

## ガリウム Ga

### 【用途】携帯電話等現代社会に不可欠な素材

ガリウムは、主にアルミニウム製錬の副産物として生産され、日本では量的には少ないが亜鉛製錬の副産物としてガリウムを生産しており、高純度(純度 99.999%;5N)に精製され、ガリウム砒素に代表される化合物半導体材料として高周波デバイスや LED 等の光デバイスなどに用いられ、衛星放送や移動体通信用のキーデバイスとして、オプトエレクトロニクス分野の製品に需要が拡大している。

### 【特性】

- ・融点が 29.8℃と低く、手で触れると溶ける
- ・沸点は 2403℃と非常に高く液体として存在する温度範囲が極めて広い
- ・青みがかった金属光沢がある

### 【資源国と消費国】

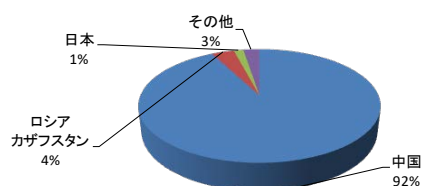
[国名、構成比%](2017 年世界計) 出典:USGS 2018、工業レアメタル No.134 (2018)

世界のガリウム地金生産量;合計 315 純分 t

主要生産国は、中国、ロシア・カザフスタン、日本、等である。

#### 地域別ガリウム地金(4Nレベル)

(合計 195 純分 t)



#### ガリウムの需要量 <推定>

(Ga 品種 6N~(化合物半導体)、~5N(太陽電池・他)における世界需要)

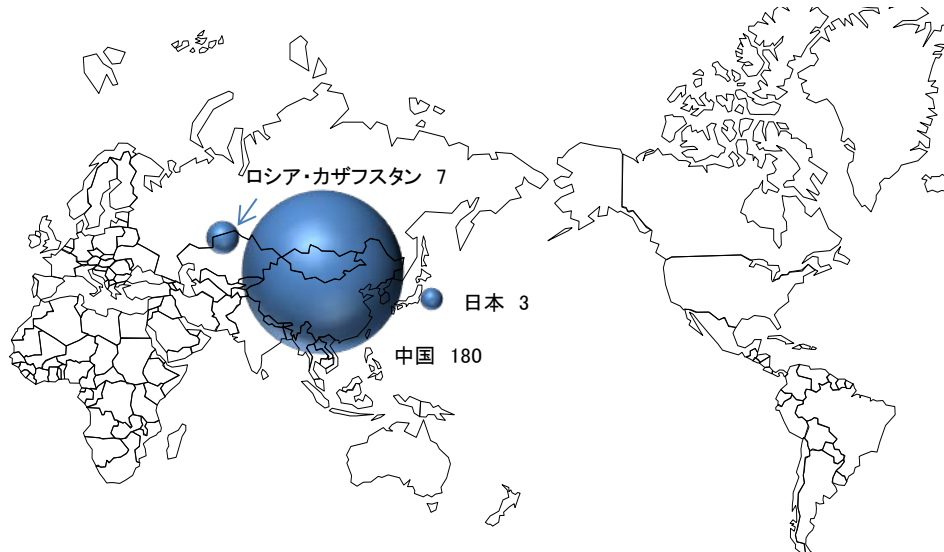
(世界の需要量合計; 339 純分 t)

日本が世界需要の 44%を占める



### 【世界の主要ガリウム地金(4Nレベル)生産国】 国名、国別生産量 (純分 t、2017 年間値)

出典:工業レアメタル No.134 (2018)



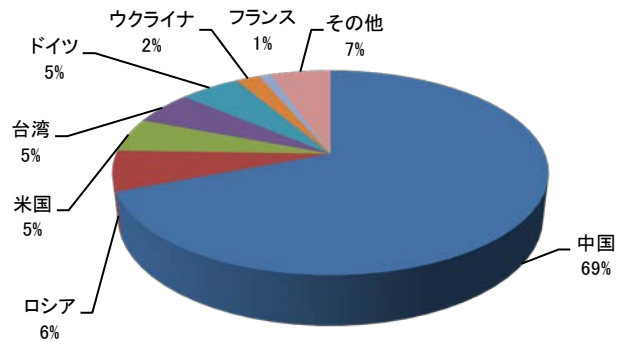
【貿易概況】 出典：工業レアメタル No.134 (2018)

■日本 ガリウム地金 主要輸入相手国 (Ga 品種 2~7N)

(2017年合計 94 純分 t)

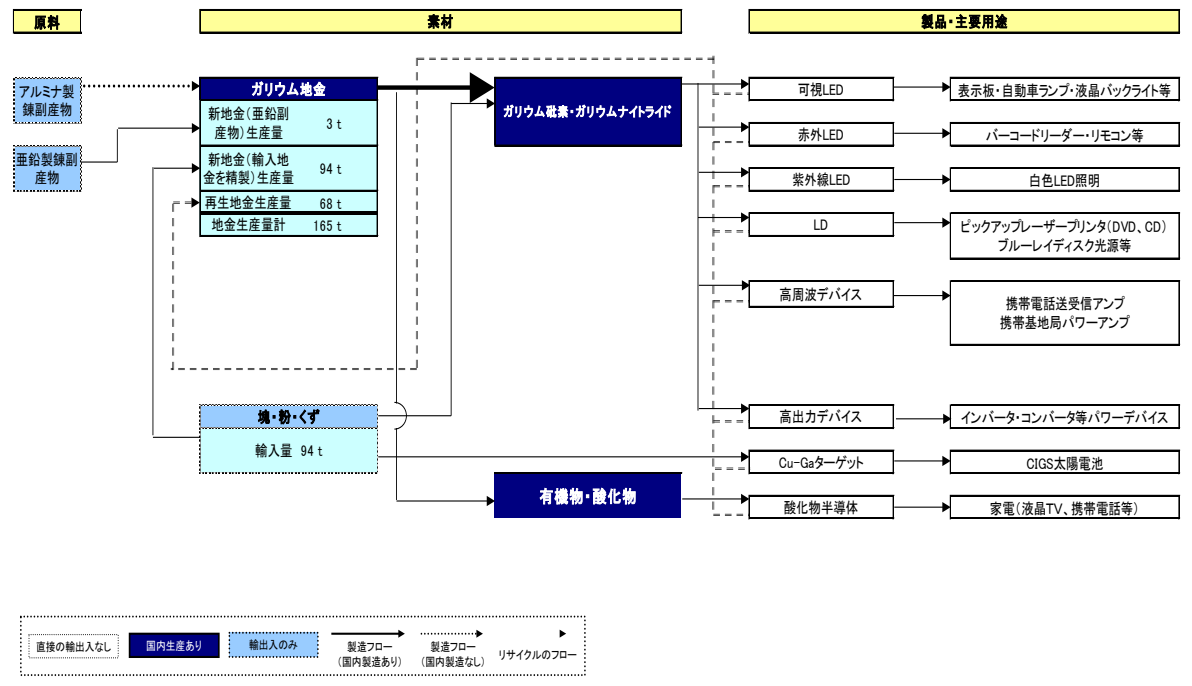
日本は世界最大のガリウム消費国であり、輸入地金の他、少量生産の新地金と再生地金を生産している。2017年の供給量に対する輸入比率は約57%である。

(国産;3t スクラップ・回収;68t 輸入 94t)



【鉱石から製品まで】 出典：財務省貿易統計、工業レアメタル No.134 (2018)

Ga のマテリアルフロー (2017年)



## 【概要】

- ・2017年の世界のガリウム地金生産量は、前年比115%、315tであった。主要生産国第一位は、中国で、4Nレベルの世界ガリウム生産量の92%を占め、次いでロシア・日本と続いている。
- ・ガリウムの最大の需要は、高純度に精製されて化合物半導体のデバイス材料に用いられている。化合物半導体材料としては、GaP、GaAs、GaN等があり、GaP、GaAs、は、発光ダイオードやオプトエレクトロニクス分野の製品等に利用され、GaNは、青色LEDやパワーデバイス等への応用開発が進んでいる。
- ・日本は、世界最大のガリウム消費国であり世界ガリウム需要の44%を占めており、日本国内市場の最大用途である、赤・赤外LED材料等のLED市場の回復や高周波デバイス・電子デバイス系の堅調なども重なり、前年比103%と需要が回復した。

## 1.特性・用途

ガリウムは自然界では単体としては存在せず、元素又はその化合物を抽出する一次原料としての高品位のガリウム鉱物もまた存在しない。ガリウムの含有量が比較的多い鉱石としてはナミビアのツムブで産するゲルマナイトが知られているが、それでも含有率はわずかに0.6%~0.7%程度である。

ガリウムはアルミニウムや亜鉛を製錬する際の副産物から主に得られる。アルミニウム製錬での副産物として得るのが主流で、ボーキサイトからバイヤー法でアルミナを生産する際に、ガリウムを含んだバイヤー液(アルミン酸ソーダ溶液)から酸化ガリウム(III)(Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)を沈殿させた後で、水銀陰極を用いて電解還元し、ガリウムを得る方法等がある。ガリウム含有溶液には他の金属も含まれるため、それらと分離して精製する必要がある。半導体として使用する場合には、不純物の多い金属のインゴットから純度の高いインゴットを精製するための不純物分離法としてのゾーンメルト法で更に純度を高め、チョクラルスキー法を使って、単結晶を得ることができる。通常、99.9999%(6N)の純度が達成され、商業的に広く利用されている。

ガリウムは融点が低くて融点が高く、液体として存在する温度域が元素中最大であることが特徴である。また固体よりも液体の方の体積が約3.4%小さく、乾燥空気中で安定であるが、高温では燃焼し酸化ガリウムとなり、フッ素や塩素と常温で反応しフッ化ガリウム、塩化ガリウムとなる。また酸、アルカリ水溶液に水素を発生し溶けガリウムイオンとなる。主にガリウム砒素(GaAs)、ガリウムリン(GaP)等化合物半導体材料として発光素子、高速素子、ホール素子、太陽電池に使用される他、セラミックス材料分野として、半導体材料、超伝導材料、薄膜磁気センサー、磁気バブルメモリ材料、発光ダイオード(窒化ガリウムは青色発光ダイオードの素材)、受光素子材料等幅広い分野で使用されている。

## 2.需給動向

### 2-1.世界の需給動向

世界のガリウム生産量及び日本の生産量を表2-1に示す。世界生産量はUnited States Geological Survey(アメリカ地質調査所、以下、USGS)による。同表の日本生産量については業界推計である。

2017年の世界ガリウム地金の生産量は前年比115%の315tで、57%を新地金、43%を再生地金が占めている。主要産出国は、中国、ロシア、日本などである。

2009年~2010年にLEDやCIGS(Copper Indium Gallium DiSelenide:銅・インジウム・ガリウム・セレンの化合物を材料とする薄膜物質。主に太陽電池などに使用される)、IGZO(Indium Gallium Zinc Oxide:インジウム・ガリウム・亜鉛酸化物の略称。この半導体を利用したLCDをIGZOと呼ぶ場合もある)などの成長が期待され、世界のガリウムメーカー各社が能力増強を行い、その結果、2011年~2012年にかけて各地でガリウムの新ラインが一斉に立ち上がった。しかし、CIGSやIGZOの需要は当初期待されたほどには伸びなかった。さらに、従来はGaAs基板が使用されてきた高周波デバイスでシリコン(Si)系材料へのシフトが進んだことにより、市場はガリウムの供給過剰となった。

ガリウムは2013年3月に中国の民間取引所である泛亜有色金属交易所(Fanya Metal Exchange、以下、Fanya)の取引対象金属となった。中国は自国で生産した金属ガリウムの相当量を備蓄している。

この分がFanyaの投機対象となったため、2015年7月末のFanya備蓄量は200tの在庫容量のほぼ限界でありかつ世界需要の1年分相当である198t程度に達したとされる。Fanyaが2016年春に破綻後に大量放出も懸念されたが、その多くはそのまま在庫として保管されていると見られている。

日本の新地金には亜鉛副産物からの生産品と、4N程度の低純度輸入メタルから6N高純度メタルに精製したものがカウントされている。再生地金は化合物半導体メーカーで発生する工程スクラップをリサイクルしたものである。ガリウムメーカーでは各社独自にデータを収集しているが、公表されている統計はない。

表 2-1 世界及び日本のガリウム地金生産量

単位:純分t

|                  |                   | 2008    | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 17/16比 | 構成比  |
|------------------|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| 世界 <sup>1)</sup> | 新地金 <sup>※1</sup> | 95      | 79   | 106  | 216  | 273  | 200  | 170  | 160  | 180  | 180  | 100%   | 57%  |
|                  | 再生地金              | 40      | 82   | 55   | 94   | 0    | 150  | 270  | 310  | 94   | 135  | 144%   | 43%  |
|                  | 合計 <sup>※2</sup>  | 135     | 161  | 161  | 310  | 273  | 350  | 440  | 470  | 274  | 315  | 115%   | 100% |
| 日本 <sup>2)</sup> | 新地金               | 亜鉛副産物   | 5    | 5    | 5    | 8    | 8    | 8    | 5    | 3    | 3    | 100%   | 2%   |
|                  |                   | 輸入地金を精錬 | 73   | 62   | 92   | 97   | 58   | 72   | 70   | 82   | 87   | 94     | 108% |
|                  | 再生地金              | 93      | 83   | 85   | 72   | 75   | 85   | 81   | 75   | 70   | 68   | 97%    | 41%  |
|                  | 合計                | 170     | 150  | 182  | 177  | 141  | 165  | 159  | 162  | 160  | 165  | 103%   | 100% |

出典: 1) United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Gallium」 World Production 2018

2) 工業レアメタルNo.124~134 (No.134 P25 表. 輸入通関統計、「日本のガリウム供給推移」)

※1: Refined gallium production (United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Gallium」 World Production)

※2: world primary gallium production (United States Geological Survey「Mineral Commodity Summaries Gallium」 World Production)

## 2-2. 国内の需給動向

ガリウムの国内需給を表 2-2 に示す。ガリウムの国内需給動向は 2012 年までは業界推計値が公表されていたが、2013 年以降は公表されなくなったため、需要量についての公開データは無い。工業レアメタル(工業レアメタル No. 134 2018 P25 表「ガリウム用途別需要推定(世界, t/年)」)によれば 2017 年の世界総需要は 339tである。国内需要は 150t(世界総需要の約 44%)と推定され、日本における供給が 165tなので、若干の供給過剰であると推察される。(表 2-2 参照)

2017 年のガリウム供給量は前年比 103%の 165t、亜鉛副産物から生産した新地金が 3t (全体の 2%)、低純度輸入メタルから精製した高純度新地金が 94t (同 57%)、再生地金が 68t (同 41%)であった。

日本のガリウムメーカーで亜鉛副産物から生産した新地金を生産しているのは 1 社のみであり、低純度輸入メタルから精製した高純度新地金及び再生地金は 3 社が生産している。

ガリウムの主な用途は、GaAs 系、GaP 系の半導体材料であり、2012 年までは業界推計によるエピタキシャル用及び結晶用それぞれの半導体材料の需要量が公表されていたが、2013 年以降は同データの公表もなくなったため詳細数字は不明である。かつて GaAs 基板の日本シェアは 90%と高かったが、中国勢の参入やSi系デバイス復権の影響によるメーカー再編の動きなどで大きく下落した。

2017 年は、最大用途である、赤・赤外 LED 材料等の LED 市場の回復や高周波デバイス・電子デバイス系の堅調なども重なり、前年比 103%と需要が盛り返した。その他磁石への添加材、照明・TV バックライトなどに使用される白色 LED の原料となるトリメチルガリウム(TMG)、CIGS 方式の太陽電池向け及び液晶パネル向けの酸化物半導体(IGZO)向けなどの需要は、緩やかであるが年々増加傾向を続けている。また、日本企業は既存の GaAs、シリコン系に代わる半導体として、高性能な GaN 系に注目しており、商用化のための研究開発が進んでいる。

表 2-2 ガリウムの国内需給

単位: 純分t

|                  |              | 2008     | 2009  | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 17/16比 |   |
|------------------|--------------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|---|
| 供給 <sup>1)</sup> | 新地金(亜鉛副産物)   | 5        | 5     | 5    | 8    | 8    | 8    | 8    | 5    | 3    | 3    | 100%   |   |
|                  | 新地金(輸入地金を精錬) | 73       | 62    | 92   | 97   | 58   | 72   | 70   | 82   | 87   | 94   | 108%   |   |
|                  | 再生地金         | 93       | 83    | 85   | 72   | 75   | 85   | 81   | 75   | 70   | 68   | 97%    |   |
|                  | 合計           | 171      | 151   | 182  | 177  | 141  | 165  | 159  | 162  | 160  | 165  | 103%   |   |
| 需要 <sup>2)</sup> | 国内需要         | エピタキシャル用 | GaAs系 |      | 49   | 41   | 42   | 44   | 44   | —    | —    | —      | — |
|                  |              | GaP系     |       | 7    | 5    | 5    | 5    | 3    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  |              | 小計       | 57    | 46   | 47   | 48   | 47   | —    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  | 結晶用          | GaAs結晶   |       | 54   | 45   | 44   | 31   | 23   | —    | —    | —    | —      | — |
|                  |              | GaP結晶    |       | 6    | 4    | 4    | 4    | 3    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  |              | 小計       | 61    | 49   | 48   | 34   | 26   | —    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  | その他          | 5        | 6     | 20   | 34   | 17   | —    | —    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  | 小計           | 122      | 101   | 115  | 116  | 90   | —    | 141  | 153  | 146  | 150  | 103%   |   |
|                  | 輸出           | —        | —     | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —      | — |
|                  | 合計           | 122      | 101   | 118  | 116  | 90   | —    | 141  | 153  | 146  | 150  | 103%   |   |
| 供給-需要            | 49           | 50       | 64    | 52   | 51   | —    | 18   | 9    | 14   | 15   | 106% |        |   |

出典: 1) 工業レアメタルNo.124~134 (No.134 P25 表. 輸入通関統計、日本のガリウム供給推移)

2) 工業レアメタルNo.124~134 (No.134 P26 表. 日本の用途別ガリウム需要)

2013年以降、エピタキシャル用/結晶用に分けた国内需要データなし。

2014年以降は、工業レアメタル「日本のガリウム用途別需要推定」記載の合計値

注) 他は低融点合金、試験研究用

### 3.輸出入動向

#### 3-1.輸出入動向

ガリウムには単独のHSコードがなく、輸入はガリウム、ハフニウム、ニオブ、レニウムの合計値、輸出はゲルマニウム、バナジウム、ガリウム、ハフニウム、インジウム、ニオブ、レニウムの合計値である。ただし、輸入のみ単独の業界統計があるため表 3-1、図 3-1 に示す。2017年の輸入量は前年比108%の94.0tであった。主な輸入国は、中国が全体の69%を占め、それ以外では、ロシア、米国、台湾、ドイツなどがある。この中で米国が前年比50%で大幅に減少し、2016年は輸入がなかったドイツが復活した。また前年3位の英国からの輸入数量が0tとなった。

表 3-1 ガリウムの輸入数量

単位: 純分t

|               |              | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 17/15比 | 構成比  |
|---------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
| 国別<br>輸入<br>量 | 中国 (4N)      | 29.2 | 18.1 | 20.4 | 18.7 | 12.0 | 27.0 | 30.0 | 49.5 | 56.0 | 65.0 | 116%   | 69%  |
|               | ロシア (4N)     | 1.8  | 2.9  | 6.9  | 4.3  | 3.4  | 0.5  | 0.1  | 0.0  | 4.0  | 6.0  | 150%   | 6%   |
|               | 米国 (4N-6N)   | 4.3  | 10.2 | 13.0 | 15.9 | 20.0 | 23.0 | 24.0 | 15.0 | 10.0 | 5.0  | 50%    | 5%   |
|               | 台湾 (2-6N)    | 21.4 | 12.6 | 14.9 | 12.8 | 8.8  | 8.5  | 7.8  | 7.0  | 4.0  | 5.0  | 125%   | 5%   |
|               | ドイツ (4N-7N)  | 0.0  | 4.4  | 6.6  | 13.0 | 3.5  | 2.5  | 3.0  | 2.8  | 0.0  | 5.0  | —      | 5%   |
|               | ウクライナ (4N)   | 0.7  | 0.0  | 3.5  | 1.0  | 1.2  | 4.0  | 0.4  | 0.9  | 1.5  | 2.0  | 133%   | 2%   |
|               | フランス (4N-7N) | 1.7  | 1.4  | 0.6  | 0.4  | 0.4  | 0.3  | 0.2  | 1.0  | 0.9  | 1.0  | 111%   | 1%   |
|               | 韓国 (3N-6N)   | 0.0  | 1.7  | 2.5  | 0.5  | 0.1  | 0.5  | 0.2  | 1.5  | 0.7  | 0.0  | 0%     | 0%   |
|               | 英国 (4N-6N)   | 0.0  | 0.0  | 10.2 | 22.5 | 2.0  | 0.6  | 0.0  | 1.0  | 7.0  | 0.0  | —      | 0%   |
|               | カザフスタン (4N)  | 12.0 | 10.2 | 12.0 | 3.0  | 3.4  | 3.0  | 1.8  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | —      | 0%   |
|               | ハンガリー (4N)   | 1.6  | 0.0  | 0.8  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | —    | —    | —      | —    |
|               | その他 (4N)     | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 5.0  | 3.0  | 2.0  | 2.0  | 3.0  | 3.0  | 5.0  | 167%   | 5%   |
|               | 合計①          | 72.7 | 61.6 | 91.5 | 97.2 | 57.8 | 71.9 | 69.5 | 81.7 | 87.1 | 94.0 | 108%   | 100% |

出典: 工業レアメタルNo.124~134 (No.134 P25 表. 輸入通関統計)

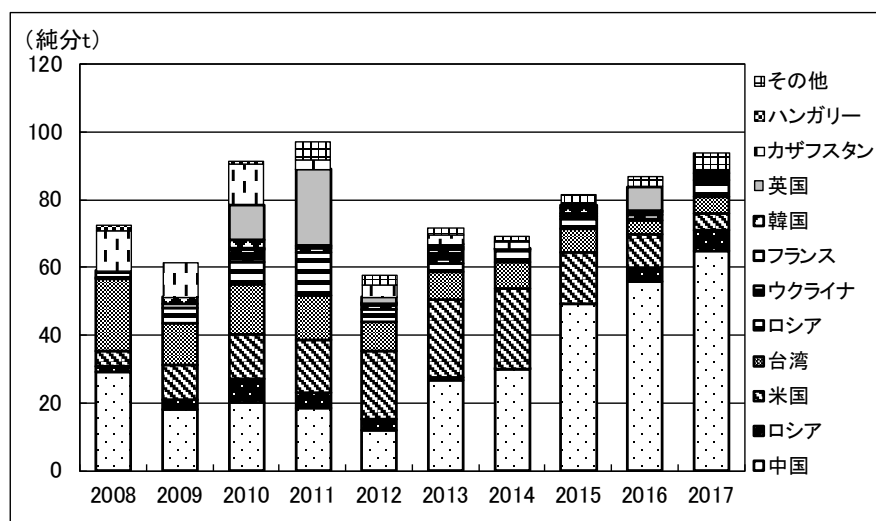


図 3-1 ガリウムの輸入数量

### 3-2.輸出入相手国

財務省貿易統計による 2017 年の塊・粉・くず(ガリウム、ハフニウム、ニオブ、レニウム)の輸入相手国及び塊・粉・くず(ゲルマニウム、バナジウム、ガリウム、ハフニウム、インジウム、ニオブ、レニウム)の輸出相手国を表 3-2 に示す。この値は、ハフニウム等他の金属との合計値であり、ガリウム単独の輸出入量及び輸出入相手国を判別することはできない。

表 3-2 塊・粉・くず(輸入: Ga、Hf、Nb、Re、輸出: Ge、V、Ga、Hf、In、Nb、Re)の輸出入相手国

|    |       | 単位: マテリアルト |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 17/16比 | 構成比  |
|----|-------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|
|    |       | 2008       | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |        |      |
| 輸入 | ブラジル  | 75         | 28   | 33   | 38   | 27   | 81   | 99   | 92   | 52   | 157  | 301%   | 50%  |
|    | 中国    | 33         | 21   | 23   | 19   | 16   | 28   | 33   | 70   | 56   | 70   | 124%   | 22%  |
|    | ドイツ   | 9          | 12   | 36   | 41   | 24   | 6    | 21   | 20   | 29   | 33   | 115%   | 10%  |
|    | エストニア | 35         | 21   | 13   | 35   | 26   | 28   | 12   | 16   | 26   | 22   | 83%    | 7%   |
|    | ロシア   | 6          | 3    | 7    | 8    | 3    | 3    | 5    | 10   | 4    | 8    | 190%   | 3%   |
|    | 米国    | 22         | 20   | 40   | 26   | 26   | 26   | 31   | 18   | 9    | 7    | 77%    | 2%   |
|    | 英国    | 5          | 4    | 12   | 22   | 9    | 3    | 1    | 2    | 11   | 6    | 57%    | 2%   |
|    | 台湾    | 25         | 13   | 21   | 13   | 9    | 9    | 5    | 6    | 4    | 5    | 116%   | 2%   |
|    | ウクライナ | —          | —    | —    | —    | —    | 4    | 0.4  | 1    | 2    | 2    | 100%   | 1%   |
|    | その他   | 20         | 6    | 11   | 19   | 9    | 13   | 3.6  | 5    | 8    | 5    | 63%    | 2%   |
|    | 合計    | 231        | 131  | 204  | 235  | 160  | 201  | 211  | 240  | 202  | 315  | 156%   | 100% |
| 輸出 | 韓国    | 64         | 23   | 24   | 15   | 38   | 64   | 58   | 37   | 29   | 20   | 70%    | 32%  |
|    | 台湾    | 25         | 15   | 20   | 19   | 14   | 18   | 24   | 20   | 21   | 19   | 90%    | 30%  |
|    | 英国    | 2          | 6    | 11   | 5    | 7    | 7    | 12   | 10   | 1.3  | 9.2  | 701%   | 15%  |
|    | 米国    | 19         | 12   | 18   | 15   | 28   | 16   | 19   | 8    | 13   | 7    | 56%    | 11%  |
|    | オランダ  | —          | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 0.4  | 4.8  | 1,194% | 8%   |
|    | ドイツ   | 3          | 3    | 2    | 3    | 0    | 1    | 3    | 2    | 13   | 1    | 8%     | 2%   |
|    | 中国    | 11         | 5    | 1    | 14   | 1    | 6    | 1    | 1    | 0.5  | 0.4  | 80%    | 1%   |
|    | ロシア   | —          | —    | —    | —    | —    | 0.4  | 0.3  | 0.4  | 0.3  | 0.3  | 75%    | 0%   |
|    | その他   | 76         | 101  | 134  | 3    | 11   | 7    | 4    | 7    | 1    | 0.9  | 90%    | 1%   |
|    | 合計    | 199        | 165  | 255  | 101  | 100  | 119  | 122  | 85   | 79   | 63   | 79%    | 100% |

出典: 財務省貿易統計

※輸入はGa,Hf,Nb,Reの合計値、輸出はGe,V,Ga,Hf,In,Nb,Reの合計値

#### 4.リサイクル

ガリウム再生地金の原料は Ga 製品を製造する過程で発生する工程内スクラップ(規格外品)が主体であり、現状は使用済製品からのリサイクルは行われていない。ただし、ガリウムは、工程内スクラップからの回収が供給の多くの部分を占めているため、工程内スクラップからのリサイクルが重要である。これを考慮し、工程内スクラップからの回収をリサイクル量とした。2017年のガリウムのリサイクル率は表4の通り41%であり、下落傾向が続いている。

|        |                                 |
|--------|---------------------------------|
| リサイクル率 | = (リサイクル量) / (見掛消費)             |
| 見掛消費   | = (国内発生量) + (素材の輸入量) - (素材の輸出量) |

注1) ガリウム、インジウムのように工程スクラップのリサイクルが供給の主要な部分を占める鉱種は、工程内からの回収量をリサイクル量とした。

注2) 国内発生量には、リサイクル量と亜鉛精錬副産物からの新地金生産量を含む。

表4 ガリウムのリサイクル率

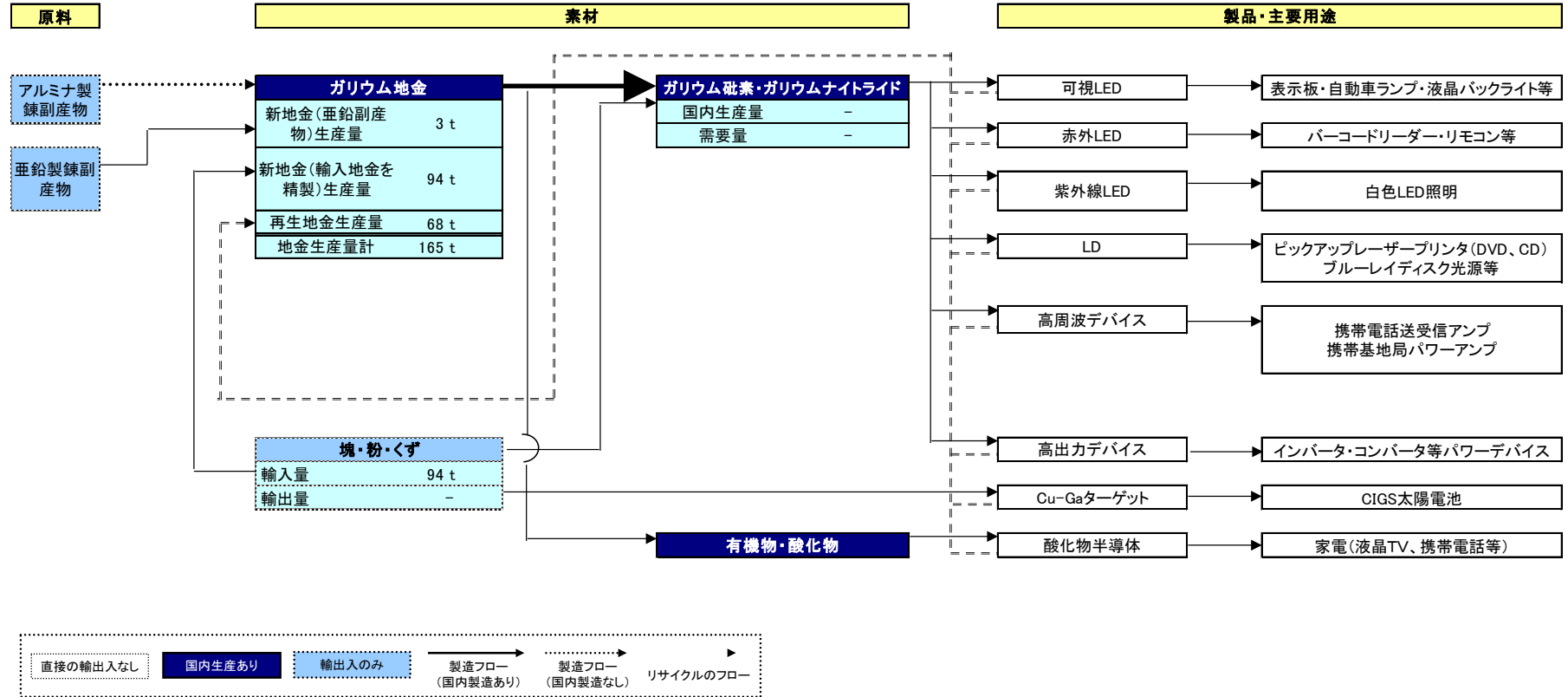
| 区分                            | 内訳                 |     |         | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|-------------------------------|--------------------|-----|---------|------|------|------|------|------|
| 見掛消費量                         | 国内生産 <sup>1)</sup> | 新地金 | 亜鉛副産物   | 8    | 8    | 5    | 3    | 3    |
|                               |                    |     | 輸入メタル精製 | 72   | 70   | 82   | 87   | 94   |
|                               |                    |     | 再生地金    | 85   | 81   | 75   | 70   | 68   |
|                               | 合計①                |     |         | 165  | 159  | 162  | 160  | 165  |
| リサイクル量(再生地金生産②) <sup>1)</sup> |                    |     |         | 85   | 81   | 75   | 70   | 68   |
| リサイクル率(②/①)                   |                    |     |         | 52%  | 51%  | 46%  | 44%  | 41%  |

出典: 1) 工業レアメタルNo.134 2018、P25 「日本のガリウム供給推移」

注) ガリウムの輸入はGa,Hf,Nb,Reの合計値、輸出はGe,V,Ga,Hf,In,Nb,Reの合計値のため、表2-1の業界統計の輸入(合計①)を記載

5.マテリアルフロー

ガリウムのマテリアルフロー(2017年)



※製品の需要量＝国内で生産又は国内に輸入された素材の需要量であり、製品の輸出入量は考慮していない。

※塊・粉・くず輸入は工業レアメタルより引用

※「-」:生産・需要量が不明。輸出入量の記載がない。「0(ゼロ)」: 四捨五入して表の最小単位未満である。



