

全世界における鉄フローの定量化に関する研究

藤森真一郎¹・梶井洋志²・松岡 譲³

¹学生会員 工修 京都大学大学院 工学研究科 (〒615-8450 京都市西京区京都大学桂キャンパス C クラスタ1-3)

E-mail: sfujimori@athhost.env.kyoto-u.ac.jp

²非会員 有限会社 ムカイ商店

³正会員 工博 京都大学大学院教授 工学研究科・地球環境学

現代社会において鉄は多くの産業、消費者にとって必要不可欠な物質である。しかし、産業の中でも鉄鋼産業は多量の CO₂ を排出し、エネルギー多消費部門と位置づけられている。そのため、地球温暖化問題、それに対する対策を考える上で、今後の鉄の需給動向に関する情報は重要である。これに対して、鉄鋼の生産・消費・貿易に関する情報は国際鉄鋼協会(IISD)などで集計されているが、世界全域をカバーし、かつ自動車、機械、建設物などの製品中の鉄も含めた、鉄需給やフロー、ストックに関する情報は現存しない。そこで、本研究では今後の鉄の動向を見通すための基礎データとして、2001 年における世界の鉄フローを示す。そのために本研究では全世界鉄物質勘定表を開発・作成し、その勘定体系に従い世界の鉄フローを推計した。推計方法には藤森ら(2005)¹⁾で示してきた物質収支調整計算を用いた。本研究の手法により、先進国内のフローだけでなく、統計情報が乏しい途上国フロー、貿易フローについても推計された。本論文ではその結果のうち、鉄の国際分業状態、各地域における長期的蓄積への追加量、鉄スクラップの貿易と国内供給の三点について示す。

Key Words: iron and steel, input-output table, material balance, physical accounts, intensity of use

1. はじめに

現代社会において鉄は多くの産業、消費者にとって必要不可欠な物質となっている。産業部門が必要とする鉄は2種類に分かれる。一つは、原料として使われる鉄鋼であり、もう一つは生産要素となる機械、建設物、輸送機器等の資本中の鉄である。また、家計や政府といった最終消費者においては、建設物、土木構造物、自動車などの形態で鉄を消費している。

その鉄需要を支えている鉄鋼業では多大なエネルギー、化石燃料が投入されている。例えば、Hidalgo *et al.*(2003)²⁾によると、2000 年における EU の全工業部門で使用する 272.7Mtoe のエネルギーのうち、約 19%にあたる 51.5Mtoe を鉄鋼業が消費している。また、二酸化炭素の排出量で見ると、世界全体で排出している二酸化炭素排出量の 7% が鉄鋼業由来の排出となっており (Kim and Worrell, 2002)³⁾、鉄鋼業は地球温暖化問題を考える上で重要な産業のひとつといえる。

これまで、世界全体で見ると鉄鋼の生産量は増加の一途をたどってきた。世界の粗鋼生産量についてみると、1950 年は 2 億トンであったのに対して、2001 年には 8

億 5000 万トンとなった。現在でも中国やインドなど途上国の急速な開発に伴って、鉄鋼需要が増大しており、今後も世界的に見ると鉄鋼の需要は増加する可能性が高い。一方、先進国に目を向けてみると鉄鋼の需要は頭打ちとなっている。例えば、Crompton(2000)⁴⁾によると日本の粗鋼消費量は 1970 年代中盤から 1990 年終盤まで約 8000 万トン付近で横ばいとなっている。このことは二つの可能性を示唆するもので、一つは先進国における土木・建設といった大規模な鉄の資本の投入が落ち着き、資本の維持期に入っている可能性であり、もう一つは物質集約的な産業が途上国へ移転していった可能性である。

しかし、途上国もさることながら先進国においても今後の鉄の動向は依然として明らかでない。その主たる理由として以下の四点が考えられる。第一に、各国でいつどのくらいの鉄需要、資本の更新があるかが明らかでないこと、第二に各国でどのくらいの鉄資本が蓄積されているのが不明であること、第三に更新される資本はリサイクル財によってまかなわれるのか、あるいは処女財を投入しなくてはならないのが不明なことである。最後の四点目として、国際分業、それに付随した国際貿易などの見通しも明らかでないことである。これらの動向

は、今後の資源、環境戦略に深く関わる重要な問題である。

上記のような不明点を明らかにするには、世界各国の鉄の蓄積量、消費量、鉄鋼、その他工業製品の生産量の推移等、鉄のフローとストックについて詳細かつ包括的な知見が必要である。しかし、既存の研究で得られている知見は先進国など一部に限られたものである。例えば、醍醐ら(2005)⁵⁾、醍醐ら(2007)⁶⁾、Muller(2006)⁷⁾、村瀬(2004)⁸⁾、Dahlstrom *et al.*(2004)⁹⁾の研究は鉄のフローやストックを定量化したものの一国といった限定された地域が対象である。とりわけ今後の鉄需要の増加が見込まれる途上国、中進国等に関する情報、あるいは貿易に関する情報はほとんどないといつてよいのが現状である。また、物質の消費に関しては Malenbaum(1978)¹⁰⁾が示した Intensity of Use 曲線がよく知られており、これは実際に Crompton(2000)⁴⁾や van Vuuren *et al.*(1999)¹¹⁾らによって将来の鉄鋼需要のモデリングに用いられている。しかし、これらの研究で明らかとなるのは、鉄鋼需要(見かけ消費量)のみであり、建築物、機械等の最終製品の消費量、貿易量、蓄積量は考慮されておらず、鉄の主要な需要源である長期的蓄積を明示的に捉えることができていない。

こうした背景を踏まえて、本研究では将来の鉄需給を見通すための情報作成の初期段階として、2001年の全世界の各国内、各国間の鉄のフローを明らかにすることを目的とする。そのために、本研究では付録に示すような鉄フローを記述する勘定表を構築した。この勘定表は、投入、産出、貿易のフローをそれぞれ記述する3種類の表で構成され、各地域内の経済部門間、環境と経済部門間、多国間のフローを対象とする。部門、物質はそれぞれ投入産出の物質収支条件を満たし、整合的かつ包括的に人間活動由来のフローを記述する。類似の物質勘定表はこれまで Nakamura *et al.*(2005)¹²⁾、Hawkins *et al.*(2007)¹³⁾らなどによって作成が試みられてきている。これらの手法では単一国のフローしか扱えなかったが、本研究では、先進国だけでなく貿易間の不整合データの調整、途上国など情報が乏しい国のフローの推計を行った。

結果については全世界のフローの中でも特に各国間の貿易のやりとり、最終製品の需要量、蓄積への追加量の傾向について詳細に示す。前述の不明点の一つである国際分業、それに付随した国際貿易について明らかとなった。

2. 全世界を対象とした鉄物質勘定表

(1) 全世界鉄物質勘定表の概要

本研究では、全世界鉄勘定表(Global Iron and Steel Account Table)を開発した。全世界鉄勘定表は全世界にお

ける人間活動に伴う鉄のフローを記述する勘定表である。環境と経済部門間、地域内の経済部門間、多国間の経済部門間における鉄を含有する物質のフローを鉄重量単位で記述したものである。本章では勘定表の対象、産物や部門の分類について述べる。また、本研究で作成した勘定表の例を付録Aに示す。

(2) 対象

全世界鉄勘定表では、人間活動により発生するフローを勘定の対象とする。ここで人間活動とは、各経済部門における生産、消費、蓄積活動を指す。製鉄するために採掘する鉄鉱石を環境投入物とし、環境中から経済部門へのフローが生じるものとする。最終処分され埋め立てられる廃棄鉄含有物等を環境排出物とし、経済部門から環境中へのフローが生じるものとし、人間活動によって生産、消費、廃棄される、鉄鉱石、鉄鋼製品、自動車、機械、建設物などの最終製品、鉄くずを中心とした鉄を含む物質を対象物質とした。本論文では、対象物を産物と呼び、投入、産出といった産物のやり取りをする主体を(経済)部門とよぶ。

(3) 勘定表の構成

本研究の物質勘定表は、主体別物質投入表(以降 U 表と呼ぶ)、主体別物質産出表(以降 V 表と呼ぶ)、地域間物質移動表(以降 T 表と呼ぶ)の3種類の表で構成される。U 表、V 表は地域内の投入産出構造を記述する表であり、行が産物、列が部門で構成され、地域ごとに作成した。産物が部門へ投入されるフローを U 表に記述し、部門から産物が産出されるフローを V 表に記述する。T 表は各地域間での貿易量を記述する表であり、行は輸出地域、列は輸入地域で構成され、貿易される産物ごとに作成した。本研究で作成した勘定表である主体間物質投入表、主体間物質産出表、地域間物質移動表の一部を付録Aに示す。

財、廃棄物、及び生産活動、最終需要(家計、政府)においては産物の投入量と産出量の物質収支が成り立つ。そのため、行の要素である財、廃棄物においては U 表と V 表の行計が同じ値をとる。同様に列の要素である生産活動、家計、政府においては U 表、V 表の列計が同じ値をとる。また、T 表で示される、ある地域におけるある財の世界全域への輸出量合計は、その地域における U 表の財の国外への投入量と一致し、同様に T 表の世界全域からの輸入量合計は、地域における V 表の財の国外からの産出量と一致する。

本研究の対象地域は世界全域であり、GTAP(Dimaranan, 2006)¹⁴⁾の 87 地域分類を基とし、類似地域を集約化して 41 地域に分類した。具体的な地域区分については付録Bに示す。

(4) 産物・部門の分類

本研究では(2)節で示した産物をフローとストックの2種類に分類した。ストックとは1年以上部門内で保持される産物を指し、フローはストック以外の産物を指す。産物の分類を表-1に示す。この中で、環境投入物(鉄鉱石・砂鉄)と鉱物(鉄鉱石・砂鉄)は同一の物質であるが、前者は鉱山から採取してきたもの、後者は財として市場で取引されるものとして別の扱いとした。ここで、産物分類の一つである鉄鋼は粗鋼だけでなく鋼板や鉄鋼製品も含む。また、環境排出物の廃棄鉄くずと鉄スクラップも同一の物質であるが、前者は鉄スクラップの中でも処理場などの環境へ廃棄されるもののみを指し、後者は前者以外の全ての鉄スクラップをさす。環境排出物はストックの一部として扱った。部門分類については藤森ら(2006)¹⁵⁾に準ずる。

表-1 産物分類

フロー		
鉱物(鉄鉱石・砂鉄)	自動車	機械
鉄鋼	輸送機械	その他の製品
金属製品	電子機器	建設物
鉄スクラップ	環境投入物(鉄鉱石・砂鉄)	
ストック		
鉄製品蓄積	電子機器蓄積	建設物蓄積
自動車蓄積	機械蓄積	その他蓄積
輸送機器蓄積		
環境排出物(鉱さい、鉄鋼ダスト、廃棄鉄くず)		

3. 推計方法

(1) 推計方法

推計方法の概要を図-1に示す。まず、各種統計データから鉄関連の産物量に関するデータを得て、財の生産や貿易量を鉄量換算する。次に、それらの鉄換算したデータと経済統計や各種文献などのデータを用いて、U表、V表、T表の推計を物質収支調整計算を用いて行った。

物質収支調整計算とは、物質のフローを考慮し金銭の収支と物量の収支を調整する作業である。この作業の中心となる概念は「物質密度」であり、1単位金額の財*i*に含まれる物質の重量と定義される。前章で示した産物、部門の各項目で物質収支を考慮し各情報に最も整合的な物質密度を求解する。その計算過程においては、各部門における産物の投入量合計と産出量合計が一致する、あるいは各産物の部門からの産出量合計と部門への投入量合計が一致するような制約条件を設ける。各種生産統計における報告値を、誤差を持つ観測値とみなし、この誤差の絶対値和を最小とする諸変数を求めた。

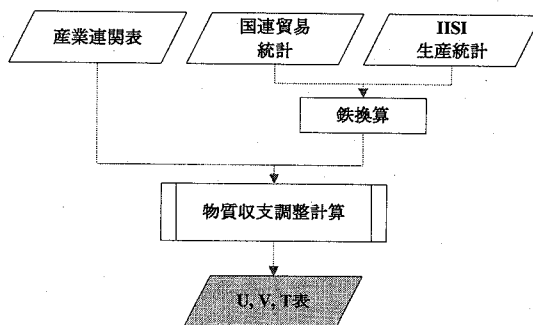


図-1 推計手法概要図

以下では、物質収支調整計算を簡単に示す。物質収支は財と部門について成り立つ(式(1)、式(2))。

$$\sum_s tr_{i,s,r} + v_{i,r} = \sum_j va_{i,j,r} + \sum_s tr_{i,r,s} \quad (1)$$

$$\sum_n ei_{n,j,r} = v_{j,r} + \sum_k wg_{k,j,r} + \sum_i eo_{i,j,r} + \sum_p sf_{p,j,r} - \left(\sum_i va_{i,j,r} + \sum_k wt_{k,j,r} \right) \quad (2)$$

ここで、 $tr_{i,s,r}$:財*i*、地域*r*の地域*s*からの輸入量、 $v_{i,r}$:財*i*、地域*r*の生産量、 $va_{i,j,r}$:財*i*、地域*r*の部門*j*への投入量、 $ei_{n,j,r}$:環境投入物*n*の地域*r*、部門*j*の投入量、 $wg_{k,j,r}$:廃棄物*k*の部門*j*、地域*r*の発生量、 $sf_{p,j,r}$:蓄積物*p*の部門*j*、地域*r*のストックへの追加量、 $wt_{k,j,r}$:廃棄物*k*の部門*j*、地域*r*の投入量

このうち金額フローのあるところについては、金額に未知数である物質密度*d*を乗じる(式(3)から(6))。

$$v_{i,r} = V_{i,r} \cdot d_{i,r}^{vom} \quad (3)$$

$$tr_{i,r,s} = IM_{i,r,s} \cdot d_{i,r,s}^{imp} \quad (4)$$

$$tr_{i,r,s} = EX_{i,r,s} \cdot d_{i,r,s}^{exp} \quad (5)$$

$$va_{i,j,r} = VA_{i,j,r} \cdot (d_{i,r}^{vajm} + \varepsilon - d_{i,j,r}^{vajm}) \quad (6)$$

ここで、 $V_{i,r}$:財*i*、地域*r*の生産額、 $IM_{i,r,s}$:財*i*、地域*r*の地域*s*からの輸入額、 $EX_{i,r,s}$:財*i*、地域*r*の地域*s*への輸出額、 $VA_{i,j,r}$:財*i*、地域*r*の部門*j*への投入額、 d :地域*r*における物質密度(フローに応じてサフィックス、プリフィックスは異なる)。 $\varepsilon - d_{i,j,r}^{vajm}$:国内における産出先部門間

での物質密度の差

廃棄物の発生量は、財の投入量に係数 $CV_{k,j,r}$ を乗じる。また、環境排出物、蓄積物についても廃棄物と同様に係数を乗じる。ここでは紙面の関係上廃棄物以外の式を割愛

する)

$$wg_{k,j,r} = \sum_{rek} va_{i,j,r} \cdot CV_{i,j,r} \quad (7)$$

物量フローに関する統計情報 $STAT$ が得られる場合その情報の持つ誤差を ε として以下のように記述する。ここでは、地域 r における財 i の輸出量が得られるときの式を示す。

$$\sum_i tr_{i,r,s} = STAT_{i,r}^{exp} \cdot (1 + \varepsilon_{i,r}^{exp}) \quad (8)$$

ここで、 $STAT_{i,r}$: フロー(生産、輸出入など)、財 i 、地域 r の統計値

それぞれの統計の重み $WE_{i,r}$ 、物質密度の差に関する重み $WV_{i,r}$ を乗じたものを最小化する。

$$\sum_r \sum_i \left\{ \sum_j |\varepsilon_{i,r}^f| \cdot WE_{i,r}^f + \sum_j |\varepsilon_{i,j,r}^{wf}| \cdot WV_{i,j,r} \right\} \rightarrow \min \quad (9)$$

(2) 使用したデータと設定

a) 統計データ

鉄鉱石、銑鉄、粗鋼の生産量、鉄スクラップの投入量については IISI(2005)¹⁰⁾、鉄鉱石、鉄スクラップの貿易量については COMTRADE(UN, 2006)¹¹⁾ を用いた。また、金額単位の産業連関表、貿易マトリクスには GTAP (Dimaranan, 2006)¹⁴⁾ を用いた。鉄鉱石の鉄含有率は 60%、銑鉄の鉄含有率は 95% とし、粗鋼の鉄含有率は 98% とした。これらの値のうち、鉄鉱石については、国連の工業統計の中で、鉄含有量のデータが存在する国について世界平均鉄含有量を算定し、それを用いた。鉄鉱石以外の鉄含有率については Dahlstroem(2004)⁹⁾ の値である。

本研究では貿易に関する物量データとして、COMTRADE(国連貿易統計)を用いた。COMTRADE は、各財について報告国、貿易相手国の情報を保持しているため、ある貿易に関しては、輸出報告と輸入報告の 2 つの報告がなされる。しかし、その二つの報告のどちらが正しいかという明確な基準はない。そこで、本研究では、Gehlhar(1996)¹⁵⁾ に準じて、報告値の信頼値を推計し、信頼値の高い方を採用した。また、輸出、輸入報告のうち片方しか報告値がない場合はその値を採用し、双方向ともに報告値がないものについてはゼロとした。その信頼値の推計方法を以下で示す。

輸入報告値 $M_{i,r,s}$ とそれに対応するミラーデータの輸出報告値(貿易相手国からの報告値) $X_{i,r,s}$ との比較を行い、その一致度 $AL_{i,r,s}$ を式(10)で計算する。 $AL_{i,r,s}$ が 0 に近いほど輸入と輸出の報告が一致していることを意味する。

$$AL_{i,r,s} = \frac{|M_{i,r,s} - X_{i,r,s}|}{\max(M_{i,r,s}, X_{i,r,s})} \quad \forall i, r, s \quad (10)$$

ここで、

$AL_{i,r,s}$: 財 i の国 r から国 s への貿易の輸出報告と輸入報告の一致度

$M_{i,r,s}$: 財 i の国 s における国 r からの輸入の報告値

$X_{i,r,s}$: 財 i の国 r における国 s への輸出の報告値

国 r の財 i の輸出入それぞれに対して、報告値の全体のうち、一致度 $AL_{i,r,s}$ の値がある一定以下の報告の占める割合を信頼値とした。ここでは、財 i 、国 r の輸入報告の信頼値 $RIM_{i,r}$ の算出方法を式(11)から式(13)で示す。

$$MR_{i,s}^T = \sum_r M_{i,r,s} \quad \forall i, s \quad (11)$$

$$MR_{i,s}^A = \sum_{r \in R1} M_{i,r,s} \quad \forall i, s \quad R1 = \{r: AL_{i,r,s} < 0.33\} \quad (12)$$

$$RIM_{i,s} = \frac{MR_{i,s}^A}{MR_{i,s}^T} \quad \forall i, s \quad (13)$$

ここで、

$MR_{i,s}^A$: 財 i の国 s の輸入量総量

$MR_{i,s}^T$: 財 i の国 s の輸入報告のうち、ミラーデータとの一致度が高い報告の総量

(高一致度の基準を $AL_{i,r,s} < 0.33$ とした)

$RIM_{i,s}$: 財 i の国 s の輸入報告の信頼値

輸入報告と同様に輸出報告についても信頼値の計算を行う。

$$XR_{i,r}^T = \sum_s X_{i,r,s} \quad \forall i, r \quad (14)$$

$$XR_{i,r}^A = \sum_{s \in S1} M_{i,r,s}^{fob} \quad \forall i, r \quad S1 = \{s: AL_{i,r,s} < 0.33\} \quad (15)$$

$$REX_{i,r} = \frac{XR_{i,r}^A}{XR_{i,r}^T} \quad \forall i, r \quad (16)$$

ここで、

$XR_{i,r}^A$: 財 i の国 r の輸出量総量

$XR_{i,r}^T$: 財 i の国 r の輸出報告のうち、ミラーデータとの一致度が高い報告の総量

$REX_{i,r}$: 財 i の国 r の輸出報告の信頼値

b) 設定係数

次に設定した係数について述べる(表-2)。係数設定は廃棄物、環境排出物の発生係数について行った。鉄鉱石から銑鉄を製造する過程において鉄鉱石の投入量の 4% が銑さいとして環境排出物となるとした。粗鋼から鉄鋼製品を製造する過程では、2% が鉄鋼ダストが環境へ排出されるとした。鉄鋼部門から発生する自家発生スクラップは、全量が自部門に投入されるとした。鉄鋼製品から各財の製造過程における加工時の鉄くずは投入量の 5% が発生するとした。また、鉄鋼の加工組立業(例えば金属製品、自動車製品等鉄を含有する財の製造)に投入された場合、10% の加工鉄くずが発生すると仮定した。ただし、

建設部門で発生する鉄くずは投入量の 5%が発生するとした。固定資本形成を除く最終消費、鉄関連の財を生産しない生産活動における鉄の消費仮定では、5%がすぐに廃棄物として出て、残りは蓄積されると仮定した。これらの数値はDahlstroem(2004)⁹⁾のプロンプトスクラップ等の発生率を基にした。

表-2 廃棄物、環境排出物の発生係数

部門	産物	発生係数
鉄鋼	鉄くず	4%
鉄鋼	鉄鋼ダスト	2%
鉄鋼	鉄スクラップ	5%
加工・組立業	鉄スクラップ	10%
建設	鉄スクラップ	5%
その他の生産活動		
最終消費(固定資本形成を除く)	鉄スクラップ	5%

(3) 推計値と観測値の比較

本節では推計に用いた統計値と本研究の推計方法により調整された推計値の比較を行う。本研究の推計値は観測値が非常に乏しく、観測値は基本的に推計に用いるという方針を採っている。本節の比較では、調整計算によって異常な値を推計していないか、また調整された項目はどのような項目であったかを示す。比較には、以下に示す統計値と推計値の差を用いた。

$$A_{f,r} = |E_{f,r} - S_{f,r}| \quad (17)$$

ここで、

$E_{f,r}$: 地域 r におけるフロー f の推計値

$S_{f,r}$: 地域 r におけるフロー f の統計値

$A_{f,r}$: 地域 r におけるフロー f の統計値と推計値の差

まず、表-3に鉄鉱石、粗鋼の生産量、スクラップの投入量について示す。ここで、粗鋼生産量は、鉄鉱石の投入量と鉄スクラップの投入量から歩留まり分を引いた値とした。表中には各地域の統計値と推計値の差の平均、分散、最大値、調整された地域数、統計値の平均、標準偏差、最大値を示す。ここで、調整された地域数とは、各フローにおいて統計値と推計値で差が見られたものである。表中の単位は調整された地域数を除き Tg/y である。

鉄鉱石、粗鋼、スクラップの統計値と推計値の差はそれぞれ平均が 0.05 Tg/y、0.71 Tg/y、0.30 Tg/y、標準偏差が 0.15 Tg/y、2.97 Tg/y、1.89 Tg/y であった。平均は 1 Tg/y 以下であり統計値と比べるとそこまで大きな調整が行われなかったことがわかる。また、調整された数も鉄鉱石、粗鋼でそれぞれ 6 地域、スクラップで 4 地域であり、対象地域が 41 地域であることを考えると少ない。その代わり最大値が 0.85 Tg/y、17.95 Tg/y、12.23 Tg/y となり、統計値の平均や最大値と比較すると大きくはないことがわかるが、限られた地域でやや大きな調整が行われていることがわかる。

表-3 生産量、投入量における統計値と推計値

		鉄鉱石	粗鋼	スクラップ
		生産量	生産量	投入量
統計値と 推計値の差	平均	0.05	0.71	0.30
	標準偏差	0.15	2.97	1.89
	最大値	0.85	17.95	12.23
	調整された数	6	6	4
統計値	平均	22.95	21.19	6.76
	標準偏差	35.80	32.43	8.67
	最大値	126.00	147.00	41.98

次に、鉄鉱石とスクラップの貿易の統計値と推計値の比較を表-4に示す。平均、標準偏差、最大値ともに大きな値を示していない。例えば、平均について見ると、鉄鉱石の輸出入で 1.29 Tg/y、1.25 Tg/y、スクラップは輸出入ともに 0.01 Tg/y 以下であった。表-3の生産量や投入量と大きな違いが見られたのは、鉄鉱石の貿易で調整された地域数である。輸出入それぞれ 39 地域、32 地域となり、鉄鉱石の生産量での 6 地域と比べて多い。これは、計算過程において、多くの国では生産量や投入量の統計値が採用され、収支条件を満たすために貿易量で調整が行われているためである。

表-4 貿易量における統計値と推計値

		鉄鉱石		スクラップ	
		輸入量	輸出量	輸入量	輸出量
統計値と 推計値の差	平均	1.29	1.25	0.00	0.00
	標準偏差	1.99	2.99	0.01	0.01
	最大値	8.91	13.29	0.04	0.04
	調整された数	39	32	9	5
統計値	平均	7.67	7.67	1.67	1.67
	標準偏差	15.31	20.69	2.35	2.90
	最大値	75.00	94.60	11.76	14.60

(4) 他研究の推計値と本研究の推計値の比較

本節では他の研究の推計値と本研究の推計値を比較のうち日本鉄源協会(2006)¹⁹⁾との比較を行った。比較した項目は、日本における鉄鋼の生産量、輸出入量、間接輸出入量である。表-5はそれぞれの項目について推計値と日本鉄源協会(2006)¹⁹⁾を示したものである。

鉄鋼の生産量・輸出入量については、両推計値間での差は小さい。これは、本研究と鉄源協会(2006)¹⁹⁾で同じデータ源を使っていることがその主たる要因であると考えられる。次に最終製品について見ると輸出入量は同じような値を示しているが、輸入量にはやや差が見られる。ただし、この部分は観測値が存在せず、一概にどちらが正しいかを論じることは困難である。

表-5 本研究と日本鉄源協会の推計値の比較

財	フロー	本研究 推計値	鉄源協会 推計値
鉄鋼	生産量	100.1	97.2
	輸出量	29.0	32.7
	輸入量	3.9	3.8
最終製品	輸出量	18.6	19.5
	輸入量	8.0	3.7

4. 結果及び考察

(1) 世界全体の鉄フローの概観

図-2に全世界における鉄のフローの概観を示す。

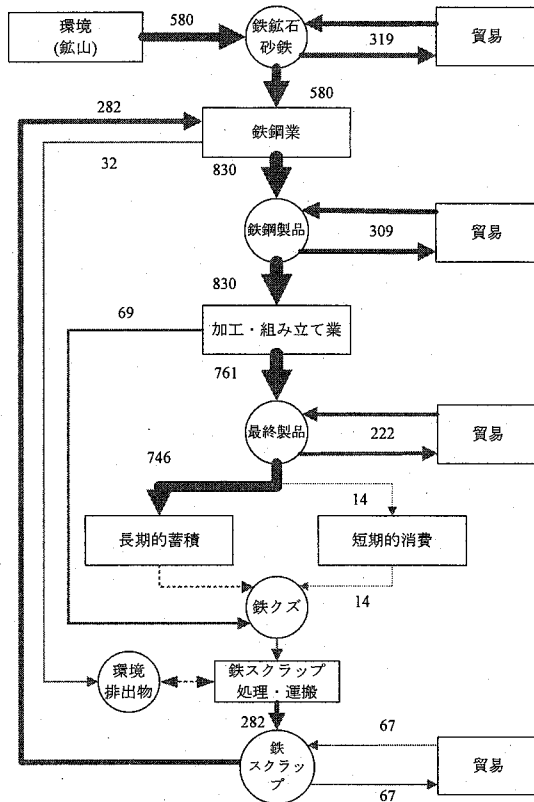


図-2 鉄のフロー概観図(Tg/y)

図中の数値の単位はTg/yである。図中の矢印のうち点線で表されているものは本研究の推計で対象外のフローである。また、鉄鋼産業内で発生する自家発生スクラップはこの図には表されていない。

まず、鉱山から鉄鉱石、砂鉄が合わせて580Tg/y採取される。そのうち、半量以上の319Tg/yが他地域に輸出される。鉄鋼部門ではその鉄鉱石とスクラップの再利用

282Tg/yを用いて830Tg/yの鉄鋼製品を産出する。鉄鋼製品は309Tg/yが貿易されている。鉄鋼製品はさらに加工されて、761Tg/yが自動車、機械、建設物等の財(以降、最終製品と呼ぶ)となる。最終製品は222Tg/yが貿易される。またその他の財のうち、746Tg/yは長期的蓄積への追加となる。一方、スクラップは67Tg/yが貿易されており、鉄鉱石や鉄鋼製品の貿易と比べるとそのフローは小さい。

(2) 国際分業

a) 貿易から見る国の類型

鉄鋼製品と最終製品の純輸出入に関する情報から、世界における国際分業状態を示す。国際分業状態は各地域、各財の純貿易の有無によって判別した。純輸出入の有無は、各地域内の需要量と比較し、需要量に対して貿易量が相当量あれば、純貿易があるととした。これは、フロー量が小さな地域も大きな地域と同様に扱えるようにするためである。比較する財として、鉄鋼製品と最終製品の2種類を用いた。以下にその具体的な計算方法と純輸出入の判別方法を示す。

$$SNT_r = \begin{cases} (SP_r - SI_r)/SI_r > 0.1 \rightarrow \text{鉄鋼製品純輸外型} \\ |SP_r - SI_r|/SI_r < 0.1 \rightarrow \text{鉄鋼製品自立型} \\ (SP_r - SI_r)/SI_r < -0.1 \rightarrow \text{鉄鋼製品純輸入型} \end{cases}$$

SNT_r : 地域 r における鉄鋼の純貿易を判定する係数

SP_r : 地域 r における鉄鋼の生産量

SI_r : 地域 r における鉄鋼の製造業への投入量

$$CNT_r = \begin{cases} (CP_r - CI_r)/CI_r > 0.1 \rightarrow \text{最終製品純輸外型} \\ |CP_r - CI_r|/CI_r < 0.1 \rightarrow \text{最終製品自立型} \\ (CP_r - CI_r)/CI_r < -0.1 \rightarrow \text{最終製品純輸入型} \end{cases}$$

CNT_r : 地域 r における最終製品の純貿易を判定する係数

CP_r : 地域 r における最終製品の純生産量

CI_r : 地域 r における最終製品の長期的蓄積、短期的消費への投入量

鉄鋼製品、最終製品それぞれで投入量と産出量を比較し、差が10%を越える地域については純輸出入が相当量あるとする。上記の判別方法で判別した各地域別の純輸出入の有無を図-3にまとめた。例えば、日本は鉄鋼製品、最終製品ともに純輸出しているため、一番右下のセルに記入される。ここでは経済状況、地理的分布等を総合的に評価し、各地域を6つの型に分類し、それぞれの特徴を以下で示す。

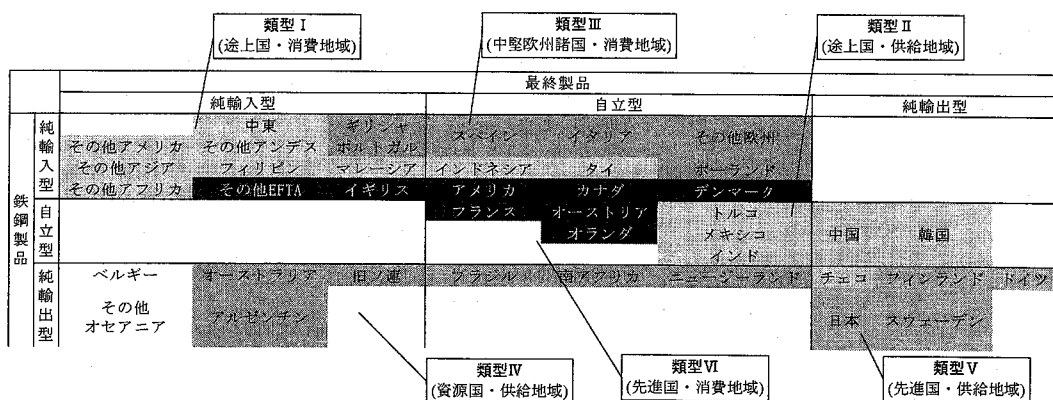


図-3 貿易構造による地域分類

① 類型Ⅰ (途上国・消費地域)

途上国の中でもまだ産業が発達していない国、例えば東南アジアやアフリカなどは鉄鋼製品、最終製品ともに輸入する傾向にある。図中では左上方に位置し、これらの地域は主として消費地域となっている。

② 類型Ⅱ (途上国・供給地域)

ある程度産業が発展してきて、工業生産が盛んになると鉄鋼製品は自国内で調達できるようになり、鉄鋼製品の輸入がなくなる。図中では右の中段右側付近に位置する。トルコ、メキシコ、インドでは鉄鋼製品、最終製品ともに純貿易がない状態となり、中国、韓国では最終製品を輸出している。これらの地域は自国だけでなく、他国へも最終製品の供給地域となっている。

③ 類型Ⅲ (中堅欧州諸国・消費地域)

ヨーロッパ地域の中でも東欧や地中海沿岸を中心とした国、たとえばイタリア、スペインなどは、一人当たりGDPが比較的高いものの素材産業がそこまで充実しておらず、鉄鋼製品を輸入する傾向にある。最終製品は純輸入、もしくは純輸出入がない状態である。

④ 類型Ⅳ (資源国・供給地域)

鉄鉱石を産出する資源国は鉄鋼製品の生産し、輸出している。図中では下段真ん中から左側に位置し、代表的な国としてはオーストラリア、CIS、ブラジルなどである。国によっては最終製品を輸入するところも見られる。

⑤ 類型Ⅴ (先進国・供給地域)

さらに工業が充実した国では、鉄鋼製品も最終製品も輸出できるようになる。日本やドイツはその典型的な国であり、図中では右下方に位置する。これらの国々は供給地域となっている。

⑥ 類型Ⅵ (先進国・消費地域)

さらに産業が成熟化してくると最終的には鉄鋼製品、最終製品ともに純輸出入がなくなり、さらには純輸入に転じる国が表れる。図中では真ん中から左上方に位

置し、北米、西欧諸国がこれらの国に該当する。アメリカ、カナダでは鉄鋼製品を輸入し、イギリスでは鉄鋼製品に加え最終製品も輸入している。

b) 鉄スクラップの貿易と国内供給

スクラップの純輸出入量が大きかった上位10地域とその量、またそれらの地域における国内供給量あたりの純貿易量の割合を表-6、表-7に示す。

表-6 スクラップ純輸出货量と国内供給量に対する割合

	純輸出货量(Tg/y)	国内供給量あたりの 純輸出货量割合(%)
CIS	12.3	41
日本	5.7	23
ドイツ	4.9	32
アメリカ	4.8	11
イギリス	4.5	126
オランダ	1.7	216
フランス	1.5	23
ポーランド	1.1	34
オーストラリア	1.0	79
カナダ	0.8	12

表-7 スクラップ純輸入量と国内供給量に対する割合

	純輸入量(Tg/y)	国内供給量あたりの 純輸入量割合(%)
中国	10.2	40
韓国	6.3	39
トルコ	6.0	66
スペイン	5.5	49
イタリア	3.7	27
インド	2.4	41
マレーシア	1.5	42
ベルギー	1.2	40
インドネシア	1.0	41
その他欧州	0.9	17

スクラップの輸出はCISと日本、欧州、北米などの地域で大きな値を示した。前項の国類型ではIV、V、VIの地域が中心となっている。特にCISの輸出量は突出して大きく12.3Tg/yであった。国内供給量あたりの純輸出货量

の割合を見るとイギリス、オランダで 100%を超えていて、これらの国では、国内供給量以上の鉄スクラップを輸出している。純輸出量が大きかった CIS、日本、ドイツ、アメリカはそれぞれ 41%、23%、32%、11%であった。

輸入についてみると、中国、韓国、トルコなど経済発展の著しい国々(類型II)、欧州の中でもイタリア、スペインなどの類型IIIに属する国、類型Iの途上国などが上位を占めている。上位3地域となった中国、韓国、トルコでそれぞれ10.2Tg/y、6.3Tg/y、6.0Tg/yであった。表中で示されている地域の国内供給量あたりの純輸入量の割合は40%付近が多数を占めている。

3(3)で示したように、貿易統計は生産量情報と比較すると調整されている項目、数値が大きい。そのため、本節の結果も生産量と比べると不確実性は大きいと考えられることに留意する必要がある。

(3) 長期的蓄積への追加量

a) 長期的蓄積への追加量総量

本節では各国別の長期的蓄積への追加量について示す。ここで言う長期的蓄積への追加には、長期的蓄積から排出される鉄スクラップのやりとりは考慮されていない。図-4は長期的蓄積への追加量が大きかった上位10地域の長期的蓄積への追加量を示している。

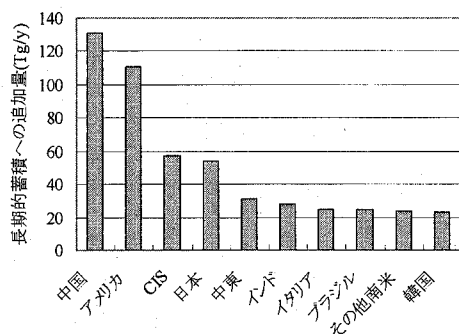


図-4 長期的蓄積への追加量上位10地域

中国、アメリカ、CIS、日本、中東といった地域が大きな値を示した。世界全体の長期的蓄積への追加量に占める割合はそれぞれ18%、13%、7.9%、7.6%、4.6%となり、これらの5地域で世界全体の約半量を占めていた。主要先進国であるドイツ、イギリスなどのヨーロッパ圏の国が上位に入ってきておらず、中国、CIS、インドなど今後成長の見込まれる国々、いわゆる BRICs が上位に来ていることがわかる。また、アメリカ、日本といった先進国も依然として上位に位置する。

b) 長期的蓄積への追加量と GDP、人口の関係

前項では長期的蓄積への追加量の絶対量を比較したが、本項ではGDP、人口、資本ストックというマクロ指標を用いて長期的蓄積への追加量を比較したときに各地域別でどのような傾向が見られるか分析する。既往の研究(Malenbaum, 1978¹⁰)で述べられてきた Intensity of Use 曲線は、GDPあたりの物質消費量を縦軸に、一人当たり GDP を横軸にとったときに逆U字型の曲線を描くというものであった。鉄のフローに関しては消費量として鉄鋼の見かけ消費量を適用した事例がある(Berdardini, 1993)²⁰。これが、長期的蓄積への追加量においても当てはまるのか、当てはまらないとするならばどのような傾向が見られるか検討する。

c) GDP あたりの長期的蓄積への追加量

GDP あたりの長期的蓄積への追加量を縦軸に、一人当たり GDP を横軸にとり、地域別にプロットしたものを図-5に示す。

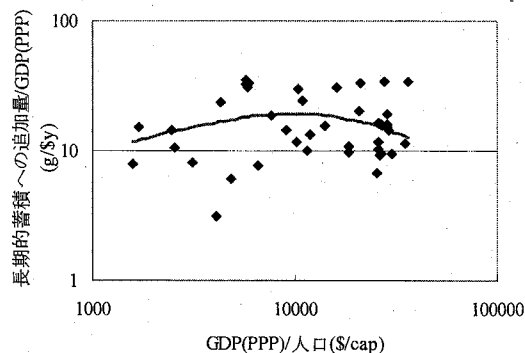


図-5 GDP あたりの長期的蓄積への追加量と、一人あたり GDP の関係

プロットは非常にまばらであることがわかる。van Vuuren *et al.*(1999)¹¹で用いられている需要曲線関数(式(18))を最小二乗法で当てはめたものが図中の曲線であるが、決定係数が0.04となり、Intensity of Use 曲線との適合度は悪い。

$$ST^{GDP} = \frac{a}{\frac{GDP}{POP} + b \cdot \left(\frac{GDP}{POP}\right)^c} \quad \begin{array}{l} a = 602.194 \\ b = 63.588 \\ c = -0.457 \end{array} \quad (18)$$

ST^{GDP} : GDP あたりの長期的蓄積への追加量

この Intensity of Use 曲線が当てはまらなかった理由は二点考えられる。第一に、Intensity of Use 曲線は、各国別の時系列変化を見たときに観測されたものであり、地域別の単年のデータをプロットしても Intensity of Use 曲線の傾向は見えない可能性があることである。Bernardini(1993)²⁰は国や経済成長を遂げた年によってカ

ープのピークやカーブの勾配が異なる可能性があることを示している。第二に、Intensity of Use 曲線を議論するときには複数の物質をまとめた指標などを用いているケースがあるが、今回のような鉄という個別の物質に限って見た場合には Intensity of Use 曲線が当てはまらない可能性があることである(de Bruyn and Opschoor, 1997)²¹⁾。

d) 一人あたりの長期的蓄積への追加量

次に、一人あたりの長期的蓄積への追加量をプロットしたものを図-6 に示す。図中の直線は、式(19)で示す累乗関数を最小二乗法で当てはめたものである。

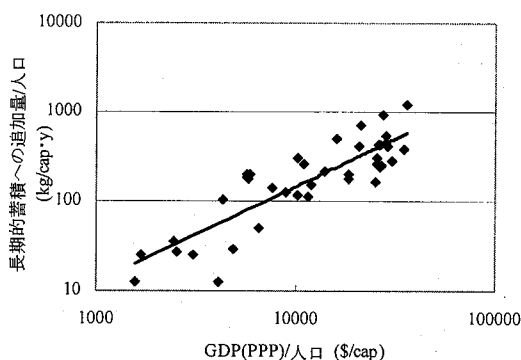


図-6 一人あたりの長期的蓄積への追加量と、一人あたりの GDP の関係

$$ST^{POP} = a \cdot \left(\frac{GDP}{POP} \right)^b \quad a = 0.0076, \quad b = 1.062 \quad (19)$$

ST^{POP} : 一人あたりの長期的蓄積への追加量

決定係数は 0.762 となり、一人あたりの長期的蓄積への追加量と一人あたりの GDP の間にはある一定の関係を見ることができる。式(19)は単調増加関数であり、一人当たりの長期的蓄積への追加量で見ると一人当たり GDP の増加とともに増大する傾向である。式(19)を用いると、長期的蓄積への追加量総量は式(20)となる。

$$\begin{aligned} ST^{TOTAL} &= ST^{POP} \cdot POP \\ &= a \cdot \left(\frac{GDP}{POP} \right)^b \cdot POP \\ &= a \cdot GDP^b \cdot POP^{1-b} \end{aligned} \quad (20)$$

ST^{TOTAL} : 長期的蓄積への追加量

式(20)中の b は 1 に非常に近い値のため、蓄積量は人口よりも GDP に直接依存する関数となっている。IPCC の SRES(Nakicenovic and Swart, 2000)²²⁾によると、いずれのシナリオにおいても今後世界全体で GDP が大きく増加することが見込まれており、本研究の結果は鉄需要が今後経済成長、人口増加に伴って大きく増大する可能性を

示唆している。

e) 資本ストックと長期的蓄積への追加量の関係

前項までで示した散布図は横軸に一人当たりの GDP をとったが、本項では横軸に資本ストックをとったものについて考察する。資本ストックは GTAP(Dimaranan, 2006)¹⁴⁾に収録されているデータを用いた。図-7 は、各地域について一人当たりの長期的蓄積への追加量をプロットしたものであり、縦軸に一人当たりの長期的蓄積への追加量を取り、横軸に一人当たりの資本ストックをとった。前項と同様に累乗関数との適合度がよく、決定係数は 0.717 であった。また、係数 a, b はそれぞれ 0.224, 0.677 であった。一人あたりの資本ストックを多く抱える地域ほど長期的蓄積への追加量も大きくなるという傾向が見て取れる。

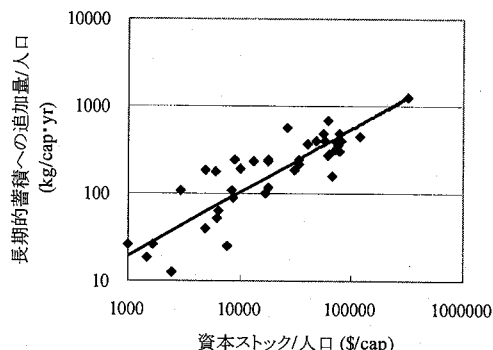


図-7 一人あたりの長期的蓄積への追加量と、一人あたりの資本ストック量の関係

5. 結論

本研究では、物質収支調整計算を用いて、2001 年における人間活動による世界全体での鉄のフローを明らかにした。その結果、以下の三点が明らかとなった。

第一に、各地域における鉄鋼製品の純輸出入、最終製品の純輸出入の関係から、世界の各地域の国際分業状態を見ることができた。例えば、途上国のうち、比較的産業の発展が進んでいない、アフリカ、南米、アジア諸国では、鉄鋼製品、最終製品とも輸入し、消費地域となっているが、韓国、中国など産業が発展してきている国では最終製品を輸出する供給地域となっている。一方で、先進国の中でも日本やドイツは鉄鋼製品、最終製品ともに純輸出しており供給地域であったが、アメリカやイギリスは鉄鋼製品や最終製品の純輸入国となり、消費地域となっていた。

第二に、長期的蓄積への追加量を各地域についてみる

と、GDP あたりの長期的蓄積への追加量と一人当たり GDP の間に相関関係を見出すことはできないが、一人当たりの長期的蓄積への追加量と一人当たり GDP の間には一定の関係が見られた。具体的には一人当たりの長期的蓄積への追加量は一人当たり GDP の累乗関数 $\alpha(GDP/POP)^{\beta}$ が最も適合した。また、資本ストック量と長期的蓄積への追加量にも同じような関係が見出された。

第三に、鉄スクラップの貿易について見ると、主に先進国、CIS 地域は純輸出国となり、アジア地域を中心とする途上国は純輸入国となっていることが示された。純輸出量が大きかったのは CIS、日本、ドイツでそれぞれ 12.3Tg/y、5.7Tg/y、4.9Tg/y であった。また、鉄スクラップの国内供給量の 41%、23%、32% を輸出している。純輸入量が大きかったのは、中国、韓国、トルコそれぞれ 10.2Tg/y、6.3Tg/y、6.0Tg/y であった。国内供給量あたりの純輸入量の割合は純輸入量上位国では 40% 付近となっていた。

ただし、本研究の分析は以下の三点において不十分で

ある。第一に、対象年が単年であることである。単年の分析では、各国で時系列的な推移が明らかとならず、本研究で示した GDP などの指標と投入量等の関係が一概に言えるかどうか確かでない。第二に、鉄の蓄積量が明らかになっていないことである。蓄積量や長期的蓄積からの排出量が明らかでないため、蓄積量と長期的蓄積への投入量の関係が分析できてない。第三に、昨今増加している中古製品の輸出入をフローとして扱えていないことである。

これらの点を踏まえ、過去長期にわたるデータ作成と分析を行うことが今後の課題と考えられる。

謝辞

本研究は、環境省地球環境総合研究推進費 B-052 「アジア太平洋統合評価モデルによる地球温暖化の緩和・適用政策の評価に関する研究による研究成果の一部である。ここに記して感謝の意を表す。

付録

付録-A1 世界全体の U 表(Tg/y)

部門	生産活動										最終需要			国外	行計
産物	鉱物	鉄鋼	金属	自動車	輸送	電子	機械	その他製造	建設	その他	家計	政府	資本		
鉱物	580													319	899
鉄鋼製品		436	244	87	34	30	220	22	183		1	0	9	311	1,577
金属製品			24	17	6	9	29	5	64	55	18	1	24	34	286
自動車				31	0					18	41	1	46	43	180
輸送機器				3	8					15	7	2	17	15	66
電子機器				2	1	14	3	0	2	9	9	1	16	23	80
機械				8	6	8	40	1	20	47	24	6	114	99	374
その他製品				0	0	1	1	2	2	6	11	1	4	7	36
建設物									6		2	6	230		245
鉄スクラップ		282												67	349
環境投入物	580														580
環境排出物															0
その他蓄積物															0
列計	580	1,298	268	148	55	61	293	30	277	151	114	17	460	918	4,672

付録-A2 世界全体の V 表(Tg/y)

部門	生産活動										最終需要			国外	行計
産物	鉱物	鉄鋼	金属	自動車	輸送	電子	機械	その他製造	建設	その他	家計	政府	資本		
鉱物	580													319	899
鉄鋼製品		1,266												311	1,577
金属製品			252											34	286
自動車				138										43	180
輸送機器					52									15	66
電子機器						57								23	80
機械							275							99	374
その他製品								28						7	36
建設物									245						245
鉄スクラップ			16	10	4	5	18	2	14	8	6	1		67	150
環境投入物															0
環境排出物		32													32
その他蓄積物									18	143	108	16	460		746
列計	580	1,298	268	148	55	61	293	30	277	151	114	17	460	918	4,672

付録-A3 全産物合計のT表(Tg/y)

輸出地域	輸入地域											輸出量計
	大洋州	日本	東アジア	その他アジア	北米	中南米	西欧州	東欧州	CIS	中東	アフリカ	
大洋州	10	37	47	2	2		10					111
日本	3		18	10	7	6	7		1	3	2	56
東アジア	2	9	20	8	15	3	12	2	1	3	2	77
その他アジア	1	12	16	7	3		6	1		2		49
北米	1	4	10	3	36	4	15	4				75
中南米	2	22	20	4	15	20	37	4	3	4	3	135
西欧州	2	2	7	6	21	5	132	21	8	5	5	213
東欧州					2		21	8	2	2	1	36
CIS			20	3	4		21	20	28	9	5	111
中東			6	2			2			4		14
アフリカ		3	7	2	2		14				2	30
輸入量計	21	90	171	47	107	38	277	59	43	32	20	906

付録-B 本研究地域区分

地域区分						
オーストラリア	インドネシア	カナダ	その他アメリカ	ドイツ	スペイン	CIS
ニュージーランド	マレーシア	アメリカ	オーストリア	イギリス	スウェーデン	トルコ
その他オセアニア	フィリピン	メキシコ	ベルギー	ギリシャ	その他EFTA	中東
中国	タイ	アルゼンチン	デンマーク	イタリア	チェコ	南アフリカ
日本	インド	ブラジル	フィンランド	オランダ	ポーランド	その他アフリカ
韓国	その他アジア	その他アンデス	フランス	ポルトガル	その他ヨーロッパ	

参考文献

- 藤森真一郎, 諏訪亮一, 河瀬玲奈, 松岡 譲: 全世界の人間活動に伴う炭素フローの推計手法の開発に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.33, pp.149-158, 2005.
- Hidalgo, I., L. Szabo, I. Calleja, J. C. Ciscar, P. Russ and A. Soria: Energy consumption and CO₂ emissions from the world iron and steel industry., European Commission Joint Research Center, Technical report series, 2003.
- Kim, Y. and E.Worrell: International comparison of CO₂ emissions trends in the iron and steel industry, Energy Policy, Vol. 30, pp. 827-838, 2002.
- Crompton, P.: Future trends in Japanese steel consumption, Resource Policy, Vol.26, pp.103-114, 2000.
- 醍醐市朗, 藤巻大輔, 松野泰也, 足立芳寛: 鋼材循環利用における環境負荷誘発量解析のための動態モデルの構築, 鉄と鋼, Vol. 91, No.1, pp. 171-178, 2005.
- 醍醐市朗, 五十嵐佑馬, 松野泰也, 足立芳寛: 日本における鉄鋼材の物質ストック量の導出, 鉄と鋼, Vol. 93, No.1, pp. 66-70, 2007.
- Muller, D.B., T.Wang, B.Duval, T.E.Graedel: "Exploring the engine of anthropogenic iron cycles". Proceedings of the National Academy of Sciences 103: 16111-16116, 2006.
- 村瀬透, 松岡 譲, 藤原健史: 日本における人間活動に伴う物質の蓄積とそこからの廃棄物発生に関する研究, 環境システム研究論文発表会講演集, Vol.32, pp.491-496, 2004.
- Dahlstrom, K., P. Ekins, J. He, J. Davis, and R. Clift: Iron, steel and aluminium in the UK: Material flows and their economic dimensions, Policy Studies Institute, London, 2004.
- Malenbaum, W.: World demand for raw materials in 1985 and 2000, McGraw-Hill, New York, 1978.
- van Vuuren, D. P., B.J. Strengers, and H.J.M. de Vries: Long-term perspectives on world metal use- a model-based approach, RIVM report, Vol.461502 021, 1999.
- Nakamura S, Nakajima K: Waste Input-Output Material Flow Analysis of Metals in the Japanese Economy, Materials transactions, Vol. 46, No.12, pp. 2550-2553, 2005.
- Hawkins T., C. Hendrickson, C. Higgins, H.S. Matthews, S. Suh: A Mixed-Unit Input-Output Model for Environmental Life Cycle Assessment and Material Flow

- Analysis, Environmental Science & Technology, vol. 41, No.3, pp.1024-1031, 2007.
- 14) Dimaranan, V. D.: Global Trade, Assistance, and Production The GTAP 6 Data Base, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, 2006.
 - 15) 藤森真一郎, 河瀬玲奈, 松岡 譲: 全世界における人間活動に伴う窒素フローの推計に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.34, pp.209-220, 2006.
 - 16) IISI(International Iron and Steel Institute): Steel Statistical Yearbook, 2005.
 - 17) UN(United Nations): Commodity Trade Statistics Database, 2006.
 - 18) Gehlhar, M. J.: Reconciling Bilateral Trade Data for Use in GT s AP, GTAP Technical Paper No.10, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, 1996.
 - 19) 日本鉄源協会: クォーターリーてつげん, vol.15, 2003.
 - 20) Bernardini, O. and R. Galli: Dematerialization: Long-term trends in the intensity of use of materials and energy, Futures, May, pp.431-448, 1993.
 - 21) de Bruyn, S. M. and J. B. Opschoor: Developments in the throughput-income relationship: Theoretical and empirical observations, Ecological Economics, Vol.2, pp.255-268, 1997.
 - 22) Nakicenovic N. and Swart, R.J.: Emissions Scenarios 2000 . Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.

A STUDY ON THE ESTIMATION OF GLOBAL IRON AND STEEL CYCLE

Shinichiro FUJIMORI, Hiroshi KAJII and Yuzuru MATSUOKA

Iron is one of the essential materials for industries and consumers in modernized society. On the other hand, steel industry is the largest energy consuming industry in the world and one of the most important sources of CO₂ emissions. Thus, the projection of iron supply and demand is valuable considering global warming. Though the information about steel is published by IISI etc., no statistics and articles have revealed global iron supply, demand, flows and stock including the iron contained in commodities. As this background, we developed the "Global Iron and Steel Account Table" which is the basic information for projecting the future iron supply and demand. Moreover, we estimated the iron flows under the accounting system. We used the estimation method proposed by Fujimori *et al.*(2005) for the estimation. In this article, we show the global iron flows in 2001 and analysis of the data. We mainly looked at three points in this database as followings. First is that we could categorize the regions based on the net imports and exports of commodities and we can see the structure of international division of labor. For example, Japan and Germany are the net exporter of both of steel and final commodities. On the other hand US and UK are the net importer. The second is that each region's iron accumulation has direct relationship with GDP. It means that increase of GDP can accelerate the increase of accumulations at any countries. The third is that when it comes to the trade of iron scrap, developed countries and the former USSR are net exporters and developing countries, especially Asian countries, are the net importers.