

48 ケイ素 (S i)

48. ケイ素 (Si)

48.1 マテリアルフロー分析

ケイ素（シリコン）の原料は珪石（ SiO_2 ）で、地球表層部に存在する元素で一番多いと言われている酸素と2番目に多いと言われているシリコンの化合物であり、資源量・埋蔵量は非常に多い。

珪石は電気炉で精錬され、最終用途は電子機器・通信機器用等の半導体、太陽電池部材、シリコン樹脂、アルミ地金、鋼材、炉剤・機械部品等幅広い。現在日本では珪石から精錬する事は行われておらず全て中間製品の輸入である。

中間製品としては金属シリコン、合金鉄系シリコン、炭化物の大きく3分野に分けられる。金属シリコンは半導体・太陽電池用部材の高純度金属シリコンと化学品・アルミ添加剤に用いられるその他低品位金属シリコンに分類される。合金鉄系シリコンは脱酸剤及びシリコン添加剤として用いられる。炭化ケイ素は異なる分野の耐火・研磨剤として使用される。

2005年の金属シリコン輸入量は単結晶高純度シリコンは72%増、多結晶高純度シリコンは殆ど変わらず、通常品位金属シリコンは222,851tと8%減少した。これは前年度の市況高騰時にアルミ業界が手当てを多くした事による在庫調整である。

合金鉄系シリコンの需要は粗鋼生産の高水準に支えられて堅調であった。但し、2005年のフェロシリコン輸入量は486,689 tと前年比約13%減少したが、これも前年度の市況高騰時に鉄ミルが手当てを多くした事による在庫調整である。

合金鉄関係ではこの他に中国産シリコクロムが2,160tの極少量輸入されているがこれは低炭素フェロクロム用原料である。

この他ケイ素材料用途としては珪石そのものを SiO_2 のまま材料として使うガラス及び窯業分野がある。

表1 日本のシリコン系中間製品の輸入量

	2005年(マテリアル t)	2005年(純分 t)
高純度単結晶金属シリコン (4N以上)	4,509	4,509
高純度多結晶金属シリコン (4N以上)	8,494	8,494
その他金属シリコン(4N未 満)	222,851	222,851
フェロシリコン	486,689	365,017
シリコマンガ	234,400	35,160
炭化ケイ素(国内生産)	10,578	8,462
炭化ケイ素(輸入)	94,532	75,626
合計	1,062,053	720,119

(工業レアメタル2006、合金鉄年鑑、日本貿易統計、他)

中間生産物に係る我が国及び世界の主要生産者並びに生産品目は次のとおりである。

表2 中間生産物に関する主要生産者及び生産品目

主要生産者	国	生産品目
信越半導体	日本	シリコンウェハー
SUMCO	日本	シリコンウェハー
日本電工	日本	シリコンマンガ
中央電気工業	日本	シリコマンガ
神戸製鋼所	日本	シリコマンガ
吉林鉄合金廠	中国	フェロシリコン
Nikopol' ferroalloys	ウクライナ	シリコマンガ
Aksu Ferroalloy	カザフスタン	シリコマンガ
Aksu plant	カザフスタン	フェロシリコン
Elkem	ノルウェー	フェロシリコン
FESIL ASA	ノルウェー	シリコン
Ferroatlántica de Venezuela, S.A.	ベネズエラ	フェロシリコン
Rand Carbide Division	南アフリカ	フェロシリコン
Pechiney Electrometallurgie	フランス	フェロ、金属シリコン
Kuznetsk Ferro-Alloy	ロシア	フェロシリコン

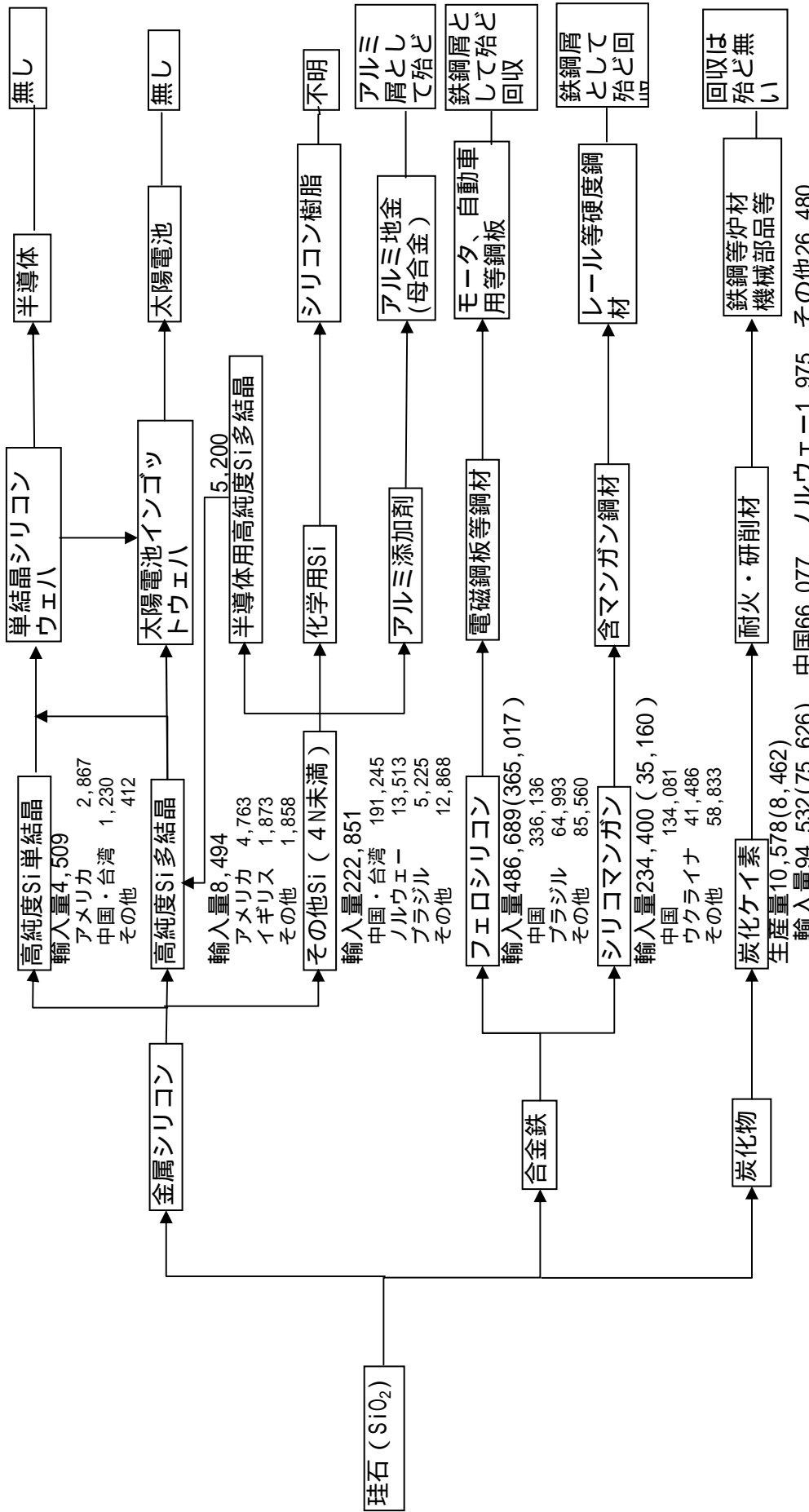
(出典:USGS「Minerals Information, Statistics and Information by Country」、工業レアメタル 2006、新金属データブック 2002、合金鉄年鑑 2006)

48. 2 リサイクルの現状と評価

- ① 高純度金属シリコンは単結晶・多結晶共に高価格なこともあり加工工程での発生スクラップは基本的に全て回収される。特に多結晶金属シリコン・スクラップの受け皿として太陽電池インゴットウェハの用途が確立されている。
- ② シリコン樹脂の回収は不明であるが未だそのリサイクルシステムは確立されておらずこれからの課題と思われる。
- ③ アルミ地金・鉄鋼用シリコン(電磁鋼板等)は基本的に鋼屑(鉄スクラップ)として回収されているが電磁鋼板のシリコン含有は寧ろ普通鋼材としては不純物扱いとされるところも有り有効利用という面では未だ問題が残されている。
- ④ 炭化ケイ素から作られる炉材・機械部品等の使用済製品からの回収はその効率性の面からほとんど行われていない。

ケイ素 (Si)

2005年ベース 単位：() 内はSi純分、その他はマテリアル
 <原料> <中間製品> <最終製品> <主要用途> <リサイクル>



中国66,077 ノルウェー1,975 その他26,480
 2. 換算率 フェロシリコン：75% シリコマンガン：15%
 炭化ケイ素：80%

1. 鉱石埋蔵量 (Reserves) : N.A. (USGS: MCS 2006)
 3. 出典 : 工業レアメタル2006、合金鉄年鑑、日本貿易統計、他

ケイ素 (S i)

リサイクルの現状

主な応用製品	利用形態	使用済みの存在形態		リサイクル形態		リサイクルの現状 評価(A~G) (注③)	備考 (注④)
		形態	量(注①) (t)	リサイクルの実態	リサイクル率 リサイクル(注②)		
単結晶シリコン ウェハ	半導体	廃棄パソコン、 廃棄家電等	不明	無し	-		
太陽電池イ ンゴットウェ ン	太陽電池	廃棄ソーラ 家電等	不明	無し	-		
化学用シリコ ン	シリコン樹脂	家電等	不明	不明	-		産業廃棄物と して処理されて いると思われる
電磁鋼板等	モータ・自動車用鋼 板等	鉄鋼屑	不明	鋼材として回収	100%		シリコン分とし てよりも鉄鋼屑 として回収
硬度鋼材	レール等	鉄鋼屑	不明	鋼材として回収	-		シリコン分は 残っており 回収対象外
耐火・研磨剤	炉材・機械部品等	産業廃棄物	不明	無し	-		

注 ①の量の単位:

()は使用量純分t
その他は発生量純分t

②サイクル:

()内は推定耐用年数
その他は実リサイクル量

③現状評価

A.応用製品が消耗品である

B.添加物として使用されている

C.リサイクルの流通システムがない

D.効果的なリサイクル技術がない

E.経済性がない

F.需要開発が十分になされていない

G.その他

④リサイクルのボトルネック
と、解決の難易度
毒性、保管の危険性の有無等