

国際シンポジウム 持続可能な資源利用 ～アジアを中心とした課題と政策～  
2012年1月13日 東京国際フォーラム

# 資源制約の経済影響評価とそのマテリアル・ バランスの検証

An Economic Evaluation of Resource Supply  
Constraint and Its Verification with Respect to  
Material Balance

安達 毅 : 秋田大学  
矢野貴之 : 地球環境戦略研究機関 (IGES)  
小嶋公史 : 地球環境戦略研究機関 (IGES)  
村上進亮 : 東京大学

# 報告の構成/Outline

---

- 分析の背景と目的
- 分析の方法
- 資源供給制約の分析
- 世界応用一般均衡モデルによる分析
- マテリアル・バランスの検証
- 結論

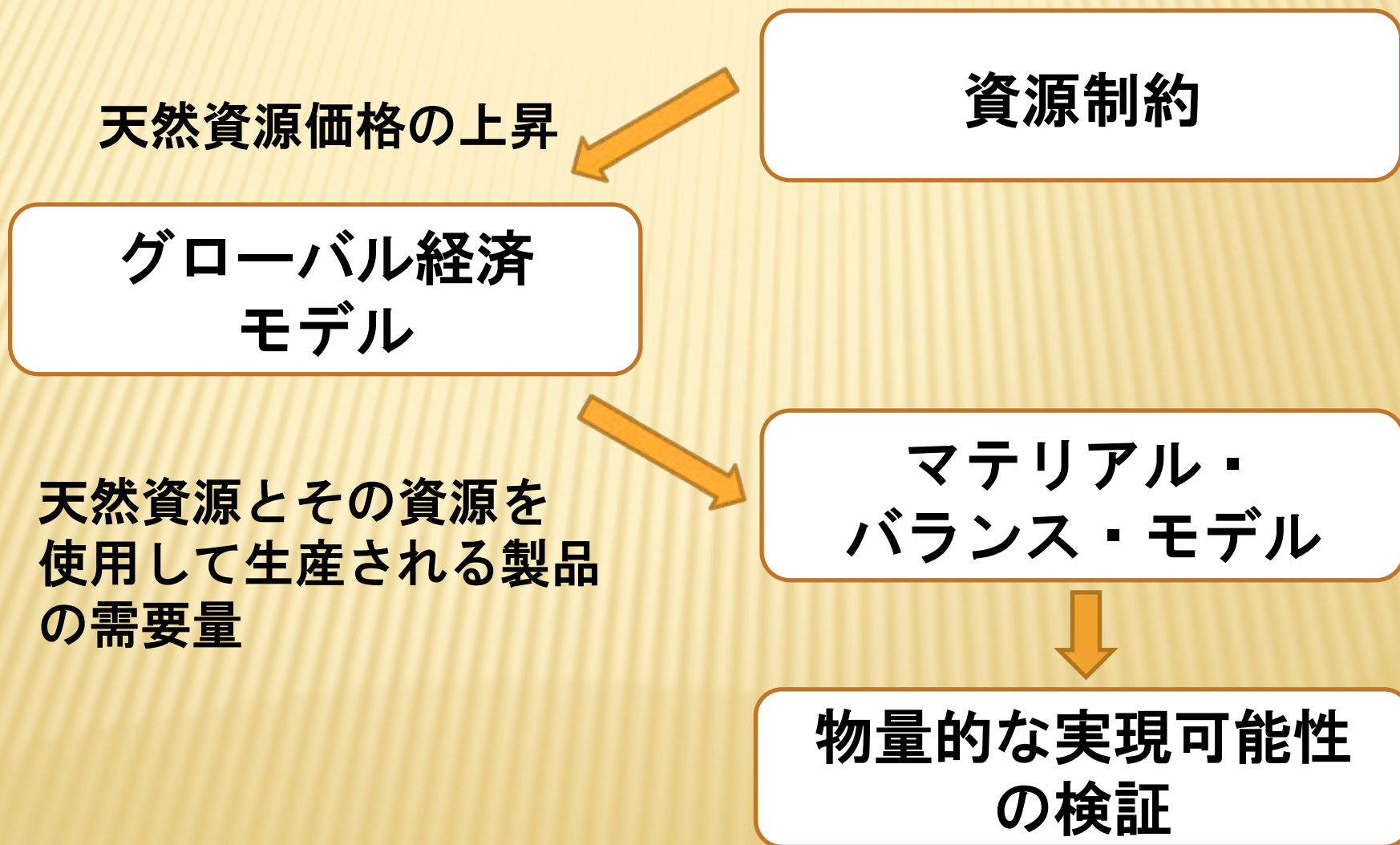
# 分析の背景と目的/Background and Objective

- 途上国や新興国の急速な工業化に伴い、天然資源需要が急増している。
  - 一方、資源開発が供給の増加に結び付くには時間がかかる。
  - また、採掘が容易な天然資源開発が先行して進んだことで、現在では天然資源の採掘に費用がかかる傾向にある。
  - つまり、需給逼迫と技術上の要因から、天然資源の価格上昇という形での資源制約が生じる可能性がある。
- そこで、鉄を例にとり、天然資源価格の上昇に反映される供給制約がグローバル経済に与える影響について経済モデルを用いて分析する。

# 分析の背景と目的/Background and Objective

- しかし、経済モデルで描かれる世界では、天然資源の需要に対して実際に供給可能かどうかといった物量的な制約については考慮していない。
- ⇒ そこで、経済モデルが描くグローバルな資源需要が物量的にも満たされるのかマテリアル・バランス・モデルを用いて検証する。

# 分析の手法/Methodology



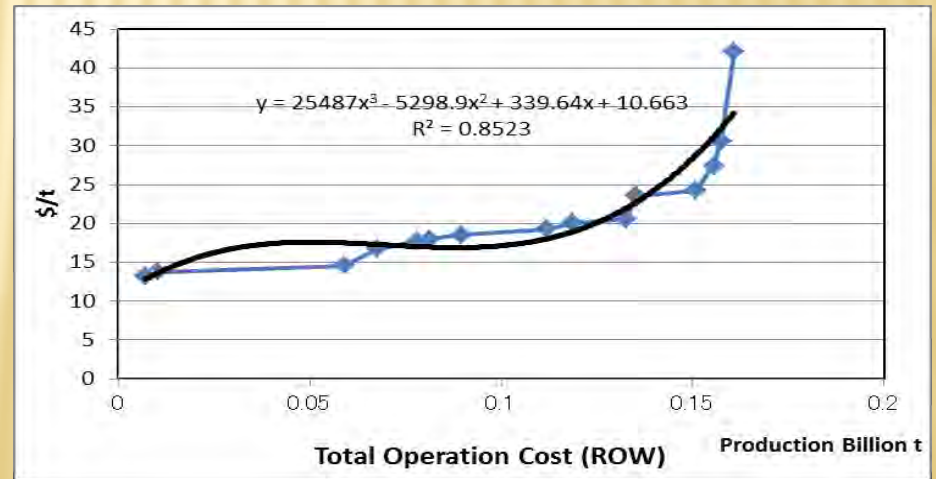
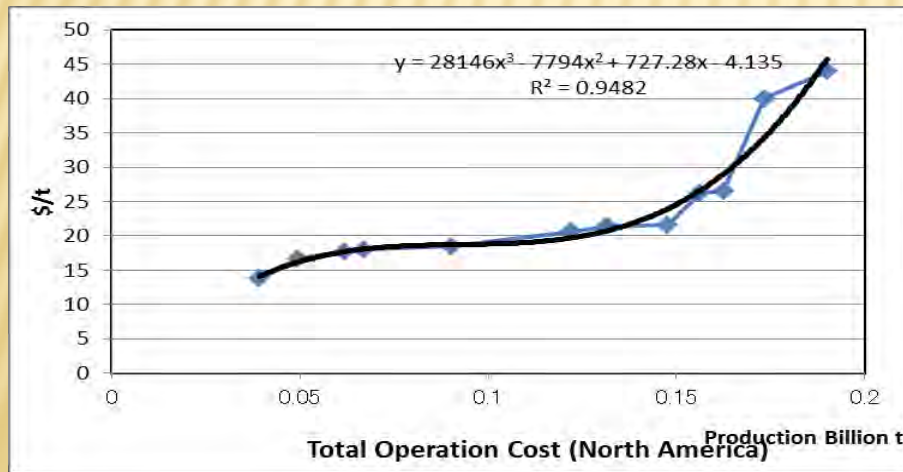
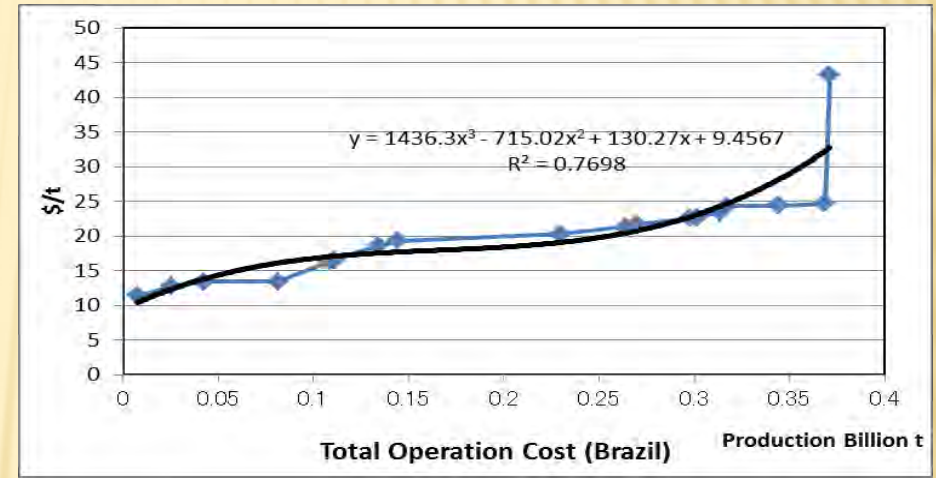
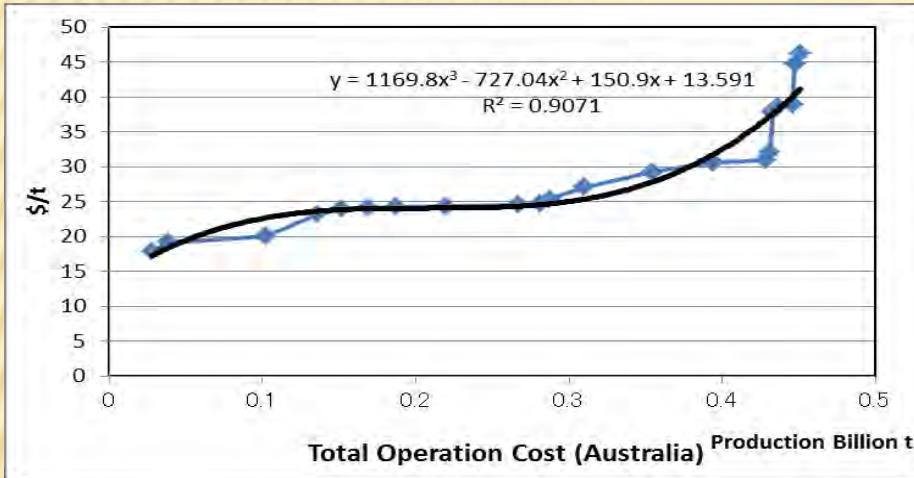
# 資源供給制約の分析/Analysis on Resource Supply Constraint

---

- 鉄鉱石の主要生産地域分類/Regional Classification of Iron Ore Production
  - ◆ 豪州
  - ◆ ブラジル
  - ◆ 北米＋欧州
  - ◆ その他世界（インドと南アフリカが主要生産国）

# 資源供給制約の分析/Analysis on Resource Supply Constraint

## ■ 主要生産地域ごとの鉄鉱石採掘費用曲線/Iron Ore Mining Cost



# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

- **世界応用一般均衡モデルの概要/Features of Global Applied General Equilibrium Model**
  - ◆ 企業の費用最小化行動や消費者の効用最大化行動といった各経済主体の最適化行動で各製品の供給と需要を説明
  - ◆ その供給と需要が一致するように各製品の価格を決定
  - ◆ 米国パーデュー大学世界貿易分析センターが開発したGTAPデータベース第7版（2004年基準）を使用
  - ◆ 世界経済を13地域、各地域の経済を20産業部門に分割
  - ◆ GTAPデータベース第7版にはない鉄鉱石部門とリサイクル部門を新設

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

## ■ 地域分類/Regional Classification

No.	国・地域	No.	国・地域
1	日本	8	欧州
2	中国	9	ブラジル
3	韓国	10	その他南米
4	ASEAN	11	豪州
5	インド	12	アフリカ
6	米国	13	その他世界
7	その他北米		

## ■ 産業部門分類/Sector Classification

No.	産業	No.	産業
1	農林水産業	11	自動車
2	石炭	12	その他輸送機械
3	原油	13	機械・設備
4	天然ガス	14	リサイクル
5	鉄鉱石	15	その他製造業
6	その他鉱業	16	電力
7	石油・石炭製品	17	建設
8	鉄鋼	18	陸上運輸
9	非鉄金属	19	その他運輸
10	金属製品	20	その他サービス

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

## ■ シミュレーション分析/Simulation Analysis

### ◆ シナリオ

- a. 資源供給制約を含まない標準シナリオ
- b. 鉄鉱石採掘限界費用曲線を導入した供給制約シナリオ

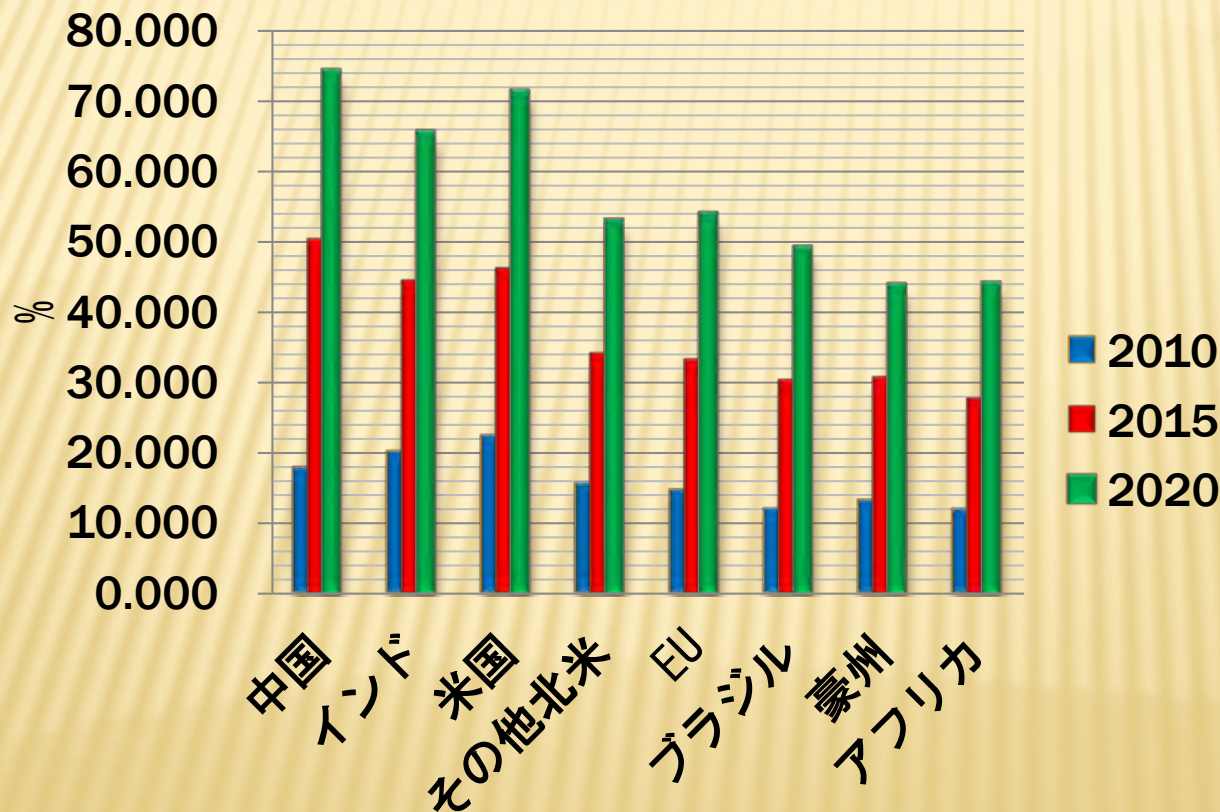
### ◆ 鉄鉱石採掘限界費用曲線の導入方法

- a. 単位を揃えるために2004年の限界費用を1とするように変換
- b. 主要生産地域別採掘限界費用上昇を当該地域の鉄鉱石部門の生産性の低下として表現

### ◆ シミュレーション期間：2004-2020年

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

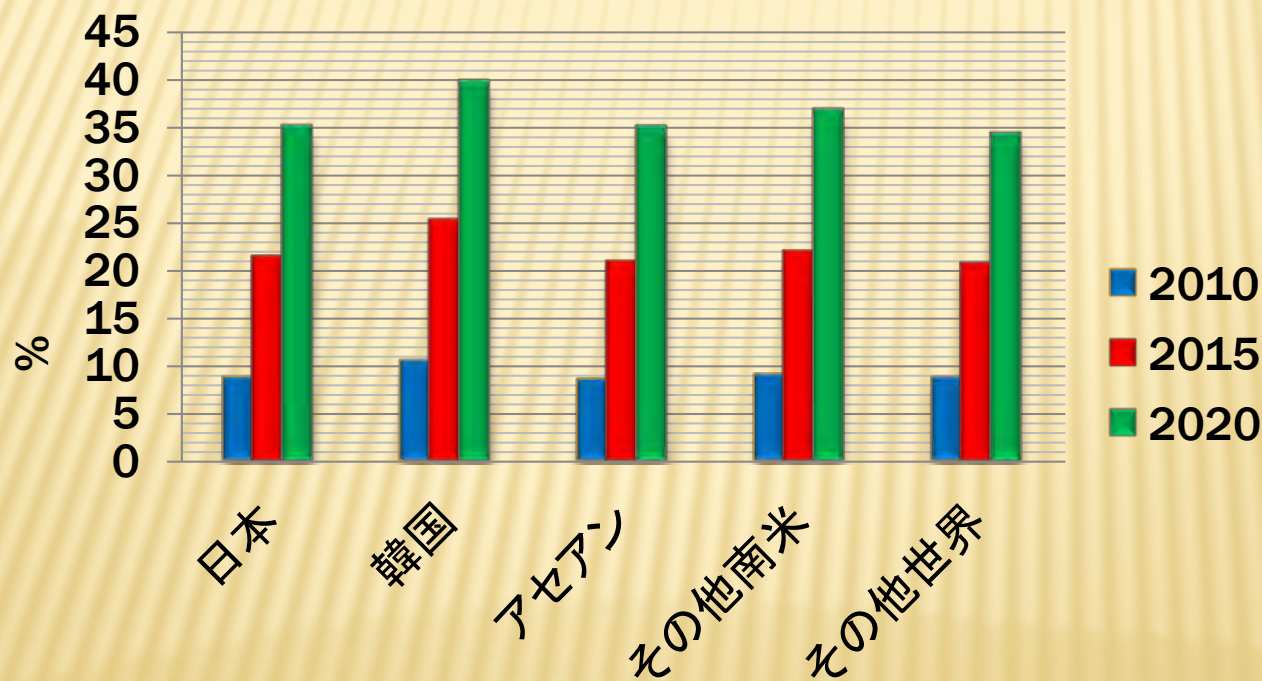
- 主要鉄鉱石生産国の鉄鉱石生産価格の変化率/Output Price Change of Iron Ore in Major Producing Regions (%)



- いずれの主要生産国でも鉄鉱石の製品価格は上昇する
- 価格変化率が年々大きくなっている
- 2020年においては、資源制約がないシナリオよりも40%以上鉄鉱石価格が上昇する

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

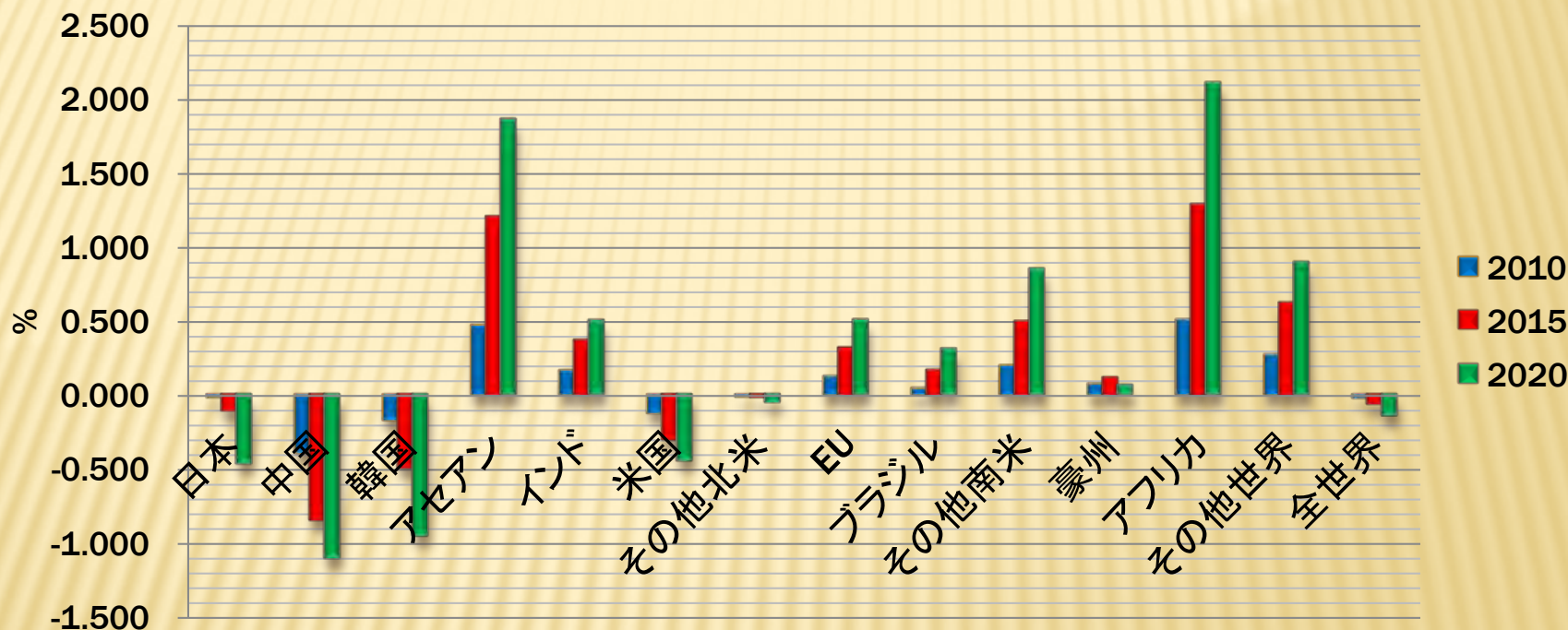
- 主要鉄鉱石輸入国の鉄鉱石輸入価格の変化率/Import Price Change of Iron Ore for Major Importing Regions (%)



- 主要生産国の場合と同じく年々価格上昇率が大きくなっている
- 2020年においても輸入価格上昇率は35~40%程度になっている

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

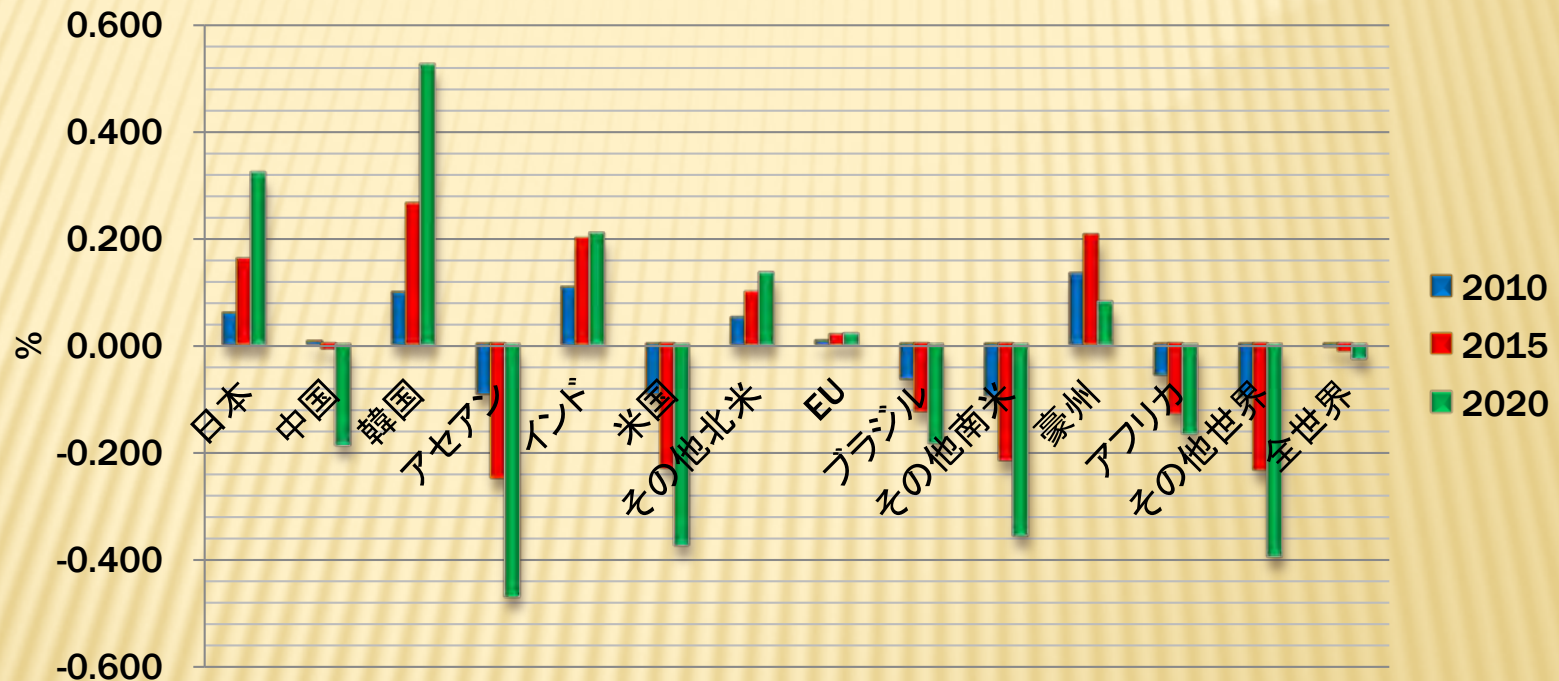
## ■ 鉄鋼生産の変化率/Change of Iron and Steel Production from the Baseline (%)



- 地域ごとに生産の増減があるものの、世界全体で見れば、鉄鉱石価格の上昇は鉄鋼生産を減少させる
- 絶対値でみた変化率は、大きくて2%程度となっている

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

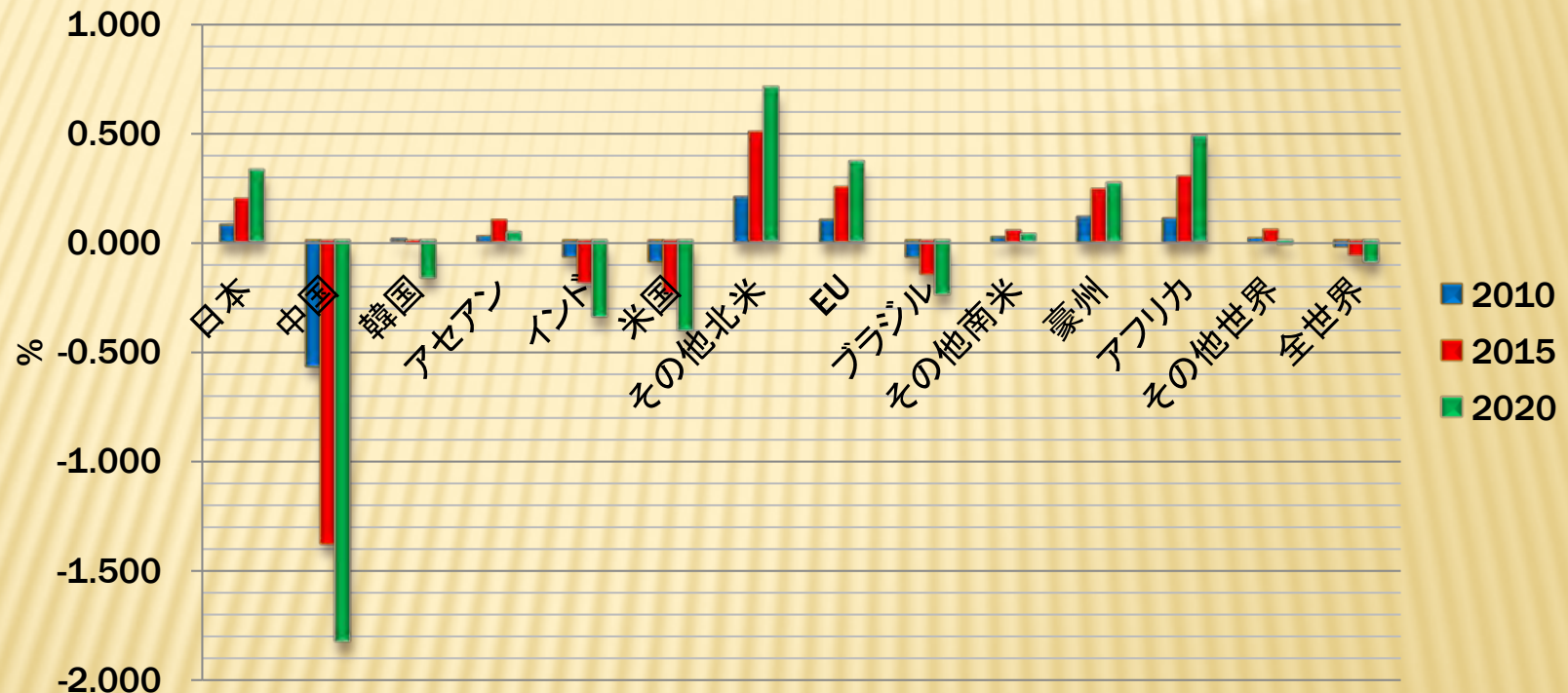
## 自動車生産の変化率/Change of Automobile Production from the Baseline (%)



- 世界全体では、鉄鉱石価格の上昇により自動車生産も減少する
- 変化率は±1%未満で、鉄鋼生産の減少率よりも小さくなっている

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

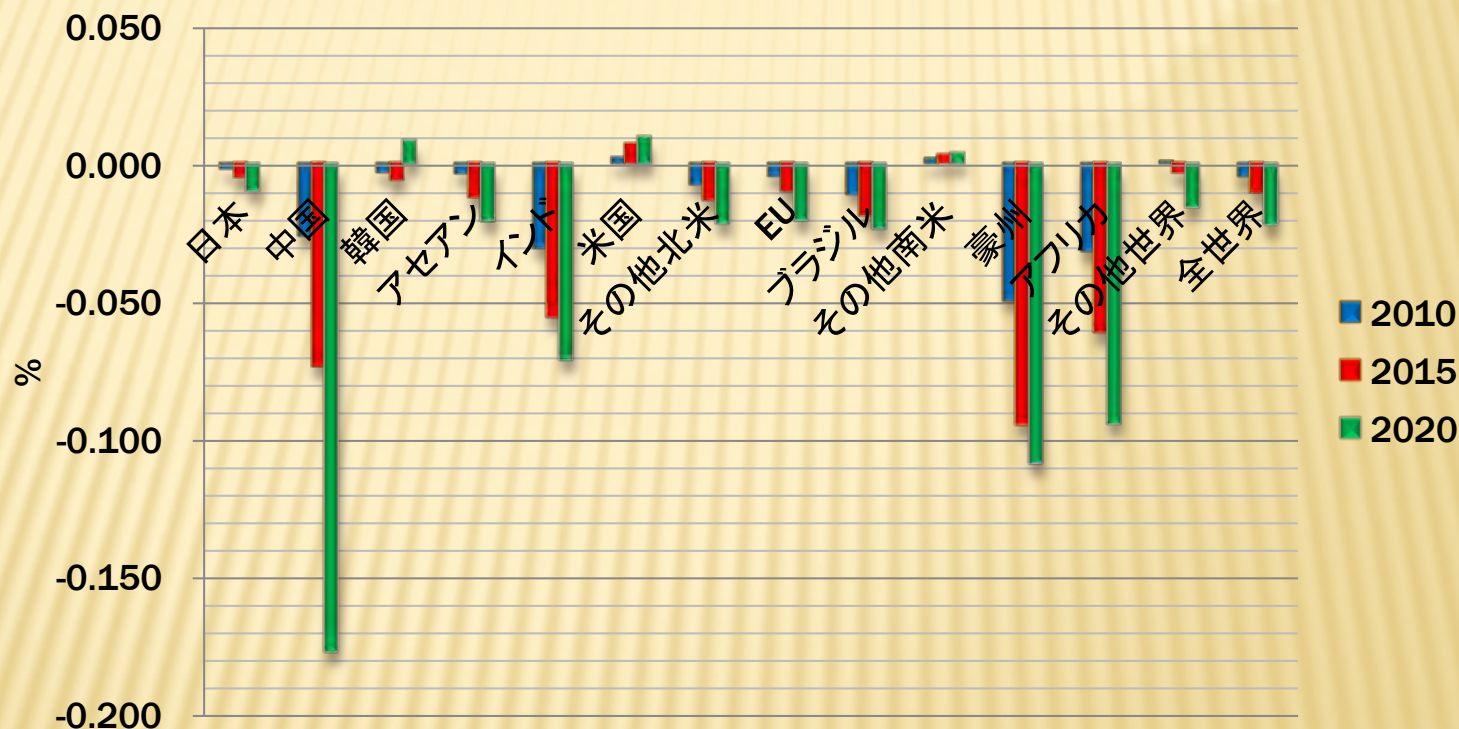
## ■ 金属製品生産の変化率/Change of Metal Products Output from the Baseline (%)



- 自動車生産と同様に金属製品の生産も減少する（世界全体）
- 変化率は自動車部門よりは大きめになっていて、特に中国の生産減少率が大きい

# 世界応用一般均衡モデルによる分析/Global Applied General Equilibrium Model Analysis

## ■ GDPの変化率/Change of GDP from the Baseline (%)



- 鉄鉱石価格の上昇は、世界全体でのGDPを減少させる
- GDPの変化率は絶対値でみて0.2%以下と小さくなっている

# マテリアル・バランスの検証/Verification of Material Balance

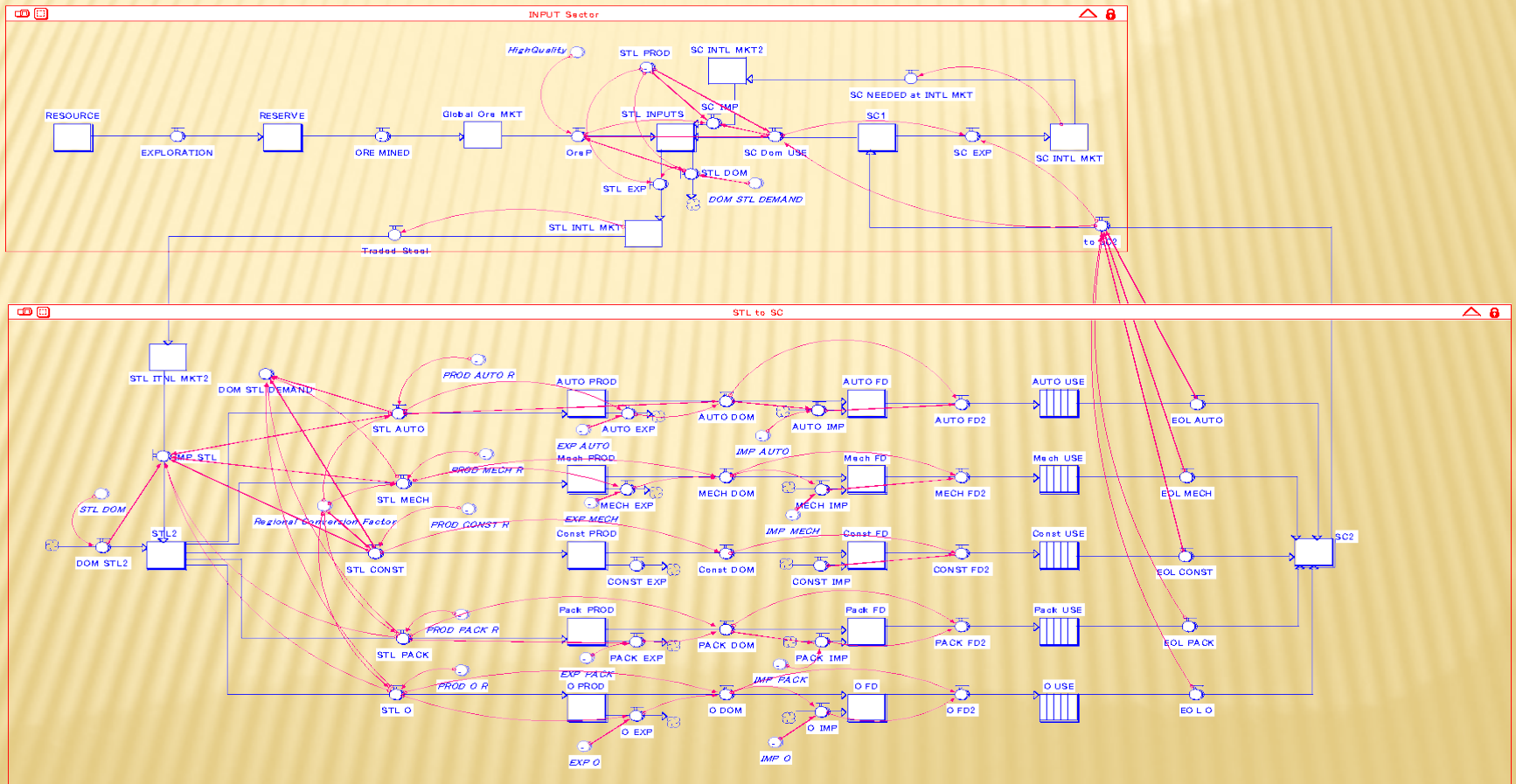
- マテリアル・バランス・モデルの概要  
/Features of Material Balance Model
  - ◆ システム・ダイナミックスを採用したモデル
  - ◆ 年々のマテリアル・インフローを外生的に扱うため、ストックからのアウトフローとリサイクル可能なスクラップのフローをモデルで説明
    - ⇒ 実現不可能なリサイクルの検証
  - ◆ 各生産地域の天然資源量を外生的に与える
    - ⇒ 天然資源の不可能な採掘の検証

# マテリアル・バランスの検証/Verification of Material Balance

- 世界応用一般均衡モデルからマテリアル・バランス・モデルへ渡される連結変数/Linkage Variables from Global AGE Model to Material Balance Model
  - ◆ 鉄鋼部門及び主要鉄鋼需要部門の生産量
  - ◆ 鉄鋼部門及び主要鉄鋼需要部門の国内消費量（家計消費と政府消費の合計）
  - ◆ 鉄鋼部門、主要鉄鋼需要部門、リサイクル部門の二国間貿易
  - ◆ リサイクル部門の二国間貿易に伴う国際運輸マージン
  - ◆ 鉄スクラップ投入量（リサイクル部門から鉄鋼部門への投入を鉄スクラップ投入と仮定）
  - ◆ GDP

# マテリアル・バランスの検証/Verification of Material Balance

- マテリアル・バランス・モデルの基本構造/Basic Structure of Material Balance Model



# マテリアル・バランスの検証/Verification of Material Balance

## ■ 検証結果/Results

- ◆ 鉄鉱石採掘限界費用曲線を導入した供給制約シナリオにおける結果
  - ◆ CGEの結果：シミュレーション期間を通じてスクラップと鉱石の比率は大きく変化しない
  - ◆ マテリアル・バランスの検証結果：これを支えるだけのスクラップ供給が可能か?→今回のシナリオについては可能
  - ◆ 今回の結果を受けての予測：スクラップ供給可能量に対して供給量は少なくないため、粗鋼生産量が今回の結果を大きく上回るペースで伸びた際に、スクラップ需要が課題となる可能性はある。その場合はマテリアルバランスが崩れる

---

**御清聴有難うございました**

**安達 毅**

**adachi.t@gipc.akita-u.ac.jp**