

# エネルギー・環境会議における AIM/CGEを用いた2030年(慎重ケース)の分析

国立環境研究所

AIMプロジェクトチーム

[http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle\\_report.htm](http://www-iam.nies.go.jp/aim/prov/middle_report.htm)

2012年8月31日

## AIM/CGEによるメッセージ

- 技術モデルであるAIM/Enduseの結果(追加投資額と省エネ量)を組み込んだ経済モデルAIM/CGEの分析により、2030年までに導入しうるエネルギー需要側の対策を反映させることで、エネルギー・環境会議向けに試算した7つの選択肢での2030年のGDPへの影響は、参照ケースと比較して-1.4%~-0.4%に抑えることが可能となる。
  - 省エネ量は、各年における省エネ技術のストック量(普及)に依存するので、対策期間が長いほど影響は小さくなる(省エネ技術の蓄積量が大きくなり、経済影響も緩和される)。対策を導入できる時間が限られると、同じ目標に対する影響も大きくなる。
  - 2030年に向けて、電力供給の問題だけではなく、電力や他のエネルギーの需要をどう削減させるかについてもあわせて検討することが重要。
  - 対策を検討する際には、省エネ対策も投資の一部となることを認識。

## AIM/CGEの概要・特徴(1)

- 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期を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。

## AIM/CGEの概要・特徴(2)

- 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(省エネ投資)も明示。
- 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各選択肢毎に、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組み込み、省エネ投資量が決められるとした。
- 生産部門(産業、業務、運輸の一部)における追加投資分だけ、生産のための投資は減少するとしている。家計(運輸の一部を含む)における追加投資については、生産投資に影響しない(最終消費の構造が変化する)と仮定。
- 東日本大震災後に見られた節電については考慮していない。

## 選択肢の想定

	2030年における 発電電力量に 占める原発の比率	2030年における エネルギー起源 CO2排出量 (1990年比)	2030年における 発電電力量に占める 再エネの比率
参照	25%	-	10%
選択肢Ⅰ	0%①'	-21%	35%
選択肢Ⅱ	0%①	-21%	35%
選択肢Ⅲ	0%②'	-17%	35%
選択肢Ⅳ	0%②	-17%	35%
選択肢Ⅴ	15%	-22%	30%
選択肢Ⅵ	20%	-25%	30%
選択肢Ⅶ	25%	-25%	25%

注：①' 及び②' は、2020年に原子力発電の比率が0%になると想定。

①及び②は、2030年に原子力発電の比率が0%になると想定。

選択肢ⅠとⅡが省エネ対策高位、その他は省エネ対策はベースとされているが、本試算ではこれらの区別は行っていない。

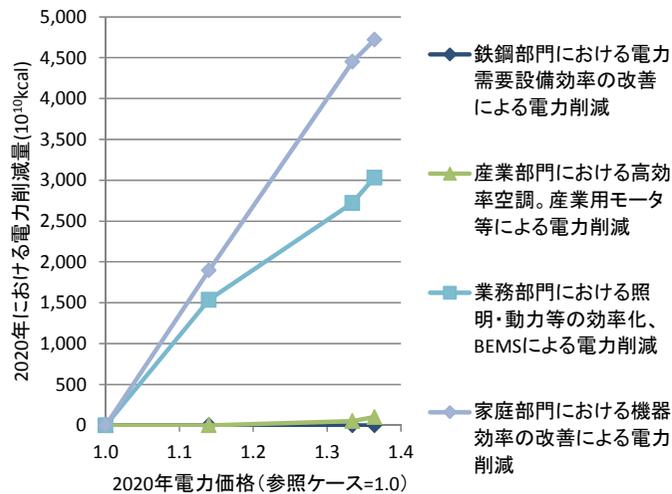
参照ケースを含めすべての選択肢は、2030年までの経済成長として慎重ケースを前提とする。

# 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)

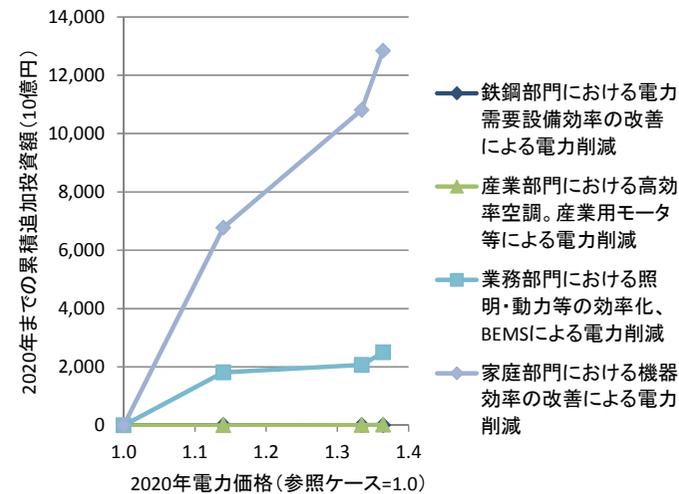
- 技術モデルであるAIM/Enduseモデルでは、様々な省エネ対策の導入の可能性とそれに必要な追加投資額が示されている。本モデルでは、そうした関係を考慮することで、追加投資による省エネ効果、生産部門への波及効果を分析している。
- これまでの計算例から、各年におけるエネルギー価格の参照ケースからの変化により、省エネを目的とした追加投資が起こるとみなし、各期の計算に先だって、エネルギー種毎に将来導入される機器の効率を選択する(追加投資を決定する)。
- なお、個々の技術に対して、技術選択モデルで今回の試算用に示されている高位ケースの追加投資額、省エネ導入量を超えては導入されないとする(対策がベ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

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

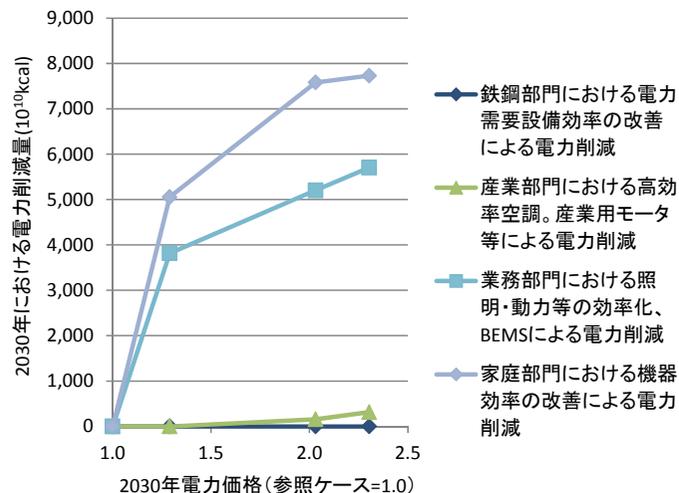
横軸は電力価格(参照ケース比) 縦軸は、電力削減量もしくは追加投資累積額をそれぞれ示す



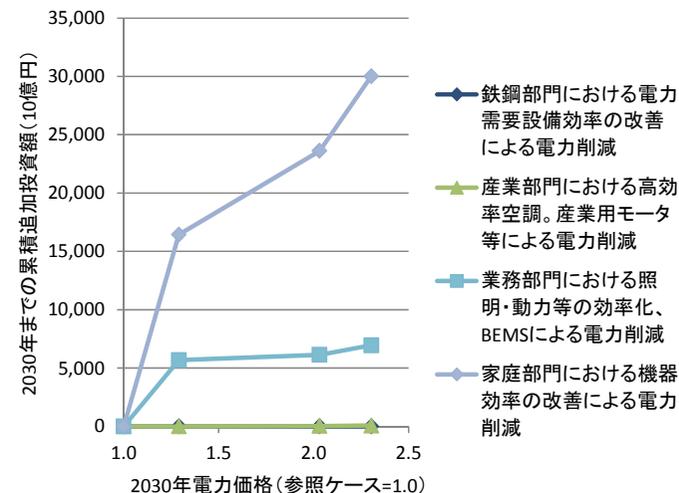
2020年における電力削減量(10<sup>10</sup>kcal)



2020年までの追加投資累積額(10億円)

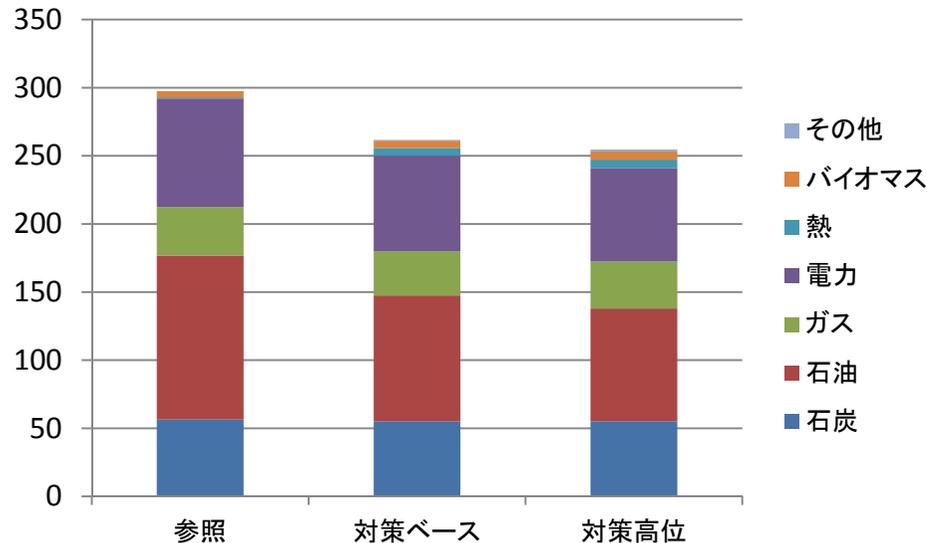


2030年における電力削減量(10<sup>10</sup>kcal)



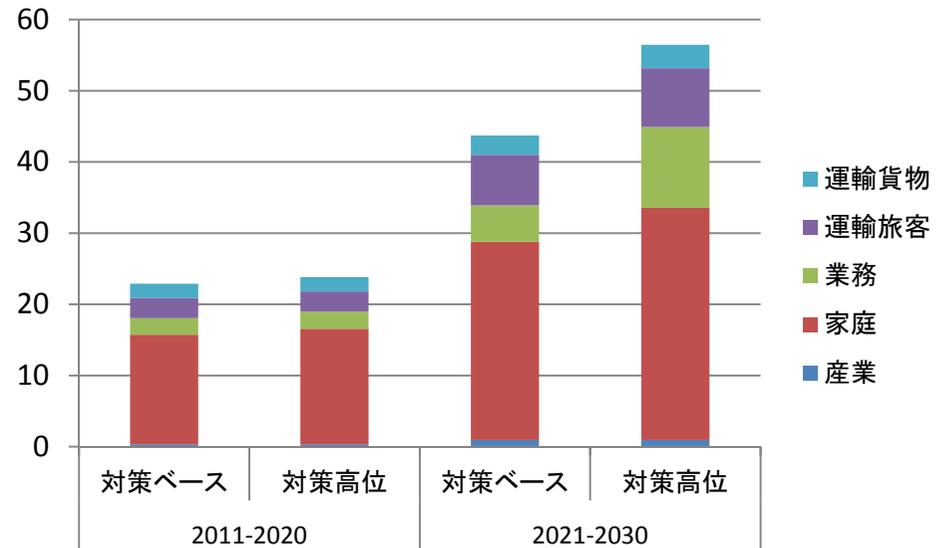
2030年までの追加投資累積額(10億円)

# 前提とした省エネ投資とその効果 (AIM/Enduseの結果)



2030年の最終エネルギー需要  
(単位: 石油換算百万トン)

参照ケースと比較して、各選択肢では、2030年までに最大(高位ケース)で14%のエネルギー消費の削減が進む。電力も最大14%の削減が見込まれる。

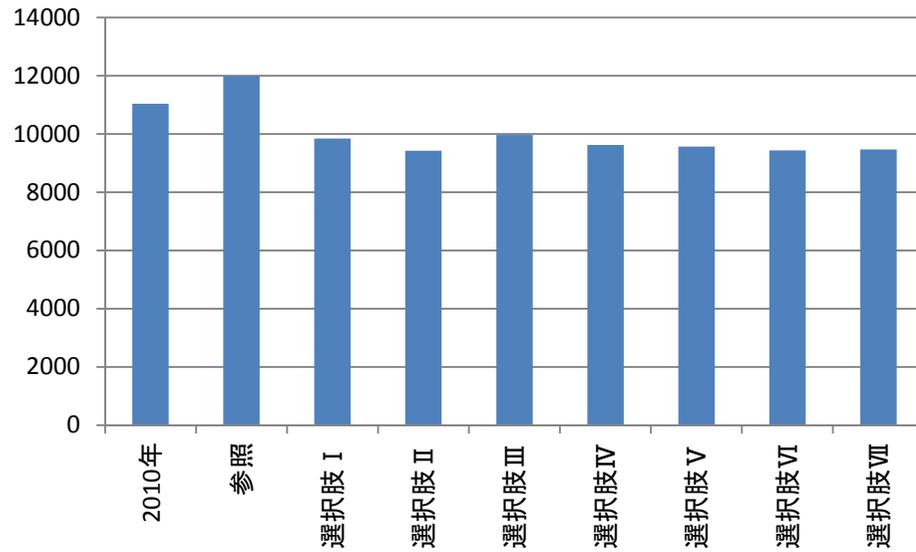


エネルギー消費削減に必要なとなる  
2011-2020年及び2021-2030年の追加投資額  
(単位: 兆円)

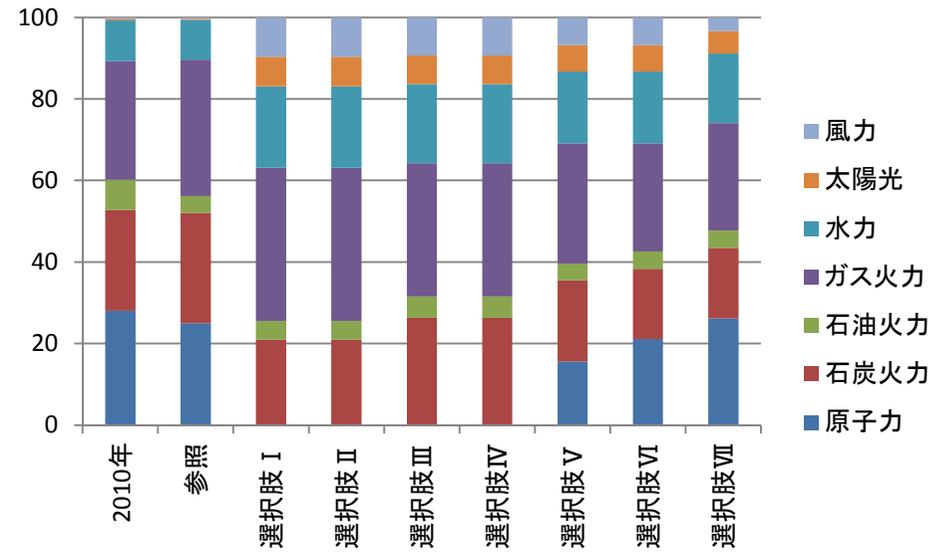
左記のエネルギー消費量の削減のために必要となる追加投資額\*。再生可能エネルギーのための投資額はここには含めていない。

\* 追加投資: 省エネを実現するために追加で支払う金額。たとえば、ハイブリッド車導入における追加投資額は、ハイブリッド車導入に必要な金額から従来車の導入に必要な金額を差し引いたものと定義している。

# 試算結果：発電電力量と電源構成



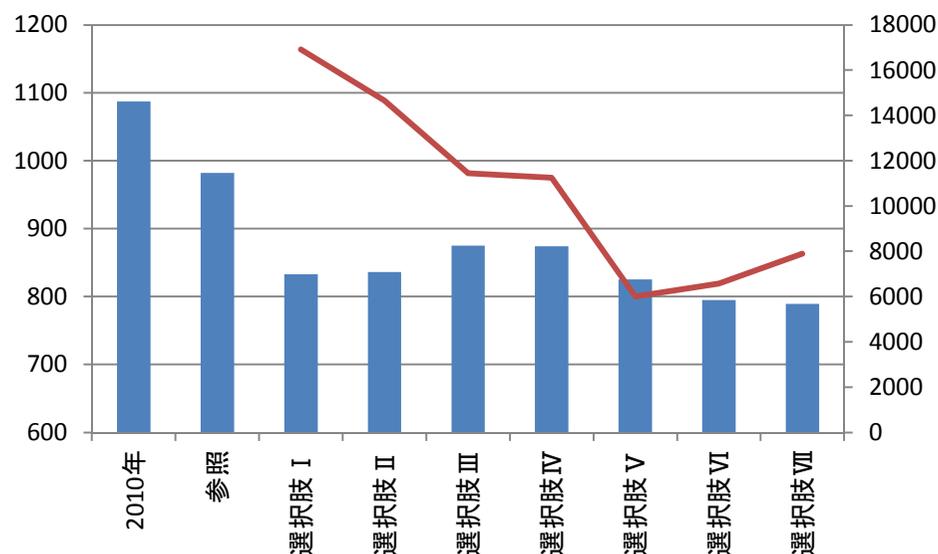
2030年の発電電力量  
(単位: 億kWh)



2030年の電源構成  
(単位: %)

先の省エネ投資や生産構造の変化等の影響により、2030年の発電電力量は参照ケースと比較して20%程度減少する。

## 試算結果：二酸化炭素排出量と限界費用

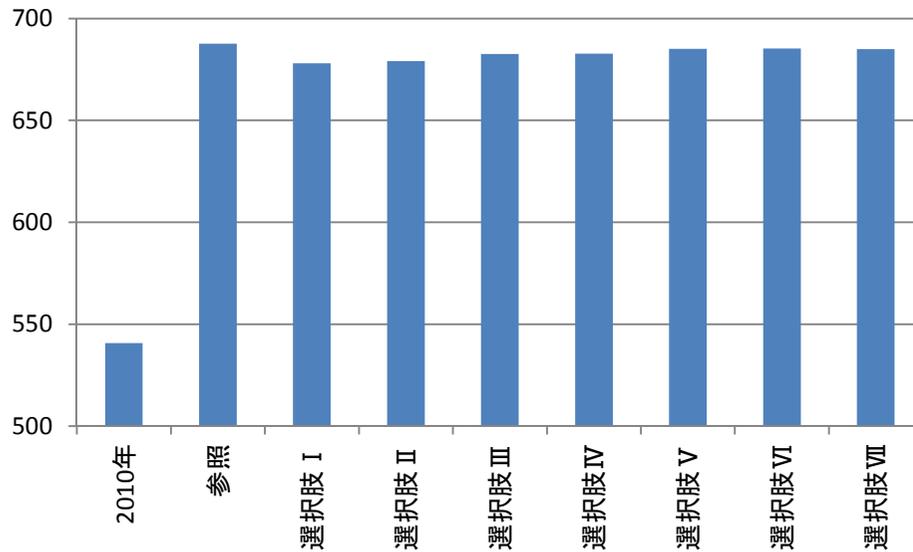


2030年における二酸化炭素排出量(棒グラフ;左軸;単位:二酸化炭素換算100万トン)と2030年における二酸化炭素排出削減のための限界費用(折れ線グラフ;右軸;単位:円/tCO<sub>2</sub>)

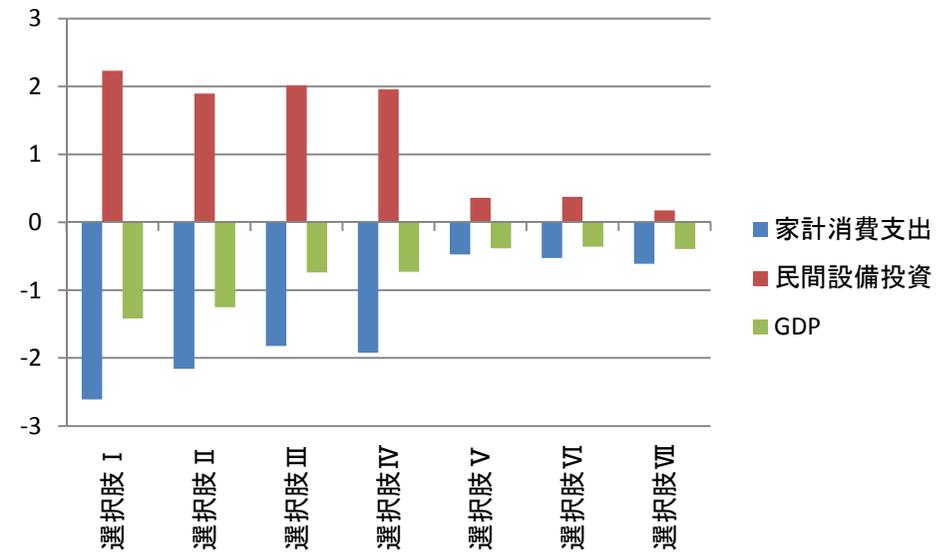
選択肢 I ~ IVでは、2020年の制約が相対的に緩いために、2030年での限界費用が高くなっている(排出上限が大きくても2020年以降により厳しい取り組みを行う)。

各選択肢では2011年以降から省エネ対策の導入が可能になると想定している。選択肢 Vにおいて、対策の開始が2014年に遅れると、2030年における限界費用は上記の値から2600円/tCO<sub>2</sub>上昇する。

# 試算結果：マクロ経済活動への影響



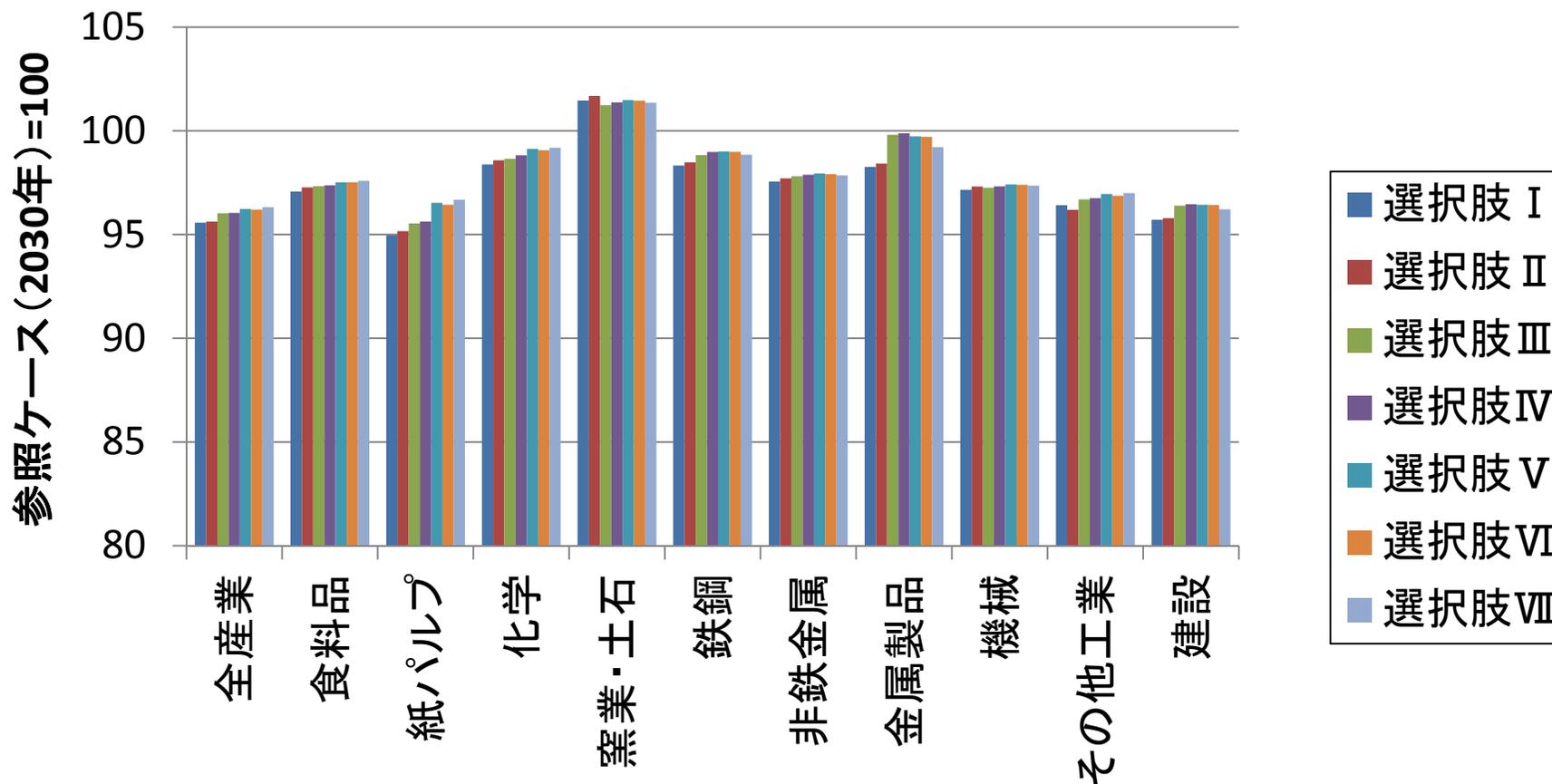
2030年におけるGDP  
(単位: 2000年価格兆円)



2030年における家計消費支出、民間設備投資、GDPの参照ケースからの変化率  
(単位: %)

家計消費支出には、家計における省エネ対策のための追加投資や太陽光発電導入のための支出は含まれない。これらは民間設備投資に含めている。  
各選択肢では2011年以降から省エネ対策の導入が可能になると想定している。  
選択肢 V において、対策の開始が2014年に遅れると、2030年におけるGDPは上記の値から3800億円減少する。

# 試算結果：部門別粗生産の変化



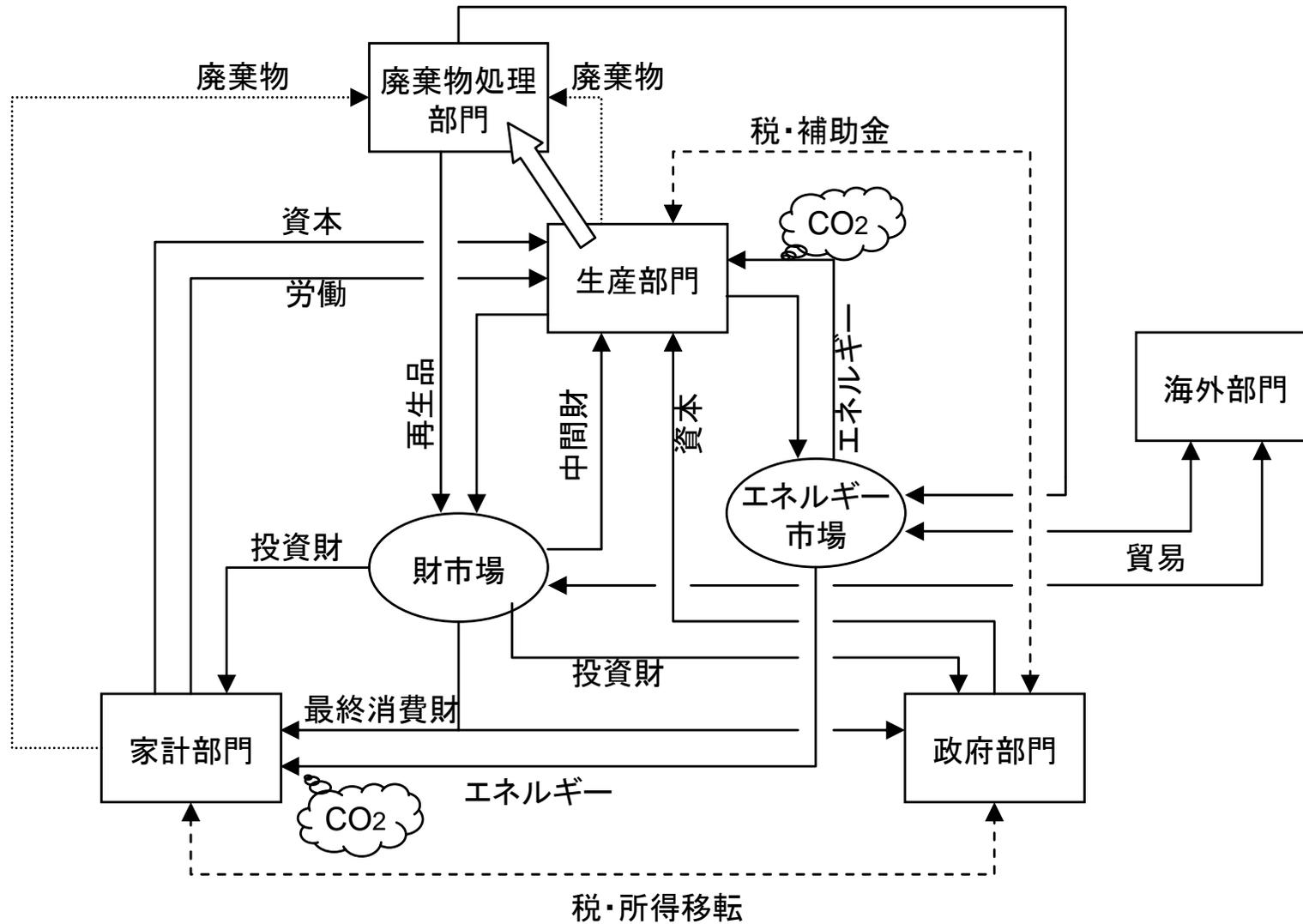
選択枝 I : 原発0(2020年) + 対策高位  
 選択枝 III : 原発0(2020年) + 対策ベース  
 選択枝 V : 原発15% + 対策ベース  
 選択枝 VII : 原発25% + 対策ベース

選択枝 II : 原発0(2030年) + 対策高位  
 選択枝 IV : 原発0(2030年) + 対策ベース  
 選択枝 VI : 原発20% + 対策ベース

## 議論に向けた課題(本試算結果についての留意点)

- 本モデルは一国モデルであり、国産財に対する輸入財の比率の変化は設定以上に変わる可能性があり、経済活動にも大きな影響を及ぼす可能性がある。一方で、一部の財(特にエネルギー集約財)について輸入の増加により国内生産が減少することで、国内における炭素排出量の制約が緩和される可能性もある。
- モデルは、過去の活動を参考に定式化、係数の設定をしているので、今後予想される社会(たとえば消費行動の変化、省エネ導入の意識など)とモデルで再現される社会のギャップを考慮する必要がある。
- 省エネ投資については、技術の費用のみを取り出したものであり、個々に導入を検討する際には技術費用以外の側面(設置にかかる制約等)も考慮する必要がある。しかしながら、他のモデル結果と比較して、本モデルにおける結果は、こうした需要側の対策を考慮することで経済影響が抑えられうることを示している。
- このことから、現在の議論は、原子力発電のシェアに重きを置いたものとなっているが、エネルギー供給側の問題だけでなく、エネルギー需要側も対象に省エネ対策をいかに実現させるかについてもあわせて検討・評価することが肝要である。
- 2030年断面の議論は重要であるが、省エネに向けた投資とその蓄積、社会構造の変化は時間の概念も重要。与えられた時間を有効に活用するためのエネルギー需給両面を対象としたロードマップの検討が重要となる。

# AIM/CGEの全体構造

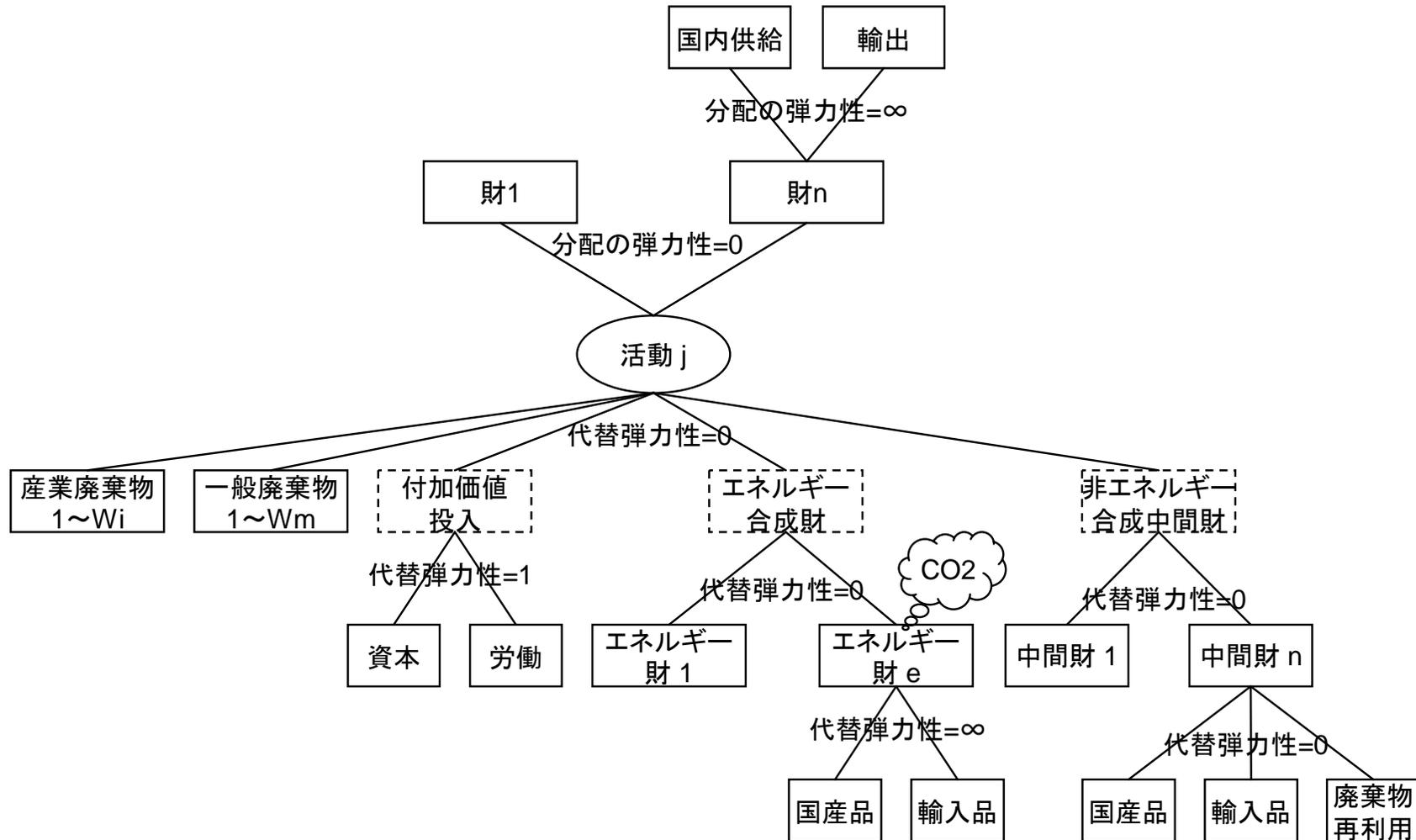


【参考2】

# AIM/CGEにおける部門・財の分類

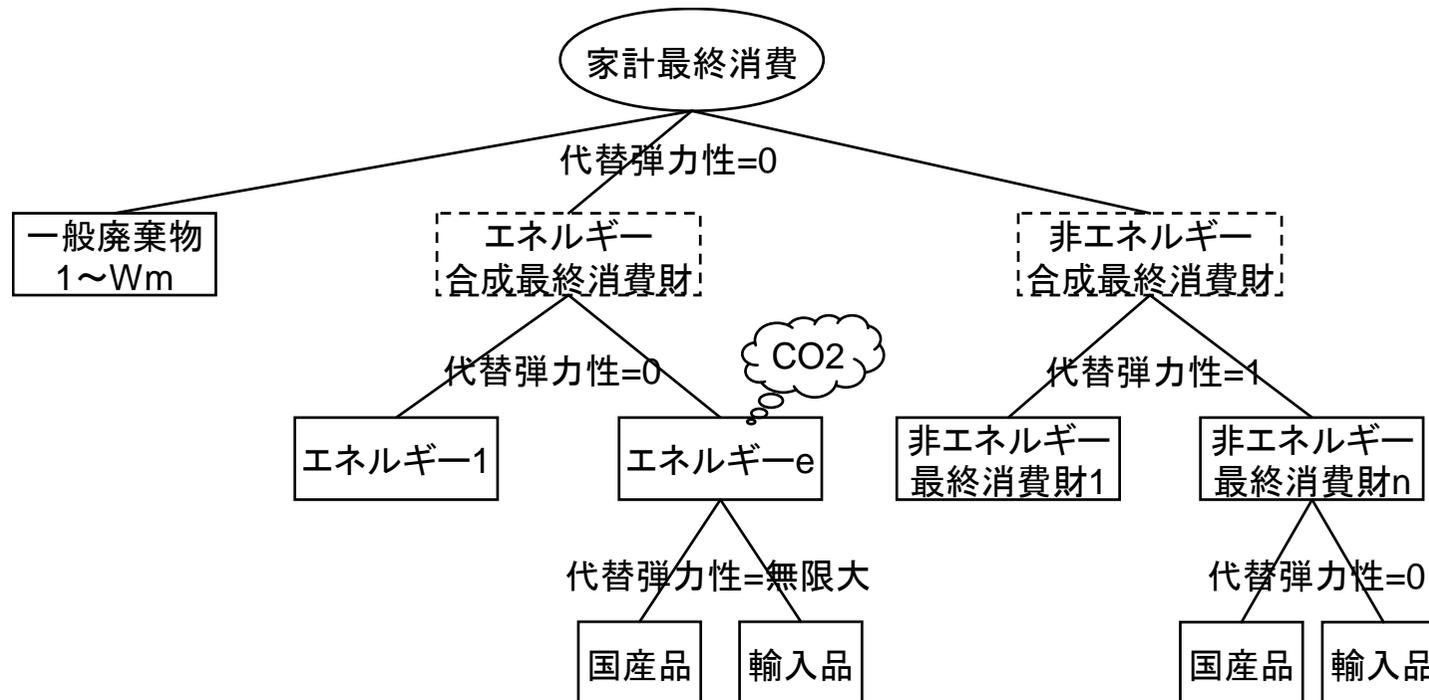
耕種農業	石油製品	ガソリン	事務用・サービス用機器	金融・保険
畜産		ジェット燃料油	民生用電子・電気機器	不動産仲介及び賃貸
農業サービス		灯油	電子計算機・同付属装置	住宅賃貸料(帰属家賃含む)
林業		軽油	通信機械	鉄道輸送
漁業		A重油	電子応用装置・電気計測機	道路輸送
金属鉱物		B重油・C重油	半導体素子・集積回路	自家輸送
非金属鉱物		ナフサ	電子部品	水運
石炭		液化石油ガス	重電機器	航空輸送
原油		その他の石油製品	その他の電気機器	貨物運送取扱
天然ガス		石炭製品	コークス	乗用車
食料品	その他の石炭製品		その他の自動車	運輸付帯サービス
飲料	舗装材料		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	

# 各部門における生産関数の設定



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。

## 家計における消費構造の設定



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。

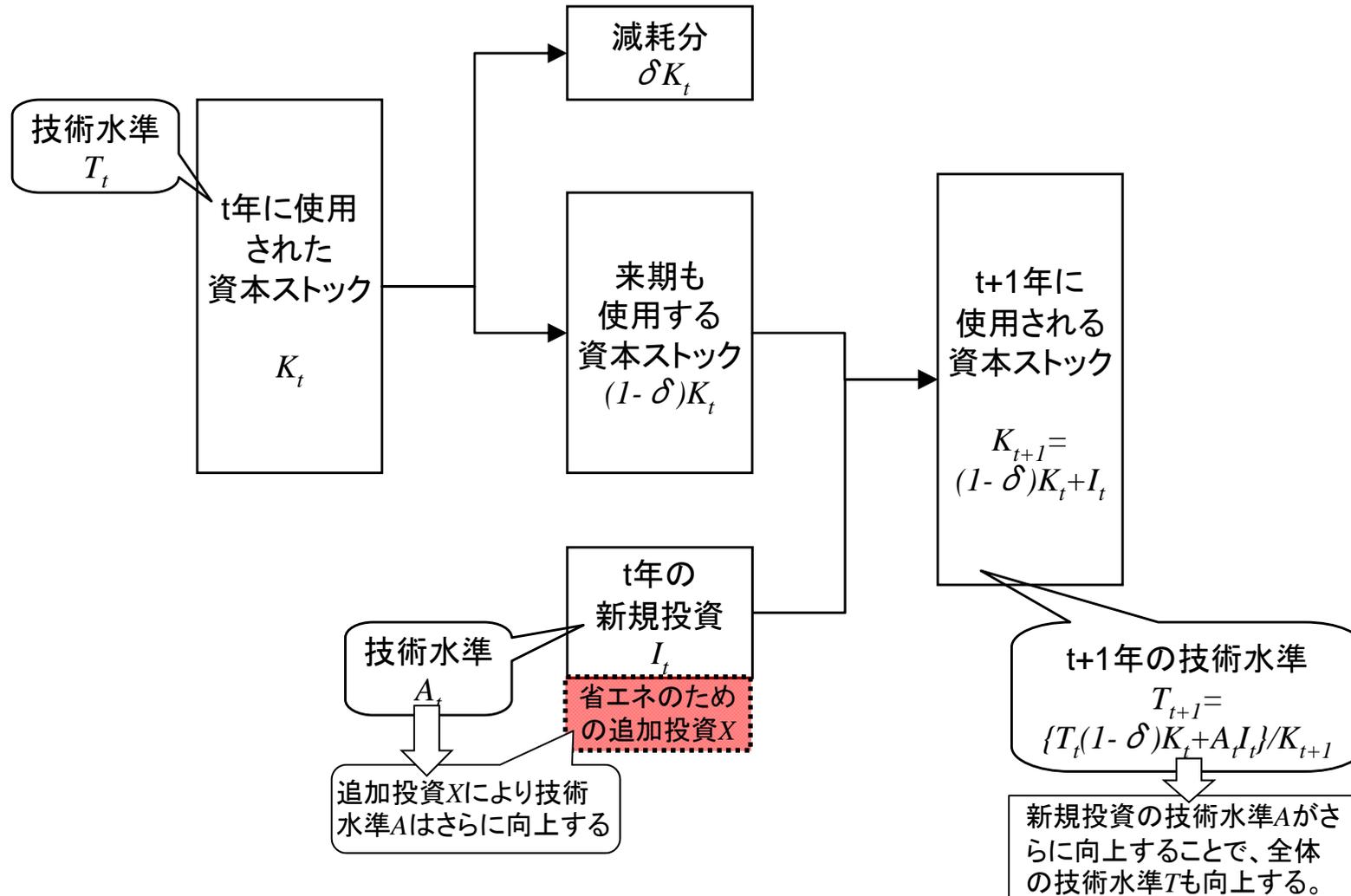
需要関数は非エネルギー財はコブダグラス型、エネルギー財はレオンチェフ型。

貯蓄(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、所得から差し引かれる。

また、家計で導入される省エネ対策や太陽光発電導入のための支出も別途計上される。

【参考5】

# 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。

# AIM/CGEの計算の流れ

