

40. 計量経済学的手法を用いたわが国の鉄のストック・フロー推計について

Estimation of Iron stock and Flow in Japan by Econometric Method

河瀬玲奈*・松岡 譲*

Reina KAWASE and Yuzuru MATSUOKA

ABSTRACT; In developed countries including Japan, demands for durable goods, such as housing, infrastructure, and production capital, almost reach saturation, and growths of their demands become to slow down. This means demands for durable goods in the future are given as a function of stocks. Addition to that, a large amount of materials accumulated in durable goods is expected to generate a large amount of wastes when these goods reach the end of their lifetimes. So the estimation of stock is required to consider countermeasures to develop the dematerialization society. This research develops Material Stock and Flow Model, which describes the material stock and flow in the society to analyze the mechanism of changes in material stock and flow and socio-economic factors in Japan. The target material is iron, and final demand goods are categorized into four durable goods; machineries, buildings, civil engineering structures, and other industrial products. The model is developed by the econometric method using the past about 100 years' socio-economic data and iron physical data. The formulation is based on the concept of material balance of goods and sectors, and technological input-output relationship.

KEYWORDS; Iron stock and flow, Econometric method, Durable goods

1 はじめに

近年、日本を始めとする先進諸国においては、住宅、インフラ整備、および、生産資本に代表される耐久財需要がほぼ飽和に達しており、これら耐久財の需要の伸びが鈍化している。このことから、将来の耐久財需要は、資本減耗による維持管理のための需要が主な駆動力となると考えられるため、将来の耐久財生産量の推計には、社会における耐久財のストック量を把握することが求められる。また一方で、社会経済システム全体における物質のスループットを小さく抑えた社会経済システムである「脱物質化社会」を構築するという動きが活発となっている。しかし、物質を蓄積する多くの耐久財は、耐用年数が長く、財の入れ替わりに時間を要することから、社会の脱物質化に向けては、早期の対策が不可欠であり、社会経済システムと物質フロー・ストックの関わりを網羅的に把握することが不可欠である。加えて、現在蓄積されている耐久財は、今後数十年のうちに耐用年数を迎え、大量の廃棄物を発させることが考えられることから、その再利用・再生利用を検討するためにも、社会の物質ストック量を把握し、廃棄物の発生量を推計することは重要である。しかしながら、既存の統計は、物質フロー・ストックの一部に対してしか整備されておらず、社会の物質フロー・ストックを網羅的に把握することが困難である。

本研究では、今後の様々な社会経済・技術的・政策的要因の変化と、物質フロー・ストック変化のメカニズムを明らかにすることを目的に、耐久財のストック量を、その財に含まれる物質質量に着目し推計するモデルを計量経済学的方法により構築する。また、耐久財の生産に伴うフローについても推計を行う。推計の対象は日本とし、物質としては、現在社会で使用されている量が多く、かつ、蓄積性の高い、鉄を取り上げる。鉄を含む耐久財は、機械類、建築、土木構造物、その他工業製品の4分類とする。推計期間は、鉄の使用の歴史を考慮し、過去100年程度とする。

*京都大学大学院地球環境学堂、Hall of Global Environmental Research, Graduate school of Global Environmental Studies, Kyoto University

2 研究の内容

2.1 研究の概要

鉄の物量データをもとに鉄を含む製品の生産に関わる投入産出関係、財の生産分配関係のフロー、および最終需要財に含まれる鉄のストック量を推計するモデルを構築する。鉄を含む最終需要財の需要関数については、人口、物質のリサイクル率、最終消費額、投資額、輸出入額などの社会経済指標や各種パラメータを説明変数として定式化を行う。定式化には、計量経済的手法を用い、出来る限り古くからのデータを用いて、回帰分析を行い、財と部門における物質収支を確保し、社会全体における包括的な物質フロー・ストックの推計を行う。

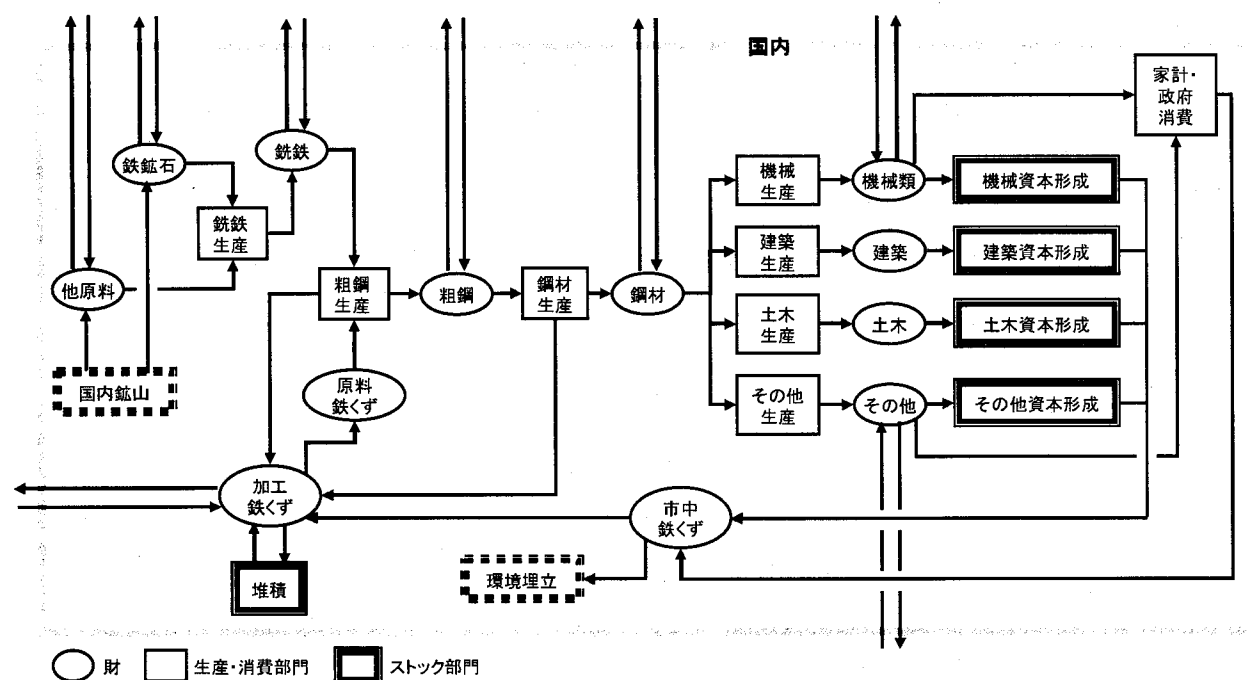


図1 本研究における鉄のフローとストック

2.2 モデルの定式化

(A) 財と部門

本研究で扱う鉄のフローとストックの財、および部門を図1に示した。図1の丸で囲まれたものが財、単線の四角で囲まれたものは、生産・消費部門であり、これらの部門では、財の蓄積を行わない。ストック量を推計する対象となるのは、二重線で囲まれている最終需要財の耐久財として資本形成される量、および、加工鉄くずの堆積量である。国内の枠外との矢印は、輸出入を意味する。鉄を含む最終需要財は、機械類、建築物、土木構造物、その他工業製品とし、そのうち、輸出入を考慮するのは、機械類とその他工業製品である。鍛・鋳鋼品はその他の工業製品として扱った。家計・政府消費においては、消費財のみが投入されるものと見なし、家計で購入された自動車、住宅などの耐久財はそれぞれ、機械資本形成、建築資本形成へのフローとする。消費財、および資本減耗による市中鉄くずは、再生利用されるか、埋め立てられる。生産工程から発生した鉄くずは、加工くずとして粗鋼生産に利用されるか、輸出入される。加工鉄くずの統計誤差、在庫については、堆積部門への追加と産出として扱う。

(B) 統計値と推計値の関係

統計値 n_X と推計値 X との間には定数項 C 、および誤差 ε を用い、式 (1) で示される線形関係が成り立

つものとする。この式を次項目以下にて示される方程式群に代入し、統計値と推計値との誤差が最小となるよう調整する。

$$n_X = X + C + \varepsilon \quad (1)$$

(C) 生産部門

鉄鉄、粗鋼、鋼材、最終需要財生産の生産関数数は、式 (2) にて表される。

$$X_j^{prd} = \sum_i \alpha_{prd_i^j} \cdot X_{i,j}^{cs} \quad (2)$$

X_j^{prd} : 部門 j の財 j に含まれる鉄鋼の量

$\alpha_{prd_i^j}$: 財 j の生産のための財 i の消費量にかかる係数

$X_{i,j}^{cs}$: 財 j の生産のための財 i の消費量

(D) 物質収支

鉄くず以外の財 i は式 (3) の物質収支を満たす。

$$X_i^{prd} + X_i^{im} = \sum_j X_{i,j}^{cs} + X_i^{ex} + X_i^{inv} \quad (3)$$

なお、変数の右肩の添え字種 im 、 cs 、 ex 、 inv はそれぞれ、生産、輸入、消費、輸出、投資を示す。

生産・消費部門 j においては、式 (4) の物質収支が成り立つ。

$$X_j^{prd} + \alpha_{wst_j^p} \cdot X_j^p = \sum_i \alpha_{prd_i^j} \cdot X_{i,j}^{cs} \quad (4)$$

X_j^p : 部門 j から発生する鉄くず p の発生量

$\alpha_{wst_j^p}$: 部門 j から発生する鉄くず p の発生量にかかる係数 (鉄くずが発生しない部門では、 $\alpha_{wst_j^p} = 0$)

p : 鉄くず種 (加工くず、市中くず)

(E) 加工鉄くずと市中くずの発生量

家計・政府消費部門へ投入された消費財は、その年の内に市中くずとして発生するものとする。最終需要財の生産において発生する加工鉄くずは、最終需要財の生産量に比例するものとし、その発生量は、式 (5) にて現される。

$$X_{fd_scr}^{prd} = \sum_{fdi} \alpha_{wst_{fdi}^{scr}} \cdot X_{fdi}^{prd} \quad (5)$$

$X_{fd_scr}^{prd}$: 最終需要財 fdi から発生する加工くずの発生量

X_{fdi}^{prd} : 最終需要財 fdi の生産量 (fdi は、最終需要財種を示す)

$\alpha_{wst_{fdi}^{scr}}$: 加工鉄くず発生量に関わる最終需要財 fdi の生産量にかかる係数

(F) ストック量の推計

t 年の資本ストック量は、 $t-1$ 年のストック量から減耗分を差し引き、投資量を加えて求める。

$$STK_{fdi,t} = (1 - 1/\delta_{fdi}) STK_{fdi,t-1} + X_{fdi}^{inv} \quad (6)$$

$STK_{fdi,t}$: 最終需要財 fdi に含まれる鉄のストック量

δ_{fdi} : 最終需要財 fdi の耐用年数 (表 2 参照)

資本ストックの減耗量が資本ストックから発生する市中鉄くずに相当する。

(G) 最終需要財生産量と社会経済指標との関係

最終需要財の生産量は、社会経済的な指標により決定されるため、表 2 に示される説明変数を用いて、式 (7) により表す。

$$X_{fdi}^{prd} = \alpha wst_k^{fdi} \cdot vX_k^{fdi} \quad (7)$$

vX_k^{fdi} : 最終需要財 fdi の生産

量の説明変数の量

αwst_k^{fdi} : 最終需要財 fdi の生産

量の説明変数 k にかかる係数

k : 最終需要財ごとに定められた説明変数種 (表 2 参照)

表 2 最終需要財の耐用年数と生産量の説明変数

最終重要財	耐用年数	生産量の説明変数
機械類	10	財別機械生産額 (一般、電気、輸送、精密)
建築物	30	構造別建築着工床面積 (木造、鉄骨鉄筋、鉄骨、鉄筋、その他)
土木構造物	35	建設投資額 (建設、土木)
その他工業製品	8	その他の工業製品生産額

2.3 使用したデータ

銑鉄から最終需要財の生産に至るまでの投入産出、および輸出入を含めた鉄の物量に関するデータは、鉄鋼統計要覧 (日本鉄鋼連盟、各年版) より得た。ただし、鉄鋼統計要覧では得られないデータ、および 1950 年前後以前 (項目により異なる) のデータについては、日本長期統計総覧 (総務庁統計局、1999)、村瀬 (村瀬、2004) より得た。銑鉄鉄生産の原材料としては、鉄鉱石とその他に分類した。なお、鉄鉱石から焼結鉱・ペレットが製造され、高炉に投入されるが、元の鉄鉱石の投入とみなした。最終需要財の生産に投入される鋼材量については、普通鋼は、鉄鋼統計要覧の普通鋼鋼材需要部門別消費量推計より、特殊鋼は、特殊鋼鋼材用途部門別受注により得た。特殊鋼鋼材用途部門別受注では、次工程用と販売業者で約半量を占めるが、次工程用と販売業者用以外の用途別比率を用いて按分した。

最終需要財の生産量の説明変数のデータも、鉄鋼統計要覧の関連産業の項目より得た。鉄鋼統計要覧から得られないデータについては、その他の社会経済指標データは、1970 年以降は ECONOMATE の 2004 年版データセット (マクロエコノメトリック研究会、2005) より、それ以前は、工業統計表、日本長期統計総覧、長期経済統計 4 資本形成 (江見康一著、1971) 得た。金額データの設投資額、機械生産投資額、その他工業製品生産額については名目額をデフレーターを用いて実質額に換算したものを用いた。最終需要財の耐用年数は、中村ら (中村、2004) の値を用いた。

3 推計値と統計値の比較

本モデルによる鉄のストック量の推計値を鉄源協会 (鉄源協会ホームページ)、日本鉄鋼連盟、河瀬 (河瀬、2006) による推計値と、推計期間の重複する 1970~2000 年において比較した。他の推計値のストック量の 1970 年の値は 3.1~3.4 億トン、2000 年の値は、12.2~12.9 億トンの範囲となっているのに対して、本研究の推計値は、それぞれ 3.4 億トン、12.0 億トンとなったことから、推計値として、妥当な範囲にて推計できたと考えられる。

粗鋼、鋼材生産のそれぞれで発生する加工くずの発生量を、日本鉄鋼連盟の鉄鋼統計要覧、鉄鋼十年史、それぞれと比較した。粗鋼生産の加工くずは、大きな乖離が見られた。

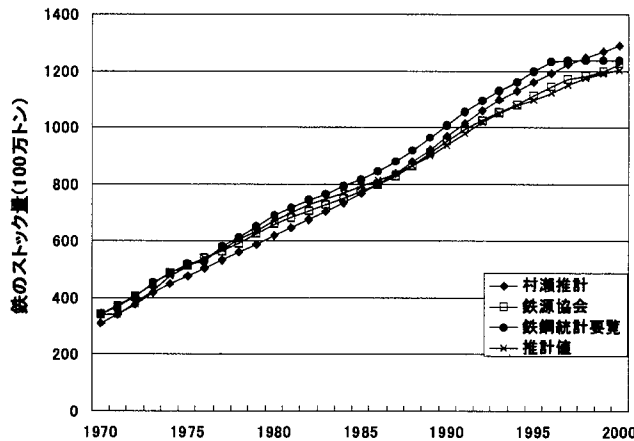


図2 鉄のストック量の比較

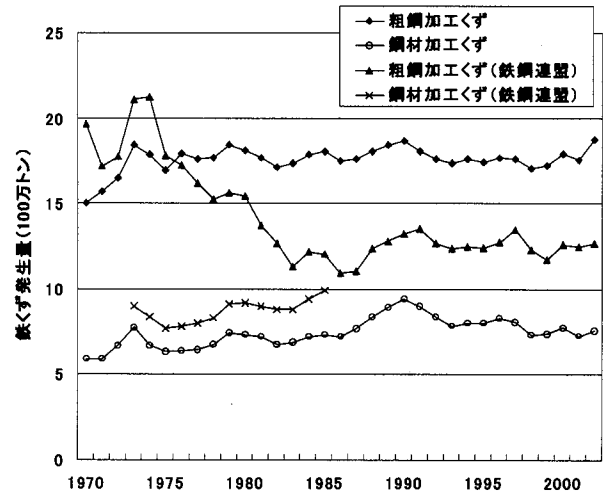


図3 加工くずの発生量比較

4 結論

本研究では、鉄を対象とし、製品の生産に関わる投入産出関係、財の生産分配関係のフロー、および最終需要財に含まれる鉄のストック量を推計するモデルを構築した。本研究の推計値を他研究やモデルへのインプットとして用いた値以外の統計地との比較では、加工くずの発生量においては大きな乖離が見られたが、ストック量は概ね良好な値となった。今後は、1) 粗鋼、鋼材の生産において生産工法別、鋼材種別の生産関数を想定し、より詳細なフローを描くこと、2) 最終需要財の生産量の説明変数を社会経済指標のみならず、ストック量との関わりにおいても記述する必要がある。

文献)

河瀬玲奈、村瀬透、松岡 譲 (2006) 耐久財に含まれる鉄のストックおよびフローの長期推計、環境衛生工学研究、Vol.20、91-94。

江見康一著 (1971) 長期経済統計4 資本形成、東洋経済新報社。

総務庁統計局 (1999) 日本長期統計総覧および接続表、CD-ROM、日本統計協会。

鉄鋼統計委員会(1958、1968、1979、1989、1999)：鉄鋼十年史、日本鉄鋼連盟。

鉄鋼統計委員会 (1960～) 鉄鋼統計要覧、日本鉄鋼連盟。

鉄源協会ホームページ：<http://www.tetsugen.gol.com/kiso/5chikujapan.htm>。

中村太陽、松岡譲、藤原健史 (2004) 産業連関表などの経済・生産統計を用いたマテリアルフローとストックに関する解析手法の開発、環境システム研究論文集、Vol.32、2004、65-73。

マクロエコノメトリック研究会 (2005) マクロデータファイル 2004年版、東洋経済新報社

村瀬透、松岡 譲、藤原健史 (2004) 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、環境衛生工学研究、Vol.18、No.3、119-124。