

令和 4 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 5 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4年度の研究計画および進捗状況と成果

1. 令和4年度の研究計画	11
2. 令和4年度の進捗状況および成果（概要）	13
3. 対外発表等の実施状況	22
4. 令和4年度の研究状況と成果（詳細）	23
4.1 序論	23
4.2 本論	23
4.2.1 ベースラインシナリオの策定	23
4.2.2 政策シナリオの策定	28
4.2.3 政策シミュレーションにおける政策評価手法の検討	32
4.3 結論	34
4.1 令和4年度研究の成果	34
4.2 令和4年度研究成果による環境政策への貢献	34
III. 今後の研究方針	37

#### IV. 添付資料（参考文献など）

添付1 第11回科学技術予測調査による2040年の社会のイメージ	41
添付2 都道府県CGEモデル プログラムコード	45
添付3 参考文献	111



## サマリー

パリ協定の1.5°C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く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、2050年までのベースラインシナリオの構築に着手した。ベースラインシナリオは、人口、GDP、生産要素などのマクロ経済指標一式とエネルギー変数に関する将来予測が整合している必要があり、そのようなデータセットとしてIEEJアウトロック2021レファレンスシナリオを採用した。このシナリオでは、急進的な省エネルギー・低炭素化政策や、過去の延長上にない技術変化などは想定されていない。一方、本研究が対象とする2050年の脱炭素・循環型・分散型の社会は、大規模なデジタル技術導入や人工知能の普及、自動運転やMaaSの普及、あるいはテレワークの普及に伴う都市部から地方への移住の進展といった抜本的な移行を伴うと予想されることから、2050年までに想定される抜本的変革・移行のうち、リデザイン政策パッケージを想定しなくとも起こると考えられる、デジタルトランスフォーメーション、AI、自動運転などの革新的技術が普及することを想定した技術革新ベースラインシナリオを策定することとした。このシナリオの策定にあたっては、日本経済研究センターによる「2050年のデジタル化した日本社会（DXシナリオ）」の想定を採用し、E3MEモデルを活用して技術革新ベースラインシナリオの構築を試みた。しかし当初計画していた手法では困難であることがわかり、DXシナリオ産業連関表を用いてE3MEモデルを再セットアップする新しい手法に基づき作業を見直している。このため本年度予定していたベースラインシナリオシミュレーションおよび政策シナリオシミュレーションは来年度にずれ込む結果となった。政策パッケージ策定に関しては、地域再エネの活用、資源の高度利用、循環経済、地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用、対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方、を中心とした政策手段の検討を行った。

## **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 attempt formulation of baseline scenarios up to 2050. The baseline scenarios require a set of macroeconomic indicators, such as population, GDP and factors of production, and future projections on energy variables to be consistent. For this purpose we employed the IEEJ Outlook 2021 Reference Scenario as such a data set. This scenario does not assume radical changes such as ambitious low-carbon policies or substantial technological changes. On the other hand, the decarbonised, circular and decentralised society of 2050 covered by this study is expected to involve radical transitions such as the introduction of large-scale digital technologies, the spread of artificial intelligence (AI), automated driving and MaaS, or the increasing migration from urban areas to rural areas with the spread of teleworking. Among the radical transformations and transitions envisaged by 2050, it was decided to develop a technological innovation baseline scenario that assumes the diffusion of innovative technologies such as digital transformation, AI and automated driving, which are expected to realise without assuming redesign policy packages. In developing this scenario, we adopted the assumptions of the Digital Japanese Society in 2050 (DX Scenario) by the Japan Center for Economic Research, and attempted to construct a technological innovation baseline scenario using the E3ME model. However, it was found difficult to do this based on the originally planned method, and the work is being reviewed based on a new method of re-setting up the E3ME model using the DX Scenario Input-Output table. As a result, the baseline scenario simulation and policy scenario simulation planned for this year have been postponed to next year. For the formulation of the redesigning policy packages, policy measures were examined with a focus on the use of local renewable energy, advanced use of resources, circular economy, promotion of local primary industry and utilisation of local resources through local production for local consumption, and ways of working, learning and living that combine the advantages of both face-to-face and online modes of communication.

## 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°C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な感染拡大は、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く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に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アウトロ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믹스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CO<sub>2</sub>）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CO<sub>2</sub>）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力、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ともに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ヨックとして与え、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ヨ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、関連する技術イノベ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
橋 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
- 橋 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<sup>1</sup>  
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**

- Pongsu  
Bunditsakulchai  
チュラロンコン大学  
土木工学科講師

**E3MEモデル分析外注**

- Cambridge  
Econometrics



**(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<sup>1</sup>  
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

## **II. 令和4年度の研究計画および進捗状況と成果**



## 1. 令和4年度の研究計画

令和4年度の研究計画を、研究項目ごとに以下に示す。

### (1) ベースラインシナリオ構築

以下の2種類のベースラインシナリオを構築する。

- BAUベースライン：過去のトレンドの延長をベースに予測。IEEJエネルギー・アウトロッククリアレンスシナリオ(E3MEリファレンスシナリオのベース)はこのシナリオに対応していると想定する。
- 技術革新ベースライン：デジタルトランスフォーメーション、AI、自動運転などの革新的技術が普及することを想定したシナリオ。BAUベースラインの上に、革新的技術の普及でもたらされると想定される影響をマクロ経済変数などに反映して策定。IGESネットゼロシナリオ、日経センターDXシナリオ、科学技術白書(2021)科学技術予測調査などを活用する。

### (2) E3MEモデルおよび都道府県CGEモデルのベースラインシミュレーションの実施

E3ME用ベースラインシナリオをE3MEに与え、モデルキャリブレーションを行う。ベースラインシミュレーションによる出力結果に基づき47都道府県ごとの外生ショックとして推計し、47都道府県CGEモデルのベースラインシミュレーションを行う。

### (3) 政策シナリオの策定

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力、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繁荣するとともに、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°C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。

### (4) 政策シナリオのシミュレーション実施

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取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、脱炭素社会目標としてGHG(またはCO<sub>2</sub>)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CO<sub>2</sub>）排出量、雇用や所得、厚生水準につき設定する方針である。

## 2. 令和4年度の研究状況および成果（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°C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な感染拡大は、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に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)】		【2年目(令和4年度)】		【3年目(令和5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	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	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
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	7月 7月～ 8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 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	6月～ 11月 9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 政策シミュレーション結果な どにつき学会発表
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	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	12月～ R6.3月 R6.1月	最終成果報告書とりまとめ 公開シンポジウム開催
10月～ R4.3月	47都道府県CGEモデル開 発	R5.1月	政策シナリオ案につき担当者に 報告、意見交換	R6.3月	最終年度成果報告
R4.1月 ～3月	リデザイン政策パッケージ 案策定	R5.1月 ～3月	E3MEモデル、都道府県CGEモ デルそれぞれの政策シミュレー ション実施、追加データ収集、モ デル改良作業実施		
R4.3月	初年度成果報告	R5.3月	2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。

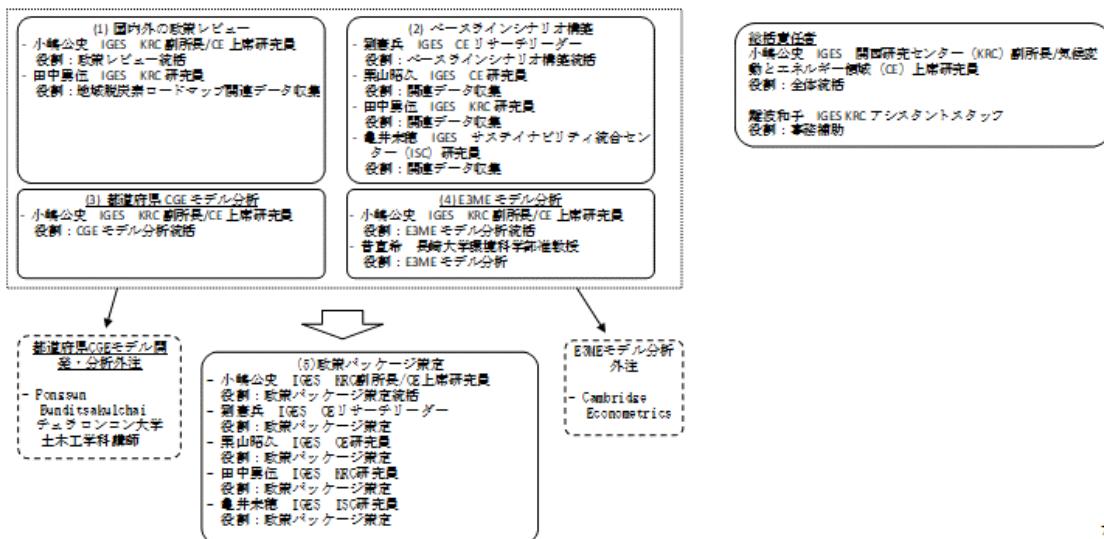
5

## 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

## 5. 3年間の研究実施体制



7

## 6. 令和4年度の研究計画

1. ベースラインシナリオ構築
  - 2種類のベースラインシナリオ（BAUベースライン、技術革新ベースライン）の構築
    - ◆ BAUベースライン：過去のトレンドの延長をベースに予測。
    - ◆ 技術革新ベースライン：デジタルトランスフォーメーション、AI、自動運転などの革新的技術が普及することを想定したシナリオ。
2. E3MEモデルおよび都道府県CGEモデルのベースラインシミュレーションの実施
3. 政策シナリオの策定
4. 政策シナリオのシミュレーション実施

8

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.1 ベースラインシナリオ構築

#### (1) BAUベースライン

- ・過去のトレンドの延長をベースに予測。
- ・IEEJエネルギー・アウトクリアレンスシナリオ(E3MEリファレンスシナリオのベース)を活用。

#### (2) 技術革新ベースライン

- ・デジタルトランスフォーメーション、AI、自動運転などの革新的技術が普及することを想定したシナリオ。
- ・当初計画では、BAUベースラインの上に、革新的技術の普及でもたらされると想定される影響を反映して策定する方針。しかし、E3MEモデルチーム(ケンブリッジエコノメトリックス)との議論の結果、2050年を想定した大幅な変化を反映することが難しいことが判明し、方針を変更。日経センターが策定した「2050年のデジタル化した日本社会(DXシナリオ)」産業連関表に基づき、E3MEモデルのキャリブレーションを行うことで検討を進めている。
- ・都道府県CGEモデルについても、ベースデータとして日経センターのDXシナリオを反映した都道府県産業連関表の作成を進めている。

9

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.2 ベースラインシミュレーションの実施

- ・本作業については上述の方針変更に伴い再検討を進めている。今年度中(3月末)の実施を目指し作業を進める。

### 7.3 政策シナリオの策定

#### (1) 政策パッケージ策定方針

- ・リデザイン政策で目指す社会の要件として以下を同定:①ネットゼロ、②地域再エネの活用、③資源の高度利用・循環経済、④地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用、⑤対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方、⑥リモート診断などパンデミック化で機能する医療システム、⑦誰でも利用できる便利な移動手段、⑧生きる喜びに貢献する形でのAI・自動化の活用
- ・上記要件のうち、本研究の政策パッケージでは①～⑤に関する政策を対象とし、⑥～⑧については技術革新ベースラインシナリオで反映する。

10

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果 ※1月20日時点

### 7.3 政策シナリオの策定

#### (2) 地域再エネの活用

- ・土地利用制約を考慮し、①屋根置き太陽光(ZEH、ZEB含む)、②宮農型太陽光による農地・耕作放棄地の活用、③洋上風力を促進する。
- ・ZEHについては建築基準引き上げなどにより新築戸建住宅への太陽光パネル設置を促進。ZEBについても基準引き上げにより新築建築物の9割以上をZEB以上とする。
- ・宮農型太陽光発電については、農作業の自動化・効率化を可能とするスマート技術の活用、都市居住者の週末農業の活用など、宮農者を確保するとともに、耕作放棄地活用に向けた規制緩和や支援策を実施。
- ・分散型再エネの大量導入を可能とするために、①定置型蓄電池やEV・FCVを活用した蓄電システムの構築、②余剰分を逆潮流させ近接地での消費を可能とする規制緩和や託送料金体系見直し、③余剰電力によるグリーン水素生産を促進する。

11

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果 ※1月20日時点

### 7.3 政策シナリオの策定

#### (3) 資源の高度利用、循環経済

- ・経済的手法などで電炉によるスクラップ鉄利用、廃プラスチックのマテリアル・ケミカルリサイクルを促進。
- ・製品、ビジネスモデル、回収の仕組みを含む社会システムを構築し循環経済への移行促進。

#### (4) 地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用

- ・上述の宮農型太陽光の促進に加え、木質バイオマス利用を活用した林業振興を促進
- ・農產品。地域產品のカーボンフットプリント情報開示、地産地消マッチングサービスなどにより地産地消を促進

12

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.3 政策シナリオの策定

#### (5) 対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方

- ・企業の働き方改革の促進、テレワークスペースの整備、デジタルインフラ整備などによりテレワークを促進。
- ・対面授業とオンライン授業の適切な使い分けなどによる地方での教育環境整備
- ・これらの働き方・学び方・暮らし方改革と、MaaSやモビリティーシェアリングなどによる地方交通サービスの改善、地域再エネ促進および地域一次産業振興の相乗効果により地方分散が進む(次スライド参照)。

13

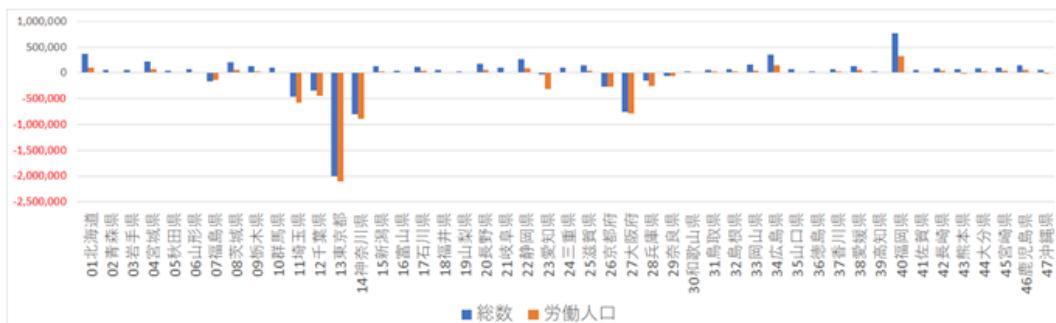
## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.3 政策シナリオの策定

#### (6) 地方分散シナリオ

ベースラインシナリオでは、地方から首都圏への人口流入のトレンドが継続すると想定し、人口分布は現状トレンドを維持。IEEJエネルギー・アウトロックリファレンスシナリオ(E3MEリファレンスシナリオのベース)を活用。一方、政策シナリオではテレワーク促進や分散型再エネ促進による地方雇用創出などの効果で首都圏から地方への人口流出が進展すると想定。人口分布はPANCESプロジェクト(戦略的研究開発課題S15)の堀ら(2020)の分散型シナリオ(人口4万人程度の都市が核となり定住自立圏を形成)に基づき推計した。2050年における政策シナリオによる都道府県別人口変化を下図に示す。



14

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.4 政策シミュレーションの実施

#### (1) 政策評価手法の検討

- ・当初計画では「政策パッケージ」の効果を評価することが目的とし、政策シナリオによる技術革新ベースラインシナリオ(以下BLシナリオ)からの変化を政策効果として検出する手法を想定。
- ・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は、単に気候変動などの環境問題に対処しながら経済成長を実現することを目的とするのではなく、ネットゼロや高い資源効率性の実現に加え、一極集中による地方衰退や、気候変動や自然災害、新型コロナパンデミック、さらにはウクライナ危機のような様々なリスクに対してレジリエントな社会を築くことを目的としている。⇒エネルギー・食料価格高騰のような外部ショックに対するレジリエンスの評価も必要。
- ・また、2050年の社会を考えたときに、リデザイン政策で実現を目指す社会像の一部はBLシナリオすでに達成されると期待される。⇒ 政策シナリオとBLシナリオの比較に加え、政策シナリオにより実現する社会像が重要な含意。

(次スライドに続く)

15

## 7. 令和4年度の研究状況及び成果

※1月20日時点

### 7.4 政策シミュレーションの実施

#### (1) 政策評価手法の検討(続き)

- ・これらを踏まえ、政策評価手法として以下を実施する。
  - ① 政策シナリオの結果とBLシナリオの比較により、政策パッケージの影響評価
  - ② 政策シナリオの結果に基づき、現状との比較などにより実現する社会像を描写
  - ③ 政策シナリオとBLシナリオに同じ外生ショック(エネルギー価格高騰、穀物価格高騰を想定)を与え、外生ショックに対するレジリエンスを評価

#### (2) 政策シミュレーションの実施

- ・ベースラインシミュレーション実施の遅れに伴い、本作業も実施が遅れている。

16

## 8. 対外発表等の実施状況 ※1月20日時点

- 特になし

17

## 9. 今後の研究方針

- 作業が遅れているベースラインシナリオ・シミュレーションの実施に注力する(2023年3月末までの実施を目指す)。
- ベースラインシナリオ・シミュレーション実施後に政策シナリオシミュレーション用の政策パッケージ(定量的シナリオ)を策定し、環境省担当者と意見交換を行う(2023年6月を想定)。そのうえで政策シナリオシミュレーションを実施。
- 政策シミュレーション結果に基づく成果発表を2024年2月頃行う。本研究の政策評価手法については、2023年9月のSEEPSで発表し、フィードバックを得ることを想定している。

18

### **3. 対外発表等の実施状況**

#### **(1) ミーティングの開催**

令和4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（2022年6月16日）：研究計画概要に関する意見交換など

第2回（2022年12月12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（2022年4月28日）：各研究項目の進め方に関する意見交換

第2回（2022年6月22日）：E3MEモデルに関する意見交換

第3回（2022年7月8日）：E3MEモデルに関する意見交換

第4回（2022年7月11日）：CGEモデル打合せ

第5回（2022年9月20日）：E3MEモデルに関する意見交換

第6回（2022年11月22日）：E3MEモデルに関する意見交換

第7回（2023年1月19日）：E3MEモデルに関する意見交換

#### **(2) 対外発表**

なし

## 4. 令和4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°C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。

本年度は、ベースラインシナリオの構築、ベースラインシナリオシミュレーションの実施、政策シナリオの策定および政策シナリオシナリオシミュレーションの実施を予定していたが、ベースラインシナリオの構築に関し方法論につき見直しを行うこととなった。そのためシミュレーションの実施は次年度とし、本年度はベースラインシナリオ構築作業を進めるとともに、政策シナリオの策定および政策シナリオシミュレーションの実施手法の再検討を行った。

## 4. 令和4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°C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。

本年度は、ベースラインシナリオの構築、ベースラインシナリオシミュレーションの実施、政策シナリオの策定および政策シナリオシナリオシミュレーションの実施を予定していたが、ベースラインシナリオの構築に関し方法論につき見直しを行うこととなった。そのためシミュレーションの実施は次年度とし、本年度はベースラインシナリオ構築作業を進めるとともに、政策シナリオの策定および政策シナリオシミュレーションの実施手法の再検討を行った。

### 4.2 本論

#### 4.2.1 ベースラインシナリオの策定

##### (1) ベースラインシナリオ策定手法の検討

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方針である。

ベースラインシナリオは、人口、GDP、生産要素などのマクロ経済指標一式とエネルギー変数に関する将来予測が整合している必要があることから、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アウトロック2021のレファレンスシナリオ（以下、IEEJレファレンスシナリオ）を基礎となるデータセットとして採用した。IEEJレファレンスシナリオは、過去のトレンドに基づき、過去の延長上に見込まれる政策等の効果を反映しているが、急進的な省エネルギー・低炭素化政策や、過去の延長上にない技術変化などは想定されていない。一方、本研究が対象とする2050年の脱炭素・循環型・分散型の社会は、より持続可能な生産と消費のモデルへの抜本的変革なしに実現できるものではなく、大規模なデジタル技術導入や人工知能の普及、自動運転やMaaSの普及、あるいはテレワークの普及に伴う都市部から地方への移住の進展といった抜本的な移行（fundamental transformation）を伴うと予想される（陳、城山ほか、2021）。2050年といった長期を対象とした政策評価において、分析対

象となる政策に関わらずこれらの様々な変革・移行は生じると予想され、さらに分析対象となる政策の実施によって追加的な変化が起こると考えられる。このため、一般的に用いられる現状の延長上有あるベースラインシナリオ（BAUシナリオ）に外生的政策ショックを与えてBAUシナリオからの変化に基づき政策影響を評価する手法では、リデザイン政策パッケージが目指す社会像を描けない可能性が高いと考えられる。

このような懸念を踏まえ、本研究では現状の延長上有あるベースラインシナリオ（BAUベースラインシナリオ）から出発し、2050年までに想定される抜本的変革・移行のうち、リデザイン政策パッケージを想定しなくても起こると考えられる、デジタルトランスフォーメーション、AI、自動運転などの革新的技術が普及することを想定した技術革新ベースラインシナリオを策定し、このうえで政策ミュレーションを行う手法を採用する。

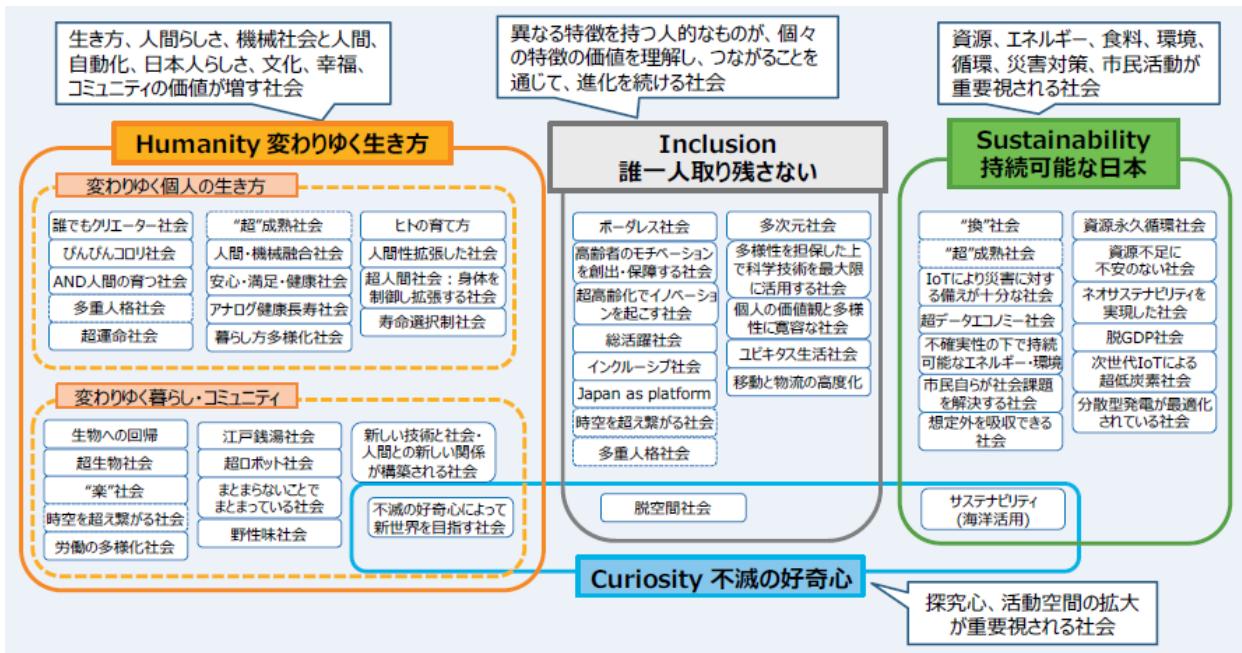
## (2) 技術革新ベースラインシナリオ策定のための将来予測

技術革新ベースラインシナリオで想定する2050年の技術想定について、既存の文献をレビューした。これに関し、令和2年版科学技術白書（文部科学省、2021）では2050年を想定した各種将来シナリオをレビューするとともに、科学技術・学術政策研究所が行っている未来予測である「科学技術予測調査」に基づいて策定した2040年の社会像を紹介している。

前者については、日立製作所「ビジョンデザイン」、三菱総合研究所「未来社会構想2050」、みずほフィナンシャルグループ「2050年のニッポン～課題を乗り越え、輝き続けるために～」などの将来ビジョンにおける各種予測から、共通した将来社会の姿として以下を挙げている。

- 医療・ヘルスケアの向上による健康寿命の延伸
- バーチャル空間での活動の拡大による生活の多様化
- A I、ロボットなどのI C Tの進展による産業の自動化・無人化の進展、データ産業・サービス産業等の新産業の創出
- 脱炭素化や資源循環の進展による持続可能な社会への転換

後者の2040年の社会像については、地域ワークショップ、ビジョンワークショップなどで多様なステークホルダーの意見を集め、50の社会の未来像に取りまとめた（図4.2.1）。



出展：文部科学省（2021）令和2年版科学技術白書

図4.2.1 50の社会の未来像

さらに、科学技術予測調査検討会とその分科会を通じて計702の科学技術トピックを設定し、最終的に専門家・有識者約20名によるワークショップを開催し、50の社会の未来像と702の科学技術トピックを基に、科学技術発展による2040年の未来の社会像を作成している。この未来像は、幅広い技術が網羅されており、本研究のシナリオ策定に反映できるものは限定的とならざるを得ないが、すべての技術について科学技術的実現時期と社会的実現時期が記述されており、すべての技術が2040年までに実現すると想定されている。2050年までのシナリオを策定する上で、非常に大きな技術変革・社会変革を想定することが荒唐無稽ではない裏付けとして、この2040年の未来の社会像は重要なレファレンスと考える（添付1参照）。

本研究では、検討の結果、2050年技術革新ベースラインシナリオを策定するための最適なベースとして、日本経済研究センターによる「2050年のデジタル化した日本社会（DXシナリオ）」を選定した。このシナリオでは2050年の社会で以下が実現すると想定している（落合勝昭、2019）。

- 電力部門につき、脱原発が実現し、火力発電と再生可能エネルギーが50%ずつになると想定。企業の自家発電については、30%再エネが導入されると想定。火力発電の発電効率は20%改善すると想定。
- 産業部門の電化が推進され、石油・石炭製品の投入が減少し、ガソリン、灯油の投入はゼロと想定。
- 情報通信サービスによる電力消費量につき、量子コンピュータなどの実用化で1/10に減少する。
- 乗用車、二輪自動車は全てEVで置き換わり、トラック・バスなどは50%EV化される。
- シェアリングエコノミーが広がり、必要な乗用車数は1/5に減少し、トラック・バスなども人口減による輸送需要の低下に伴い減少する。

- 自動運転化による安全性の向上とEV化により、自動車部門への鉄の投入が減少、プラスチック製品へ代替。
- 家庭部門での自動車購入はなくなり、家計の自動車利用はすべて運輸部門の提供するサービスの形になる。
- 家庭での電化の推進により、家庭のガソリン、灯油、都市ガスなどの消費はゼロとなる。集合住宅では熱供給は利用する。
- 運輸（鉄道、道路、その他運輸・郵便）のガソリン、灯油、天然ガスの投入はゼロとなり、軽油の投入は1/5に減少する。
- 家計消費における運輸サービスの消費は、鉄道輸送につき人口減、在宅ワークなどを考慮して70%減、道路輸送は人口減によって減少するが、家計の自動車からの振り替えとシェアリングエコノミーで稼働率が上がる結果、最終需要、付加価値は増加すると想定。
- 建設需要は減少すると想定。
- 医療・福祉の家計消費と政府消費については過去のトレンドから推計。
- 紙・パルプ産業では新規の紙生産をしないと想定。
- 鉄の需要は鉄スクラップで賄うとし、鉄鋼の生産はすべて電炉になると想定。
- 情報化社会を考慮し情報通信、対事業所、対個人サービスの中間需要や最終消費が増加すると想定。

以上の想定は、2050年までの技術革新の見通しを反映しているが、例えば2050年のエネルギーミックスにおいても火力発電が50%を占めると想定されており、ネットゼロ社会の実現や、循環型社会あるいは分散型社会の実現を想定していない。これは、本研究において政策シミュレーションを行うためのベースラインシナリオとして適している。

### (3) 技術革新ベースライン策定手法の検討

技術革新ベースラインシナリオ策定手法につき、当初計画では、BAUベースラインの上に、革新的技術の普及でもたらされると想定される影響を反映して策定する方針であった。E3MEモデルは、CGEモデルが市場均衡を前提としているために需給ギャップの存在を反映できない制約を抱えているのに対し、不均衡を想定した需要牽引モデルであるとともに、電力部門、交通部門、製鉄部門における技術革新効果を内生的に推計するFTTと呼ばれる技術モジュールを組み込んでおり、技術革新を分析に反映するうえで優位性を持つと言われている（Lee et al. 2022）。

しかし、E3MEモデルで2050年技術革新シナリオを策定するための具体的な手法につき、E3MEモデリングチームと議論した結果、BAUベースラインシナリオを策定した上で、価格パラメーターなどの設定を通じてFTTモジュールを用いて技術革新ベースラインを策定するという当初計画での方法論では、本節（2）で検討した2050年を想定した大幅な変化を反映することが難しいという結論にいたった。そのため、日本経済研究センターが作成した「2050年のデジタル化した日本社会（DXシナリオ）」産業連関表に基づき、E3MEモデルのキャリブレーションを行う方針で作業の見直しを行っている。

#### (4) 47都道府県CGEモデルにおける技術革新ベースライン反映の検討

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開発を進めている47都道府県CGEモデルについても、2050年のデジタル化した日本社会（DXシナリオ）産業連関表に基づく技術革新ベースラインシナリオを反映する必要があり、モデルコードの改定作業を進めている。現時点でのプログラムコードを添付2として記載した。

#### 4.2.2 政策シナリオの策定

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8つの重点対策（屋根置きなど自家消費型の太陽光発電、地域共生・地域裨益型再エネの立地、公共施設など業務ビル等のZEB化、住宅などのZEH化、ゼロカーボン・ドライブ、資源循環の高度化を通じた循環経済への移行、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、食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立）および令和2年版科学技術白書「2040年の社会像」における目指すべき社会像を踏まえ、リデザイン政策で目指す社会の要件として以下を同定した。

- ネットゼロ社会の実現
- 地域再エネの活用
- 資源の高度利用・循環経済
- 地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用
- 対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方
- リモート診断などパンデミック化で機能する医療システム
- 誰でも利用できる便利な移動手段
- 生きる喜びに貢献する形でのAI・自動化の活用

上記要件のうち、医療システム、便利な移動手段およびAI・自動化の活用については基本的に技術革新ベースラインシナリオに反映されているものであり、本研究のリデザイン政策パッケージでは以下を対象とする。

- ① 地域再エネの活用
- ② 資源の高度利用、循環経済
- ③ 地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用
- ④ 対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方

#### (1) 地域再エネの活用

地域再エネの活用に関しては、土地利用制約を考慮し、屋根置き太陽光（ZEH、ZEB含む）、営農型太陽光による農地・耕作放棄地の活用、洋上風力を促進する。

屋根置き太陽光の促進に関しては、日本の住宅ストックの断熱性能には大きな改善余地があるため、すべての新築住宅に対して省エネ基準への適合を義務付けるなどの政策によりZEHの導入を促進す

るものとし、2050 年時点戸建て住宅ストック全体の 5 割程度の屋根に合計80GW 程度の太陽光発電パネルが搭載されている水準を目指す。

業務部門においては、2030 年までに建築物省エネ法の適合基準／誘導基準を引き上げる方針が政府により示されており、2050年までにはZEB 以上の建築物に置き換わっていくと想定する。

営農型太陽光発電は、地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用につながることから、とりわけ重要な取り組みと位置付けられる。営農型太陽光発電は、農地での営農収入に加えて発電収入が得られることにより農家の経営安定化に資すると考えられるが、営農者の高齢化などに伴い営農の継続性を担保することが難しいことが普及の大きな障壁となっている。今後離農や耕作放棄地の著しい増加が想定される一方、農村部への移住などへの関心も高まっていることから、農作業の自動化・効率化を可能とするスマート技術を活用しつつ、規制緩和などを通じて促進していく。兵庫県淡路市での調査では、営農型太陽光発電を推進するうえで、表4.2.1に示す多くの課題があることが分かった。

表 4.2.1 営農型太陽光発電に関する課題の整理

事業実施に必要な要素	課題となる事項
土地	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地権者との合意（借地権、地上権、農地転用）</li> <li>● 地権者の所在や権利関係が不明な場合がある（登記が明治のままなど）</li> <li>● 隣接地権者との合意（農地転用ローカルルール）</li> <li>● 農地取得下限制限・農地所有適格法人要件（新規法人の農地取得にハードル）</li> <li>● 地籍調査未了（農地の取引、非農地判断、農地転用へのリスク）</li> <li>● 候補地に関する現況把握データの不足</li> <li>● 重層的な農業地域設定（農用地区域・農業振興地域設定、農地区分によって規制ハードルが異なる）</li> <li>● 農業委員会の同意（農地一時転用許可）</li> <li>● 県の許可（農地一時転用許可）</li> <li>● 建設機械の侵入が困難な場所に農地が所在する場合がある。</li> </ul>
農作物	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 架台分は収量が減少するため、既存の営農者からの同意取得が困難</li> <li>● ドローン活用、農薬散布、トラクターの運転などに一定の支障があり既存の営農者からの同意取得が困難</li> <li>● 収量確保義務として 8割以上の収穫を維持する必要があり、農地一時転用許可が更新できず設備撤去させられるリスクとなる（耕作放棄地を活用する場合は不要）</li> <li>● 収量報告や営農計画といった事務作業の手間</li> <li>● 新規の高収益農作物の検討や営農方法の指導、販路の確保</li> <li>● 設備下では単一の作物しか栽培できない（収量報告の際 8割以上減収していないことを示すため）</li> </ul>
営農者	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 高齢化が著しく事業期間営農できる人や営農団体を探すのが困難（営農が継続できない場合は一時転用許可取消）</li> <li>● 耕作放棄地を活用する場合は新規営農者を一から探すことになる</li> <li>● 耕作放棄地になる場所は立地・日射量の条件が悪いことが多く、営農者にとって魅力が少ない。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>若手農家では土地を賃貸借していることが多く、設備導入によって地主との信頼関係に影響を及ぼすことを懸念。</li> </ul>
ファイナンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>営農者が資金調達を行う場合：初期投資が大きく自己資金での実施が困難。また日本政策金融公庫（スーパーL 資金）で営農型太陽光は対象外と規定されている</li> <li>発電事業者が資金調達を行う場合：営農継続性の担保が最大の課題で、営農者の信用力がみられる（例：営農者が個人では原則不可、50代未満の意欲的な経営者がいる認定農業法人であれば可）</li> <li>FIT の買電価格は野立て太陽光発電を基準としており、事業性確保が難しい場合がある。補助金を活用して非 FIT で売電する場合も長期に比較的高単価で買取が保証されるか事業規模が大きくない場合はファイナンスがつかない。</li> <li>補助金制度はあるが、電気の供給先が公共施設、農林水産施設に限られる場合や、複数案件を束ねて MW 規模で開発を行う必要があり、ハードルが高い。</li> </ul>
設計・施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>農地が放棄されて日がたっている場合はまず土壤改良が必要となりコスト増</li> <li>営農中は施工が困難、棚田では施工が困難、営農中は発電設備の修理ができない、といった制約</li> <li>補助金・融資、農地転用許可と施工のタイミングを合わせないと農地法違反になってしまう。</li> </ul>
電力供給先	<ul style="list-style-type: none"> <li>非 FIT の場合は 20 年程度の買取を保証できるオフティカーが必要。売電先の倒産リスクがある。</li> <li>系統連系が必要な場合、立地が配電系統の近くに制約される、送配電事業者との協議・場合によりノンファーム接続や系統増強費用負担が必要</li> <li>自家消費の場合立地が電力需要の近くに制約され、場合により自営線敷設が必要</li> <li>オフサイト PPA を実施する場合小売り電気事業者を間に挟まなければ契約できない。（売電先と直接契約できない）</li> </ul>

これらの課題に対応するための規制緩和、資金調達スキームの整備などが必要と考えられる。また、洋上風力に関しては、排他的経済水域への浮体式洋上風力の導入により大規模導入を目指す。浮体式洋上風力発電設備については実証試験が進められている段階であり、技術開発投資の促進を通じて実用化・量産体制の構築などを進めていく必要がある。

## (2) 資源の高度利用、循環経済

資源の高度利用、循環経済に関しては、電炉によるスクラップ鉄利用については技術革新ベースラインシナリオに含まれており、リデザイン政策パッケージでは廃プラスチックのマテリアル・ケミカルリサイクルを促進する政策を検討する。廃プラスチックのリサイクルに関して、日本では焼却処分からの熱回収の比率が高いが、EUでは家庭での分別ではなく、収集した家庭ごみを中間処理施設であるソーティングセンターで細かく破碎した上で、光学選別機で細かく分別することで素材としてのリ

サイクル率を高めている。廃プラスチックのマテリアルリサイクルあるいはケミカルリサイクルを促進するために、ソーティングセンターによるリサイクルシステム構築を検討する。

### (3) 地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用

地域一次産業振興については、上述の営農型太陽光の促進に加え、木質バイオマス利用を活用した林業振興を促進する。また、地産地消による地域資源の活用の観点で、地域産品のカーボンフットプリント情報開示、地産地消マッチングサービスなどにより地産地消を促進する政策を想定する。

### (4) 対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方

地方経済を活性化し、よりバランスのとれた国土利用を進めるうえで、企業の働き方改革の促進、テレワークスペースの整備、デジタルインフラ整備などを通じてテレワークを促進し、地方への移住を促進することが必要となる。このような地方への移住は、対面授業とオンライン授業の適切な使い分けなどにより地方での教育環境整備されることにより、より促進されると考える。リデザイン政策パッケージでは、これらの取り組みに加え、リデザイン政策パッケージによる地域再エネの促進、地域一次産業振興、さらに技術革新ベースラインシナリオに反映されていると想定しているMaaSやモビリティーケアリングなどによる地方交通サービスの改善などの相乗効果により地方分散が進むと想定される。

地方分散に関しては47都道府県CGEモデルで政策評価を行うこととなるが、これについてはベースラインシナリオに政策ショックを与える方法では難しく、技術革新ベースラインシナリオ上でリデザイン政策パッケージの実施した場合の都道府県別人口分布を想定して、外生的に与えることとする。リデザイン政策パッケージを実施した場合の人口分布については、PANCESプロジェクト（戦略的研究開発課題S15）で分散型シナリオとして、人口4万人程度の都市が核となり定住自立圏を形成する場合の人口分布について推計されている。本研究では、この推計値をリデザイン政策パッケージを実施した場合の人口分布として採用する。図4.2.2にリデザイン政策パッケージのもとで想定される都道府県別人口のBAUベースラインシナリオからの変化量を示す。



図 4.2.2 リデザイン政策パッケージによる都道府県別人口への影響（BAU ベースラインからの変化量）

#### 4.2.3 政策シミュレーションにおける政策評価手法の検討

経済モデルを活用した定量的政策影響評価を行う一般的な手法では、評価対象となる政策パッケージを想定しないベースラインシナリオにおける結果と、ベースラインシナリオに評価対象となる政策パッケージを外生ショックとして与えた政策シナリオにおける結果を比較し、外生ショックを与えたことによる変化を政策パッケージによる影響として評価する。本研究でも、ベースラインシナリオとして、現状の延長上にあるBAUベースラインではなく、想定するリデザイン政策パッケージが導入されない場合でも実現すると想定される技術革新・社会変革を想定した技術革新ベースラインを構築した上で、政策パッケージを外生ショックとして与え、その結果生じる変化を政策影響として検出する一般的な手法を想定していた。

技術革新ベースラインおよびリデザイン政策パッケージに関する検討を進めるなかで、この手法に加え、技術革新ベースラインシナリオにリデザイン政策パッケージを反映した政策シナリオの結果を現状と比較することにより、実現する社会像を描写することが有効と考えるにいたった。例えば、ネットゼロに向かたGHG排出量削減については、技術革新ベースラインシナリオすでに相当分が削減されることが予想され、リデザイン政策パッケージでどれだけ削減したかよりも、むしろ全体としての削減効果が重要となる。また、リデザイン政策パッケージによる人口分布への影響のように、技術革新ベースラインシナリオで想定されている技術変化・社会変革と、リデザイン政策パッケージによる影響を分離することが難しいものもあるが、この場合も政策シナリオの結果と現状の比較であれば評価が可能である。

さらに、リデザイン政策パッケージの政策目標を考えた場合、単に気候変動などの環境問題に対処しながら経済成長を実現することを目的とするのではなく、ネットゼロや高い資源効率性の実現に加え、一極集中による地方衰退、気候変動や自然災害に関するリスク、新型コロナパンデミックに限らず新たなパンデミックが発生するリスク、さらにはウクライナ危機で明らかとなったエネルギーや食糧の安定供給も含めた様々な安全保障上のリスクといった、様々なリスクに対してレジリエントな社会を築くことも重要な目的であり、リスクに対するレジリエンスの評価も必要と考えられる。この目的で、モデル分析で扱いやすいエネルギー価格高騰あるいは食料価格高騰のリスクに関し、ベースラインシナリオと政策シナリオのそれぞれに対して同じ価格高騰ショックを外生的に与えて比較する手法を検討する。

以上から、本研究では以下の3つの政策評価手法を使い分けることとする。

- 政策シナリオの結果と技術革新ベースラインシナリオの比較により、リデザイン政策パッケージの影響を評価する。
- 政策シナリオの結果を現状と比較し、リデザイン政策パッケージで実現する社会像を描写する。
- 政策シナリオと技術革新ベースラインシナリオに同じ外生ショック（エネルギー価格高騰、穀物価格高騰を想定）を与え、外生ショックに対するレジリエンスの改善効果を評価する。

## 4.3 結論

### 4.3.1 令和4年度研究の成果

今年度は E3ME モデルおよび 47 都道府県 CGE モデルを用いた政策シミュレーションの実施を目指して作業を行った。本研究が対象とする 2050 年の脱炭素・循環型・分散型の社会は、より持続可能な生産と消費のモデルへの抜本的変革なしに実現できるものではなく、大規模なデジタル技術導入や人工知能の普及、自動運転や MaaS の普及、あるいはテレワークの普及に伴う都市部から地方への移住の進展といった大規模な社会変革を伴うため、リデザイン政策パッケージに関わらず見込まれる将来像についてレビューを行い、技術革新ベースラインシナリオの構築を試みた。作業過程において、当初想定していた手法では E3ME モデルを用いた政策シミュレーションを行う上で有効な技術革新ベースラインシナリオの構築が難しいとの結論にいたり、方法論の見直しを進めている。そのため、モデル開発作業が来年度にずれ込むこととなった。

政策パッケージ策定に関しては、地域再エネの活用、資源の高度利用、循環経済、地域一次産業振興と地産地消による地域資源の活用、対面・オンラインのそれぞれの利点を組み合わせた働き方・学び方・暮らし方、を中心とした政策手段の検討を行った。

### 4.3.2 環境政策への貢献

上述のように、本年度は大幅な研究方針の見直しに伴い、環境政策に貢献する成果が挙げられていない状況である。

### III. 今後の研究方針（課題含む）



### **III. 今後の研究方針**

上述のように、モデル開発に関する方法を大きく見直したため、新しい方針に基づきますはE3MEモデルを用いた技術革新ベースラインシナリオを構築し、できるだけ早く政策シミュレーションを実施することを目指す。また、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について、リデザイン政策パッケージの実施による結果について、E3MEモデルの出力を外生的に反映するためのモデル更新作業を進める。そのうえで、2つのモデルによる政策シナリオシミュレーションを踏まえ、今年度検討した3つの政策評価手法を用いて評価する。次年度は最終年度であることから、最終成果を公開シンポジウムで発信する。



IV. 添付資料（参考文献など）



添付1 第11回科学技術予測調査による2040年の社会のイメージ

番号	解説	科学技術トピック	科学技術的実現時期	社会的実現時期
A1	手のひらサイズで、航空機内などどこへでも持ち運ぶことができ、迅速に感染症への感染の有無などを検知・判定できる超軽量センサー	特定の感染症への感染の有無や感染者の他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する、汚染区域や航空機内等でも使用可能な超軽量センサー	2029年	2031年
A2	個人の心理状態や感覚・味覚などを記録し、共有できる体験伝達メディア	個人の体験を、感覚情報のみならず、そのときの心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それを編集・伝達・体験・共有できるようにするメディア	2030年	2033年
A3	発話ができない人や動物等が言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現することができるポータブル会話装置	発話ができない人や動物が言語表現を理解したり、自分の意志を言語にして表現したりすることができるポータブル会話装置	2031年	2034年
A4	遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム	病変部位の迅速識別能力の向上と早期発見が可能となる、非侵襲診断機器のコンパクト化とAI導入	2026年	2028年
		遠隔で、認知症などの治療や介護が可能になる超分散ホスピタルシステム（自宅、クリニック、拠点病院との地域ネットワーク）	2028年	2030年
A5	あらゆる言語をリアルタイムで翻訳・通訳できるシステム	画像認識と音声認識が融合したリアルタイム自動翻訳	2027年	2029年
A6	遠隔地の人やロボットを自在に操れる身体共有技術	誰もが遠隔地の人やロボットの動作の一部若しくは全身を自在に操り、身体の貸主や周囲の人と協調して作業を行うことができる身体共有技術	2030年	2033年
A7	視覚障がい者や高齢者が安心して自由に移動できるナビゲーションシステム	高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行き行動できる情報を提供するナビゲーションシステム	2025年	2028年
A8	自律型都市におけるエネルギーコントロール	小都市（人口10万人未満）における100%再生エネルギーのスマートシティ化を実現する、スマートグリッド制御システム	2029年	2033年

番号	解説	科学技術トピック	科学技術的実現時期	社会的実現時期
B1	人工衛星を活用したリアルタイムの災害リスク評価システム	人工衛星・気象観測データ等を活用したリアルタイムの高空間・高時間解像度気象予測と災害リスク評価システム	2028年	2030
		準天頂衛星の測位データを利用し、国土や大型構造物の変化や災害時の変状をリアルタイムで定量的に判定する技術	2028年	2029年
B2	誰でも、いつでも、どこでも、個人の能力・興味に合わせた学びに対応できるデジタル環境	全ての国民がＩＴリテラシーを身に付けることによる、誰もがデジタル化の便益を享受できるインクルーシブな社会の実現とＩＴ人材不足の解消	2028年	2032年
		教育にA I・ブロックチェーンが導入され、学校の枠を超えた学習スタイルが構築され、生涯スキルアップ社会の実現	2028年	2032年
		全ての書籍が電子ブックとなる（紙による本の消滅）	2028年	2032年
B3	話し言葉でも文脈を捉えた文章に自動整理・文字化できるA Iシステム	非定形の文章・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術	2026年	2029年
B4	人の心身の状態を分析しすぐにアドバイスしてくれる超小型デバイス	運動や記憶、情報処理、自然治癒など、人の心身における各種能力を加速・サポートするための、センシング・情報処理・アクチュエーション機能が統合された超小型HMI（ヒューマン・マシン・インターフェイス）デバイス	2029年	2032年
B5	I o Tを利用した精密農業の普及	自動運転トラクタ等による無人農業、I o Tを利用した精密農業の普及と、それらを通じて取得した環境データ等に基づいた環境制御システム	2026年	2027年
B6	量子情報通信技術に基づく安全性の高い自動運転システム	量子情報通信技術の発展により、I C Tシステムの安全性の根拠が、既存の暗号技術に基づくものから、量子技術等に基づく新たな安全性のフレームワークへ置換	2031年	2035年
B7	コンピュータシステム等への不正侵入を防止する技術	重要インフラ、自動車などの制御システムや個人用I o T機器・サービスに対し不正な侵入を防止する技術（不正な通信の実現確率を事実上無視できる程度に低減する技術）	2028年	2029年
B8	場所を限定せず操作できる自動運転システム	レベル5の自動運転（場所の限定なくシステムが全てを操作する）	2030年	2034年
		自律航行可能な無人運航商船	2027年	2031年

番号	解説	科学技術トピック	科学技術的実現時期	社会的実現時期
B9	遠隔地の人やロボットを自在に操れる身体共有技術（再掲）	誰もが遠隔地の人やロボットの動作の一部若しくは全身を自在に操り、身体の貸主や周囲の人と協調して作業を行うことができる身体共有技術	2030年	2033年
B10	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどと競うことができる拡張現実スポーツ	過去の自分自身や偉人、遠隔地の人、ビデオゲームのキャラクターなどと競うことが可能な実空間上の自然な情報提示によるA R（拡張現実）スポーツ	2028年	2030年
C1	血液分析によるがんや認知症の早期診断	血液による、がんや認知症の早期診断・病態モニタリング	2027年	2029年
C2	匠技能の計測とモデリングを通じて職人の技と経験を習得できるA Iシステム	匠（熟練技能者など）の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を自動的にアーカイブ化するシステム	2026年	2029年
C3	橋梁などのコンクリート構造物の組立てなど危険が伴う作業をユニット化により無人化	橋梁などのコンクリート構造物のユニット化による、現場での組立ての自動化	2026年	2027年
C4	移植が可能な臓器の3 Dプリント	3 Dプリント技術を用いた再生組織・臓器の製造（バイオファブリケーション）	2031年	2034年
C5	生体に完全に融合し、不自由なく生活できる義体	全ての皮膚感覚の脳へのフィードバック機能を備えた義手	2032年	2036年
		ナノテクノロジーによる生体人工物界面制御の精密化に基づく、高機能インプラント機器やドラッグデリバリーシステム（D D S）技術を可能とする高度な生体適合性材料	2029年	2032年
C6	薬物動態・がんマーカー・感染・血液成分をモニタリングするウェアデバイス	体内情報をモニタリングするウェアラブルデバイス	2028年	2031年
C7	アーカイブされた職人技を教えてくれる農業ロボット	匠（熟練技能者など）の技能の計測とモデリングを通じ、暗黙知を自動的にアーカイブ化するシステム	2026年	2029年
		初心者でも使える機械学習活用基盤の普及	2024年	2025年
C8	身体の負担度が高く高度な育成・収穫技術を代替する自立型農業ロボット	人間を代替する農業ロボット	2026年	2029年
D1	カスタマイズされた製品を大量生産並みのコストでできる3 Dプリント	従来の大量生産技術と同等の生産性を有する付加製造（3 Dプリント）技術	2027年	2030年
D2	収穫した作物を、ドローンで集荷場所等に自動運搬するシステム	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、無人工場、無人店舗、無人物流倉庫、無人宅配搬送の実現	2026年	2029年

番号	解説	科学技術トピック	科学技術的実現時期	社会的実現時期
D3	小型電子機器類、廃棄物などからレアメタルを回収・利用する技術	小型電子機器類、廃棄物・下水汚泥焼却飛灰からレアメタルを合理的に回収・利用する技術	2028年	2031年
D4	人工食材をベースに、オーダメイドで製造する3Dフードプリント	人工肉など人工食材をベースに、食品をオーダメイドで製造（造形）する3Dフードプリント技術	2028年	2030年
D5	エネルギー効率20%以上の人工光合成技術	CO <sub>2</sub> の還元による再資源化（燃料や化学原料を合成）をエネルギー効率20%以上で可能とする、光還元触媒及び人工光合成	2036年	2039年
D6	大容量の発電が可能な洋上浮体式風力発電	50MW級洋上浮体式風力発電	2028年	2032年
D7	経年劣化・損傷を自己修復できる構造材料	経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築構造物の機能を維持できる構造材料	2033年	2035年
D8	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	経済的かつ大規模安定供給可能な長期の水素貯蔵技術	2032年	2034年
D9	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造	太陽光・風力発電の余剰電力を用いた水素製造	2027年	2031年
D10	交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池	電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池	2029年	2032年
D11	都市部で人を運べるドローン	都市部で人を運べる「空飛ぶ車・ドローン」	2029年	2033年
D12	豪雨・活火山・地震などの自然災害の発生時期、被害の予測技術	局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊及び土構造物のリアルタイム被害予測	2027年	2029年
		IoT機器を活用した大規模な地震災害時のリアルタイム被害把握・拡大予測システム	2026年	2028年
		日本国内の全火山に対し、次に噴火しそうな、若しくはしそうにない火山を見いだすための切迫度評価	2031年	2033年
		マグニチュード7以上の内陸地震の発生場所、規模、発生時期（30年以内）、被害の予測技術	2037年	2036年

## 添付2 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 (Revised version in March 2023, Based on the version in March 2022)

\$ONTEXT

=====

Author: Pongsun Bunditsakulchai, Satoshi Kojima

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
- Accomodating modified IO data reflecting technological advanced scenarios

=====

\$OFFTEXT

\* Set program version here:

\* Use underscore instead of comma, e.g. 1.2 -> 1\_2

\$SETGLOBAL version\_no 1\_1

\$ONTEXT

Copyright (c) 2023, 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 changes 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

```
$OFFSYMREF
```

```
* 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 proopath "C:¥Users¥Pongsun¥Documents¥GAMS¥PSEE¥R47C41_1_1" ## For Windows  
$SETGLOBAL proopath /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 excel_results    result/results_%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%elast_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 currency 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 currency 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

```
pexpr0      = 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));
pfm0(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 pexpr0, 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]"
    qhhdm0(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 investment 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);
qhhdee0(s,c)$cm(c)  = 0;
qhhdm0(s,c)$ce(c)   = 0;
qhhdee0(s)            = sum(ce,fd_hhd(ce,s)/pq0(s,ce));
qhhdm0(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, qhhdm0,
        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)	= qhhdm0(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
```

```
qfn0(r)      "BM: Non-capital factor supply endowment [million unit]"  
qfc0(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]"  
;
```

```
qfn0(r)      = sum(a,vatbl('lab',r,a))/pfn0(r);  
qfc0(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*pexpr0 - 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 qfn0, qfc0, 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),qfc0(r,a)*(ror0(r,a)*pfc0
                               /pv0/irr0)**2);
qv0(r,a)    = qfc0(r,a)*gamma0*(ror0(r,a)*pfc0/pv0
                               /irr0)**2;
zv0         = sum((r,a),qv0(r,a));
cap_gen     = zv0/sum((r,a),qfc0(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 #####
```

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

```
* 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"
qhhdm(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_ccppm(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_qhhdm(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)..

$$\begin{aligned}
& \text{cva}(r,a) = E = \\
& ((1/\text{tfpZ}(r)) * (\text{sh}_l(r,a) * \text{pfn}(r))^{**}(1-\text{elas}_va(a)) \\
& + \text{sh}_k(r,a) * (\text{ror}(r,a) * \text{pfcZ})^{**}(1-\text{elas}_va(a)))^{**}(1/(1-\text{elas}_va(a))) \\
& ) * (\text{elas}_va(a) \neq 1) \\
& + \\
& (1/\text{tfpZ}(r)) * \text{pfn}(r) * \text{sh}_l(r,a) * (\text{ror}(r,a) * \text{pfcZ})^{**} \text{sh}_k(r,a) \\
& ) * (\text{elas}_va(a) = 1) * (\text{dmy}_va(r,a) \neq 1) \\
& + \\
& (((\text{sh}_l(r,a) * \text{pfn}(r))^{**}(1-\text{elas}_va(a)) \\
& + \text{sh}_k(r,a) * (\text{ror}(r,a) * \text{pfcZ})^{**}(1-\text{elas}_va(a)))^{**}(1/(1-\text{elas}_va(a))) \\
& ) * (\text{elas}_va(a) \neq 1) \\
& + \\
& (\text{pfn}(r) * \text{sh}_l(r,a) * (\text{ror}(r,a) * \text{pfcZ}))^{**} \text{sh}_k(r,a) \\
& ) * (\text{elas}_va(a) = 1) * (\text{dmy}_va(r,a) = 1);
\end{aligned}$$

e\_cne(r,a)\$cost\_ne(r,a)..

$$\begin{aligned}
& \text{cne}(r,a) = E = \\
& ((\text{sh}_cl(r,a) * \text{pq}(r,'c02'))^{**}(1-\text{elas}_ne(a)) + \text{sh}_ol(r,a) * \text{pq}(r,'c05'))^{**}(1-\text{elas}_ne(a)) \\
& + \text{sh}_gs(r,a) * \text{pq}(r,'c15'))^{**}(1-\text{elas}_ne(a)))^{**}(1/(1-\text{elas}_ne(a))) \\
& ) * (\text{elas}_ne(a) \neq 1) \\
& + \\
& (\text{pq}(r,'c02'))^{**} \text{sh}_cl(r,a) * \text{pq}(r,'c05'))^{**} \text{sh}_ol(r,a) * \text{pq}(r,'c15'))^{**} \text{sh}_gs(r,a) \\
& ) * (\text{elas}_ne(a) = 1);
\end{aligned}$$

e\_cee(r,a)\$cost\_ee(r,a)..

$$\begin{aligned}
& \text{cee}(r,a) = E = \\
& ((\text{sh}_el(r,a) * \text{pq}(r,'c14'))^{**}(1-\text{elas}_ee(a)) + \text{sh}_ne(r,a) * \text{cne}(r,a))^{**}(1-\text{elas}_ee(a)))^{**}(1/(1-\text{elas}_ee(a)))
\end{aligned}$$

```

)$(elas_ee(a) ne 1)
+
(pq(r,'c14')**sh_el(r,a)**cne(r,a)**sh_ne(r,a)
)$(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)*(pexprZ*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))));$

$e\_cu(r)..$   
 $cu(r) =E= chhd(r);$

$e\_chhd(r)..$   
 $chhd(r) =E= ((sh\_hhdee(r)*ccmpe(r)**(1-elas\_chd)+sh\_hhdm(r)*ccmpm(r)**(1-elas\_chd))**((1/(1-elas\_chd)))$   
 $\quad\quad\quad )$(elas\_chd ne 1)$   
 $\quad\quad\quad +$   
 $\quad\quad\quad (ccmpe(r)**sh\_hhdee(r)*ccmpm(r)**sh\_hhdm(r))$(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)))$   
 $\quad\quad\quad )$(elas\_chde ne 1)$   
 $\quad\quad\quad +$   
 $\quad\quad\quad (prod(ce$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)))$   
 $\quad\quad\quad )$(elas\_chdm ne 1)$   
 $\quad\quad\quad +$   
 $\quad\quad\quad (prod(cm$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))$   
 $\quad\quad\quad )**((1/(1-elas\_gov)))$(elas\_gov ne 1)$   
 $\quad\quad\quad +$   
 $\quad\quad\quad (prod((r,c)$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=

zdd(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\_qhhdm(r)\$qhhdm0(r)..

qhhdm(r) =E=

\* m\_hhd(r)\*(chhd(r)/ccmpm(r))\*\*elas\_chd;

$qhcmp(r)*(chhd(r)/ccmpm(r))^{**}(elas\_chd);$

$e\_qhhde(r,c)\$qhhde0(r,c)..$   
 $qhhde(r,c) =E=$   
 $qhhdee(r)*(ccmpe(r)/pq(r,c))^{**}(elas\_chde);$

$e\_qhhdm(r,c)\$qhhdm0(r,c)..$   
 $qhhdm(r,c) =E=$   
 $qhhdmm(r)*(ccmpm(r)/pq(r,c))^{**}(elas\_chdm);$

$e\_qgov(r,c)\$qgov0(r,c)..$   
 $qgov(r,c) =E=$   
 $* 1;$   
 $(m\_gov/cgov)*(cgov/pq(r,c))^{**}(elas\_gov);$

$e\_qnhc(r,c)\$qnhc0(r,c)..$   
 $* qnhc(r,c) =E= 1;$   
 $qnhc(r,c)*qnhc0(r,c)*pq(r,c) =E=$   
 $(m\_nhc*m\_nhc0 - s\_nhc0)*sh\_nhc(r,c);$

$*e\_qmns(r,c)\$fd\_mns(r,c)..$   
 $* qmns(r,c)*fd\_mns(r,c) =E=$   
 $* 1;$

$* ----- *$

$* \text{ Institution block (3)}$

$e\_m\_hhd(r)..$   
 $m\_hhd(r)*m\_hhd0(r) =E=$   
 $(1-tr\_dir(r))*(pfn(r)*pfn0(r)*qfnZ(r) + sum(a,ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a)));$

$e\_m\_gov..$   
 $m\_gov*m\_gov0 =E= sum(r,tr\_dir(r)*(pfn(r)*pfn0(r)*qfnZ(r)) +$   
 $sum(a,ror(r,a)*ror0(r,a)*pfcZ*qfcsZ(r,a))) +$   
 $+ sum((r,a),(tr\_ind(r,a)+tr\_sub(r,a))*cva(r,a)*qva(r,a)*qva0(r,a))$   
 $+ sum((r,c),tr\_imp(r,c)*(pexrZ*pwmZ(r,c))*qim(r,c)*qim0(r,c));$

$e\_m\_nhc..$   
 $* m\_nhc*m\_nhc0 =E= sum((r,a),sh\_nhd(r,a)*px(r,a)*px0(r,a)*zx(r,a)*qx0(r,a));$

```

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)$qfnZ(r)..  

qfnZ(r)      =E=  sum(a,qfn(r,a)*vatbl('lab',r,a));

e_ror(r,a)$qfcZ(r,a)..  

qfcZ(r,a)    =E=  qfc(r,a)*qfc0(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)..=E=
grpZ(r) =E= m_hhd(r)*m_hhd0(r)
           + tr_dir(r)*(pfm(r)*pfm0(r)*qfnZ(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..=E=
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..=E=
(zv*zv0)*(pv*pv0) =E= sav*totalsav0;

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

e_ror_r$ror_r0..=E=
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_qhhdmn.qhhdmn,

```

```

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

$GOTO endloop5

$LABEL endloop5

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

```

\* 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 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 HOLD FIXED 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 determining whether
initial values of variables represent a solution of the model
equations. Whether these initial equation values are printed is
determined by the LIMROW option. Equations which are not satisfied 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.HOLD FIXED   = 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.HOLD FIXED   = 1;
$IF NOT %solve_mcp% == 0 CRIEPI_mcp.TOLINFREP   = .0001;

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

```

\* 7.1 VARIABLE DEFINITIONS #####

\* ----- \*

\* Variable initialization:

\* ----- \*

\* Variable initialization:

zx.l(r,a) = 1;

zts.l(r,c) = 1;

zq.l(r,c) = 1;

cva.l(r,a) = 1;

cne.l(r,a) = 1;

cee.l(r,a) = 1;

ceva.l(r,a) = 1;

cx.l(r,a) = 1;

cts.l(r,c) = 1;

cdd.l(r,c) = 1;

cq.l(r,c) = 1;

cu.l(r) = 1;

chhd.l(r) = 1;

ccmpe.l(r) = 1;

ccppm.l(r) = 1;

cgov.l = 1;

px.l(r,a) = 1;

pfn.l(r) = 1;

ror.l(r,a) = 1;

pts.l(r,c) = 1;

pds.l(r,c) = 1;

pq.l(r,c) = 1;

pexrZ.l = 1;

qfn.l(r,a) = 1;

qfc.l(r,a) = 1;

qva.l(r,a) = 1;

qee.l(r,a) = 1;

qel.l(r,a) = 1;

qne.l(r,a) = 1;

```

qcl.l(r,a)      = 1;
qol.l(r,a)      = 1;
qgs.l(r,a)      = 1;

qex.l(r,c)      = 1;
qds.l(r,c)      = 1;
qim.l(r,c)      = 1;
qdd.l(r,c)      = 1;
qrs.l(r,c,s)    = 1;
qhcmp.l(r)       = 1;
qhsav.l(r)       = 1;
qhhdee.l(r)      = 1;
qhhdm.l(r,c)     = 1;
qgov.l(r,c)      = 1;
qnhc.l(r,c)      = 1;

m_hhd.l(r)       = 1;
m_gov.l          = 1;
m_nhc.l          = 1;

s_hhd.l(r)       = 1;
s_gov.l          = 1;
*   s_nhc.l        = 1;
bop.l            = 1;
sav.l            = 1;

pv.l              = 1;
zv.l              = 1;
qinv.l(r,c)      = 1;
ror_r.l          = 1;
qv.l(r,a)        = 1;

tfpZ.l(r)         = 1;
*   grpZ.l(r)      = GRP_FD(r);

```

\* ----- \*

\* Imposing lower limits on selected variables:

\* This may improve solver performance.

zx.lo(r,a) = 1e-6;

zts.lo(r,c) = 1e-6;

zq.lo(r,c) = 1e-6;

cva.lo(r,a) = 1e-6;

cne.lo(r,a) = 1e-6;

cee.lo(r,a) = 1e-6;

ceva.lo(r,a) = 1e-6;

cx.lo(r,a) = 1e-6;

cts.lo(r,c) = 1e-6;

cdd.lo(r,c) = 1e-6;

cq.lo(r,c) = 1e-6;

cu.lo(r) = 1e-6;

chhd.lo(r) = 1e-6;

ccmpe.lo(r) = 1e-6;

ccppm.lo(r) = 1e-6;

cgov.lo = 1e-6;

px.lo(r,a) = 1e-6;

pfn.lo(r) = 1e-6;

ror.lo(r,a) = 1e-6;

pts.lo(r,c) = 1e-6;

pds.lo(r,c) = 1e-6;

pq.lo(r,c) = 1e-6;

pexrZ.lo = 1e-6;

m\_hhd.lo(r) = 1e-6;

m\_gov.lo = 1e-6;

sav.lo = 1e-6;

pv.lo = 1e-6;

zv.lo = 1e-6;

ror\_r.lo = 1e-6;

tfpZ.lo(r) = 1e-6;

\* ----- \*

\* Fixing variables not in model at zero:

```

zx.fx(r,a)$(NOT qx0(r,a))          = 0;
zq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))          = 0;
zts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))         = 0;

cva.fx(r,a)$(NOT qva0(r,a))         = 0;
cne.fx(r,a)$(NOT cost_ne(r,a))      = 0;
cee.fx(r,a)$(NOT cost_ee(r,a))      = 0;
ceva.fx(r,a)$(NOT qeva0(r,a))       = 0;
cx.fx(r,a)$(NOT qx0(r,a))           = 0;
cts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))         = 0;
cdd.fx(r,c)$(NOT qdd0(r,c))         = 0;
cq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))         = 0;

qfn.fx(r,a)$(NOT vatbl('lab',r,a)) = 0;
qfc.fx(r,a)$(NOT qfcsZ(r,a))       = 0;
qva.fx(r,a)$(NOT qva0(r,a))         = 0;
qee.fx(r,a)$(NOT qee0(r,a))         = 0;
qne.fx(r,a)$(NOT qne0(r,a))         = 0;
qel.fx(r,a)$(NOT qel0(r,a))         = 0;
qcl.fx(r,a)$(NOT qcl0(r,a))         = 0;
qol.fx(r,a)$(NOT qol0(r,a))         = 0;
qgs.fx(r,a)$(NOT qgs0(r,a))         = 0;

qex.fx(r,c)$(NOT qex0(r,c))         = 0;
qds.fx(r,c)$(NOT cost_ds(r,c))       = 0;
qim.fx(r,c)$(NOT qim0(r,c))         = 0;
qdd.fx(r,c)$(NOT qdd0(r,c))         = 0;
qrs.fx(r,c,s)$(NOT qrs0(r,c,s))     = 0;
qhhdee.fx(r)$(NOT qhhdee0(r))        = 0;
qhhdm.mfx(r)$(NOT qhhdm0(r))        = 0;
qhhde.fx(r,c)$(NOT qhhde0(r,c))      = 0;
qhhdm.fx(r,c)$(NOT qhhdm0(r,c))      = 0;
qgov.fx(r,c)$(NOT qgov0(r,c))        = 0;
qnhc.fx(r,c)$(NOT qnhc0(r,c))        = 0;

px.fx(r,a)$(NOT px0(r,a))           = 0;
pfn.fx(r)$(NOT qfnsZ(r))            = 0;

```

```

ror.fx(r,a)$(NOT qfcZ(r,a))      = 0;
pts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))      = 0;
pds.fx(r,c)$(NOT Cost_ds(r,c))   = 0;
pq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))       = 0;

qinv.fx(r,c)$(NOT qinv0(r,c))    = 0;
qv.fx(r,a)$(NOT qv0(r,a))        = 0;

```

\*#\*#\*#\*#\*# THE END OF FILE \*#\*#\*#\*#\*

\*===== 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/
```

```
tevl(tsim) "Time period for evaluation"
```

```
/Y2011*Y2025/
```

```
*      tevl2(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);  
qfnZ(r)       = qfn(r,tsim);  
qfcZ(r,a)     = qfc(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 qfnZ, qfcZ, 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$scn_cf(scen)      = 1;      ## Fixed saving ratio
  elas_chd$scn_cf(scen)     = 0.5;    ## Fixed expenditure share DF = 1
  elas_chde$scn_cf(scen)    = 0;      ## Leontief function of energy consumption DF = 0
  elas_chdm$scn_cf(scen)    = 2;      ## DF = 2
  elas_gov$scn_cf(scen)     = 1;
  elas_inv$scn_cf(scen)     = 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;

* -----
* Calculating results:
* Recording solution of each period
  s_cva(r,a,tsim,scn)      = cva.l(r,a);
  s_cne(r,a,tsim,scn)      = cne.l(r,a);

```

s_cee(r,a,tsim,scn)	= cee.l(r,a);
s_ceva(r,a,tsim,scn)	= ceva.l(r,a);
s_cx(r,a,tsim,scn)	= cx.l(r,a);
s_cts(r,c,tsim,scn)	= cts.l(r,c);
s_cdd(r,c,tsim,scn)	= cdd.l(r,c);
s_cq(r,c,tsim,scn)	= cq.l(r,c);
s_cu(r,tsim,scn)	= cu.l(r);
s_chhd(r,tsim,scn)	= chhd.l(r);
s_ccmpe(r,tsim,scn)	= ccmpe.l(r);
s_ccppm(r,tsim,scn)	= cccpm.l(r);
s_cgov(tsim,scn)	= cgov.l;
s_qfn(r,a,tsim,scn)	= qfn.l(r,a);
s_qfc(r,a,tsim,scn)	= qfc.l(r,a);
s_qee(r,a,tsim,scn)	= qee.l(r,a);
s_qva(r,a,tsim,scn)	= qva.l(r,a);
s_qel(r,a,tsim,scn)	= qel.l(r,a);
s_qne(r,a,tsim,scn)	= qne.l(r,a);
s_qcl(r,a,tsim,scn)	= qcl.l(r,a);
s_qol(r,a,tsim,scn)	= qol.l(r,a);
s_qgs(r,a,tsim,scn)	= qgs.l(r,a);
s_qex(r,c,tsim,scn)	= qex.l(r,c);
s_qds(r,c,tsim,scn)	= qds.l(r,c);
s_qim(r,c,tsim,scn)	= qim.l(r,c);
s_qdd(r,c,tsim,scn)	= qdd.l(r,c);
s_qrs(r,c,s,tsim,scn)	= qrs.l(r,c,s);
s_qhcmp(r,tsim,scn)	= qhcmp.l(r);
s_qhsav(r,tsim,scn)	= qhsav.l(r);
s_qhhdee(r,tsim,scn)	= qhhdee.l(r);
s_qhhdm(r,tsim,scn)	= qhhdm.l(r);
s_qhhde(r,c,tsim,scn)	= qhhde.l(r,c);
s_qhhdm(r,c,tsim,scn)	= qhhdm.l(r,c);
s_qgov(r,c,tsim,scn)	= qgov.l(r,c);
s_qnhc(r,c,tsim,scn)	= qnhc.l(r,c);
s_m_hhd(r,tsim,scn)	= m_hhd.l(r);
s_m_gov(tsim,scn)	= m_gov.l;
s_m_nhc(tsim,scn)	= m_nhc.l;

s_zx(r,a,tsim,scn)	= zx.l(r,a);
s_zts(r,c,tsim,scn)	= zts.l(r,c);
s_zq(r,c,tsim,scn)	= zq.l(r,c);
s_px(r,a,tsim,scn)	= px.l(r,a);
s_pfn(r,tsim,scn)	= pfn.l(r);
s_ror(r,a,tsim,scn)	= ror.l(r,a);
s_pts(r,c,tsim,scn)	= pts.l(r,c);
s_pds(r,c,tsim,scn)	= pds.l(r,c);
s_pq(r,c,tsim,scn)	= pq.l(r,c);
s_s_hhd(r,tsim,scn)	= s_hhd.l(r);
s_s_gov(tsim,scn)	= s_gov.l;
* s_s_nhc(tsim,scn)	= s_nhc.l;
s_bop(tsim,scn)	= bop.l;
s_sav(tsim,scn)	= sav.l;
s_pv(tsim,scn)	= pv.l;
s_zv(tsim,scn)	= zv.l;
s_qinv(r,c,tsim,scn)	= qinv.l(r,c);
s_ror_r(tsim,scn)	= ror_r.l;
s_qv(r,a,tsim,scn)	= qv.l(r,a);

\* ----- \*

\* Calculating level of each indicator

\* HH income

l_mhh0(r,tsim,scn)	= m_hhd0(r)*s_m_hhd(r,tsim,scn);
l_mhh('Japan',tsim,scn)	= sum(r,l_mhh(r,tsim,scn));
l_mhh_tot(r,scn)	= sum(tevl,l_mhh(r,tevl,scn));
l_mhh_tot('Japan',scn)	= sum(tevl,l_mhh('Japan',tevl,scn));

\* GOV income

l_mgov(tsim,scn)	= m_gov0*s_m_gov(tsim,scn);
l_mgov_tot(scen)	= sum(tevl,l_mgov(tevl,scn));

\* CPI

l_cpi(r,tsim,scn)	= sum(c,pq.l(r,c)*pq0(r,c)*cwst(r,c));
-------------------	--

$$l\_cpi('Japan',tsim,scn) = \text{sum}((r,c), pq.l(r,c)*pq0(r,c)*cwstjpn(r,c));$$

\* PPI

$$l\_ppi(r,tsim,scn) = \text{sum}(c, px.l(r,c)*px0(r,c)*pwst(r,c));$$

$$l\_ppi('Japan',tsim,scn) = \text{sum}((r,c), px.l(r,c)*px0(r,c)*pwstjpn(r,c));$$

\* Utility

$$l\_u(r,tsim,scn) = m\_hhd.l(r)/chhd.l(r);$$

$$l\_u('Japan',tsim,scn) = \text{sum}(r, l\_u(r,tsim,scn));$$

\* Savings

$$l\_sav(r,tsim,scn) = s\_hhd.l(r)*s\_hhd0(r);$$

$$l\_sav('Japan',tsim,scn) = \text{sum}(r, l\_sav(r,tsim,scn));$$

\* Consumption

$$\begin{aligned} l\_cmp(r,tsim,scn) &= \text{sum}(c, qhhdm.l(r,c)*qhhdm0(r,c))*ccmpm.l(r) \\ &\quad + \text{sum}(c, qhhde.l(r,c)*qhhde0(r,c))*ccmpe.l(r); \end{aligned}$$

$$l\_cmp('Japan',tsim,scn) = \text{sum}(r, l\_cmp(r,tsim,scn));$$

\* Final demand

$$\begin{aligned} l\_fd(r,c,tsim,scn) &= qhhdm.l(r,c)*qhhdm0(r,c) + qhhde.l(r,c)*qhhde0(r,c) + qnhc.l(r,c)*qnhc0(r,c) \\ &\quad + qgov.l(r,c)*qgov0(r,c) + qinv.l(r,c)*qinv0(r,c); \end{aligned}$$

\* BOP

$$l\_bop(tsim,scn) = bop.l*bop0;$$

\* Commodity prices

$$l\_px(r,a,tsim,scn) = px.l(r,a)*px0(r,a);$$

$$l\_pq(r,c,tsim,scn) = pq.l(r,c)*pq0(r,c);$$

\* Production output level

$$l\_x(r,a,tsim,scn) = zx.l(r,a)*qx0(r,a);$$

$$l\_q(r,c,tsim,scn) = zq.l(r,c)*qtd0(r,c);$$

\* Factor prices

$$l\_pfm(r,tsim,scn) = pfm.l(r)*pfm0(r);$$

$$l\_ror(r,a,tsim,scn) = ror.l(r,a)*ror0(r,a);$$

\* Factor demand

$l_{fn}(r,a,tsim,scn)$	$= qfn.l(r,a)*vatbl('lab',r,a);$
$l_{fc}(r,a,tsim,scn)$	$= qfc.l(r,a)*qfc0(r,a);$
<b>* Import level</b>	
$l_{im}(r,c,tsim,scn)$	$= qim.l(r,c)*qim0(r,c);$
$l_{vim}(r,c,tsim,scn)$	$= pexrZ.l*qim.l(r,c)*qim0(r,c);$
<b>* Export level</b>	
$l_{ex}(r,c,tsim,scn)$	$= qex.l(r,c)*qex0(r,c);$
$l_{vex}(r,c,tsim,scn)$	$= pexrZ.l*qex.l(r,c)*qex0(r,c);$
<b>* Intermediate input</b>	
$l_{qi}(r,c,a,tsim,scn)$	$= sh_i(r,c,a)*zx.l(r,a)*qx0(r,a)$ $+ qel.l(r,a)*utbl('c25',r,a)*dmy_el(r,c,a)$ $+ qccl.l(r,a)*utbl('c03',r,a)*dmy_cl(r,c,a)$ $+ qol.l(r,a)*utbl('c11',r,a)*dmy_ol(r,c,a)$ $+ qgs.l(r,a)*utbl('c26',r,a)*dmy_gs(r,c,a);$
<b>* Total intermediate use</b>	
$l_{int}(r,c,tsim,scn)$	$= sum(a,sh_i(r,c,a)*zx.l(r,a)*qx0(r,a))$ $+ sum(a,qel.l(r,a)*utbl('c25',r,a)*dmy_el(r,c,a))$ $+ sum(a,qccl.l(r,a)*utbl('c03',r,a)*dmy_cl(r,c,a))$ $+ sum(a,qol.l(r,a)*utbl('c11',r,a)*dmy_ol(r,c,a))$ $+ sum(a,qgs.l(r,a)*utbl('c26',r,a)*dmy_gs(r,c,a));$
<b>* Aggregated capital stock</b>	
$l_{qfc}(r,tsim,scn)$	$= sum(a,qfc0(r,a,tsim));$
<b>* Aggregated capital goods</b>	
$l_{zv}(tsim,scn)$	$= zv.l*zv0;$
<b>* GDP (final demand)</b>	
$l_{vgdp\_fd}(r,tsim,scn)$	$= sum(c,pq.l(r,c)*pq0(r,c)*qhhde.l(r,c)*qhhde0(r,c))$ $+ sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qhhdm.l(r,c)*qhhdm0(r,c))$ $+ sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qgov.l(r,c)*qgov0(r,c))$ $+ sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qinv.l(r,c)*qinv0(r,c))$ $+ sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qnhc.l(r,c)*qnhc0(r,c))$ $+ sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qex.l(r,c)*qex0(r,c))$ $- sum(c,pql.l(r,c)*pq0(r,c)*qim.l(r,c)*qim0(r,c))$

```

        + sum(c,fd_mns(c,r));
l_vgdp_fd('Japan',tsim,scn) = sum(r,l_vgdp_fd(r,tsim,scn));

```

\* Real GRP

```

l_qgdp(r,tsim,scn) = sum(c,qhhde.l(r,c)*qhhde0(r,c))
                     + sum(c,qhhdm.l(r,c)*qhhdm0(r,c))
                     + sum(c,qgov.l(r,c)*qgov0(r,c))
                     + sum(c,qinv.l(r,c)*qinv0(r,c))
                     + sum(c,qnhc.l(r,c)*qnhc0(r,c))
                     + sum(c,qex.l(r,c)*qex0(r,c))
                     - sum(c,qim.l(r,c)*qim0(r,c))
                     + sum(c,fd_mns(c,r));
l_qgdp('Japan',tsim,scn) = sum(r,l_qgdp(r,tsim,scn));
l_qgdp_tot(r,scn) = sum(tevl,l_qgdp(r,tevl,scn));
l_qgdp_tot('Japan',scn) = sum(tevl,l_qgdp('Japan',tevl,scn));

```

\* Price index of GRP (derived implicitly)

```

l_pgdp(r,tsim,scn) = l_vgdp_fd(r,tsim,scn)/l_qgdp(r,tsim,scn);

```

\* Decomposition of GDP change

```

l_qgdp_dcmp(r,'hhd',tsim,scn) = sum(c,qhhde.l(r,c)*qhhde0(r,c))
                                 + sum(c,qhhdm.l(r,c)*qhhdm0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'gov',tsim,scn) = sum(c,qgov.l(r,c)*qgov0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'inv',tsim,scn) = sum(c,qinv.l(r,c)*qinv0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'nhc',tsim,scn) = sum(c,qnhc.l(r,c)*qnhc0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'exp',tsim,scn) = sum(c,qex.l(r,c)*qex0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'imp',tsim,scn) = -1*sum(c,qim.l(r,c)*qim0(r,c));
l_qgdp_dcmp(r,'all',tsim,scn) = sum(ele_gdp,l_qgdp_dcmp(r,ele_gdp,tsim,scn));
l_qgdp_dcmp('Japan','all',tsim,scn) = sum((r,ele_gdp),l_qgdp_dcmp(r,ele_gdp,tsim,scn));

```

\*#\*#\*#\*#\*# THE END OF FILE #\*#\*#\*#\*

\* ----- \*

\* 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. EMISSION 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_qhhdm,  
    s_qhhde,s_qhhd,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_vgdः_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_qhhdm,
  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_call71010b.gdx', tfp;
$GOTO end

```

```
$LABEL grp_sim4
```

```

* -----
* Export results to EXCEL and GDX file:

```

```

* -----
* Variable initialization:

```

```

zx.l(r,a)      = 1;
zts.l(r,c)     = 1;
zq.l(r,c)      = 1;

```

cva.l(r,a) = 1;  
cne.l(r,a) = 1;  
cee.l(r,a) = 1;  
ceva.l(r,a) = 1;  
cx.l(r,a) = 1;  
cts.l(r,c) = 1;  
cdd.l(r,c) = 1;  
cq.l(r,c) = 1;  
cu.l(r) = 1;  
chhd.l(r) = 1;  
ccmpe.l(r) = 1;  
ccppm.l(r) = 1;  
cgov.l = 1;

px.l(r,a) = 1;  
pfn.l(r) = 1;  
ror.l(r,a) = 1;  
pts.l(r,c) = 1;  
pds.l(r,c) = 1;  
pq.l(r,c) = 1;  
pexprZ.l = 1;

qfn.l(r,a) = 1;  
qfc.l(r,a) = 1;  
qva.l(r,a) = 1;  
qee.l(r,a) = 1;  
qel.l(r,a) = 1;  
qne.l(r,a) = 1;  
qcl.l(r,a) = 1;  
qol.l(r,a) = 1;  
qgs.l(r,a) = 1;

qex.l(r,c) = 1;  
qds.l(r,c) = 1;  
qim.l(r,c) = 1;  
qdd.l(r,c) = 1;  
qrs.l(r,c,s) = 1;  
qhcmp.l(r) = 1;  
qhsav.l(r) = 1;

```

qhhdee.l(r)      = 1;
qhhdmr.l(r)      = 1;
qhhde.l(r,c)     = 1;
qhhdm.l(r,c)     = 1;
qgov.l(r,c)      = 1;
qnhc.l(r,c)      = 1;

m_hhd.l(r)       = 1;
m_gov.l          = 1;
m_nhc.l          = 1;

s_hhd.l(r)       = 1;
s_gov.l          = 1;
*   s_nhc.l        = 1;
bop.l            = 1;
sav.l            = 1;

pv.l             = 1;
zv.l             = 1;
qinv.l(r,c)      = 1;
ror_r.l          = 1;
qv.l(r,a)        = 1;

tfpZ.l(r)        = 1;
*   grpZ.l(r)      = GRP_FD(r);

* -----
* Imposing lower limits on selected variables:
* This may improve solver performance.

zx.lo(r,a)        = 1e-6;
zts.lo(r,c)       = 1e-6;
zq.lo(r,c)        = 1e-6;

cva.lo(r,a)       = 1e-6;
cne.lo(r,a)       = 1e-6;
cee.lo(r,a)       = 1e-6;
ceva.lo(r,a)      = 1e-6;
cx.lo(r,a)        = 1e-6;

```

```

cts.lo(r,c)      = 1e-6;
cdd.lo(r,c)      = 1e-6;
cq.lo(r,c)       = 1e-6;
cu.lo(r)         = 1e-6;
chhd.lo(r)       = 1e-6;
ccmpe.lo(r)      = 1e-6;
ccmpm.lo(r)      = 1e-6;
cgov.lo          = 1e-6;

```

```

px.lo(r,a)      = 1e-6;
pfn.lo(r)        = 1e-6;
ror.lo(r,a)      = 1e-6;
pts.lo(r,c)      = 1e-6;
pds.lo(r,c)      = 1e-6;
pq.lo(r,c)       = 1e-6;
pexprZ.lo        = 1e-6;

```

```

m_hhd.lo(r)     = 1e-6;
m_gov.lo         = 1e-6;

```

```

sav.lo           = 1e-6;

pv.lo            = 1e-6;
zv.lo            = 1e-6;
ror_r.lo         = 1e-6;
tfpZ.lo(r)       = 1e-6;

```

\* ----- \*

\* Fixing variables not in model at zero:

```

zx.fx(r,a)$(NOT qx0(r,a))      = 0;
zq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))      = 0;
zts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))     = 0;

```

```

cva.fx(r,a)$(NOT qva0(r,a))     = 0;
cne.fx(r,a)$(NOT cost_ne(r,a))   = 0;
cee.fx(r,a)$(NOT cost_ee(r,a))   = 0;
ceva.fx(r,a)$(NOT qeva0(r,a))    = 0;
cx.fx(r,a)$(NOT qx0(r,a))       = 0;

```

```

cts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))          = 0;
cdd.fx(r,c)$(NOT qdd0(r,c))          = 0;
cq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))          = 0;

qfn.fx(r,a)$(NOT vatbl('lab',r,a))   = 0;
qfc.fx(r,a)$(NOT qcfsZ(r,a))         = 0;
qva.fx(r,a)$(NOT qva0(r,a))         = 0;
qee.fx(r,a)$(NOT qee0(r,a))         = 0;
qne.fx(r,a)$(NOT qne0(r,a))         = 0;
qel.fx(r,a)$(NOT qel0(r,a))         = 0;
qcl.fx(r,a)$(NOT qcl0(r,a))         = 0;
qol.fx(r,a)$(NOT qol0(r,a))         = 0;
qgs.fx(r,a)$(NOT qgs0(r,a))         = 0;

qex.fx(r,c)$(NOT qex0(r,c))         = 0;
qds.fx(r,c)$(NOT cost_ds(r,c))       = 0;
qim.fx(r,c)$(NOT qim0(r,c))         = 0;
qdd.fx(r,c)$(NOT qdd0(r,c))         = 0;
qrs.fx(r,c,s)$(NOT qrs0(r,c,s))     = 0;
qhhdee.fx(r)$(NOT qhhdee0(r))        = 0;
qhhdm.fx(r)$(NOT qhhdm0(r))          = 0;
qhhde.fx(r,c)$(NOT qhhde0(r,c))      = 0;
qhhdmm.fx(r)$(NOT qhhdmm0(r))        = 0;
qgov.fx(r,c)$(NOT qgov0(r,c))        = 0;
qnhc.fx(r,c)$(NOT qnhc0(r,c))        = 0;

px.fx(r,a)$(NOT px0(r,a))           = 0;
pfm.fx(r)$(NOT qfnsZ(r))            = 0;
ror.fx(r,a)$(NOT qcfsZ(r,a))        = 0;
pts.fx(r,c)$(NOT qts0(r,c))          = 0;
pds.fx(r,c)$(NOT Cost_ds(r,c))       = 0;
pq.fx(r,c)$(NOT qtd0(r,c))          = 0;

qinv.fx(r,c)$(NOT qinv0(r,c))        = 0;
qv.fx(r,a)$(NOT qv0(r,a))            = 0;

```

\* ----- \*

\* Calculating results:

\*##\*##\*##\*# THE END OF FILE #\*##\*##\*#\*

\*##\*##\*##\*# THE END OF 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3 引用文献

落合勝昭 (2019) 2050年のデジタル化した日本経済の産業連関表. 日本経済研究センター技術レポート.

陳奕均、城山英明、杉山昌広、青木一益、木村宰、森晶寿、太田響子、松浦正浩、松尾真紀子 (2021) 日本におけるトランジション研究の現況と今後の展望. IFI Working Paper No.9.

文部科学省 (2021) 令和2年版科学技術白書.

Lee S., He Y., Suk S., Toru Morotomi T. and Chewpreechae U. (2022) Impact on the power mix and economy of Japan under a 2050 carbon-neutral scenario: Analysis using the E3ME macro-econometric model. Climate Policy 22: 823-833.