

# 持続可能な物質循環を目指した 環境経済工学研究

教授  
長坂 徹也



助教授  
伊藤 聡



助手  
横山 一代



助手  
中島 謙一



技官  
川名 俊行

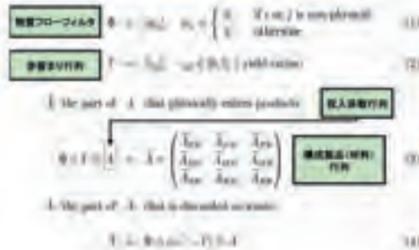
## トップダウン型MFAモデル(WIO-MFAモデル)の開発

### WIO-MFAモデル(本プロジェクト)

国家統計データから、社会のどこに、どんな種類の製品が、どれだけあるかを徹底的に記述できる

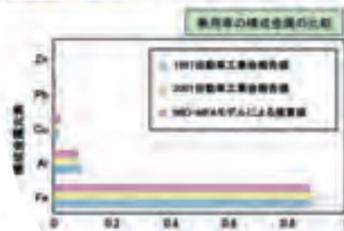
WIOモデルを進化  
(gr.リーダー中村らによる)

### 歩留まり係数による製品化量の推定



JSTシンポジウム (2006.9/25-26 於: 青葉記念会館)

## WIO-MFAモデルの適用例



WIO-MFAモデルの特徴

- 鉄鋼製品・機械用途(→社会基礎→) 典型的に産業物化)における製品の基礎素材構成比が把握可能
- リサイクル鉄、鋼、アルミ等の再生利用割合等を各パーツ、プロセス毎に定量化可能
- 全ての素材について、徹底的に同時分析することが可能

品名	鉄	アルミ	銅	鉛	亜鉛
1981年	0.480	0.096	0.011	0.006	0.001
2001年	0.360	0.078	0.010	0.006	0.001
WIO-MFAモデルによる推定値	0.415	0.093	0.011	0.006	0.001

常用車主要金属組成比:実値とモデル推定値

## JSTプロジェクト: サステナビリティ指標としての物質・材料フロー

### 資源循環・物質循環をどのように捉えるか?

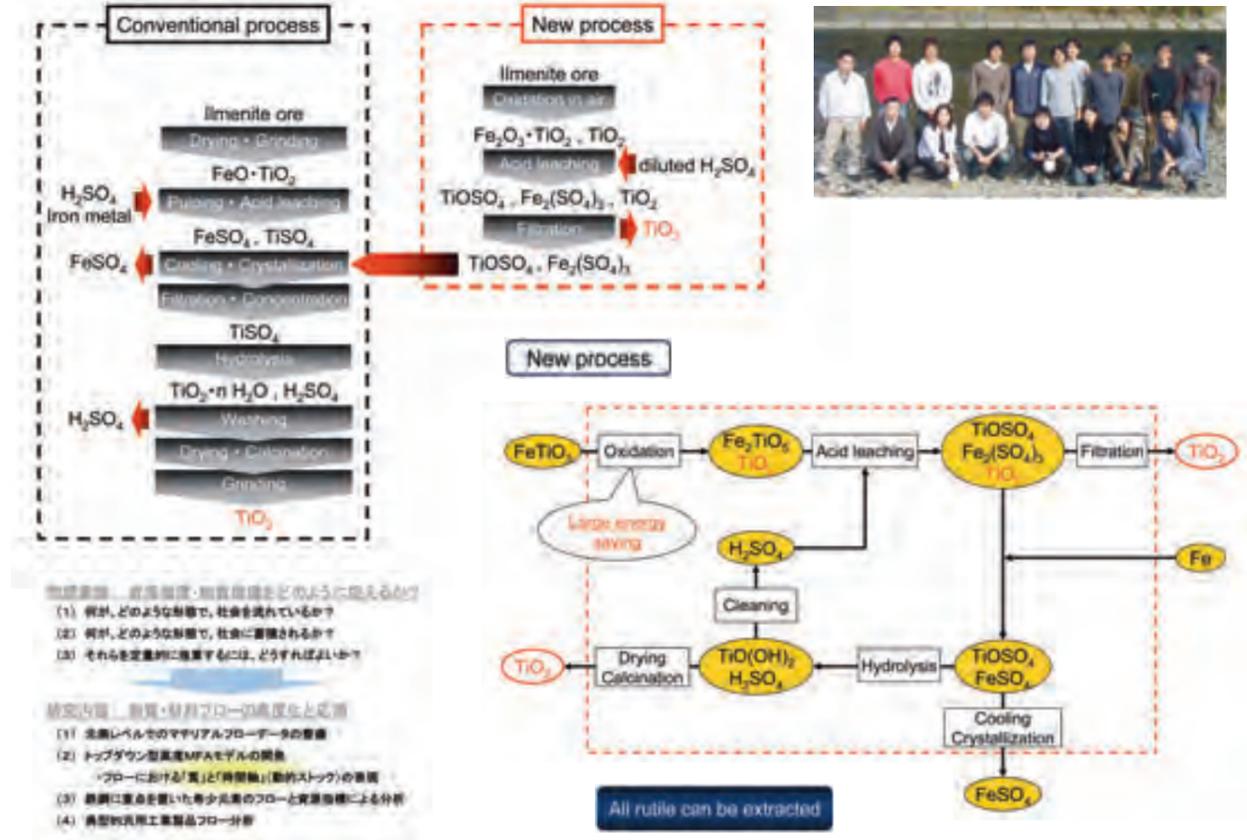
- 何が、どのような形態で、社会を流れているか?
  - 何が、どのような形態で、社会に蓄積されるか?
  - それらを定量的に推算するには、どうすればよいか?
- 上記の問題意識に答えるべく物質・材料フローの高度化と応用を目的とし、下記の4つの研究を推進した。

- 元素レベルでのマテリアルフローデータの整備
- トップダウン型高度MFAモデルの開発 フローにおける「質」と「時間軸」(動的ストック)の表現
- 鉄鋼に重点を置いた希少元素のフローと資源指標による分析
- 典型的汎用工業製品フロー分析  
資源・廃棄物を含めた物質管理を目的とし、MFA(マテリアルフロー分析)が注目を浴びている。MFAとは、国、地域、産業部門などを単位として、物質収支を定量化し

て体系的に把握する手法であり、国内外において積極的に実施されているものの明確な勘定体系や解析方法は確立されていない。従来のMFAは、「どのような形態で」と言う問題については、明確な答えを示してこなかった。そこで産業連関分析の分析力を兼ね備え、かつ廃棄物フローをも明示的に考慮したMFAの分析モデル、WIO-MFAモデルの提案とその応用を行った。(早稲田大・中村研共同研究)

### WIO-MFAは下記の4つの特徴をもつ。

- ①従来の従来のMFA/SFAでは、素材ごとに推定が行われていたが、本モデルでは全ての素材について同時に分析することが可能
- ②従来のMFAは、使用段階での素材構成は外生的に与えられていたが、本モデルでは最終用途・最終製品における製品の構成素材を分析できることが可能
- ③産業連関表とLCAインベントリデータから製品の構成素材等をトップダウン式に容易に計算できる



④素材、部品投入に関する遡及分析が可能

### イルメナイト鉱石からのルチル抽出技術開発

チタンは軽量・高強度などの特性を持ち、その用途は幅広い。

しかしながら、チタンの製造に主に用いられているルチル鉱石は埋蔵量が乏しく、高価であることから近年では、豊富に存在するイルメナイト鉱石のアップグレーディングを行い、ルチル鉱石や酸化チタン顔料の原料として供給しているのが現状である。現在行われているアップグレーディング法はいずれも鉱石を還元する方法であり、薬品投入量が多大になる、1700℃もの高温で強還元を行うためエネルギー消費量が多大、などの問題がある。

本研究では、イルメナイト鉱石を約1000℃の低温で酸化し、ルチルとシュードブルッカイトにする。シュードブルッカイトは希硫酸に溶解するが、ルチルは基本的に溶解しないため、酸浸出で不溶のルチルを抽出し、またシュードブルッ

カイトからもチタンを回収する。低温で酸化を行い、鉱石中のイルメナイトの半分がルチルに変化するため、従来の還元によるアップグレーディングと比較して、エネルギー消費量や硫酸消費量の大幅な削減が期待される。

### 現在進行中のその他の課題

- 最終処分場再生活動の環境・経済影響分析
- プラスチックのWIO-MFA
- トランプエレメントの混入を考慮した鉄資源循環分析用産業連関モデルの構築
- 新エネルギーとしての家畜系バイオマスの利用
- 排熱回収のための新しい無機系相変化蓄熱材(PCM)の開発
- 石炭灰からの環境規制物質溶出防止技術の開発
- 製鋼スラグの再生及び発生量極小化プロセスの開発