

2012年7月11日

---

# RITE世界エネルギー経済モデル DEARSの概要

---

(公財)地球環境産業技術研究機構 (RITE)  
システム研究グループ



# エネルギー・環境に関する選択肢の 経済分析のフレーム

## 主なインプット

電源構成(エネルギーミックスの選択肢)
各電源の建設単価 (出典:コスト等検証委員会)
各電源の燃料費の将来見通し (出典:コスト等検証委員会)
各選択肢ごとのCO <sub>2</sub> 排出量 (出典:第18回基本問題委員会資料4)
人口・世帯数 (国立社会保障・人口問題研究所の中位ケースを参考に設定) 等

## 経済モデル (DEARS)

方程式の組み  
合わせによる  
推計

## 主なアウトプット

電力価格(名目)
光熱費(名目)
家計消費支出(実質)
民間設備投資(実質)
粗生産(全産業)
粗生産(エネルギー多消費産業)
発電電力量
最終エネルギー消費(実質)
民生家庭エネルギー消費(実質)
輸出(実質)
輸入(実質)
GDP(実質)
限界削減費用(実質)

通常はCO<sub>2</sub>削減目標の下で電源構成を含めて費用効果的な対策を解くことが多い(原発のみ外生とすることは通常多い)が、今回の分析はすべてをシナリオとして与えた。DEARSモデルは、後述のように、電源構成を技術別の積み上げによってモデル化しているため、このような分析にも完全に対応することが可能。

# モデル計算の手順

- ◆ **【参照ケースの計算】** 「参照ケース（自然体ケース）」において、モデルのパラメータ（全要素生産性向上率など）を調整することにより、GDP、家計消費支出、発電電力量、CO<sub>2</sub>排出量 等が、政府事務局想定値（モデル間での比較を容易にするようにモデル間で統一）をモデルが再現できるようにする。この際、電源別の発電コスト、各電源の燃料費の将来見通しなどは、事務局から指示のあった値（コスト等検証委員会の推計値など）を用いた。



- ◆ **【各選択肢（CO<sub>2</sub>制約無）の計算】** 参照ケースを基に、一旦、CO<sub>2</sub>排出量の制約は考慮せずに、電源構成のみを各選択肢に合致させたケースを計算（それ以外の項目は参照ケースのまま）



- ◆ **【各選択肢（CO<sub>2</sub>制約有）の計算】** 各選択肢（CO<sub>2</sub>制約無）の計算を基に、それぞれの選択肢で想定されているCO<sub>2</sub>排出量を制約条件として追加し、モデル計算

# DEARSモデルの特長

- ◆ エネルギー供給、発電部門については、産業連関表の情報では不十分であるため、技術別にボトムアップ的なモデル化を行うとともに、IEA統計等と整合性を持つようにデータの調整を行っている。これによって、エネルギー・経済の統合的な分析・評価が可能となっている。また、これにより、「コスト等検証委員会」の電源別発電コスト、および選択肢毎の発電構成を前提条件とした経済分析が可能となっている。
- ◆ 21世紀半ば（2047年）までの期間の動学的最適化を行っている（Forward-looking型モデル）。例えば、2030年頃までの対応を考えた上で、2020年の最適な対応が導出される。
- ◆ 産業連関表は国際的なCGEモデル分析で広く利用されているGTAPに基づいており、産業の国際移転（産業のリーケージ）を含めた分析が可能である。（GTAPモデルは静学的モデルであるが、DEARSは動学的モデルとしている。）

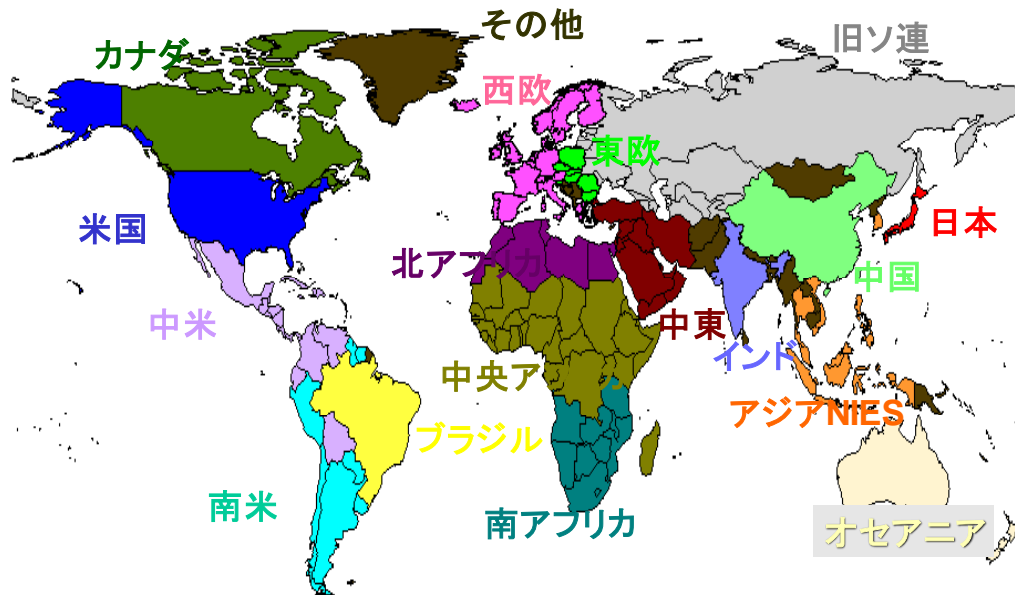
# DEARSモデルの概要

(Dynamic Energy-economic Analysis model with multi-Regions and multi-Sectors) 5

- ◆ トップダウン型経済モジュールとボトムアップ型エネルギーシステムモジュールの統合モデル
- ◆ 動的な非線形最適化モデル（世界全体の消費効用最大化）
- ◆ モデル対象期間：21世紀中頃まで（最適化時点間隔 10年）
- ◆ 世界地域分割：18地域分割
- ◆ 非エネルギー産業分類：18産業分類
- ◆ エネルギー産業分類：一次エネルギー8種、二次エネルギー4種
- ◆ GTAP (Global Trade Analysis Project) モデル・データベースに基づく産業連関構造を明示した経済モジュール
- ◆ 簡略化ながら、ボトムアップ化したエネルギーシステムモジュール
  - ✓ ボトムアップ的にエネルギー供給技術（発電技術等）、CO<sub>2</sub>回収・貯留技術をモデル化
  - ✓ 一次エネルギー供給：8種類をモデル化（石炭、原油、天然ガス、水力・地熱、風力、太陽光、バイオマス、原子力）
  - ✓ トップダウン的にエネルギー需要サイドをモデル化（家計：エネルギー価格・所得弾性、産業・運輸：エネルギー価格弾性、これらはすべて経済モジュールとリンク）
  - ✓ 最終エネルギー消費：4種類をモデル化（固体燃料、液体燃料、気体燃料、電力）

# DEARSモデルの地域、産業区分

- ◆ 世界18地域・18非エネルギー産業を対象。



DEARSにおける18産業分	大分類
農業	農林水産業
鉄鋼	
化学	素材産業
非鉄	
非金属	
紙パ	
木材	
自動車	自動車・機械産業
機械	
その他製造	
鉱業	軽工業産業
食品	
繊維	建設産業
建設	
ビジネスサービス	サービス産業
社会サービス	
陸海運	輸送産業
空運	

# DEARSモデルの詳細

## ◆ 目的関数（消費効用最大化）

$$\sum_t \sum_r d_t \cdot L_r \cdot \sum_i \theta_{i,r,t} \cdot \log \frac{C_{i,r,t}}{L_{r,t}} \rightarrow \max.$$

$C_{i,r,t}$  : t期 r 地域 i 部門の消費額(内生)

$L_{r,t}$  : t期 r 地域の人口(外生)

$d_t$  : t期の割引係数(外生) (割引率=5%/年)

$\theta_{i,r,t}$  : t期 r 地域 i 部門の消費効用ウェイト\*(外生)

\*将来の消費構造を反映するように想定

## ◆ 資本蓄積関数

$$K_{r,t} = (1 - \text{dep}_{r,t}) K_{r,t-1} + \sum_i I_{r,i,t}$$

$I_{r,i,t}$  : t期 r 地域 i 部門の投資額(内生)

$K_{r,t}$  : t期 r 地域の資本ストック(内生)

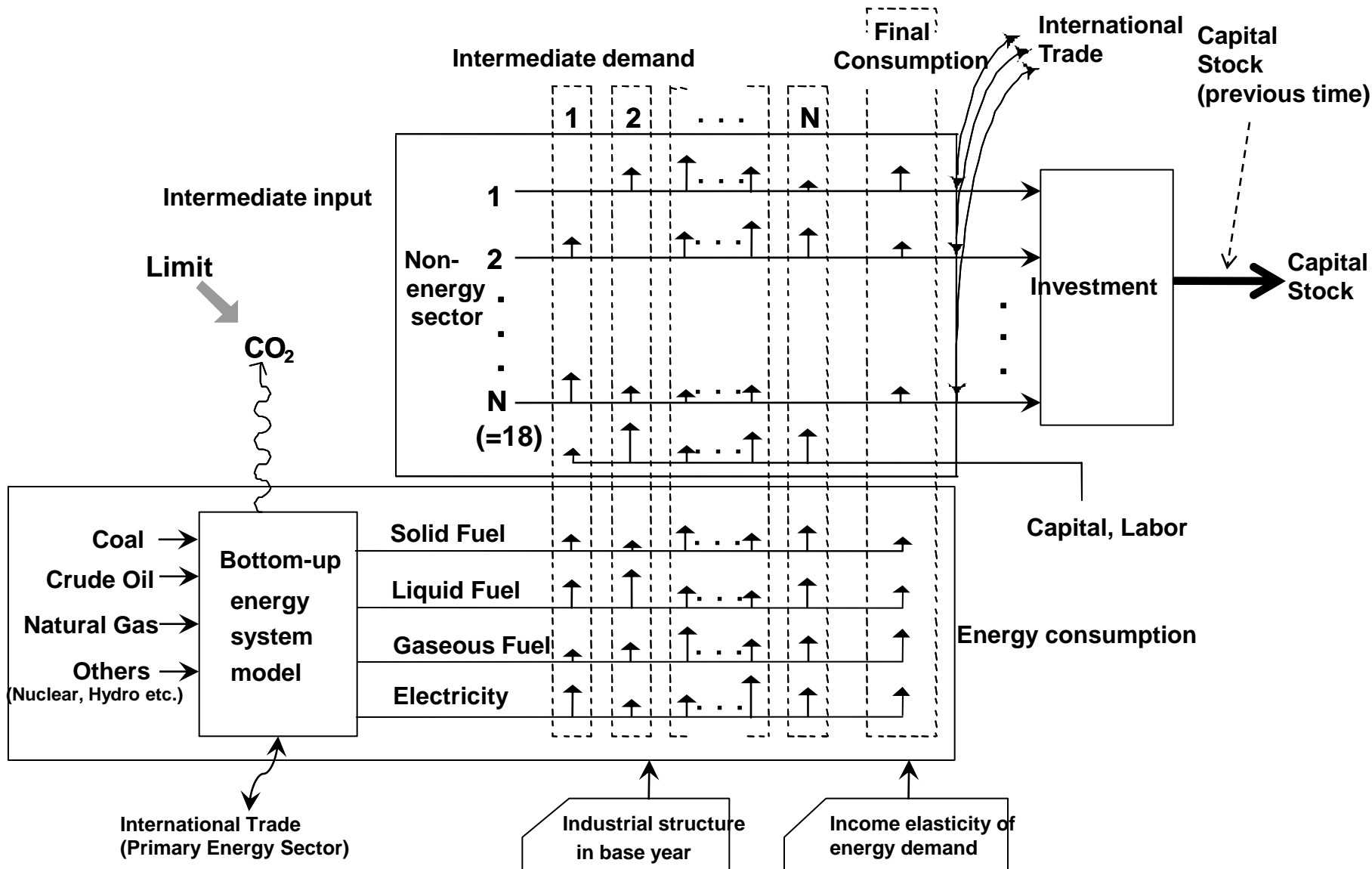
$\text{dep}_{r,t}$  : t期 r 地域の資本減耗率(外生)=5%/年

## ◆ 非エネルギー部門の生産のモデル化

消費効用最大化のもとで、産業連関構造の中で生産関数を仮定し、財の生産効率のよい地域で生産・輸出がされる構造となっている。ただし、農業・食料品の生産及び消費に関しては、工業製品やサービス部門のような生産・消費とは異なる性質であることを考慮するために、食料に関する需要・生産シナリオを制約式として利用し、変動が小さくなるようにモデル化している。

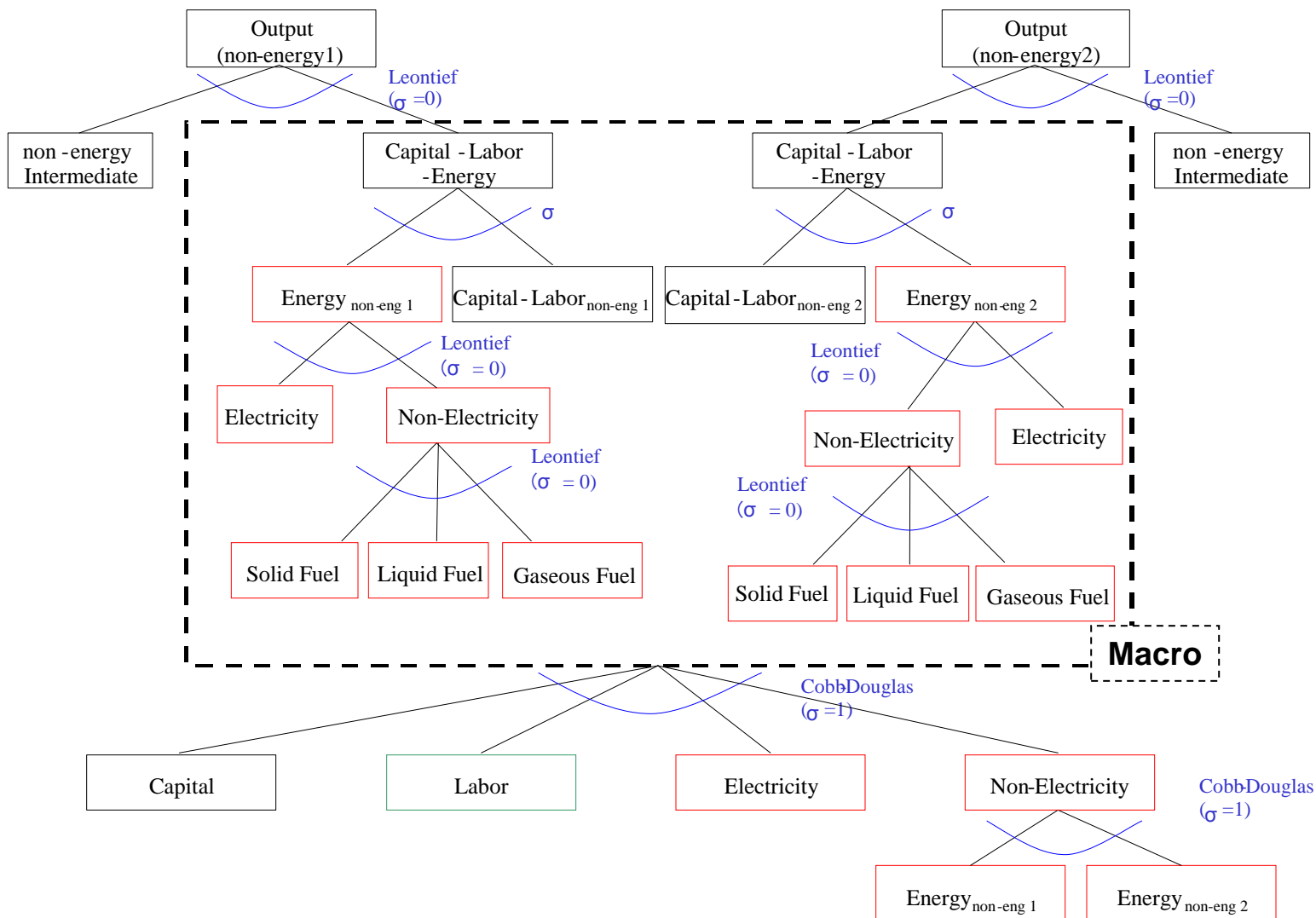
# DEARSにおける産業連関のモデル化

—エネルギー部門と非エネルギー部門の統合—





# DEARSの経済モジュールの構造

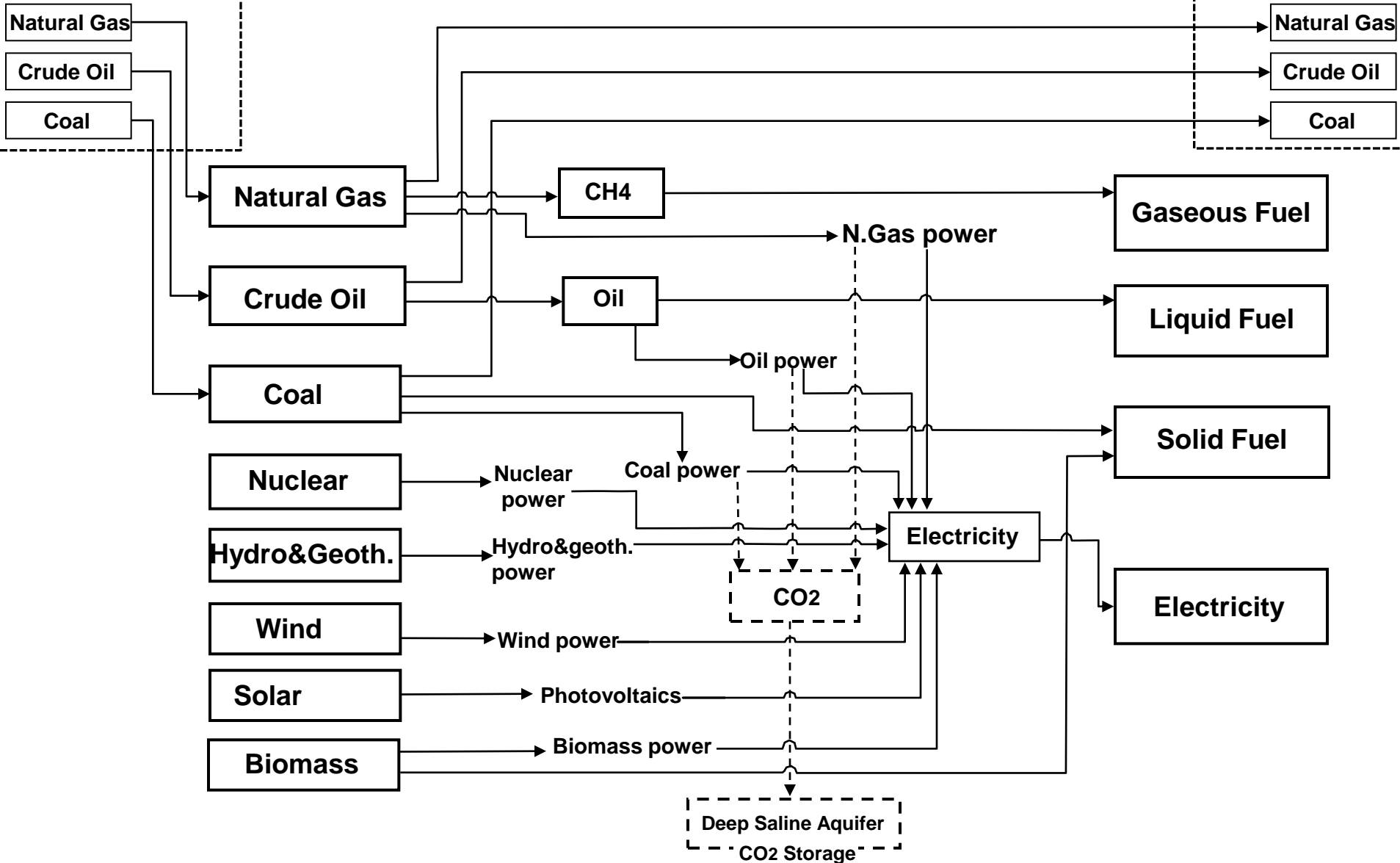


\* 図は簡略化のため、産業部門数が2の場合を示している。(実際には18産業部門分割でモデル化)

# DEARSのエネルギー転換プロセスの想定

From Other Regions

To Other Regions



# DEARSの貿易に関する制約条件

## ◆貿易

貿易(輸出入)に関しては、消費効用最大化のもとで、財の生産効率のよい地域で生産・輸出がされる構造となっているが、国レベル・財レベルで以下のように制約を設けている。

- ▶ 国レベルのマクロ貿易収支に関して、ある特定の地域の累積債務が連続的に生じるなどといった非現実的な解を避けるために、Crowtherによる国際収支の発展段階説<sup>[2]</sup>に基づき、地域ごとに純輸出のGDP比の範囲を18地域別の貿易収支シナリオとして外生的に与える。

年	米国	カナダ	中米	ブラジル	南米	西欧	東欧	旧ソ連	北アフリカ	中央アフリカ	南アフリカ	日本	中国	インド	アジアNIES	中東	オセアニア	その他
1997	VI	III	III	I	I	V	I	III	I	I	III	IV	III	II	II	II	II	I
2007	-	III	III	I	I	-	I	III	I	I	III	-	III	II	II	II	II	I
2017	-	IV	IV	II	II	-	II	IV	II	II	IV	-	IV	III	III	III	III	II
2027	-	IV	IV	II	II	-	II	IV	II	II	IV	-	IV	III	III	III	III	II
2037	-	V	V	III	III	-	III	V	III	III	V	-	V	IV	IV	IV	IV	III
2047	-	V	V	III	III	-	III	V	III	III	V	-	V	IV	IV	IV	IV	III

注記: I:GDP比経常収支-8.2~-1.9%、II:GDP比経常収支-1.9~0%、III:GDP比経常収支0~+1.9%、IV:GDP比経常収支+1.9~+8.2%、V:GDP比経常収支0~+1.9%、VI:GDP比経常収支-1.9~0%

- ▶ 財レベルの貿易収支に関して、特定地域への非現実的な偏りを避けるために、財ごとに成長制約や自給率の制約を与える。

参考文献:

[2]経済産業省：平成14年度版通商白書、(2002)

- ◆ モデルは政策決定をサポートする強力なツールとなり得る。
- ◆ しかし、モデルは必ずしも将来を単純に予測するものではない。また、モデルは現実社会をすべて表現できるものではない。
- ◆ ただし、良いモデルは、簡略化されながらも、現実社会の本質的な動きを失わない形で統合的な評価を可能にする。
- ◆ 一方、悪いモデルは、論理性、整合性が破綻したモデルである。
- ◆ 論理の明確性、前提条件とするデータの蓋然性に留意が必要
- ◆ モデルの結果を全否定することも、盲目的に受け入れてしまうことも、両者ともに不適切。モデルの特徴、不確実性、挙動をよく理解しながら、政策決定をサポートするものとして適切に利用することが重要。