 5.4 MCP MODEL DECLARATION ##########################

$IF NOT %calib_par% == 0  $GOTO tfp_clb5
$IF %calib_par% == 0  $GOTO gdp_sim5

$LABEL tfp_clb5

MODEL CRIEPI_mcp  "Recursive model for MCP solver"
/
    e_grp.tfpZ,          ## For TFP calibration
```

e_cva.cva,
e_cne.cne,
e_cee.cee,
e_ceva.ceva,
e_cx.cx,
e_cts.cts,
e_cdd.cdd,
e_cq.cq,
e_cu.cu,
e_chhd.chhd,
e_ccmpe.ccmpe,
e_ccmpm.ccmpm,
e_cgov.cgov,

e_qfn.qfn,
e_qfc.qfc,
e_qee.qee,
e_qva.qva,
e_qel.qel,
e_qne.qne,
e_qcl.qcl,
e_qol.qol,
e_qgs.qgs,

e_qex.qex,
e_qds.qds,
e_qim.qim,
e_qdd.qdd,
e_qrs.qrs,
e_qhcmp.qhcmp,
e_qhsav.qhsav,
e_qhhdee.qhhdee,
e_qhhdmm.qhhdmm,
e_qhhde.qhhde,
e_qhhdm.qhhdm,
e_qgov.qgov,
e_qnhc.qnhc,

```
    e_m_hhd.m_hhd,
    e_m_gov.m_gov,
    e_m_nhc.m_nhc,

    e_zx.zx,
    e_zts.zts,
    e_zq.zq,

    e_px.px,
    e_pfn.pfn,
    e_ror.ror,
    e_pts.pts,
    e_pds.pds,
    e_pq.pq,

    e_s_hhd.s_hhd,
    e_s_gov.s_gov,
*     e_s_nhc.s_nhc,
*     e_bop.bop,
    e_bop.pexrZ,
    e_sav.sav,

    e_pv.pv,
    e_zv.zv,
    e_qinv.qinv,
    e_ror_r.ror_r,
    e_qv.qv
/;

$GOTO endloop5

$LABEL gdp_sim5

MODEL CRIEPI_mcp  "Recursive dynamic model for MCP solver"
/
    e_grp.grpZ,           ## For policy simulation

    e_cva.cva,
    e_cne.cne,
```

e_cee.cee,
e_ceva.ceva,
e_cx.cx,
e_cts.cts,
e_cdd.cdd,
e_cq.cq,
e_cu.cu,
e_chhd.chhd,
e_ccmpe.ccmpe,
e_ccmpm.ccmpm,
e_cgov.cgov,

e_qfn.qfn,
e_qfc.qfc,
e_qee.qee,
e_qva.qva,
e_qel.qel,
e_qne.qne,
e_qcl.qcl,
e_qol.qol,
e_qgs.qgs,

e_qex.qex,
e_qds.qds,
e_qim.qim,
e_qdd.qdd,
e_qrs.qrs,
e_qhcmp.qhcmp,
e_qhsav.qhsav,
e_qhhdee.qhhdee,
e_qhhdmm.qhhdmm,
e_qhhde.qhhde,
e_qhhdm.qhhdm,
e_qgov.qgov,
e_qnhc.qnhc,

e_m_hhd.m_hhd,
e_m_gov.m_gov,
e_m_nhc.m_nhc,

```
    e_zx.zx,
    e_zts.zts,
    e_zq.zq,

    e_px.px,
    e_pfn.pfn,
    e_ror.ror,
    e_pts.pts,
    e_pds.pds,
    e_pq.pq,

    e_s_hhd.s_hhd,
    e_s_gov.s_gov,
*     e_s_nhc.s_nhc,
*     e_bop.bop,
    e_bop.pexrZ,
    e_sav.sav,

    e_pv.pv,
    e_zv.zv,
    e_qinv.qinv,
    e_ror_r.ror_r,
    e_qv.qv
/;

$GOTO endloop5

$LABEL endloop5


* 6. MODEL CLOSURE ###########################

$ONTEXT
In the following segment, closures is selected for the base model
solution in this file. The clearing variables for micro and macro
constraints are as follows:

(1) For each factor, the factor price is the market-clearing variable
```

```
in a setting with factor immobility among regions.

(2) A flexible balance of payment (foreign savings) clears
the current account with a fixed foreign exchange rate, or vice versa.

(3) The total investment expenditure for the
endogenous investment quantities is determined as to
generate a balance with exogenous fixed savings rates
(saving-driven investments).


(4) Government saving is fixed at BM level and direct transfer is used for縲

balancing budget-revenue of government account

(5) The pexr of ROW is serving as the model numeraire.
$OFFTEXT


* 7. BENCHMARK REPLICATION ##########################

$ONTEXT
These options are useful for debugging. When checking whether the
initial data represent a solution, set LIMROW to a value greater than
the number of equations and search for three asterisks in the listing
file. SOLPRINT=ON provides a complete listing file. The program also
has a number of display statements, so when running experiments it is
usually not necessary to provide a solution print as well.
$OFFTEXT

* CHOOSE SOLVER:
* NLP = CONOPT, MINOS, PATHNLP
* MCP = PATH, MILES

$IF NOT %br_test% == 0  $GOTO bmr_option
$IF %br_test% == 0  $GOTO sim_option

$LABEL bmr_option
OPTIONS ITERLIM = 0, SOLPRINT = ON, LIMROW = 100, LIMCOL = 100,
        NLP = PATHNLP, MCP = PATH, REFORM = 0, RESLIM = 1200;
```

```
$GOTO endloop1

$LABEL sim_option
OPTIONS ITERLIM = 10000, SOLPRINT = ON, LIMROW = 0, LIMCOL = 0,
        NLP = PATHNLP, MCP = PATH, REFORM = 0, RESLIM = 1200;
$GOTO endloop1

$LABEL endloop1

$ONTEXT
The HOLDFIXED option converts all variables which are fixed (.FX) into
parameters. They are then not solved as part of the model.
The TOLINFREP parameter sets the tolerance for determinining whether
initial values of variables represent a solution of the model
equations. Whether these initial equation values are printed is
determimed by the LIMROW option. Equations which are not satsfied to
the degree TOLINFREP are printed with three asterisks next to their
listing.
$OFFTEXT

$IF NOT %solve_nlp% == 0   CRIEPI_nlp.OPTFILE     = 1;
$IF NOT %solve_nlp% == 0   CRIEPI_nlp.HOLDFIXED   = 1;
$IF NOT %solve_nlp% == 0   CRIEPI_nlp.TOLINFREP   = .0001;

$IF NOT %solve_mcp% == 0   CRIEPI_mcp.OPTFILE     = 1;
$IF NOT %solve_mcp% == 0   CRIEPI_mcp.HOLDFIXED   = 1;
$IF NOT %solve_mcp% == 0   CRIEPI_mcp.TOLINFREP   = .0001;

$IF NOT %policy_sim% == 0 $GOTO PolicySimulation


* 7.1 VARIABLE DEFINITIONS ##########################

* ------------------------------------------------- *
* Variable initialization:
$INCLUDE %progpath%intvalue/var_init_%version_no%.gms

*========== CLOSURE ==========*
    bop.fx          = 1;    ## First option: fix bop
```

```
*    pexrZ.fx        = 1;     ## Second option: fix pexr
*========== CLOSURE ==========*

* Fixing variable tfpZ(r) or grpZ(r) according to parameter control "calib_par"
$IF NOT %calib_par% == 0  $GOTO tfp_clb2
$IF %calib_par% == 0  $GOTO grp_sim2

$LABEL tfp_clb2
    grpZ.fx(r) = grp(r,"Y2011");
DISPLAY grpZ.l;
$GOTO endloop2

$LABEL grp_sim2
    tfpZ.fx(r) = tfp(r,"Y2011");
DISPLAY tfpZ.l;
$GOTO endloop2

$LABEL endloop2

* ------------------------------------------------ *
* Optional tests of robustness:
*    pfn.l(r)     = 1.05;
*    ror.l(r,a)   = 0.95;
*    pq.l(r,c)    = 0.95;
*    pq.l(r,c)    = 1.05;
*    px.l(r,a)    = 1.05;
*    px.l(r,a)    = 0.95;


* 7.2 SOLVE STATEMENT ##########################

* ------------------------------------------------ *
* Benchmark replication:
DISPLAY "com: Benchmark replication";

$IF NOT %solve_nlp% == 0  SOLVE CRIEPI_nlp MAXIMIZING omega USING nlp;
$IF NOT %solve_mcp% == 0  SOLVE CRIEPI_mcp USING mcp;

$IF NOT %solve_nlp% == 0  DISPLAY CRIEPI_nlp.MODELSTAT, CRIEPI_nlp.SOLVESTAT;
```

```
$IF NOT %solve_mcp% == 0  DISPLAY CRIEPI_mcp.MODELSTAT, CRIEPI_mcp.SOLVESTAT;

$IF NOT %br_only% == 0 $GOTO end


* 8. POLICY SIMULATIONS ##########################

$LABEL PolicySimulation

* ------------------------------------------------ *
* Policy simulations:
DISPLAY "com: Policy simulations";
SETS
    scn         "Scenario"
    /
    bau         "Benchmark"
    sim         "Counterfactual policy scenario"
    /
    scn_c(scn)  "Current scenario"
    scn_cf(scn) "Counterfactual policy scenario"
    tsim(t)     "Time period for simulation"
    /Y2011*Y2025/
    tev1(tsim)  "Time period for evaluation"
    /Y2011*Y2025/
*    tev12(tsim) "Time period for evaluation (policy indicator)"
*    /Y2015*Y2025/
;

    scn_c(scn)     = NO;
    scn_c('bau')   = YES;
    scn_c('sim')   = NO;

    scn_cf(scn)    = NO;
    scn_cf('sim')  = NO;

DISPLAY "com: Simulation control set";
DISPLAY scn, scn_c, scn_cf;

PARAMETERS
```

```
    SolveRep    "Solve status"
    ModelRep    "Model status"
;

* ------------------------------------------------- *
* Import parameters used for displaying results:
$INCLUDE %progpath%output/result_parameters%version_no%.gms

* ########## OUTER LOOP START HERE ########## *
LOOP(scn$scn_c(scn),

* ------------------------------------------------- *
* Variable initialization:
$INCLUDE %progpath%intvalue/var_init_%version_no%.gms

*========== CLOSURE ==========*
    bop.fx          = 1;    ## First option: fix bop
*    pexrZ.fx        = 1;     ## Second option: fix pexr
*========== CLOSURE ==========*

* ########## INNER LOOP START HERE ########## *
LOOP(tsim,

* Fixing variable tfpZ(r) or grpZ(r) according to parameter control "calib_par"
$IF NOT %calib_par% == 0  $GOTO tfp_clb3
$IF %calib_par% == 0  $GOTO grp_sim3

$LABEL tfp_clb3
    grpZ.fx(r) = grp(r,tsim);
DISPLAY grpZ.l;
$GOTO endloop3

$LABEL grp_sim3
    tfpZ.fx(r) = tfp(r,tsim);
DISPLAY tfpZ.l;
$GOTO endloop3

$LABEL endloop3
```

```
* ------------------------------------------------- *
* Assigning intertemporal parameters:
    popZ(r)          = pop(r,tsim);
    qfnsZ(r)         = qfns(r,tsim);
    qfcsZ(r,a)       = qfcs(r,a,tsim);
    pfcZ             = pfc(tsim);
    pwmZ(r,c)        = pwm(r,c,tsim);
    pweZ(r,c)        = pwe(r,c,tsim);

DISPLAY "com: Intertemporal parameters (Dynamic)";
DISPLAY qfnsZ, qfcsZ, pfcZ, pwmZ, pweZ;

*========== POLICY ==========*
* Set policy shock here!!

    pwmZ(r,c)$scn_cf(scn)  = pwm_sim(r,c,tsim);
* Production side
    elas_va(a)$scn_cf(scn)       = 1.5;    ## DF = 1.5
    elas_ne(a)$scn_cf(scn)       = 0;      ## DF = 2
    elas_ee(a)$scn_cf(scn)       = 0;      ## DF = 0
    elas_eva(a)$scn_cf(scn)      = 0.5;    ## DF = 2

    elas_td(c)$scn_cf(scn)       = 2;      ## DF = 2
    elas_dd(c)$scn_cf(scn)       = 2;      ## DF = 2
    eta(c)$scn_cf(scn)           = 1;      ## DF = 1

* Consumption side
    elas_cs$scn_cf(scn)          = 1;      ## Fixed saving ratio
    elas_chd$scn_cf(scn)         = 0.5;    ## Fixed expenditure share DF = 1
    elas_chde$scn_cf(scn)        = 0;      ## Leontief function of energy consumption
DF = 0
    elas_chdm$scn_cf(scn)        = 2;      ## DF = 2
    elas_gov$scn_cf(scn)         = 1;
    elas_inv$scn_cf(scn)         = 1;

DISPLAY pwmZ;
*========== POLICY ==========*

* Recursive dynamic simulation:
```

```
DISPLAY "com: Recursive dynamic simulation";

$IF NOT %solve_nlp% == 0  SOLVE CRIEPI_nlp MAXIMIZING omega USING nlp;
$IF NOT %solve_mcp% == 0  SOLVE CRIEPI_mcp USING mcp;

$IF NOT %solve_nlp% == 0  DISPLAY CRIEPI_nlp.MODELSTAT, CRIEPI_nlp.SOLVESTAT;
$IF NOT %solve_mcp% == 0  DISPLAY CRIEPI_mcp.MODELSTAT, CRIEPI_mcp.SOLVESTAT;

$IF NOT %solve_nlp% == 0  SolveRep = CRIEPI_nlp.SOLVESTAT;
$IF NOT %solve_nlp% == 0  ModelRep = CRIEPI_nlp.MODELSTAT;
$IF NOT %solve_mcp% == 0  SolveRep = CRIEPI_mcp.SOLVESTAT;
$IF NOT %solve_mcp% == 0  ModelRep = CRIEPI_mcp.MODELSTAT;

DISPLAY "com: Solve and Model status";
DISPLAY SolveRep, ModelRep;

$IF NOT %solve_nlp% == 0  $GOTO checknlp
$IF NOT %solve_mcp% == 0  $GOTO checkmcp

$LABEL checknlp
    IF ((SolveRep NE 1) OR (ModelRep NE 2),
        ABORT "Error solving model CRIEPI_nlp";
    );
$GOTO endloop4

$LABEL checkmcp
    IF ((SolveRep NE 1) OR (ModelRep NE 1),
        ABORT "Error solving model CRIEPI_mcp";
    );
$GOTO endloop4

$LABEL endloop4

* ------------------------------------------------ *
* Record real GRP and TFP:
    grp(r,tsim)         = grpZ.l(r);
    tfp(r,tsim)         = tfpZ.l(r);

DISPLAY "com: Real GRP";
```

```
DISPLAY grp, tfp;

* ------------------------------------------------- *
* Update capital accumulation:
    qfcs(r,a,tsim+1) = (1-depr_s0)*qfcs(r,a,tsim) + qv.l(r,a)*qv0(r,a);

* Update price of capital (Capital price defined as nationwide average):
    pfc(tsim+1)    = sum((r,a),(1-depr_s0)*pfc(tsim)*qfcs(r,a,tsim) +
pv.l*pv0*qv.l(r,a)*qv0(r,a))
                       /sum((r,a),qfcs(r,a,tsim+1));

DISPLAY "com: Capital accumulation";
DISPLAY qfcs, pfc;

* ------------------------------------------------- *
* Update price index of foreign exchange:
    pexr(tsim) = pexrZ.l;

DISPLAY "com: Price index of foreign exchange";
DISPLAY pexr;

$INCLUDE %progpath%output/output_level%version_no%.gms

* ------------------------------------------------- *
* Recode results in SAM format:
*$INCLUDE %progpath%output/output_to_SAM%version_no%.gms

);
* ########## INNER LOOP END HERE ########## *

);
* ########## OUTER LOOP END HERE ########## *

*$GOTO end


* 8b. EMISSOION MODULE ##########################

*$INCLUDE %progpath%program/emission.gms
```

```
* 9. SOLUTION REPORTS ##########################

* ------------------------------------------------ *
* Calculate percentage change in results from the experiments:
*$INCLUDE %progpath%output/output_report%version_no%bau.gms

* ------------------------------------------------ *
* Results from the policy simulations:
DISPLAY "com: Level of solved variables";
DISPLAY s_zx,s_zts,s_zq,
        s_cva,s_cne,s_cee,s_ceva,s_cx,s_cts,s_cdd,s_cq,
        s_cu,s_chhd,s_ccmpe,s_ccmpm,s_cgov,
        s_qfn,s_qfc,s_qee,s_qva,s_qel,s_qne,s_qcl,s_qol,s_qgs,
        s_qex,s_qds,s_qim,s_qdd,s_qrs,s_qhcmp,s_qhsav,s_qhhdee,s_qhhdmm,
        s_qhhde,s_qhhdm,s_qgov,s_qnhc,
        s_m_hhd,s_m_gov,s_m_nhc,
        s_px,s_pfn,s_ror,s_pts,s_pds,s_pq,
        s_s_hhd,s_s_gov,s_bop,s_sav,
        s_pv,s_zv,s_qinv,s_ror_r,s_qv;

DISPLAY "com: Level of indicators";
DISPLAY l_qgdp,l_qgdp_tot,l_mhhd,l_mhhd_tot,l_mgov,l_mgov_tot,
        l_cpi,l_ppi,l_u,l_sav,l_cmp,l_fd,l_bop,
        l_px,l_pq,l_pfn,l_ror,l_x,l_q,l_fn,l_fc,l_im,l_ex,
        l_vim,l_vex,l_qi,l_int,l_qfcs,l_zv,
        l_vgdp_fd,l_pgdp,l_qgdp_dcmp;

*$ontext
* ============ EXPORT PARAMETERS ============ *
Execute_Unload '%gdx_results2%',
        s_zx,s_zts,s_zq,
        s_cva,s_cne,s_cee,s_ceva,s_cx,s_cts,s_cdd,s_cq,
        s_cu,s_chhd,s_ccmpe,s_ccmpm,s_cgov,
        s_qfn,s_qfc,s_qee,s_qva,s_qel,s_qne,s_qcl,s_qol,s_qgs,
        s_qex,s_qds,s_qim,s_qdd,s_qrs,s_qhcmp,s_qhsav,s_qhhdee,s_qhhdmm,
        s_qhhde,s_qhhdm,s_qgov,s_qnhc,
        s_m_hhd,s_m_gov,s_m_nhc,
```

```
         s_px,s_pfn,s_ror,s_pts,s_pds,s_pq,
         s_s_hhd,s_s_gov,s_bop,s_sav,
         s_pv,s_zv,s_qinv,s_ror_r,s_qv
         l_qgdp,l_qgdp_tot,l_mhhd,l_mhhd_tot,l_mgov,l_mgov_tot,
         l_cpi,l_ppi,l_u,l_sav,l_cmp,l_fd,l_bop,
         l_px,l_pq,l_pfn,l_ror,l_x,l_q,l_fn,l_fc,l_im,l_ex,
         l_vim,l_vex,l_qi,l_int,l_qfcs,l_zv,
         l_vgdp_fd,l_pgdp,l_qgdp_dcmp;
*$offtext

$IF NOT %calib_par% == 0  $GOTO tfp_clb4
$IF %calib_par% == 0  $GOTO grp_sim4

$LABEL tfp_clb4
* Calibrated TFP result to GDX file:
Execute_Unload '%progpath%result/tfp_cal171010b.gdx', tfp;
$GOTO end

$LABEL grp_sim4

* ------------------------------------------------- *
* Export results to EXCEL and GDX file:
*$INCLUDE %progpath%output/output_to_gdx%version_no%.gms
*$INCLUDE %progpath%output/output_to_excel%version_no%.gms     ## Must run on Windows
*$INCLUDE %progpath%output/output_to_excel_sim%version_no%.gms
$GOTO end

$LABEL end


*#*#*#*#*# THE END OF FILE #*#*#*#*#*
```

添付2　引用文献

IEEJ（2020）エネルギーアウトルック 2021.

IGES（2022）令和3年度淡路市再生可能エネルギー導入促進検討事業業務成果報告書.

IGES（2020）ネット・ゼロという世界　2050年 日本（試案）.

Takuro Kobashi, Younghun Choi, Yujiro Hirano, Yoshiki Yamagata, Kelvin Say (2022) Rapid rise of decarbonization potentials of photovoltaics plus electric vehicles in residential houses over commercial districts. Applied Energy 306. 118142-118142.