

NIMS-EMC 材料環境情報データ No.11
金属元素のマテリアルフローを統一
した形式で整理する試み



NIMS-EMC 材料環境情報データ No.11
金属元素のマテリアルフローを統一
した形式で整理する試み

2006年 3 月

執筆者

澤谷 精

井島 清

原田幸明

(独) 物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

環境の世紀とも呼ばれる21世紀になって、経済活動や生活のあらゆる局面で地球環境を考慮した改変が進んでくるようになってきています。そのような中で素材や材料は、あらゆる製品をかたちづくっている存在であり、かつ、資源として地球環境圏から取り出され、廃棄物として地球環境圏に戻される、地球環境に密接に係わった存在でもあります。それゆえ素材の製造者だけでなく、製品の製造者、使用者、さらには処理に係わる人達すべてが、使用されている素材に対して、その素材に係わる環境負荷やリサイクルのしやすさ・状況等を的確に知り資源生産性の向上や持続可能な社会に向けた選択に生かして行くことが重要です。

しかし、そのために必要な材料の環境負荷や循環に対する情報はまだあまり整備されておりません。中には一部の側面だけを肥大化させた情報などが散見され判断に困る場合も出てきています。

このような状況に対し、エコマテリアル研究センターでは、信頼性における材料環境情報の整備が物質・材料研究の中核機関として欠くことのできない努めであると判断し、ここに、NIMS-EMC材料環境データをシリーズとして発行する事にしました。なお、NIMSは物質・材料研究機構 (National Institute for Materials Science) の略、EMCはエコマテリアル研究センター (EcoMaterials Center) の略です。データ集やデータベースとは若干趣は異なりますが、専門家による綿密な聞き込み調査などをもとに統計資料などでは得られない材料の製造や循環に係わるデータや、LCA的な考察に不可欠の材料データなどを提供していきたいと考えております。

2006年

物質・材料研究機構

エコマテリアル研究センター長

原田 幸明

目 次

1 . はじめに	1
2 . 金属元素の統一した形式のマテリアルフロー	
(1) Fe のマテリアルフロー	3
(2) Al のマテリアルフロー	7
(3) Cu のマテリアルフロー	11
(4) Pb のマテリアルフロー	16
(5) Zn のマテリアルフロー	21
(6) Sn のマテリアルフロー	25
(7) Sb のマテリアルフロー	29
(8) Hg のマテリアルフロー	33
(9) Mo のマテリアルフロー	37
(1 0) W のマテリアルフロー	41
(1 1) Ni のマテリアルフロー	45
(1 2) Co のマテリアルフロー	50
(1 3) Ag のマテリアルフロー	54
(1 4) Au のマテリアルフロー	58
(1 5) Pt のマテリアルフロー	62
(1 6) Mn のマテリアルフロー	66
(1 7) Ta のマテリアルフロー	71
(1 8) Ge のマテリアルフロー	75
(1 9) Ti のマテリアルフロー	79
(2 0) Zr のマテリアルフロー	84
(2 1) Cr のマテリアルフロー	88
(2 2) V のマテリアルフロー	92
(2 3) Nb のマテリアルフロー	96
(2 4) Ga のマテリアルフロー	100
(2 5) Pd のマテリアルフロー	104
(2 6) In のマテリアルフロー	108
(2 7) Hf のマテリアルフロー	112
(2 8) Tl のマテリアルフロー	116
(2 9) Bi のマテリアルフロー	120
(3 0) Cd のマテリアルフロー	124
3 . まとめ	128

1. はじめに

循環型社会構築のために、我々が日常使用する物質のマテリアルフローを明確にすることは必要条件の一つである。しかし、現状は、年々公式統計が予算削減の流れに沿って内容が省略されて、物質のマテリアルフローが把握しにくくなっているのが実情である。

本報告は、現在ある公式統計と雑誌や業界情報で統計的に物質のマテリアルフローがどの程度把握可能であり、また推定による計算で推定可能かを検討し、その結果を統一したフォーマットで整理することで分かり易く表現することを試みたものである。

本報告においては、各種金属元素のマテリアルフローを1種類の表と2種類の図で統一したフォーマットで整理し、各種金属元素のマテリアルフローの比較が容易に出来るようにする試みである。

金属元素のマテリアルフローを統一したフォーマットで整理する表は、それぞれの金属元素の国内で使用される輸入資源、輸出製品、一次資源、二次資源、天然資源、老廃資源量を出来るだけ現在ある統計量から求める。それらの値から、それぞれの金属元素の国内での使用総量、天然資源消費量を求め、それから総資源要求、総資源指標を求める。それから、二次資源使用率、天然資源使用率、老廃資源利用率、輸入資源依存率を統一したフォーマットで算出し、各種金属元素の相互の比較を試みた。

金属元素のマテリアルフローを統一したフォーマットで整理するフォーマットAの図は、素材生産、素形材生産、中間製品生産、最終製品需要、蓄積の工程順に統計値を整理する図である。それに加えて必要な原料鉱石、素材生産の原料となる中間物、素形材生産の原料となる素材、中間製品の原料となる半製品、および最終製品需要を決める製品の輸出入量を整理する。それぞれの工程からの出される屑、輸入屑、輸入副産物を整理する。国内鉱石、国内から排出される副産物、国内在庫なども必要に応じて整理した。

金属元素のマテリアルフローを統一したフォーマットで整理するフォーマットBの図は、採掘鉱石、輸入鉱石、輸入副産物、国内副産物、輸入地金、輸入を含むスクラップ、及び輸入中間化成品をフォーマットAの統計値から求める。それらの原料からの地金生産量、中間化成品生産量を整理し、続いてそれらを原料にした純金属生産量、合金生産量、化成品生産量を整理する。それらの生産量と素材金属と素材合金の輸入量を加えて供給素材量を求める。供給素材量から輸出素材量と一次加工屑を引いて一次加工素材量を求める。一次加工素材量から製品加工屑を引いて製品化素材量を求める。製品化素材量に製品輸出量を加えて使用素材量を求める。使用素材が使用された後のストック量が分かる金属元素はそれを求める。使用された素材から排出される老廃屑量を求める。老廃屑量と製品加工屑量を加えて市中屑量とする。市中屑量と一次加工屑量を加えて発生屑量を求める。発生屑量に輸入屑量を加え、輸出屑量を引いて、原料として使用される屑量を求める。

これまでの説明では2種類の図は、同じ統計量を使用して、似たような表記をしているような誤解が生まれたかもしれないが、フォーマットAは、一連の整理において、各工程

の生産物の具体的品名を明記して、どのような生産物がそれぞれの工程で扱われるかが見えるようにした図である。フォーマット B は、原料から消費までのそれぞれの工程で使われる材料の量だけを示しており、量的関係が見えやすくしている図である。

使用した統計量は、出来るだけ経産省の生産統計や財務省の貿易統計を用いるようにしているが、その他の統計、業界雑誌、業界情報等も参考にした。図で使用した値はそれぞれ出典を明らかにしてある。今回の報告において計算で推定した値は、()を付けて示した。それらが明確になるように、図で使用された値について、Note で出典や算出過程を説明し、理解し易い形に整理した。

2. 金属元素の統一した形式のマテリアルフロー

(1) Fe のマテリアルフロー

(a) 日本の Fe のマテリアルフロー概況

Fe の原料消費

2003 年の鉄鋼用原料の消費は、鉄鉱石 114,933 千 t、焼結・ペレット 6,271 千 t、砂鉄 673 千 t、その他の国内鉄源 11,815 千 t、銑鉄 81,831 千 t、鉄くず 45,128 千 t である。

Fe の生産

2003 年の国内鉄鋼生産は、銑鉄 82,974 千 t、粗鋼 110,511 千 t、熱間圧延鋼材 100,504 千 t で、内訳は、普通鋼 81,769 千 t、特殊鋼 18,735 千 t である。最終鋼材は、98,435 千 t で、内訳は、普通鋼 80,162 千 t、特殊鋼 18,273 千 t で、特殊鋼の比率は、約 19% である。その他に、鍛鋼品 570 千 t、鋳鋼品 233 千 t がある。

Fe の需給

2003 年の粗鋼需給は、粗鋼生産 110,511 千 t の内、輸入 3,691 千 t、輸出 37,142 千 t で、粗鋼の見掛消費は、77,060 千 t である。

普通鋼圧延鋼材の生産 80,162 千 t の内、輸入 3,456 千 t、輸出 25,941 千 t である。特殊鋼は、生産 8,273 千 t の内、輸入 299 千 t、輸出 5,296 千 t である。

普通鋼・特殊鋼の部門別受注量は、後の図に詳しいので省略する。

Fe のリサイクル

2003 年の自家屑 14,177 千 t、産業屑 6,373 千 t、老廃屑 31,123 千 t で、市中屑 37,486 千 t、スクラップ合計で 46,133 千 t である。

輸入屑は 240 千 t、輸出屑 5,720 千 t で、スクラップ原料として使用された屑は、45,128 千 t である。

(b) 日本の Fe のマテリアルフロー統計

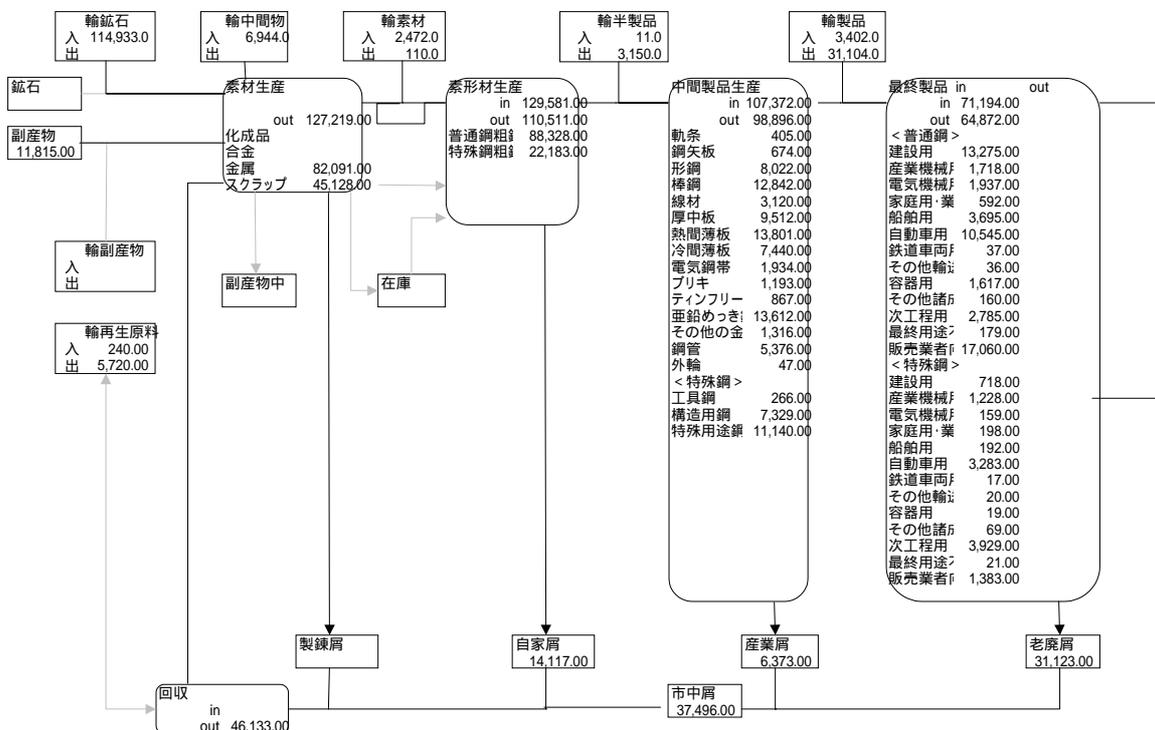
Fe のマテリアルフロー統計の状況

Fe は、経産省の「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」に詳しい公式統計がある他、自主的に日本鉄鋼連盟と日本鉄源協会によって原料からスクラップまでの詳しい統計が確立されている。それで、輸出入を含めた原料からスクラップまでの統計量が把握できる。また、年間の蓄積量、及び累積蓄積量も推定されている唯一の元素である。

Fe のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Fe	輸入資源	128002	輸出製品	34364	一次資源	127762	二次資源	56,943.00	天然資源	139,577.00	老廃資源	31,123.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	64,872.0	総資源要求	9.12E+04	二次資源使用率	30.8	老廃資源利用	48.0%		
	1	資源指標	1	天然資源消費	91,243.5	総資源指標	6.49E+04	天然資源削減率	-40.7	輸入資源依存	197.3%	
unit(t)	TMR/ton-m	1	demand	64,872.0	TMR	9.12E+04	recycled material %	30.8	EoL-resource%	48.0%		
	1	RSV/ton-m	1	resource consumption	91,243.5	RSV	6.49E+04	natural resource dependa	140.7	import dependence	197.3%	

Fe のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

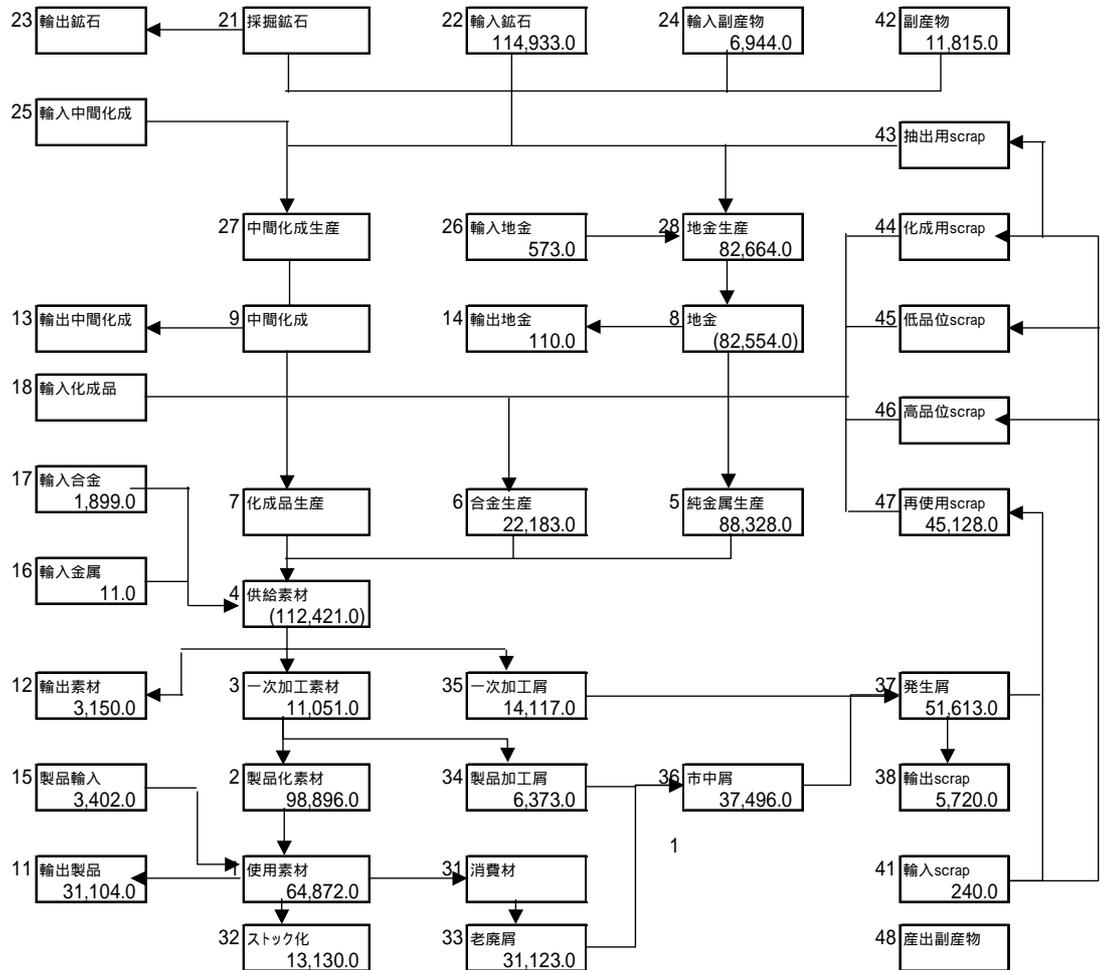
- a) (社) 日本鉄鋼連盟：鉄鋼統計要覧 2004
- b) (社) 日本鉄源協会：鉄源年報 2004

Note:

- 1．輸入鉱石 114,933 千 t は、国内鉱石も含む
- 2．輸出入中間物は、焼結鉱・ペレット・砂鉄
- 3．輸入素材は、銑鉄・フェロアロイ・鋼塊、輸出素材は銑鉄
- 4．輸入半製品は、鋼塊・半製品、輸出半製品は、フェロアロイ・鋼塊・半製品
- 5．輸出入製品は、普通鋼材・特殊鋼材・二次製品・鋳鉄管・合わせ鋼材
- 6．副産物は、その他鉄源として、スケール・転炉スラグ・電気炉スラグ・高炉灰など
- 7．素材生産は、銑鉄生産量とスクラップ量
- 8．素形材生産は、普通鋼・特殊鋼の圧延用鋼塊・鍛鋼用鋼塊・鋳鋼鋳込みの粗鋼合計
- 9．中間製品生産は、普通鋼・特殊鋼の熱間圧延鋼材生産量
- 10．最終製品は、需要の普通鋼鋼材・特殊鋼鋼材の用途別部門別受注量
- 11．自家くずは、高炉・電炉・鋳物メーカーの自家発生くず

- 1 2 . 産業くずは、組立加工メーカーの加工くず
- 1 3 . 老廃屑は、市中からの回収くずを購入した量

Fe のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)普通鋼・特殊鋼の用途別部門別受注量
2	製品化素材	a)普通鋼・特殊鋼の熱間圧延鋼材生産量
3	一次加工素材	a)普通鋼・特殊鋼の圧延用鋼塊・鍛鋼用鋼塊・鋳鋼鋳込みの粗鋼合計110,511千t
4	供給素材	a)銑鉄生産量・使用スクラップ量・フェロアロイ輸入量・粗鋼輸入量の合計
5	高品位金属生産	a)普通鋼粗鋼の生産量
6	合金生産	a)特殊鋼粗鋼の生産量
7	化成品生産	
8	地金	銑鉄
9	中間化成品	
11	製品輸出	a)普通鋼・特殊鋼の輸出
12	輸出素材	a)半製品・鋼塊・フェロアロイの輸出
13	化成品輸出	
14	地金輸出	a)銑鉄の輸出
15	製品輸入	a)普通鋼・特殊鋼の輸入
16	金属輸入	a)半製品・鋼塊の輸入
17	合金輸入	a)フェロアロイの輸入
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	a)海外鉱石の輸入(国内も含む)
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	a)焼結鉱・ペレット・砂鉄
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	a)銑鉄
27	中間化成品生産	
28	地金生産	a)銑鉄生産 + 26「輸入地金」
31	消費財	
32	蓄積	b)年間蓄積増分
33	老廃屑	b)老廃屑購入量
34	製品加工屑	b)加工くず
35	一次加工屑	b)自家発生くず
36	市中屑	b)加工くずと老廃屑の購入量
37	発生屑	b)市中くず + 一次加工くず
38	輸出スクラップ	a)原料の鉄くず輸出量
41	輸入スクラップ	a)原料の鉄くず輸入量
42	副産物	a)その他の鉄源として、スケールなど
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	a)鉄鋼主要原料消費量の鉄くず
48	副産物産出	

(2) Al のマテリアルフロー

(a) 日本の Al のマテリアルフロー概況

Al の原料

Al の原料は、殆どアルミ地金の輸入に依存している。2003 年の Al 原料の輸入は、2,885 千 t で、内訳は、新地金 2,042 千 t、合金地金 899 千 t、屑 113 千 t、圧延品及び製品 175 千 t である。国内の Al 原料生産は、964 千 t で、内訳は再生地金 958 千 t、新地金 6 千 t である。

Al の中間製品の生産

Al の中間製品の生産は、3,952 千 t で、内訳は、圧延品 (板・押出) 2,309 千 t、ダイカスト 811 千 t、鋳造品 406 千 t、鍛造品 32 千 t、電線 44 千 t、粉及びその他合計 365 千 t である。中間品の輸出は、258 千 t である。

Al の最終製品の需要

Al の最終製品の需要は、3,693 千 t である。国内の主な需要分野別内訳は、輸送機器向け 1,379 千 t、土木建築向け 705 千 t、金属製品向け 476 千 t である。

Al のリサイクル

2003 年の Al 飲料缶の生産 297 千 t の内、249 千 t が回収されリサイクル率は 82% である。飲料缶以外のリサイクルの実情は明らかでないが、再生地金生産 958 千 t の内、原料となる輸入屑は 113 千 t とダイカスト・鋳物に再生された 192 千 t を引いた、653 千 t がその他のリサイクルされた量と考えられる。

(b) 日本の Al のマテリアルフロー統計

Al のマテリアルフロー統計の状況

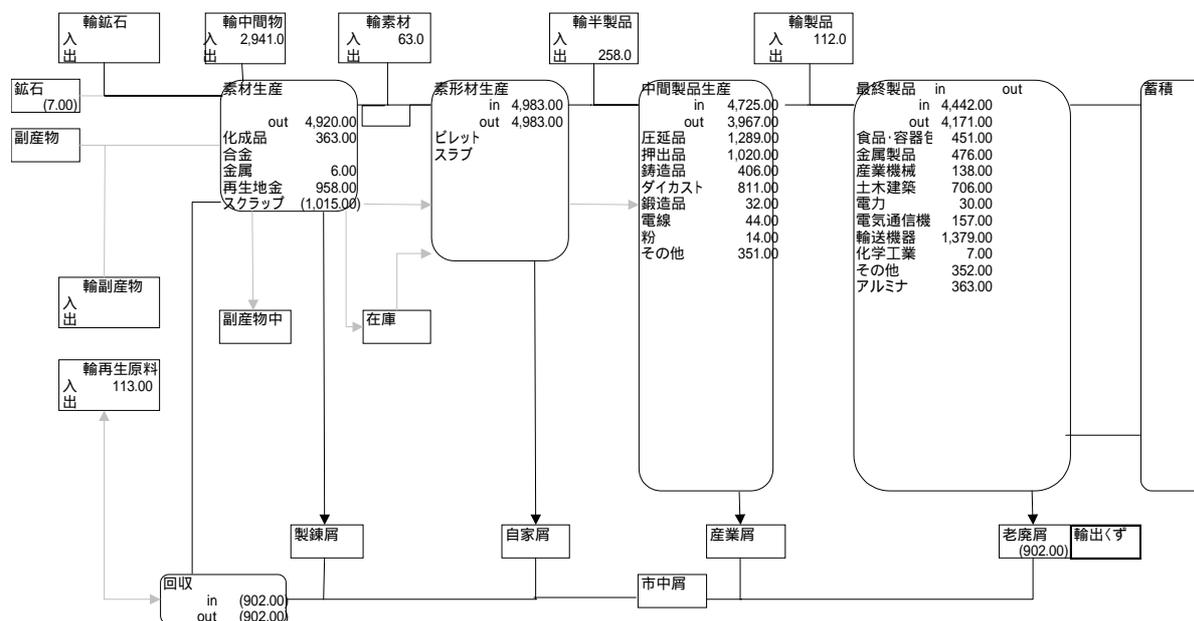
2003 年の Al のマテリアルフローを示す。Al は、2003 年から経産省の公式統計「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」の改訂でスクラップ関係の統計値が外されて、原料からスクラップまでのマテリアルフローが作成できない現在最も問題のある金属元素である。アルミ業界にもデータがなく、日本アルミニウム協会の情報から推定する程度である。2002 年以前は、Al は、Fe に次いでマテリアルフローが良く捕らえられる金属元素であったが、2003 年以降大きく変化した。

しかし、従来からも工程内の自家発生スクラップは量的には非常に多いが、明確に捕らえられていない欠陥があった。現状では、過去のデータからある程度推定可能であるが、今後年が進むにつれてそれも不可能になるであろうから、非常に心配である。

Al のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Al	輸入資源	323 輸出製品	258	一次資源	3,236.00	二次資源	1,015.00	天然資源	3,236.00	老廃資源	902.00
単位(t)	TMR	1 使用総量	4,171.0	総資源要求	3.05E+03	二次資源使用率	23.9	老廃資源利用		21.6%	
	1 資源指標	1 天然資源指標	3,047.5	総資源指標	4.17E+03	天然資源削減率	26.9	輸入資源依存		77.4%	
unit(t)	TMR/ton-retal	1 demand	4,171.0	TMR	3.05E+03	recycled material %	23.9	Edl-resource%		21.6%	
	1 RSI/ton-retal	1 resource cons	3,047.5	RSI	4.17E+03	natural resource dependar	73.1	import dependence		77.4%	

Al のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- 経済産業省経済産業政策局調査統計部資料
- (社)日本アルミニウム合金協会自主統計・再生地金統計
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- (社)日本アルミニウム協会：「Aluminum Statistics」
- (社)日本アルミニウム協会：「最近のアルミニウム統計」

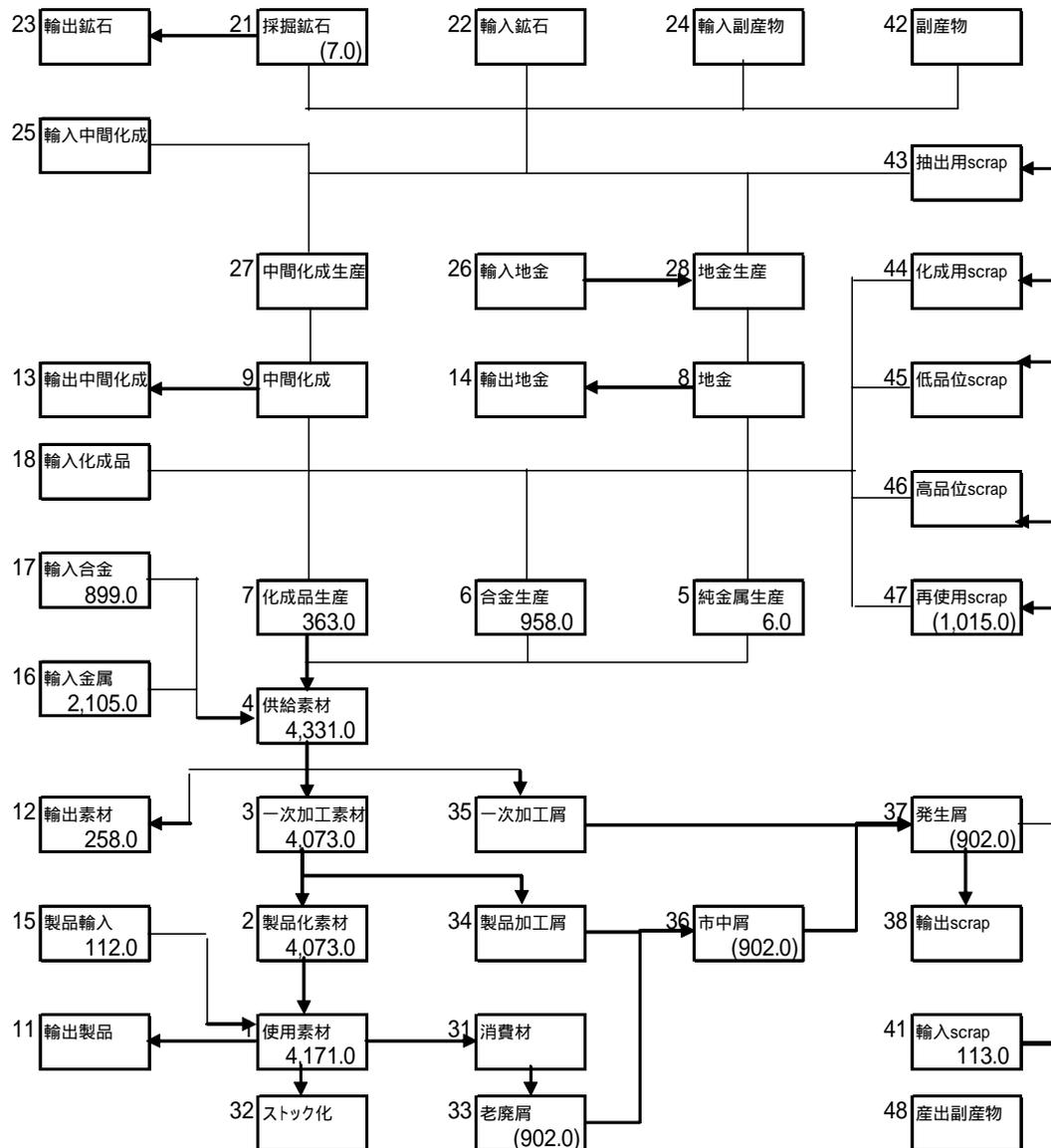
Note:

- 輸入中間物は、c)Al 合金地金 899 千 t + c)Al 地金 2,042 千 t の合計
- 輸入素材は、c)Al 圧延品・粉 63 千 t
- 輸出半製品は、c)半製品 258 千 t
- 輸入製品は、c)製品 112 千 t
- 素材生産は、c)国内地金生産 6 千 t + c)国内再生地金生産 958 千 t + c)輸入スクラップ 113 千 t + c)老廃屑推定量 902 千 t + c)輸入中間物 2,941 千 t の合計で、化成品（アルミナ）の生産 379 千 t は除いてある。b)も参考とした
- 素形材生産 in, out は、ピレットやスラブの生産を示すが、いずれもデータがなく、素形材生産量をそのまま示した
- 中間製品 in は、素形材生産量を、中間製品 out は、c)圧延品などその他までの合計を

示した

- 8 . 最終製品 in は、中間製品生産 out + c)製品輸入量 112 千 t の合計、最終製品 out は、
c)食品容器需要などその他までの合計と e)アルミナ供給量 363 千 t の合計 4,171 千 t
を示した
- 9 . 老廃屑は、c)飲料缶リサイクル 249 千 t + c)その他のリサイクル推定量 653 千 t の合計
- 10 . 輸入屑は、d)輸入屑量 113 千 t

Al のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	
2	製品化素材	c) 食料品、金属製品、産業機械、土木建築、電力、電気通信、輸送、化学、その他、アルミナの合計
3	一次加工素材	供給素材-輸出素材258千t
4	供給素材	化成品+合金生産+純金属生産+輸入合金+輸入金属
5	高品位金属生産	c) 地金生産
6	合金生産	c) 合金地金生産
7	化成品生産	e) アルミナ生産
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	c) 中間製品輸出
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	c) 製品輸入
16	金属輸入	c) 地金2042千t + c) 圧延品・粉63千t
17	合金輸入	c) アルミニウム合金地金899千t
18	化成品輸入	
21	採掘鋳石	国内鋳石7千t推定
22	輸入鋳石	
23	輸出鋳石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	c) の推定値
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(3) Cu のマテリアルフロー

(a) 日本の Cu のマテリアルフロー概況

Cu の生産¹⁾

日本の銅地金（電気銅）の供給は、国内の銅精錬所で大部分が生産されている。2003 年の電気銅生産量は、1,430 千 t である。電気銅の国内生産能力が内需を上回っているため、電気銅輸入量は僅か 79 千 t である。電気銅の原料となる鉱石は、チリを初めとする海外に殆ど頼っている。

電気銅の原料として、鉱石以外に銅屑、銅合金屑などのスクラップや製錬工程での副産物が原料として使用される。米国、欧州、中国では、銅屑を主な原料とする二次地金製造が行われているが、日本ではそのような二次地金製造は行われていない。銅屑や銅合金屑は、種別、品位、形態別に精錬所や電線または伸銅品工場に戻され、再溶解されて電気銅の原料となる。銅合金は、鋳物原料として再溶解されて二次合金インゴットにされるものが僅かにある。

Cu 中間製品（電気銅）の消費

日本の電気銅の 60%は電線用で、残りが伸銅品である。2003 年の国内消費実績は、経産省の公式統計では、電気銅 1,158 千 t が、電線用 714 千 t、伸銅品 426 千 t の消費である。銅屑（銅故屑を含む）631 千 t は、電線用 143 千 t、伸銅品 418 千 t の消費である。銅合金屑（故屑を含む）516 千 t は、伸銅用 341 千 t、精錬所向け 96 千 t の消費である。銅、銅屑、銅合金屑の消費量を合計すると、電線用 857 千 t、伸銅品用 1,185 千 t、精錬所向け 263 千 t である。輸出は、電気銅 290 千 t、銅屑 307 千 t である。

Cu 製品の需要²⁾

2003 年の銅電線・ケーブルの需要部門別出荷は、輸出が 31 千 t、国内向けが 770 千 t である。国内消費部門別では、電気・機械 153 千 t (20%)、建設 139 千 t (18%)、自動車・船舶 120 千 t (16%)、通信・電力・鉄道 102 千 t (13%) である。

2003 年の伸銅品出荷は、851 千 t で、国内消費 691 千 t、輸出 161 千 t である。国内消費部門別では、電気・機械 235 千 t (34%)、金属製品 163 千 t (24%)、一般機械 137 千 t である。品種別では、銅製品 52%、銅合金製品 48%で、形態別では、圧延加工の板条 45%、押出・抽伸加工の管材 21%、棒線 34% である。

Cu のリサイクル²⁾

2003 年の加工屑と老廃屑は、銅屑・銅故屑 470 千 t、銅合金屑・銅合金故屑 404 千 t である。廃電線は、回収した非鉄問屋が被覆材を除去して、粉粒状にチップ化して、電線・伸銅メーカーに戻される。通信・電力・鉄道の公共工事で排出される廃電線・ケーブルは、100%回収される。機器用・自動車用の電線は解体工事で回収されたり、シュレッダー処理後選別回収される。船舶用は、廃船時に 100%回収される。建築物の屋内配線は、ビルや建物の撤去工事の時、分別回収される。

伸銅品は、半導体・端子・コネクタや銅箔など電子・電気部品に使用されている部品が小さく銅分回収は困難である。2001年に施行された家電リサイクル法への対応で、家電メーカーによる銅回収、リサイクル化が進められているが、家電4品目に限定されている。建築関係では、銅屋根板が解体時に回収される。産業用エアコンの熱交換器類は、廃機器の解体業者や非鉄問屋で解体回収されるが、家庭用電気機器は、用途が多岐に渡り現状不明な点が多い。

引用文献：

- 1) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構「鉱物資源マテリアルフロー2004」
- 2) 経産省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2004年

(b) 日本のCuテリアルフロー統計

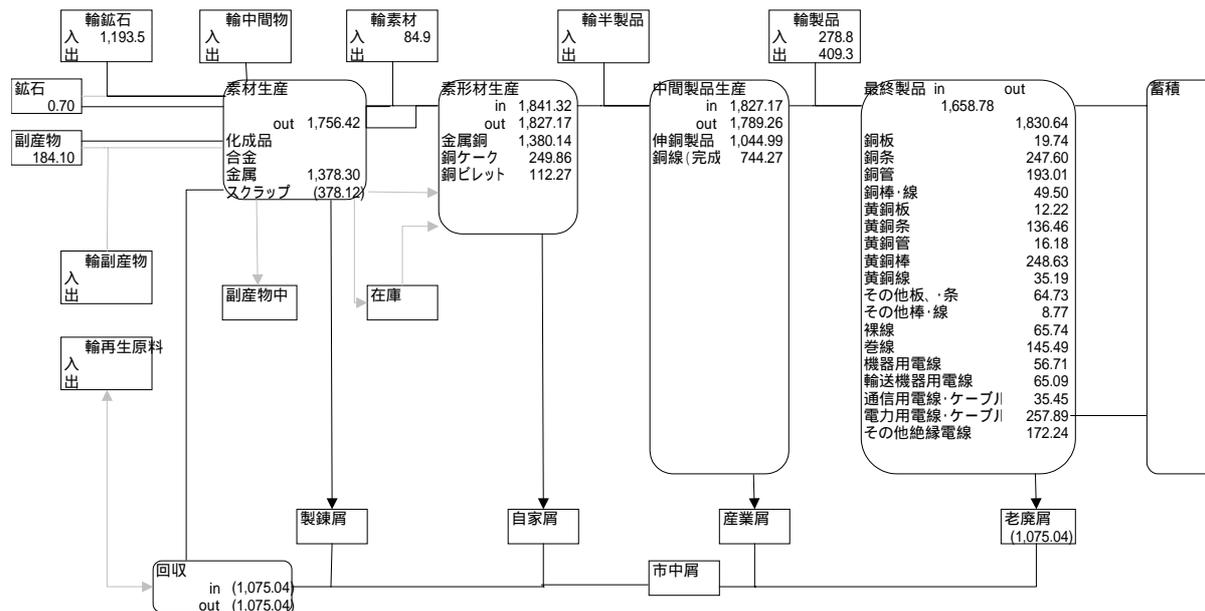
Cuのマテリアルフロー統計の状況

銅は、古くから使用されている金属の一つであるので、経産省の公式統計もあるし、業界の統計情報も整備されていて、マテリアルフローのための情報はかなりある。

Cuのマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Cu	輸入資源	1557.24	輸出品	409.32	一次資源	1557.94	二次資源	562.22	天然資源	1,742.04	老廃資源	1,075.04
単位(t)	TMR	1	使用総量	1,830.6	総資源要求	1.42E+03	二次資源利用率		265	老廃資源利用		58.7%
	1資源目標	1	天然資源消費	1,423.7	総資源目標	1.83E+03	天然資源削減率		222	輸入資源依存		85.1%
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	1,830.6	TMR	1.42E+03	recycled material %		265	EdL-resource%		58.7%
	1RSV/ton-met	1	resource consu	1,423.7	RSV	1.83E+03	natural resource dependence		77.8	import dependence		85.1%

Cu のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



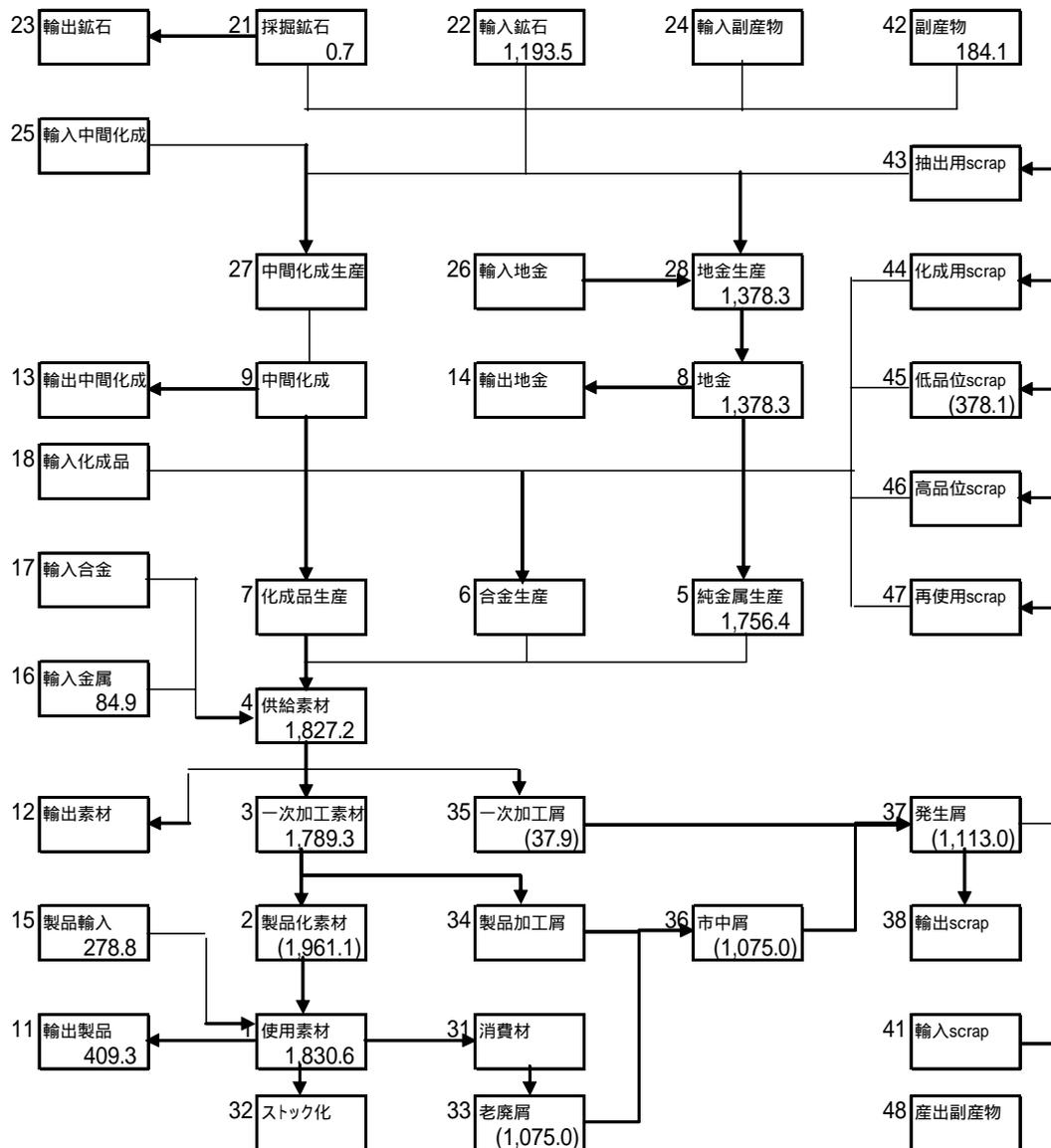
出典：

- 経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計」
- 日本伸銅協会
- 日本電線工業会
- 日本銅センター

Note:

- 素材生産スクラップは、a)粗銅生産 1,756t から d)日本銅センター銅地金需給実績生産 1,378t を引いた残り 378t をスクラップとした
- 副産物は、d)日本銅センター銅地金需給実績のその他出 184t の値を入れた
- 海外鉱石は、d)日本銅センター地金需給実績海外鉱石で、1,193t の値を入れた
- 製品の輸出入データは、b)伸銅品の輸出 251.45t、輸入 43.44t、c)電線の輸出 157.87t と c)輸入 235.4t
- 老廃くずは、伸銅品の 50%と電線の 70%が回収されるとして計算した

Cu のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)銅製品出荷量
2	製品化素材	1. 1,830 + 11. 製品輸出409t - 15. 製品輸入278t
3	一次加工素材	a)伸銅品1,044t + a)銅線(完成品)744t = 1,789t
4	供給素材	a)金属銅1,380t + a)銅ケーキ249t + a)銅ピレット112t = 1827t
5	高品位金属生産	a)粗銅生産1,756t
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	d)銅地金需給実績生産1,378t
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	d)銅地金需給実績輸入84t
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	d)銅地金需給実績国内鉱出0.7t
22	輸入鉱石	d)銅地金需給実績海外鉱出1,193t
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	d)銅地金需給実績生産1,378t
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)伸銅品合計1,044tの50%とa)銅線合計744tの70%が回収されたとした
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	d)銅地金需給実績その他出184t
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	5.1,756t - 8.1,378t ~ 400t
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(4) Pb のマテリアルフロー

(a) 日本の Pb のマテリアルフロー概況

Pb の生産¹⁾

2003 年の鉛地金の生産は、合計 226.4 千 t で、その内訳は、国内鉱出 4.6 千 t、海外鉱出 100.8 千 t、スクラップ出 95.2 千 t、その他出 25.7 千 t である。輸入は、9.3 千 t である。

Pb 製品の消費量¹⁾

2003 年の鉛製品の主な用途は、合計 228.7 千 t で、その内訳は、鉛蓄電池 205 千 t(90%)、無機薬品 23.6 千 t (10%) である。その他の鉛の消費として、製錬向け 174 千 t、再生向け 76.1 千 t、その他向け 35.3 千 t があり、消費量合計は、514.3 千 t となる。

Pb のリサイクル²⁾

2003 年の市場からの排出鉛屑は、84 千 t である。それは製錬所や再生工場に供給されるものと最終製品にリサイクルされるものがある。¹⁾

鉛蓄電池は、リサイクルが義務付けられ、廃蓄電池を原料に電気鉛を製造する割合が増化してきている。鉛蓄電池の大半は、自動車用バッテリーでリサイクルシステムが確立されていて、回収率 95%以上である。リサイクルの課題は、鉛地金の価格が再生鉛の価格より低くなることもあり、電池メーカーの負担となっていること、輸入蓄電池の回収も電池メーカーが負担していること、最近では、蓄電池のメンテナンスフリー化が指向され電極材料が鉛-カルシウム系のものが増加し、再生処理が困難となっていることなどである。

無機薬品は、管球ガラス用が大半で、家電リサイクル法の施行によりブラウン管はほぼ 100%回収されているが、その他の無機薬品はリサイクルされていない。

はんだはリサイクルされていない。家電リサイクル法の施行で基盤のはんだを回収する動きがある。はんだは、鉛フリー化も進み、使用量が今後減少するであろう。

地下ケーブル電線被覆に使用されている鉛は、地下ケーブル工事の際にほぼ 100%回収されているが、使用量は激減している。

その他、一般廃棄物の焼却灰や二次飛灰に含まれるものや、製鋼用電気炉ダストの亜鉛回収と一緒に回収されるものがあるが、いずれも僅かである。

引用文献：

1) 経産省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2004 年

2)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構「鉱物資源マテリアルフロー2004」

(b) 日本の Pb のマテリアルフロー統計

Pb のマテリアルフロー統計の状況

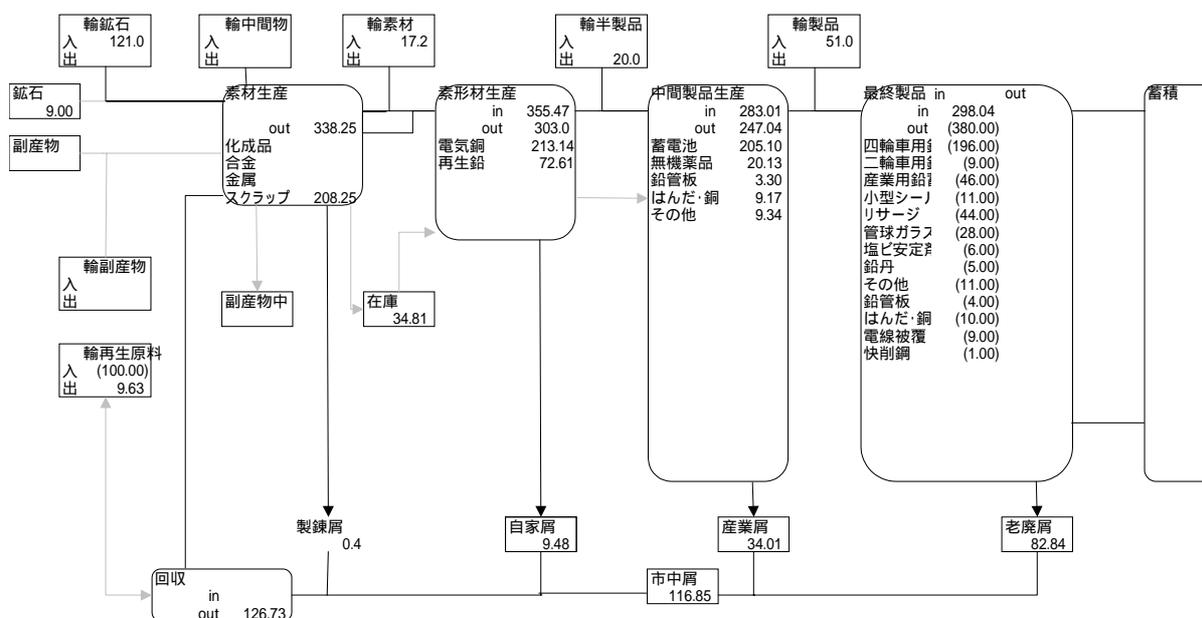
鉛のマテリアルフローは、経産省の公式統計があるのと大半の需要が自動車用鉛蓄電池であるので、大きな所はフローしやすいが、中古自動車の輸出がロシアなど不透明な処理が

あり、統計量に誤差が生じているようである。次の大きな需要である無機薬品は、日本無機薬品協会統計、財務省通関統計があるが、メーカーインタビューなどを加えてその動向をフォローする必要がある^{b)}。管球ガラスは、100%リサイクルされているが、テレビのブラウン管の様に生産が海外シフトされて、テレビ製品として日本に輸入されるものは、メーカーのリサイクルの負担も大きく、実情が余り明らかでないようである。

Pb のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Pb	輸入資源	28922	輸出品	1996	一次資源	19822	二次資源	20825	天然資源	19822	老廃資源	8284
単位(t)	TMR	1	使用総量	3800	総資源要求	1.88E+05	二次資源利用率	512	老廃資源利用	218%		
1000	資源指標	1	天然資源率	1883	総資源指標	3.80E+05	天然資源削減率	504	輸入資源依存	76%		
unit(t)	TMR/ton-metal	1	demand	3800	TMR	1.88E+05	recycled material %	512	Eol-resource%	218%		
1000	RS/ton-metal	1	resource cons	1883	RS/	3.80E+05	natural resource dependence	496	import dependence	76%		

Pb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

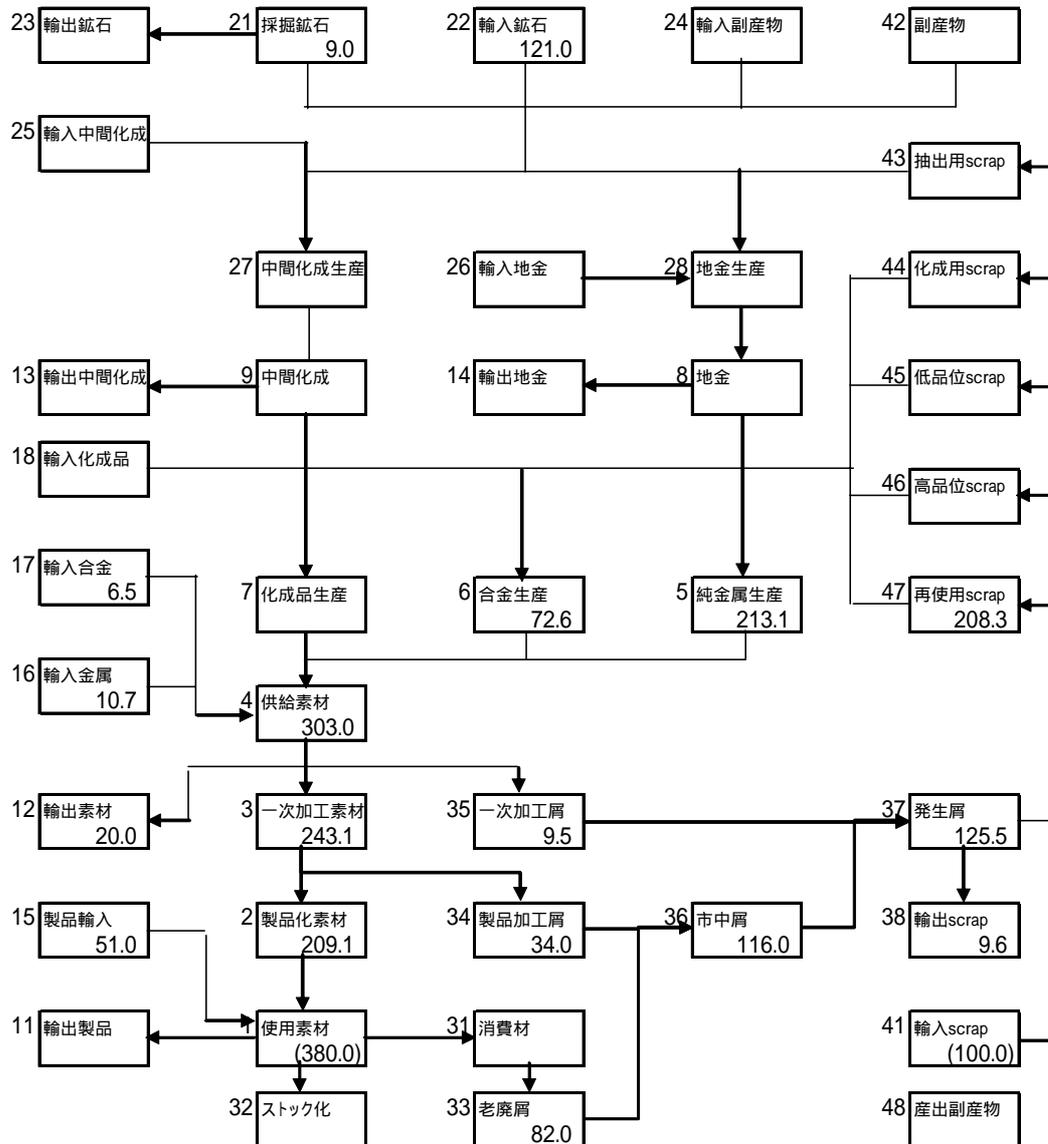
- a) 経済産業省：「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2003
- b) 島田・谷村・澤谷・井島・原田：「鉛マテリアルフロー作成のための基礎調査」
(独)物質・材料研究機構エコマテリアル研究センター2004

Note:

- 1. 鉱石は、b)の海外輸入鉱石 121 千 t と国内鉱石 9 千 t を採用
- 2. スクラップは、a)の鉛の故またはくずの内需 208 千 t を採用

- 3 . 輸入素材は、a)の電気鉛輸入 10.69 千 t と再生鉛輸入 6.53 千 t を採用
- 4 . 素材生産は、鉱石とスクラップの原料を計上
- 5 . 素形材生産は、a)の電気鉛生産 213.14 千 t と再生鉛生産 72.61 千 t を採用
- 6 . 在庫は、a)の電気鉛在庫 23.98 千 t と再生鉛在庫 6.57 千 t を採用
- 7 . 半製品輸出は、a)の電気鉛輸出 10.33 千 t と再生鉛輸出 9.63 千 t を採用
- 8 . 中間製品生産は、a)の電気鉛内需 208 千 t と再生鉛内需 45 千 t を採用
- 9 . 製品輸入は、b)の無機薬品輸入推定量 51 千 t を採用
- 10 . 最終製品は、b)のそれぞれの製品の消費量を採用
- 11 . 再生原料輸出は、a)の鉛くず輸出 9.63 千 t を採用
- 12 . 製錬くずは、a)の電気鉛再生 0.39 千 t と再生鉛発生 0.01 千 t を採用
- 13 . 自家くずは、a)の再生 9.48 千 t を採用
- 14 . 産業くずは、a)の鉛くずの発生 34 千 t を採用
- 15 . 老廃屑は、a)の鉛くずの回収 82.84 千 t を採用
- 16 . スクラップの問題は、回収スクラップ合計 127 千 t と比べて a)のスクラップ内需 217 千 t が大きいことである
- 17 . 最終製品の問題は、中間製品生産 243 千 t より、最終製品が 380 千 t と大きいことである。これは、b)の推定が大きすぎるのかもしれない

Pb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	b)最終製品合計を採用、これは少し過大な見積もりかもしれない
2	製品化素材	3「一次加工素材」-34「製品加工くず」から算出
3	一次加工素材	a)の電気鉛内需207千tと再生鉛内需36千tの合計
4	供給素材	5「純金属生産」+6「合金生産」+16「輸入金属」+17「合金輸入」から算出
5	高品位金属生産	a)の電気銅生産213千tを採用
6	合金生産	a)の再生鉛生産72千tを採用
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	a)の電気鉛輸出10千tと再生鉛4千tの合計
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	b)の無機薬品輸入51千tを採用
16	金属輸入	a)の電気鉛輸入10千tを採用
17	合金輸入	a)の再生鉛輸入6.5千tを採用
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	b)の国内鉱石9千tを採用
22	輸入鉱石	b)の海外鉱石121千tを採用
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)の鉛くずの回収82千tを採用
34	製品加工屑	a)の鉛くずの発生34千tを採用
35	一次加工屑	a)の再生鉛の再生9.5千tを採用
36	市中屑	34「製品加工くず」+33「老廃屑」
37	発生屑	36「市中くず」+35「一次加工くず」
38	輸出スクラップ	a)の鉛くずの輸出9.6千tを採用
41	輸入スクラップ	47「再使用スクラップ」-37「発生くず」+38「輸出スクラップ」から概算で100千tとした
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	a)の鉛くずの内需208千tを採用
48	副産物産出	

(5) Zn のマテリアルフロー

(a) 日本の Zn のマテリアルフロー概況

Zn の生産¹⁾

2003 年の亜鉛の生産は、651 千 t である。その内訳は、国内鉱出 49 千 t、海外鉱出 483 千 t、スクラップ出 4 千 t、その他出 115 千 t となっている。

日本の Zn の消費¹⁾

2003 年の亜鉛製品の主な用途は、亜鉛メッキ鋼板 253 千 t、その他メッキ 92 千 t、伸銅品 80 千 t、ダイカスト品 49 千 t、化成品 45 千 t、亜鉛板 4 千 t の合計 523 千 t である。その他の用途として、製錬向け 0.4 千 t、その他向け 56 千 t があり、国内消費量合計で 579 千 t となる。

Zn 製品の需要²⁾

亜鉛メッキ鋼板の国内需要は、自動車用と建材用がそれぞれ 25%、家電用が 10% である。その内容融亜鉛メッキ鋼板は、建材 50%、土木 20%、構造物用 20% である。伸銅品は、大半が真鍮用で、電子機器用板材やプラント用管材に使用される。ダイカスト品は、自動車部品が 50% を占め、その他おもちゃなどに使用される。化成品は、酸化亜鉛が主で、ゴム製品の加硫剤が 50% を占める。

Zn のリサイクル²⁾

2003 年の市場や加工工程から排出された亜鉛屑は、72 千 t である。メッキ工程から発生するドロスから 30% 程度リサイクルされている。製鋼用電気炉ダストに含まれる亜鉛の 60% が製錬所で回収されている。伸銅品は、銅の回収の過程でリサイクルされている。ダイカスト品は、自動車部品の一部がシュレッダー経由で 15% 程度回収されている。化成品は、全くリサイクルされていない。

引用文献：

- 1) 経済産業省：「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2003
- 2) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：「鉱物資源マテリアルフロー」2004

(b) 日本の Zn のマテリアルフロー統計

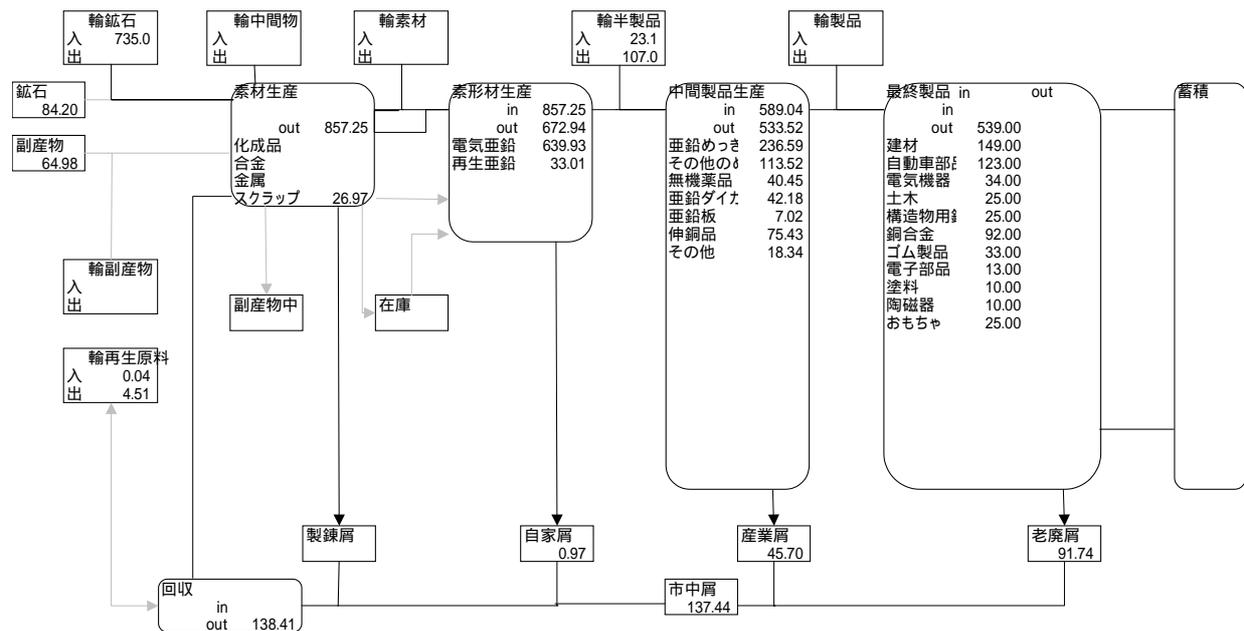
Zn のマテリアルフロー統計の状況

亜鉛のマテリアルフローは、経産省の公式統計に用途別製品需要があるので、ある程度フォローできる金属の一つである。

Zn のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Zn	輸入資源	758.178	輸出品	107	一次資源	842.339	二次資源	91.958	天然資源	907.32	老廃資源	91.74
単位(t)	TMR	1	使用総量	539.0	総資源要求	7.57E+05	二次資源利用率		98	老廃資源利用		17.0%
1000	資源指標	1	天然資源消費	757.0	総資源指標	5.39E+05	天然資源削減率		-40.5	輸入資源依存		140.7%
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	539.0	TMR	7.57E+05	recycled material %		98	EdL-resource%		17.0%
1000	RSV/ton-met	1	resource cons	757.0	RSV	5.39E+05	natural resource dependence		140.5	import dependence		140.7%

Zn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

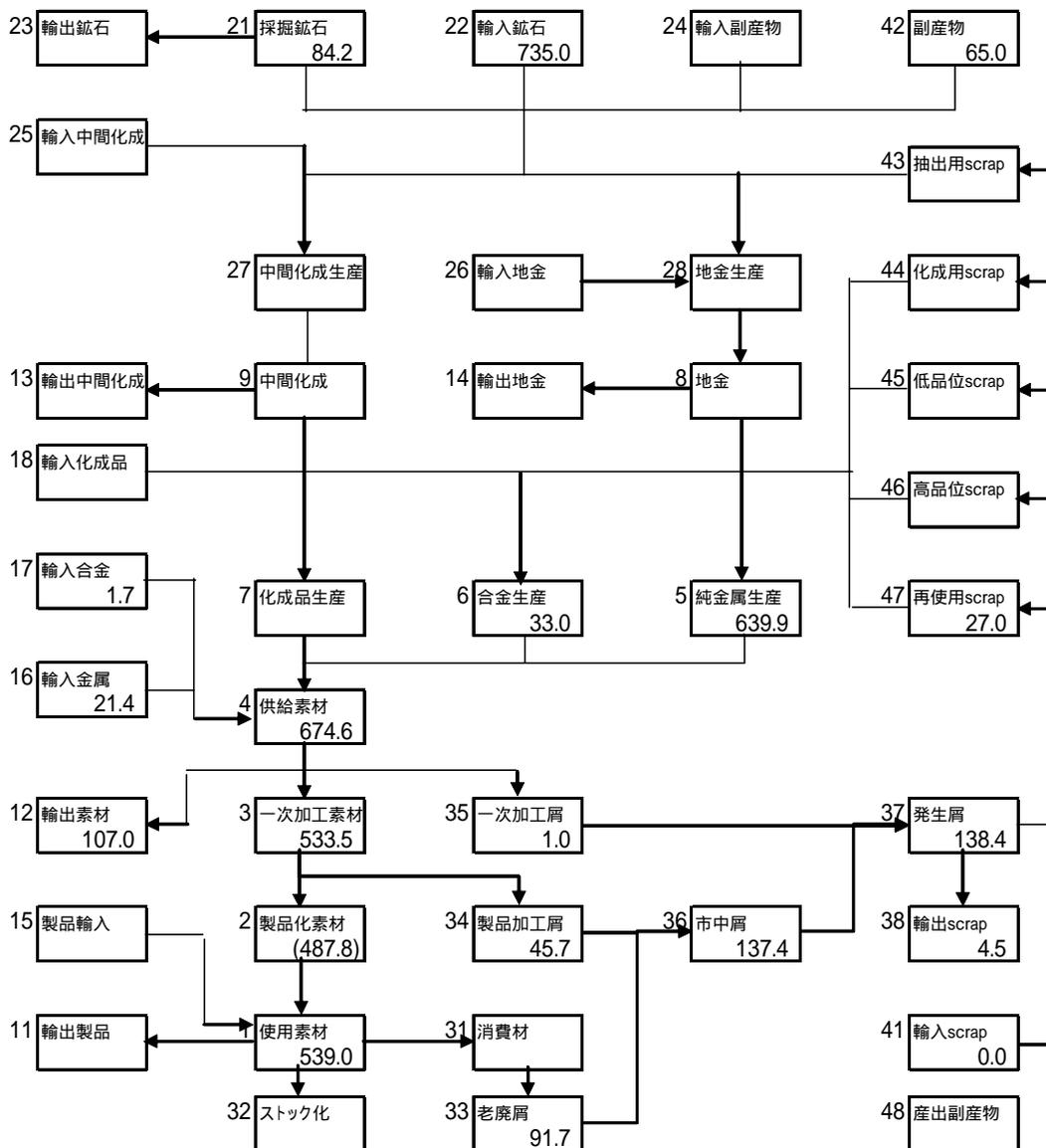
- 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 経済産業省：資源統計年報 2003
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

Note:

1. 鉱石については、b)の生産品目別原料受払の電気亜鉛の消費：国内鉱 84、海外鉱 735、その他 64 千 t より
2. 半製品輸出入は、a)の電気亜鉛、再生亜鉛の輸出入より
3. 素材生産は、鉱石とスクラップの合計
4. 素材生産のスクラップは、a)の亜鉛くずの内需 26.97 千 t
5. 素形材生産は、a)の電気亜鉛生産 639 千 t と再生亜鉛生産 33 千 t の合計

- 6 . 中間製品生産は、a)の電気亜鉛と再生亜鉛のそれぞれの中間製品の内需合計
- 7 . 最終製品は、c)の分野別生産量の合計
- 8 . 自家くずは、a)の再生亜鉛の発生 0.97 千 t
- 9 . 産業くずは、a)の亜鉛くずの発生 45 千 t
- 10 . 老廃屑は、a)の亜鉛くずの回収 91 千 t
- 11 . 輸入再生原料は、a)の亜鉛くずの輸出入

Zn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	c)の分野別生産量の合計
2	製品化素材	3「一次加工素材」- 34「製品加工くず」
3	一次加工素材	a)の電気亜鉛と再生亜鉛の内需合計
4	供給素材	a)の電気亜鉛と再生亜鉛の生産量と輸入量の合計
5	高品位金属生産	a)の電気亜鉛の生産量
6	合金生産	a)の再生亜鉛の生産量
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	a)の電気亜鉛と再生亜鉛の輸出合計
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)の電気亜鉛の輸入
17	合金輸入	a)の再生亜鉛の輸入
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	b)の国内鉱消費
22	輸入鉱石	b)の海外鉱消費
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)の亜鉛くずの回収
34	製品加工屑	a)の亜鉛くずの発生
35	一次加工屑	a)の再生亜鉛の発生
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	a)の亜鉛くずの輸出
41	輸入スクラップ	a)の亜鉛くずの輸入
42	副産物	b)のその他消費量
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(6) Sn のマテリアルフロー

(a) 日本の Sn のマテリアルフロー概況

Sn の生産¹⁾

Sn 金属は、2003 年 662 千 t が日本で生産されている。Sn 金属の輸入は、29,136 千 t で、自給率は 2.2%程度である。

Sn の内需¹⁾

Sn 金属の需要は、8,048 千 t で、その内内需は 7,872 千 t で、輸出が 176 千 t ある。最終製品としては、古くからブリキに多く使用される。次いで、はんだに使用される。最近では、電子部品のリードフレームに使用されるリン青銅 (Cu-Sn-P) や液晶パネルの透明電極 (In-Sn-O) に使用されている。

合金として、青銅 (Cu-Sn) や耐食性・耐摩耗性鋳物 (Cu-P) などに使用される。

Sn のリサイクル¹⁾

2003 年において、錫屑は、工程内の発生品として 1,144 千 t、老廃くずとして 179 千 t、輸入として 78 千 t が市場に供給され、原料として 1,003 千 t 使用され、681 千 t が輸出されている。

引用文献：

- 1) 経産省：「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2004

(b) 日本の Sn のマテリアルフロー統計

Sn のマテリアルフロー統計の状況

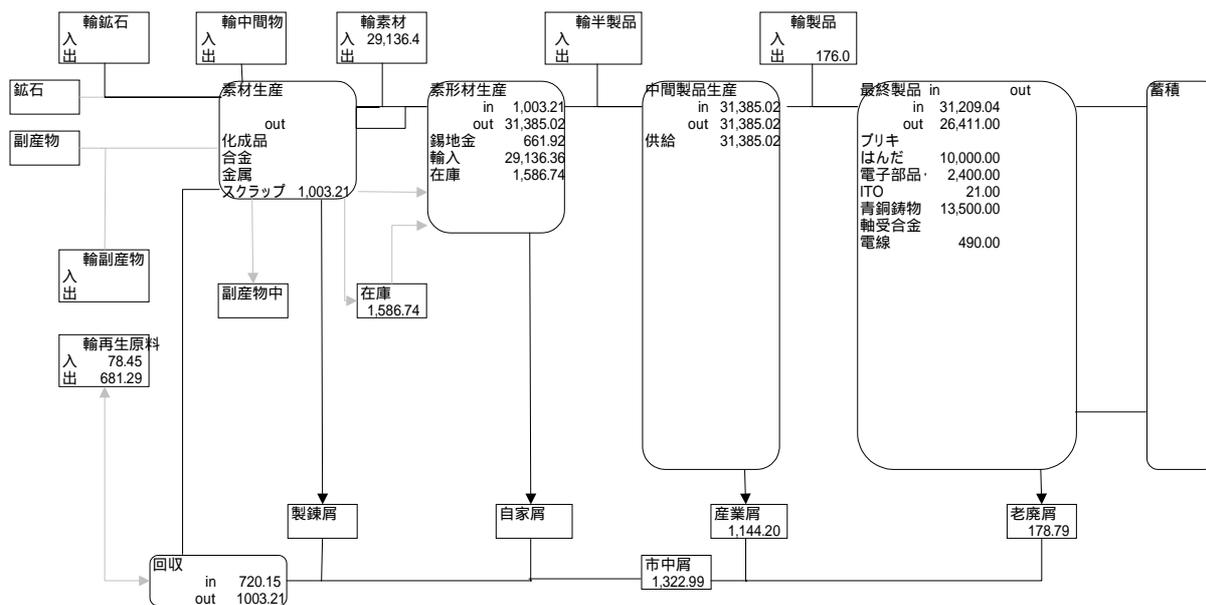
Sn のマテリアルフローは、Sn 金属の生産と輸入量は、経産省の公式統計である程度わかる。しかし、最終製品の用途別統計を知ろうとすると鋳業便覧のメッキ品、はんだ、伸銅品など参考にした (独) 石油天然ガス・金属鋳物資源機構の鋳物資源マテリアルフロー (2004) などの数値にたよらなければならない。

Sn 屑の統計値は、経産省の公式統計にある。(a) のリサイクルの項で述べたように、錫屑の量は、製造工程で発生したもの 1,144 千 t は、錫金属の生産量 662 千 t と比べて非常に大きいように思われる。また、老廃くずとして市場から購入されたものは、179 千 t とあるが、錫の大きな用途のブリキは鋼板スクラップとして回収され、錫は回収されることはない。銅合金も銅として回収されるが錫が分離回収されてはいない。最近の透明電極も最近になって廃棄物として回収され始めているが、拡散しやすく回収は今後の課題である。従って、錫屑が老廃くずとして 179 千 t も回収されているのも大きすぎるように思われる。本報告書では、一応公式統計の値を記しておくが、鋳物資源マテリアルフローでは、錫としてのスクラップ回収はないという見解を示している。

Sn のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Sn	輸入資源	29214.809	輸出品	175.981	一次資源	29136.369	二次資源	1,003.21	天然資源	29136.36	老廃資源	178.79
単位(t)	TMR	1	使用総量	26411.0	総資源要求	289E+04	二次資源使用率	33	老廃資源利用	0.7%		
	1資源指標	1	天然資源率	28.9435	総資源指標	2.64E+04	天然資源削減率	-96	輸入資源依存	110.6%		
unit(t)	TMR/ton-metal	1	demand	26411.0	TMR	289E+04	recycled material %	33	ECL-resource%	0.7%		
	1RSV/ton-metal	1	resource cons	28.9435	RSV	2.64E+04	natural resource dependence	109.6	import dependence	110.6%		

Sn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

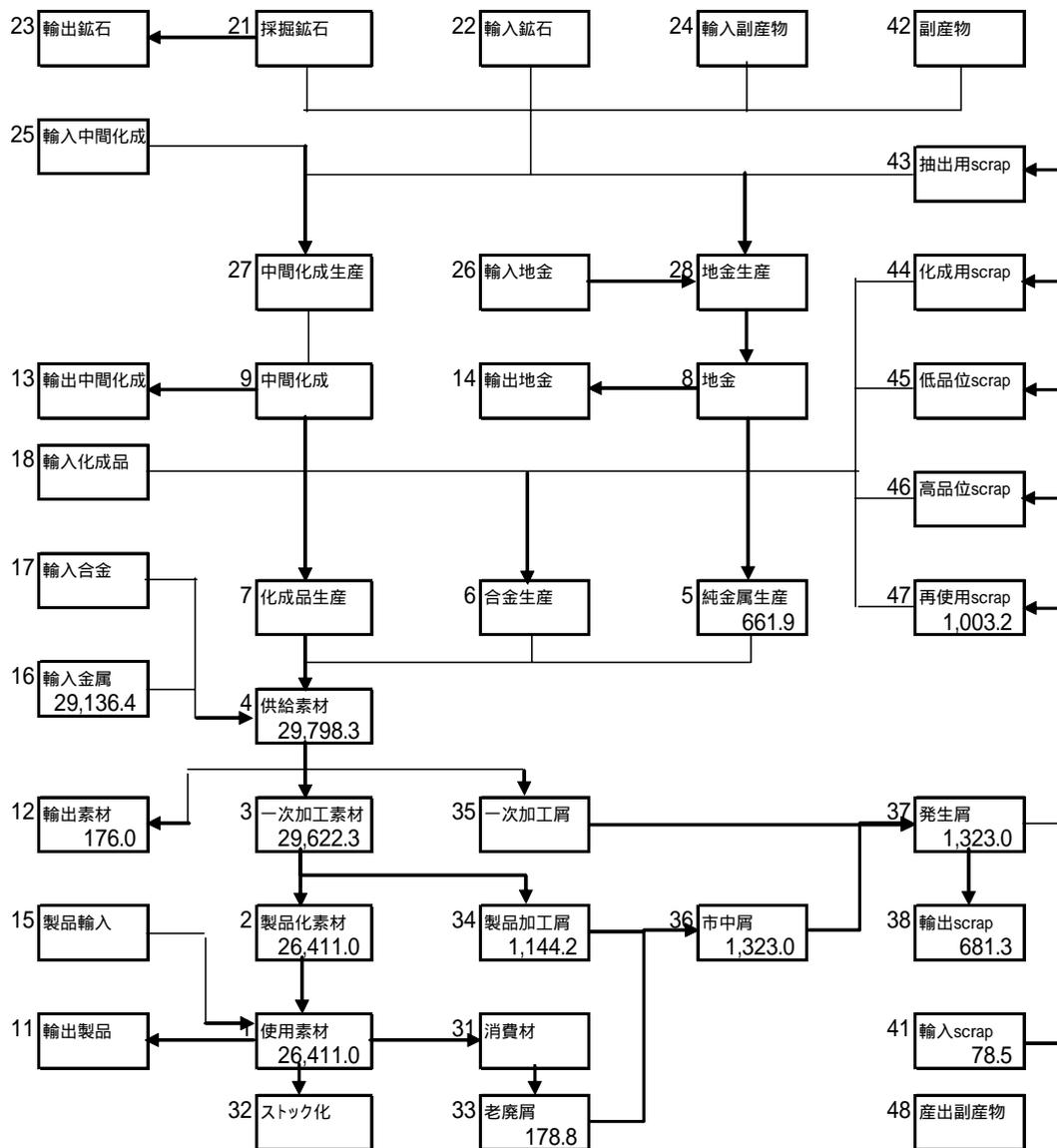
- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

Note:

- 1. 素材輸入は、a)錫地金輸入 29,136t を示す
- 2. 製品輸出は、a)錫地金輸出 175t を示す
- 3. スクラップは、a)錫くず内需 1,003t を示す
- 4. 素形材生産は、a)錫地金生産 661t を示す
- 5. 素形材生産の out は、a)錫地金生産 661t+月初在庫 1,586t+輸入 29,136t の供給を示す
- 6. 中間製品生産は、a)供給量 31,385t を示す
- 7. 最終製品は、b)の各種製品の生産量から各種製品の Sn 含有量を推定して算出したデータを示す

- 8 . 再生原料の輸出入は、a)錫くずの輸出入量を示す
- 9 . 在庫は、a)錫地金月初在庫 1,586t を示す
- 10 . 産業くずは、a)錫くず発生 1,144t を示す
- 11 . 老廃くずは、a)錫くず回収 178t を示す
- 12 . 問題は、a)内需 7,872t で、それに輸出 175t をいれても、a)の 2003 年内需合計は 8,048t で、最終製品の 26,411t と見合わない。それで、内需を示していない
- 13 . 回収に示したが、産業くずと老廃くずの合計市中くずにくずの輸出入を加えると 718t で、a)錫くず内需 1,003t に達しないことも問題である。月初在庫 274t を考慮してもなお足りない

Sn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	b)の各種製品の生産量から各種製品のSn含有量を推定して算出した
2	製品化素材	3「一次加工素材」- 34「製品加工屑」
3	一次加工素材	4「供給素材」- 12「輸出素材」
4	供給素材	5「純金属生産」+ 16「輸入金属」(mi-s0509の在庫量を示す適当な場所が無いので、在庫量を省略)
5	高品位金属生産	a)錫地金生産量
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	a)錫地金輸出量
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)錫地金輸入量
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)錫くず回収量
34	製品加工屑	a)錫くず発生量
35	一次加工屑	
36	市中屑	34「製品加工くず」+ 33「老廃くず」
37	発生屑	36「市中くず」
38	輸出スクラップ	a)錫くず輸出量
41	輸入スクラップ	a)錫くず輸入量
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	a)錫くず内需量
48	副産物産出	

(7) Sb のマテリアルフロー

(a) 日本の Sb のマテリアルフロー概況

Sb の原料²⁾

1969 年で、国内のアンチモン鉱石の採掘は終了した。2003 年には鉱石の輸入は無く、アンチモン地金 7,193t、三酸化アンチモン 6,107t が輸入された。

Sb 中間製品 (地金) の生産¹⁾

1970 年ごろは、アンチモン地金は 5,000t 程度生産されていたが、安価の中国産地金が輸入されるようになり、アンチモン鉱石からの地金生産は 2000 年ごろに打ち切られた。

国内では、輸入地金を精製して高純度地金を製造しており、2003 年には 121t 生産された。2003 年には、輸入地金が 7,194t で、高純度地金と三酸化アンチモンを生産している。

Sb の最終製品¹⁾

2003 年の用途別需要は 674t で、蓄電池 348t、特殊鋼 136t、硬鉛鋳物 88t、減摩合金 0.4t、その他 101t となっている。輸出は、875t もある。

2003 年の三酸化アンチモンの出荷実績は、7,764t である。用途は、95%が難燃助剤で、その他ポリエステル重合触媒、ガラスの消泡剤、ブレーキ減摩剤などがある。

Sb のリサイクル²⁾

蓄電池に使用されているアンチモンは、廃棄物処理法の中で事業者の協力条項が制定され、電池メーカーが厚生省・経産省の要請により、リサイクルシステムが検討されている。

使用済合金もリサイクルが検討されている。

一番大きな需要の難燃助剤は、添加されている合成樹脂ごとにリサイクルが検討されている。

引用文献：

1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003

2) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

(b) 日本の Sb のマテリアルフロー統計

Sb のマテリアルフロー統計の状況

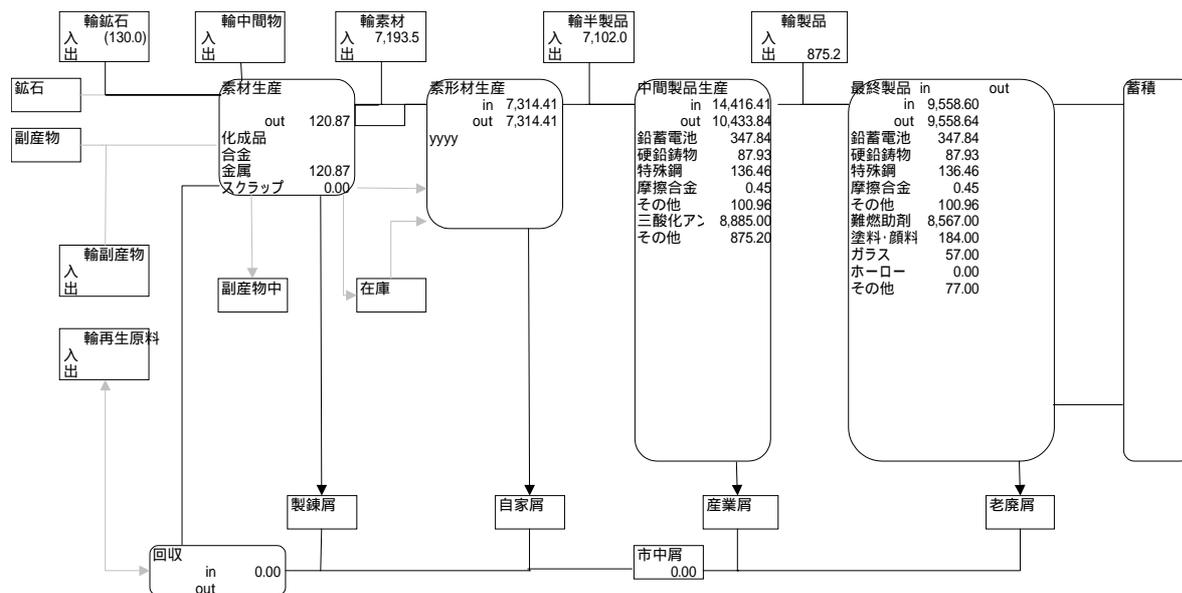
Sb 金属の生産量、用途別内需量は、経産省の公式統計で分かる。しかし、大量を占める三酸化アンチモンの統計量は、工業レアメタル誌などの統計量に依存している。

リサイクルに関しては、鉱物資源マテリアルフローによる情報がある。しかし、現状ではリサイクルの量的な把握は充分でない。

Sb のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Sb	輸入資源	14425.544	輸出製品	8752.43	一次資源	14425.544	二次資源	0	天然資源	14425.544	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	9558.6	総資源要求	1.32E+04	二次資源使用率	0.0	老廃資源利用	0.0%		0.0%
	1資源目標	1	天然資源消費	13215.5	総資源目標	9.55E+03	天然資源削減率	-38.3	輸入資源依存	150.9%		
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	9558.6	TMR	1.32E+04	recycled material %	0.0	EdL-resource%	0.0%		
	1RSV/ton-met	1	resource cons	13215.5	RSV	9.55E+03	natural resource dependence	138.3	import dependence	150.9%		

Sb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

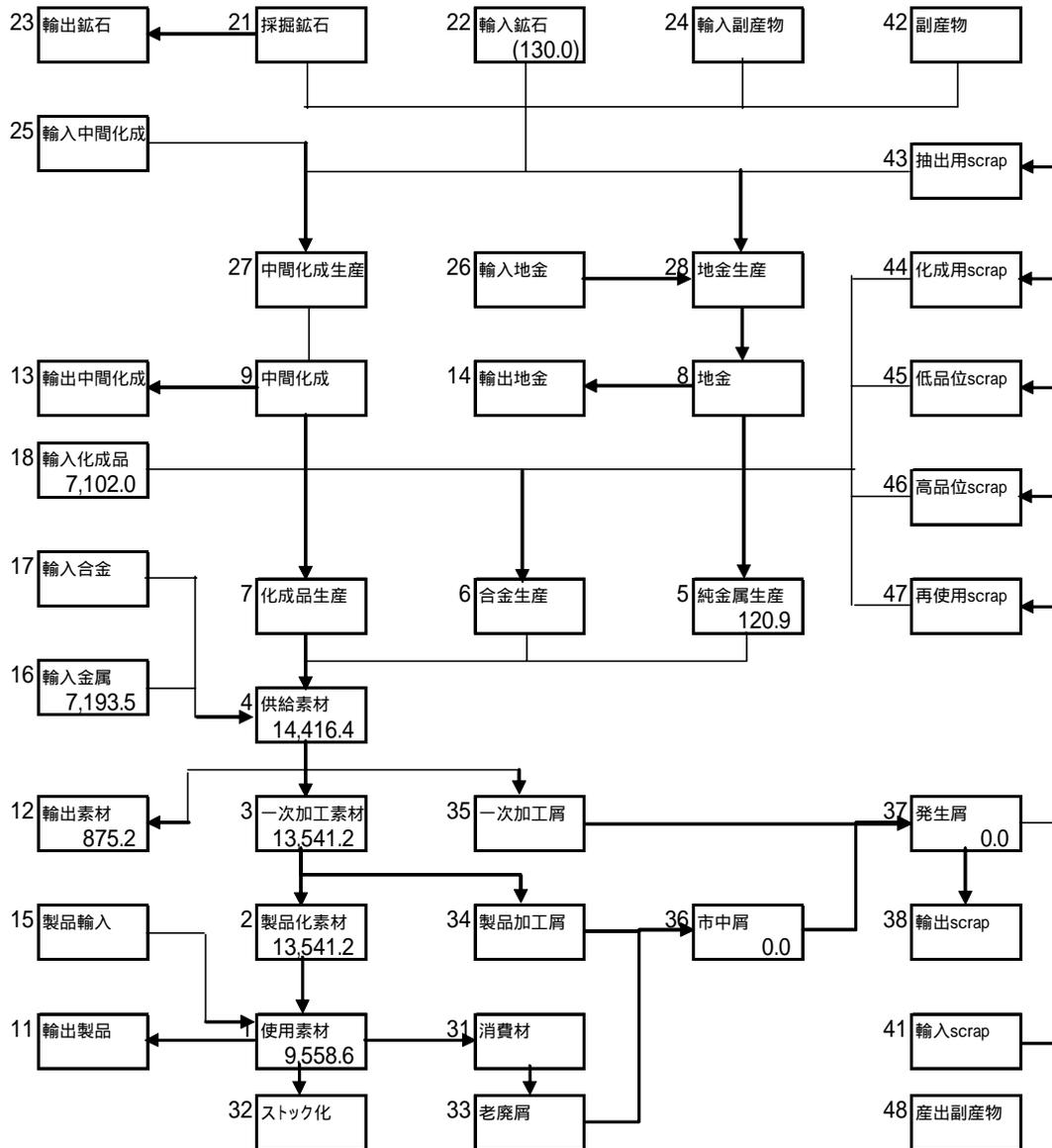
Note:

- 輸入鉱石は、金属アンチモンの生産量の相当する仮の量を想定して記入
- 輸入素材は、a)金属アンチモンの輸入量
- 輸入半製品は、c)三酸化アンチモンの輸入量
- 輸出製品は、a)金属アンチモンの輸出量
- 素材生産は、a)金属アンチモンの生産量
- 素形材生産 in, out は、素材生産 out + 輸入素材
- 中間製品生産 in は、素形材生産 out + 輸入半製品
- 中間製品生産 out は、a)内需 (蓄電池、硬鉛鋳物、特殊鋼、摩擦合金、その他) + c)

三酸化アンチモン出荷実績 + a)その他輸出货量

9. 最終製品 in, out は、a)内需 + c)三酸化アンチモン用途別出荷実績（難燃助剤、塗料・顔料、ガラス、ホーロー、その他）

Sb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a) 内需 + c) 三酸化アンチモン用途別出荷実績(難燃助剤、塗料・顔料、ガラス、ホーロー、その他)
2	製品化素材	一次加工素材
3	一次加工素材	供給素材-a) 輸出金属アンチモン
4	供給素材	a) 輸入アンチモン金属 + c) 輸入三酸化アンチモン + a) 金属アンチモン生産
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	a) 金属アンチモン
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a) 金属アンチモン
17	合金輸入	
18	化成品輸入	c) 三酸化アンチモン
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	アンチモン鉱石の輸入推定量
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(8) Hg のマテリアルフロー

(a) 日本の Hg のマテリアルフロー概況

Hg の供給¹⁾

2003 年の Hg は、日本では生産されていない。回収で 0.9t、輸入で 5.5t が供給されている。

Hg の内需¹⁾

2003 年の Hg の内需は、合計 8.3t で、内訳は、無機薬品 0.003t、計量器 1.5t、電池材料 1.3t、その他 1t である。

経産省の公式統計では、2003 年の輸出 126t となっているが、3 月 50t、9 月 69t と異常に多い月がある。2002 年の輸出は、5t であり、何か異常な年であったと考えられる。

Hg のリサイクル²⁾

毎年 8t 前後の Hg が現在でも供給され、1t 程度が回収されている。Hg の汚染については、昭和 50 年度版環境白書の第 4 章第 7 節の「水銀・PCB の汚染の現状と対策」に詳しい。

引用文献：

- 1) 経産省：「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」2004
- 2) 環境省：「昭和 50 年度版環境白書」

(b) 日本の Hg のマテリアルフロー統計

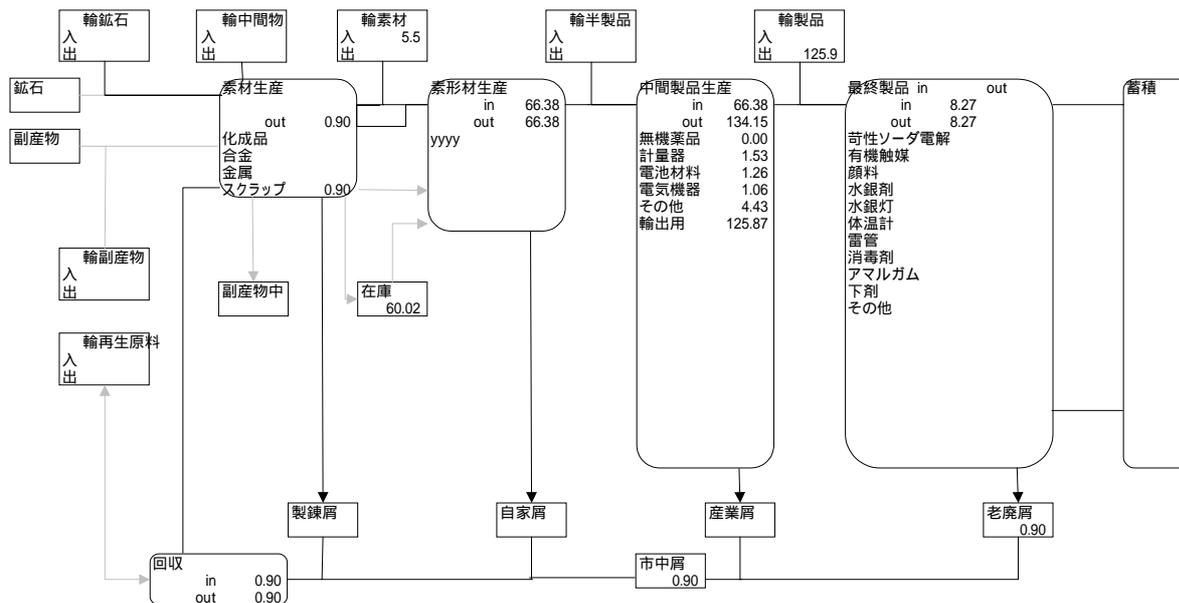
Hg のマテリアルフロー統計の状況

Hg のマテリアルフロー統計は、経産省の公式統計にあるので、多少状況が把握できる金属である。

Hg のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Hg	輸入資源	5.459	輸出品	125.872	一次資源	5.459	二次資源	0.897	天然資源	5.46	老廃資源	0.90
単位(t)	TMR	1	使用総量	83	総資源要求	3.37E-01	二次資源利用率	141	老廃資源利用	10.8%		
	1 資源指標	1	天然資源消費	0.3	総資源指標	8.27E+00	天然資源削減率	95.9	輸入資源依存	66.0%		
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	83	TMR	3.37E-01	recycled material %	141	Ecl.-resource%	10.8%		
	1 RSV/ton-met	1	resource cons	0.3	RSV	8.27E+00	natural resource dependence	41	import dependence	66.0%		

Hg のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



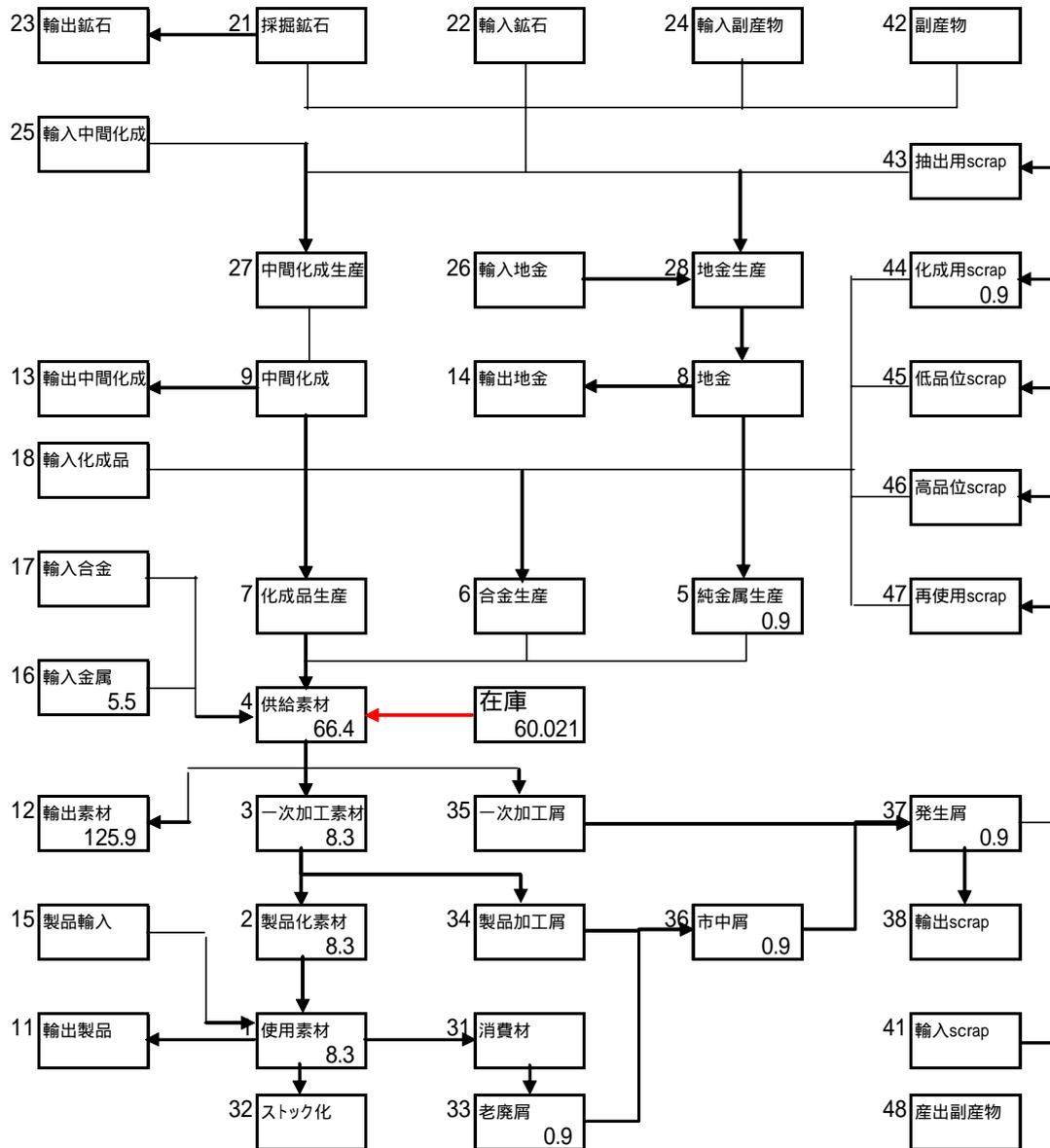
出典：

- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) 環境省：環境白書 1975

Note:

- 1．輸入素材は、a)水銀輸入量
- 2．製品輸出は、a)水銀輸出量であるが、2002 年度 5t であった水銀が 2003 年度 125t に増えたか疑問である。供給量からも説明が出来ない
- 3．スクラップは、a)回収量
- 4．在庫は、a)月初在庫量で、この在庫量からも、大量の輸出量は説明できない
- 5．素形材生産 in, out は、素材生産+素材輸入
- 6．中間製品生産 in は、素形材生産
- 7．中間製品生産 out は、a)内需（無機薬品、計量器、電池材料、電気機器、その他）+ a)輸出量
- 8．最終製品 in, out は、a)内需量
- 9．老廃くずは、a)回収量
- 10．最終製品の用途は、d)環境白書より引用

Hg のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:		
1	使用素材	a) 内需(無機薬品、計量器、電池材料、電気機器、その他)
2	製品化素材	同上
3	一次加工素材	同上
4	供給素材	a) 輸入水銀 + a) 回収水銀 + a) 月初在庫
5	高品位金属生産	a) 回収水銀の金属水銀製造を仮定
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	a) 水銀輸出、しかし、これの見合う水銀量がない
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a) 回収水銀量
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	老廃くず
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	老廃くず
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(9) Mo のマテリアルフロー

(a) 日本の Mo のマテリアルフロー概況

Mo の原料¹⁾

Mo 鉱の輸入は、約 10,000t で、国内鉱石が 64t で、輸出鉱石が 45t と僅かある。その他鉄鋼原料として、酸化モリブデンブリケットが、23,577t ある。

Mo 素形材生産¹⁾

Mo 素形材の生産の合計は 9,492t で、その内訳は、金属モリブデン 562t、フェロモリブデン 4,395t、ブリケット 689t、無機薬品 2,246t、その他 1,599t である。その他に、金属モリブデンの輸入が 450t、輸出が 70t ある。

Mo 中間製品の生産¹⁾

Mo 中間製品の生産の合計は、27,103t で、その内訳は、特殊鋼 26,415t、棒板線 497t、磁性材料 6t、その他 184t である。

Mo の最終製品

Mo の最終製品の統計値はない。

Mo のリサイクル²⁾

老廃屑として、使用済触媒 826t、金属スクラップ量 2,900t が推定されている。

引用文献：

- 1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 2)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

(b) 日本の Mo のマテリアルフロー統計

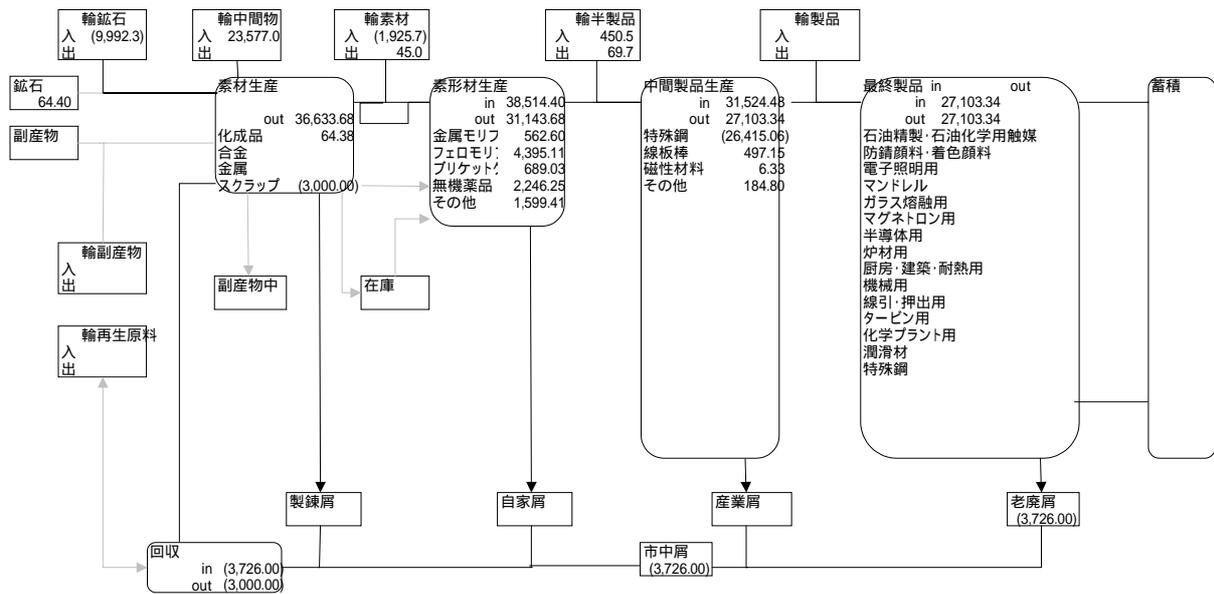
Mo のマテリアルフロー統計の状況

Mo のマテリアルフロー統計は、経産省の公式統計のモリブデン鉱石と金属モリブデンの統計に、モリブデンの鉄鋼原料の値を考慮して、推計をした。モリブデン金属に関する統計は、業界情報があるが、純粹に金属モリブデンの製品の統計値に限られている。モリブデンの大量の消費である鉄鋼の合金成分としての添加量の統計値が掴みにくいのが問題である。従って、リサイクル量も正確に把握しがたい。

Mo のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Mo	輸入資源	359452	輸出品	1147	一次資源	360092	二次資源	300	天然資源	360092	老廃資源	372600
単位)	TMR	1	使用量	27,083	総資源要求	359E+04	二次資源使用率		77	老廃資源利用		137%
	資源指標	1	天然資源消費	35882	総資源指標	27E+04	天然資源削減率		-323	輸入資源依存		132%
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	27,083	TMR	359E+04	recycled material %		77	EdL-resource%		137%
	RSV/ton-req	1	resource cons	35882	RSV/	27E+04	natural resource dependence		1323	import dependence		132%

Mo のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

Note:

- 1 . 輸入鉱石は、a)モリブデン鉱輸入 33,569t から a)酸化モリブデンブリケット 23,577t を引いた計算値
- 2 . 輸入中間物は、a)酸化モリブデンブリケット（鉄鋼原料購入量）30,695t の Mo 純分 77%を掛けて Mo 純分に換算した値
- 3 . 素材輸入は、a)フェロモリブデン受入 5,318t から a)フェロモリブデン生産 2,691t を引いた 3,106t のモリブデン純分（62%）を換算した値
- 4 . 半製品輸出は、a)モリブデン鉱輸出 44t から
- 5 . 製品輸出入は、a)金属モリブデンの輸入 450t と輸出 69t から
- 6 . 素材生産 out は、輸入鉱石+輸入中間物+化成品+スクラップの合計
- 7 . 素材生産の化成品は、a)モリブデン鉱の生産 64t を示す。
- 8 . スクラップは、回収スクラップ推定値 3,726t から、3,000t が使用されたと推定
- 9 . 素形材生産 in は、素材生産 out+輸入素材
- 10 . 素形材生産 out は、a)モリブデン鉱内需の各製品の合計 9,483t + 中間物輸入 23,577t + 素材輸入 1,925t の合計
- 11 . 中間製品生産 in は、素形材生産 out - 半製品輸出 45t の合計
- 12 . 中間製品生産 out は、特殊鋼 26,415t + a)金属モリブデンの特殊鋼を除く製品（線板

棒、磁性材料、その他)の合計

13 特殊鋼は、a)金属モリブデン特殊鋼需要 2,615t + b)鋼材・スーパーアロイ生産 23,800t
の合計

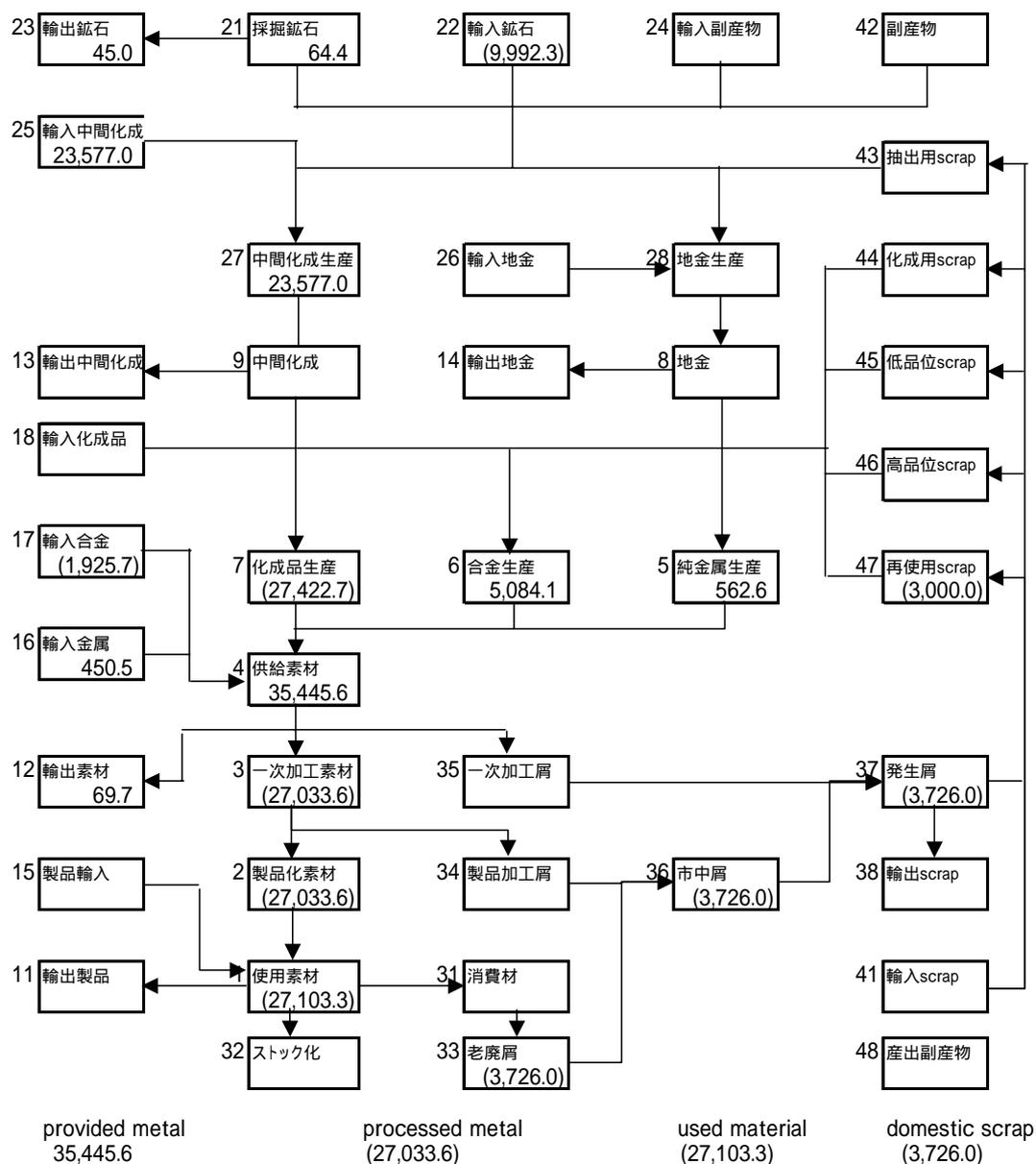
14 最終製品の in/out は、中間製品生産 out + 製品輸入 - 製品輸出の合計

15 最終製品の統計値は無いが、モリブデン最終製品の主な用途を示した

16 老廃くずは、b)使用済み触媒リサイクル量 826t + b)金属スクラップ量 2,900t の合計

17 その他用途として、モリブデン硫化鉬からの潤滑剤の用途があるが、量的には不明

Mo のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	2「製品化素材」+15「製品輸入」-11「製品輸出」
2	製品化素材	3「一次加工素材」
3	一次加工素材	4「供給素材」-12「輸出素材」
4	供給素材	5「純金属生産」+6「合金生産」+7「化成品生産」+17「輸入合金」
5	高品位金属生産	a)モリブデン鉱内需金属モリブデン562tから
6	合金生産	a)モリブデン鉱内需フェロモリブデン4295t+ブリケットクリンカー689tの合計
7	化成品生産	a)原料受払い酸化モリブデンブリケットのMo純分換算(77%純分)23,577t+a)モリブデン鉱内需無機薬品2246t+その他1599tの合計
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	a)金属モリブデン輸出69tから
12	輸出素材	a)モリブデン鉱輸出44tから
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	a)金属モリブデン輸入450tから
16	金属輸入	
17	合金輸入	a)フェロモリブデン受入5797t(Mo純分3594t)-a)フェロモリブデン生産2692t(Mo純分1668t)よりMo純分1926tを輸入量として算出
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	a)原料受払い酸化モリブデンブリケット30695t(Mo純分23577t)を輸入と推定して純分表示。
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	25「輸入中間化製品」から酸化モリブデンを生産と推定
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b)使用済み触媒826tリサイクル+b)金属スクラップ2900tの合計
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成品スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	33「老廃(ず)」3726tから3000tをスクラップ使用量と推定
48	副産物産出	

(10) W のマテリアルフロー

(a) 日本の W のマテリアルフロー概況

W の原料²⁾

W の原料は、輸入鉬石としてウォルフマイトとシーライトの合計 1,862t とパラタングステン酸アンモン他 1,721t との合計 3,581t である。

W の素材生産²⁾

W の素材生産量は、原料 3,581t にスクラップ量 682t の合計 4,265t とした。これらの原料を使用して、カルシウムタングステンクリンカー 223t、金属タングステン 103t の生産があるが、詳細が分からないので、それは内数として生産量に含めていない。

W の素形材生産^{1) 2)}

W の素形材生産は、金属タングステン生産 3,332t と輸入素材のタングステン粉末 452t、フェロタングステン 1,006t、タングステンカーバイト 1,838t の合計 6,628t である。

W の中間製品生産²⁾

W の中間製品生産は、特殊鋼 1,189t、超硬合金 5,199t、線棒 153t、細棒 127t、トリタン 38t、純接点 18t、銅合金 199t、銀合金 13t、加工品 96t、無機薬品 400t の合計 7,332t である。これは、素形材生産量 6,628t より多く、在庫での調整を考慮しなければならないのであろう。

W のリサイクル²⁾

W のリサイクルは、老廃屑は使用済の切削工具、超硬合金工具 448t と超硬合金製造時の自家屑 254t の合計 702t である。

引用文献：

- 1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 2) (独) 石油天然ガス・金属鉬物資源機構：鉬物資源マテリアルフロー 2004

(b) 日本の W のマテリアルフロー統計

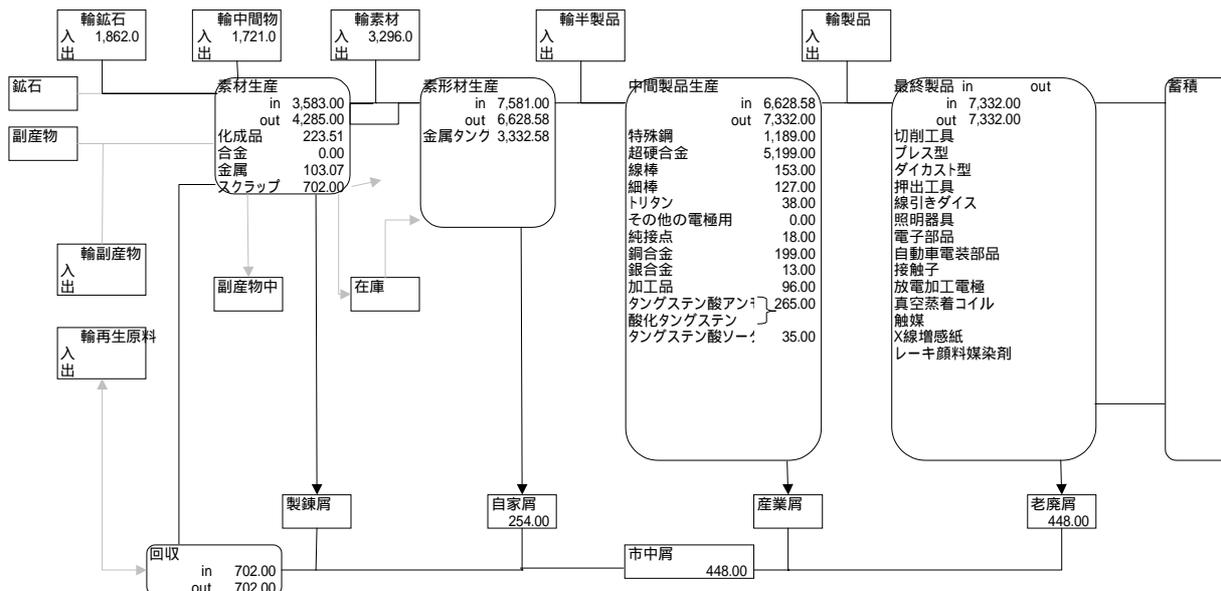
W のマテリアルフロー統計の状況

W のマテリアルフロー統計は、経産省の公式統計があるが、特殊鋼や超硬合金などに添加されるタングステン量を鉄鋼原料から推定しようとしても、フェロタングステン生産量 12t、鉄鋼業者分受払 831t で、特殊鋼や超硬合金の生産量と比較して少なすぎる。タングステン製品の生産量は、JTMIA などの業界資料を参考に出来るが、大量にタングステンが使用される鉄鋼関係のデータがない。それで、鉬物資源マテリアルフローの統計値に頼らざるを得ないのが現状である。

W のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

W	輸入資源	6879	輸出品	0	一次資源	6879	二次資源	702	天然資源	687900	老廃資源	44800
単位)	TMR	1	使用量	7,332.0	総資源要求	688E+03	二次資源使用率		93	老廃資源用		6.1%
	1資源目標	1	天然資源率	68790	総資源目標	7,33E+03	天然資源削減率		62	輸入資源依存		93.8%
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	7,332.0	TMR	688E+03	recycled material %		93	EoL-resource%		6.1%
	1RSV/ton-met	1	resource cons	68790	RSV	7,33E+03	natural resource dependence		93.8	import dependence		93.8%

W のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

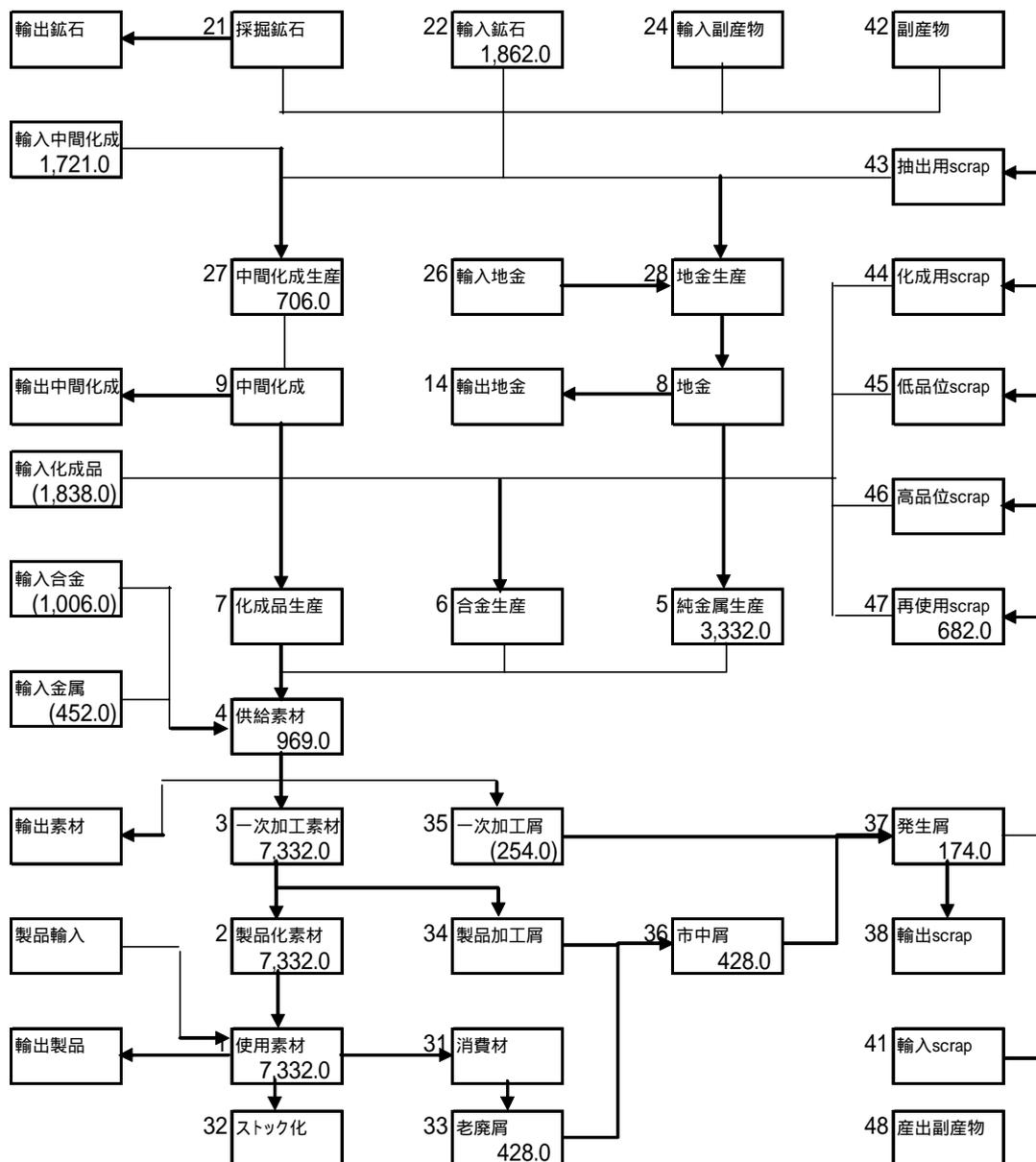
Note:

1. 輸入鉱石は、b)ウォルフマイトとシーライト合計 1,862 t を採用
2. 輸入中間物は、b)パラタングステン酸アンモン他 (ATP 他) 1,721t を採用
3. 素材生産 in は、輸入鉱石 1,862t と輸入中間物 1,721t の合計 3,583t とした
4. 素材生産 out は、in にスクラップ 682t を加えた。a)のカルシウムタングステンクリンカー生産 223t と金属タングステン生産 103t は、輸入鉱石原料を使用しているので、加えてない
5. スクラップ 682t は、b)の使用済み切削工具 150t、使用済み超硬合金工具類 52t の老廃くずとタングステンカーバイト生産スクラップ 254t の自家製くずの合計である
6. 輸入素材は、b)のタングステン粉末輸入 452t、フェロタングステン輸入 1,006t とタングステンカーバイト輸入 1,838t の合計
7. 素形材生産 in は、素材生産 out 4,265t と素材輸入 3,296t の合計、out は、a)金属タ

ングステン生産 3,332t と素材輸入の合計 6,628t で示した

- 8 . 中間製品生産は、b)の特殊鋼以下の生産量を採用、その合計を out に示した
- 9 . 老廃屑は、b)使用済切削工具屑 150t、b)使用済超硬工具 298t の合計 448t である。自家屑は、b)254t である
- 10 . 問題は、タングステン製品の生産量は、JTMIA などの業界資料を参考にすることが出来るが、特殊鋼と超合金鋼の大量にタングステンが使用されているところの数量が不明確である所である
- 11 . 例えば、a)の統計にフェロタングステンの生産は 12t、鉄鋼業者分受払は 831t とあるが、それと特殊鋼や超合金鋼の生産量と比べると少なすぎる

W のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	b) 特殊鋼,超硬合金、線棒、細棒などの合計
2	製品化素材	1と同じ
3	一次加工素材	1と同じ
4	供給素材	b) 輸入金属、輸入合金、輸入化製品、輸入鉍石、再使用スクラップの合計
5	高品位金属生産	a) 金属タングステン生産量
6	合金生産	フェロタングステンの生産なし
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	b) タングステン粉末
17	合金輸入	b) フェロタングステン
18	化成品輸入	b) タングステンカーバイト
21	採掘鉍石	
22	輸入鉍石	b) ウォルフマイト,シーライト
23	輸出鉍石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	b) パラタングステン酸アンモン他 (ATP他)
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	b) タングステン酸カルシウム
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b) 使用済切削工具、超硬合金工具類
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	b) タングステンカーバイト生産くず
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	b) 老廃くず、一次加工くず
48	副産物産出	

(1 1) Ni のマテリアルフロー

(a) 日本の Ni のマテリアルフロー概況

Ni の原料²⁾

Ni の原料は、輸入鉍石 69,999t、輸入ニッケルマット 71,000t、フェロニッケル 17,400t の合計 158,399t である。

Ni の素形材生産^{1) 2)}

Ni の素形材生産は、ニッケル地金 34,980t、酸化ニッケル 53,697t、硫酸ニッケル 2,100t の合計 90,687t であるが、輸入が、ニッケル地金 61,344t、酸化ニッケル 950t、ニッケル粉 1,133t、硫酸ニッケル 540t の合計 62,634t がある。素材生産として、フェロニッケル生産 75,399t、輸入が 88,400t の合計で 163,799t である。中間製品生産 292,279t に対して、合計 254,486t で少ないようである。そして、輸出フェロニッケル 19,230t と輸出酸化ニッケル 25,520t の合計 44,750t を考慮するとますます足りない。多分、ステンレス鋼生産にスクラップ 131,974t が原料として寄与しているのであろう。

Ni の中間製品の生産^{1) 2) 3)}

Ni の中間製品の生産は、ステンレス鋼生産 269,000t、メッキ 10,000t、触媒 1,319t、磁性材料 1,843t、非鉄合金 1,300t、電池 6,255t、その他 2,562t の合計 292,279t である。ステンレス鋼の輸入 9,367t、輸出 117,395t がある。従って、最終製品の国内需要は、122,750t である。本報告では、ステンレス鋼の他に Ni 基超合金が生産されているが、数量が明確でないので、ステンレス鋼のニッケル含有量を 8%と仮定して、ステンレス鋼で使用されたニッケル量を少し大きめに想定してある。

Ni のリサイクル²⁾

ステンレス鋼生産で発生する自家屑 35,000t、中間製品加工で発生する産業屑を 615,000t、老廃屑はステンレス鋼屑 8,300t、廃触媒 494t、電池屑 180t と想定した。

引用文献：

- 1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 2) (独)石油天然ガス・金属鉍物資源機構：鉍物資源マテリアルフロー2004
- 3) ステンレス協会：統計 2003

(b) 日本の Ni のマテリアルフロー統計

Ni のマテリアルフローの状況

Ni のマテリアルフローは、経産省の公式統計もあるにも関わらず、ニッケルが大量に使用される鉄鋼、特にステンレス鋼や Ni 基超合金へのニッケル量の把握が困難であり、またそのリサイクル量の把握も公表される統計値がないため、非常に誤差が大きくなる。また、公式統計のニッケル屑は、発生 326,68t、回収 907,584t の合計 1,376,618t となっていて、

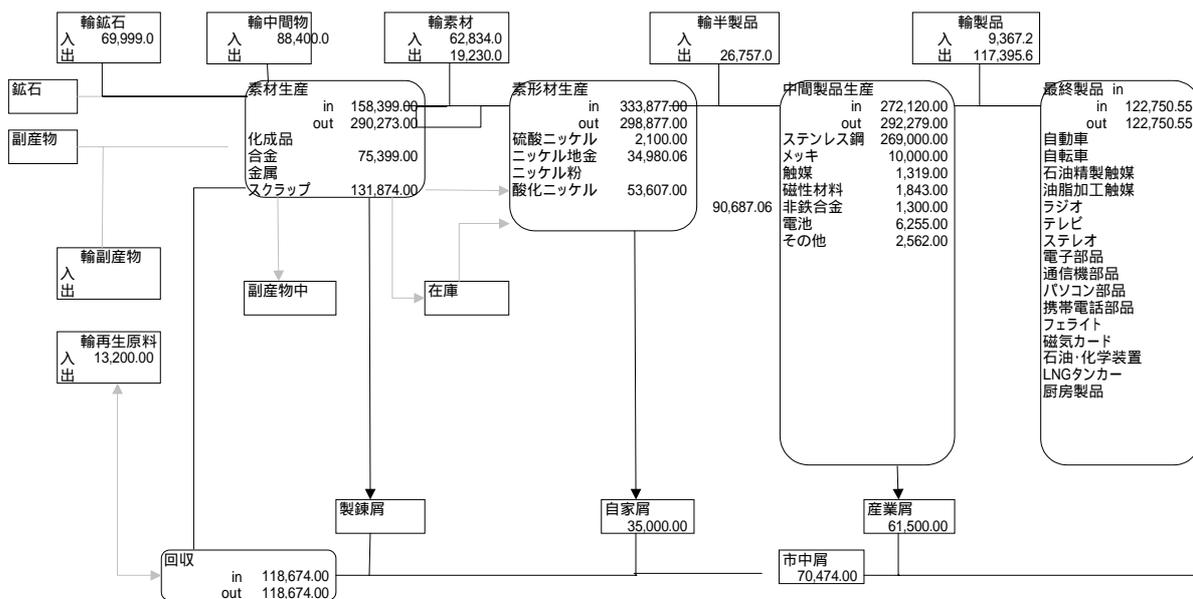
ステンレス鋼の生産量から考えても、一桁ほど大きすぎる。

また、無機薬品の生産や使用は、比較的小さい企業が行っている関係で、統計量がなく、正確なマテリアルフローが描けない。電池など大企業が生産している製品は、生産量が把握できるので、逆算で使用量を推定できるようになって来ている。

Niのマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Ni	輸資源	200007	輸製品	100000	資源	200007	資源	100000	資源	200007	資源	100000
単位	TMR		使用量	127506	資源	99500	資源	340	資源	73		
単位	TMR/tonne		資源	99970	資源	12500	資源	194	資源	198		
単位	FS/tonne		資源	127506	TMR	99500	resource%	340	Ed-resource%	73		
単位	FS/tonne		resource%	99970	FS	12500	total resource%	806	input dependence	198		

Niのマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

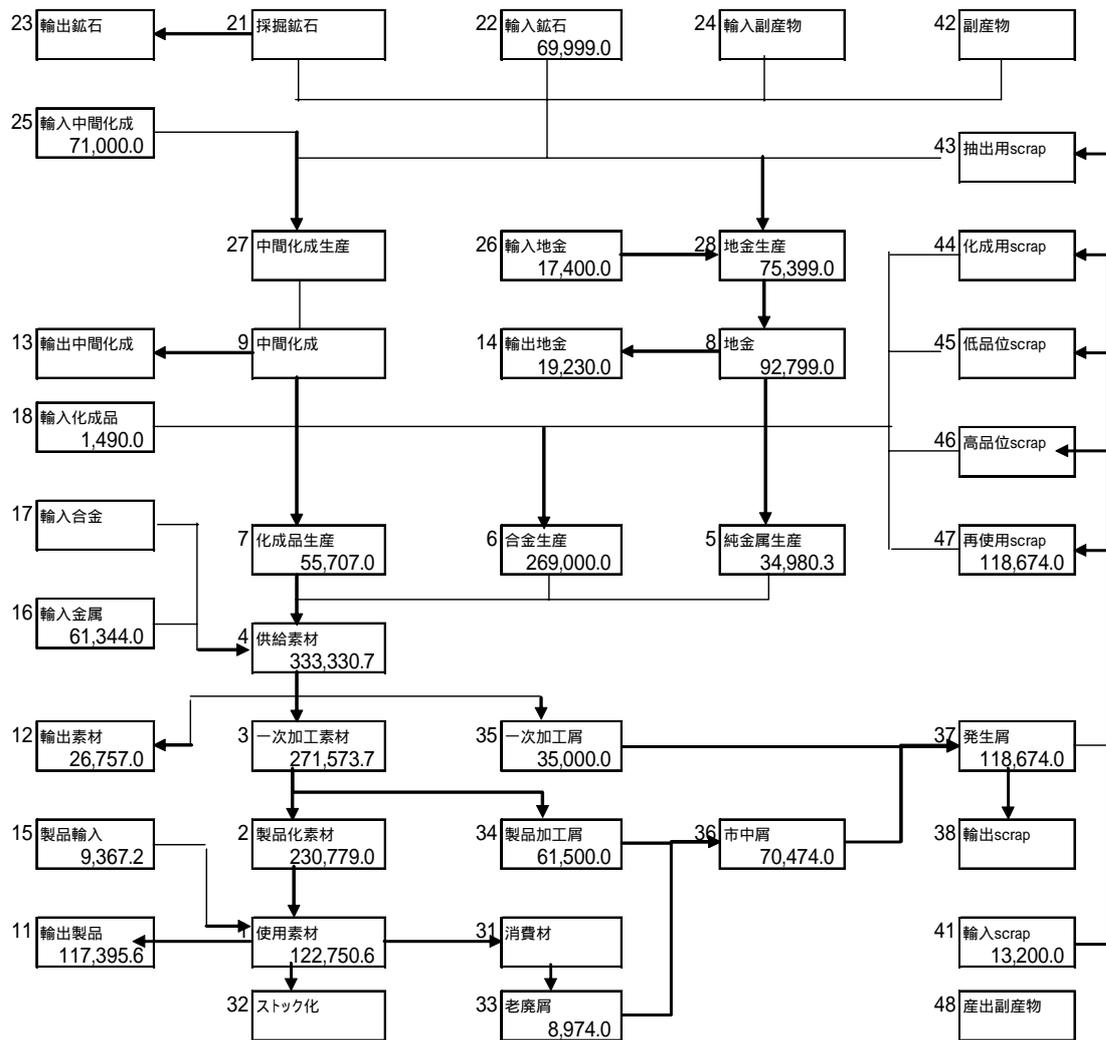
- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004

Note:

- 1. 輸入鉱石は、b)のニッケル鉱石 69,999t を採用
- 2. 輸入中間物は、b)ニッケルマット 71,000t、b)フェロニッケル 17,400t

- 3 .輸入素材は、b)硫酸ニッケル 540t、a)ニッケル地金 61,344.064t、b)ニッケル粉 7,734t、
b)酸化ニッケル 950t
- 4 . 輸出素材は、b)フェロニッケル 19,230t
- 5 . 輸出半製品は、ニッケル地金 104t、酸化ニッケル 25,520t、硫酸ニッケル 1,133t の合計 26,757t である
- 6 . 製品の輸出は、ステンレス鋼 1,453,363t のニッケル分 117,385t である。その他に Ni 基スーパーアロイもある
- 7 . 製品の輸入は、ステンレス鋼 115,966t のニッケル分 9,367.2t である
- 8 . 素材生産は、in は、輸入鉱石と輸入中間物の合計、out は、in に b)スクラップ 118,674t を加えた。合金生産は、b)フェロニッケル生産 75,399t を示しているが、out に加えていない
- 9 . 素形材生産は、in は、素材生産 out に素材の輸出入を加えた。out は、in から自家屑 35,000t を引いた数値で示した
- 10 . 中間製品生産 in は、素形材生産 out から b)輸出半製品を引いた
- 11 . 中間製品生産 out は、ステンレス鋼以下の b)のそれぞれの製品の消費量の合計
- 12 . 最終製品 in, out は、中間製品生産 out から輸出入の製品をプラス、マイナスした後、製品加工時に発生する産業屑を引いた
- 13 . 自家屑は、b)自家発生屑 35,000t
- 14 . 産業屑は、b)ステンレス鋼屑 61,500t
- 15 . 老廃屑は、b)ステンレス鋼スクラップ 8,300t、廃触媒 494t、電池屑 180t の合計 61,500t
- 16 . b)の屑合計は、118,674t であるが、a)の統計値のニッケルくずは、発生 326,683t、回収 907,584t で合計 1,376,618t であり、後者の値はステンレス鋼の生産量から考えても非常に大きすぎる
- 17 . 輸入屑は、b)13,200t
- 18 . 合計屑は、 $35,000t + 61,500t + 8,300t + 494t + 180t + 13,200t = 118,000t$ である。これがすべて原料として使用されたとした
- 19 . 問題は、ステンレス鋼や特殊鋼の使用されるニッケル量の把握が統計上困難である上に鉄鋼での使用量が大きいため、ニッケルのマテリアルフローは誤差が大きくなる

Ni のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	製品化素材と同じ
2	製品化素材	一次加工素材から製品加工屑を引く
3	一次加工素材	供給素材から輸出素材と一次加工屑を引く
4	供給素材	輸入金属、化成品生産、合金生産、純金属生産の合計から輸出地金を引く
5	高品位金属生産	a) ニッケル地金生産量
6	合金生産	b) ステンレス生産量
7	化成品生産	b) 硫酸ニッケルと酸化ニッケルの生産量合計
8	地金	輸入地金と地金生産の合計
9	中間化成品	
11	製品輸出	c) ステンレス鋼輸出1,453,363tのニッケル分117,395.6t
12	輸出素材	b) ニッケル地金、酸化ニッケル、硫酸ニッケルの合計
13	化成品輸出	
14	地金輸出	b) フェロニッケル
15	製品輸入	c) ステンレス鋼輸入115,966tのニッケル分
16	金属輸入	a) ニッケル地金、b) ニッケル粉
17	合金輸入	
18	化成品輸入	b) 硫酸ニッケル、b) 酸化ニッケル
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	b) ニッケル鉱
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	b) フェロニッケル
27	中間化成品生産	
28	地金生産	b) フェロニッケル
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b) ステンレス鋼スクラップ、使用済触媒、使用済電池
34	製品加工屑	b) ステンレス屑
35	一次加工屑	b) ステンレス鋼自家発生スクラップ
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	b) ステンレス鋼輸入スクラップ
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(1 2) Co のマテリアルフロー

(a) 日本の Co のマテリアルフロー概況

Co の原料²⁾

金属コバルトの生産は、住友金属鉱山の 379t のみで、それ以外は輸入である。2003 年度の輸入は、コバルト地金および粉末が 12,688t、酸化および水酸化コバルトが 3,527t である。

Co の中間製品生産¹⁾

Co の中間製品の生産は、14,239t で、その内訳は、特殊鋼 1,041t、磁性材料 173t、管板棒線 404t、超硬工具 306t、触媒 257t、その他 1,359t、電池 10,697t で、電池が圧倒的に多い。

Co の最終製品^{2) 3)}

最終製品での Co の使用割合は、二次電池 66%、特殊鋼 7%、粉末や金 5%、磁石 3%、触媒 3%、金属石鹼 3%、磁性材料 2%、顔料 1%、その他 10%とされている。

Co のリサイクル²⁾

触媒で 64t 程度回収されていると推定されている。

引用文献：

- 1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 2) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 3) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

(b) 日本の Co のマテリアルフロー統計

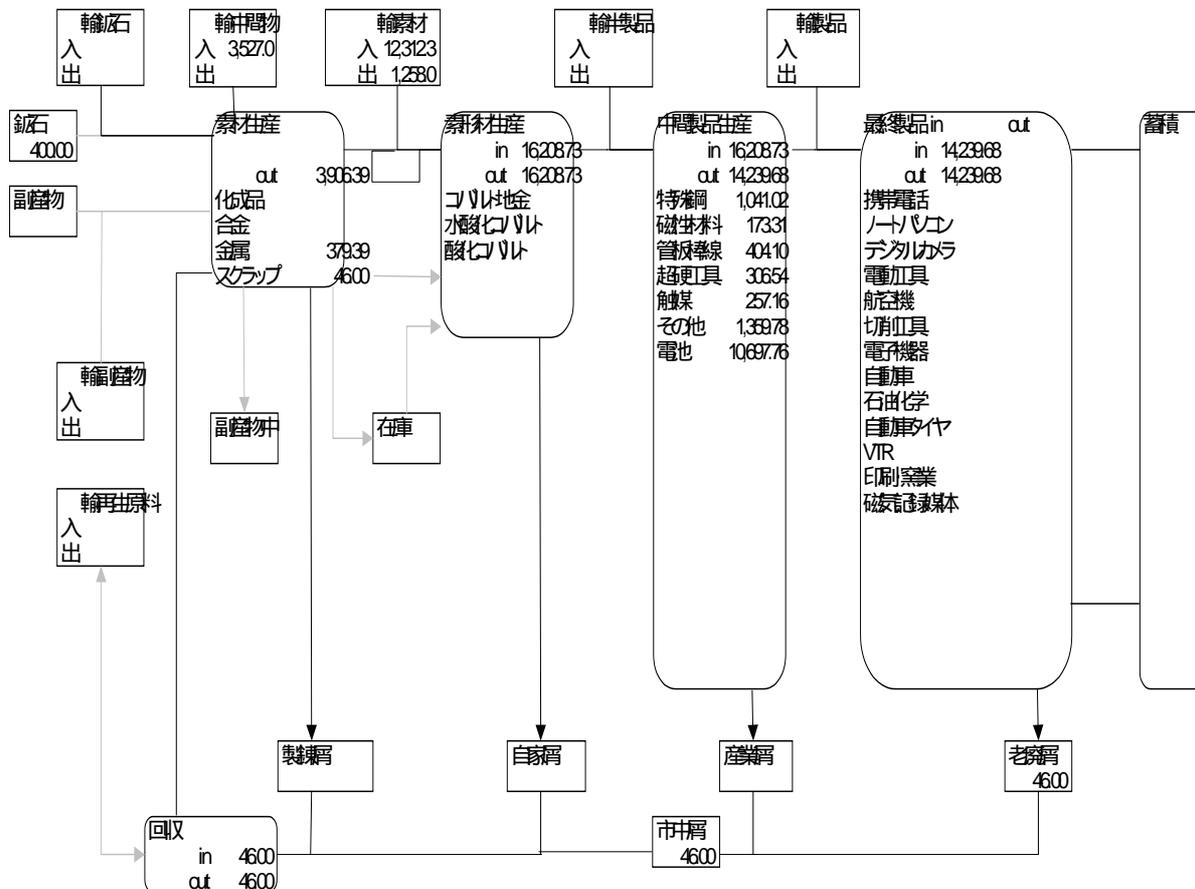
Co のマテリアルフロー統計の状況

Co のマテリアルフローは、経産省の公式統計があるので、生産状況が把握できる。しかし、特殊鋼など鉄鋼への添加量が十分に把握されているとは言いがたい。また、公式統計には、需要の 70%近くを占める二次電池や記憶媒体の用途がカバーされていない。この分野は、技術進歩も大きく、Co の使用量がこのまま伸びるか不明である。リサイクルについても殆ど統計値はなく、電池の回収も今後の課題である。

Co のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Co	輸入資源	1589338	輸出製品	1258	一次資源	1629338	二次資源	46	天然資源	1629334	老廃資源	4600
単位)	TMR	1	使用量	142397	総資源要求	1.4E+04	二次資源使用率	03	老廃資源利用	03%		
	1 資源指標	1	天然資源準	149211	総資源指標	1.4E+04	天然資源削減率	-48	輸入資源依存	111.2%		
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	142397	TMR	1.4E+04	recycled material %	03	Ecl-resource%	03%		
	1 RSV/ton-met	1	resource cons	149211	RSV/	1.4E+04	natural resource dependence	1048	import dependence	111.2%		

Co のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典:

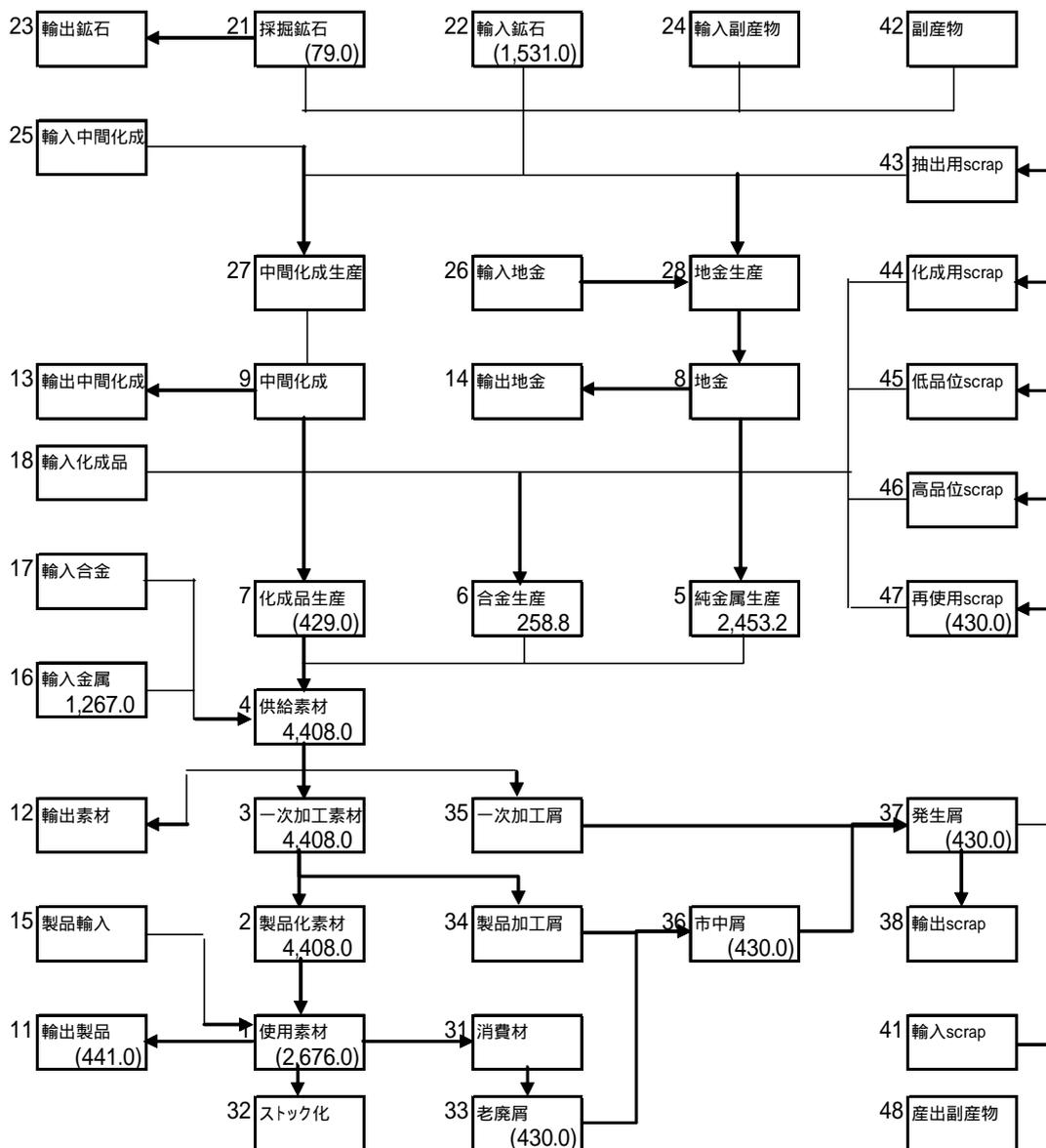
- 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

Note:

- 輸入中間物は、酸化コバルトと水酸化コバルトの合計 b)3,527t
- 金属コバルト生産は、住友金属鉱山による b)379t
- 素材生産 out は、金属コバルト生産と中間物輸入の合計
- 素材輸入は、金属コバルト a)12,312t、輸出は c)1,258t (2002年)
- 素形材生産 in, out は、素材生産 out と素材輸出入の合計
- 中間製品生産 in は、素形材生産 out と同じ、out は、a)特殊鋼以下の需要量の合計と電池需要量を $in \times 0.66$ として計算した量を加えた
- 最終製品 in, out は、中間製品生産 out と同じ

8. 屑については、統計値がない。触媒について 46t 程度の回収が推定されている。電池の回収がこの後の課題である

Co のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

使用素材	b)最終製品需要13,416t
製品化素材	一次加工素材と同じ
一次加工素材	供給素材から輸出素材を引いた
供給素材	輸入金属 + 輸入中間化成品 + 純金属生産の合計
高品位金属生産	b)金属コバルト生産
合金生産	
化成品生産	
地金	
中間化成品	
製品輸出	
輸出素材	c)金属コバルト輸出
化成品輸出	
地金輸出	
製品輸入	
金属輸入	a)金属コバルト輸入
合金輸入	
化成品輸入	
採掘鉱石	住友金属鉱山の金属コバルト生産379tの相当する鉱石量を推定
輸入鉱石	
輸出鉱石	
輸入副産物	
輸入中間化成品	b)水酸化コバルトと酸化コバルトの輸入
輸入地金	
中間化成品生産	
地金生産	
消費財	
蓄積	
老廃屑	
製品加工屑	
一次加工屑	
市中屑	
発生屑	
輸出スクラップ	
輸入スクラップ	
副産物	
抽出用スクラップ	
化成用スクラップ	
低品位スクラップ	
高品位スクラップ	
再生用スクラップ	
副産物産出	

(1 3) Ag のマテリアルフロー

(a) 日本の Ag のマテリアルフロー概況

Ag の原料¹⁾

国内の銀鉱石からの新産銀生産は極僅かで、銅・鉛・亜鉛を精錬する過程で副産物として生産される。その他に、二次業者がスクラップを原料として製造する再生銀と区別されている。

2003 年の新産銀の生産は、2,453t で、再生銀は 259t、その他輸入銀が 1,267t ある。

Ag の中間製品の生産¹⁾

中間製品の生産は、2,676t で、その内訳は、写真感光材料 1,365t、その他の硝酸銀 295t、接点 219t、銀ろう 95t、展伸材 228t、その他 474t である。輸出が 441t ある。

Ag のリサイクル²⁾

Ag のリサイクルの詳しい情報はないが、写真感光材料のリサイクルは古くから確立されていて、約 30% が回収されていると推定されている。

引用文献：

- 1) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- 2)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー 2004
- 3) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

(b) 日本の Ag のマテリアルフロー統計

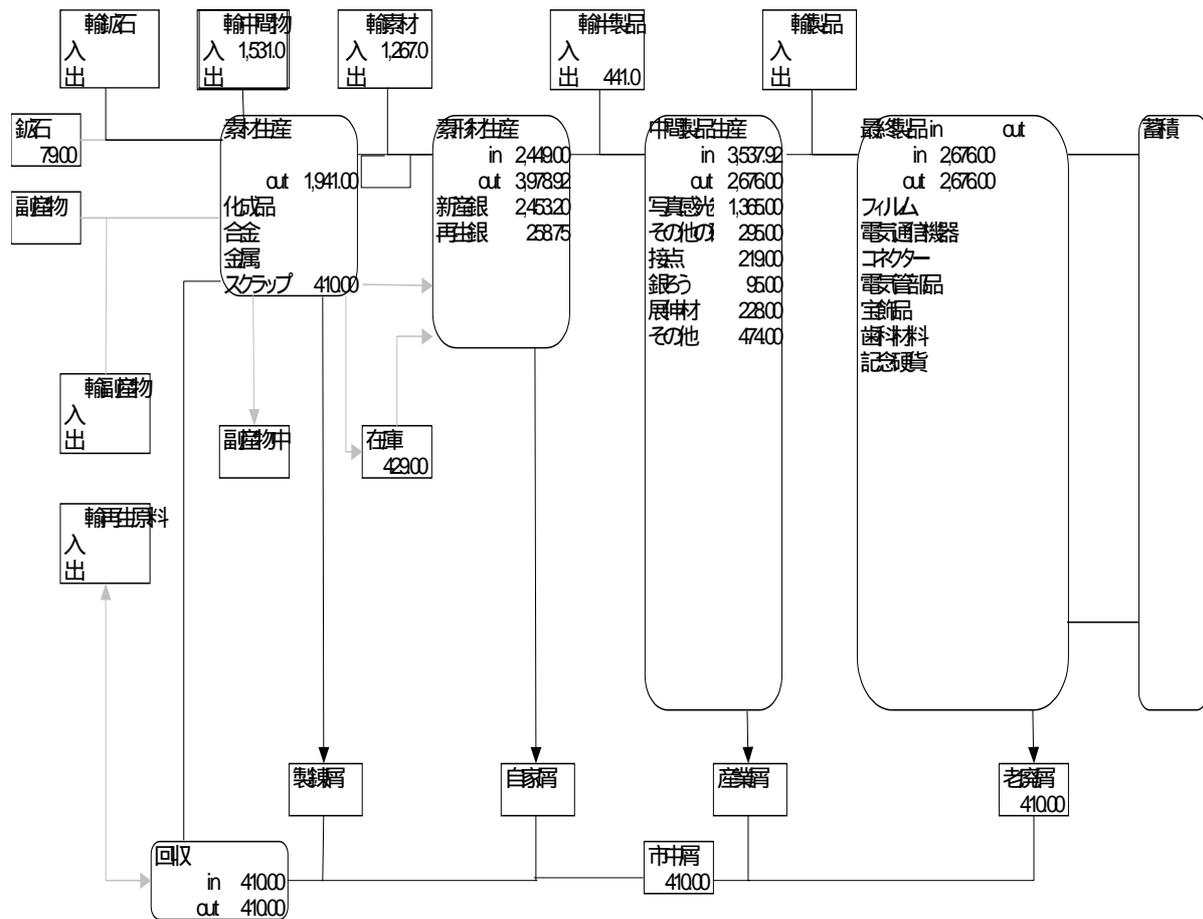
Ag のマテリアルフロー統計の状況

Ag は、経産省の公式統計があるので、比較的生産・需給状況は分かる。しかし、マテリアルフローとなると、貴金属としてある程度退蔵されるので誤差が生じる。最終製品の統計はなく、リサイクルも写真感光材料以外は、はっきりしていない。

Ag のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Ag	輸入資源	2797.995	輸出品	441.0	一次資源	4407.995	二次資源	410.0	天然資源	4407.97	老廃資源	410.00
単位(t)	TMR		1) 使用総量	2676.0	総資源要求	3.78E+03	二次資源使用率		85	老廃資源利用		15.3%
	1) 資源目標		1) 天然資源消費	3.7843	総資源目標	2.68E+03	天然資源削減率		-41.4	輸入資源依存		104.6%
unit(t)	TMR/ton-req		1) demand	2676.0	TMR	3.78E+03	recycled material %		85	EdL-resource%		15.3%
	1) RSV/ton-req		1) resource cons	3.7843	RSV	2.68E+03	natural resource dependence		141.4	import dependence		104.6%

Ag のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- a) 経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報 2003
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- c) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

Note:

- 1. 輸入中間物は、b)の海外鉱からの新産銀量で示す
- 2. スクラップは、b)のスクラップからの新産銀量で示す
- 3. 素材生産 out は、b)輸入鉱石 + b)スクラップで示す
- 4. 輸入素材は、a)銀輸入量を示す
- 5. 素形材生産は、in は、b)国内鉱石 + 素形材生産 out + b)在庫で示し、out は、a)新産銀 + a)発生 + a)輸入銀で示す
- 6. 輸出半製品は、b)の中間製品の輸出量で示す

Note:

1	使用素材	a)最終製品合計
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	供給素材と同じ
4	供給素材	a)輸入金属 + 化成品生産、
5	高品位金属生産	a)新産銀
6	合金生産	a)発生(再生銀)
7	化成品生産	b)在庫
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	a)輸出銀
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)銀輸入
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	b)国内鉱石生産で示す
22	輸入鉱石	b)輸入鉱石からの新産銀量で示す
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b)スクラップからの新産銀量で示す
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	b)スクラップからの新産銀量
48	副産物産出	

(1 4) Au のマテリアルフロー

(a) 日本の Au のマテリアルフロー概況

Au の原料¹⁾

Au の国内生産は、鹿児島県の菱刈鉱山のみで年間 8t 程度生産している。新産金は、銅・鉛・亜鉛の精錬の副産物で、2003 年の新産金生産は、146t、再生金は 20t である。輸入は、85t である。

Au の中間製品の生産³⁾

中間製品の生産は、384t で、その内訳は、電気・通信 86t、歯科・医療 25t、メッキ 21t、金張り用 1t、宝飾用 16t、美術・工芸 5t、メダル用 1t、陶磁器用 1t、私的保有 110t、その他 119t である。その他輸出が 70t ある。

Au のリサイクル²⁾

Au は高価であるのでリサイクルは完全に行われている。しかし、その統計量は不明である。また、退蔵量も多いので更に大きな誤差を生ずる。

宝飾・美術工芸品は、永久保存されるので、たまにリサイクルされる量は 5%程度、電子機器・機械部品用は、10 年ぐらいの寿命で 40%程度、歯科用は、やはり 10 年ぐらいの寿命であるが、80%程度リサイクルされていると推定されている。それで検討すると約 55t がリサイクルされていることになる。

引用文献：

- 1) 経済産業省：資源・エネルギー統計
- 2)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー 2004
- 3) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

(b) 日本の Au のマテリアルフロー統計

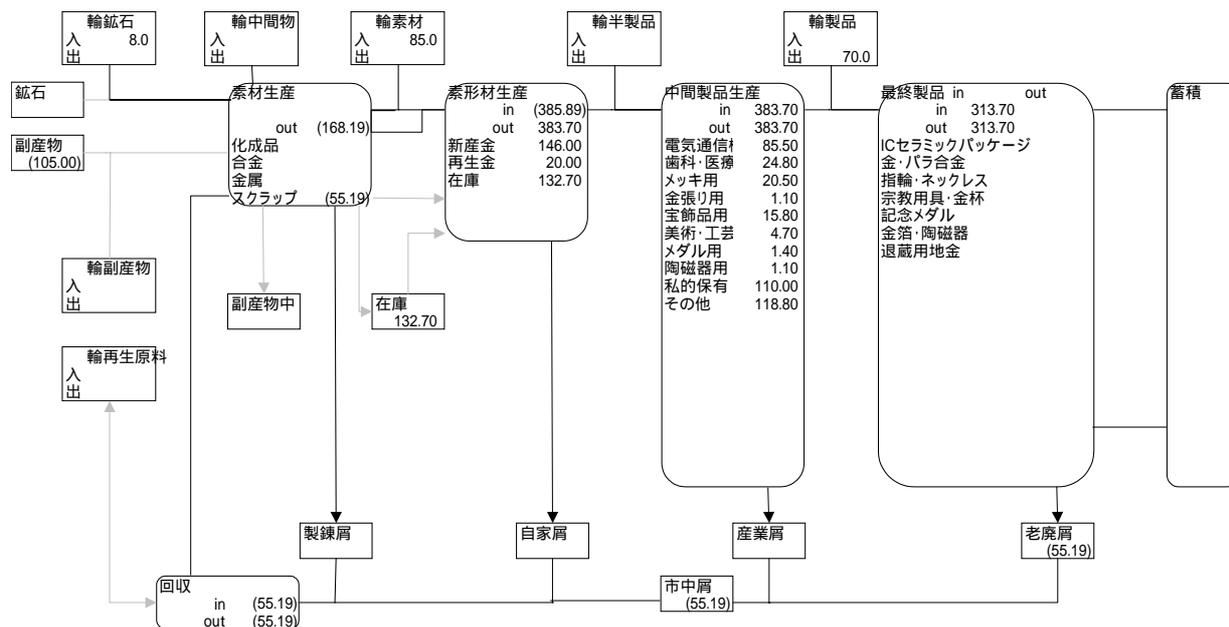
Au のマテリアルフロー統計の状況

Au は、経産省の公式統計があるので、生産・需要が分かる筈であるが、余り明確でない。特に価格変動に伴う投機の対象になるので、購入量が輸出入量の変動に加えて、多くの退蔵量を抱えているので、技術だけではマテリアルフローが整理できない。

Au のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Au	輸入資源	93	輸出品	70	一次資源	93	二次資源	160.19	天然資源	198.00	老廃資源	55.19
単位(t)	TMR	1	使用総量	313.7	総資源要求	1.62E+02	二次資源使用率	63.3	老廃資源利用	17.6%		
1	資源指標	1	天然資源消費	161.9	総資源指標	3.14E+02	天然資源削減率	48.4	輸入資源依存	29.6%		
unit(t)	TMR/ton-metal	1	demand	313.7	TMR	1.62E+02	recycled material %	63.3	EoL-resource%	17.6%		
1	RSV/ton-metal	1	resource consumptio	161.9	RSV	3.14E+02	natural resouce dependanc	51.6	import dependence	29.6%		

Au のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



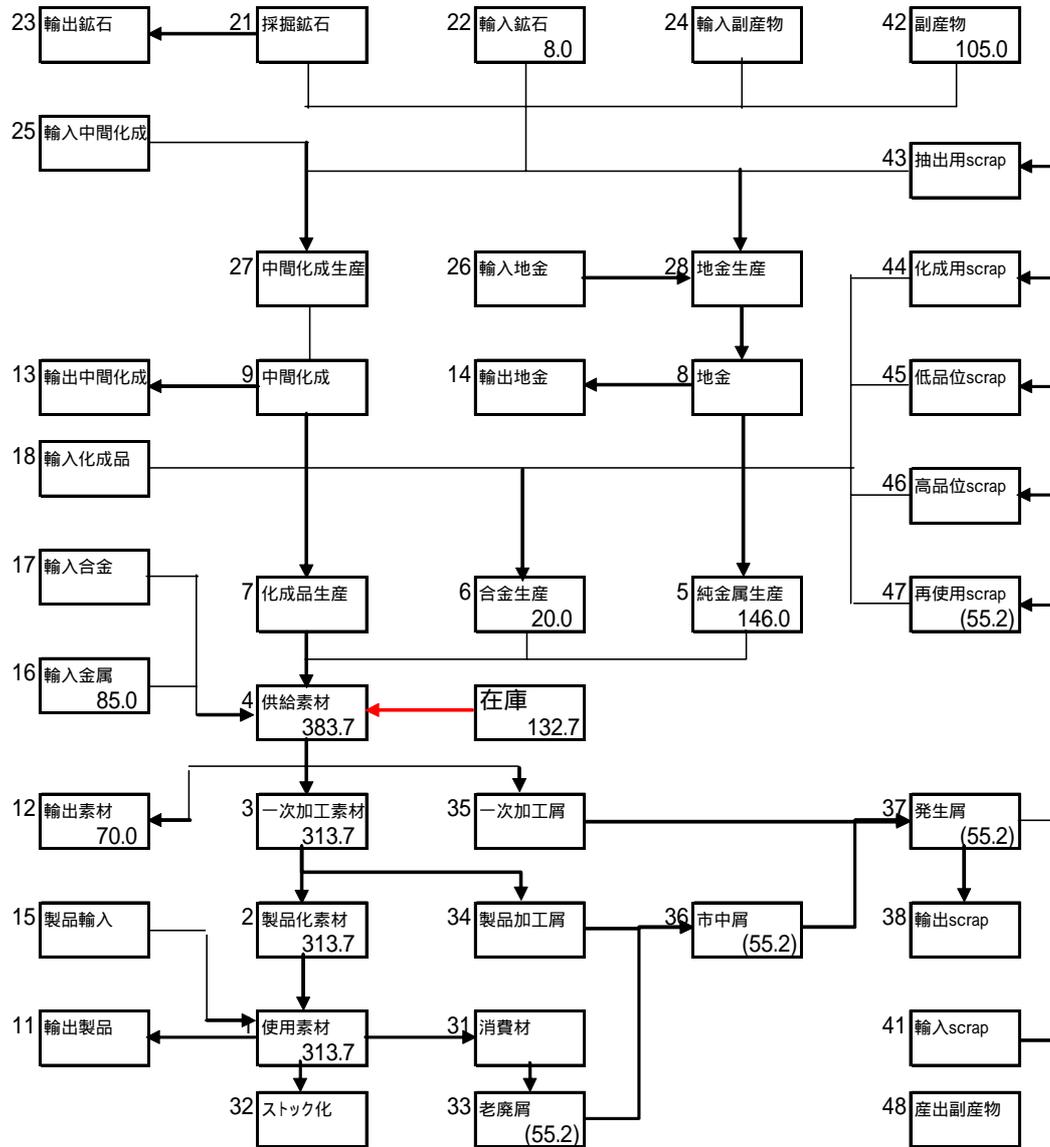
出典：

- a) 経済産業省：資源・エネルギー統計
- b) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- c) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社

Note:

- 1 . 輸入鉱石は、a)金鉱生産量
- 2 . 輸入素材は、c)金輸入量
- 3 . 輸出製品は、c)金輸出量
- 4 . 素材生産 out は、スクラップ + 輸入鉱石 + 副産物
- 5 . 素形材生産 in は、素材生産 + 輸入素材の合金は、c)再生金、金は、c)新産金、スクラップは、c)の分野別リサイクル率から算出
- 6 . 素形材生産 out は、c)国内新産金 + c)再生金 + c)その他(在庫と見做す) + c)輸入金
- 7 . 中間製品生産 in は、素形材生産 out
- 8 . 中間製品生産 out は、c)用途別最終製品需要 + c)輸出量
- 9 . 最終製品 in, out は、中間製品生産 out - 輸出製品
- 10 . 老廃くずは、宝飾品、美術工芸、メダル、退蔵、私的保有の 5%、歯科・医療の 80%、電気通信・機械部品の 40%がリサイクルされるとして計算
- 11 . 副産物は、他金属精錬などからの副産物を推定

Au のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	c)内需合計
2	製品化素材	一次加工素材
3	一次加工素材	供給素材 - 輸出素材
4	供給素材	c)新産金生産 + c)再生金生産 + c)輸入 金地金 + c)在庫(私的放出)
5	高品位金属生産	c)新産金
6	合金生産	c)再生金
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	c)金地金
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	c)金地金
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉍石	
22	輸入鉍石	a)海外鉍石輸入
23	輸出鉍石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b)宝飾品、美術工芸、メダル、退蔵、私的保有 の5%、歯科・医療の80%、電気通信・機械 部品の40%がリサイクルされるとして計算
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	他金属精錬などからの副産物を推定
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(1 5) Pt のマテリアルフロー

(a) 日本の Pt のマテリアルフロー概況

Pt の原料³⁾

日本の Pt は、リサイクル品以外は全量輸入である。2003 年の輸入は、49t である。その他として 0.3t が輸入される銀の屑から供給される。

Pt の中間製品の生産^{2) 3)}

金属白金や塩化白金酸、最近では亜硝酸アミン白金が塩化白金酸に替わる傾向があるが、それらと合金の生産が 60t 程度ある。輸出が 11t ある。

Pt の最終需要²⁾

Pt の最終需要は 47t で、その内訳は、宝飾 25t、自動車触媒 14t、電子工業 3t、化学工業 1t、石油精製 0.2t、ガラス 3t、その他 1t、投資 1t などである。

Pt のリサイクル²⁾

自動車廃触媒からの回収が 2t 程度と見られている。しかし、自動車廃触媒や化学工業用触媒の回収が 7t、電気・電子工業の老廃屑が 0.5t、ガラス用坩堝の老廃屑が 1.5t 程度で、約 9t が回収されるという別の見解もある。¹⁾

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省：白金輸入通関実績 (2003)

(b) 日本の Pt のマテリアルフロー統計

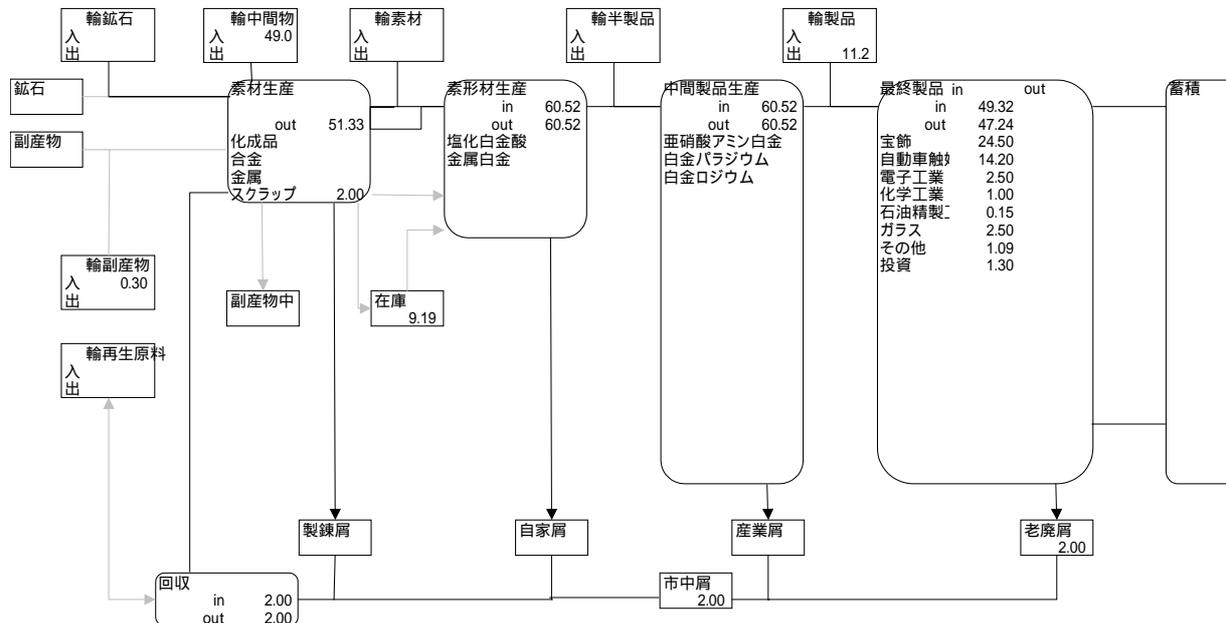
Pt のマテリアルフロー統計の状況

Pt は、経産省の公式統計に含まれていない。従って、輸入は財務省の輸入通関実績で分かるが、その他は工業レアメタル誌が主な情報源となる。供給と最終製品の分野別需要の情報はあるが、素材や中間製品の情報は殆ど分からない。

Pt のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

	輸入資源	49.329	輸出製品	11.2	一次資源	58.22	二次資源	2.3	天然資源	58.22	老廃資源	2.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	47.2	総資源要求	4.71E+01	二次資源使用率		3.8	老廃資源利用		4.2%
1	資源指標	1	天然資源消費	47.1	総資源指標	4.72E+01	天然資源削減率		0.4	輸入資源依存		104.4%
unit(t)	TMR/ton-meta	1	demand	47.2	TMR	4.71E+01	recycled material %		3.8	EoL-resource%		4.2%
1	RSV/ton-meta	1	resource cons	47.1	RSV	4.72E+01	natural resource dependence		99.6	import dependence		104.4%

Pt のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



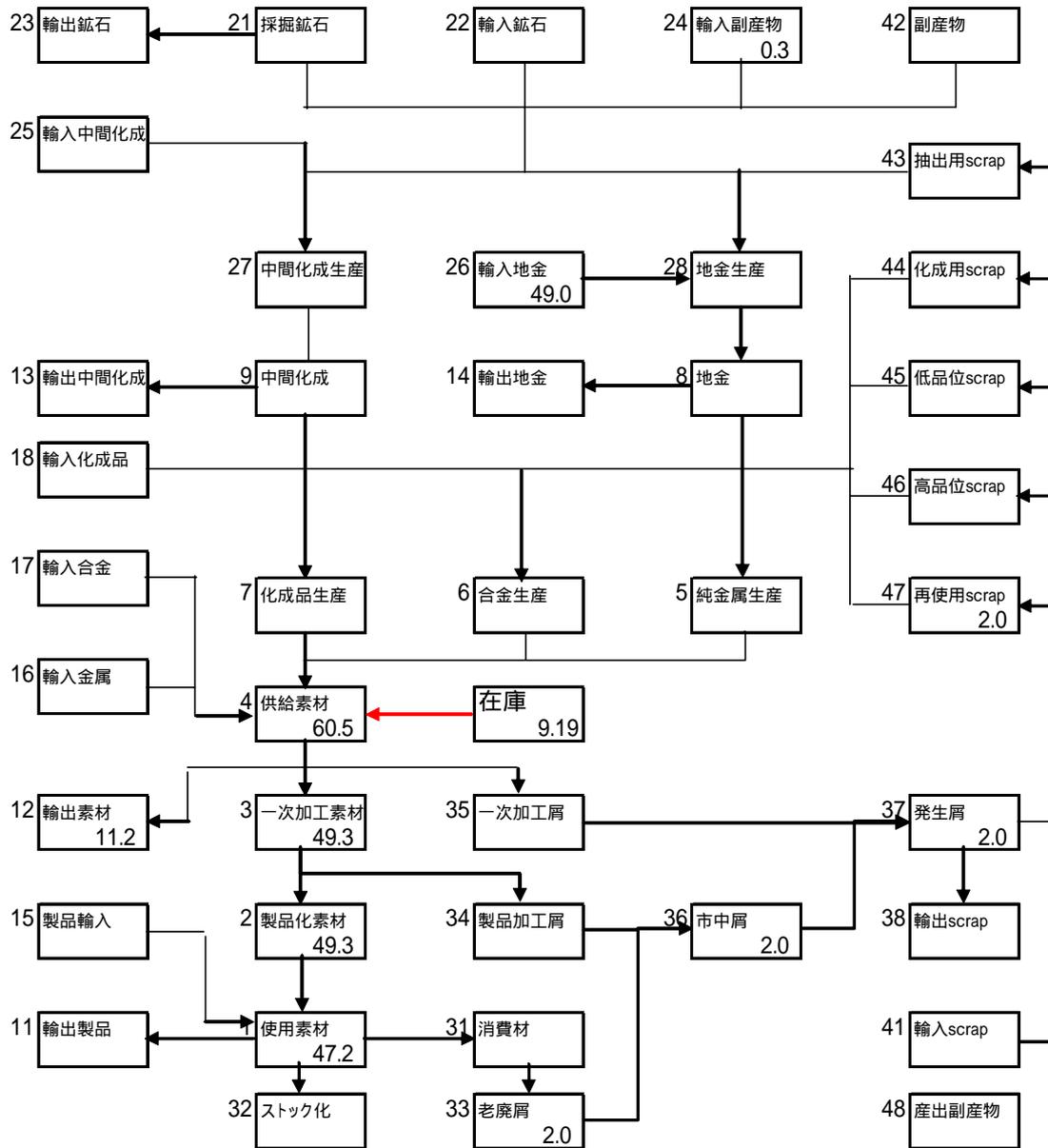
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省：白金輸入通関実績（2003）

Note:

- 輸入中間物は、c)金属白金輸入量 49t
- 製品輸出は、b)製品輸出 11.2t
- 素材生産 out は、輸入中間物 + 輸入副産物 + スクラップ
- 素形材生産 in, out は、素材生産 + 在庫、生産物は塩化白金酸と金属白金
- 中間製品生産 in, out は、素形材生産 out と同じ、生産物は亜硝酸アミン白金と白金合金
- 最終製品 in は、中間製品生産 out - 輸出製品
- 最終製品 out は、b)用途別需要の合計 + b)投資
- 老廃くずは、b)自動車触媒回収
- 輸入副産物は、a)銀屑 11.613t からの回収の銀量を b)その他の供給からの 0.3t にした
- 在庫は 2003 年は、b)の輸出を含めた需要に対して、供給が不足分の調整

Pt のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	b)用途別需要の合計46tとb)投資1.3tの合計
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	供給素材から輸出素材を引いた
4	供給素材	輸入白金47t + 輸入副産物0.3t + 市中屑2t + 在庫9t
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	b)輸出11.2t
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	b)その他0.3tで、銀の屑の輸入と推定される
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	b)自動車触媒の回収2t
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	
	在庫	b)輸出を含めた需要に対する供給の不足分9t

(1 6) Mn のマテリアルフロー

(a) 日本の Mn のマテリアルフロー概況

Mn の原料¹⁾

輸入 Mn 鉱石は、南ア、豪州から 572 千 t である。

Mn の素材生産^{1) 2) 3)}

素材の生産は 858t である。その内訳は、高炭素フェロマンガンを生産 303 千 t、中低炭素フェロマンガンを生産 86 千 t、シリコンマンガンを生産 48 千 t、輸入高炭素フェロマンガンを 60 千 t、輸入中低炭素フェロマンガンを 8 千 t、輸入シリコンマンガンを 173 千 t、スクラップ 155 千 t と電池用マンガンの原料酸化マンガンを 22 千 t を逆算したものの合計である。

Mn の素形材生産^{1) 3)}

素形材の生産は 998 千 t である。その内訳は、高炭素マンガンを生産 259 千 t、中低炭素マンガンを生産 50 千 t、シリコンマンガンを生産 199 千 t、金属マンガンを生産 48 千 t と粗鋼を生産 110,511 千 t に普通鋼の平均マンガンを含有量 0.4% を掛けて算出した 442 千 t である。

Mn の中間製品生産^{1) 3)}

中間製品の生産は 491 千 t である。その内訳は、普通鋼を生産 88,328 千 t に平均マンガンを含有量 0.4% を掛けた 353 千 t、特殊鋼を生産 22,183 千 t に平均マンガンを含有量 0.5% を掛けた 110 千 t、アルミ合金 5 千 t と化学材料・電池材料 22 千 t である。

Mn の最終製品需要^{1) 3)}

最終製品需要は、普通鋼・特殊鋼の用途別需要量にそれぞれ平均マンガンを含有量を掛けて算出したものとアルミ飲料缶用マンガンを 5 千 t、フェライト・電池材料用マンガンを 22t の合計である。

Mn のリサイクル¹⁾

鉄鋼リサイクルスクラップ 152 千 t、アルミ缶リサイクル 32 千 t の合計である。スラグ中のマンガンの量も大量にあり、製鋼など工程内でリサイクルされていたり、高炉セメントなどに使用されているはずであるが、その量は今回は把握していない。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー 2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) (社) 日本鉄鋼連盟：鉄鋼統計要覧 2004

(b) 日本の Mn のマテリアルフロー統計

Mn のマテリアルフロー統計の状況

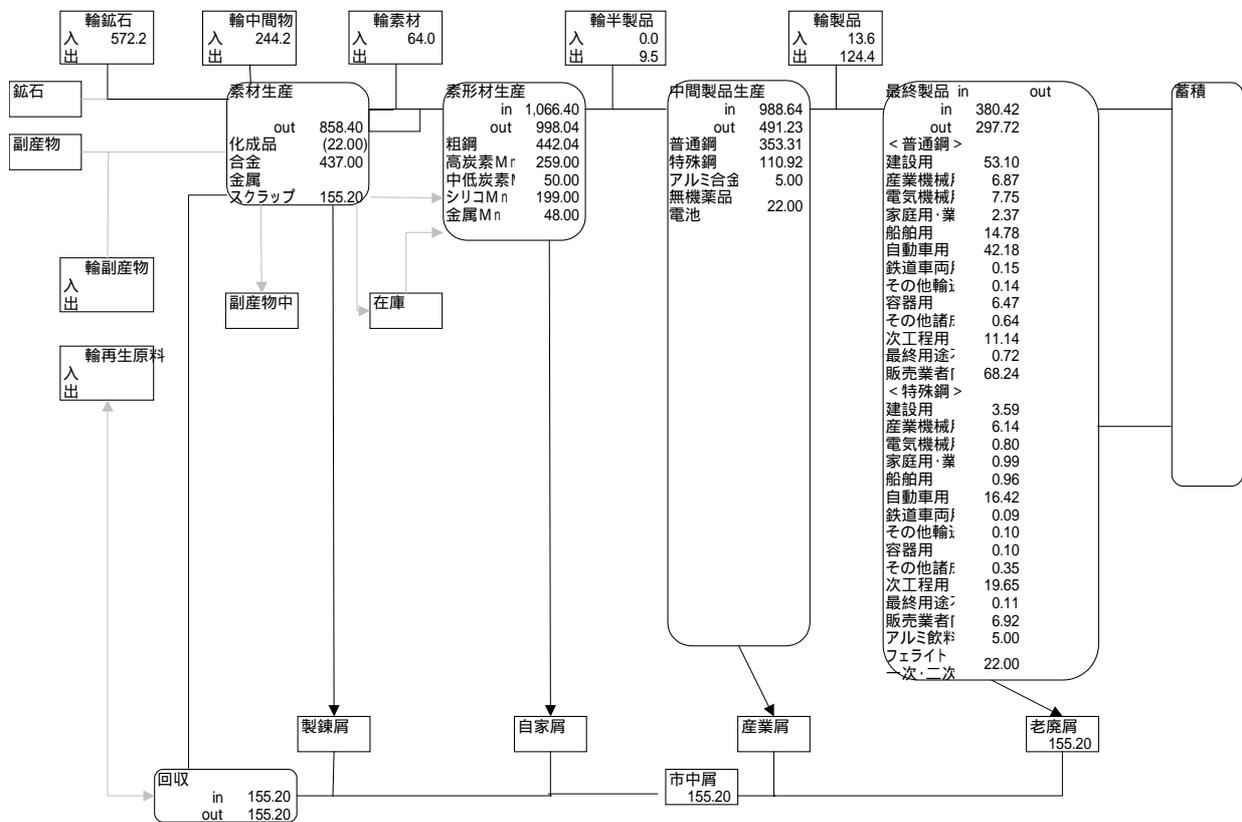
Mn は、経産省の公式統計に含まれていない。金属マンガンは殆ど鉄鋼向けに使用され、特に鉄鋼向けの各種フェロマンガンの量が多く、それに次いで電池向けの二酸化マンガンの量

が多く、それぞれ別の統計から推計しなければならない。また、スラグにも多く含まれ、その量的把握は難しい。それで今回は、それぞれの鉄鋼製品の生産量から平均マンガン含有量で逆算する方法で検討してみた。リサイクルについても、同様な困難が付いてくる。

Mn のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Mn	輸入資源	894012	輸出品	133866	一次資源	894012	二次資源	1552	天然資源	89401	老廃資源	15520
単位(t)	TMR	1	使用総量	297.7	総資源要求	617E+05	二次資源利用率		148	老廃資源利用		52%
1000	資源目録	1	天然資源	6167	総資源目録	298E+05	天然資源削減率		-107.1	輸入資源依存		300.3%
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	297.7	TMR	617E+05	recycled material %		148	EOL-resource%		52%
1000	RSV/ton-met	1	resource cons	6167	RSV	298E+05	natural resource dependence		207.1	import dependence		300.3%

Mn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



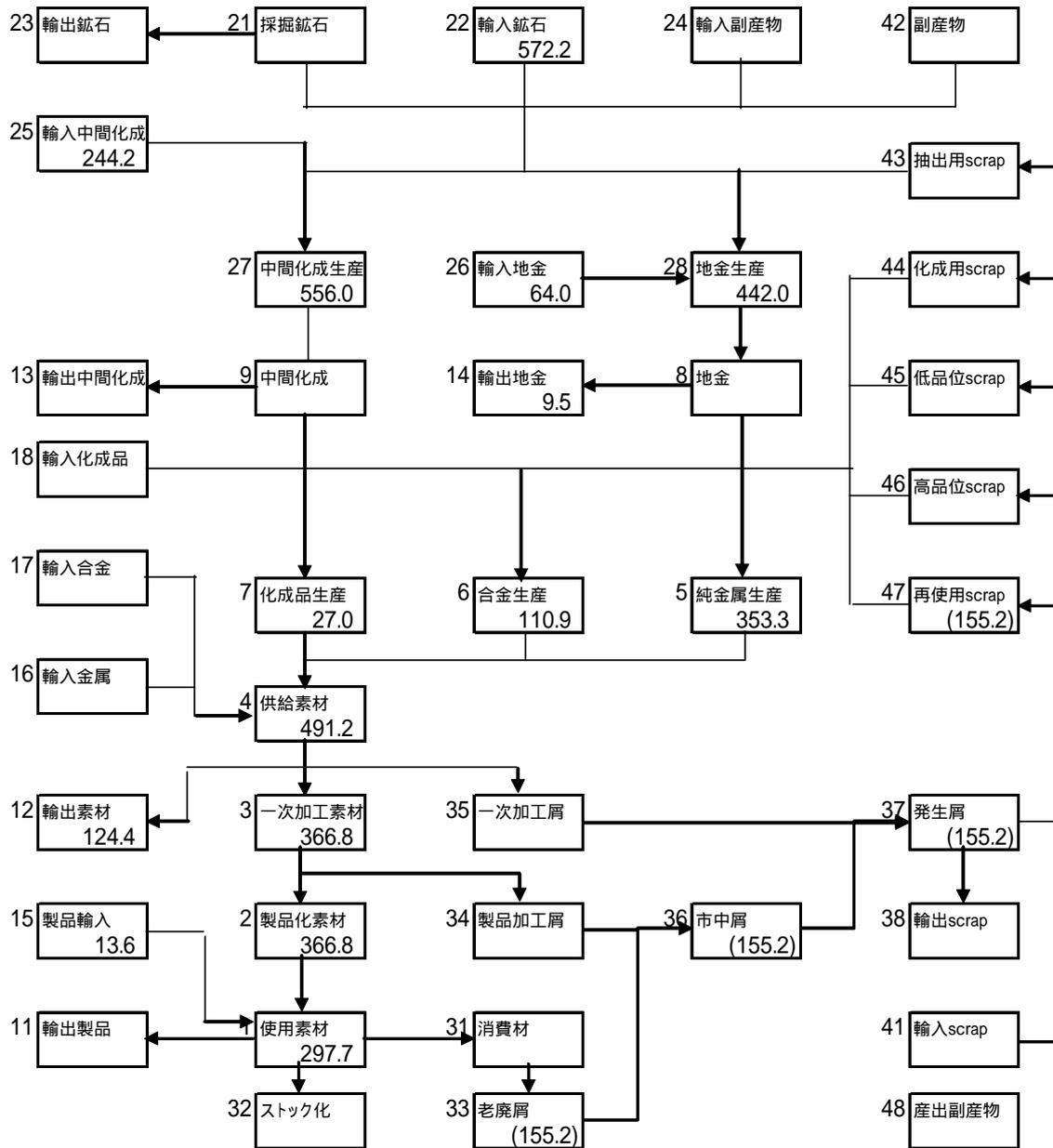
出典：

- a) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- b) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- c) (社)日本鉄鋼連盟：鉄鋼統計要覧 2004

Note:

- 1 . 輸入鉱石は、a)マンガン鉱石 572.2 千 t
- 2 . 輸入中間物は、a)高炭素フェロマンガ 60 千 t + a)中低炭素フェロマンガ 8 千 t + a)シリコマンガ 172.6 千 t の合計
- 3 . 輸入素材は、a)金属マンガ 64 千 t
- 4 . 輸出半製品は、c)粗鋼輸出 3,150 千 t に平均マンガ含量 0.3%を掛けて、9.5 千 t と計算した
- 5 . 輸入製品は、c)普通鋼輸入 3,402 千 t に平均マンガ含量 0.4%を掛けて、13.6 千 t と計算した
- 6 . 輸出製品は、c)普通鋼輸出 31,104 千 t に平均マンガ含量 0.4%を掛けて、124.4 千 t と計算した
- 7 . 素材生産 out は、化成品(推定値) + a)合金 + a)スクラップ + a)輸入中間物
- 8 . 化成品は、a)化学・電池用マンガ 22 千 t の二酸化マンガ、三四酸化マンガ原料を推定
- 9 . a)合金は、a)高炭素フェロマンガ 60 千 t + a)中低炭素フェロマンガ 8 千 t + a)シリコフェロマンガ 172.6 千 t の合計
- 10 . 素形材生産 in は、素材生産 + a)輸入素材 + a)輸入鉱石のマンガ量 144 千 t が粗鋼生産に使用されているとして加算した
- 11 . 素形材生産 out は、c)粗鋼生産 110,511 千 t に平均マンガ含有率 0.4%を掛けて算出した 442.04 千 t + a)高炭素マンガ生産 259 千 t + a)中低炭素マンガ生産 50 千 t + a)シリコマンガ生産 199 千 t + a)金属マンガ生産 38 千 t の合計
- 12 . 中間製品生産 in は、素形材生産 out - c)輸出半製品のマンガ含量 12.6 千 t
- 13 . 中間製品生産 out は、c)普通鋼生産 88,328 千 t の平均マンガ含有率 0.4%を掛けて算出した 353.31 千 t + c)特殊鋼生産 22,183 千 t の平均マンガ含有率 0.5%を掛けて算出した 110.92 千 t + a)アルミ合金 5 千 t + a)化学材料・電池材料 22 千 t
- 14 . 最終製品 in は、中間製品生産 out + 輸入製品 13.6 千 t - 輸出製品 124.4 千 t
- 15 . 最終製品 out は、c)普通鋼と特殊鋼の用途別需要量にそれぞれの平均マンガ含有率を掛けて算出した量にアルミ飲料缶 5 千 t とフェライト・電池材料 22 千 t を合計
- 16 . 老廃くずは、a)鉄鋼リサイクルスクラップ 152 千 t + a)アルミ缶リサイクル 3.2 千 t、スラグ中のマンガの利用は今回は無しとした

Mn のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	c)普通鋼の用途別需要量に平均マンガン含有量0.4%を掛けた値とc)特殊鋼用途別需要量に平均マンガン含有量0.5%を掛けた値の合計
2	製品化素材	一次加工材と同じ
3	一次加工素材	供給素材－輸出素材
4	供給素材	c)普通鋼と特殊鋼の生産量に平均マンガン含有量を掛けた値とアルミ飲料缶5千t、無機薬品・電池材料の22千tの合計
5	高品位金属生産	c)普通鋼生産量に平均マンガン含有量0.4%を掛けた値
6	合金生産	c)特殊鋼生産量に平均マンガン含有量0.5%を掛けた数値
7	化成品生産	アルミ合金5千tと無機薬品・電池材料22千tの合計
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	c)普通鋼輸出量に平均マンガン含有量0.4%を掛けた値
13	化成品輸出	
14	地金輸出	c)粗鋼輸出量に平均マンガン含有量0.3%を書けた値
15	製品輸入	c)普通鋼輸入量の平均マンガン含有量0.4%を掛けた値
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	a)輸入マンガン鉱石1,192千tにマンガン含有量48%を掛けた値
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	a)輸入高炭素フェロマンガン60千t + a)輸入中低炭素フェロマンガン + a)輸入シリコマンガンの合計
26	輸入地金	a)輸入金属マンガン
27	中間化成品生産	a)高炭素マンガン消費量303千t + a)中低炭素マンガン消費量86千t + a)シリコマンガン消費量199千t + a)金属マンガン消費量38千tの合計
28	地金生産	c)粗鋼生産量110,511千tに平均マンガン含有量0.4%を掛けて算出したマンガン量442千t
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)鉄鋼クラップからの推定マンガン量152千t + a)アルミ缶リサイクル推定量3.2千tの合計
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	老廃くず
37	発生屑	老廃くず
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	老廃くず
48	副産物産出	

(17) Ta のマテリアルフロー

(a) 日本の Ta のマテリアルフロー概況

Ta の原料¹⁾

Ta は、現在全量輸入である。2003 年の輸入量は、フッ化物 584t (Ta 含有量 46%として 269t)、塊・分 89t、屑 56t、製品 59t の合計 517t である。

Ta の素形材生産²⁾

Ta の素形材の生産は 782t である。その内訳は、加工品生産 116t、粉生産 219t、酸化物生産 109t と輸出用 338t を加えたものである。

Ta の中間製品生産³⁾

Ta の中間製品の生産は、444t である。その内訳は、コンデンサー用 Ta 線 100t、高温炉ヒーター18t、タンタルコンデンサー165t、ターゲット材 54t、電子機器フィルター81t、光学ガラス添加剤 14t、炭化物 14t である。その他、輸入が 125t ある。

Ta のリサイクル¹⁾

老廃くずは、高温炉ヒーター屑の実績 10t、タンタルコンデンサーの回収実績 2%の 33t、ターゲット材の使用効率 30%の残り 70%が回収されるとした 38t、電子機器フィルターのタンタル酸リチウム製造工程で発生するスクラップを 20%とした 16t の合計 97t で、それは全量スクラップとして再使用されると仮定した。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) (社) 新金属協会

(b) 日本の Ta のマテリアルフロー統計

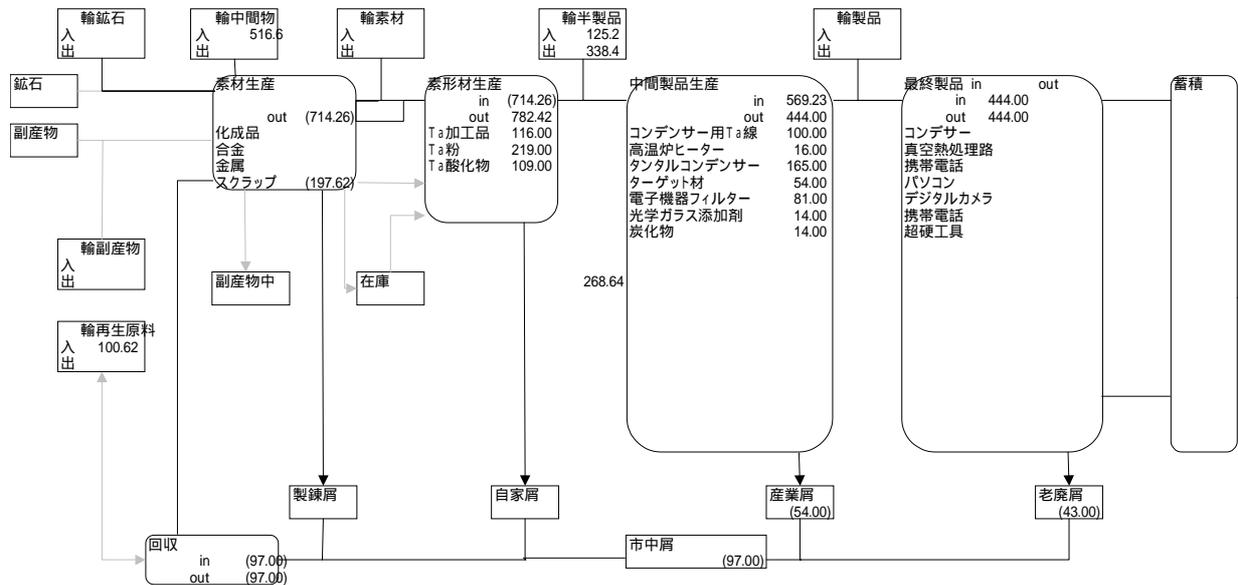
Ta のマテリアルフロー統計の状況

Ta は、経産省の公式統計には含まれていない。原料は全量輸入であるから財務省の貿易統計がある。生産や需要については、工業レアメタル誌の情報が主なもので、新金属協会の情報がある場合は有益である。リサイクルは、生産工程および加工工程の屑は、95%管理されているようであるが公表はされていない。電気製品などの市場に流通した製品のリサイクルは殆ど回収もされていない状況である。

Ta のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Ta	輸入資源	742.48	輸出品	338.42	一次資源	641.87	二次資源	197.62	天然資源	641.87	老廃資源	97.00
単位)	TMR	1	使用量	440	総資源	36E+02	二次資源使用率		235	老廃資源	21.8	
	資源消費	1	天然資源費	3642	総資源消費	44E+02	天然資源削減率		180	輸入資源依存	167.2	
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	440	TMR	36E+02	recycled material %		235	Ed.-resource%	21.8	
	RS/ton-met	1	resource consum	3642	RS/	44E+02	natural resource dependence		820	import dependence	167.2	

Taの材料フローのフォーマットを統一した図 A



出典：

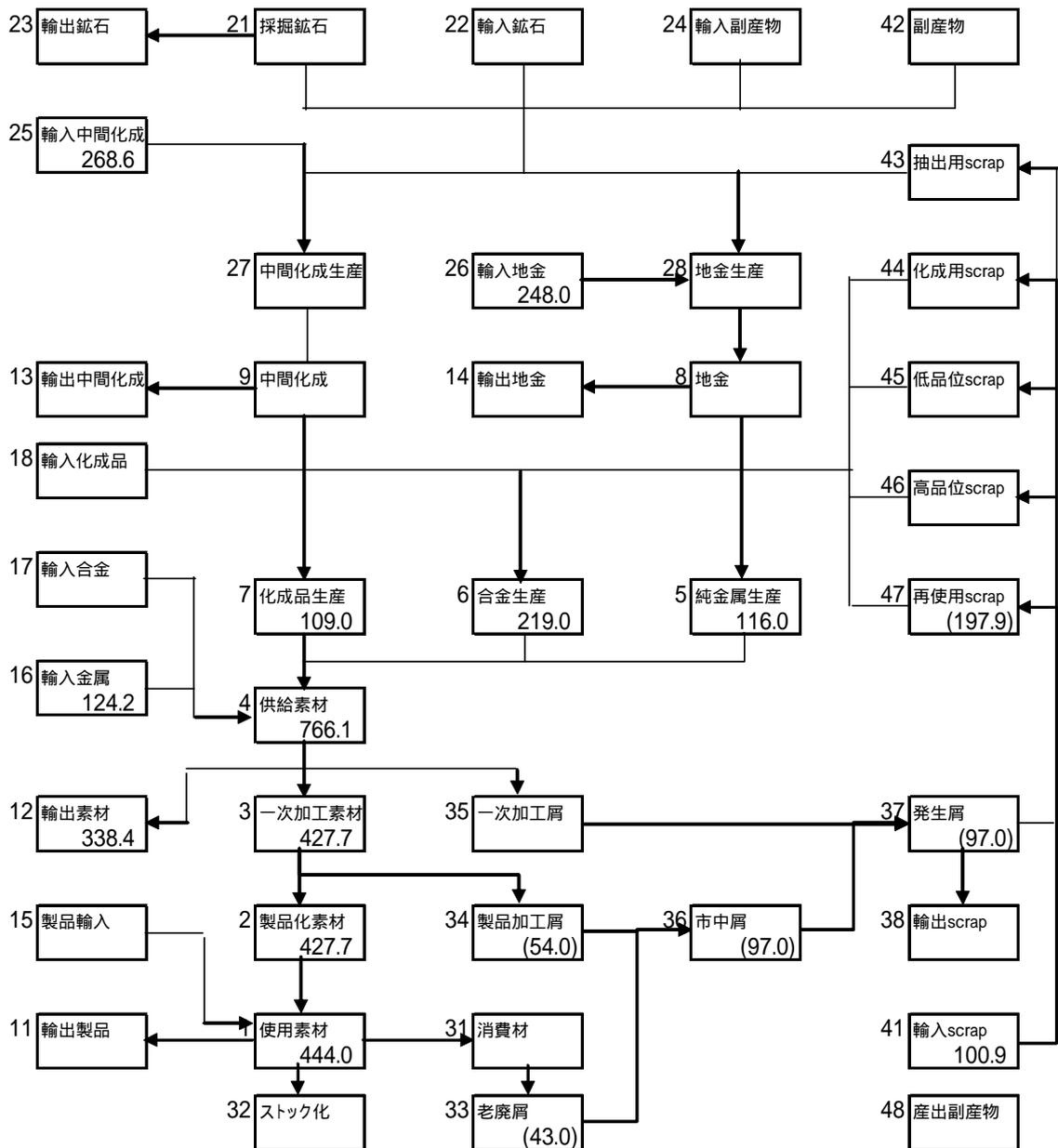
- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- (社)新金属協会

Note:

- 輸入中間物は、a)フッ素タンタル酸カリ (Ta含有量：46%) 269t + a)タンタル塊・粉 189t + a)タンタルフレーク 59t の合計 517t
- 輸入半製品は、c)塊・粉・屑 230t + c)その他 108t の合計
- 輸出半製品は、c)粉 64t + c)屑 1,001t + c)その他 62t の合計
- 素材生産 out はスクラップ 97t + 輸入屑 56t + 輸入中間物 517t の合計
- 素形材生産 in は、素材生産 out と同じ
- 素形材生産 out は、c)金属粉末需要量 219t + c)金属加工品需要量 116t + c)酸化物需要量 109t の合計に半製品輸入を引き、半製品輸出を加えた値
- 中間製品生産 in は、素形材生産 out に半製品輸入を加え、半紙品輸出を引いた値
- 中間製品生産 out は、a)コンデンサー用 Ta 線 100t + a)高温炉ヒーター 16t + a)タンタルコンデンサー 165t + ターゲット材 54t + タンタル酸化物を夫々電子機器フィルター、光学ガラス添加剤、炭化物の割り振った値の合計
- 最終製品 in, out は、中間製品生産 out と同じ
- 老廃くずは、a)高温炉ヒーター屑の実績 10t + a)タンタルコンデンサーの回収実績

2%33t + a)ターゲット材の使用効率 30%の残り 70%が回収されるとした 38t + a)電子機器フィルターのリチウム製造工程で発生するスクラップを 20%とした 16t の合計で、それは全量スクラップとして再使用されるとした

Ta のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)コンデンサー用Ta線100t + a)高温炉ヒーター16t + a)タンタルコンデンサー165t + ターゲット材54t + タンタル酸化物を夫々電子機器フィルター、光学ガラス添加剤、炭化物の割り振った値の合計
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	供給素材から輸出素材を引いた値
4	供給素材	化成品生産 + 合金生産 + 純金属生産 + 輸入金属
5	高品位金属生産	c)タンタル加工品需要量116
6	合金生産	c)タンタル粉需要量219t
7	化成品生産	c)タンタル酸化物需要量109t
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	c)タンタル塊・粉・屑230t + c)その他107.6t
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	c)タンタル64t + c)その他62tの合計
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	a)フッ化タンタル酸カリ輸入269t
26	輸入地金	a)タンタル塊・粉189t + a)タンタルフレーク59tの合計
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)高温炉ヒーター10t + a)タンタルコンデンサー回収率2%の33tの合計
34	製品加工屑	a)ターゲット材の材料利用率30%で回収70%の38t + a)電子フィルターの工程歩留20%の16tの合計
35	一次加工屑	
36	市中屑	老廃屑 + 製品加工屑
37	発生屑	市中屑と同じ
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	c)輸入タンタル屑100t
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(1 8) Ge のマテリアルフロー

(a) 日本の Ge のマテリアルフロー概況

Ge の原料¹⁾

Ge は、鉱石ではなく、低品位 Ge、酸化 Ge、および Ge 屑の輸入が原料となり、国内で精製が行われる。

輸入は、2003 年二酸化 Ge19.935t、低品位 Ge9.947t、Ge 屑 1.537t の合計 31t である。

Ge の中間製品の需要²⁾

中間製品の需要は、36t で、その内訳は、蛍光灯用 4t、PET 樹脂触媒 24t、光ファイバー7t、赤外線素子用 0.6t、相変換記憶素子用 0.6t、その他 0.6t である。

Ge のリサイクル¹⁾

Ge のリサイクルはまだ行われていない。

引用文献：

- 1)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) Ge の日本のマテリアルフロー統計

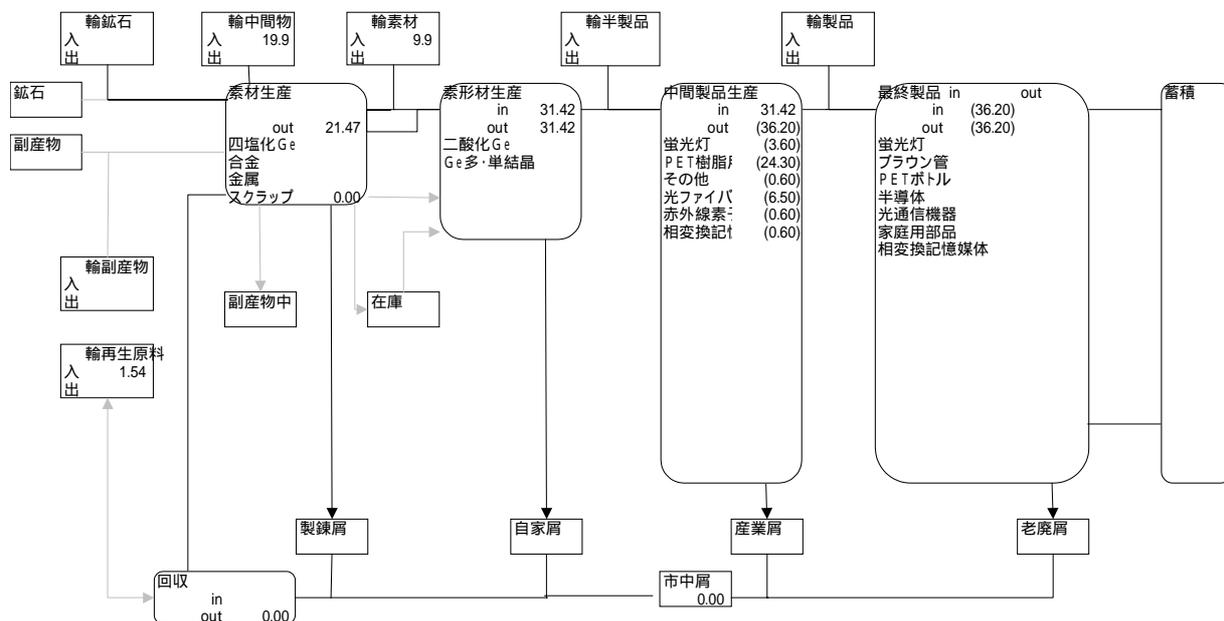
Ge のマテリアルフロー統計の状況

Ge は、経産省の公式統計に含まれていない。輸入は財務省の貿易統計があるが、例えば 2003 年の場合、酸化 Ge の輸入は 2.9t と非常に少なく、輸入に頼る 30t の国内需要の説明が困難である。工業レアメタル誌などは 20t 輸入と推定している。需要量も工業レアメタル誌に情報を主なものとしている。リサイクルについても生産段階の管理はされているが、数値は公表されていない。

Ge のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Ge	輸入資源	31.419	輸出品	0	一次資源	29.882	二次資源	0	天然資源	29.88	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	362	総資源要求	2.99E+01	二次資源使用率	0.0	老廃資源利用	0.0%		
	1 資源指標	1	天然資源消費	29.9	総資源指標	3.62E+01	天然資源削減率	17.5	輸入資源依存	86.8%		
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	362	TMR	2.99E+01	recycled material %	0.0	EdL-resource%	0.0%		
	1 RSV/ton-met	1	resource cons	29.9	RSV	3.62E+01	natural resource dependence	82.5	import dependence	86.8%		

Ge のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



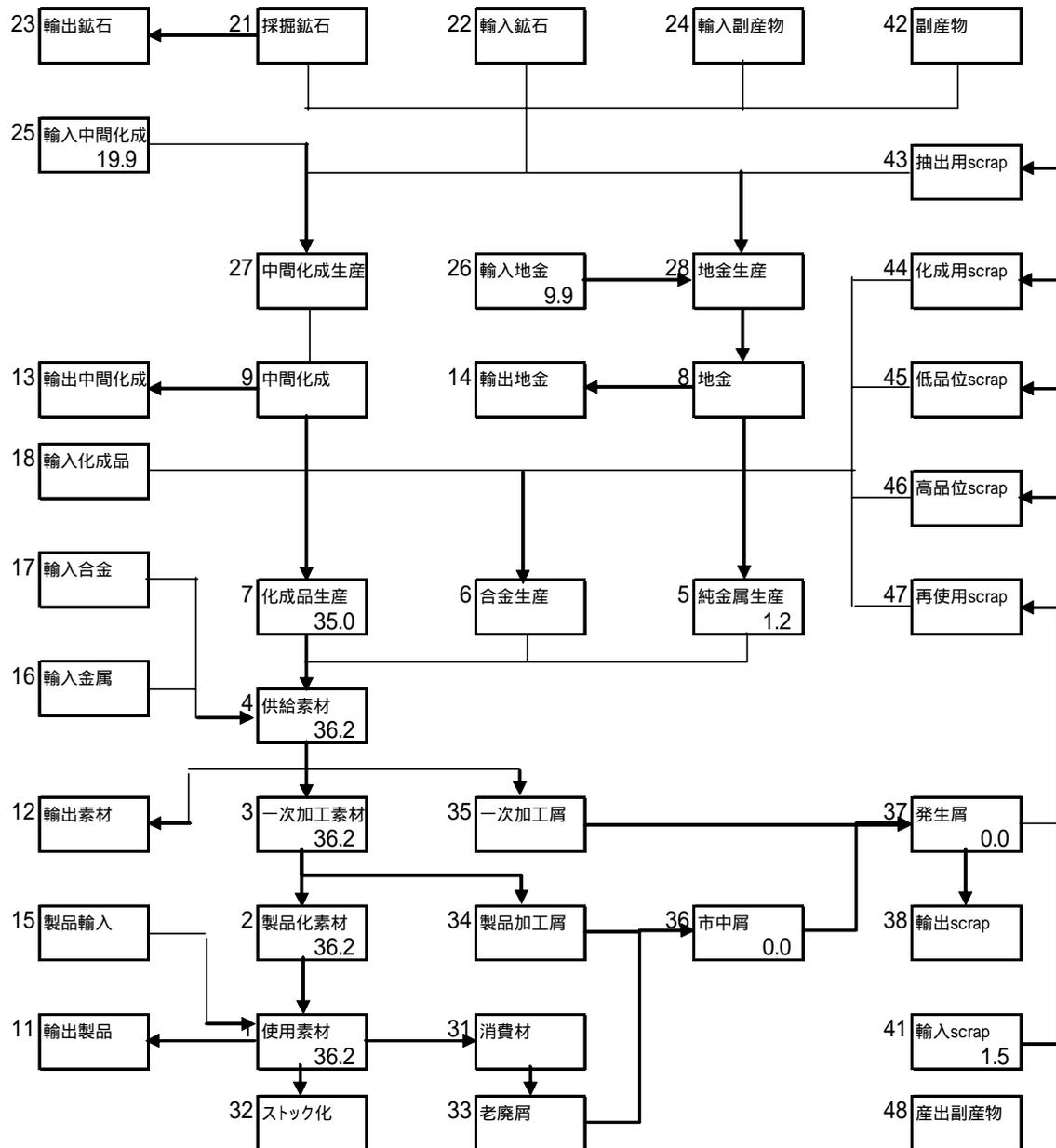
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 輸入中間物は、a)二酸化ゲルマニウム 20t の輸入、但し、c)財務省貿易統計は 2.9t と少ない
- 輸入素材は、a)金属ゲルマニウム 10t の輸入、但し、c)財務省貿易統計では 8t と少ない
- 素材生産 out は、a)二酸化ゲルマニウム + a)輸入ゲルマニウムぐず 1.5t の合計、但し、c)財務省貿易統計では 0.8t と少ない
- 素形材生産 in, out は、素材生産 out + 素材輸入 9.9t の合計
- 中間製品生産 in は、素形材生産 out と同じ
- 中間製品生産 out は、a)2003 年の用途別需要量の合計
- リサイクルは、されていない

Ge のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a) 2003年の用途別需要量の合計
2	製品化素材	使用素材と同じ
3	一次加工素材	使用素材と同じ
4	供給素材	使用素材と同じ
5	高品位金属生産	a) 2003年用途別需要の中でGe多・単結晶から製造される赤外線素子用窓と相転換記憶媒体に使用される0.6t + 0.6tの合計
6	合金生産	
7	化成品生産	a) 2003年用途別需要の中で二酸化ゲルマニウムから製造される蛍光3.6t、PET用触媒24.3t、半導体用0.6t、光ファイバー用6.5t の合計
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	a) 輸入二酸化ゲルマニウム
26	輸入地金	a) 輸入金属ゲルマニウム
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	a) 輸入ゲルマニウムくず
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(19) Ti のマテリアルフロー

(a) 日本の Ti のマテリアルフロー概況

Ti の原料

チタンの原料は全量輸入されている。酸化チタン用の鉍石輸入量 460,000t をルチル鉍として、チタン含有量 33%を掛けてチタン分を換算すると 151,800t となる。またその他に金属チタンの原料として UGI (Up Graded Ilmenite) が推定で 96,000t 輸入されていて、それにチタン含有量 58%を掛けてチタン分を換算すると 55,680t となる。

Ti の素材生産

2003 年のスポンジチタンの出荷は、18,617t で、その内訳は、内需 12,908t、輸出 5,709t、輸入 5,715t である。その他、酸化チタンの生産があるが、量的には把握できていない。

Ti の素形材生産

2003 年のチタンインゴット生産は、13,624t である。

Ti の中間製品生産

2003 年のチタン中間製品の生産は、115,388t で、その内訳は、純チタン展伸材 12,579t、チタン合金展伸材 1,133t、フェロチタン 1,400t、チタン鑄造品 66t、チタン粉末 10t、酸化チタン 100,200t である。

Ti の最終製品需要

2003 年の最終製品の用途別需要は、115,376t と推定されていて、その内訳は、航空・宇宙 1,300t、火力・原子力発電 2,600t、石油・化学工業 1,700t、電解装置 700t、プレート式熱交換器 2,600t、建築・土木 300t、自動車 800t、医療・民生 1,200t、販売業者向け 2,100t、鉄鋼添加剤 2,000t、バルブ・ポンプ用鑄造品 66t、自動車バルブ用粉末 10t、塗料・インキ・合成樹脂・製紙他 100,000t である。

Ti のリサイクル

Ti 製品が国内で広く使用されるようになったのは、最近であり、Ti 製品は寿命が永いので、まだ国内のリサイクルは本格化していない。寿命が 10 年以内の使用済電極・電解槽(約 500t) や熱交換器(約 500t) がそれぞれ 70%、60%程度回収されているといわれている。

(b) 日本の Ti のマテリアルフロー統計

Ti のマテリアルフロー統計の状況

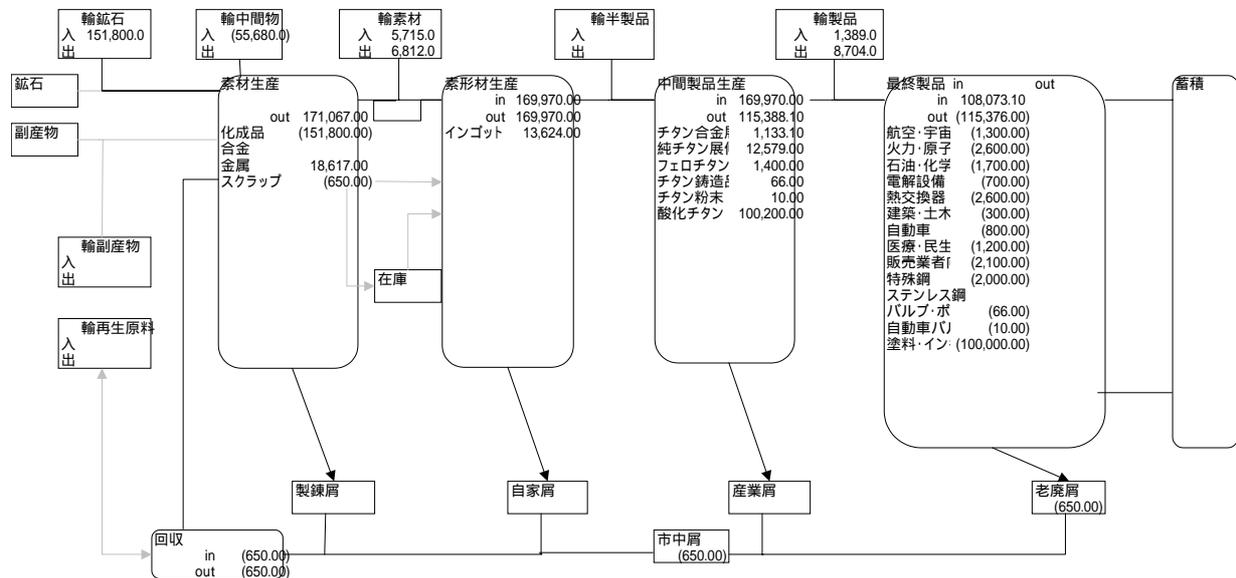
Ti は経産省の公式統計に含まれていない。2 つの用途であるチタン金属は(社)日本チタン協会資料、酸化チタンは日本酸化チタン工業会の統計データを中心にして、工業レアメタル誌の情報を参考にしながら、データの辻褄あわせをしている。チタン金属の製造工程のデータは中々入手できないが、需要のデータはそれぞれの資料から求められる。リサイクルは、Ti 金属は高価であるから、製造工程内でのリサイクルは十分に管理されているが、データが公表されていない。老廃スクラップは、品質保証の問題もあり、鉄鋼添加用フェロチタン原

料に再利用されている程度で少なく、量的なデータは余りはっきりしない。

Ti のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

	輸入資源	214584	輸出品	15516	一次資源	214584	二次資源	650	天然資源	214584(0)	老廃資源	650(0)
単位)	TMR		1使用量	1153760	総資源要求	1.89E+05	二次資源利用率		03	老廃資源利用		06%
	1資源指標		1天然資源消費	189147.1	総資源指標	1.15E+05	天然資源削減率		-639	輸入資源依存		1860%
unit(t)	TMR/ton-metal		1demand	1153760	TMR	1.89E+05	recycledmaterial %		03	EdL-resource%		06%
	1RSV/ton-metal		1resourceconsum	189147.1	RSV	1.15E+05	natural resource dependence		1639	import dependence		1860%

Ti のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計
- (社) 日本チタン協会資料
- 日本酸化チタン工業会資料

Note:

1. 鉱石輸入は、e)酸化チタン向けチタン鉱石輸入 460,000t をルチル鉱石として、そのチタン含有量 33%を掛けて 151,800t と換算した
2. 輸入中間物は、a)UGI (Up Graded Ilmenite) の輸入 96,000t をチタン含有量 58%でチ

タン純分に換算

- 3 . 素材の輸出入は、a)スポンジチタン
- 4 . 製品の輸出入は、b)チタン伸展材
- 5 . 素材生産 out は、a)輸入鉍石 + a)国内スポンジチタン出荷 + 酸化チタン(輸入鉍石 - 国内スポンジチタンから算出) + スクラップ(算出)
- 6 . 素形材生産 in, out は、素材生産から a)スポンジチタンの輸出を引いて、輸入を加えた。
a) インゴットの生産量を付記した
- 7 . 中間製品生産は、a)チタン合金伸展材 1,133t、純チタン伸展材 12,579t、フェロチタン 1,400t、チタン鑄造品 66t、チタン粉末 10t、酸化チタン 167,000t をチタン分 60%を掛けて 100,200t に換算した合計 115,388t
- 8 . 最終製品 in は、中間製品 out から a)伸展材の輸出入を差引した 108,073t
- 9 . 最終製品 out は、a)の推定値航空・宇宙 1,000t、火力・原子力発電 2,600t、石油・化学工業 1,700t、電解設備 700t、建築・土木 300t、自動車 800t、医療・民生 1,200t、販売業者向け 2,100t、特殊鋼・ステンレス鋼 2,000t、バルブ・ポンプ向け鑄造品 66t、自動車バルブ用粉末 10t、塗料・インキ向け酸化チタン 100,000t の合計 115,076t
- 10 . 老廃屑は、a)使用済電解層 500t の 70%回収、a)使用済熱交換器 500t の 60%回収を仮定して算出した 650t

Note:

1	使用素材	a)の推定値航空・宇宙1,000t、火力・原子力発電2,600t、石油・化学工業1,700t、電解設備700t、建築・土木300t、自動車800t、医療・民生1,200t、販売業者向け2,100t、特殊鋼・ステンレス鋼2,000t、バルブ・ポンプ向け鋳造品66t、自動車バルブ用粉末10t、塗料・インキ向け酸化チタン100,000tの合計115,076t
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	a)チタン合金伸展材1,133t、純チタン伸展材12,579t、フェロチタン1,400t、チタン鋳造品66t、チタン粉末10t、酸化チタン167,000tをチタン分60%を掛けて100,200tに換算した合計115,388t
4	供給素材	「輸入副産物55,680t」+「輸入地金5,715t」+「地金生産18,617t」-「輸出地金6,812t」+「再使用スクラップ650t」+「中間化成品生産151,800t」の合計
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	b)チタン伸展材
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	a)スポンジチタン
15	製品輸入	b)チタン伸展材
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	e)酸化チタン用ルチル鉱石
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	a)UGI
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	a)スポンジチタン
27	中間化成品生産	酸化チタンを推定
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)使用済電解槽500tの70%回収、a)使用済熱交換器500tの60%回収を仮定して算出した650t
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	「老廃屑」
37	発生屑	「老廃屑」
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	「老廃屑」
48	副産物産出	

(2 0) Zr のマテリアルフロー

(a) 日本の Zr のマテリアルフロー概況

Zr の原料¹⁾

Zr の原料として、2003 年はジルコン鉱石 51,000t、これに Zr 含有量 48%を掛けて Zr24,480t、バデライト鉱石 2,800t、Zr 含有量 72.5%を掛けて Zr2,030t、粗製塩類 13,000t、Zr 含有量 28%を掛けて 3,640t の合計 Zr30.150t を輸入した。また、ジルコニウム塊・屑 78t、ジルコニウム製品 567t を輸入した。

Zr の素形材生産²⁾

Zr の素形材生産は、原料 30,150t の一部からジルコニア 8,800t を生産した。残りは、ジルコンとして中間製品の生産に使用された。

Zr の中間製品生産¹⁾

Zr の中間製品の生産は、30,195t で、その内訳は、ジルコン耐火物 26,300t、ジルコニア耐火物 4,200t、研磨切削材 580t、電子材料 740t、窯業顔料 350t、ガラス 350t、その他酸素センサー・触媒など 3,030t、ジルカロイ管材 322t、原子力用加工品 322t である。

Zr のリサイクル¹⁾

Zr のリサイクルは、耐火物は単価が低いのでリサイクルされていない。金属ジルコニウムは、原子力用が多く、リサイクルされない。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の Zr のマテリアルフロー統計

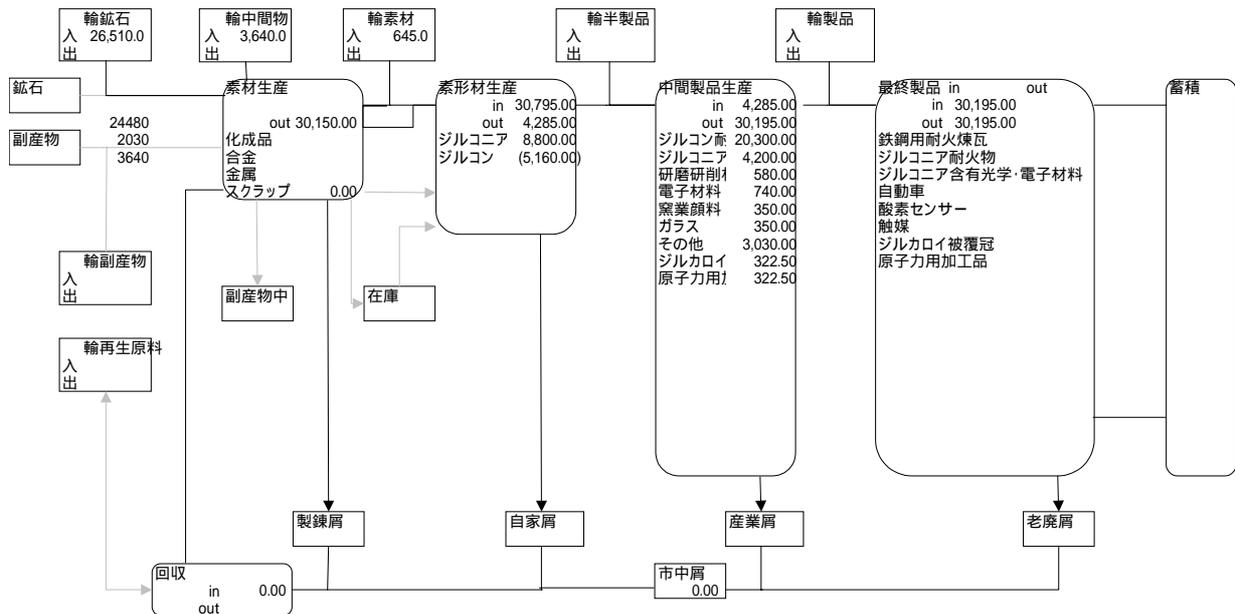
Zr のマテリアルフロー統計の状況

Zr は、経産省の公式統計には含まれていない。鉱物資源マテリアルフローを主な情報源としたが、ジルコニアについては工業レアメタル誌が非常に参考になる。リサイクルを含めて、生産工程の十分な統計データはない。

Zr のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

	輸入資源	30795	輸出品	0	一次資源	30795	二次資源	0	天然資源	3079500	老廃資源	000
単位)	TMR	1	使用総量	301950	総資源要求	308E+04	二次資源使用率		00	老廃資源利用		00%
1	資源指標	1	天然資源指標	307950	総資源指標	302E+04	天然資源削減率		-20	輸入資源依存		1020%
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	301950	TMR	308E+04	recycled material %		00	ECL-resource%		00%
1	RSV/ton-req	1	resource cons	307950	RSV	302E+04	natural resource dependence		1020	import dependence		1020%

Zr のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



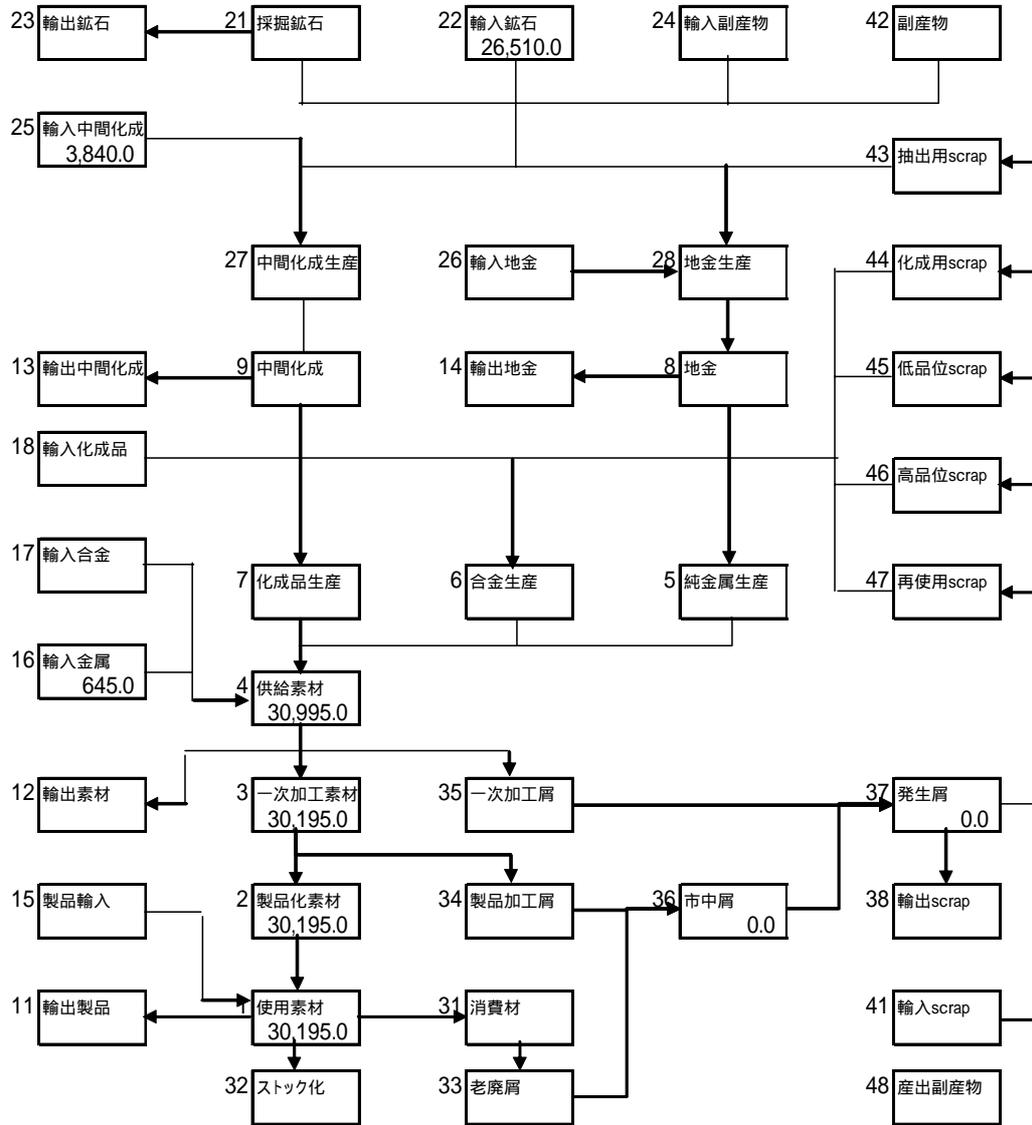
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 輸入鉱石は、a)ジルコン輸入 51,000t を Zr 含有量 48% を掛けて換算 24,480t、a)バデライト輸入 2,800t の含有量 72.5% を掛けて換算 2,030t の合計 26,510t
- 輸入中間物は、粗製塩類輸入 13,000t を含有量 28% を掛けて換算 3,640t
- 輸入素材は、a)ジルコニウム塊・屑輸入 78t、a)ジルコニウム製品輸入 567t の合計 645t
- 素材生産 out は、輸入中間材量と同じ
- 素形材生産 in, out は、素形材生産量と同じであるが、2003 年のジルコニアの国内生産量が 8,800t となっている
- 中間製品生産 in は、素形材生産と同じ、中間製品生産 out は、a)の用途別需要のジルコン耐火物 20,300t、ジルコニア耐火物 4,200t、研磨・研削材 580t、電子材料 740t、窯業顔料 350t、ガラス 350t、その他 3,030t、ジルカロイ管材 322t、原子力用加工品 322t の合計 30,195t である

Zr のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)分野別需要の合計30,195t
2	製品化素材	使用素材と同じ
3	一次加工素材	使用素材と同じ
4	供給素材	a)ジルコン輸入24,480t、 a)バテライト輸入2,030t、 a)粗製塩類3,840tの合計とa)ジルコニウム塊・屑輸入78t、 a)ジルコニウム製品輸入567tの合計の合計
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)ジルコニウム塊・屑輸入78t、 a)ジルコニウム製品輸入567tの合計645t
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	a)ジルコン輸入24,480t、 a)バテライト輸入2,030t、 a)粗製塩類3,840tの合計30,190t
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(2 1) Cr のマテリアルフロー

(a) 日本の Cr のマテリアルフロー概況

Cr の原料¹⁾

2003 年ステンレス鋼などの原料として、クロム鉱石が 59 千 t 輸入された。耐火物用として、国内で 0.9 千 t のクロム鉱石が生産され、3 千 t のクロム鉱石が輸入された。

Cr の素形材生産¹⁾

2003 年、フェロクロム 12 千 t、金属クロム 1.5 千 t が生産された。高炭素フェロクロム 486 千 t、中低炭素フェロクロム 37 千 t、金属クロム 1.9 千 t の合計 525.9 千 t が輸入された。

Cr の中間製品生産¹⁾

中間製品の需要は 764 千 t で、その内訳は、ステンレス鋼・特殊鋼 746 千 t、スーパーアロイ 4 千 t、重クロム酸ソーダ 8 千 t、クロム煉瓦 3.6 千 t、クロム系煉瓦 0.3 千 t、耐熱鋳物砂 2.8 千 t である。

Cr の最終製品需要¹⁾

中間製品需要 764 千 t から、主にステンレス鋼の輸出 261 千 t を引き、輸出 21 千 t を加えると、524.7 千 t が内需と推定される。

Cr のリサイクル¹⁾

ステンレス鋼やスーパーアロイは、製造工程でのスクラップは高価であるので良く管理されている。また加工工程のスクラップも良く管理されているが、系列化されていて、製造元の工場に返還されるので、公表されるデータは充分でない。老廃スクラップとして市場に出たものは、2003 年で 195 千 t 程度である。その他メッキの廃液が 0.3 千 t 位回収されているようである。特殊鋼の鋳鋼用砂型に使用されるクロマイトサンドは高価なので、繰り返し使用され、廃棄される砂の量は分からない。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー 2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の Cr のマテリアルフロー統計

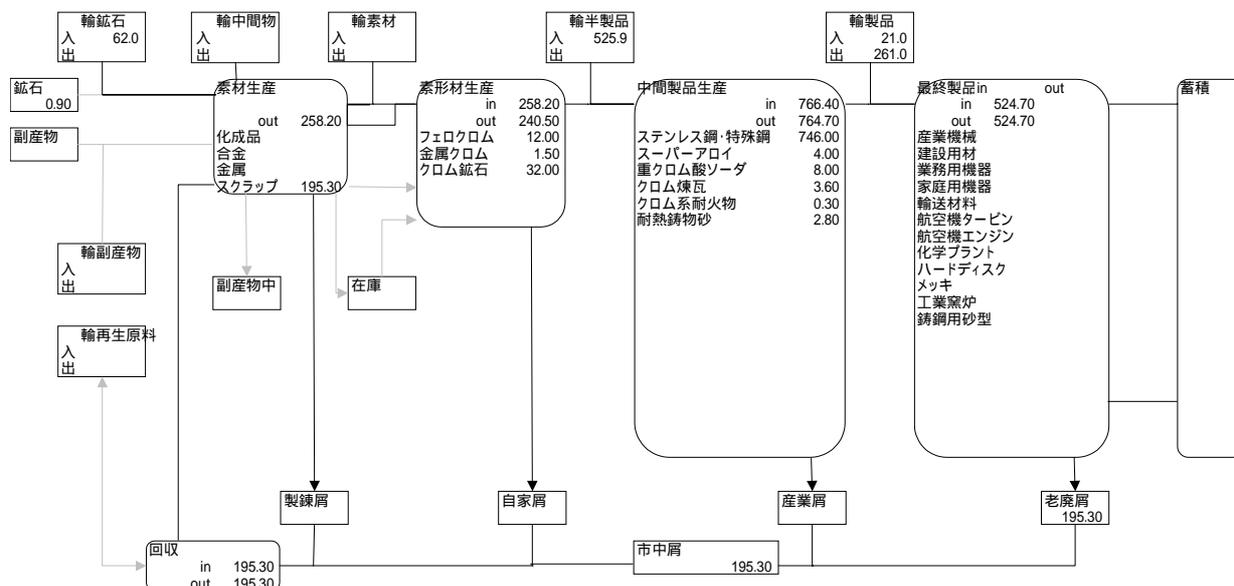
Cr のマテリアルフローの状況

Cr は経産省の公式統計には含まれていない。主な情報源は、「鉱物資源マテリアルフロー」と「工業レアメタル誌」である。それに圧倒的使用量のステンレス鋼の統計データを参考にしていく必要があるが、一部原料として使用されるクロム鉱石がある様でその量は余り正確に把握できない。次に大きな用途である無機薬品のマテリアルフローデータも余り正確には把握できない。煉瓦関係のデータもそうである。

Cr のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Cr	輸入資源	609.9	輸出品	261	一次資源	609.8	二次資源	195.3	天然資源	609.80	老廃資源	195.30
単位(t)	TMR	1	使用総量	5247	総資源要求	4.07E+06	二次資源利用率		243	老廃資源利用		37.2%
1000	資源消費	1	天然資源消費	407.2	総資源消費	5.25E+06	天然資源削減率		224	輸入資源依存		116.0%
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	5247	TMR	4.07E+06	recycled material %		243	EOL-resource%		37.2%
1000	RSV/ton-req	1	resource cons	407.2	RSV	5.25E+06	natural resource dependence		77.6	import dependence		116.0%

Cr のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

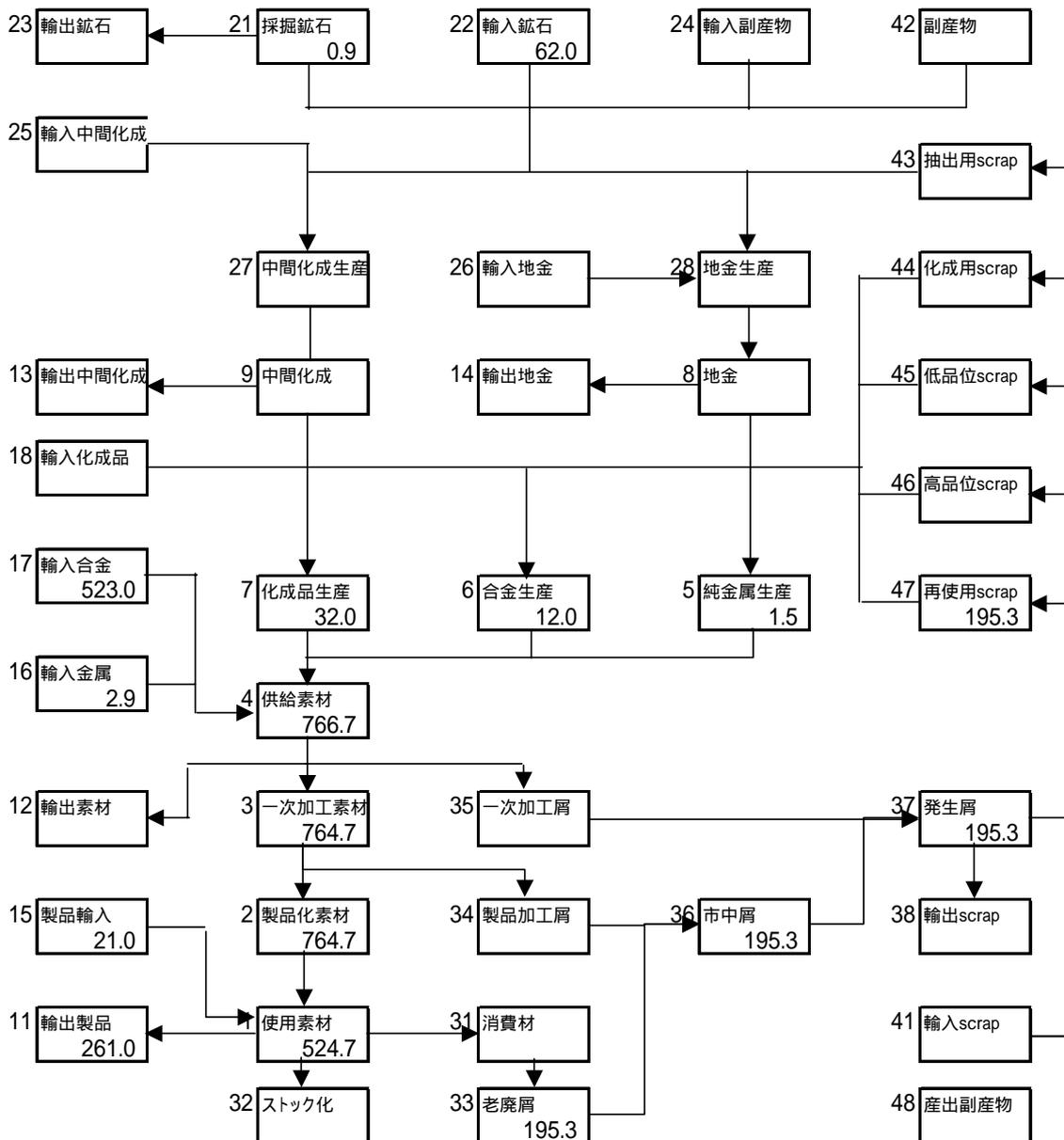
- a) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- b) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- c) 財務省貿易統計

Note:

1. 輸入鉱石は、a)クロム鉱石 59 千 t、a)耐火物用クロム鉱石 3 千 t の合計 62 千 t
2. 輸入半製品は、a)フェロクロム 523 千 t、a)金属クロム 2.9 千 t の合計 525.9 千 t
3. 輸入製品は、a)ステンレス鋼 17 千 t、重クロム酸ソーダ 4 千 t の合計 21 千 t
4. 輸出製品は、a)ステンレス鋼 261 千 t
5. 鉱石は、a)耐火物用クロム鉱石の国内生産 0.9 千 t
6. 素材生産は、輸入鉱石、耐火物用鉱石生産、スクラップの合計で 258.2 千 t

- 7. 素形材生産は、a)フェロクロム生産 12 千 t、a)重クロム酸ソーダ生産 1.5 千 t、a)ステンレス鋼の原料となるクロム鉱石 32 千 t、a)ステンレス鋼原料となるスクラップ 195t の合計 249.5 千 t
- 8. 最終製品は、素形材生産に製品の輸出入を差し引きした
- 9. 老廃屑は、a)ステンレス鋼スクラップ 195 千 t、a)メッキ廃液回収 0.3 千 t の合計 195.3 千 t

Cr のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	一次加工素材から製品輸入を加え、製品輸出を引いた値
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	a)分野別重要の合計764.7千t
4	供給素材	「純金属生産」+「合金生産」+「化成品生産」+「再使用スクラップ」+「輸入合金」+「輸入金属」
5	高品位金属生産	a)金属クロム生産
6	合金生産	a)フェロクロム生産
7	化成品生産	a)ステンレス生産原料のクロム鉱石
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	a)ステンレス鋼の輸出
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	a)ステンレス鋼の輸入
16	金属輸入	a)金属クロム輸入
17	合金輸入	a)フェロクロムの輸入
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	a)耐火物用クロム鉱石の生産
22	輸入鉱石	a)クロム鉱石59千t、a)耐火物用クロム鉱石3千tの合計62千t
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)ステンレス鋼スクラップ195千t、a)メッキ液回収0.3千tの合計195.3千t
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(2 2) V のマテリアルフロー

(a) 日本の V のマテリアルフロー

V の原料¹⁾

V の原料として、重油脱硫触媒や重油燃焼灰などから五酸化バナジウムが 2003 年に 991t 程度製造されていて、その回収は重要である。また、五酸化バナジウムは 2,134t 輸入された。その他、鉄鋼製品の原料としてフェロバナジウムがあるが、2003 年は生産 2,876t、輸入 3,401t である。6Al - 4V - Ti 合金の原料は、V - Al 合金が輸入されている。

V の中間製品生産¹⁾

中間製品の生産は、2003 年 5,510t で、その内訳は、含バナジウム鋼 4,616t、バナジウム触媒 824t、6Al - 4V - Ti 合金は 70t である。

V のリサイクル¹⁾

使用済バナジウム触媒の回収は、専門業者で行われていて、2003 年 798t の回収が行われた。含バナジウム鋼の高張力鋼や合金工具鋼は、鉄スクラップとして電気炉で処理されるが、製鋼中に酸化されてスラグに吸収される。スラグからの回収は行われていない。

Ti 合金は、加工工程のスクラップは十分に管理されている。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の V のマテリアルフロー統計

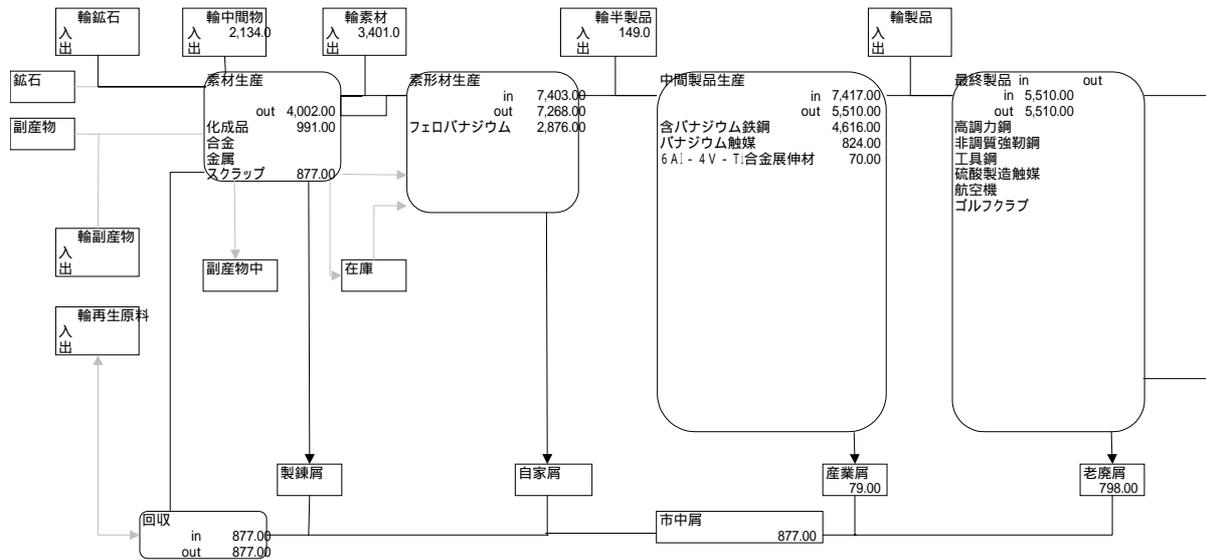
V のマテリアルフロー統計の状況

V は、経産省の公式統計には含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」が主な情報源で、「工業レアメタル誌」が参考となる。リサイクルは、使用済バナジウム触媒から五酸化バナジウムが製造されるので、専門業者から回収が出来ていて、少し情報がある。しかし、大部分が鉄鋼用添加剤として使用され、その量の把握は困難である。

V のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

V	輸入資源	5684	輸出品	0	一次資源	5684	二次資源	877	天然資源	5684.00	老廃資源	798.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	55100	総資源要求	568E+03	二次資源使用率	134	老廃資源利用			14.5%
1	資源指標	1	天然資源岸	56840	総資源指標	551E+03	天然資源削減率	-32	輸入資源依存			103.2%
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	55100	TMR	568E+03	recycled material %	134	Ecl.-resource%			14.5%
1	RSV/ton-req	1	resource cons	56840	RSV	551E+03	natural resource dependance	1032	import dependance			103.2%

V のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



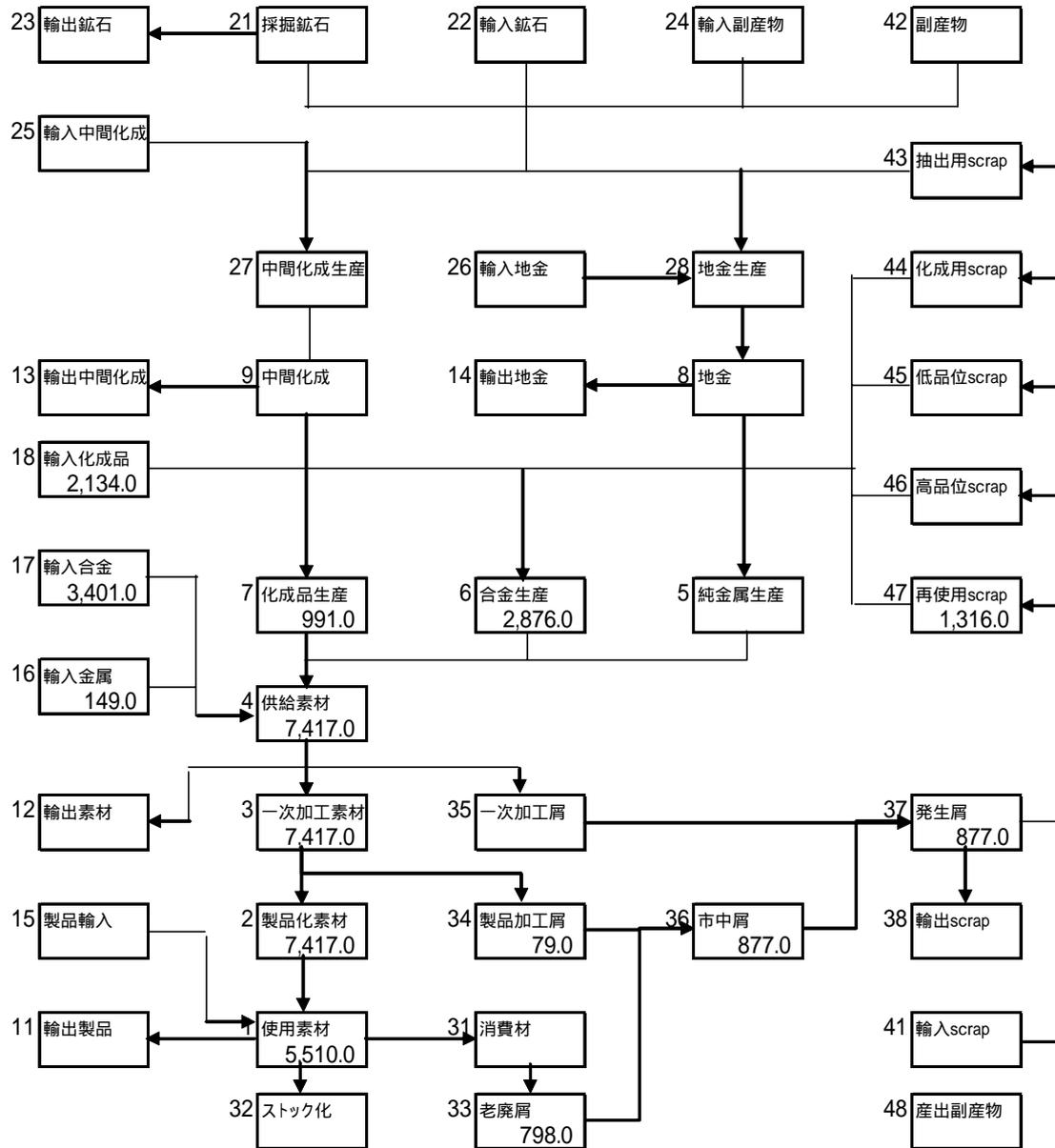
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 輸入中間物は、a)五酸化バナジウム 2,134t
- 輸入素材は、a)フェロバナジウム 3,401t
- 輸入半製品は、a)V - Al 合金 149t
- 素材生産 out は、a)五酸化バナジウム生産 991t、a)五酸化バナジウム輸入 2,134t、スクラップ 1,316t の合計 4,441t
- 素形材生産 in は、素材生産 out + 輸入素材、素形材生産 out は、a)フェロバナジウム生産 2,876t、a)輸入フェロバナジウム 3,401t、a)五酸化バナジウム生産 991t の合計 7,268t
- 中間製品生産 in は、素形材生産 out + 輸入半製品、中間製品生産 out は、a)含バナジウム鋼 4,616t、a)バナジウム触媒 824t、6Al - 4V - Ti 合金 70t の合計 5,510t
- 産業屑は、輸入半製品 149t から 6Al - 4V - Ti70t を引いた値
- 老廃屑は、a)使用済触媒回収 798t

Vの材料フローのフォーマットを統一した図B



Note:

1	使用素材	a)含バナジウム鋼4,616t、バナジウム触媒824t、6AL - 4V - T位70tの合計5,510t
2	製品化素材	供給素材と同じ
3	一次加工素材	供給素材と同じ
4	供給素材	「輸入合金」+「輸入金属」+「化成品生産」+「合金生産」の合計
5	高品位金属生産	
6	合金生産	a)フェロバナジウム生産2,876t
7	化成品生産	a)五酸化バナジウム生産991t
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	a)輸入五酸化バナジウム
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)含バナジウム鋼スクラップ439t、a)使用済触媒798tの合計
34	製品加工屑	a)輸入V - A合金149tからa)6AL - 4V - T展伸材70tを引いた値
35	一次加工屑	
36	市中屑	「老廃屑」+「製品加工屑」
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	「市中屑」
48	副産物産出	

(2 3) Nb のマテリアルフロー

(a) 日本の Nb のマテリアルフロー概況

Nb の原料¹⁾

Nb の原料は、2003 年にフェロニオブ 8,163t、金属ニオブ 32t、ニオブチタン合金 62t の合計 8,261t が輸入された。日本では鉬石は産出しない。

Nb の素形材生産¹⁾

Nb の素形材需要は、7,075t で、その内訳は、フェロニオブ 6,800t、金属ニオブ 70t、ニオブチタン合金 62t、高純度ニオブ酸化物 136t、炭化物 7t である。超伝導用にニオブ錫化合物が使用されるがまだ僅かである。金属ニオブは、輸入が 32t 程度であるから、日本で生産されている。高純度酸化物、炭化物も日本で生産されている。

Nb のリサイクル¹⁾

Nb の大部分の需要である鉄鋼は、Nb 含有量が僅かであるから、リサイクルされていない。他の Nb 製品もまだリサイクルされていない。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉬物資源機構：鉬物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の Nb のマテリアルフロー統計

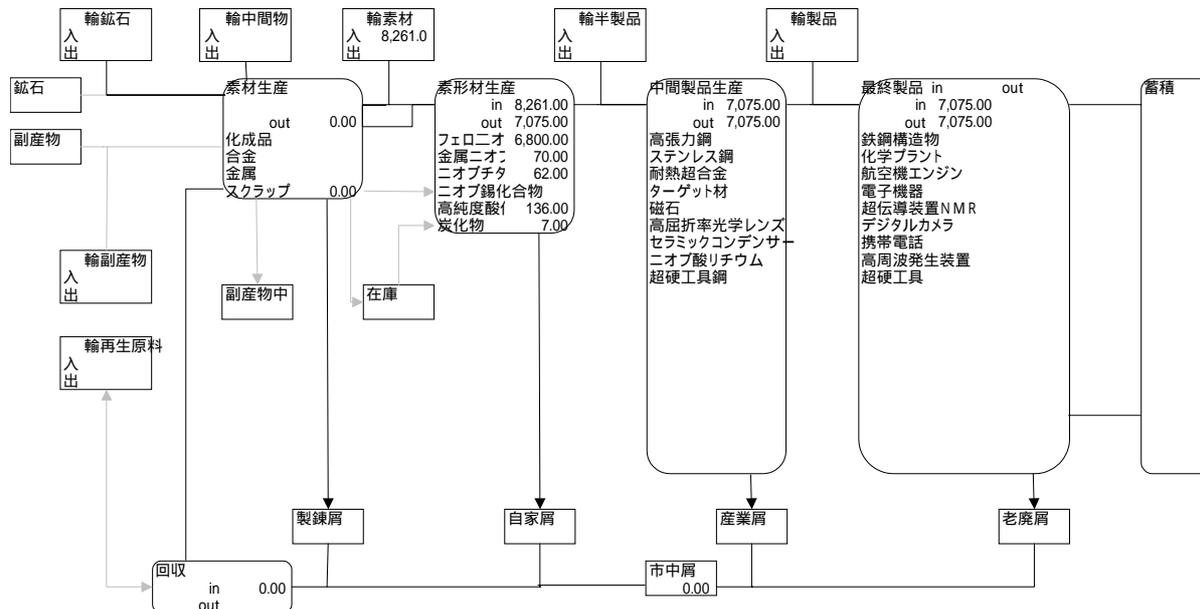
Nb のマテリアルフロー統計の状況

Nb は、経産省の公式統計に含まれていない。「鉬物資源マテリアルフロー」が主な情報源で、「工業レアメタル誌」が参考となる。「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」の鉄鋼原料からフェロニオブの情報がわかる。しかし、鉄鋼製品に含まれる Nb 量が明確に把握できないので、正確なマテリアルフローは描けないし、そのリサイクルも分からない。その他の Nb 製品は、最近様々な分野に使用されるようになってきているが、量的把握は充分でない。それらの製品のリサイクルも今後の課題である。

Nb のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Nb	輸入資源	8261	輸出品	0	一次資源	8261	二次資源	0	天然資源	8261.00	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	7,075.0	総資源要求	8.26E+03	二次資源使用率	0.0	老廃資源利用	0.0%		0.0%
1	資源指標	1	天然資源量	8,261.0	総資源指標	7.08E+03	天然資源削減率	-168	輸入資源依存	1168%		
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	7,075.0	TMR	8.26E+03	recycled material %	0.0	EdL-resource%	0.0%		
1	RSV/ton-req	1	resource cons	8,261.0	RSV	7.08E+03	natural resource dependence	1168	import dependence	1168%		

Nb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



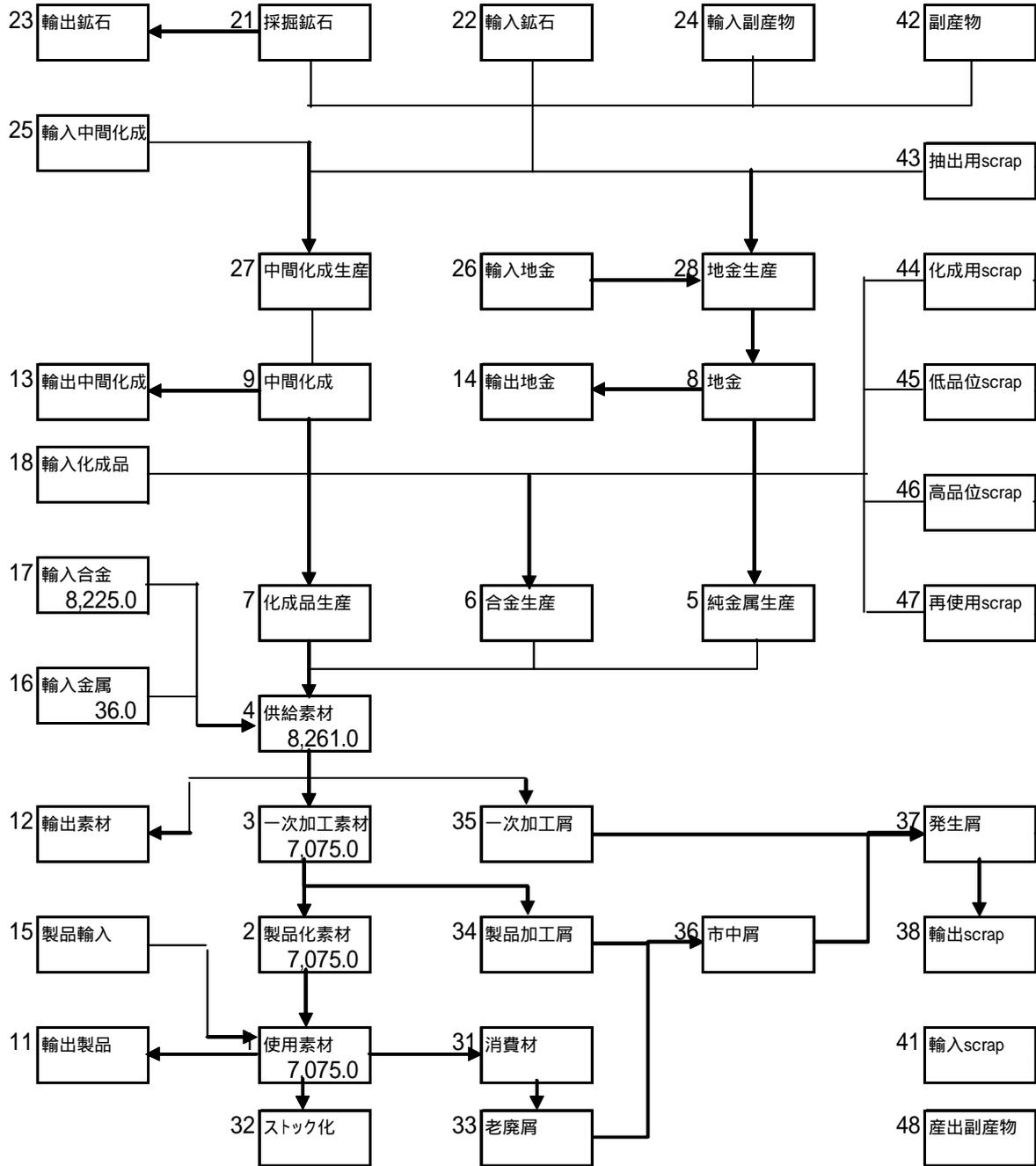
出典：

- a) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- b) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- c) 財務省貿易統計

Note:

1. 輸入素材は、a)フェロニオブ 8163t、a)金属ニオブ 36t、a)ニオブチタン合金 62t の合計 8,261t
2. 素形材生産 in は、輸入素材量、素形材生産 out は、a)フェロニオブ需要量 6,800t、a)金属ニオブ需要量 70t、a)ニオブチタン合金需要量 62t、a)高純度酸化物 136t、炭化物 7t の合計 7,075t と僅かの量で分からない超伝導用ニオブ錫合金がある
3. リサイクルは、行われていない

Nb のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)フェロニオブ需要6,800t、 a)金属ニオブ需要70t、 a)ニオブチタン合金62t、 a)高純度酸化物136t、 a)炭化物7tの合計7,075t
2	製品化素材	使用素材と同じ
3	一次加工素材	使用素材と同じ
4	供給素材	a)輸入フェロニオブ8,163t、 a)金属ニオブ36t、 a)ニオブチタン合金62tの合計8,261t
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(2 4) Ga のマテリアルフロー

(a) 日本の Ga のマテリアルフロー概況

Ga の原料¹⁾

Ga 金属は、亜鉛製錬のバイプロダクトとして、同和鉱業で 2003 年 9t 生産された。2003 年の輸入が 48t である。工程内のスクラップが多く、2003 年は 83t にもなる。

Ga 素形材生産¹⁾

2003 年の Ga の素形材需要は、142.5t で、その内訳は、結晶用 GaAs58t、エピ用 GaAs61.5t、結晶用 GaP10t、エピ用 GaP11.5t、その他 1.5t である。

Ga の中間製品、最終製品¹⁾

Ga の中間製品は、半導体チップや LED チップである。最終製品はそれらのチップで、超高速コンピュータ、太陽電池、発光素子、半導体レーザー、SAW フィルター、携帯電話など新しい応用分野に使用されている。

Ga のリサイクル¹⁾

Ga のリサイクルの特徴は、工程内のスクラップが非常に多く、回収率が供給量の 60%を占めることである。しかし、製品からの使用済 Ga の回収は、GaAs 系製品で、5.4%程度、GaP 系製品で 3.2%程度と極めて低いといわれている

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計
- 4) 資源エネルギー庁：「レアメタル要注視 10 鉱種の現状について」2004

(b) 日本の Ga のマテリアルフロー統計

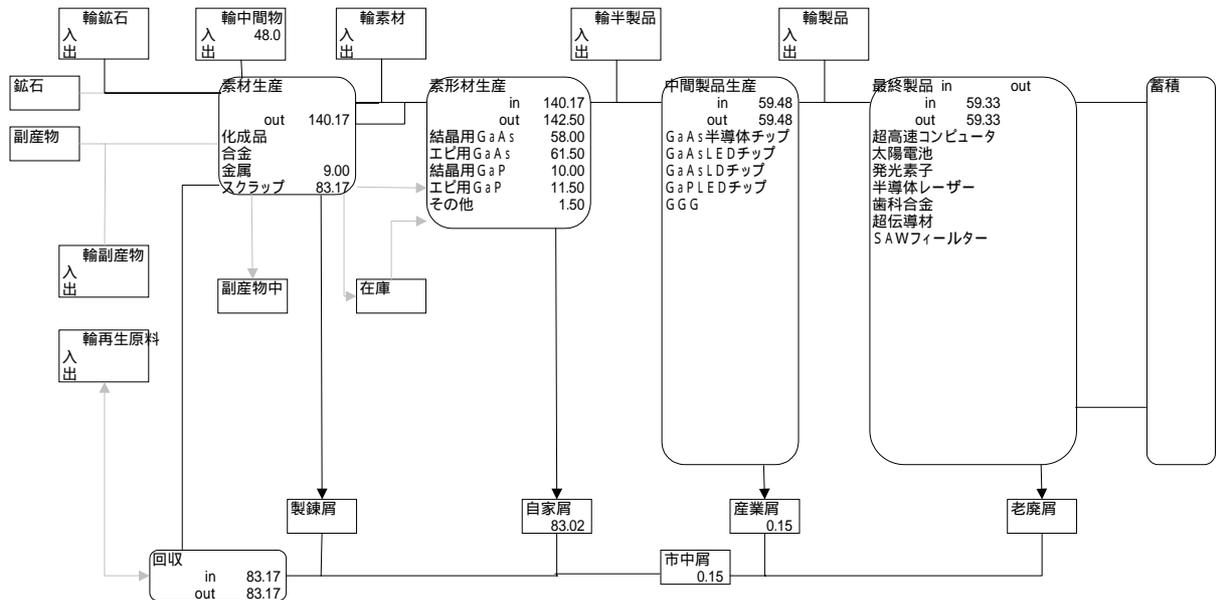
Ga のマテリアルフロー統計の状況

Ga は、経産省の公式統計には含まれていない。しかし、資源エネルギー庁の資料がある。「鉱物資源マテリアルフロー」と「工業レアメタル誌」が工程内スクラップ発生状況や市場動向を良く捉えている。しかし、最終製品からのリサイクルについてはデータが少ない。

Ga のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Ga	輸入資源	48	輸出製品	0	一次資源	48	二次資源	83.17	天然資源	48.00	老廃資源	83.17
単位(t)	TMR	1	使用総量	593	総資源要求	4.80E+01	二次資源使用率	634	老廃資源利用	140.2%		
1	資源指標	1	天然資源消費	480	総資源指標	5.93E+01	天然資源削減率	191	輸入資源依存	80.9%		
unit(t)	TMR/ton-met	1	demand	593	TMR	4.80E+01	recycled material %	634	Ecl.-resource%	140.2%		
1	RSV/ton-met	1	resource cons	480	RSV	5.93E+01	natural resource dependence	809	import dependence	80.9%		

Ga のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



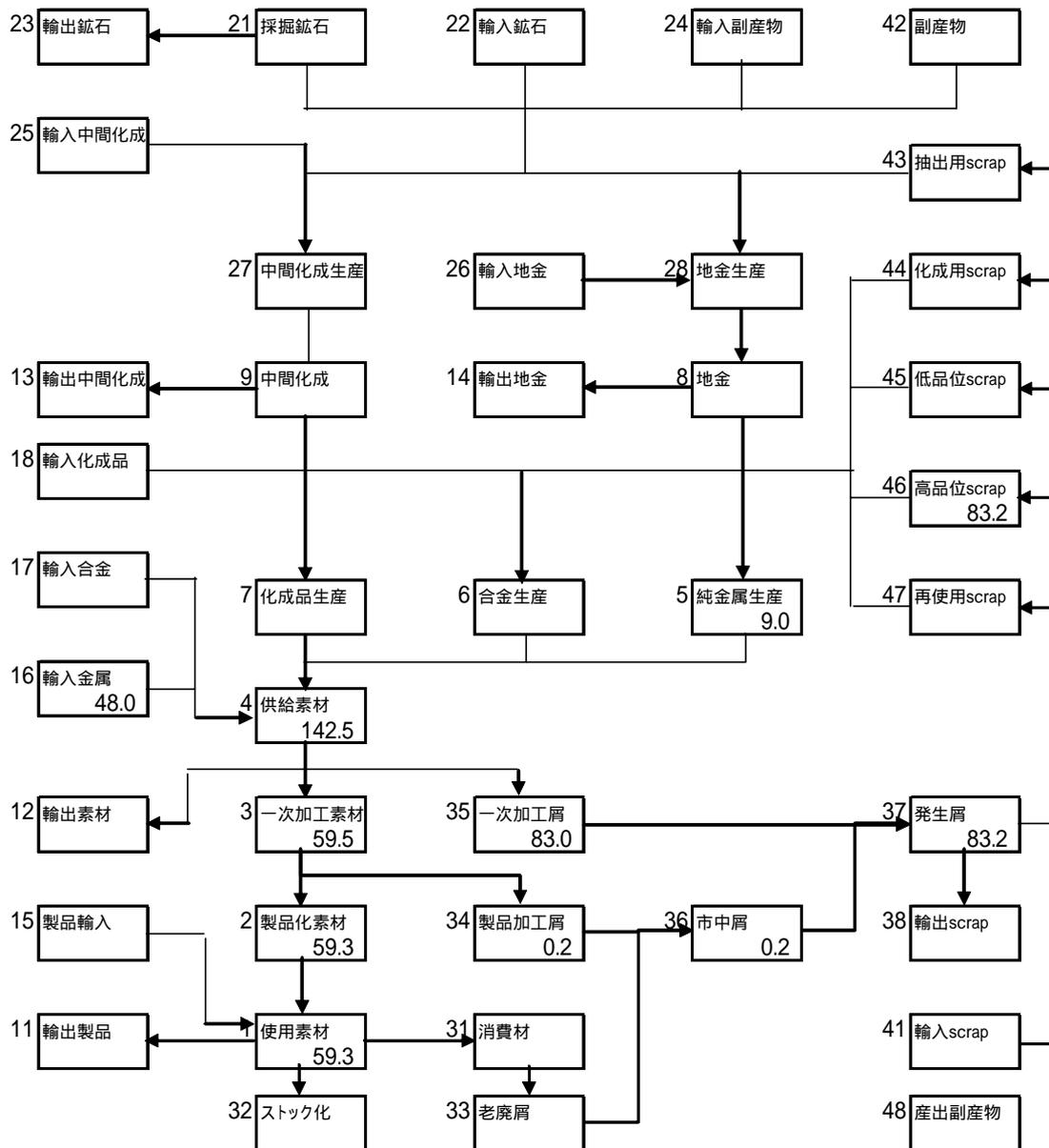
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 輸入中間物は、a)金属 Ga 輸入 48t
- 素材生産 out は、a)金属 Ga 生産 9t、a)輸入金属 Ga48t、a)スクラップ 83.17t の合計 140.17t で、金属 Ga 生産は、亜鉛鉱石、ボーキサイトの副産物である
- 素形材生産 out は、a)GaAs 生産 119.5t、a)GaP 生産 21.5t、a)その他生産 1.5t の合計 142.5t
- 中間製品生産、最終需要は、同じ数値である
- リサイクルは、GaAs , GaP その他からエピウエアやウェハを製造する時の工程屑 83.02t、ウェハからチップを製造する時の加工屑 0.15t

Ga のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	「製品化素材」と同じ
2	製品化素材	「一次加工材」からa)産業屑0.15tを引いた値
3	一次加工素材	「供給素材」からa)自家屑83.05tを引いた値
4	供給素材	a)GaAs生産119.5t、a)GaP生産21.5t、a)その他生産1.5tの合計142.5t
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)金属Gaの輸入48t
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	a)GaAs,GaPからウェハを製造する時の自家屑83.02t
35	一次加工屑	a)ウェハからチップを製造する時の加工屑0.15t
36	市中屑	
37	発生屑	一次加工屑と製品加工屑の合計
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	発生屑と同じ
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(2 5) Pd のマテリアルフロー

(a) 日本の Pd のマテリアルフロー概況

Pd の原料¹⁾

2003 年の日本の Pd は、国内のニッケル・銅精錬の副産物から 700kg、後は輸入が 57,842kg あった。

Pd の素形材生産¹⁾

Pd の素形材生産は、触媒、化成品、パラジウム白金合金の生産で約 58,000kg である。

Pd の中間製品、最終製品の需要¹⁾

2003 年の最終製品の需要は、46,040kg で、その内訳は、自動車排気ガス浄化触媒 17,110kg、石油化学触媒 780kg、電気・電子部品 6,849kg、歯科用材料 16,020kg、パペンダントなど宝飾品 4,989kg、その他 310kg である。

Pd のリサイクル¹⁾

使用済自動車触媒回収は、1,240kg が原料として使用されている。歯科用材料も 80%程度、石油化学触媒も 90%近く回収されているといわれているが、データがない。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) Jonson Matthey：Platinum 2004 Interrim Review
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の Pd のマテリアルフロー統計

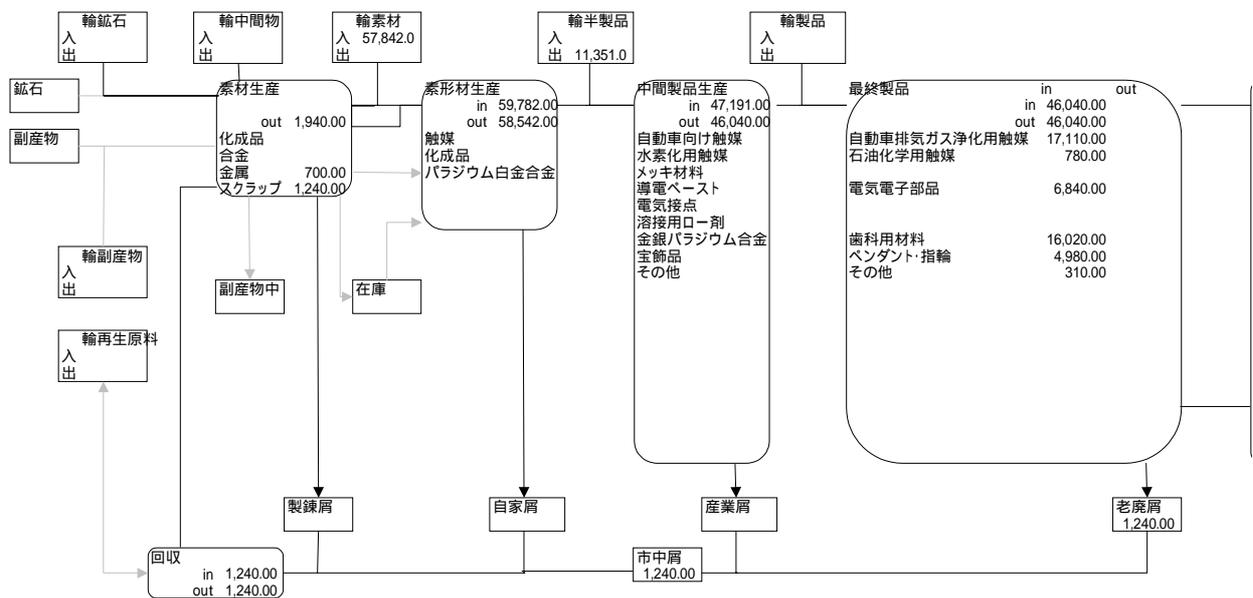
Pd のマテリアルフロー統計の状況

Pd は、経産省の公式統計に含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」が主な情報源である。輸出入については財務省の貿易統計で見える。原料の副産物量、輸入量とスクラップ量がある程度分かる。最終製品の需要量もある程度分かるが、製造工程の情報は分からない。

Pd のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Pd	輸入資源	57842	輸出品	11351	一次資源	57842	二次資源	1240	天然資源	57,842.00	老廃資源	1,240.00
単位(kg)	TMR	1	使用総量	46040.0	総資源要求	464E+04	二次資源使用率		21	老廃資源利用		2.7%
	1 資源目標	1	天然資源消費	46401.8	総資源目標	460E+04	天然資源削減率		-08	輸入資源依存		125.6%
unit(kg)	TMR/ton-met	1	demand	46040.0	TMR	464E+04	recycled material %		21	EoL-resource%		2.7%
	1 RSV/ton-met	1	resource cons	46401.8	RSV	460E+04	natural resource dependence		1008	import dependence		125.6%

Pdのマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- a) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- b) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- c) 財務省貿易統計
- d) Jonson Matthey:Platinum 2004 Interrim Review

Note:

1. 輸入素材は、a)地金・スポンジ 57,842kg
2. 輸出半製品は、c)素形材 11,351kg
3. 素材生産 out は、国内でニッケルや銅精錬の副産物、また陽極スライムから化学的方法でパラジウムが分離される a)金属パラジウム 700kg、a)自動車触媒回収スクラップ 1,240kg の合計 1,949kg
4. 素形材生産 in は、素材生産 out 1,949kg、輸入素材 57,840kg の合計 59,542kg、素形材生産 out は、a)金属パラジウム生産 700kg、a)輸入素材 57,840kg の合計 58,542kg
5. 中間製品 in は、素形材生産 out 58,542kg から輸出半製品 11,351kg を引いた値 47,191kg
6. 中間製品 out は、最終製品需要 46,040kg と同じ
7. 最終製品 in, out は、a)自動車触媒 17,110kg、a)石油化学触媒 780kg、a)電気電子部品 6,840kg、a)歯科用材料 16,020kg、ペンダントなど 4,989kg、その他 310kg の合計 46,040kg
8. 老廃屑は、a)自動車触媒回収 1,240kg

Note:

1	使用素材	a)自動車触媒17,110kg、 a)石油化学触媒780kg、 a)電気電子部品6,840kg、 a)歯科用材料16,020kg、 ペンダントなど4,989kg、 その他310kgの合計46,040kg
2	製品化素材	一次加工素材と同じ
3	一次加工素材	「供給素材」からc)輸出半製品11,350kgを引いた47,191kg
4	供給素材	a)金属パラジウム生産700kg、 a)輸入素材57,840kgの合計
5	高品位金属生産	a)ニッケル・銅製錬の副産物700kg
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	c)半製品の輸出11,350kg
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)地金・スポンジ輸入57,842kg
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)自動車触媒回収1,240kg
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	老廃屑と同じ
37	発生屑	老廃屑と同じ
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	老廃屑と同じ
48	副産物産出	

(2 6) In のマテリアルフロー

(a) 日本の In のマテリアルフロー概況

In の原料¹⁾

国内では、同和鋳業、日鋳金属が亜鉛、鉛製錬からのパイプロで 2003 年 70t 生産されている。2003 年輸入が 264t で、スクラップからの再生が 160t といわれている。従って、国内供給量合計は 494t と想定される。

In の中間製品の生産¹⁾

In の中間製品の需要は 419t で、その内訳は、a)国内需要 419t で、内訳は低融点合金 6t、蛍光体 8t、透明電極 360t、歯科合金 3t、ベアリング 1t、化合物半導体 7t、ボンディング 25t、電池材料 5t、その他 4t である。

In のリサイクル¹⁾

国内重要の大部分を占める透明電極からはリサイクルされていない。しかし、スクラップからの再生が 30%の 160t あるといわれており、その供給源が不明であるが、ここでは工程屑と想定した。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鋳物資源機構：鋳物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計
- 4) Mineral Commodity Summaries 2004

(b) 日本の In のマテリアルフロー統計

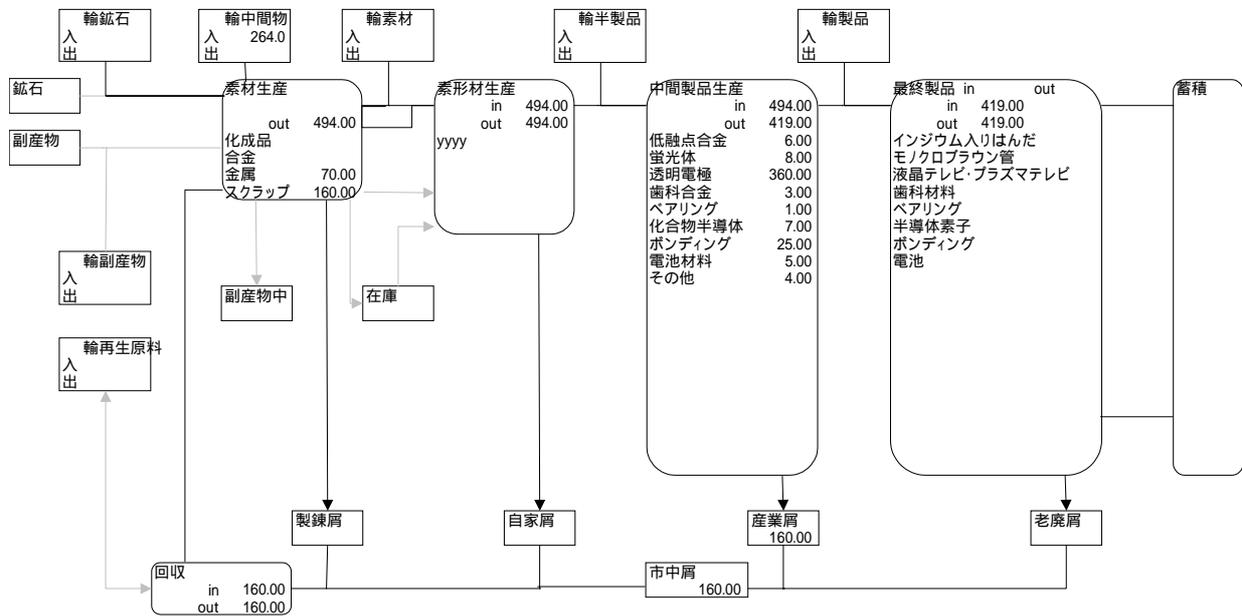
In のマテリアルフロー統計の状況

In は経産省の公式統計に含まれていない。「鋳物資源マテリアルフロー」と「工業レアメタル誌」が主な情報源となる。しかし、両者の数値にはかなりの開きがある。今回は、前者のデータに拠った。

In のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

In	輸入資源	264	輸出品	0	一次資源	264	二次資源	160	天然資源	264	00	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	4190	総資源要求	264E+02	二次資源使用率	37.7	老廃資源利用	0.0%			
1	資源指標	1	天然資源消費	2640	総資源指標	4.19E+02	天然資源削減率	37.0	輸入資源依存	63.0%			
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	4190	TMR	264E+02	recycled material %	37.7	EdL-resource%	0.0%			
1	RSV/ton-req	1	resource cons	2640	RSV	4.19E+02	natural resource dependence	63.0	import dependence	63.0%			

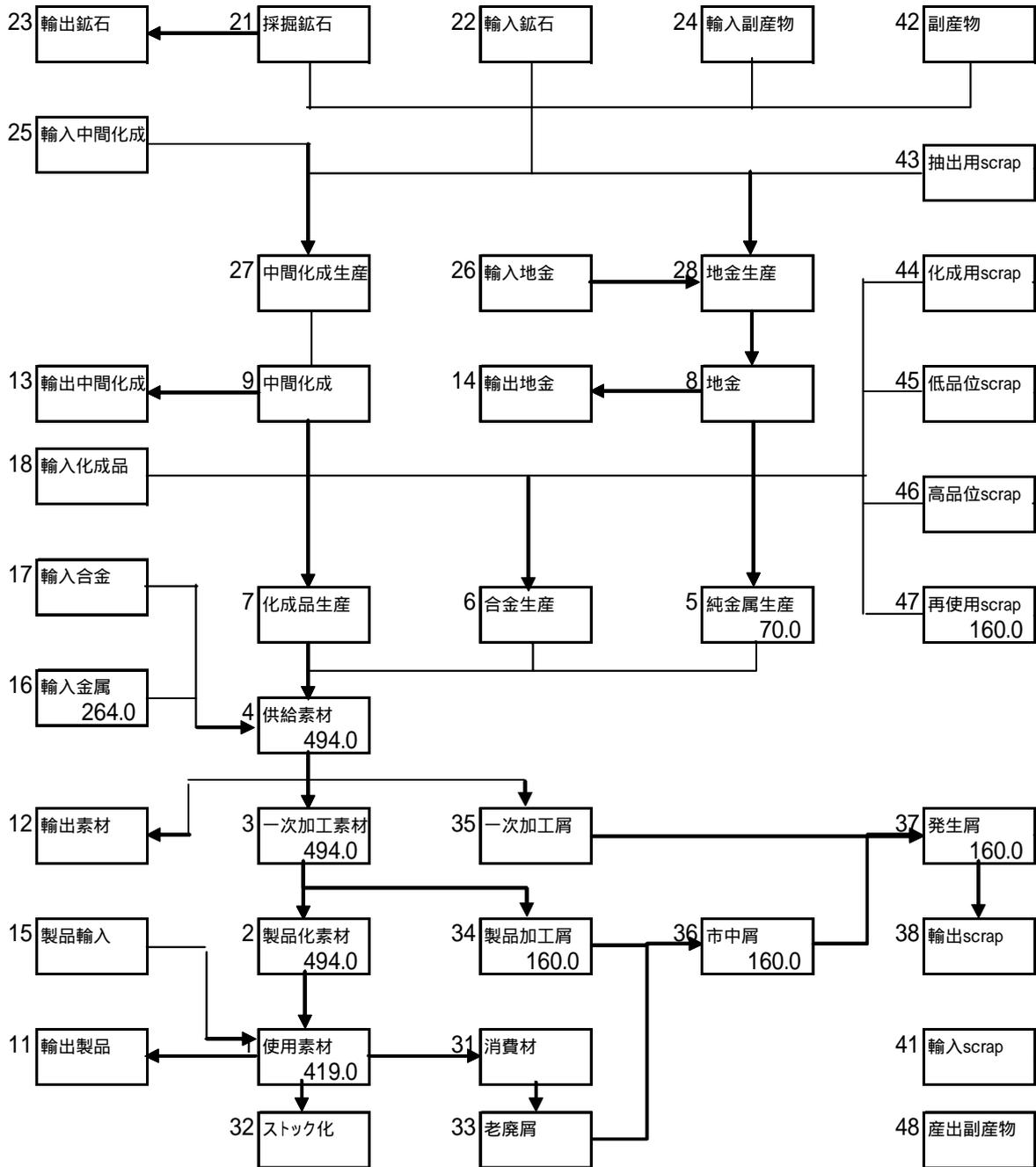
In のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計
- Mineral Commodity Summaries 2004

In のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)国内需要419tで、内訳は低融点合金6t、蛍光体8t、透明電極360t、歯科合金3t、ベアリング1t、化合物半導体7t、ボンディング25t、電池材料5t、その他4t
2	製品化素材	「供給素材」と同じ
3	一次加工素材	「供給素材」と同じ
4	供給素材	a)金属生産70t、a)輸入金属264t、a)スクラップ再生品160tの合計494t、国内生産は、亜鉛・鉛製錬のパイプロとして同和鋳業、日鋳金属が生産している
5	高品位金属生産	a)金属インジウム国内生産
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鋳石	
22	輸入鋳石	
23	輸出鋳石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	a)スクラップ160tを仮定
35	一次加工屑	
36	市中屑	「製品加工屑」と同じ
37	発生屑	「製品加工屑」と同じ
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	「製品加工屑」と同じ
48	副産物産出	

(27) Hf のマテリアルフロー

(a) 日本の Hf のマテリアルフロー概況

Hf の原料¹⁾

Hf の原料は、全量粗製金属 Hf の形で輸入され、2003 年 2,170t である。

Hf の素形材生産¹⁾

Hf の素形材需要は、2,170t で、その内訳は、精製 Hf 金属 1,090t、スーパーアロイ 1,060t、カーバイド 20t である。輸入原料と同じ量であり、やや精度を欠くと思われる。

Hf の中間製品生産¹⁾

Hf の中間製品需要は、2,170t で、その内訳は、原子力制御棒 650t、電子・光学材料 440t、超強力耐熱鋼 1,060t、高速切削工具 20t である。これも、大体の需要分野の割合を示したもので精度は良いものではない。

Hf のリサイクル¹⁾

Hf の原子力用用途は放射能の問題でリサイクルできない。耐熱鋼、工具鋼は、Hf 含有量が少なく Hf を対象にしてリサイクルされていない。電子機器に使用された製品のリサイクルも今後の課題である。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 財務省貿易統計
- 3) Mineral Commodity Summaries 2005

(b) 日本の Hf のマテリアルフロー統計

Hf のマテリアルフロー統計の状況

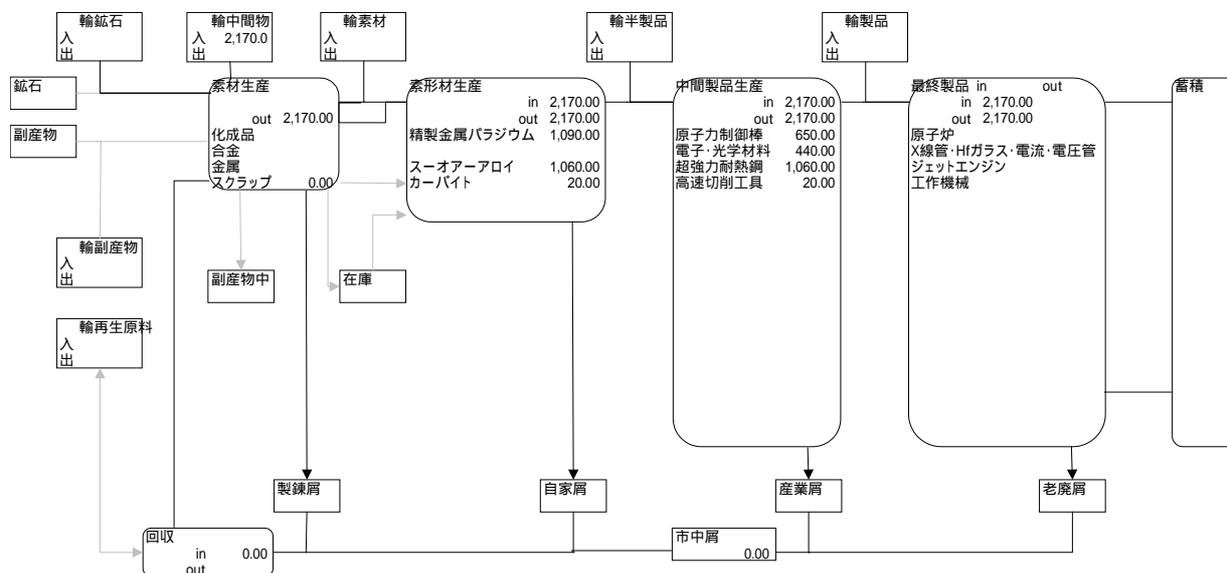
Hf は、経産省の公式統計に含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」が主な情報源となるが、推定が大分あり、輸入原料の量と素形材量および中間製品量が同じ量で表現されている。

リサイクルのデータも得られない。

Hf のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Hf	輸入資源	2170	輸出品	0	一次資源	2170	二次資源	0	天然資源	2170.00	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	2170.0	総資源要求	217E+03	二次資源費用率	0.0	老廃資源利用	0.0%		
	1 資源目標	1	天然資源岸	2170.0	総資源目標	217E+03	天然資源削減率	0.0	輸入資源依存	100.0%		
unit(t)	TMR/ton-metal	1	demand	2170.0	TMR	217E+03	recycled material %	0.0	EoL-resource%	0.0%		
	1 RSV/ton-metal	1	resource cons	2170.0	RSV	217E+03	natural resource dependence	100.0	import dependence	100.0%		

Hf のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



出典：

- (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 財務省貿易統計
- Mineral Commodity Summaries 2005

Note:

- 輸入中間物は、a)金属ハフニウム 2,170t
- 素形材生産は、a)精製金属はフニウム 1,090t、a)スーパーアロイ 1,060t、a)カーバイト 20t の合計 1,270t
- 中間製品生産は、a)原子力制御棒 650t、a)電子・光学材料 440t、a)超強力耐熱鋼 1,060t、a)高速切削工具 20t の合計 2,170t

Note:

1	使用素材	a)原子力制御棒650t、 a)電子・光学材料440t、 a)超強力耐熱鋼1,060t、 a)高速切削工具20tの合計2,170t
2	製品化素材	「使用素材」と同じ
3	一次加工素材	「使用素材」と同じ
4	供給素材	「使用素材」と同じ
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)金属Hf2,170t
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	

(2 8) TI のマテリアルフロー

(a) 日本の TI のマテリアルフロー概況

TI の原料^{1) 2)}

TI は、1980 年代非鉄金属製錬メーカーの副産物として生産されていたが、現在はその生産が中止されている。2003 年の財務省通関統計では輸入量はわずか 2kg である。従って、国内需要 36t は、これまでの在庫から手当てされたと推定される。

TI の中間製品生産¹⁾

TI の中間製品の 2003 年の国内需要は 36t で、その内訳は、ハロゲン化タリウム 3.6t、酸化及びフッ化タリウム 31.2t、硫酸タリウム 1.2t である。その他に、銀合金、鉛合金、水銀合金などが僅かにある。

TI のリサイクル¹⁾

現在、タリウムのリサイクルはされていない。用途も限定されていて、資源的には銅、鉛、亜鉛の製錬副産物として生産されるので、リサイクルの必要性が今ひとつである。

引用文献：

- 1)(独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 財務省貿易統計

(b) 日本の TI のマテリアルフロー統計

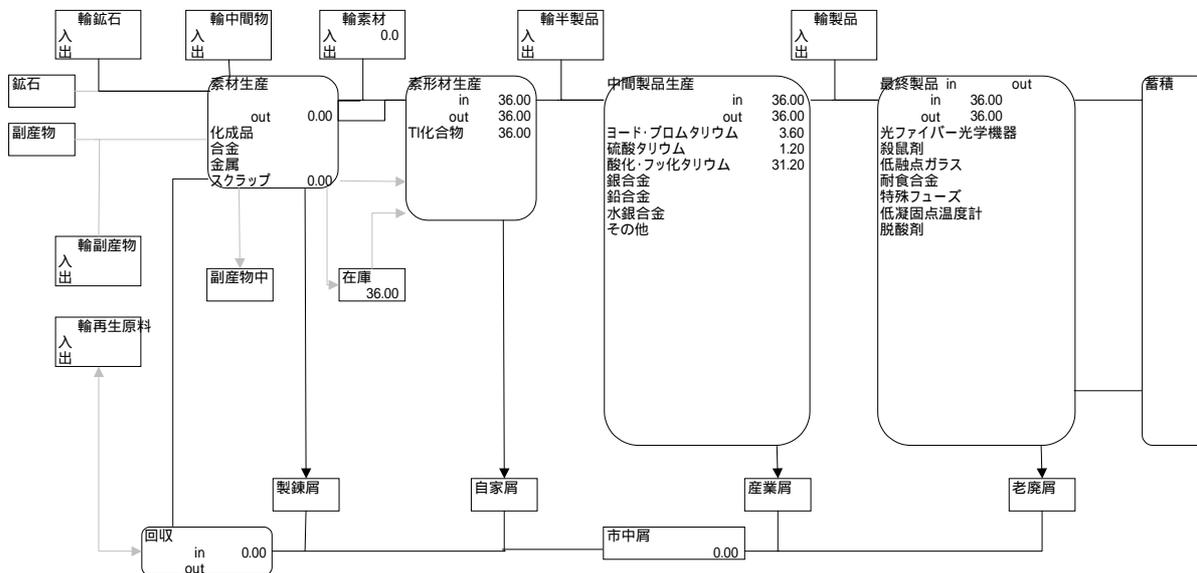
TI のマテリアルフロー統計の状況

TI は、経産省の公式統計に含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」が主な情報源である。しかし、Mineral Commodity Summaries 2005 と業界情報に基づいて、TI 製品の需要 36t を推定し、原料は 2003 年の財務省通関実績で 2kg の輸入しかないことを理由に 36t の在庫で原料手当てがされたと推定している。リサイクルはなしである。

TI のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

TI	輸入資源	3600	輸出品	0	一次資源	3600	二次資源	0	天然資源	3600	老廃資源
単位(t)	TMR	1	使用総量	360	総資源要求	360E+01	二次資源使用率		00	老廃資源利用	
	1 資源指標	1	天然資源消費	360	総資源指標	360E+01	天然資源削減率		00	輸入資源依存	
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	360	TMR	360E+01	recycled material %		00	EdL-resource%	
	1 RSV/ton-req	1	resource cons	360	RSV	360E+01	natural resource dependence		1000	import dependence	

TI のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



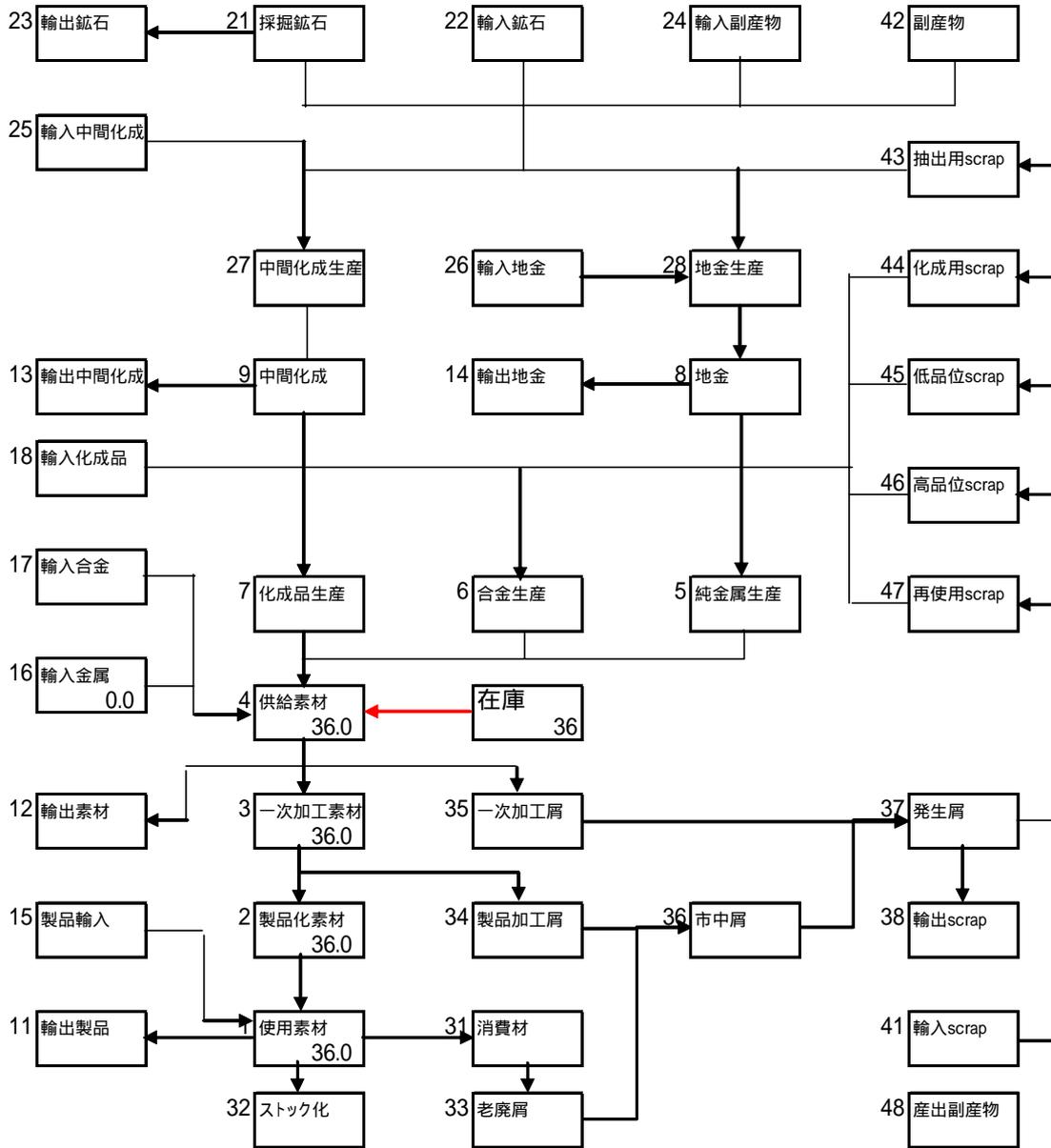
出典：

- a) (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- b) 財務省貿易統計

Note:

- 1．輸入素材は、c)金属 TI が 2003 年度 2kg の輸入である
- 2．a)在庫 36t が、2003 年の原料供給であったと推定
- 3．中間製品の需要は、a)ハロゲン化 TI3.6t、硫酸 TI1.2t、酸化 TI、フッ化 TI31.2t の合計 36t、その他合金類が僅かにある
- 4．リサイクルはなし

TI のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)ハロゲン化Ti3.6t、硫酸Ti1.2t、酸化Ti、フッ化Ti31.2tの合計36t、その他合金類が僅かにある
2	製品化素材	「使用素材」と同じ
3	一次加工素材	「使用素材」と同じ
4	供給素材	「使用素材」と同じ
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	2003年b)金属Ti2kg輸入
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	
49	在庫	a)原料36tは在庫からと推定

(2 9) Bi のマテリアルフロー

(a) 日本の Bi のマテリアルフロー概況

Bi の原料¹⁾

Bi の国内生産は、鉛の電解スライムから生産されている。2003 年は 495t の生産である。輸入は、780t である。

Bi の中間製品生産^{1) 2)}

Bi の中間製品の需要は、2003 年 1,265t で、その内訳は、a)低融点合金 62t、a)冶金添加剤 225t、a)医薬品 21t、a)触媒 103t、a)フェライト 272t、a)その他 492t である。しかし、この値は、「工業レアメタル誌 2005」に掲載されている国内生産分 495t の需要を、780t の輸入品も同じ需要分野で使用されたと仮定して、1,265t の内需の比例配分した値である。それに輸出が 14t ある。

Bi のリサイクル¹⁾

Bi は、すべて添加剤として使用されているので、Bi を対象としたリサイクルはされていない。基板に使用されたはんだから 10%程度リサイクルされているといわれている。

引用文献：

- 1) (独) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 2) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 3) 財務省貿易統計

(b) 日本の Bi のマテリアルフロー統計

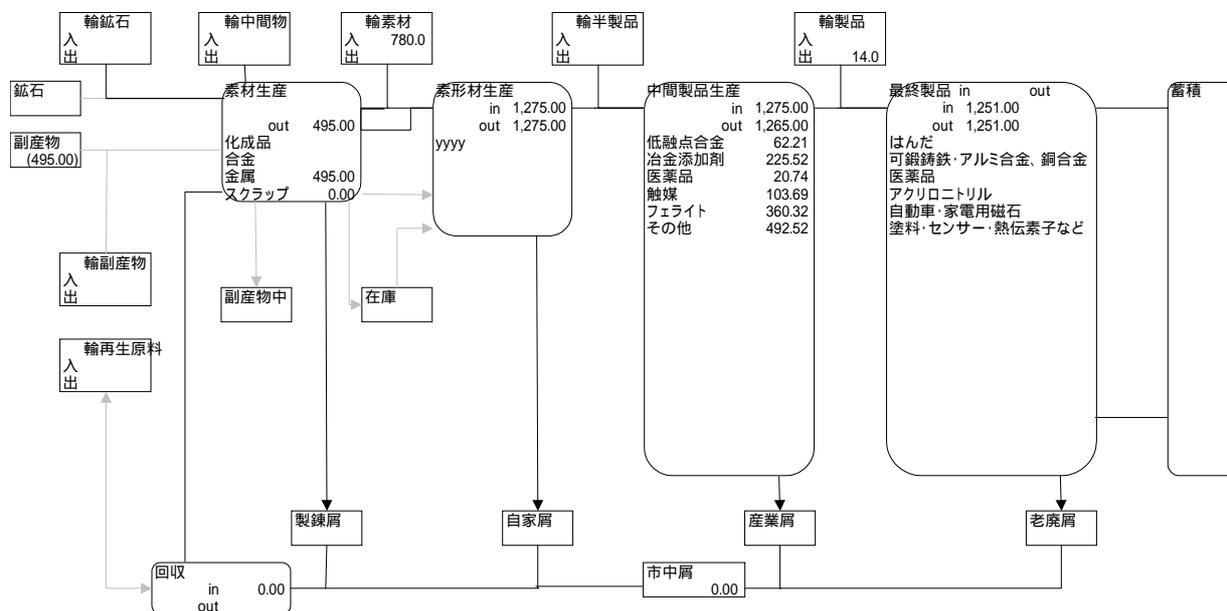
Bi のマテリアルフロー統計の状況

Bi は経産省の公式統計に含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」と「工業レアメタル誌」が主な情報源である。リサイクルはされていないし、基板等僅かあってもデータはない。

Bi のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

日	輸入資源	780	輸出品	14	一次資源	780.00	二次資源	495	天然資源	1,275.00	老廃資源	0.00
単位(t)	TMR	1	使用総量	1,251.0	総資源要求	1.26E+03	二次資源利用率	38.8	老廃資源利用	0.0%		
1	資源指標	1	天然資源消費	1,260.9	総資源指標	1.26E+03	天然資源削減率	-0.8	輸入資源依存	62.4%		
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	1,251.0	TMR	1.26E+03	recycled material %	38.8	EdL-resource%	0.0%		
1	RSV/ton-req	1	resource cons	1,260.9	RSV	1.26E+03	natural resource dependence	100.8	import dependence	62.4%		

Bi のマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



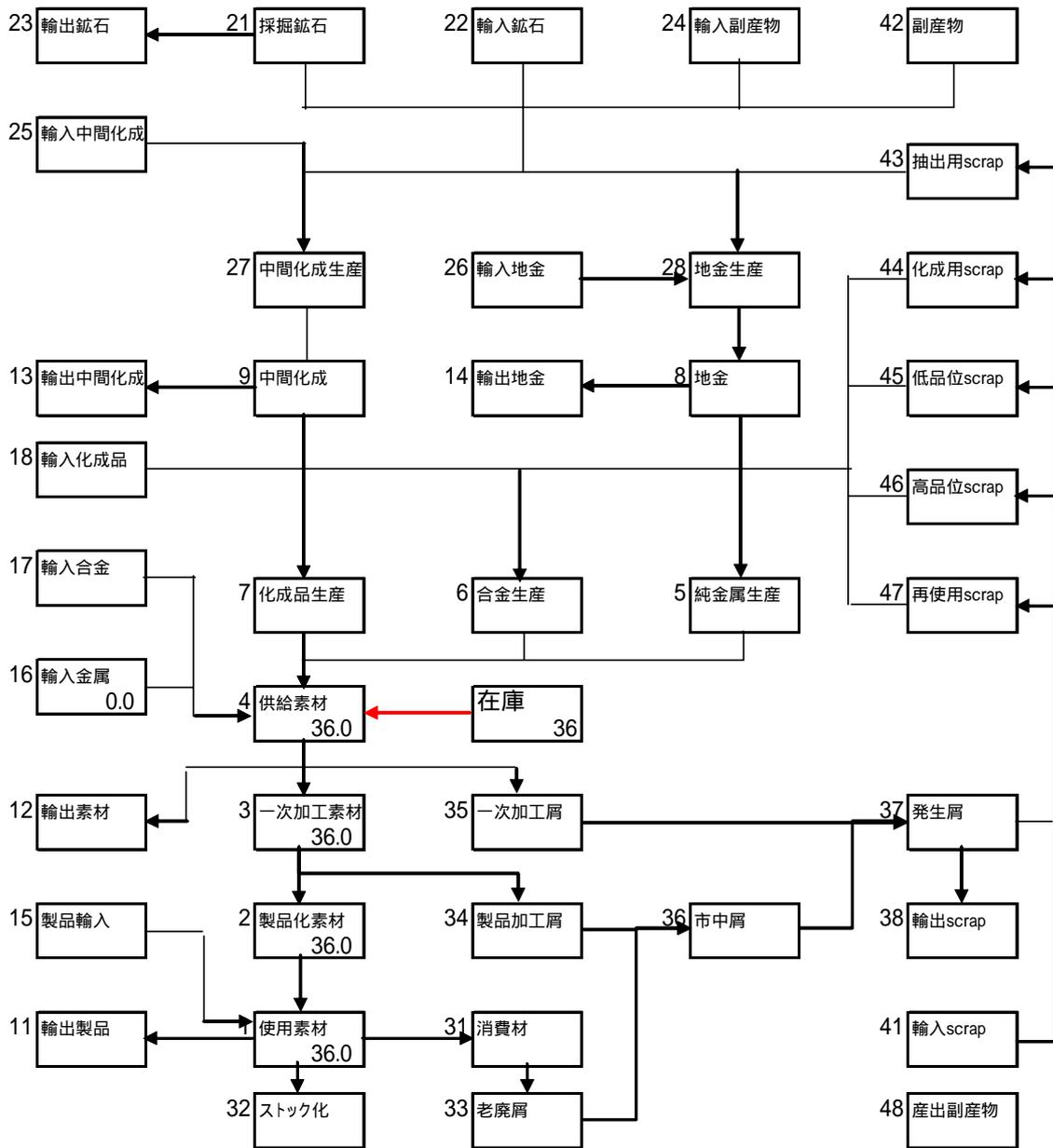
出典：

- (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構：鉱物資源マテリアルフロー2004
- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 輸入素材は、a)金属 Bi780t
製品輸出は、a)製品輸出 14t
- 素材生産は、a)金属 Bi 生産 495t、鉛電解スライムからの生産
- 中間製品生産 out は、1,175t で、内訳は、a)低融点合金 62t、a)冶金添加剤 225t、a)医薬品 21t、a)触媒 103t、a)フェライト 272t、a)その他 492t である

Bi マテリアルフローのフォーマットを統一した図 B



Note:

1	使用素材	a)ハロゲン化Ti3.6t、硫酸Ti1.2t、酸化Ti、フッ化Ti31.2tの合計36t、その他合金類が僅かにある
2	製品化素材	「使用素材」と同じ
3	一次加工素材	「使用素材」と同じ
4	供給素材	「使用素材」と同じ
5	高品位金属生産	
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	2003年b)金属Ti2kg輸入
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	
37	発生屑	
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	
48	副産物産出	
49	在庫	a)原料36tは在庫からと推定

(3 0) Cd のマテリアルフロー

(a) 日本の Cd のマテリアルフロー概況

Cd の原料¹⁾

Cd は、亜鉛製錬の副産物として回収されている。2003 年の国内生産は、2,426t である。金属 Cd の輸入が、2,813t である。

Cd の中間製品生産¹⁾

Cd の中間製品の国内需要は、5,371t で、その内訳は、メッキ 2t、合金 64t、顔料 6t、ニカド電池 5,061t、その他 237t である。

Cd のリサイクル¹⁾

Cd のリサイクルのデータはない。しかし、ニカド電池のリサイクルが進んでいるので、需要 5,061t の 20% が回収されているとして計算した。

引用文献：

- 1) 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 2) 財務省貿易統計

(b) 日本の Cd のマテリアルフロー統計

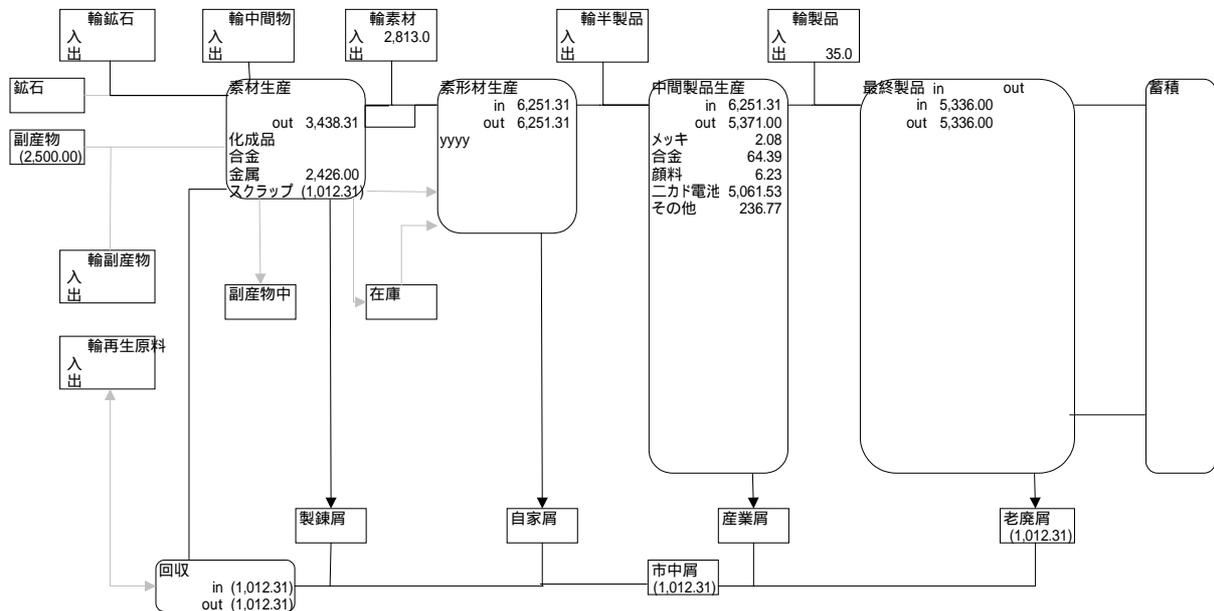
Cd のマテリアルフロー統計の状況

Cd は、経産省の公式統計に含まれていない。「鉱物資源マテリアルフロー」にも含まれていない。「工業レアメタル誌」が主な情報源である。日本国内の各社生産量は「日本鉱業協会資料」で見られる。また、輸入は「通関統計」ということになる。電池のリサイクルについては、電池工業会の資料で検討することが出来る。

Cd のマテリアルフローのフォーマットを統一した表

Cd	輸入資源	2813	輸出品	35	一次資源	2813	二次資源	3512300806	天然資源	531300	老廃資源	(1,01231)
単位(t)	TMR	1	使用総量	53360	総資源要求	5.28E+03	二次資源使用率	55.5	老廃資源利用	-19.0%		
1	資源指標	1	天然資源消費	5.2784	総資源指標	5.34E+03	天然資源削減率	1.1	輸入資源依存	52.7%		
unit(t)	TMR/ton-req	1	demand	53360	TMR	5.28E+03	recycled material %	55.5	EdL-resource%	-19.0%		
1	RSV/ton-req	1	resource cons	5.2784	RSV	5.34E+03	natural resource dependence	98.9	import dependence	52.7%		

Cdのマテリアルフローのフォーマットを統一した図 A



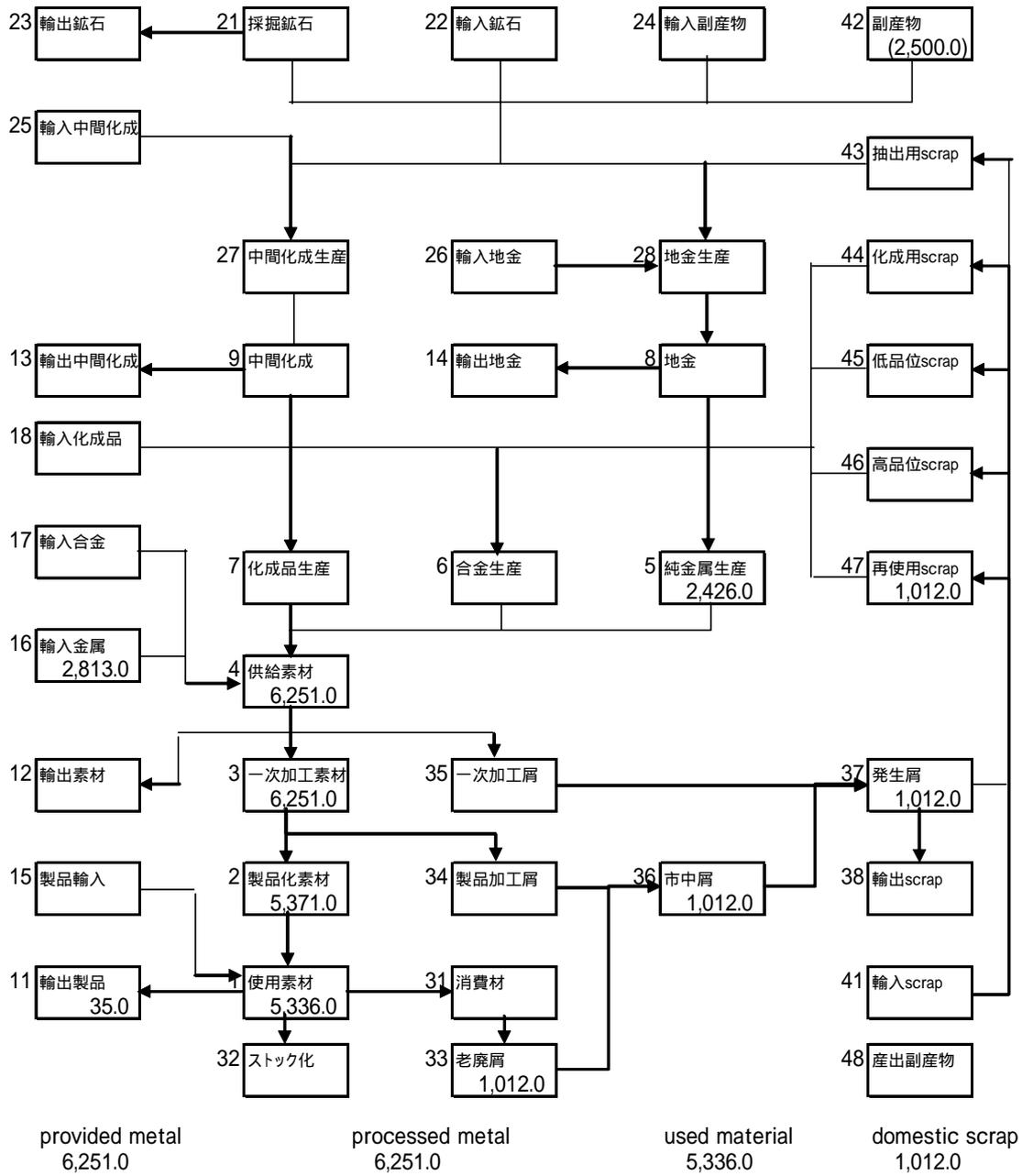
出典：

- 工業レアメタル「Annual Review 2003」アルム出版社
- 財務省貿易統計

Note:

- 素材輸入は、a)金属 Cd の輸入 2,813t
- 輸出製品は、a)Cd 製品の輸出 35t
- 素材生産 out は、a)国内金属 Cd 生産 2,426t とスクラップ 1,012t(推定値)の合計 3,428t
- 副産物は、国内亜鉛製錬の副産物とし生産されるので、原料量として推定値を表示
- 中間製品生産は、Cd 中間製品需要 a)5,371t で、分野別需要を修正した値で、内訳はメッキ 2t、合金 64t、顔料 6t、ニカド電池 5,061t、その他 236t である
- 老廃屑として、ニカド電池の 20%が回収されると推定

Cdのマテリアルフローのフォーマットを統一した図B



Note:

1	使用素材	「製品化素材」-「金属輸出」
2	製品化素材	Cd中間製品需要a)5371tで、分野別需要を修正した値で、内訳はメッキ2t、合金64t、顔料6t、ニカド電池5,061t、その他236tである
3	一次加工素材	「供給素材」と同じ
4	供給素材	「純金属生産」+「輸入金属」+「再使用スクラップ」の合計6,251t
5	高品位金属生産	a)国内金属Cd生産2,426t
6	合金生産	
7	化成品生産	
8	地金	
9	中間化成品	
11	製品輸出	
12	輸出素材	
13	化成品輸出	
14	地金輸出	
15	製品輸入	
16	金属輸入	a)金属Cdの輸入2,813t
17	合金輸入	
18	化成品輸入	
21	採掘鉱石	
22	輸入鉱石	
23	輸出鉱石	
24	輸入副産物	
25	輸入中間化成品	
26	輸入地金	
27	中間化成品生産	
28	地金生産	
31	消費財	
32	蓄積	
33	老廃屑	a)ニカド電池需要5,061tから20%が回収されると仮定して算出
34	製品加工屑	
35	一次加工屑	
36	市中屑	「老廃屑」と同じ
37	発生屑	「老廃屑」と同じ
38	輸出スクラップ	
41	輸入スクラップ	
42	副産物	
43	抽出用スクラップ	
44	化成用スクラップ	
45	低品位スクラップ	
46	高品位スクラップ	
47	再生用スクラップ	「老廃屑」と同じ
48	副産物産出	

3. まとめ

本報告では、主な 30 種類の金属元素の日本国内におけるマテリアルフローを検討した。30 種類の金属元素のうち、原料から素材生産、素形材生産、製品生産、製品需要、自家工程屑、加工工程屑、老廃屑、年間の国内蓄積量及び累積蓄積量まで統計データで調査できる金属元素は Fe だけである。経産省の公式統計である「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」では、Fe、Al、Cu、Pb、Zn、Sn、Sb、Hg の 8 元素だけである。しかし、2003 年から Al のデータは大幅に省略され、アルミニウム屑の調査が出来なくなり、Al のマテリアルフロー調査は非常にやりにくくなった。その他に Fe を除く 6 元素についても、統計量が非常に矛盾しているものもあり、経産省に問い合わせても、余り解決されなかった。

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構の「鉱物資源マテリアルフロー2004」は、40 種類の金属元素のマテリアルフローをまとめていて、情報源として非常に有用である。しかし、各方面の合理化による統計データの省略の影響を受けてであろうと思われるが、1999 年の同じマテリアルフロー資料よりも 2003 年のマテリアルフローは情報が少なくなっている。

所謂レアメタルのマテリアルフローの情報は、「鉱業レアメタル誌」の情報を活用させていただいた。輸出入のデータは、財務省の「通関統計」を見るが、表示項目が分かりにくい上に、内容が変化していると考えられるものもあり、相当な予備知識がないと活用できないと感じた。

また、特にマテリアルフロー調査を困難にしているのは、鉄鋼添加剤として使用される Ni、Cr、Mo、Nb、W、Mn などの金属元素は、それぞれの金属単独の使用よりも鉄鋼添加剤として大量に使用されるが、鉄鋼に添加使用された量の把握が困難であること、また Ni、Cr を除いて鉄鋼への添加量が少なくリサイクルの状況が分かりにくいので、マテリアルフローとして大きな誤差の原因となっている。Ni は、ステンレス鋼の生産統計を参考にして誤差を少なく出来る。Cr もステンレス鋼の統計も参考になるが、耐火物の使用量も多く、その量的把握が難しい。Mn は、鉄鋼のスラグに含有され、鉄鋼スラグの高炉セメントなどへの使用もあり、その含有量の把握が難しい上に、マンガン電池などにも使用され酸化物としての量的把握と電池のリサイクル調査が必要でリサイクルの全貌が分かりにくい元素の一つである。鉄鋼関係に使用される元素のマテリアルフローは、Fe が詳細なマテリアルフロー調査可能な元素であるのと対照的に、マテリアルフロー調査がもっとも困難な元素になるのも大きな矛盾である。

いずれにしても、30 種類の金属元素の日本国内におけるマテリアルフローを統一した形式でまとめてみたが、それぞれの元素の製造工程が異なるので、それぞれの元素に詳しくないと思われ誤解もある心配があり、今後とも専門家のご指摘を戴きたいと考えている。

NIMS-EMC 材料環境情報データ

No.1	金属元素の製錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査	(2003年3月)
No.2	鉛マテリアルフロー作成のための基礎調査	(2004年3月)
No.3	我国における自動車用白金族金属触媒のリサイクル動向	(2004年3月)
No.4	鉄スクラップの消費動向とその拡大技術シナリオのLCA的検討	(2004年3月)
No.5	我が国のアルミニウムマテリアルフロー調査	(2004年3月)
No.6	バイオマスの利活用に関する調査	(2005年3月)
No.7	中国の非鉄金属リサイクル動向と日本の廃家電を中心とするリサイクル6法のその後の状況	(2005年3月)
No.8	「鉱物資源使用」カテゴリーの特性化係数	(2005年3月)
No.9	中国の鉄鋼需給の現状と展望	(予定)
No.10	関与物質総量(TMR)の算定 資源および工業材料のTMR	(2006年3月)
No.11	金属元素のマテリアルフローを統一した形式で整理する試み	(2006年3月)
No.12	社会蓄積量の把握に関する専門家意見調査	(2006年3月)
No.13	Ni, Co, V, REEの現状に対する考察	(2006年3月)
No.14	ナノテクノロジーの倫理・社会影響に関する調査研究	(2006年3月)
No.15	中国のリサイクル・資源利用調査報告	(2007年3月)
No.16	マテリアルリース社会システムのグランドデザインの検討	(2007年3月)
No.17	社会インフラとしての鋼構造物のハイパーネーション・ストックとしての評価	(2007年3月)
No.18	概説 資源端重量(Total Material Requirement; TMR)	(2009年3月)

独立行政法人物質・材料研究機構
エコマテリアル研究センター

〒 305-0047

茨城県つくば市千現 1-2-1

TEL 029-859-2668

FAX 029-859-2601

e-mail emc@wotome.nims.go.jp

home page <http://www.nims.go.jp/emc/>

