

# AIM経済モデルによる エネルギー供給の構成

国立環境研究所

原子力委員会 新大綱策定会議(第3回)

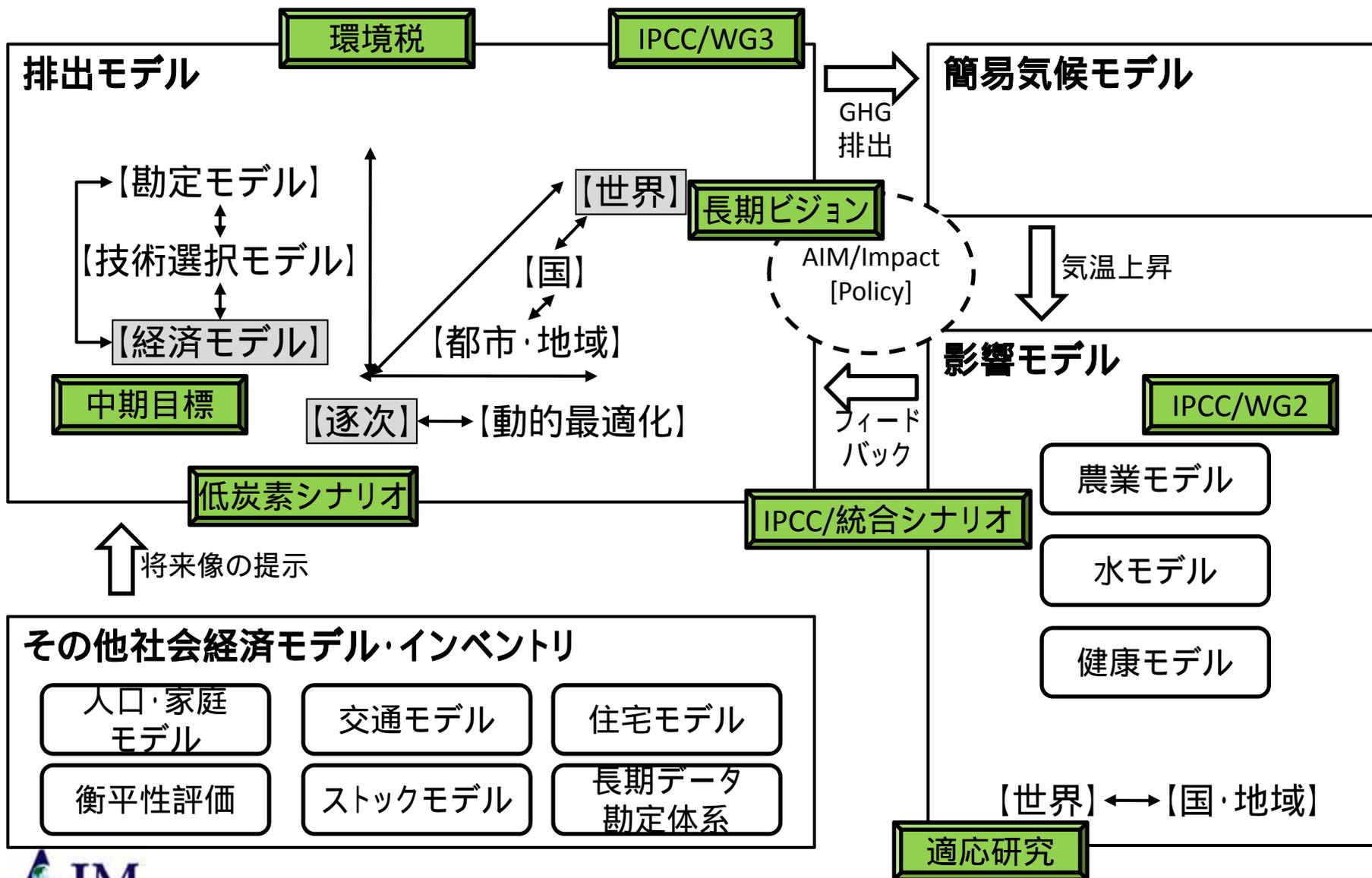
2011年1月31日

# AIM (Asia-Pacific Integrated Model) とは？

- AIMとは、統合評価モデルの1つであり、温室効果ガス排出量の削減と気候変動の影響を回避する施策を評価することを目的として、1991年より開発を開始。中国、インド、タイ等の研究者と共にアジアを中心としたモデル開発、温暖化対策の評価を実施。
- 現在では、気候変動問題にとどまらず、持続可能社会の実現を目指したモデルの拡張を行う。
- [http://www-iam.nies.go.jp/aim/index\\_ja.htm](http://www-iam.nies.go.jp/aim/index_ja.htm)



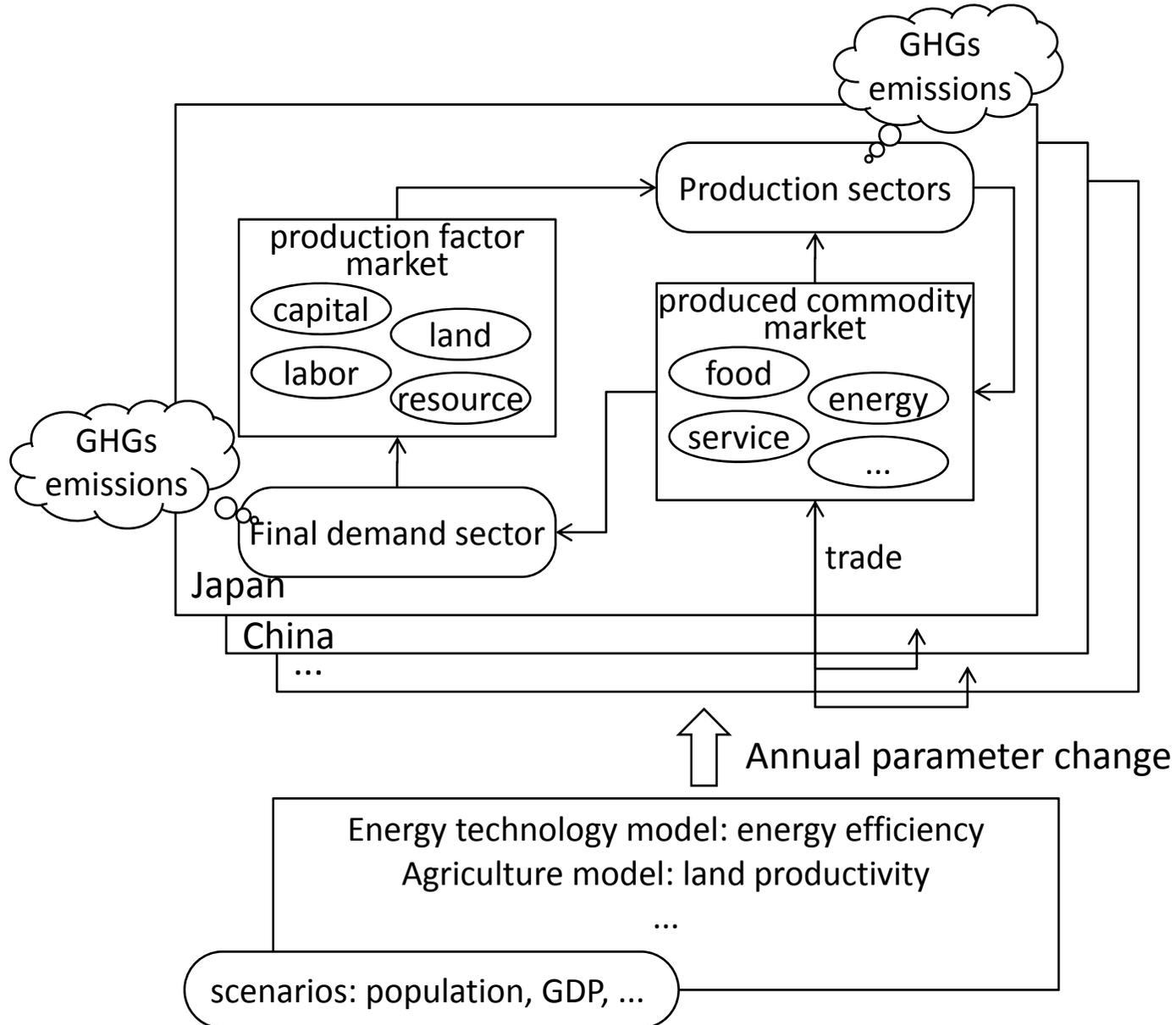
# 現在のAIMの全体像



# AIM/CGE[Global] (経済モデル)の特徴

- 概要: GTAPデータベースで示された経済活動を応用一般均衡モデルで再現し、温室効果ガスの排出・削減の過程を加えたモデル
  - 世界を24地域(うち、アジアは9地域)、21財(電力は発電を細分化)に分割。
  - 基準年は2001年。ベンチマークデータはGTAP6。2100年まで逐次均衡で計算可能。
  - 原子力については、上限を設定(IEAのWEO等を参照)**
  - IEAエネバラ表、EDGAR(GHG排出量)、FAOSTAT(土地利用)をもとに、物量データを組み込む。
  - 化石燃料の枯渇は明示。再生可能エネルギーについては上限を設定。
- 目的: 世界を対象に、経済活動と温暖化対策をはじめとした環境対策、環境負荷の関係をマクロ的に統合的に描く。
- 入力: 投入要素間の代替弾力性(資本・労働間やエネルギー種間)・技術の変化(エネルギー効率改善)・労働力の変化・経済成長率・排出上限・...
- 出力: GHG排出量・各国GDP・部門別生産額・炭素税率・...
- 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。将来の経済成長の想定にあわせて投資(=貯蓄)を行う。既存資本と新規資本を区別し、既存資本は部門を移動できないが、新規資本は自由に移動することが可能(一度設置されると他部門への移動は不可)。
- 用途: IPCC第5次評価報告書に向けた気候モデルへの入力となるRCP(代表的濃度排出経路)の計算や、EMF(エネルギーモデリングフォーラム)やAME(アジアモデリングエキササイズ)に対して計算結果を提供。
- その他: 簡易気候モデル・影響モデルとリンクすることで温暖化のフィードバックを評価することも可能。AMEでは、AIM/Enduse(技術選択型モデル)から計算されるエネルギー効率改善を組み込んで評価している。
- プログラムは、GAMS (General Algebraic Modeling System)/MPSGE (Mathematical Programming System for General Equilibrium)で記述し、ソルバーはPATHを使用。

# AIM/CGE[Global]のモデル構造



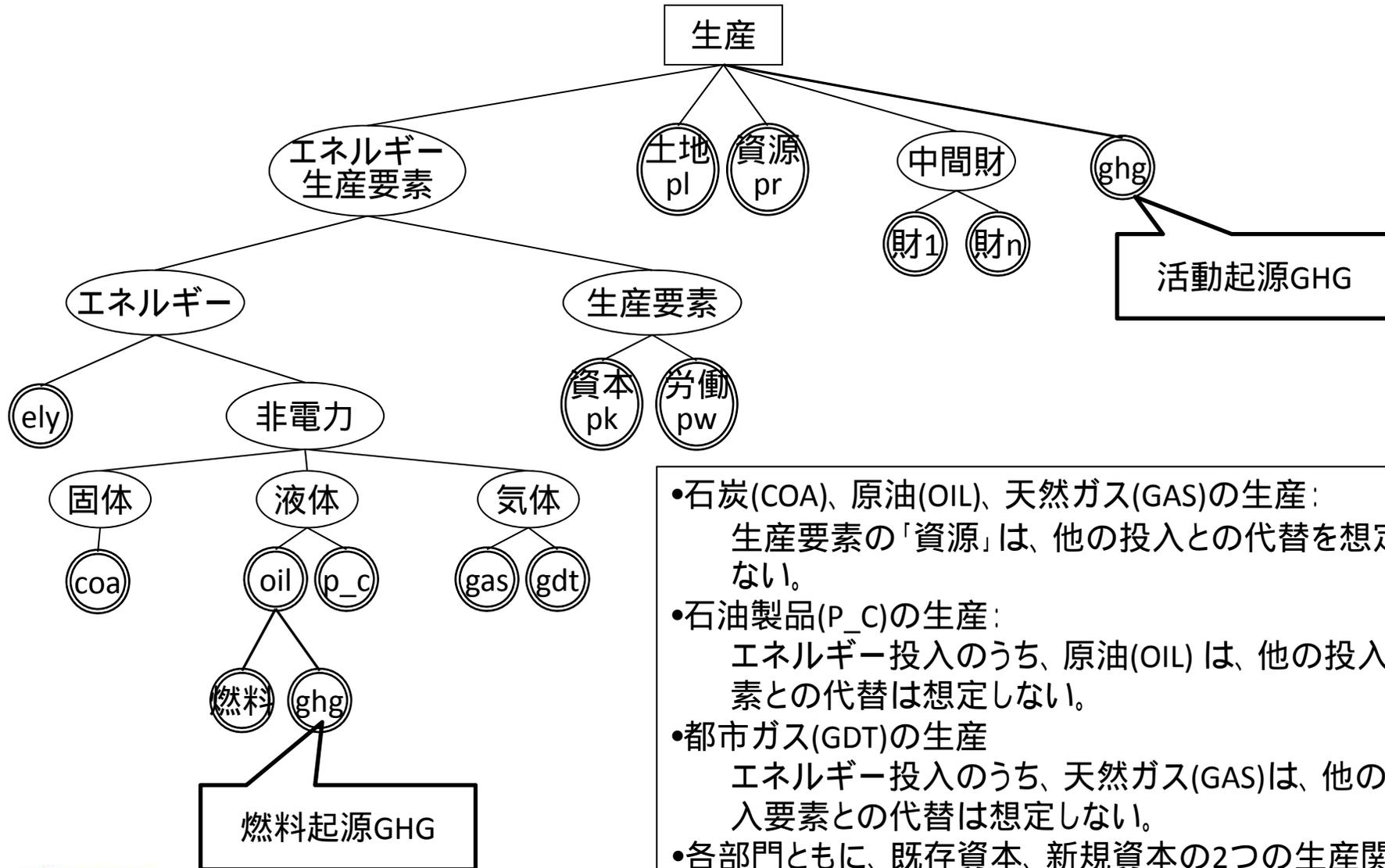
## AIM/CGE[Global]の地域区分

JPN	日本	USA	米国
CHN	中国	XE15	EU-15 (西欧)
KOR	韓国	XE10	EU-10 (東欧)
IDN	インドネシア	RUS	ロシア
IND	インド	XRE	その他ヨーロッパ
THA	タイ	BRA	ブラジル
XSE	その他東南アジア	MEX	メキシコ
XSA	その他南アジア	ARG	アルゼンチン
AUS	オーストラリア	XLM	その他ラテンアメリカ
NZL	ニュージーランド	XME	中東
XRA	その他アジア・太平洋	ZAF	南アフリカ
CAN	カナダ	XAF	その他アフリカ

# AIM/CGE[Global]における財・活動の区分

非電力部門		電力部門
農業	建設	石炭火力 (w/wo CCS)
畜産	運輸	石油火力 (w/wo CCS)
林業	通信	石油製品火力 (w/wo CCS)
漁業	公共サービス	ガス火力 (w/wo CCS)
鉱業 (除く化石燃料)	その他サービス	原子力
エネルギー集約産業	石炭	水力
機械	原油	バイオマス (w/wo CCS)
食品	石油製品	廃棄物
その他製造業	天然ガス	地熱
水道	都市ガス	太陽光 (含む太陽熱)
		風力
		その他

# 生産構造



- 石炭(COA)、原油(OIL)、天然ガス(GAS)の生産：  
生産要素の「資源」は、他の投入との代替を想定しない。
- 石油製品(P\_C)の生産：  
エネルギー投入のうち、原油(OIL)は、他の投入要素との代替は想定しない。
- 都市ガス(GDT)の生産  
エネルギー投入のうち、天然ガス(GAS)は、他の投入要素との代替は想定しない。
- 各部門ともに、既存資本、新規資本の2つの生産関数を想定。

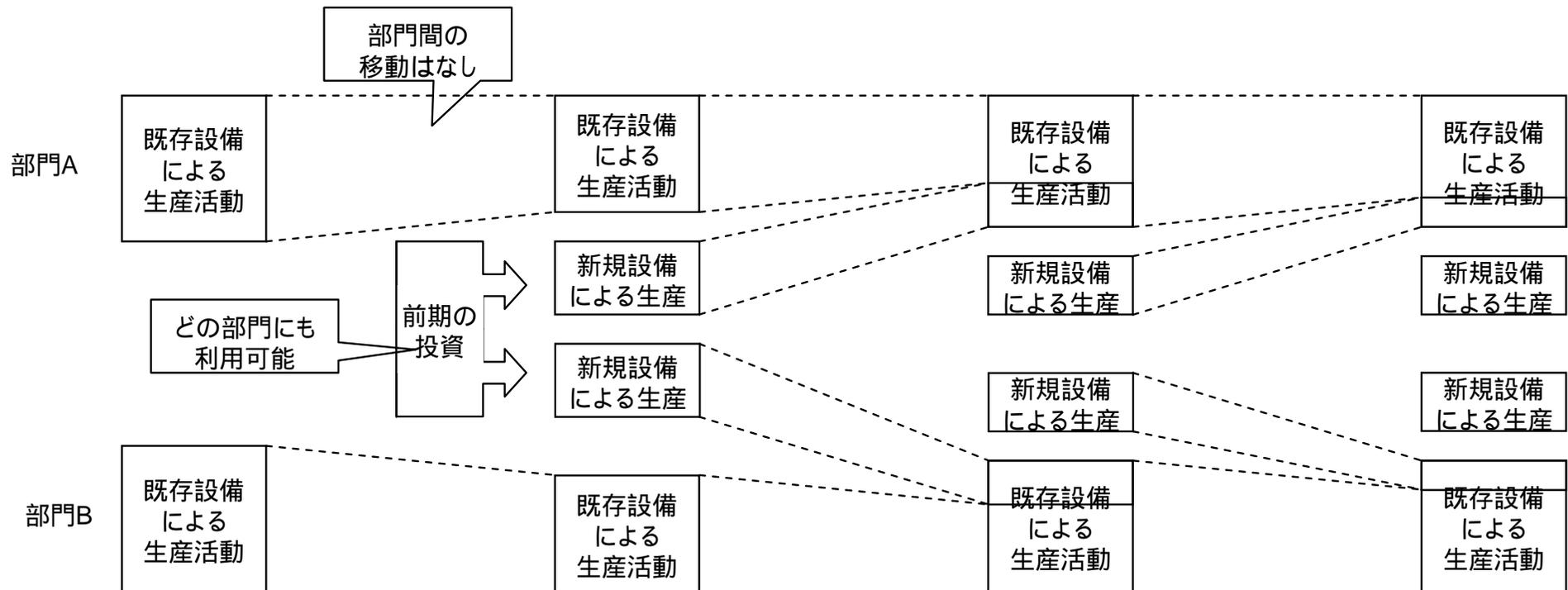
# 生産構造の特徴

- 石炭(COA)、原油(OIL)、天然ガス(GAS)の生産：
  - 生産要素の「資源」は、他の投入との代替を想定しない。
- 石油製品(P\_C)の生産：
  - エネルギー投入のうち、原油(OIL)は、他の投入要素との代替は想定しない。
- 都市ガス(GDT)の生産
  - エネルギー投入のうち、天然ガス(GAS)は、他の投入要素との代替は想定しない。
- 各部門ともに、既存資本、新規資本の2つの生産関数を想定。
- 生産要素の部門間移動は以下の通り想定する。

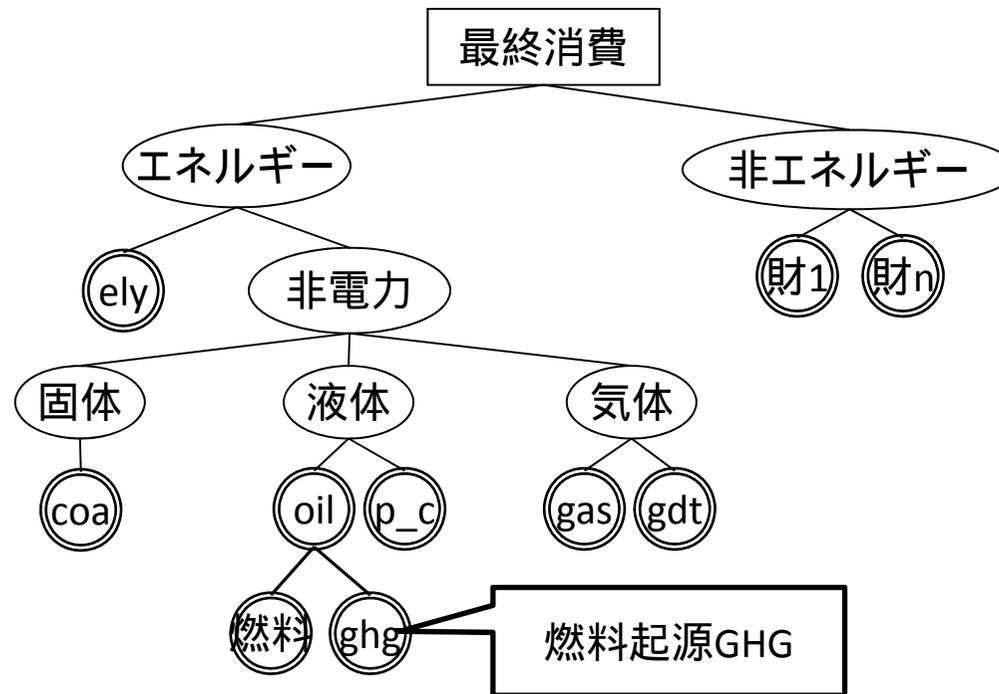
部門間の移動 無	資源	部門間の移動は無い
	土地	土地配分部門を設定(弾力性により設定)
↓	資本	既存資本は部門を移動しない 新規資本はどの部門でも自由に設置可能
	部門間の移動 有	労働

# 動学化

- 想定される将来の経済成長(シナリオ)を達成するように、投資が行われる。
- 新規設備と既存設備の比率によって、将来の既存設備の効率が計算される。



# 消費構造

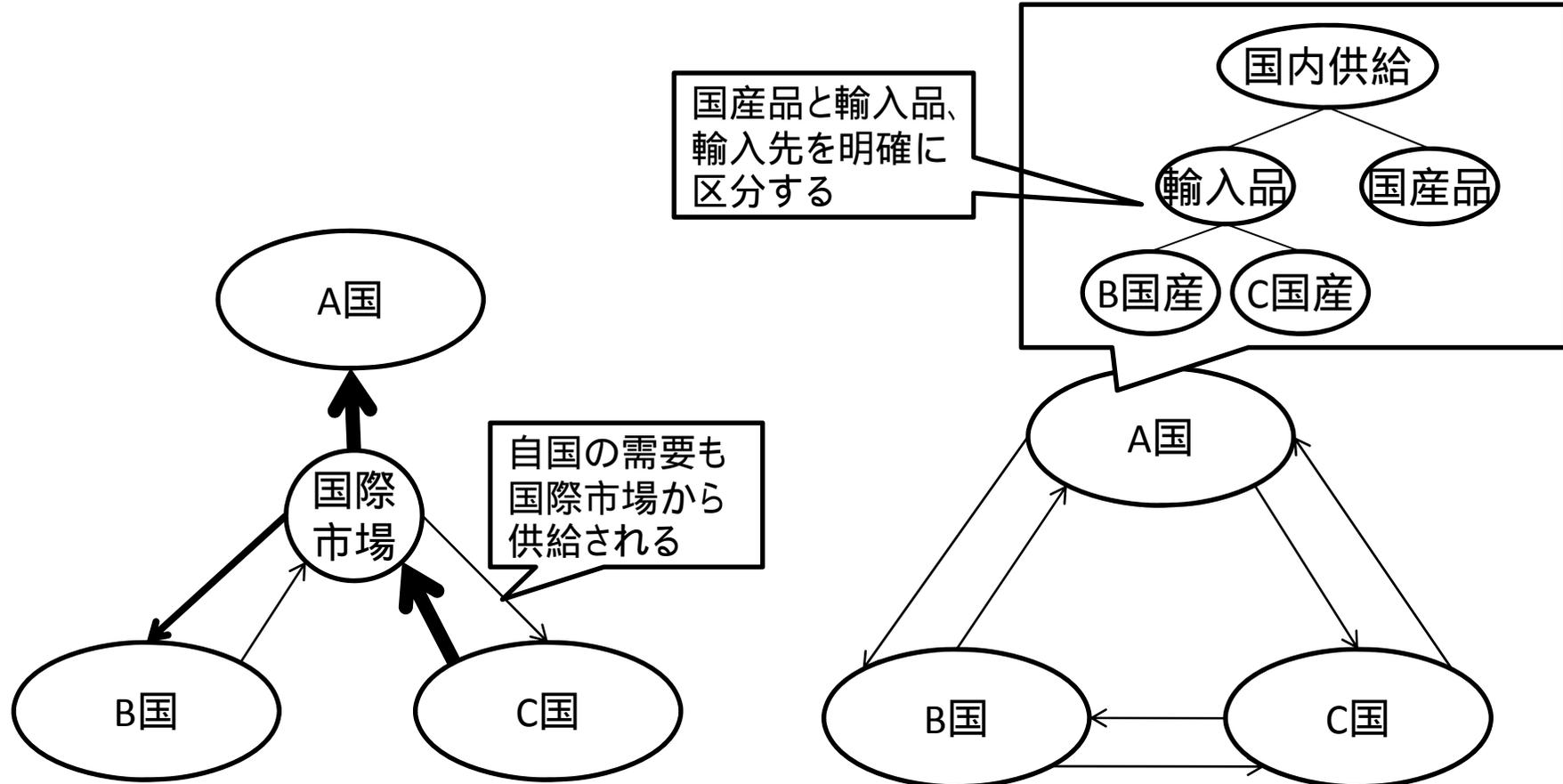


- 最終消費部門 (= 家計 + 政府) は、労働、資本、資源、土地を保有し、それらを生産部門に提供することで、対価として所得を得る。
- 所得から次期の生産活動に必要な投資 (= 貯蓄) を除外したものを制約条件に、上記の構造に基づいて財を消費する。
- 所得の増加による消費構造の変化は、シェアの変更で対応。

# 国際貿易

石炭・原油・天然ガス

その他の財

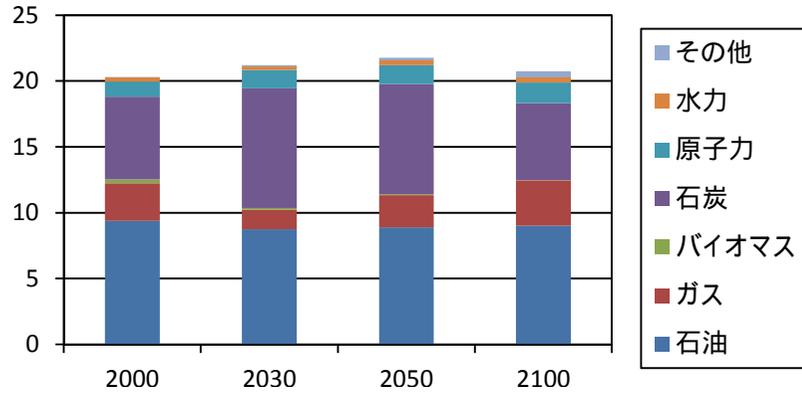


2100年までの計算では、資源の枯渇が起こり、アーミントン仮説(その他の財)による国際貿易の表現では、解が得られない場合がある。

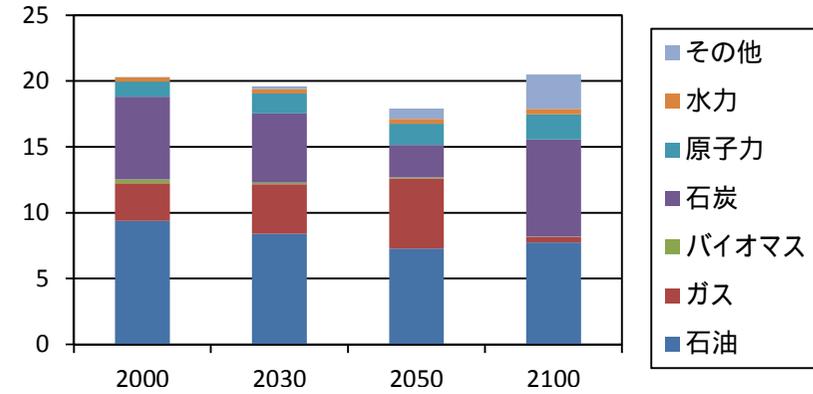
# 試算結果について

- 以下のスライドでは、AME (Asia Modeling Exercise) に対して提出した結果のうち、以下の結果を示す。
  - レファレンス
  - 温室効果ガス濃度を二酸化炭素換算で450ppm安定化
- 450ppm安定化ケースにおける各地域の排出割り当ては、2050年以降については1人あたり排出量を均等化、2050年までは現状と2050年のシェアを線形補間。
- 安定化ケースでは、国際的な排出量取引を想定(炭素価格は世界共通)。
- 最終エネルギー側の2050年までの効率改善は、技術選択モデルの結果を適用している。
- CCS(炭素隔離貯留)については、2020年以降から導入可能としている。
- 電源は、各地域別に導入上限を設定し、その制約下において最も費用効果の高いエネルギーが選択される。
  
- **将来の推計は、原子力の上限も含め様々な前提に対する帰結に過ぎず、前提が変わると結果そのものも大きく変わりうる。このため、以下に示す結果も将来の可能性の1つに過ぎないことはご理解いただきたい。**
  
- **結果は、暫定的なものであり、AMEの最終報告に向けて変更の可能性がある点に注意。**

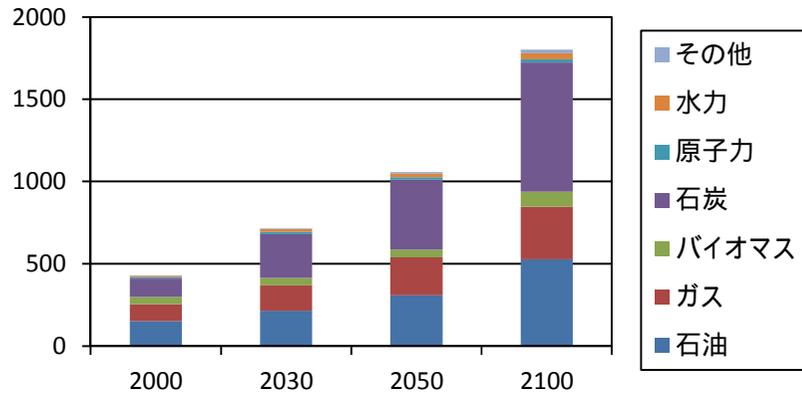
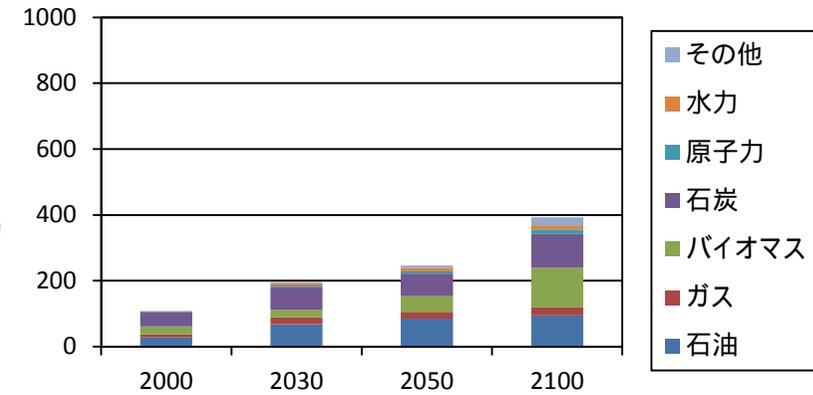
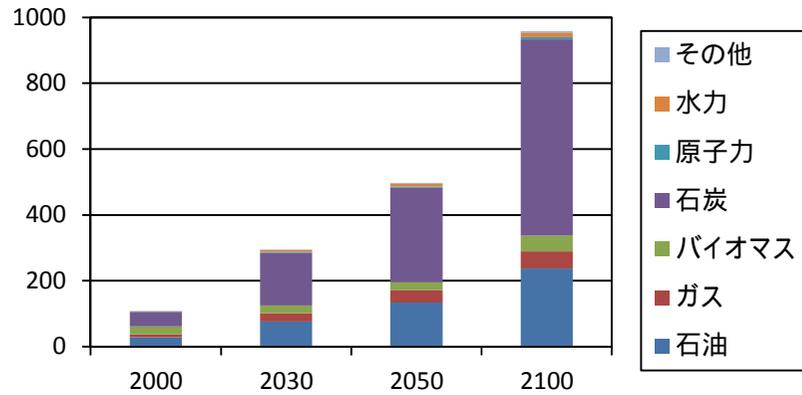
# 一次エネルギー供給 (EJ=10<sup>18</sup>J)



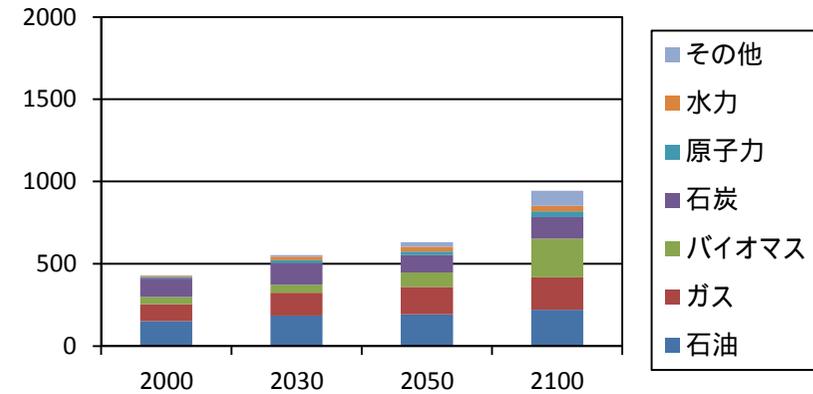
日本



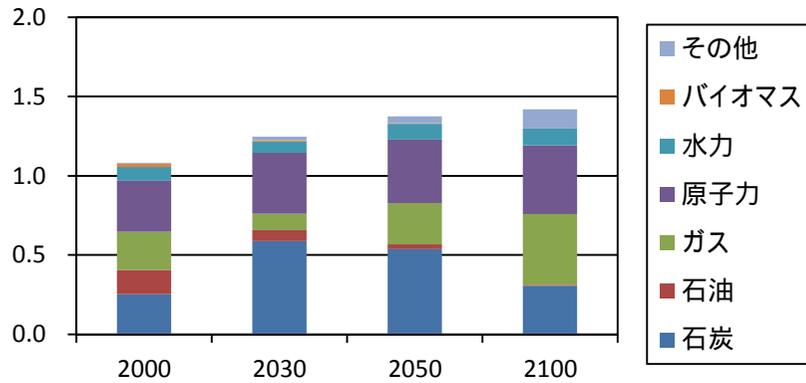
アジア  
(除日本)



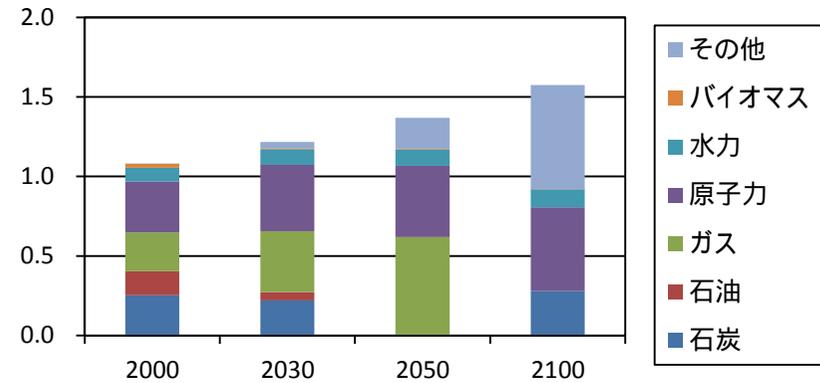
世界



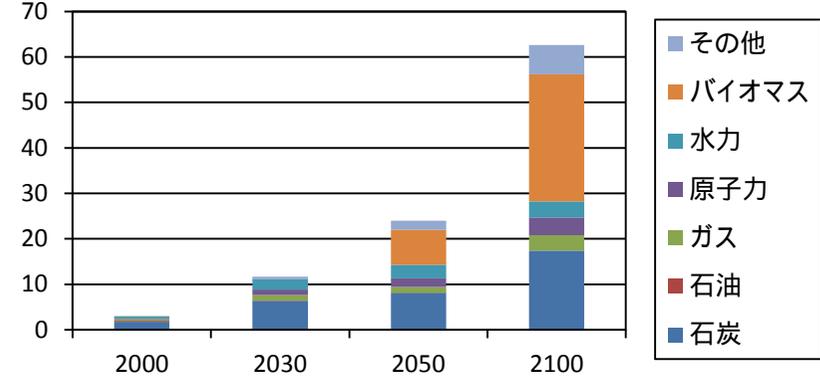
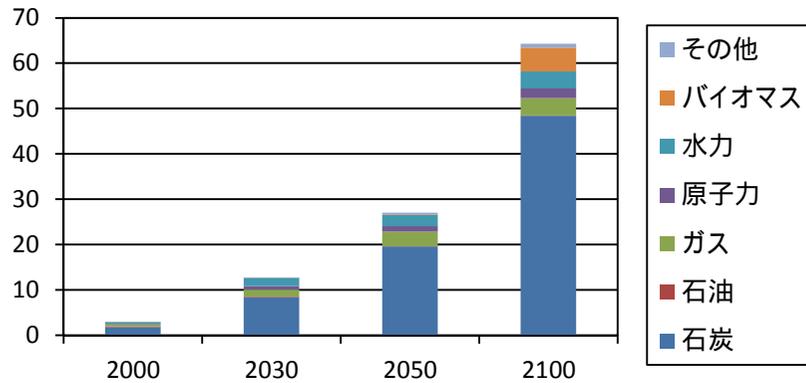
# 発電電力量 (TkwH=兆kWh)



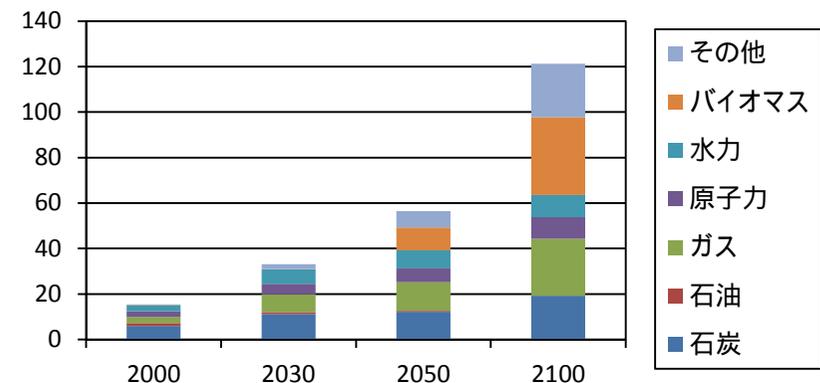
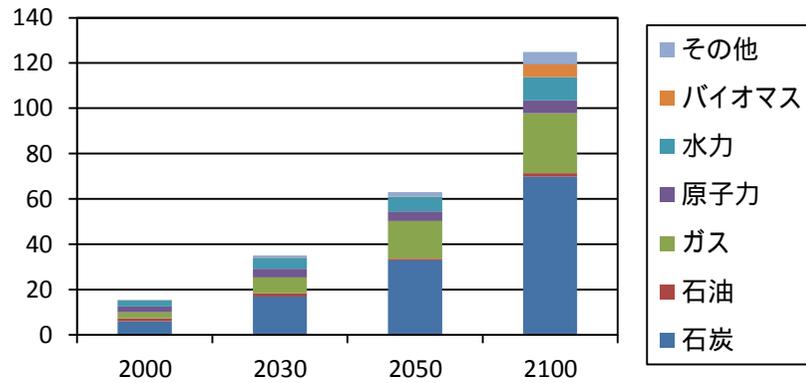
日本



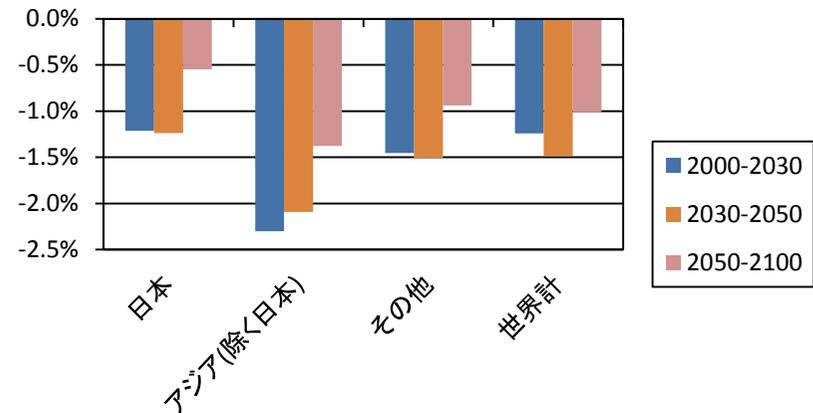
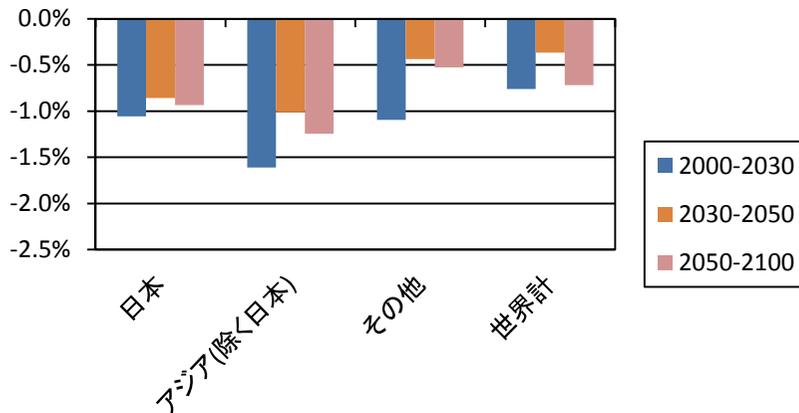
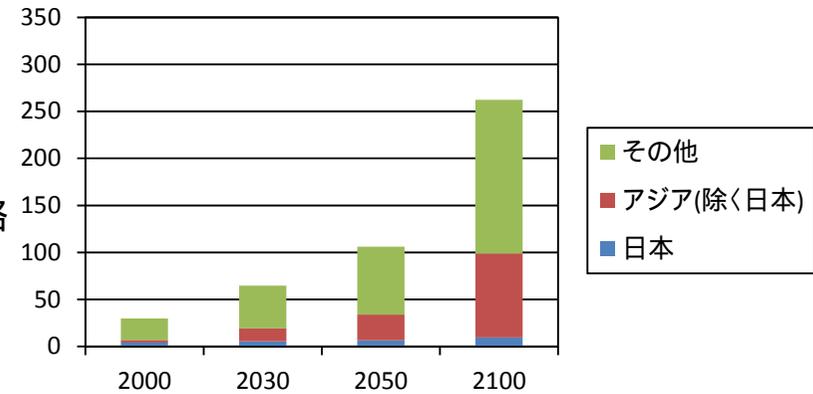
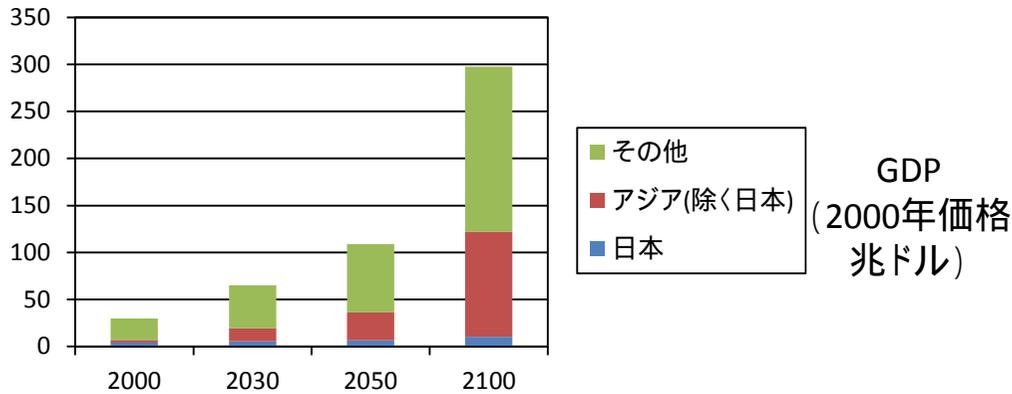
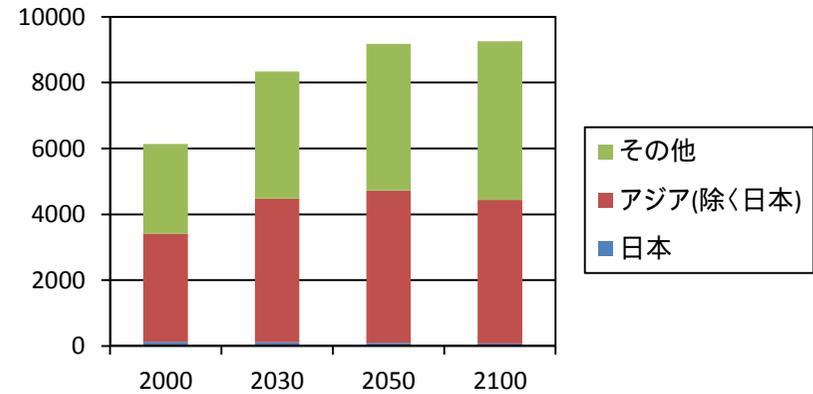
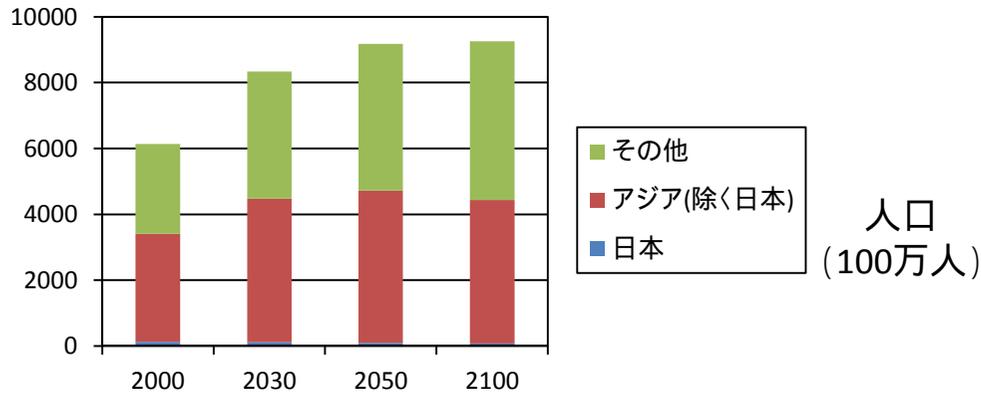
アジア  
(除日本)



世界



# 経済指標

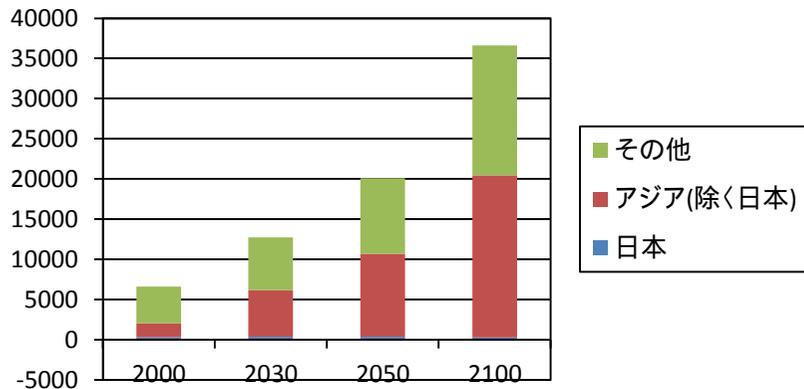


レファレンス

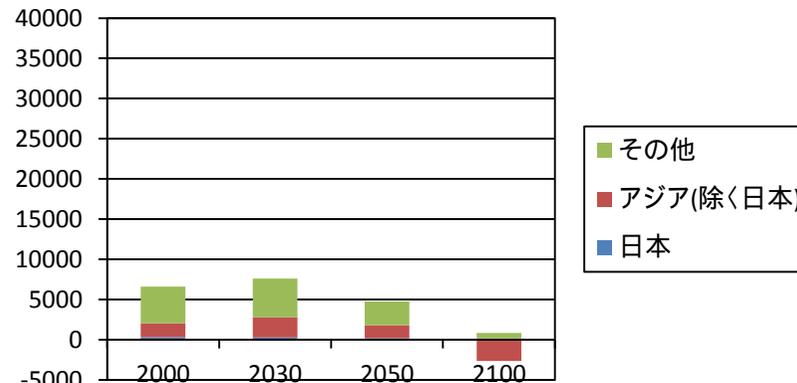
\*最終エネルギー需要/GDPの変化で計算 450ppm安定化

結果は、暫定的なものであり、AMEの最終報告に向けて変更の可能性があるので注意。

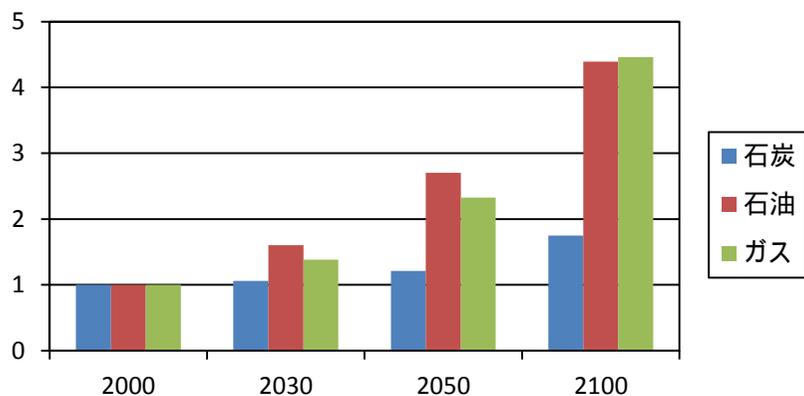
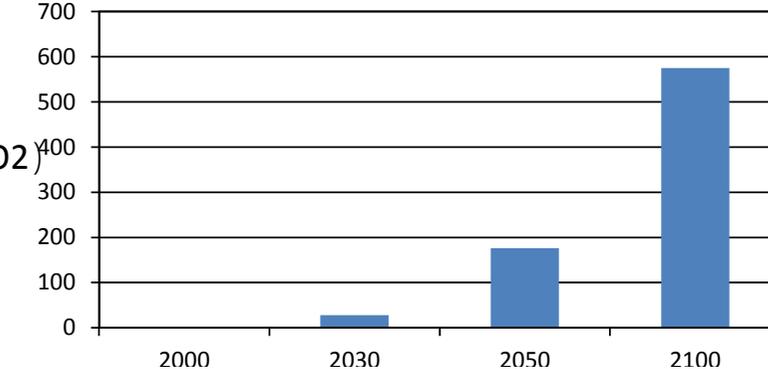
# CO2・エネルギーに関する指標



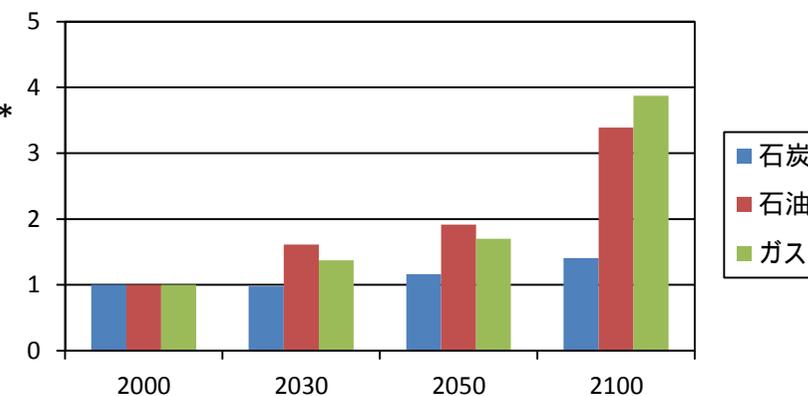
CO2排出量 (MtC)



炭素価格 (2000年価格\$/tCO<sub>2</sub>)



エネルギー価格\* (2001年=1)



レファレンス

450ppm安定化



\*エネルギー価格はモデル内計算される国際的な均衡価格を示す  
結果は、暫定的なものであり、AMEの最終報告に向けて変更の可能性のある点に注意。