

AIM/CGEによる2030年の分析

国立環境研究所
AIMプロジェクトチーム

2012年5月28日

報告概要

- 要旨
- AIM/CGEによる分析の枠組み
- 分析における前提条件
 - 将来の技術選択(AIM/Enduseとの連携)
- 主な結果
 - 参照ケースと各ケースの経年変化
 - 電源構成、二酸化炭素排出量と限界削減費用
 - 産業部門への影響
 - GDP、消費、投資への影響
- AIM/CGEの概要・特徴【参考】

要旨

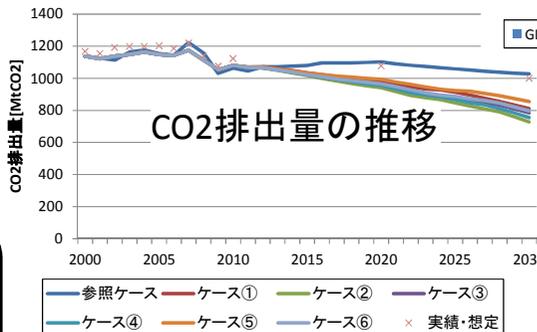
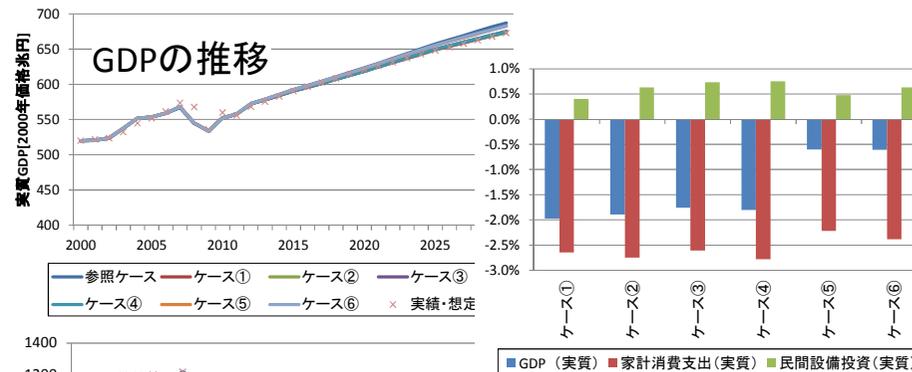
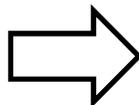
- 国立環境研究所の経済モデル(AIM/CGE)に対して、技術選択モデルであるAIM/Enduseの結果として得られる将来の省エネ技術等の情報(エネルギー効率改善、追加投資額)を反映した上で、2030年の温暖化対策目標のケースの違いによる経済活動への影響を分析した。
- CO₂排出削減目標の設定により、CO₂削減のための限界削減費用が生じ、GDPをはじめとする経済活動に影響が生じる。なお、限界削減費用や経済活動への影響は、排出削減目標(対策高位～低位)により変化するが、発電部門における非化石燃料電源のシェアの影響も受ける。
 - CO₂削減にかかる限界削減費用が最も高いケースは、ケース②(原子力15%、対策高位)で24,000円/tCO₂となった。
 - GDPへの影響が最も大きいケースは、ケース①(原子力0%、対策高位)で、参照ケース比-2.0%となった。
- CO₂排出削減目標の設定により、CO₂削減のための限界削減費用が生じ、限界削減費用の高い対策中位から高位の各ケースにおいては、ガス火力のシェアが相対的に高まる。参照ケースでは石炭火力に対するガス火力の比率は1.1倍であるのに対して、ケース②(原子力15%、対策高位)では同2.6倍となる。
- 対策高位～中位の各ケースにおける省エネ投資や再エネ投資の増加は、高効率給湯器(金属製品)やハイブリッド自動車(電気機器)、太陽光パネル(化学、金属製品、機械、建築より構成)等の需要をもたらし、これらの財を構成する素材も含めた関連産業の生産を誘発し、新たな市場創出の可能性を示唆する結果となった。

本モデルの特徴と 技術選択モデルも含めた大きな枠組み

CO2削減目標

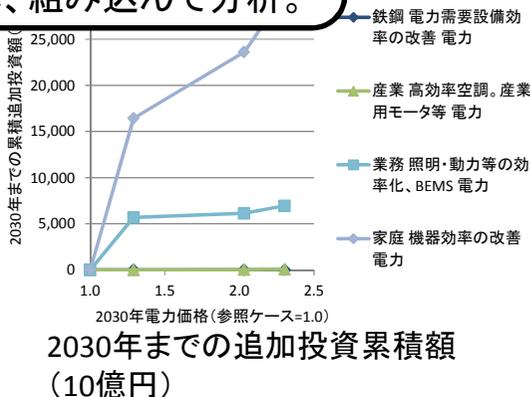
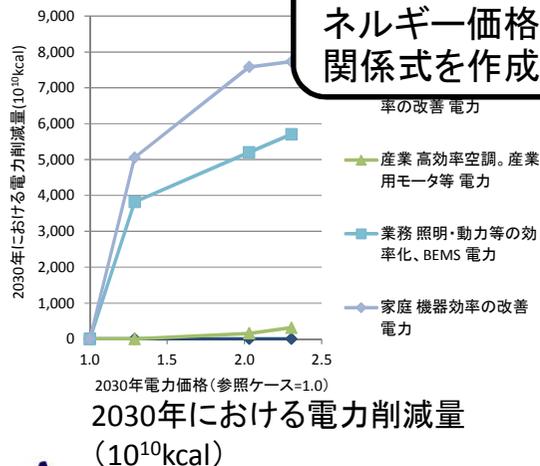
本モデル(AIM/CGE)

- 日本を対象とした応用一般均衡モデル
- 逐次均衡
- 技術進歩を前提条件に、様々な施策導入の効果、影響について統合的な解を探索する。



2030年における
参照ケースからの差

中環審で提示された対策高位～低位の省エネ投資と省エネ効果をエネルギー価格によって関連づけた関係式を作成し、組み込んで分析。



技術選択モデル

- 日本を対象とした温暖化対策技術の評価モデル
- マクロ経済活動を前提条件に、効果的な温暖化対策を実現する技術の組み合わせを探索する。

分析における前提(1)

- 想定した将来のケース設定は、以下の通り。
 - 参照ケース:事務局で設定された想定値を再現したもの(総合エネ調で使用したのと同じ)。
 - ケース①:対策高位、発電電力量に占める原子力発電の比率は0%
 - ケース②:対策高位、発電電力量に占める原子力発電の比率は15%
 - ケース③:対策中位、発電電力量に占める原子力発電の比率は15%
 - ケース④:対策中位、発電電力量に占める原子力発電の比率は20%
 - ケース⑤:対策低位、発電電力量に占める原子力発電の比率は25%
 - ケース⑥:対策低位、発電電力量に占める原子力発電の比率は35%

分析における前提(2)

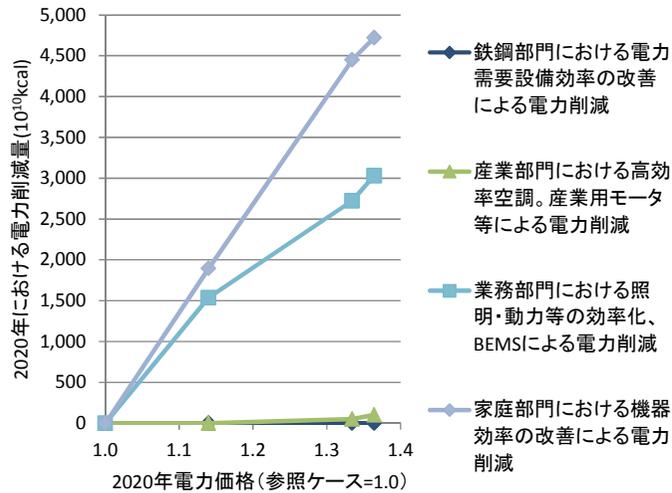
- 将来の経済成長率、電源構成(火力の個々の電源を除く)、化石燃料の国際価格の想定は事務局想定値を使用。また、化石燃料の国内価格については、国内市場における需給で決まる内生変数であり、国際価格と同じ変化をするわけではない。なお、モデル基準年で値が異なる項目もある。
- 原発事故リスク費用、原発未回収コスト、系統対策費用については、事務局想定値を使用。
- コスト等検証委員会で示された発電コストを、各電源における将来の投入産出構造に反映している。なお、電力価格については電力市場における需給によって内生的に計算される。
- エネルギー効率改善については、技術モデルであるAIM/Enduseモデルの結果をもとに、エネルギー価格の変化によって省エネ投資が誘発され、省エネが実現されるという構成となっている(エネルギーと資本の代替関係を、省エネ投資の導入を介して実現するように定義)。省エネ導入に要する追加投資は、導入する各部門が負担するとした(グリーン成長シナリオとして、追加投資分を温暖化対策税の税込でまかなうように想定することも可能)。

エネルギー価格変化と対策技術導入量の推定結果 (本モデルとAIM/Enduseの連結について)

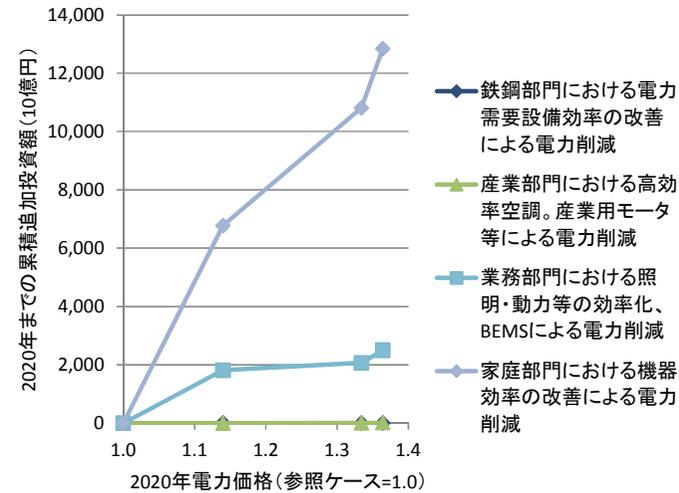
- 技術モデルであるAIM/Enduseモデルでは、様々な省エネ対策の導入の可能性とそれに必要な追加投資額が示されている。本モデルでは、そうした関係を考慮することで、追加投資による省エネ効果、生産部門への波及効果を分析している。
- 各年におけるエネルギー価格の参照ケースからの変化により、省エネを目的とした追加投資が起こるとみなし、各期の計算に先だって、エネルギー種毎に将来導入される機器の効率を選択する(追加投資を決定する)。
- なお、個々の技術に対して、技術選択モデルで示されている最大の追加投資額、省エネ導入量を超えては導入されないとする。

省エネのための追加投資、エネルギー削減量の例 (電力の削減を目的とした対策技術)

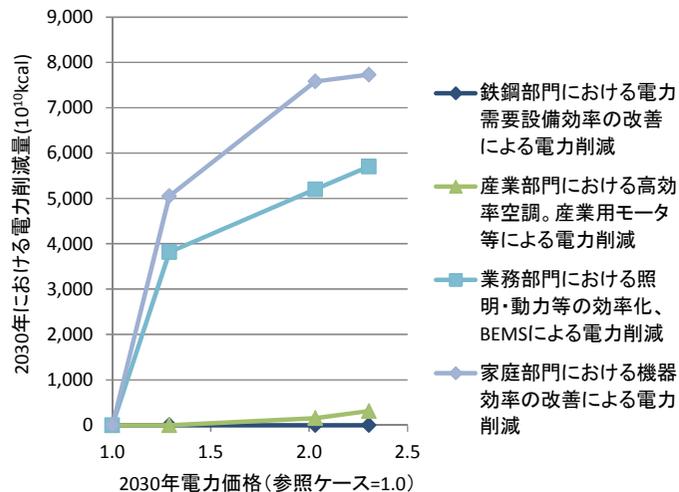
横軸は電力価格(参照ケース比) 縦軸は、電力削減量もしくは追加投資累積額をそれぞれ示す



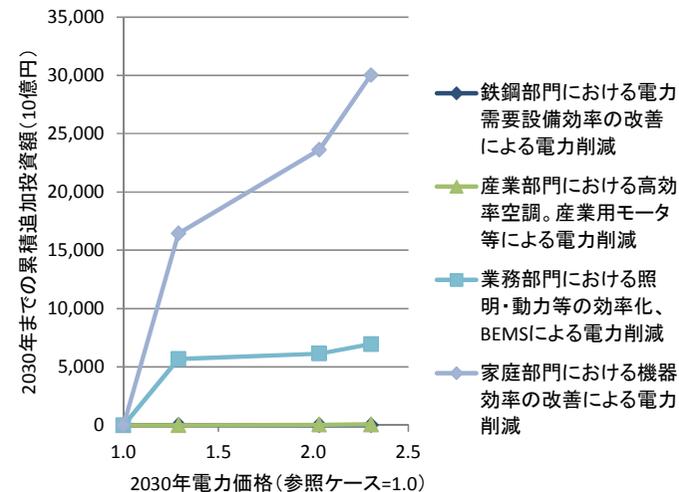
2020年における電力削減量(10¹⁰kcal)



2020年までの追加投資累積額(10億円)

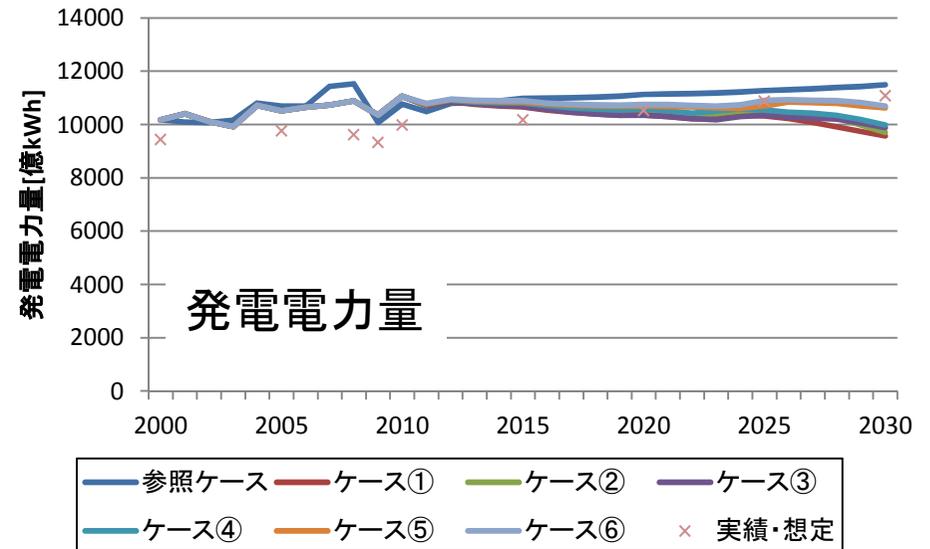
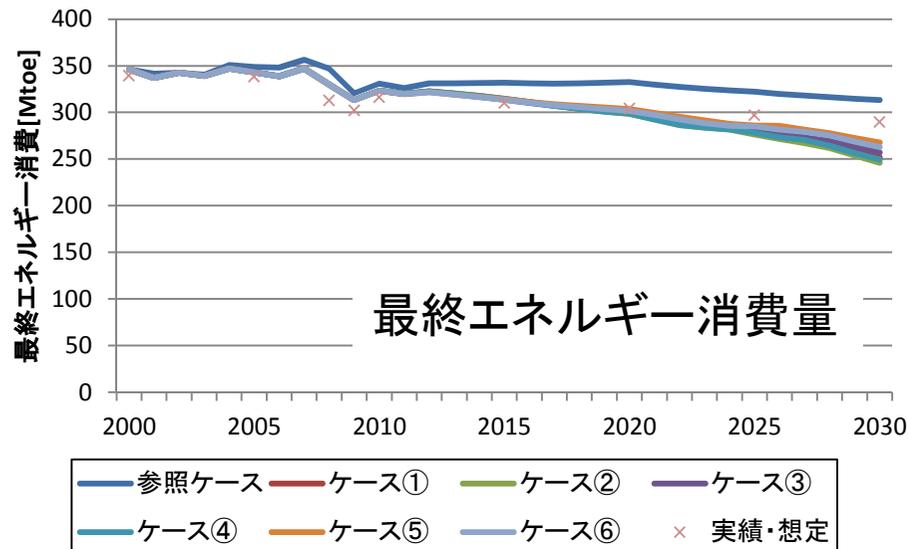
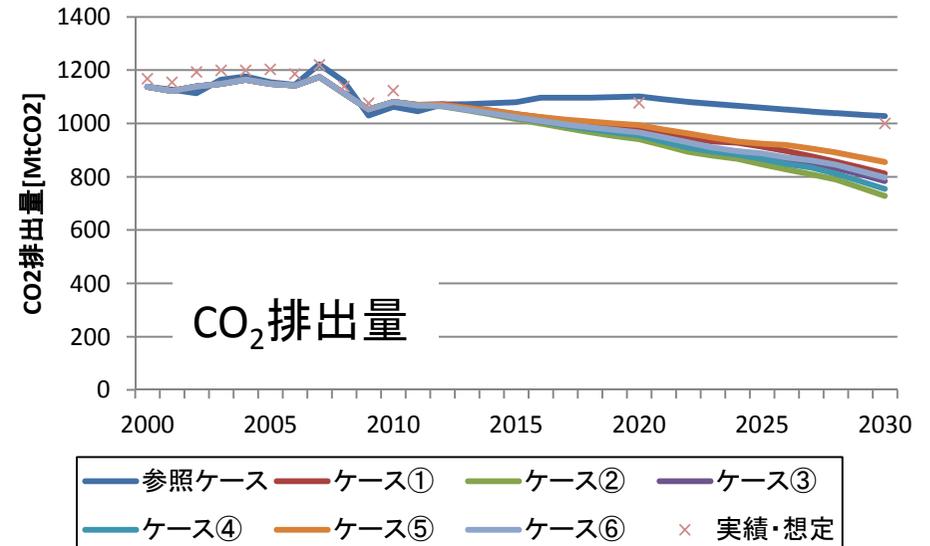
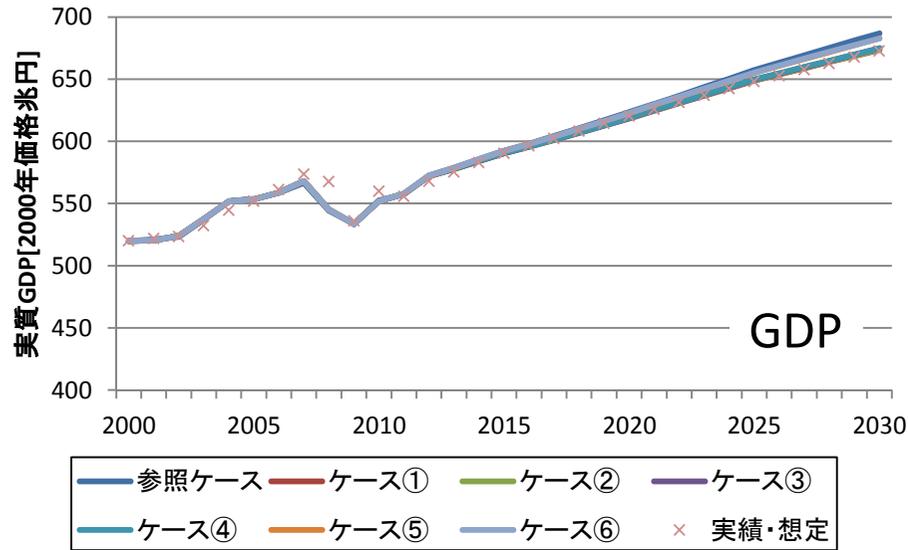


2030年における電力削減量(10¹⁰kcal)



2030年までの追加投資累積額(10億円)

参照ケースと各ケースの概要

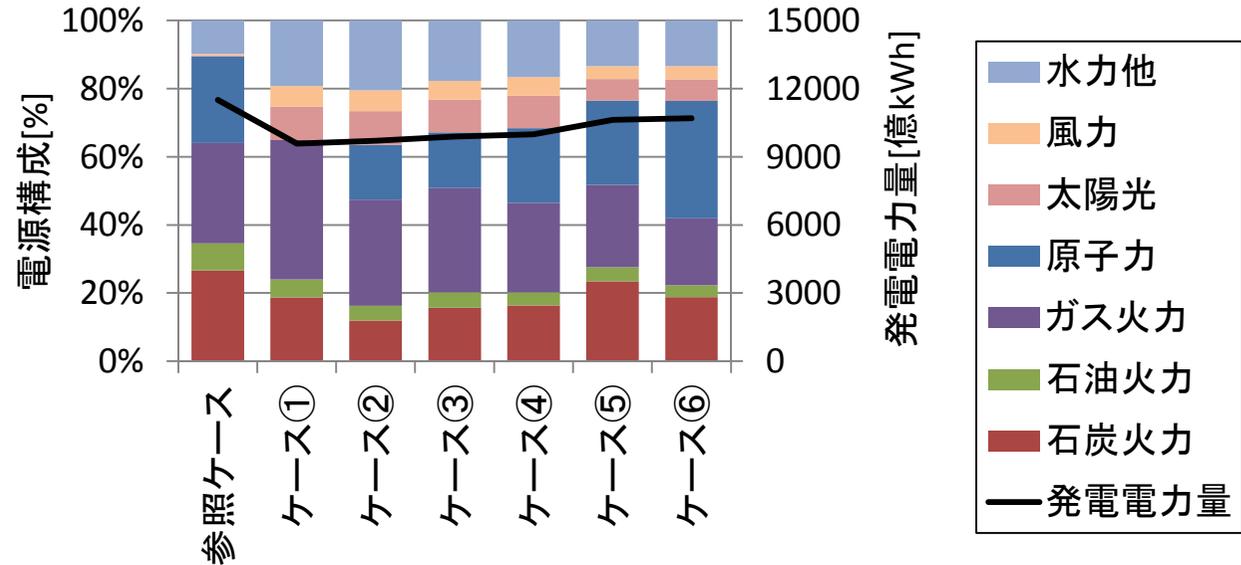


各ケースの姿(1)

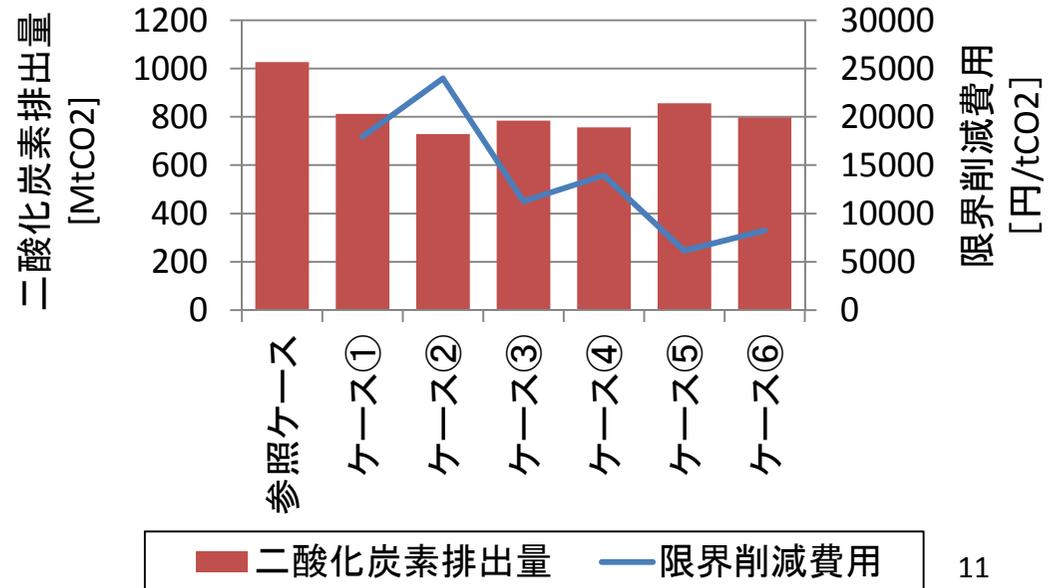
項目	単位	参照 ケース	ケース① 原発0% 対策高位	ケース② 原発15% 対策高位	ケース③ 原発15% 対策中位	ケース④ 原発20% 対策中位	ケース⑤ 原発25% 対策低位	ケース⑥ 原発35% 対策低位
GDP(実質)	%(参照ケース比)	2.1%	-2.0%	-1.9%	-1.8%	-1.8%	-0.6%	-0.6%
家計消費支出(実質)	%(参照ケース比)	3.7%	-2.7%	-2.7%	-2.6%	-2.8%	-2.2%	-2.4%
民間設備投資(実質)	%(参照ケース比)	1.1%	0.4%	0.6%	0.7%	0.8%	0.5%	0.6%
輸出(実質)	%(参照ケース比)	3.8%	-2.2%	-2.4%	-1.8%	-1.9%	-1.6%	-1.7%
輸入(実質)	%(参照ケース比)	26.6%	-3.5%	-4.8%	-4.3%	-4.9%	-3.4%	-4.3%
電力価格(名目)	%(参照ケース比)	-	95.2%	85.0%	69.2%	75.8%	41.2%	44.3%
電力価格(実質)	%(参照ケース比)	-	101.8%	91.7%	73.0%	80.5%	42.7%	46.0%
光熱費(名目)	%(参照ケース比)	-	55.7%	63.4%	42.4%	45.3%	23.0%	25.6%
光熱費(実質)	%(参照ケース比)	-	-20.0%	-24.8%	-16.1%	-20.2%	-6.0%	-10.9%
最終エネルギー消費(実質)	%(参照ケース比)	-	-19.6%	-21.5%	-17.9%	-20.3%	-14.9%	-16.0%
発電電力量	億kWh	11,498	9,577	9,709	9,886	9,985	10,624	10,701
	%(参照ケース比)	-0.3%	-16.7%	-15.6%	-14.0%	-13.2%	-7.6%	-6.9%
限界削減費用(実質)	円	-	17,978	23,976	11,277	13,929	6,160	8,264
CO2排出量	百万t-CO2	1,027	811	728	783	755	855	797
	%(参照ケース比)	5.5%	-21.0%	-29.1%	-23.8%	-26.5%	-16.8%	-22.4%
石炭発電量	%(総発電量に 占める割合)	26.6%	18.7%	11.9%	15.6%	16.3%	23.4%	18.8%
石油発電量	%(総発電量に 占める割合)	8.0%	5.3%	4.3%	4.6%	3.9%	4.2%	3.5%
LNG発電量	%(総発電量に 占める割合)	29.4%	40.9%	31.2%	30.6%	26.3%	24.2%	19.7%

各ケースの姿(2)

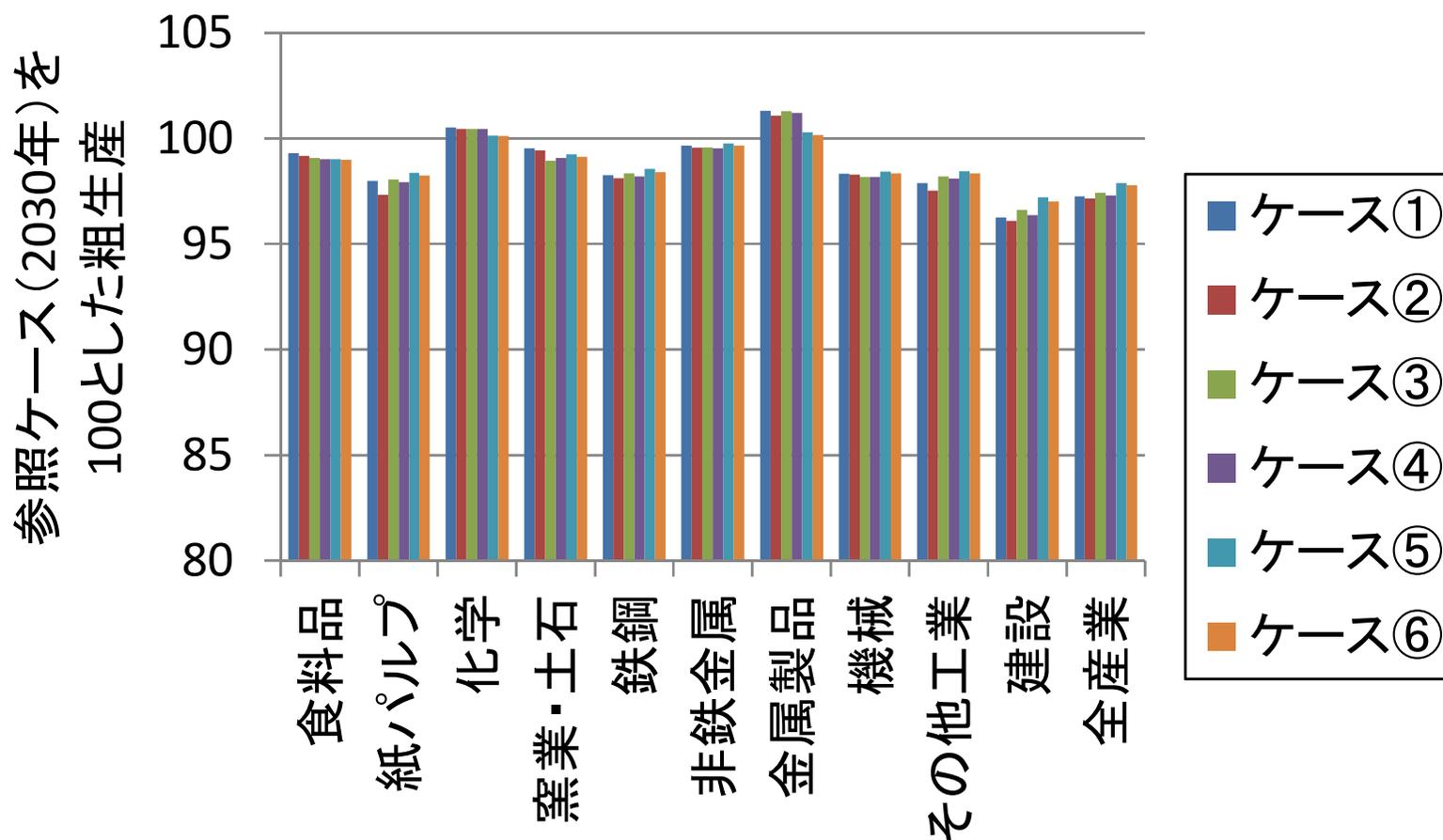
- ケース①～④(対策高位～中位)では、火力発電に占めるガス火力のシェアが高まる。ケース⑤、⑥(対策低位)は参照ケースと同程度



- 二酸化炭素排出量の削減目標に向けて、二酸化炭素1トンあたり6,160円～23,976円に相当する対策の導入が必要となる。

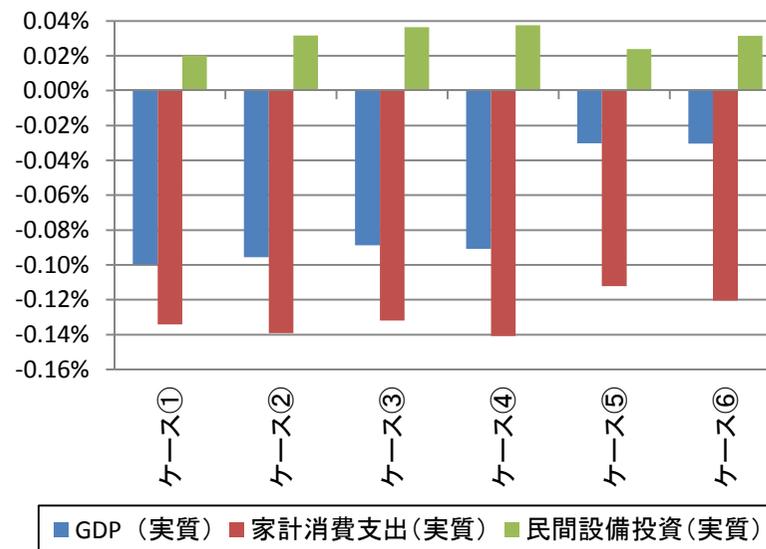
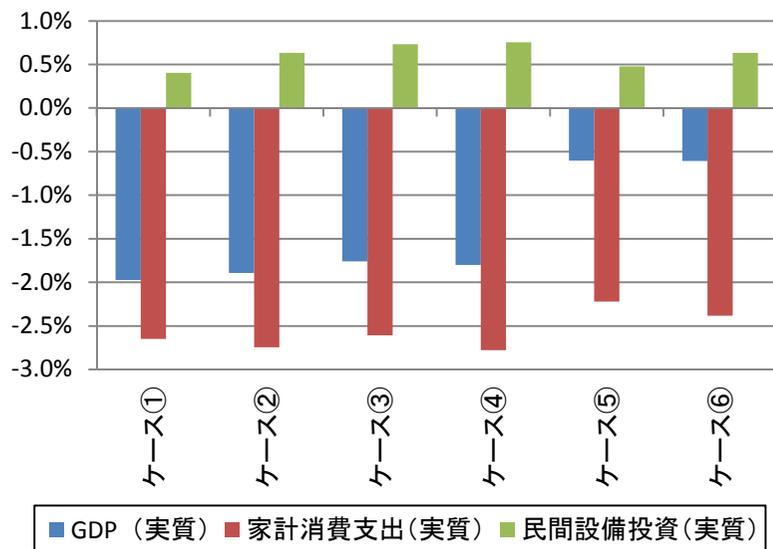


各ケースの姿(3)



- 全産業で見ると、全ケースで参照ケースと比較して減少するが、産業部門間で影響は異なる。
- 省エネ投資、再エネ投資の導入により、これらの財の生産に関わる部門では、参照ケースと比較して粗生産が増大したり、他の部門と比較して落ち込みが軽減される。

各ケースの姿(4)



2030年における参照ケースからの変化

2030年の参照ケースに対する
変化の年率換算

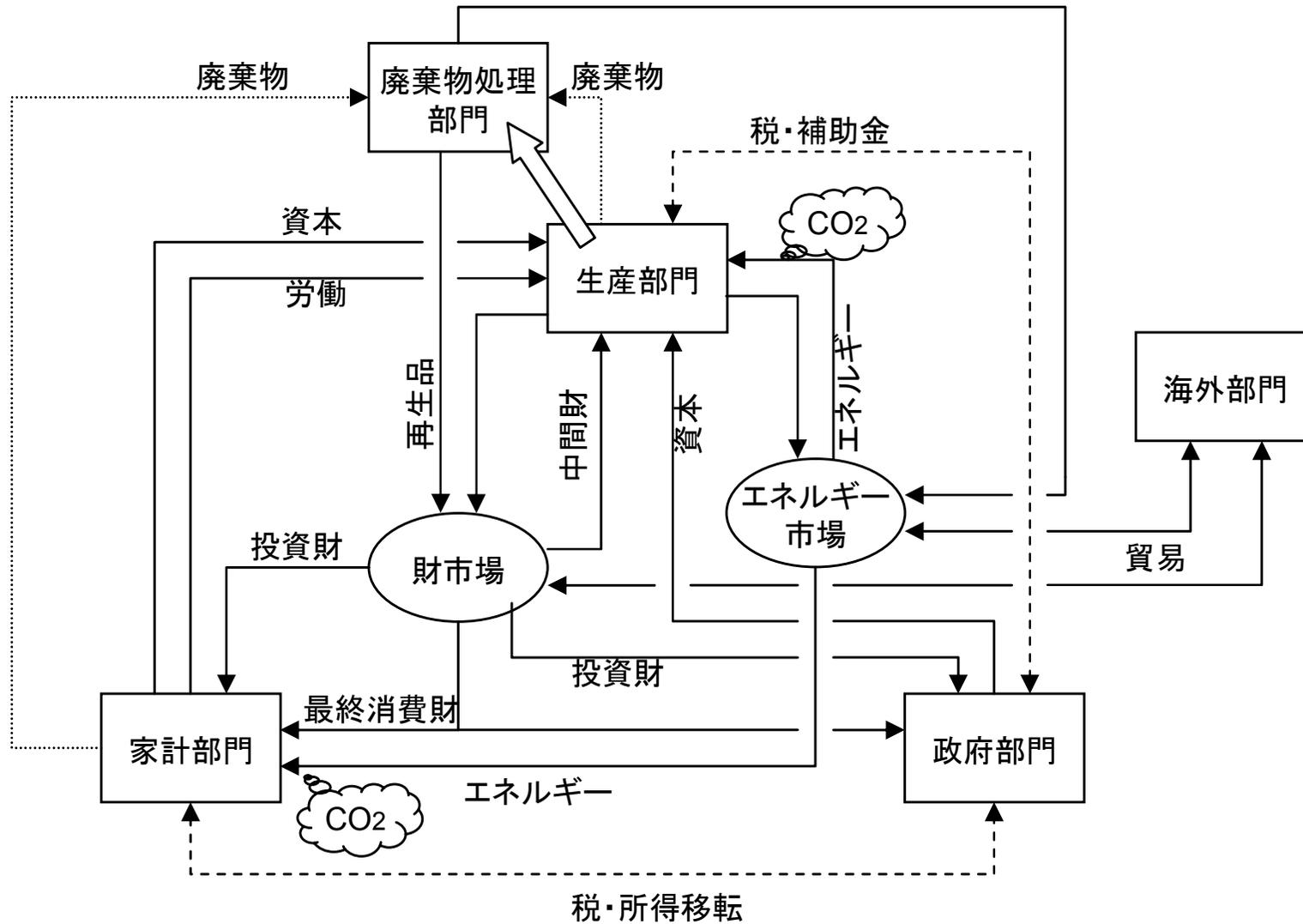
注：設備投資は、省エネ投資、再エネ投資に必要な投資財の購入が含まれる。
家計消費支出のマイナス分には、家計で購入される太陽光パネルや省エネ投資増加の影響が含まれている。

- 2030年の参照ケースに対するGDP減少は、最大でケース①の2%にとどまる。
- GDPの減少は、年率に換算すると、最大で0.1%となる。
- GDPの経年変化は9枚目に示したとおりで、現状からマイナス成長になるという意味ではない。

【参考】AIM/CGEの概要・特徴

- 日本を対象とした応用一般均衡モデル。
- 基準は2000年産業連関表(10表)をもとに、U表(投入表)とV表(産出表)を区分する。10表では統合されている太陽光発電、風力発電を分析可能なように1つの部門と設定する。
- 化石燃料をはじめとする各財の国際価格は外生と仮定。
- 1期1年とした逐次均衡型のモデル。国全体の粗投資は、モデルで計算された当該年までのGDPと資本と、想定される将来の経済成長率に基づいて計算され、前年の各部門の資本収益率の結果に基づいて各部門に配分される。家計は、所得から貯蓄を差し引いたものを、効用最大化に基づいて最終消費財を選好する。
- 各生産部門では、資本と労働を生産要素として、他の中間財(原材料、エネルギー)も投入しつつ財を産出する。10表の産出表をもとに、結合生産を想定。
- モデルでは、短期(1年)と長期(それ以上)については明確に区分。短期では技術の組み合わせが決まっており、各部門内でのエネルギーの代替は起こらないが、期を超えた活動については導入される投資・技術によってエネルギー効率改善や燃料代替が起こるとする。
- 将来のエネルギー効率改善については、技術モデルであるAIM/Enduseとの連携を重視したモデル。通常のモデルでは、エネルギー間の代替関係、エネルギーと資本との代替関係を組み入れてモデル化するが、本モデルでは、省エネ対策の導入により、設備費用がかかるが、エネルギー投入量が節約できる、エネルギーの代替が生じる過程を再現している。また、省エネの実現に必要な機器の需要も明示。
- なお、今回の試算に当たっては、AIM/Enduseと本モデルの結果を用いて対策毎に、参照ケースからのエネルギー価格の変化に対応する対策導入量、効果としての省エネ量の関係をあらかじめ組み込み、本モデル内で各期の計算に先だって、省エネ投資量が決められるとした。
- 発電部門については、設備容量(資本)と稼働率をあらかじめ設定するとともに、石油火力を除いて各部門における資本は他の要素と代替しないと仮定している。石油火力によって電力の需給が調整される。

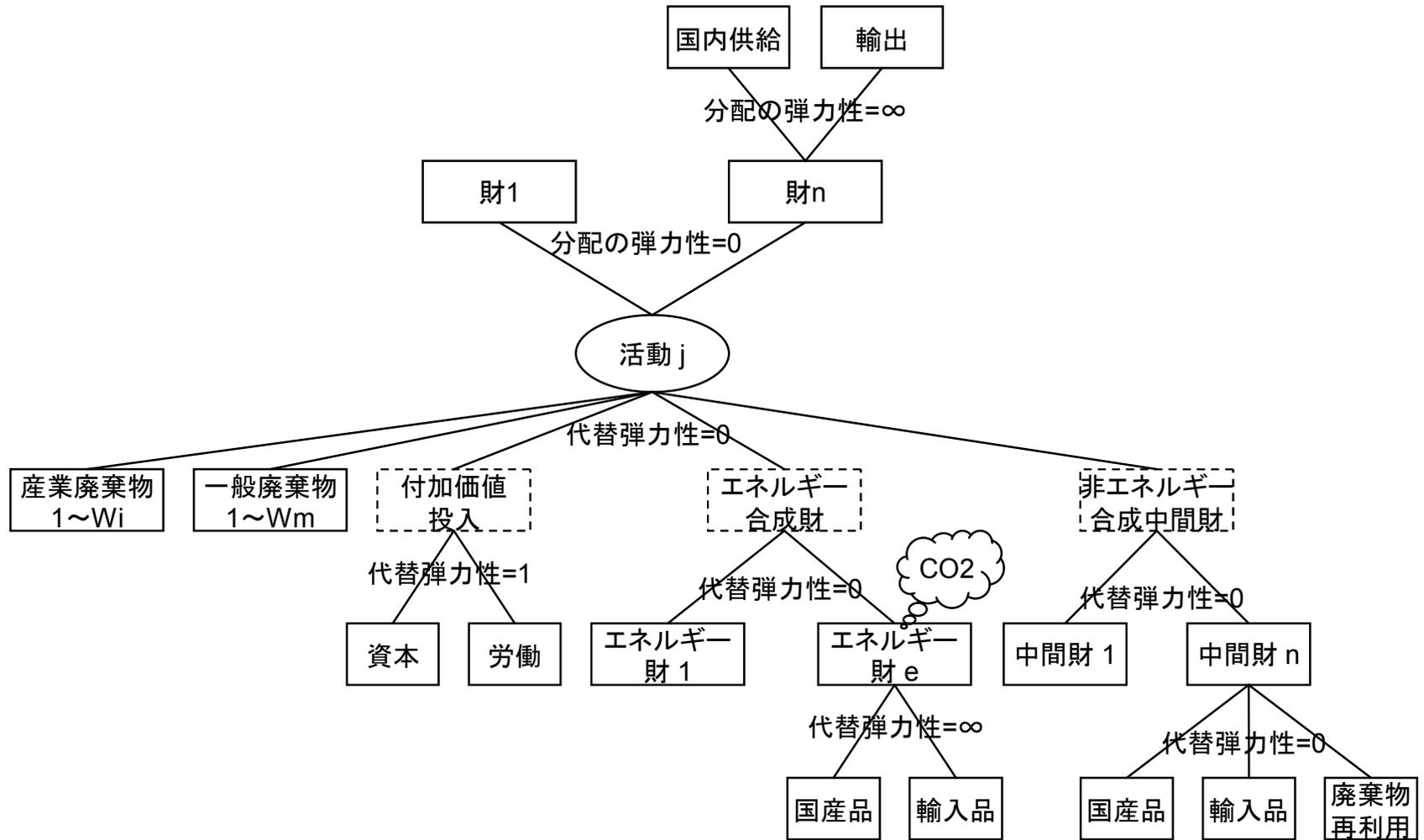
【参考】モデルの全体構造



【参考】モデルにおける部門・財の分類

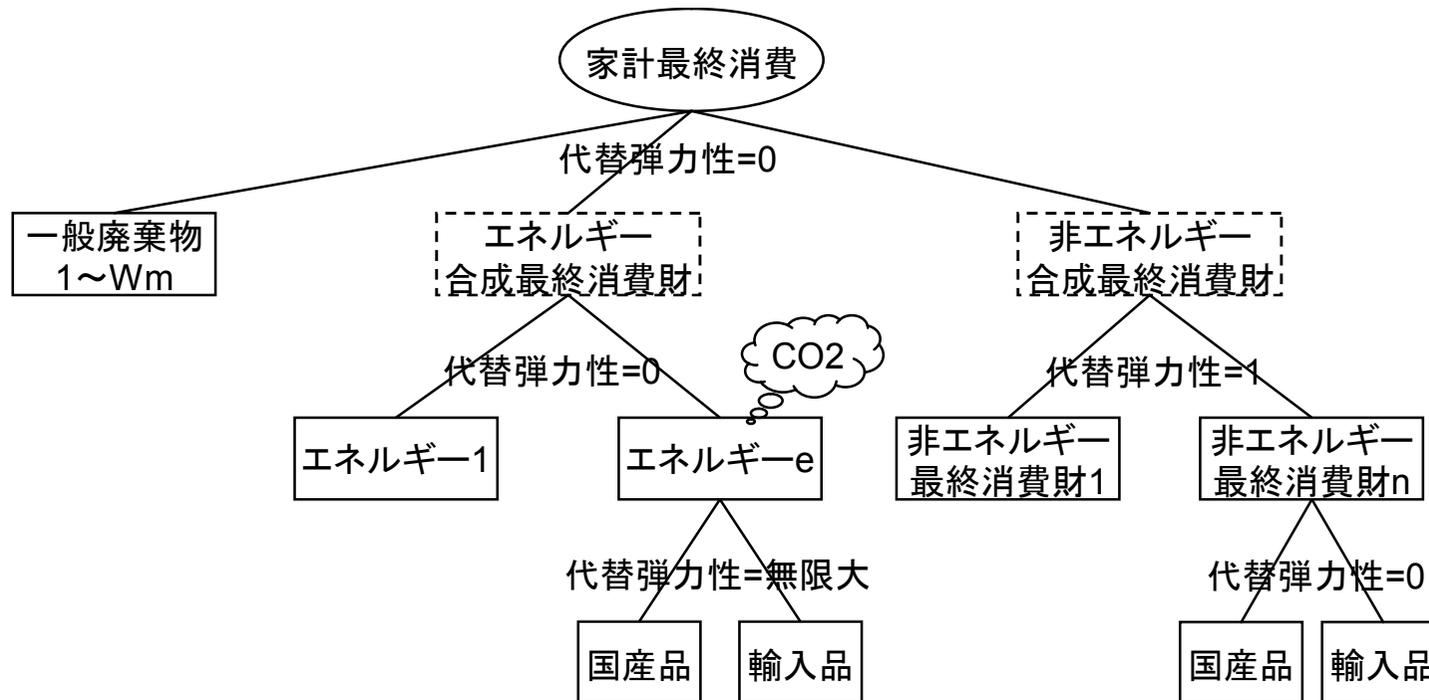
耕種農業	石油製品	ガソリン	事務用・サービス用機器	金融・保険
畜産		ジェット燃料油	民生用電子・電気機器	不動産仲介及び賃貸
農業サービス		灯油	電子計算機・同付属装置	住宅賃貸料(帰属家賃含む)
林業		軽油	通信機械	鉄道輸送
漁業		A重油	電子応用装置・電気計測機	道路輸送
金属鉱物		B重油・C重油	半導体素子・集積回路	自家輸送
非金属鉱物		ナフサ	電子部品	水運
石炭		液化石油ガス	重電機器	航空輸送
原油		その他の石油製品	その他の電気機器	貨物運送取扱
天然ガス		石炭製品	コークス	乗用車
食料品	その他の石炭製品		その他の自動車	運輸付帯サービス
飲料	舗装材料		船舶・同修理	通信
飼料・有機質肥料(除別掲)	プラスチック製品	その他の輸送機械・同修理	放送	
たばこ	ゴム製品	精密機械	公務	
繊維工業製品	なめし革・毛皮・同製品	その他の製造工業製品	教育	
衣服・その他の繊維既製品	ガラス・ガラス製品	再生資源回収・加工処理	研究	
製材・木製品	セメント・セメント製品	建築	医療・保健	
家具・装備品	陶磁器	建設補修	社会保障	
パルプ・紙・板紙・加工紙	その他の窯業・土石製品	土木建設	介護	
紙加工品	銑鉄・粗鋼	原子力発電	電力	その他の公共サービス
出版・印刷	鋼材	石炭火力		広告・調査・情報サービス
化学肥料	鋳鍛造品	石油火力		物品賃貸サービス
無機化学基礎製品	その他の鉄鋼製品	ガス火力		自動車・機械修理
有機化学基礎製品	非鉄金属製錬・精製	水力・地熱等		その他の対事業所サービス
有機化学製品	非鉄金属加工製品	太陽光		娯楽サービス
合成樹脂	建設・建築用金属製品	風力		飲食店
化学繊維	その他の金属製品	ガス・熱供給		旅館・その他の宿泊所
医薬品	一般産業機械	水道		その他の対個人サービス
化学最終製品(除医薬品)	特殊産業機械	廃棄物処理		事務用品
	その他の一般機器	商業	分類不明	

【参考】生産関数の想定



生産関数: 資本と労働間はコブダグラス型、その他はレオンチェフ型の入れ子構造。
 労働力は部門間の移動が可能であるが、資本については部門間の移動はない。

【参考】家計における消費構造

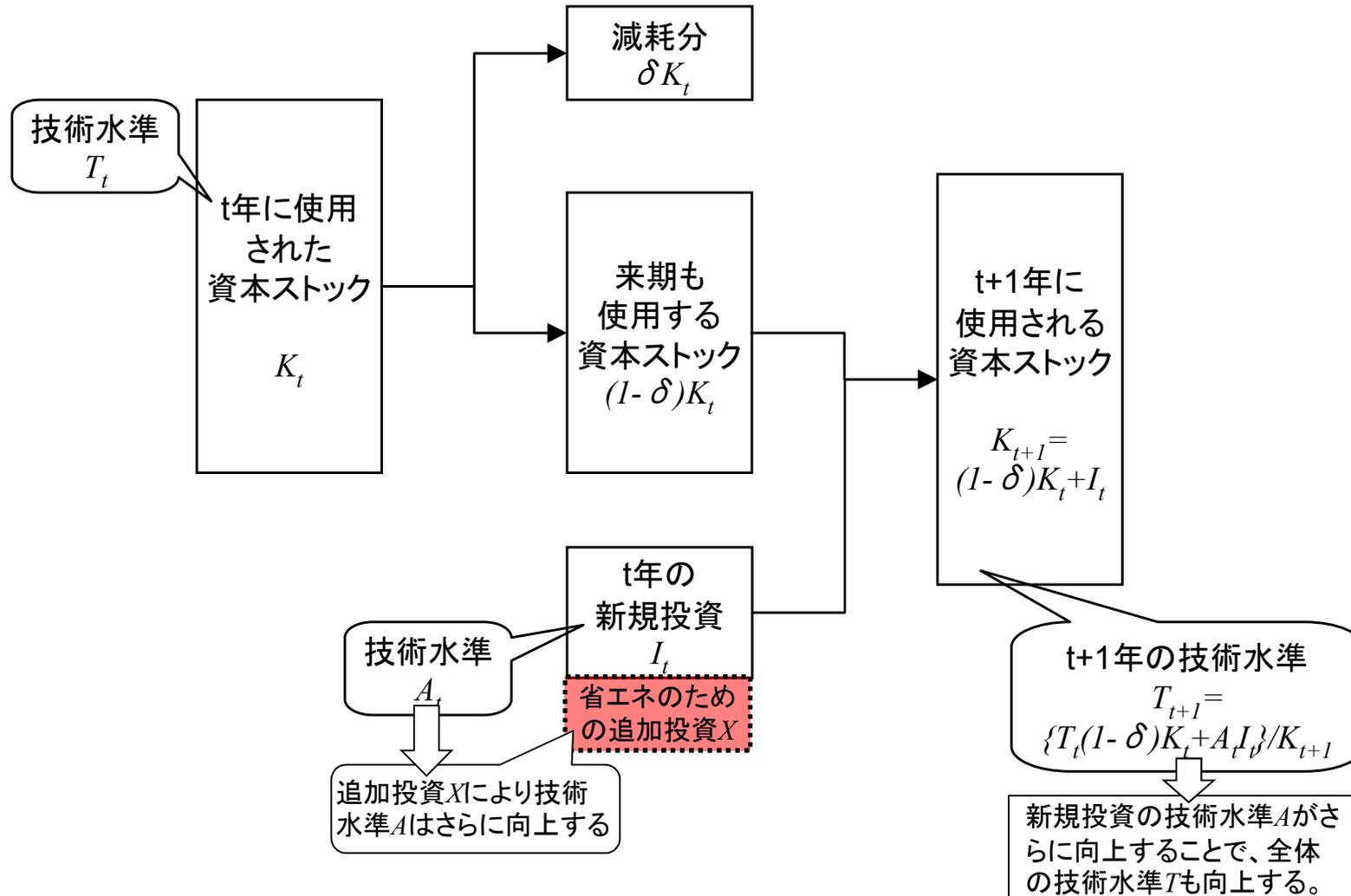


家計は資本と労働力を保有し、生産部門に提供することで得る所得制約の下、効用最大化により最終消費を決定。

需要関数は非エネルギー財はコブダグラス型、エネルギー財はレオンチェフ型。

貯蓄(投資)は、モデルで計算された当該年までのGDPと資本と、想定される将来の経済成長率に基づいて計算され、所得から差し引かれる。

【参考】エネルギー効率改善のための追加投資



AIM/Enduse[Japan]の結果から、追加投資 x を行うことで、エネルギー効率がさらに改善する。ただし、 x はエネルギー効率改善のための追加費用であり、次期の資本ストックの増加には寄与しない。追加投資の負担については、様々な方法が考えられ、負担の方法により経済影響が異なる。