

## 参考資料集

参考資料 1	： 温室効果ガス削減対策実施の阻害要因に関するアンケート票.....	1
参考資料 2-1	： 応用一般均衡モデルについて（課題整理検討会報告書 参考資料 1-1、有村委員ご提供資料） .....	9
参考資料 2-2	： AIM/CGE の概要（課題整理検討会報告書参考資料 1-2、 増井委員ご提供資料） .....	21
参考資料 2-3	： 限界削減コストカーブに基づく削減対策の実施量等の 具体的な導出方法（課題整理検討会報告書参考資料 1-5） .....	31



## 温室効果ガス削減対策実施の阻害要因に関するアンケート票

現在環境省では、より一層の地球温暖化対策推進に向けて温室効果ガス削減対策実施の阻害要因に関する調査を行なっています。

本アンケートでは比較的投資回収年数が短いと考えられる温室効果ガス削減対策の中にも普及率が低いものがあることに注目し、その原因を把握することを目的に、環境省からの委託を受け、株式会社三菱総合研究所が行うものです。（なお、アンケート回答結果の回収・入力・集計・問い合わせ対応作業については、株式会社三菱総合研究所の関連会社であるエム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社に委託いたします。別添の「個人情報のお取り扱いについて」も併せてご覧ください。）

本アンケートは昨年 11 月に実施した「温室効果ガス削減対策状況に関するアンケート」にご回答いただいた事業者様のうち、一部削減対策が導入されていない理由として【理由② 情報不足】および【理由⑥ 投資の優先度】を挙げていただいた方にお送りしています（昨年度アンケートの調査票は p7 以降を参照して下さい）。

皆様からいただいた回答をもとに、温室効果ガス削減対策実施の阻害要因についてより深く調査を行うことを目的としており、お忙しいところ誠に恐縮ではございますが、本調査の趣旨をご高察の上、再度ご協力くださいますようお願い申し上げます。

### ■事業委託・受託関係

委託者 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 市場メカニズム室

受託者 株式会社 三菱総合研究所 環境・エネルギー研究本部

（アンケート調査外注先 エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社）

### ■ご記入上の注意

- ・ ご回答に当たっては、適宜社内に関連部署等とご調整のうえでご記入いただき、**9月21日（金）**までに同封の返信用封筒にてご返送ください。
- ・ アンケート調査の結果については、全て統計処理をいたしますので、個別事業者名・団体名等が公表されることはありません。
- ・ **P7 以降は参考のため添付した昨年度アンケートの抜粋であり、ご回答いただく必要はございません。ご回答いただくのは p2～p6 までです。**

### ■本アンケート内容に関するお問い合わせ先

〒101-0047 東京都千代田区内神田一丁目 13 番 1 号  
 エム・アール・アイリサーチアソシエイツ株式会社内  
 「温室効果ガス削減対策実施の阻害要因に関するアンケート調査」 事務局  
 TEL：03-3518-8499 FAX：03-3518-8434 担当：安里（あさと）、佐藤  
 （電話による質問受付時間は祝日を除く月曜～金曜 9:30～17:30 とさせていただきます）

以下、ご回答欄

■ご回答者様情報

ご回答内容について、追って照会させていただく場合があります。同封の「個人情報のお取り扱いについて」にご同意いただける場合は、ご回答者様の氏名および連絡先を以下にご記入ください。また、「個人情報のお取り扱いについて」にご同意いただけない場合でも、ご所属部署名はご記載いただけますよう、よろしくお願いたします。

貴社名・事業所名	
ご所属部署名、役職名	
ご回答者名	
貴社・事業所の所在地	
ご連絡先(E-mail アドレス)	

■設問

【情報不足について】

Q 1. 過去に実施した省エネ投資に関する情報はどのように入手してきましたか (複数回答可。該当する項目全てに○をつけてください)。

1. 担当者が機器メーカー等に問い合わせた
2. 担当者がインターネット等で調査した
3. 機器メーカーやESCO事業者等から営業があった
4. 省エネセンターや業界団体で作成しているパンフレット等から得た
5. 環境省のCO2削減ポテンシャル診断や省エネルギーセンターの省エネ診断、その他自治体等による診断事業から得た
6. 新聞、業界紙等から得た
7. セミナー、製品説明会、補助事業公募説明会等にて得た
8. その他(具体的に\_\_\_\_\_)

Q 2. 省エネ投資に関する情報不足が対策導入の阻害要因となっている場合、具体的にはどのような情報が不足しているとお考えでしょうか (複数回答可。該当する項目全てに○をつけてください)。

1. 対策の存在そのもの
2. 対策実施にあたって必要な手順・留意点(どのような業者(設備メーカー、プラントメーカー)に相談すればよいか、設備設置に伴い提出が必要な届出(大気汚染防止法等)等)
3. 対策実施において必要な初期投資額
4. 対策実施によるコストメリットや温室効果ガス削減効果
5. 対策実施において活用できる国や自治体の支援制度
6. その他(具体的に\_\_\_\_\_)

(2. の「対策実施にあたって必要な手順・留意点」とご回答になった方は、具体的にどのような手順がわからなかったのか、ご回答ください。

回答欄(\_\_\_\_\_)

Q 3. 省エネ投資に関する情報について、情報の発信者別に、“どのような情報を”、“どのような形で”提供することが効果的だと考えますか。発信者別にご回答ください。

解答例 どのような情報を：(対策実施の具体的な事例集)  
 どのような形で：(web サイトにアップされたパンフレット)

・国または地方公共団体が発信者の場合

どのような情報を：( )

どのような形で：( )

・関連する業界団体が発信者の場合

どのような情報を：( )

どのような形で：( )

・業者（メーカー、ESCO 事業者等）が発信者の場合

どのような情報を：( )

どのような形で：( )

・その他（ ）が発信者の場合

どのような情報を：( )

どのような形で：( )

【投資の意思決定プロセスについて】

Q 4. 社内で省エネ投資の実施を提案、起案・立案、決裁をそれぞれ実行するのは通常どの部署ですか（複数回答可。該当するセル全てに○をつけてください）。

No.	部署	提案	起案・立案	決裁
1	本社建設/営繕/施設管理部等			
2	本社環境部等			
3	本社経営企画部・財務経理部等			
4	工場長、事業所長等現場			
5	経営層			
6	その他（具体的に_____）			

Q 5. 省エネ投資の提案がなされた後の投資決定に至るプロセスについて可能な限り具体的にご回答ください。特に投資決定に大きな影響を与えているプロセスがあれば、明示的に記述ください。

(回答欄)

(回答例：初期投資額が1億円以下かつ年度初めに策定した予算の範囲内で実行できる場合は工場内で検討。それ以外の場合は経営会議で検討)

【投資の判断基準について】

Q 6. 昨年度調査で挙げた5つの対策について、導入・検討状況をご回答ください（一部でも導入・検討したものは有としてください）。また、検討した際に投資回収年数を算出している場合はご記載ください。該当設備が無い場合は空欄としてください。

※産業部門（ご回答者の事業場が工場に該当する場合はこちらにご回答ください）

No.	対策	導入の有無	検討の有無	投資回収年数
1	ボイラの燃焼空気比改善	有・無	有・無	____年
2	潜熱回収小型ボイラの導入	有・無	有・無	____年
3	ボイラおよび配管の断熱化	有・無	有・無	____年
4	超高効率変圧器の導入	有・無	有・無	____年
5	高効率空調機の導入	有・無	有・無	____年

※業務部門（ご回答者の事業場が工場以外の場合はこちらにご回答ください）

No.	対策	導入の有無	検討の有無	投資回収年数
I	ボイラなど燃焼設備の空気比の調整	有・無	有・無	____年
II	空調設定温度・湿度の緩和	有・無	有・無	____年
III	外気取り入れ量の縮小	有・無	有・無	____年
IV	空調機・換気ファンの省エネファンベルトの導入	有・無	有・無	____年
V	空調機ファンへのインバータの導入	有・無	有・無	____年

Q 7. 上記Q 6において、検討したものの導入を見送った対策があれば、それについてご回答ください。導入を見送った対策は、投資回収年数が何年以内であれば実施しましたか。また、投資を見送った対策で、投資回収年数以外の投資判断事由により投資を見送った対策があれば、その見送った事由を具体的にご記載ください（どの対策についてなのかをNo.にて明示した上でご回答ください）。

NO. ____について	投資回収年数____年以内であれば導入した
投資回収年数以外の見送り要因：	
NO. ____について	投資回収年数____年以内であれば導入した
投資回収年数以外の見送り要因：	
NO. ____について	投資回収年数____年以内であれば導入した
投資回収年数以外の見送り要因：	
NO. ____について	投資回収年数____年以内であれば導入した
投資回収年数以外の見送り要因：	
NO. ____について	投資回収年数____年以内であれば導入した
投資回収年数以外の見送り要因：	

【その他】

Q8. 下表に示す補助制度について、これまでの検討・活用状況についてご回答ください（活用が決まっています、工事日程の関係などにより現時点で未導入のものは、“活用の有無”欄を“有”と回答してください）。また、検討もしくは活用したことのある事業について、利用しにくいと感じた点や改善すべき点などについてどの事業についてのものか明示した上でご記載ください。（既に終了している補助事業も含まれますが、検討・活用いただいた事業が含まれるよう多くの事業を挙げた結果でございます。ご了承ください。）

No.	補助事業名	実施主体	検討の有無	活用の有無
1	エネルギー使用合理化事業者支援事業	NEDO、環境共創イニシアチブ	有・無	有・無
2	温室効果ガスの自主削減目標設定に係る設備補助事業（JVETS）	環境省	有・無	有・無
3	太陽光発電新技術等新エネルギー技術フィールドテスト事業	NEDO、新エネルギー財団	有・無	有・無
4	エネルギー多消費型設備天然ガス化推進補助事業	都市ガス振興センター	有・無	有・無
5	高効率給湯器（エコキュート）導入促進事業費補助金事業	日本エレクトロヒートセンター	有・無	有・無
6	高効率空調機導入促進事業費補助金事業	日本エレクトロヒートセンター	有・無	有・無
7	ガスエンジン給湯器導入支援補助金	都市ガス振興センター	有・無	有・無
8	ガスコージェネレーション推進事業費補助金制度	都市ガス振興センター	有・無	有・無
9	高効率ガス空調設備導入促進事業費補助金	都市ガス振興センター	有・無	有・無
10	新エネルギー等導入加速化支援対策事業（新エネルギー等事業者支援対策事業）	新エネルギー導入促進協議会	有・無	有・無
11	温室効果ガス排出削減量連動型中小企業グリーン投資促進事業	低炭素投資促進機構	有・無	有・無
12	環境配慮型経営促進事業に係る利子補給事業	環境省	有・無	有・無
13	ネット・ゼロ・エネルギー・ビル実証事業	環境共創イニシアチブ	有・無	有・無
14	エネルギー管理システム（BEMS・HEMS）導入促進事業	環境共創イニシアチブ	有・無	有・無
15	住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（BEMS導入支援事業）	NEDO、環境共創イニシアチブ	有・無	有・無
16	住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業（建築物に係わるもの）	NEDO、環境共創イニシアチブ	有・無	有・無
17	温室効果ガス排出削減支援事業	NEDO	有・無	有・無
18	建築物省エネ改修推進事業	建築研究所	有・無	有・無
19	建築物省CO2先導事業	建築研究所	有・無	有・無
20	病院等へのコージェネレーションシステム緊急整備事業	環境省	有・無	有・無

使いにくい点や改善すべき点等

NO. ____ について	
NO. ____ について	
NO. ____ について	
NO. ____ について	

NO. ____	について

Q 9. ご回答者の事業所、事業所を保有する企業、企業が所属する業界団体が保有する地球温暖化対策に関連する数値目標についてご回答ください。②の目標の具体的な内容については、基準年度、目標年度、目標指標（CO2 排出総量/原単位、エネルギー使用量/原単位）を明記してください（回答例：2015年までにCO2 排出総量を2005年比10%減）。

・ご回答者の**事業所**について

① 地球温暖化対策に関連する数値目標を設定していますか。いずれかひとつに○をつけてください。 （設定している・設定していない）
② 目標の具体的な内容をご記載ください ( _____ )
③ 現時点での目標達成見込みについていずれか一つに○をつけてください。 （達成見込み・どちらともいえない・目標達成は困難）

・ご回答者の**企業**について

① 地球温暖化対策に関連する数値目標を設定していますか。いずれかひとつに○をつけてください。 （設定している・設定していない）
② 目標の具体的な内容をご記載ください ( _____ )
③ 現時点での目標達成見込みについていずれか一つに○をつけてください。 （達成見込み・どちらともいえない・目標達成は困難・達成可否を判断する情報を持っていない）

・ご回答者の企業が所属する**業界団体**について

① 地球温暖化対策に関連する数値目標を設定していますか。いずれかひとつに○をつけてください。 （設定している・設定していない）
② 目標の具体的な内容をご記載ください ( _____ )
③ 現時点での目標達成見込みについていずれか一つに○をつけてください。 （達成見込み・どちらともいえない・目標達成は困難・達成可否を判断する情報を持っていない）

Q 10. （この質問はご回答者の事業所が省エネ法におけるエネルギー管理指定工場・事業場の場合のみご回答ください） 省エネ法により提出が義務付けられている中長期計画書に記載した対策について、実施予定時期を過ぎても導入できなかったものがある場合、対策名と理由をご記載ください。

対策名	導入できなかった理由

質問は以上です。ご回答ありがとうございました。  
（以降は参考として添付した昨年度アンケートであり、回答いただく必要はありません。）



参考 昨年 11 月に実施した「温室効果ガス削減対策状況に関するアンケート(産業部門用)」より一部抜粋

**※注 以降は昨年度アンケートであり、回答する必要はありません※**

【温室効果ガス削減対策実施の阻害要因・促進要因について】  
 Q 2. 温室効果ガス削減対策メニューの「#1 ボイラの燃焼空気比改善」、「#4 潜熱回収小型ボイラの導入」、「#8 ボイラおよび配管の断熱化」、「#28 超高効率変圧器の導入」、「#51 高効率空調機の導入」について「実施・導入していない」または「実施・導入できない」にチェックを入れた方に伺います。実施・導入していない/できない理由として、下表の①～⑨の選択肢の中から、最も重要と考えられるものに◎ (1つだけ選択)、重要と考えられるものに○ (複数選択可) を付けてください。

実施・導入していない/できない理由	温室効果ガス削減対策メニュー				
	#1 ボイラの燃焼空気比改善	#4 潜熱回収小型ボイラの導入	#8 ボイラおよび配管の断熱化	#28 超高効率変圧器の導入	#51 高効率空調機の導入
【理由①:意識不足】通常業務が多忙等の理由により、現場において、省エネルギーの推進や対策実施への意識が充分ではないから。					
【理由②:情報不足】新しい技術の導入効果や導入コスト、具体的な設備仕様等に関して、十分な情報が得られず、判断を行うことが難しいから。					
【理由③:技術の適用可能性】新しい技術が、既存の製造工程や設備に適合できなかったり、生産性や品質面で悪影響が懸念されるから。					
【理由④:人員不足】社内で省エネルギー対策の検討や実施のための人材確保が難しいから。					
【理由⑤:操業への影響】新しい技術を導入するために既存の生産ラインを停止させる必要があったり、追加的な人件費等のコストが生じたりするから。					
【理由⑥:投資の優先度】生産および開発等の他の投資案件との兼ね合い等から、省エネルギー対策への投資資金を十分に確保できないから。					
【理由⑦:将来の不確実性】経済や経営の先行きが不透明なため、新しい技術に関する長期的な投資判断を行うことが難しくなっているから。					
【理由⑧:社内影響力】エネルギー管理担当者の社内ポジションの影響により、省エネルギー対策の実施に関する提案が通りにくい状況にあるから。					
【理由⑨:課題優先度】省エネルギー対策よりも優先度の高い課題が存在し、新しい技術オプション導入の検討に時間を割くことが難しいから。					

Q 3. 上記の⑨に◎または○を記入した方にお伺いします。省エネルギー対策よりも優先度の高い課題とは何ですか? 他の優先課題が複数ある場合は、すべてについてお答えください。

Q 4. 温室効果ガス削減対策メニューの「#20 リジェネレイティブバーナー (蓄熱バーナ式加熱装置)の導入」、「#25 インバーター導入による流体機器 (ファン、ポンプなど) の回転数制御」、「#38LED 照明

の導入」について「全て実施・導入している」または「部分的には実施・導入している」にチェックを入れた方に伺います。実施・導入に至った経緯、判断理由について教えてください。対策メニューごとの判断理由を知りたいので、どの対策メニューかを特定した上でお答えください（1つだけでも、複数でも可）。

【その他】

Q 5. 実施・導入を検討されていた温室効果ガス削減対策は、東日本大震災により、どのように変化しましたか。（最も当てはまる番号一つに○をつけてください。）

1. 計画通り実施・導入（予定）
2. 計画を縮小して実施・導入（予定）
3. 延期
4. 中止
5. 再検討中

Q 6. 温室効果ガス削減対策の投資回収年数は何年を想定されていますか。（最も当てはまる番号一つに○をつけてください。）

1. 1年
2. 2年
3. 3年
4. 5年
5. 8年
6. その他（具体的に： 年）

Q 7. 環境省では平成22年度から、温室効果ガス削減ポテンシャル診断事業を行っています。この診断事業は、温室効果ガスの削減を検討されている事業所に、専門家を派遣して無料で対策やその実施コスト・効果を提案するものです。この診断事業を活用する場合、どのような診断をしてほしいと思えますか。（当てはまる番号すべてに○をつけてください。）

1. 現状の課題分析
2. エネルギー使用量やCO2排出量のデータの見える化
3. データ計測（設備別、長期間、エネルギー使用ピーク時期）
4. 対策メニューの提案（最新技術、業界標準的な技術、運用改善）
5. 対策に必要なコストの試算
6. 対策による効果の試算
7. 診断を希望しない（→Q8へ）

これで設問は  
終了です。

Q 8. Q7で7. に○をされた方に伺います。 診断を希望しないのはなぜですか。（当てはまる番号すべてに○をつけてください。）

1. 診断は自ら行っているから
2. これまでに類似の診断を受けたことがあるから
3. 診断への対応がたいへんだから
4. 温室効果ガス削減対策を十分に行っているから
5. 診断を受けても対策に結びつけることが難しいから
6. その他（具体的に： ）

## 応用一般均衡モデルについて<sup>1</sup>

応用一般均衡モデルとは、家計の効用最大化、企業の費用最小化という合理的な行動を仮定し、さらに、各市場（各財市場、労働市場、資本市場）が均衡状態にあることを前提に、経済を分析するモデルである。

CO2削減対策メニューや削減量の変化が生じた際、産業等部門毎の労働投入量・エネルギー消費量・生産量等の変化による経済全体への諸影響を導出可能という特徴を有する一方で、資金移動の容易性、価格弾性、代替弾性などに対する設定がモデル間で異なる（モデル開発者の考え方により変わる）ことが多く、またこれらの値にモデルの結果が大きく依存するという欠点もある。また、労働市場も均衡にあることを仮定するため、従来は失業の分析には適用されてこなかった。

応用一般均衡モデルは国内外で多くのモデルが開発されており、比較の際のポイントとしては以下のような項目が挙げられる。

- ① **技術進歩**：外生的変化と内生的変化ととらえるモデルがある。前者では AEEI (Autonomous Energy Efficiency Improvement) がこれまで典型的。こちらでは、「省エネポテンシャルを小さめに、削減費用を大きめに」に評価する可能性（星野、2009 等）。後者では、炭素価格導入により、研究開発などが進み、低炭素のイノベーションが進むことをモデル化することも検討可能。しかし、現状では、研究で利用されることは多いが、政策評価のモデルには利用は少ない（有村、2011）。
- ② **動学**：Recursive タイプ（逐次動学型）のモデルと、Forward-looking タイプのモデルがある。前者では、マクロの投資レベル（貯蓄率）は外生的に決定される（ただし、個々の業種への振り分けは内生的に決定される）。代表的家計は毎期の効用最大化を行う。この場合、耐久消費財などの分析は行いにくく、将来の環境規制や技術進歩を踏まえて、太陽光を早めに導入するようなよう行動はモデル化しにくい。後者（Forward-looking タイプ）では、家計は将来を見据えて行動を決める。そのため、省エネ製品の開発の影響などを分析しやすい。このモデルでは最適化の変数が大きくなるため計算が複雑になる。近年、コンピューター技術の進展により後者のモデルが増える傾向にある。
- ③ **消費**：基本的なモデルでは、代表的家計、毎期の消費財の組み合わせを選ぶ構造になっており、耐久消費財（自動車、家電）等は明示的に取り入れられ

<sup>1</sup> 当参考資料作成にあたっては、関東学園大学・武田史郎氏にご協力いただいた。

ていない。そのため、省エネ製品の普及分析に必要な耐久消費財をモデル化するものは少ない。近年では、上記の Forward-looking モデルの増加に伴い、そのような耐久消費財を明示的に取り入れたモデルも開発・利用されつつある。関数形としては、CES 型消費関数が多いが、Translong 型もある。なお、Stone-Geary 効用関数は homothetic ではなく、エンゲル係数の変化を再現可能になる。

- ④ **資本**：新旧の資本を区別しないモデルと、新規投資を区別するモデルがある。新旧投資を区別しない場合は、資本の部門間の移動が自由（鉄鋼産業の資本をサービス産業への資本への振り替えることが容易など）であることを暗黙裏に仮定していることになる。近年では、新旧の資本を区別するモデルが増えている。資本の外国への移動（日本企業の海外投資）も明示的には取り入れていない。
- ⑤ **労働**：労働力は国内の各産業部門を自由に移動できる仮定が置かれている。ただし、国際的な移動は行えない。失業の分析ができない労働供給外生のモデルが多い。労働供給が内生の場合も、均衡モデルであるため失業は存在せず、余暇と労働の時間配分を合理的に選択をモデルが多い。ただし、最近では失業をモデル化するものもある。
- ⑥ **外国**：外国を取り入れるとリーケージや国際競争力の分析が可能になる。ただし、データの入手や細分化が困難になるため、業種分類が荒くなる。また、諸外国のパラメータ設定が必要になるため、精度の問題がある可能性がある。外国をモデル化すると、変数が増加し計算が複雑になるため動学的要素を取り入れにくい傾向があったが、コンピューター技術の進展とともに、多国型の動学モデルが増えつつある。  
外国データについては、従来、米国パーデュー大学の開発した GTAP データが世界モデルの世界標準になっている。しかし、GTAP はもともと農業の貿易自由化等の分析が目的であったため、業種分類が温暖化対策の分析には適さない部分もある。現在、欧州の研究チームが新たなデータを開発中。
- ⑦ **利子率**：通常、利子率は一定で外政的に与えられている。
- ⑧ **エネルギー技術**：発電部門のエネルギー技術を明示的に取り入れたものと、そうでないものがある。後者では再生可能エネルギー導入などの分析が困難。

各国で開発されている応用一般均衡モデルの概要及び比較結果を以降に示す。

1. EPPA モデル
  - EPPA (Emissions Predictions and Policy Analysis) モデルは、IGSM (Integrated Global Systems Model) の一つのコンポーネント。
  - ただし、IGSM からは独立した形でも利用可能。
  - 以下の説明は EPPA4 (Paltsev et al. 2005) を前提とする。

対象としている排出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GHG (6 ガス)、エアロゾル (SOX, black carbon, organic carbon), その他の大気汚染物質 (NOX, CO, NH3) 等。</li> </ul>
部門, 財の分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 標準的な分類 (非エネルギー部門が 5 つ、エネルギー部門が 8 つ) はあるが、変更は可能。</li> <li>• EU を詳細に分割した EPPA4-EURO モデル、農業部門を詳細に分割した EPPA4-AGRI モデル、健康被害を分析できるように家計の消費を分割した EPPA-HE (Health-Effect) モデル等のバリエーションがある。</li> </ul>
生産要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 労働、資本</li> <li>• 農業用の土地、化石燃料生産用の天然資源 (特殊要素)</li> </ul>
動学	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 逐次動学モデル。ただし、Forward-looking 版もある。</li> <li>• 最長で 2100 年まで。一期間 5 年。</li> <li>• 貯蓄率一定で貯蓄を決定。投資はそれに応じて決まる。</li> </ul>
一国か多地域か	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多地域。標準的なモデルでは 16 地域 (Annex B は USA, EU, 東ヨーロッパ, 日本, 旧ソ連, オーストラリア・ニュージーランド, カナダの 7 地域)。</li> </ul>
貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armington 仮定。ただし、原油については完全代替。</li> </ul>
資本・労働の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 資本を導入された期によって区別 (資本のヴェンテージの区別)</li> <li>• 新規の資本を利用する生産関数と既存の資本の生産関数を区別。</li> <li>• 既存の資本は各部門の特殊要素として扱う。</li> <li>• 労働は部門間で自由に移動する。</li> <li>• 国際間の移動はなし</li> </ul>
失業・雇用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 労働供給は外生的に設定。</li> <li>• 労働市場は常にクリア。失業はない。</li> </ul>
利子率・金融市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実物モデルであり、金融市場、利子率はモデルに出てこない。</li> </ul>

技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AFEI</li> <li>・ 労働生産性の向上</li> <li>・ 新しいエネルギー生産技術の導入（当初は採算が合わないため供給がない、あるいは少ないが排出規制の導入とともに供給が増加する技術）。具体的には、石炭ガス化、シェールオイル、風力・太陽光発電、天然ガス複合発電、CCS 等。これらのエネルギーの供給量はモデル内で内生的に決まってくる（外生的に設定するのではない）が、特殊要素を利用し、ある程度供給量をコントロールしている。</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水力、風力・太陽光発電、バイオマスエネルギー</li> </ul>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 発電と組み合わせで CCS を考慮している。</li> </ul>
生産関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生産関数は全て CES 型。</li> <li>・ 生産関数の関数形は部門のタイプによって変更。</li> <li>・ 既存の資本を利用する生産は Leontief 型関数を仮定。</li> </ul>
効用関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 効用関数では、家計による自家輸送を分けて扱っている。</li> <li>・ 貯蓄が効用関数に入る。貯蓄率一定と仮定。</li> <li>・ CES 関数では全ての財の需要の所得弾力性が 1 になってしまう。需要の所得弾力性は 1 ではないことを反映するため、CES 効用関数のパラメータを時間と共に外生的に変化させている。</li> </ul>
パラメータの設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ CES 関数の代替の弾力性を外生的に設定。</li> </ul>

## 2. ENV-Linkages モデル

- ENV-Linkage モデルは OECD が開発、利用している。
- 以下の説明は OECD (2009)の説明を前提とする。Chateau and Buriaux (2008)のモデルとは若干異なるので注意が必要。

対象としている排出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2 と non-CO2 GHG。</li> </ul>
部門, 財の分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 部門。</li> <li>部門はエネルギー部門が 8 つ。</li> </ul>
生産要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働、資本。</li> <li>一部の部門については土地、天然資源等もあり。</li> </ul>
動学	<ul style="list-style-type: none"> <li>逐次動学モデル。</li> <li>OECD (2009)では 2050 年までを分析。</li> <li>貯蓄率一定で貯蓄を決定。投資はそれに応じて決まる。</li> </ul>
一国か多地域か	<ul style="list-style-type: none"> <li>多地域モデル (12 地域)。</li> </ul>
貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armington 仮定を利用。</li> </ul>
資本・労働の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>資本を Old Capital と New Capital で区別。</li> <li>Old capital とその他の投入物の代替よりも New capital とその他の投入物の代替が大きいと仮定。</li> <li>New Capital は部門間で移動が可能だが、Old Capital は部門間の移動に制限がかかる。</li> </ul>
失業・雇用	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働供給は外生的に設定。</li> <li>労働市場は常にクリア。失業はない。</li> </ul>
利子率・金融市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>実物モデルであり、金融市場、利子率はモデルに出てこない。</li> </ul>
技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>AEEI</li> <li>生産要素の効率性の向上。</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>水力・地熱、太陽光・風力、バイオマス。</li> </ul>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>なし。</li> </ul>
生産関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産関数は全て CES 型。</li> <li>生産関数の関数形は部門のタイプによって変更。</li> </ul>

効用関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 効用は消費と貯蓄に依存。貯蓄率は外生的に決定。</li> <li>• 消費に関しては Linear Expenditure System (Stone-Geary 効用関数) を仮定。</li> </ul>
パラメータの設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CES 関数の代替の弾力性を外生的に設定。</li> </ul>



### 3. PACE モデル

- 以下の説明は、基本的には PACE モデルの解説書を前提としている。  
([http://www.transust.org/models/pace/TranSust\\_ModelDocumentation\\_PACE.pdf](http://www.transust.org/models/pace/TranSust_ModelDocumentation_PACE.pdf))
- ただし、PACE モデルと呼ばれていても、論文によってモデルの設定に違いが見られる。

対象としている排出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO2</li> </ul>
部門, 財の種類	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多部門</li> </ul>
生産要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 労働、資本。</li> <li>• 化石燃料部門については天然資源もあり。</li> </ul>
動学	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 逐次動学モデルと Forward-looking モデルがある。</li> <li>• Böhringer et al (2009) では逐次動学モデルで 2020 年までを分析。</li> <li>• 逐次動学モデルでは投資は外生的に設定。</li> <li>• 多地域モデル。</li> </ul>
一国か多地域か	
貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Armington 仮定を利用。</li> </ul>
資本・労働の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 部門間では自由に移動可能だが、国際間での移動はなし。</li> </ul>
失業・雇用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 労働供給は外生的に設定。</li> <li>• 労働市場は常にクリア。失業はない。</li> </ul>
利子率・金融市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実物モデルであり、金融市場、利子率はモデルに出てこない。</li> </ul>
技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AEEI</li> <li>• 生産要素の効率性の向上。</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• なし。</li> </ul>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• なし。</li> </ul>
生産関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生産関数は全て CES 型。</li> <li>• 生産関数の関数形は、化石燃料部門と非化石燃料部門で変更。</li> </ul>
効用関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 効用関数は消費の CES 関数。</li> <li>• Forward-looking 版では生涯効用（消費からの効用の割引現在価値）を最大化。</li> </ul>
パラメータの設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CES 関数の代替の弾力性を外生的に設定。</li> </ul>

#### 4. GEM-E3 モデル

- GEM-E3 モデルには GEM-E3 World と GEM-E3 Europe の二つがある。以下は、GEM-E3 World の説明。
- 以下の説明は、基本的には「GEM-E3 Model Manual」を前提にしている。

対象としている排出物	・ CO2 と Non-CO2 GHG
部門, 財の分類	・ 多部門 (26 部門)
生産要素	・ 労働、資本。
動学	・ 逐次動学モデル ・ 投資は利子率、期待成長率、投資コスト、資本コスト等に依存して決定
一国か多地域か	・ 多地域モデル (37 地域)
貿易	・ Armington 仮定を利用。
資本・労働の扱い	・ 労働は部門間では自由に移動可能だが、国際間での移動はなし。 ・ 資本については部門間移動、国際間移動の有無を選択可能
失業・雇用	・ 労働供給は家計の余暇・労働供給の選択から決まる。 ・ 従来モデルでは、労働市場は常にクリア。非自発的失業はない。2011version では、効率賃金仮説に基づき、失業もモデル化。
利子率・金融市場	・ 基本的に実物モデルであり、金融市場はない。ただし、利子率はモデルに出てくる。
技術進歩	・
再生可能エネルギー	・ なし。
CCS	・ なし。
生産関数	・ 生産関数は全て CES 型。
効用 (関数)	・ 効用は消費、貯蓄、余暇に依存。 ・ 消費については Stone-Geary 効用関数を仮定
パラメータの設定方法	・ CES 関数の代替の弾力性を外生的に設定。
その他のモデル、データの特徴	・ 不完全競争のバージョンもある。

## 5. ADAGE モデル

- 以下は、Ross, M. T., (2008). “Documentation of the Applied Dynamic Analysis of the Global Economy (ADAGE) Model Model.” RTI Working Paper 08\_01 の説明を前提にしている。
- また、ADAGE には、International, US Regional, Single Country の 3 つのモジュールがあるが、以下では International を説明している。
- MIT EPPA モデルを参考にしているため、EPPA モデルと共通点が多い。

対象としている排出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CO2 と non-CO2 GHG。</li> </ul>
部門, 財の分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多部門</li> </ul>
生産要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
動学	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forward-looking 型の動学モデル。</li> </ul>
一国か多地域か	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
資本・労働の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルと同様の扱い</li> </ul>
失業・雇用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 労働供給は家計の余暇・労働供給の選択で決まる。</li> <li>• 労働市場は常にクリア。失業はない。</li> </ul>
利子率・金融市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実物モデルであり金融市場はなし。</li> </ul>
技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
生産関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>
効用関数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 一時点内の効用関数は消費と余暇の CES 関数。</li> <li>• 家計は生涯効用を最大化する。</li> <li>• EPPA と同様に家計の自家輸送を明示的に扱っている</li> </ul>
パラメータの設定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EPPA モデルとほぼ同じ扱い</li> </ul>

## 6. IGEM モデル

- 以下の説明は、基本的には Goettle, Richard, Mun S. Ho, Dale W. Jorgenson, Daniel T. Slesnick, Peter J. Wilcoxon, (2009) "Analyzing Environmental Policies with IGEM, an Intertemporal General Equilibrium Model of U.S. Growth and the Environment Part 2"を前提にしている。

対象としている排出物	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2 と non-CO2 GHG</li> </ul>
部門, 財の分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>多部門</li> </ul>
生産要素	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働、資本。</li> </ul>
動学	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forward-looking 型の動学モデル</li> </ul>
一国か多地域か	<ul style="list-style-type: none"> <li>US モデル。</li> <li>海外は Rest of the world として扱う。</li> </ul>
貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armington 仮定を利用。</li> </ul>
資本・労働の扱い	<ul style="list-style-type: none"> <li>部門間では自由に移動可能だが、国際間での移動はなし。</li> </ul>
失業・雇用	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働供給は家計の余暇との選択から決まる。</li> <li>労働市場は常にクリア。失業はない。</li> </ul>
利子率・金融市場	<ul style="list-style-type: none"> <li>実物モデル。</li> </ul>
技術進歩	<ul style="list-style-type: none"> <li>あり。</li> </ul>
再生可能エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>なし。</li> </ul>
CCS	<ul style="list-style-type: none"> <li>なし。</li> </ul>
生産	<ul style="list-style-type: none"> <li>Translog 型の費用関数を利用</li> </ul>
家計	<ul style="list-style-type: none"> <li>一時点の効用は消費と余暇に依存</li> <li>家計は生涯効用（各時点の効用の割引現在価値）を最大化</li> <li>Translog 型の間接効用関数を利用</li> <li>消費財を非耐久財、資本サービス、サービスの3つのグループに分類。</li> <li>資本サービス財は耐久消費財や住宅。これらは投資によって蓄積される。</li> <li>関数内のパラメータは過去のデータを利用して推定</li> </ul>
パラメータの設定方法	

表 各応用一般均衡モデルの比較総括表

モデル名	EPPA	ADAGE	IGEM	GEM-E3	PACE	ENV-Linkage	AIM-CGE[Japan]
主な利用者 技術進歩	AEEI 労働生産性の向上 新しいエネルギー生産 技術の導入(石炭ガス 化、シェールオイル、風 力・太陽光発電など)	米国・EPA AEEI 労働生産性の向上 新しいエネルギー生産 技術の導入(石炭ガス 化、シェールオイル、風 力・太陽光発電など)	米国・EPA 投入物の効率性の向 上	EU	EU AEEI 生産要素の効率性の 向上	OECD、World Bank AEEI 生産要素の効率性の 向上	国立環境研究所 エネルギーを消費する 設備の更新の程度に あわせて効率改善が 進む ものと想定
動学 (Recursive vs Forward Looking)	Recursive 型。 ただし、Forward- looking 型もあり貯蓄率 一定で貯蓄額を決定。 投資額はそれに応じて 決まる。	Forward-looking 型	Forward-looking 型	Recursive 投資は利子率、期待成 長率、投資コスト、資本 コスト等に依存して決 定。	両方有り Recursive モデルでは、 投資は外生的に設定。	Recursive 型。 貯蓄率一定で貯蓄額を 決定。投資額はそれに 応じて決まる。	Recursive 型。 想定されている将来の 経済成長を達成するよ うに貯蓄(総投資額)を 行う。
外国の扱い	多国	多国	米国モデル 海外は Rest of the World として扱う	多国	多国	多国	日本
資本	<ul style="list-style-type: none"> <li>資本を導入され た期によって区別 (資本のヴァインテ ージの区別)</li> <li>新規の資本を利 用する生産関数 と既存の資本の 生産関数を区 別。</li> <li>Putty clay 仮定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資本を導入され た期によって区別 (資本のヴァインテ ージの区別)</li> <li>新規の資本を利 用する生産関数 と既存の資本の 生産関数を区 別。</li> <li>Putty clay 仮定</li> </ul>	部門間での移動は自 由	部門間移動の程度を 選択可能	部門間での移動は自 由	<ul style="list-style-type: none"> <li>資本を Old Capital と New Capital で区 別。</li> <li>Old capital とその 他の投入物の代替 よりも New capital とその他の投入物 の代替が大きいと 仮定。</li> <li>New Capital は部 門間で移動が可能 だが、Old Capital は部門間の移動に 制限がかかる。</li> </ul>	資本は一度設置される と部門間の移動は不可 能
労働部門移動	部門移動自由	部門移動自由	部門移動自由	部門移動自由	部門移動自由	部門移動自由	部門移動自由
労働・資本移動 (国際間)	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
労働供給	外生的に設定	内生 (余暇選択モデル)	内生 (余暇選択モデル)	内生 (余暇選択モデル)	外生的に設定	外生的に設定	外生的に設定
失業・雇用	労働市場は常にクリ ア。失業はなし。	労働市場は常にクリ ア。失業はなし。	労働市場は常にクリ ア。失業はなし。	旧バージョンでは労働 市場は常にクリアで、	なし	労働市場は常にクリ ア。失業はなし。	労働市場は常にクリ ア。失業はなし。

利子率・資本市場消費	実物モデルであり、金融市場はない。 CES型効用関数 ただし、パラメータを時間とともに変更	実物モデルであり、金融市場はない。 CES型効用関数 ただし、パラメータを時間とともに変更	実物モデルであり、金融市場はない。 Translog型の効用関数 数。消費に資本サービス財の消費を含む。	失業はなし。2011バージョンでは、失業もモデル化(効率賃金仮説) 実物モデルであり、金融市場はない。 Stone-Geary 効用関数	実物モデルであり、金融市場はない。 Stone-Geary 効用関数	実物モデルであり、金融市場はない。 非エネルギー財についてはコブダグラス型効用関数。エネルギー間の代替は、生産部門と同様に起こらないと仮定。	実物モデルであり、金融市場はない。 非エネルギー財についてはコブダグラス型効用関数。エネルギー間の代替は、生産部門と同様に起こらないと仮定。
再生可能エネルギー	水力、風力・太陽光発電、バイオマスエネルギー 発電との組み合わせで考慮	水力、風力・太陽光発電、バイオマスエネルギー 発電との組み合わせで考慮	なし	なし	水力、風力・太陽光発電、バイオマスエネルギー なし	水力、風力・太陽光発電、地熱発電 発電との組み合わせで考慮	
CCS	発電との組み合わせで考慮	なし	なし	なし	なし	なし	
電力※	石炭、天然ガス、石油の発電量は明示的に入っていない。水力と原子力は容量を明示的にモデル化。太陽光・風力・バイオは一部門だが容量が明示的にモデル化。IGCCもモデル化。特殊要素を使って、設備容量をモデル化。	電力は、基本的に一部門。 電力は、基本的に一部門。	電力一部門。技術モデルの POLES で補完。	電力・熱は一部門。	2010年のモデルにおいては、発電は、火力、水力・地熱、太陽光・風力、廃棄物発電等に分離されてモデル化。	電力は1つの財。発電部門は、火力(石炭、石油、ガス)、水力・地熱・その他再生可能エネルギー・原子力に分けてモデル化。その他、家庭における太陽光発電も別途想定。	
その他	EPPA4-EURO モデル、EPPA4-AGRI モデル、EPPA-HE (Health-Effect) モデル等のパリエーションもある。	費用関数、(間接)効用関数に Translog 型を仮定。 関数内のパラメータは過去のデータから推定。	GEM-E3 World と GEM-E3 Europe の2つのバージョンがあるが、説明は World の方。 また、不完全競争モデルのバージョンもあり。	CCS や R&D を導入したバージョンもあり。			
注	Paltsev et al. 2005 の説明に基づく	Goettle et al. (2009) の説明に基づく	GEM-E3 Model Manual の説明に基づく	<a href="http://www.transust.org/models/pace/Transust_ModelDocumentation_PAGE.pdf">http://www.transust.org/models/pace/Transust_ModelDocumentation_PAGE.pdf</a>	OECD (2009) の説明に基づく		

※いずれのモデルも発電電力量は内生的に計算されるが、電力需要に係る年間の変動や1日の変動は考慮されていない。

## AIM/CGEの概要

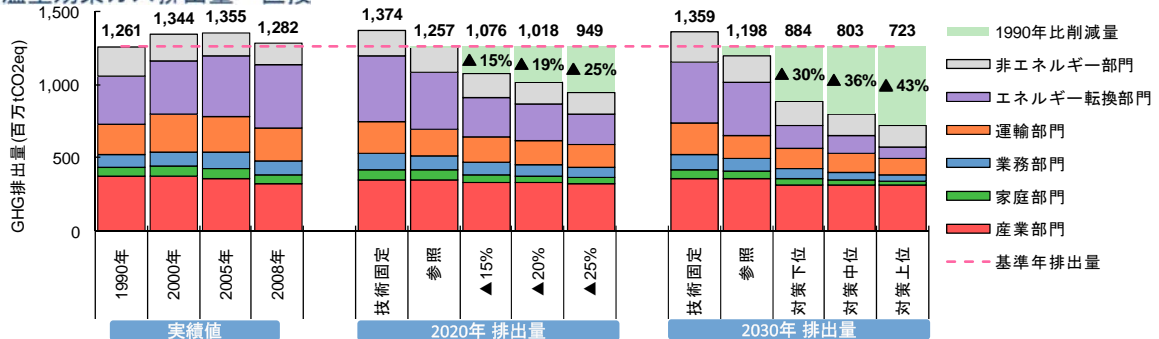
(中長期ロードマップ小委員会における  
AIMを用いた分析と本検討会での利用について)



### 中長期ロードマップにおけるAIMを用いた分析

- 各ワーキングで得られた知見を、技術選択モデル(AIM/Enduse [Japan])に組み入れて、エネルギーサービス需要量を前提として(マクロフレーム固定ケースの場合)、25%削減の技術の組み合わせを定量的に示した。

#### ● 温室効果ガス排出量・直接



- 技術選択モデルの結果により得られる追加投資額と効率改善の結果を応用一般均衡モデル(AIM/CGE [Japan])に導入し、温暖化対策を導入した場合の経済活動への影響を評価した。
- マクロフレーム変動ケースでは、応用一般均衡モデルの結果(生産量等)の変化を踏まえて、25%削減に向けた取り組みを再計算した。



～温暖化対策投資額～  
2020年 削減目標達成のための追加投資額

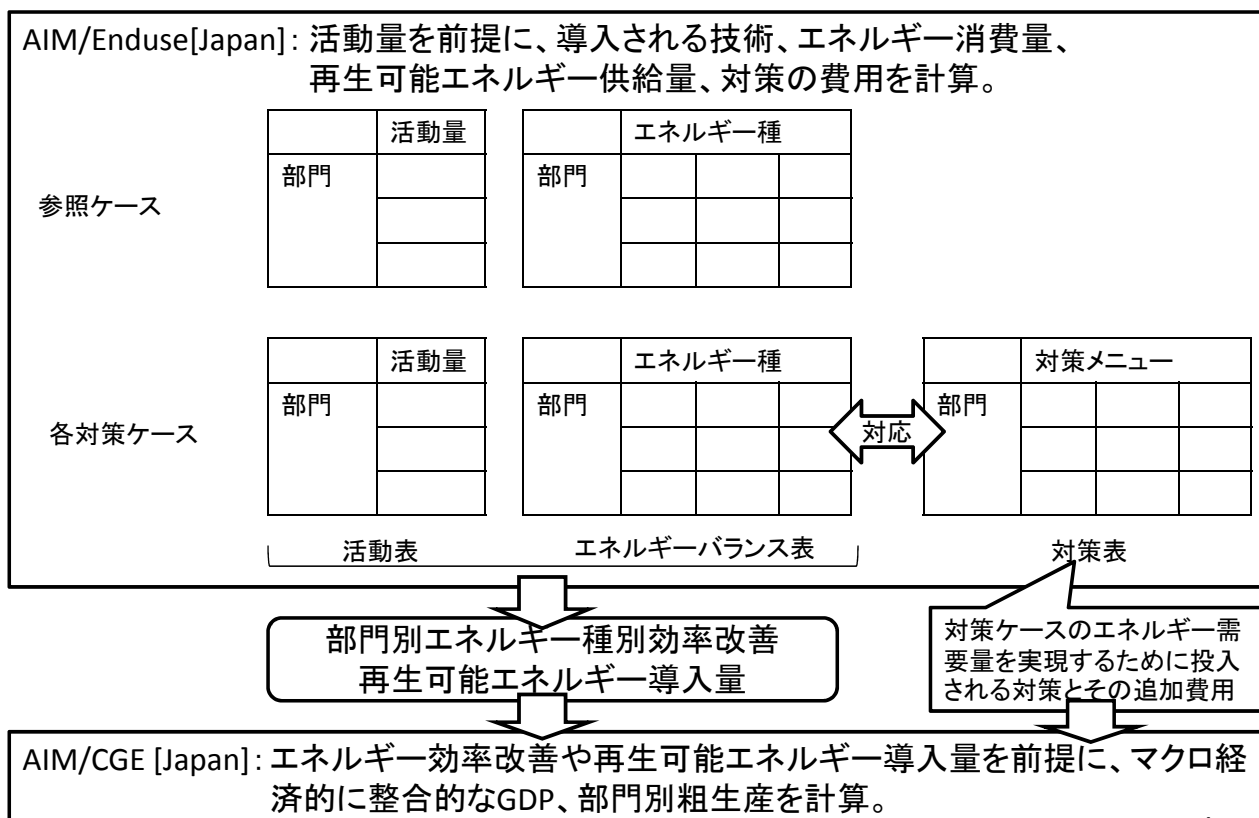
単位：兆円		2011-2020		
		▲15%	▲20%	▲25%
産業部門	エネルギー多消費産業	1.8	1.8	1.8
	業種横断的技術（工業炉・ボイラ等）	1.2	1.2	1.4
		<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.3</b>
家庭部門	高断熱住宅	10.1	15.3	19.9
	高効率給湯器・太陽熱温水器	6.1	7.9	9.6
	高効率家電製品・省エネナビ	4.8	7.9	11.3
		<b>21.1</b>	<b>31.1</b>	<b>40.8</b>
業務部門	省エネ建築物	3.6	5.8	6.1
	高効率給湯器・太陽熱温水器	0.4	1.1	1.5
	高効率業務用電力機器	2.0	2.7	3.6
	<b>6.0</b>	<b>9.7</b>	<b>11.2</b>	
運輸部門	燃費改善・次世代自動車	7.0	7.9	8.7
	次世代自動車用インフラ	0.8	0.8	0.8
	<b>7.8</b>	<b>8.7</b>	<b>9.5</b>	
新エネ	太陽光発電	11.0	13.0	15.2
	風力発電	2.8	2.8	2.8
	小水力・地熱発電	1.7	3.2	5.3
	バイオマス発電	1.0	1.0	1.0
	電力系統対策	2.3	3.6	5.1
	ガスパイプライン	0.3	0.3	0.4
	CCS	0.0	0.0	0.1
	<b>19.0</b>	<b>23.8</b>	<b>29.9</b>	
非エネルギー部門	農業	0.1	0.1	0.1
	廃棄物	0.3	0.3	0.3
	Fガス	0.6	1.4	1.8
	<b>1.0</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	
合計		<b>58.2</b>	<b>78.3</b>	<b>96.8</b>
年平均		<b>5.8</b>	<b>7.8</b>	<b>9.7</b>



ここでの追加投資額とは、温暖化対策や省エネ技術のために追加的に支払われた費用をさす。  
例えば次世代自動車の場合、従来自動車との価格差がこれに当たる。エネルギー削減費用は含まない。

3

## AIM/Enduse [Japan]とAIM/CGE [Japan]の連携



4



# AIM/CGE[Japan]の特徴

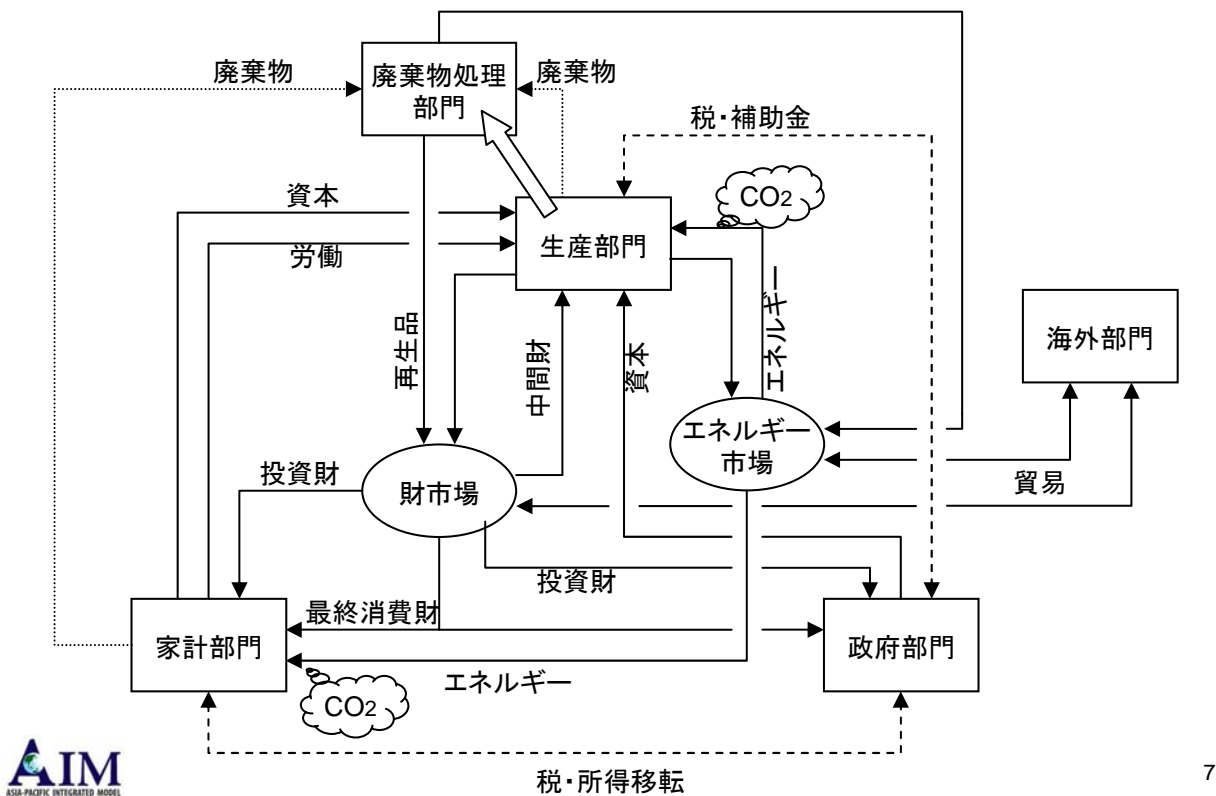
- 概要: 日本の2000年産業連関表をベンチマークとして応用一般均衡モデルで再現し、CO2の排出や廃棄物の発生、処理、処分等の環境負荷の過程を加えたモデル。
- 目的: 日本を対象に、経済活動と環境対策、環境負荷(特にCO2排出)の関係をマクロ的に整合的に描く。
- 基準年: 2000年。
- 対象地域: 日本。
- 対象部門: 最大107部門113財。資本の部門間の移動は不可。
- 入力: 生産関数・技術の変化・労働力の変化・国際価格・経済成長率・税率・排出上限・...
- 出力: CO2排出量・GDP・部門別生産額・炭素税率(排出上限設定時)・...
- 計算のメカニズム: 家計の効用最大化・生産者の利潤最大化・市場均衡から導かれる連立方程式体系を、GAMSを用いて計算。
- 時間の取り扱い: 逐次均衡(1年ごとに計算)。将来の経済成長の想定にあわせて投資(=貯蓄)を行う。長期と短期を明確に区分(長期では設備の導入によりエネルギーの代替が可能でも、短期(1年)では代替が不可)。
- 用途: わが国における環境税導入の経済影響評価。環境省超長期ビジョン検討。
- その他: 技術進歩(効率改善と実現に必要な追加費用)は日本技術モデルの結果を利用。生産部門では、追加投資分だけ生産投資が減少するという想定や、短期的にエネルギー間の代替を認めていないため、炭素削減に伴って経済活動への影響は大きくなる。



## AIM/CGE [Japan]の部門構成

部門・財	部門	財	部門	財	部門・財
001 耕種農業	029 石油製品	029a ガソリン	048 その他の一般機器	073 金融・保険	
002 畜産		029b ジェット燃料油	049 事務用・サービス用機器	074 不動産仲介及び賃貸	
003 農業サービス		029c 灯油	050 民生用電子・電気機器	075 住宅賃貸料(帰属家賃含む)	
004 林業		029d 軽油	051 電子計算機・同付属装置	076 鉄道輸送	
005 漁業		029e A重油	052 通信機械	077 道路輸送	
006 金属鉱物		029f B重油・C重油	053 電子応用装置・電気計測機	078 自家輸送	
007 非金属鉱物		029g ナフサ	054 半導体素子・集積回路	079 水運	
008 石炭		029h 液化石油ガス	055 電子部品	080 航空輸送	
009a 原油		029i その他の石油製品	056 重電機器	081 貨物運送取扱	
009b 天然ガス		030 石炭製品	030a コークス	057 その他の電気機器	082 倉庫
010 食料品			030b その他の石炭製品	058 乗用車	083 運輸付帯サービス
011 飲料	030c 舗装材料		059 その他の自動車	084 通信	
012 飼料・有機質肥料(除別掲)	031 プラスチック製品	060 船舶・同修理	085 放送		
013 たばこ	032 ゴム製品	061 その他の輸送機械・同修理	086 公務		
014 繊維工業製品	033 なめし革・毛皮・同製品	062 精密機械	087 教育		
015 衣服・その他の繊維既製品	034 ガラス・ガラス製品	063 その他の製造工業製品	088 研究		
016 製材・木製品	035 セメント・セメント製品	064 再生資源回収・加工処理	089 医療・保健		
017 家具・装備品	036 陶磁器	065 建築	090 社会保障		
018 パルプ・紙・板紙・加工紙	037 その他の窯業・土石製品	066 建設補修	091 介護		
019 紙加工品	038 鉄鉄・粗鋼	067 土木建設	092 その他の公共サービス		
020 出版・印刷	039 鋼材	068a 事業用原子力発電	068 電力	093 広告・調査・情報サービス	
021 化学肥料	040 鑄鍛造品	068b1 石炭火力		094 物品賃貸サービス	
022 無機化学基礎製品	041 その他の鉄鋼製品	068b2 石油火力		095 自動車・機械修理	
023 有機化学基礎製品	042 非鉄金属製錬・精製	068b3 ガス火力		096 その他の対事業所サービス	
024 有機化学製品	043 非鉄金属加工製品	068c 水力・その他の事業用発電	097 娯楽サービス		
025 合成樹脂	044 建設・建築用金属製品	069 ガス・熱供給	098 飲食店		
026 化学繊維	045 その他の金属製品	070 水道	099 旅館・その他の宿泊所		
027 医薬品	046 一般産業機械	071 廃棄物処理	100 その他の対個人サービス		
028 化学最終製品(除医薬品)	047 特殊産業機械	072 商業	101 事務用品		
				102 分類不明	

## AIM/CGE [Japan]の概略

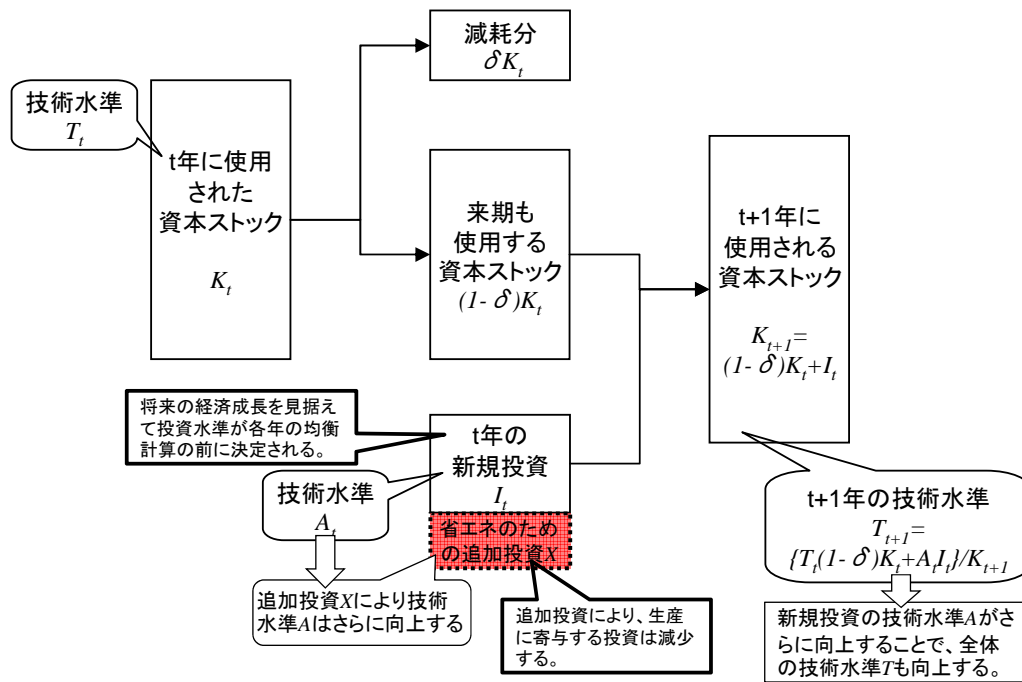


## 論点となるモデルの基本構成(動的部分)

- 時間の取り扱い: 逐次均衡。1年を対象とした計算を行い、将来の活動はそれまでの時間の積み重ねで表現される。
- 投資: あらかじめ想定された将来の経済成長を満たすように、各年の均衡計算の前に投資(貯蓄)は外生的に決められる。各部門において投資財の組み合わせは決まっており、一度設置すると部門間の移動はない。効率改善(エネルギー効率、労働生産性)は、投資によって実現される。新規投資が起こらない部門では、効率改善も生じない。
- 温暖化対策投資: AIMエンドユースモデルの結果を用いて、各年の温暖化対策目的の追加投資に必要な額を設定する。なお、生産部門における追加投資は通常の投資の一部と見なし、総投資額は上記によりあらかじめ決められていることから、追加投資が増大すると、生産投資そのものは減少し、将来の設備容量は縮小する(家庭部門に関する温暖化対策のための追加投資は、最終消費の一部とみなされるので、投資には影響しない)。
- エネルギー間の代替: 通常の経済モデルで想定されているエネルギー間の代替を設定せず、技術選択モデルの結果のみを反映させる。つまり、短期的にはエネルギー間の代替は起こらないが、長期的には新しい技術を取り込むことでエネルギー間の代替が可能となる。

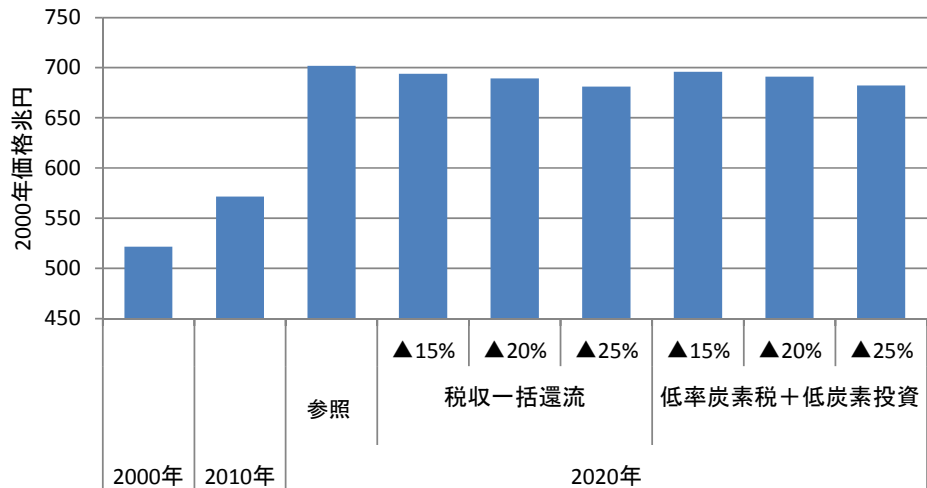
→ 経済モデルと呼んではいるが、工学的な要素を強く持ったモデルであり、将来を予測するためのものではなく、様々な想定や施策の整合性を確認することに主眼を置いたモデルという位置づけ。

# 投資・技術進歩の関係と 温暖化対策のための追加投資



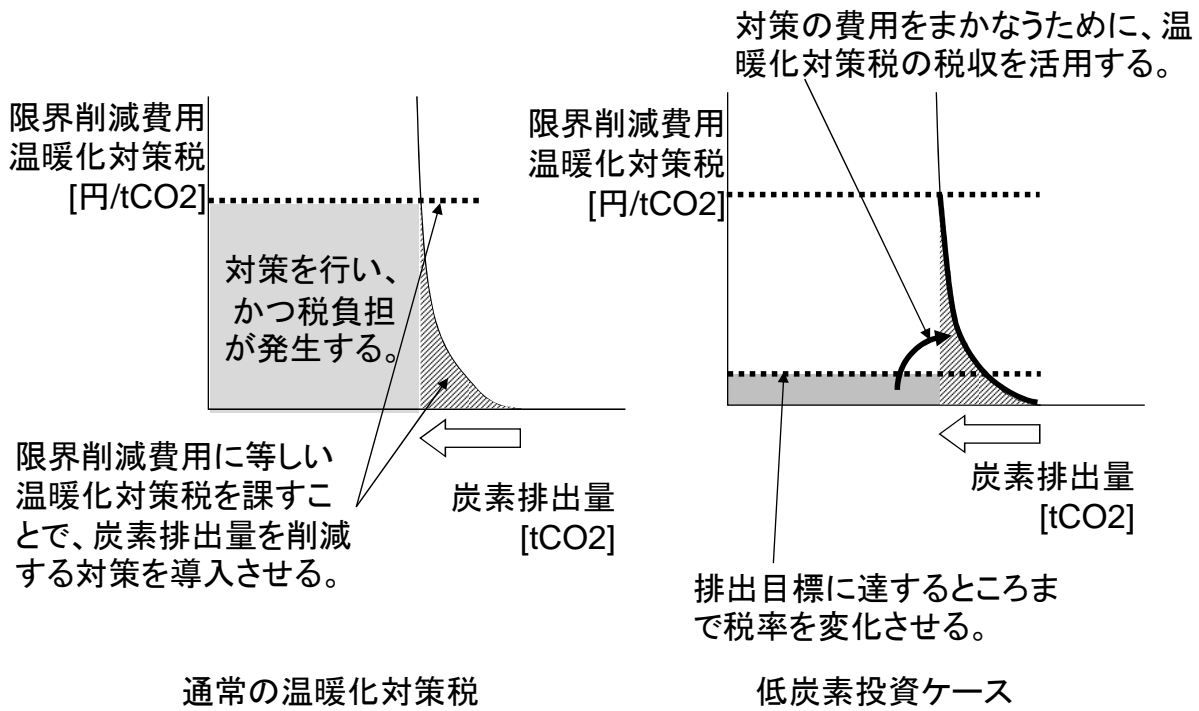
## 経済モデルによる結果：GDP

- 日本を対象とした応用一般均衡モデルを用いて、25%削減を達成する対策を導入した場合の追加費用、エネルギー効率改善を組み込んで試算。
- レファレンスと比較すると、GDPの伸びはやや鈍化するが、2010-2020年の平均成長率は年率1%台後半を維持。
- 炭素税の税收を低炭素投資の促進に充当することで、炭素価格を低く抑え、経済影響は緩和させることができる。

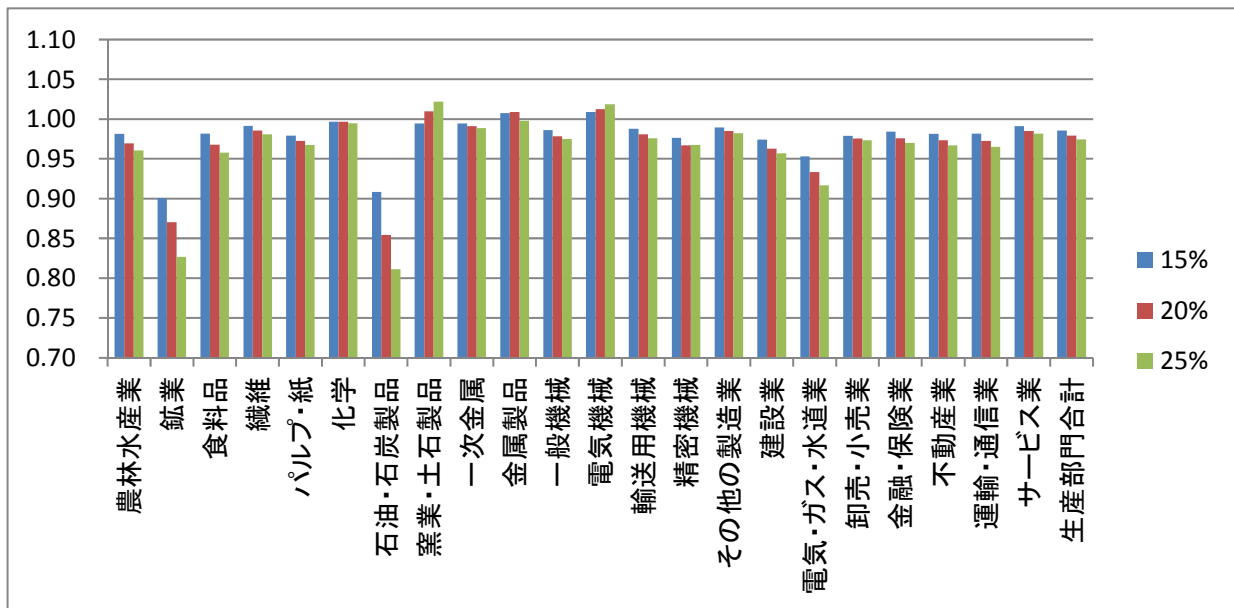


	2020年						
	参照	税収一括還流			低率炭素税+低炭素投資		
		▲15%	▲20%	▲25%	▲15%	▲20%	▲25%
GDP成長率 (2010~2020年; %/年)	2.07	1.96	1.89	1.77	1.99	1.91	1.78
GDPの2020年レファレンスからの変化率(%)		-1.11	-1.78	-2.94	-0.82	-1.52	-2.77
二酸化炭素価格 (2000年価格円/tCO2)		14,643	21,198	41,446	4,379	6,857	9,734

# 低炭素投資ケースのイメージ



## 部門別粗生産額 (2020年; レファレンスを1とする)

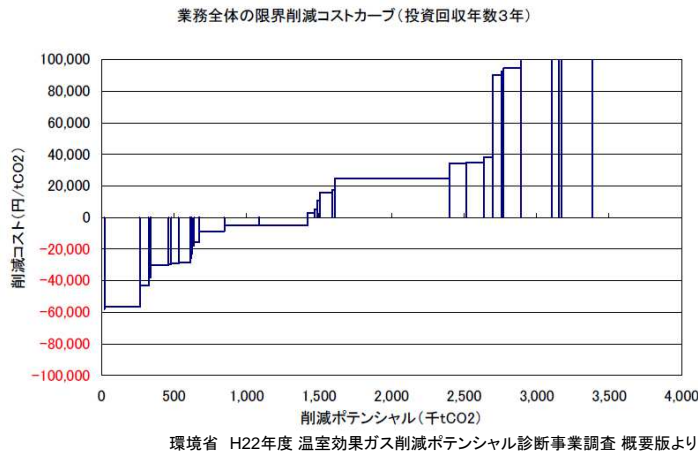


温暖化対策の促進により、影響を受ける業種もあれば、逆に潤う業種もある。  
 →こういう業種をいかに育てるか？ 一方で既得権の問題も。



# 本検討会に対する貢献

- 排出削減ポテンシャル調査による削減ポテンシャル(削減量、対策費用)を組み込んで、削減ポテンシャルに相当するだけの対策を導入した場合の効果・影響を分析する。



排出削減ポテンシャル調査での部門

鉄鋼業
セメント工業
化学工業
石油精製業
非鉄金属製造業
紙・パルプ製造業
食料品製造業
繊維・紡績業
ガラス・窯業製造業
プラスチック製品製造業
電子部品・デバイス・電子回路製造業
輸送用機械器具製造業
廃棄物処理業(産業廃棄物)
その他製造業
上水道業・工業用水道業
下水道業
廃棄物処理業(一般廃棄物)
医療・福祉系
学校系
小売施設系
事務所系
宿泊施設系
不動産賃貸・管理系
役所系(公務)
その他

13

## 分析における課題

- 震災、原発事故の影響をどうとらえるか？
  - 2011年3月11日の前と後では状況が大きく変化している。昨年12月の中長期ロードマップ小委員会の前提をもとにしても意味がない(原発の想定、節電要請、生産施設への被害、等々)。
  - 一方で、ロードマップとの比較も重要。
- ベースラインの設定
  - 中長期ロードマップ小委員会の経済分析では、参照ケースをベースラインと設定。
  - 排出削減ポテンシャル調査では、固定ケースが前提？
- 試算方法について
  - 単に削減ポテンシャルに相当する対策を組み込んで評価するだけでいいか、削減ポテンシャルを実現させた上で排出量取引も行うか？
  - 後者の場合、各部門には、国内排出量取引制度の対象となる事業所と対象にならない事業所が混在。
  - 中期目標の枠組みは？

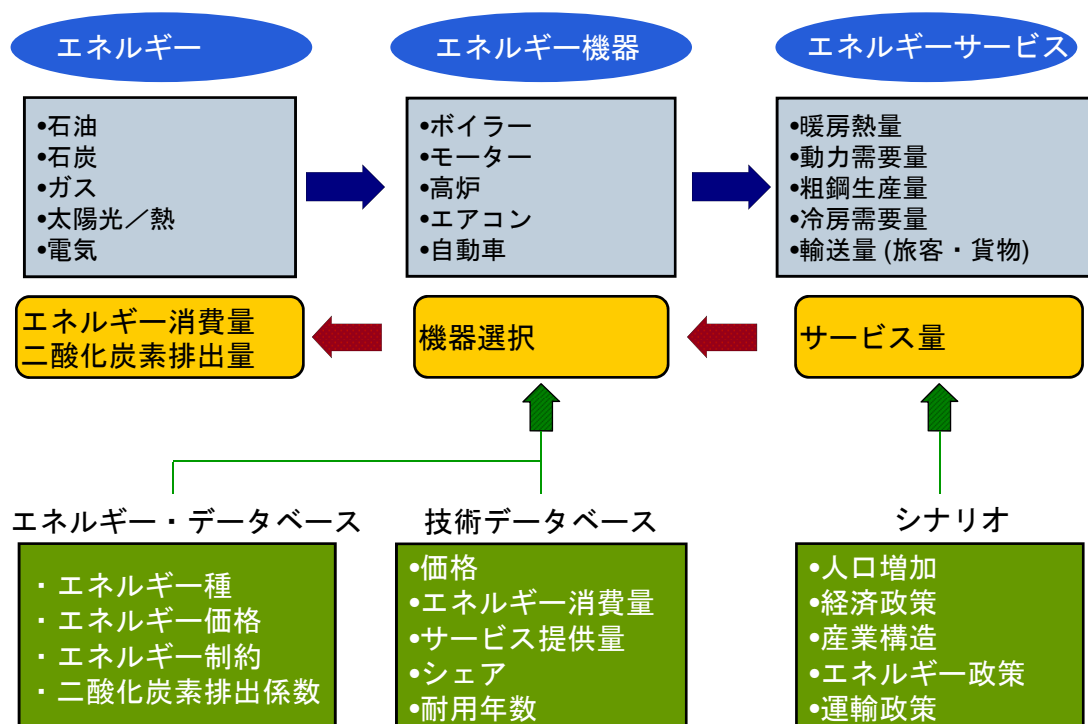


14

## AIM/Enduse [Japan]の概要

- ・概要: わが国を対象とした積み上げ型のエネルギー技術選択モデル。日本の他、中国、インド、タイ、韓国などのモデルも各国機関と協力して開発。
- ・目的: 温室効果ガス排出量削減方策を評価。特に、京都議定書の目標達成のための炭素税率、税と補助金のポリシーミックス導入時の税率の評価。
- ・入力:
  - 最終サービス需要 (鉄鋼需要・暖冷房需要・旅客/貨物輸送量など)
  - 対策技術 (コスト・効率・普及率・耐用年数など)
  - エネルギー (エネルギー価格・制約・排出係数など)。
- ・出力: 将来のエネルギー需要、温室効果ガス排出量、限界削減費用など
- ・計算メカニズム: サービス需要を満たすエネルギー技術の組み合わせを、導入されている技術のビンテージを考慮しながら、経過年における費用が最小となる条件の下で算定。任意に対策技術の組み合わせを作ることも可能。
- ・用途: わが国の削減ポテンシャル・削減目標達成時の限界費用の評価
- ・参考文献: kainuma et al.: Climate Policy Assessment, Springer, 2003.  
<http://www-iam.nies.go.jp/aim/>

## AIM/Enduse [Japan]の構造



# AIM/Enduse [Japan]で対象とする 省エネ技術・新エネ技術の例

部門		温室効果ガス削減技術
産業部門	鉄鋼	焼結炉廃熱回収、乾式高炉炉超圧発電、高炉炉頂頂ガス回収、転炉ガス廃熱回収、スクラップ予熱、直流式電気炉、直送圧延、蓄熱式バーナー加熱炉、連続焼鈍炉、コークス乾式消火設備、コークス炉ガス顕熱回収、コークス炉石炭乾燥調湿装置、次世代コークス炉
	セメント	壁型ミル、新サスペンテッドキルン、新型クリンカクーラー、高効率セパレータ
	石油化学	エチレンプラントガスタービン併設、気相法ポリプロピレン、気相法ポリエチレン、ナフサ接触分解、メタン分離塔ボトム液の冷熱回収、脱メタン塔プレフラクショナーション
	紙パルプ	連続式蒸解装置、中濃度置換型洗浄、プレート式エバポレータ、酸素法漂白、シュープレスプレスパート、高濃度サイズプレス、全密閉式ドライヤーフード、高温無臭型回収ボイラ
	業種横断	高性能工業炉、モーターインバータ制御、高効率モータ、自家発電の高効率化
家庭部門	高効率エアコン、電気ヒートポンプ給湯器、潜熱回収型給湯器、白熱灯型蛍光灯、高効率蛍光灯、高効率その他家電、高断熱住宅、高断熱浴槽、太陽熱温水器、太陽光発電	
業務部門	高効率空調（冷房／暖房）、電気ヒートポンプ給湯器、高効率ガス・石油給湯器、高効率蛍光灯等、BEMS、高断熱建築物、太陽熱温水器、太陽光発電	
運輸部門	乗用車	高効率ガソリン乗用車（小型／普通／軽）、ハイブリッドガソリン乗用車（小型／普通／軽）、高効率ディーゼル乗用車（小型／普通／軽）、ハイブリッドディーゼル乗用車（小型／普通）、電気乗用車（小型／普通／軽）
	貨物車	高効率ガソリン貨物車（自家用貨物／営業用貨物／小型／軽）、ハイブリッドガソリン貨物車（小型／軽）、高効率ディーゼル貨物車（自家用貨物／営業用貨物／小型）、ハイブリッドディーゼル貨物車（自家用貨物／営業用貨物／小型）、電気貨物車（自家用貨物／営業用貨物／小型／軽）
	その他	高効率航空（旅客／貨物）、高効率鉄道（旅客／貨物）、高効率船舶（旅客／貨物）
農林水産部門	省エネ型乾燥器、乾燥器具の省エネ利用、省エネ型農業器具、農業器具の省エネ利用、省エネ型温室、高性能林業機械、高効率集材機、高効率漁船、漁船の省エネ利用、排泄物管理方法の変更、施肥量の削減	
発電部門	高効率石炭火力、高効率ガス火力、原子力発電、水力発電、地熱発電、風力発電、廃棄物・バイオマス発電、小水力発電	
廃棄物部門	最終処分（埋立）量の削減、ごみの有料化、レジ袋有料化等、バイオマスプラスチックの普及・促進、PETボトルの循環利用促進、食品・飲料等製造業からの動植物残さの発生抑制、動植物残さの再生利用促進、木くず・紙くずの再生利用促進、有機性汚泥の再生利用促進、廃棄物処理施設の燃焼の高度化	
F-ガス部門	製造ラインでのガス除外装置の装備、マグネシウム溶解時のSF6フリー化、HFCs冷媒回収率（回収量/充填量）の改善、ウレタンフォーム製造時代替ガスの開発によるHFC-134a使用量の削減、エアゾール使用代替ガス使用によるHFCガス使用量の削減、エッチング・クリーニングガス除外装置設置率の改善	





## 限界削減コストカーブに基づく削減対策の実施量等の具体的な導出方法

各マクロフレームのBAUケースおよびETS導入ケースで実施される削減対策の削減量、削減費用、外部クレジット購入量は、該当するマクロフレームの限界削減コストカーブに基づき導出している。具体的には、設定した排出枠を遵守するために技術固定ケースからの削減を進める際の限界削減費用を、限界削減コストカーブから特定するとともに、外部クレジット価格と比較することで、選択される削減対策を抽出するとともに削減量の積算を行っている。

ここでは比較対象シナリオのETS<sub>c</sub>ケース（限界価格排出枠設定（4,500 円/t-CO<sub>2</sub>）+外部クレジット（2,500 円/t-CO<sub>2</sub>））を例に、具体的な導出過程を示す。

### (1) 削減対策の抽出

ETS<sub>c</sub>ケースでは、排出枠の設定に従い、4,500 円/t-CO<sub>2</sub>以下の削減対策が全て実施された場合に相当する削減量が求められる。ただし、外部クレジット（2,500 円/t-CO<sub>2</sub>）の購入が認められているため、制度対象者は2,500 円/t-CO<sub>2</sub>以下の削減対策については自ら実施するとともに、残りの削減量を外部クレジットの調達により埋め合わせる事となる。

このように、実施される削減対策は、限界削減コストカーブ（下図）において、削減コストが外部クレジット価格以下である対策を抽出することで決定される<sup>1</sup>。

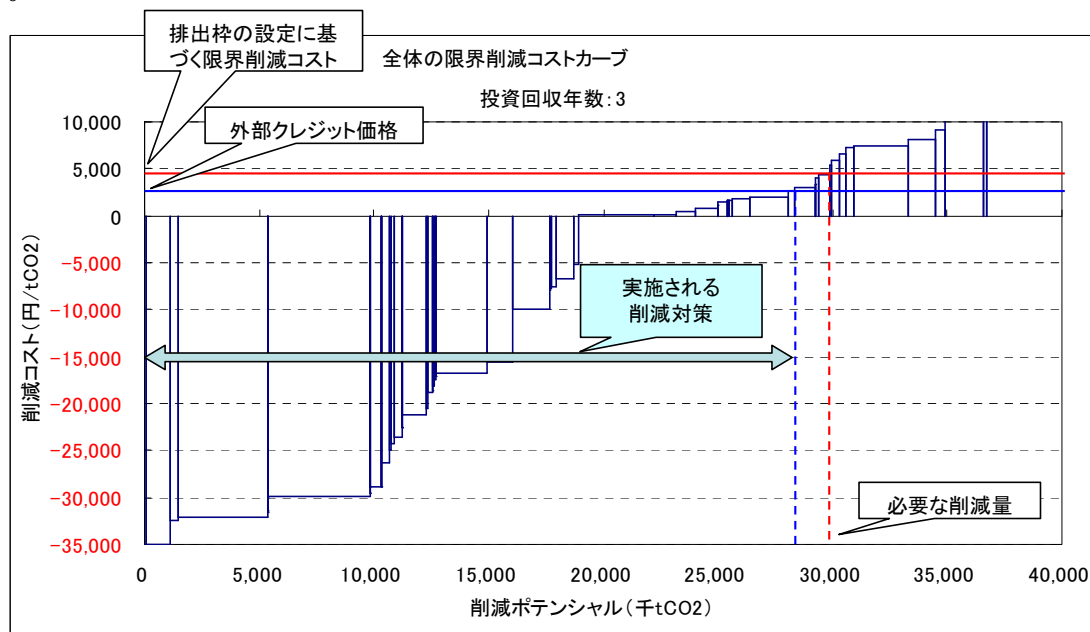


図 1 比較対象シナリオ ETS<sub>c</sub> ケースの限界削減コストカーブ  
(削減対策の抽出)

<sup>1</sup>本分析で限界削減コストカーブを作成する際に各燃料価格について地球温暖化対策のための税（1t-CO<sub>2</sub>当たり 289 円）を考慮していないため、実際の削減対策の抽出においては、限界削減コストカーブ上で外部クレジット価格（2,500 円/t-CO<sub>2</sub>）+税分（289 円/t-CO<sub>2</sub>）=2,789 円/t-CO<sub>2</sub>の削減コストまでの対策が対象となる。

## (2) 削減対策による削減量および外部クレジット購入量の導出

選択、実施される削減対策による削減量は、抽出した削減対策における削減ポテンシャルの積算であり、ETS<sub>c</sub> ケースについては外部クレジット価格以下の削減対策における削減ポテンシャルの積算となる。一方、外部クレジット購入量は、設定した排出枠に基づき求められる削減量から、上述した削減対策による削減量を差し引いた量に相当する。

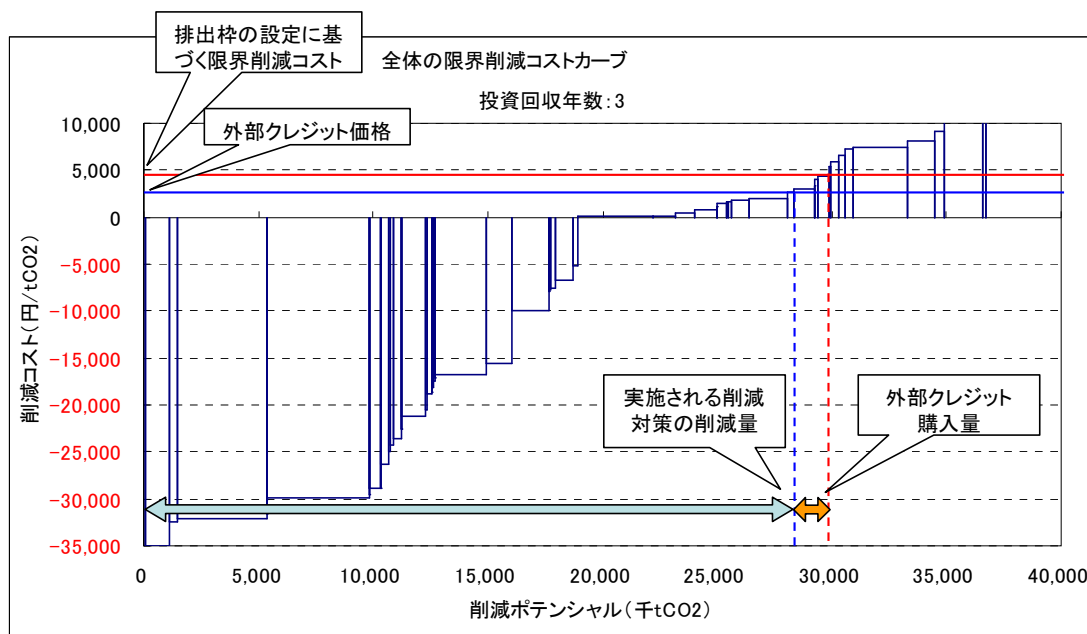


図2 比較対象シナリオ ETS<sub>c</sub> ケースの限界削減コストカーブ  
(削減量および外部クレジット購入量の導出)

## (3) 削減費用の導出

削減対策に係る費用は、選択、実施される削減対策の削減量に（限界）削減コストを乗じた額を積算して導出する。これは、限界削減コストカーブにおいては、該当する削減対策の面積として示される。

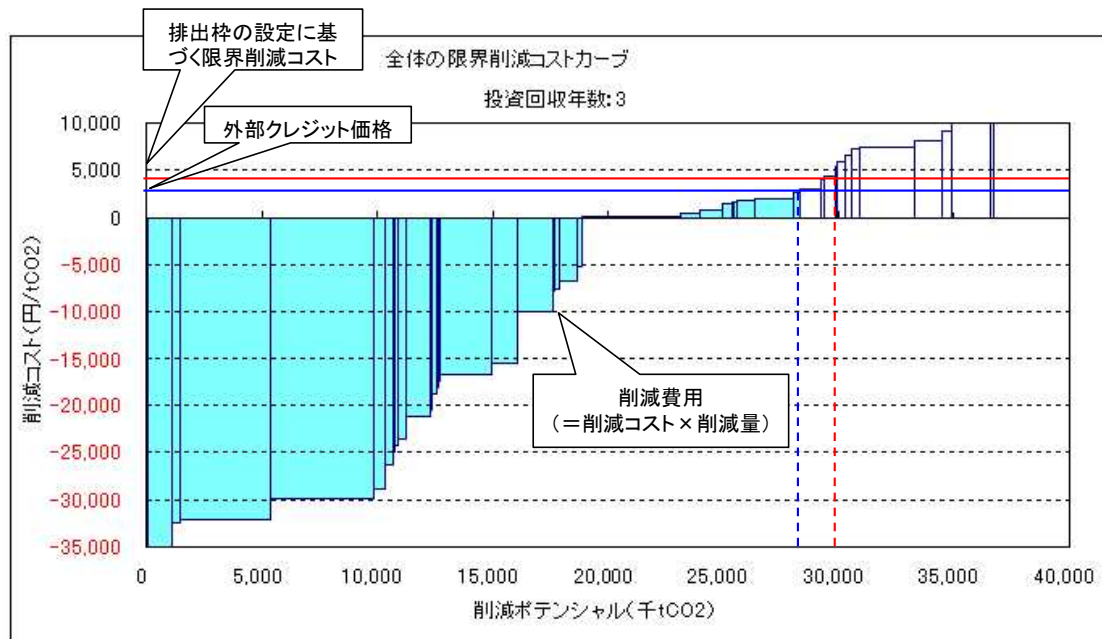


図3 比較対象シナリオ ETS<sub>c</sub> ケースの限界削減コストカーブ  
(削減費用の導出)

このほか、外部クレジットについては、先述した外部クレジットの購入量に外部クレジット価格（2,500 円/t-CO<sub>2</sub>）を掛け合わせて算出する。

### 参考 BAU ケースにおける導出について

BAU ケースで実施される削減対策の削減量、削減費用についても ETS 導入ケースと同様に限界削減コストカーブに基づき導出する。BAU ケースでは投資回収年数 1.5 年以下の対策を対象にその 46%（コージェネレーション関連は 17%）が実施されると想定するため、削減コストを投資回収年数 1.5 年で計算するとともに、削減ポテンシャルを ETS 導入ケースに対して 46%（コージェネレーション関連は 17%）に縮小させた限界削減コストカーブ（下図）を用いる。実施される削減対策は、この限界削減コストカーブで削減コストが 0 円/t-CO<sub>2</sub> 以下である対策を抽出することにより決定する。<sup>2</sup>

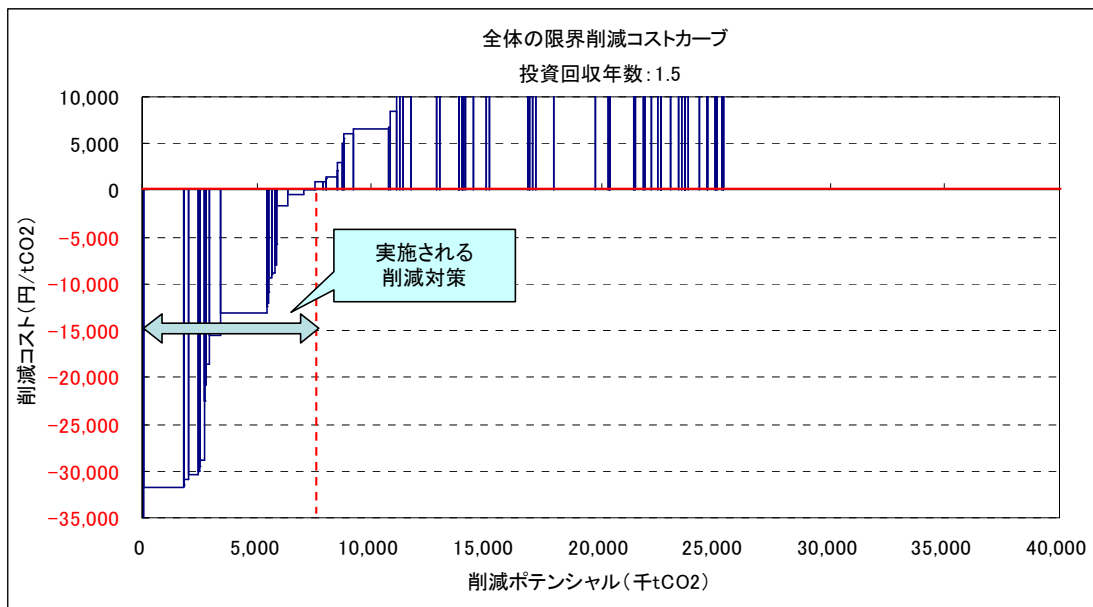


図 4 比較対象シナリオ BAU ケースの限界削減コストカーブ

<sup>2</sup> 実際には、地球温暖化対策のための税（1t-CO<sub>2</sub> 当たり 289 円）を考慮し、限界削減コストカーブ上で 0 円/t-CO<sub>2</sub> + 税分（289 円/t-CO<sub>2</sub>）= 289 円/t-CO<sub>2</sub> の削減コストまでの対策が対象となる。