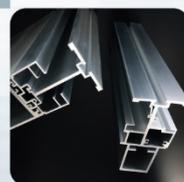


# アルミニウム

## VISION 2050

令和2年9月  
一般社団法人日本アルミニウム協会



JAPAN ALUMINIUM ASSOCIATION



## ◎目次

序文	.....	1
アルミニウムが目指す 2050 年の世界(コンセプト図)	.....	3
1. 2050 年に向けた基本的考え方	.....	5~8
2. 資源循環(リサイクル)への取組み	.....	9~17
3. 地球温暖化対策への取組み	.....	18~22
4. 技術革新への取組み	.....	23~30
5. 2050 年の需要の見通し	.....	31~41
6. アルミニウムにおける産業経営の戦略	.....	42~45
7. 通商問題への対応	.....	46~48
(巻末参考資料)		
1)2050 年に関する資料	.....	49
2)アルミニウムの統計データ	.....	50~51
3)日本アルミニウム協会の主要事業	.....	52~54



## 序 文

2050年という遙か未来は、脱炭素社会、持続可能な社会という方向の先にあることは想起できるものの、現時点では予兆さえない事象が顕在化し加速していこう。

私たちアルミニウム産業は、予見不可能な荒波を自身が漕ぎ渡っていくとともに、経済社会全体が乗り越えていくための解決策や選択肢を提示できる存在でありたいと願う。

脱炭素社会、持続可能な社会への対応においては、アルミニウム自らの環境負荷の抜本的な低減が求められていることを理解している。生産工程のエネルギー効率の改善だけでは十分でなく、高度な資源循環を実現することが重要である。リサイクルを基礎とする新しい循環ビジネスは、社会に革新的な利益をもたらす、アルミニウムの競争力の源泉となると考えている。

2050年までの間、アルミニウムの需要は、世界において、伸長を続けることが期待される。世界では50%以上増加し1.4億トン程度となり、日本においても同程度の伸びが期待され6百万トン程度となると見通される。主な増加分野は、アルミニウムのユニークな特性が材料選択の要因となる、輸送、建設および、包装などの分野、そして熱伝導および電気伝導に関する分野である。

アルミニウム産業は、脱炭素社会、持続可能な社会への対応について長期的なコミットをし、人類共通の目標の達成に貢献しながら、雇用を創出し、成長も果たしたい。

このような挑戦を、もちろんアルミニウム業界の総力を挙げて取り組む意思であるが、当業界が背伸びをするだけでは不十分であり、お客様業界および、アルミニウムのユーザー皆様のご理解とご支援とを厚くお願い申し上げる次第である。

このレポートは、こうした観点から、私たちアルミニウム産業が目指すべき方向性について、勇気を奮って、一段大きなスケールで構想したものである。

なお、足元は、新型コロナウイルス感染症の拡大により、国内外の様々な活動が制限を余儀なくされ、人々の生活や経済社会に甚大な影響が及ぶとともに、日本をはじめ世界の社会が抱える脆弱性が浮き彫りとなっている。こうした脆弱性への対応にも取り組んで参りたい。

令和2年9月28日  
一般社団法人日本アルミニウム協会  
会長 岡本 一郎



# アルミニウムが目指す2050年の世界



## 【VISION2050 の 5 つのポイント】

**2050年のアルミ展伸材の循環使用率**  
(循環使用率=アルミ原料のリサイクル材使用率)  
**50 %**



展伸材の循環使用率は、現在10%  
 2050年には50%を目指す  
(アルミ鋳造材では現在でもほぼ100%。アルミ全体では75%の循環使用率を目指す)

**2050年のアルミのCO<sub>2</sub>削減率**

**▲ 78 %**



製造工程の省エネ、循環使用率50%  
 等によって、CO<sub>2</sub>排出量を78%削減  
(一定の前提条件での最大値の試算。新地金のCO<sub>2</sub>原単位の改善も織り込み)

**技術革新によるアルミに潜む特性の発現**

アルミは生まれ変われます  
 アルミは実は強いんです  
 アルミは熱を余さず伝えます  
 アルミは他の材料と上手に協調します



**2050年に向けたアルミの産業戦略**

コンプライアンス、働き方改革、BCP  
 労働安全の「ゼロ災害」化を目指す  
 「品質保証に関するガイドライン」遵守  
 国内製造基盤の強化、国際競争力の確保

**2050年のアルミの国内需要量の見通し**

**602 万トン**



自動車、建設、飲料缶を中心に  
 アルミニウムは更に成長します  
(参考) 2019年の需要量は422万トン



## 第1章 2050年に向けた基本的考え方

### 1. SDGs への貢献

2050年は、私たちの想像力をはるかに超越した次元にある。

変化の予兆としては、次のようなものがある。

- 1) AI、IoT、ロボットなどのデジタル技術やバイオテクノロジーなどの技術革新が急速に進んでいる。これらは、単なる技術の変化にとどまらず、産業や社会のあり方に劇的な変化をもたらすものと思われる。
- 2) 国際情勢については、中国、インド、ASEAN などアジアの国々の急成長が続いており、世界経済の重心が欧米からアジアへと大きく動いている。
- 3) 人類の価値基準として、地球環境に関する要因、すなわち脱炭素や循環経済といった要因が、他の要因に比べて、著しく重要度を増しつつある。

2050年までの間には、こうした変化にとどまらず、現時点では想定し得ない事象が顕在化し加速していくだろう。

2050年の社会を具体的に想像することは困難だが、国連が提示するSDGs(持続可能な開発目標)や我が国の科学技術基本計画(第5期)が提唱するSociety 5.0が描く「脱炭素および循環経済の要請とデジタル革新とが共創する社会」と設定することとしよう。

アルミニウムは比較的新しい金属であり、その本来の機能が十分に発揮できているとは言えない。アルミニウムの持つ特性(軽いこと、耐食性が良いこと、電気や熱を伝え易いこと等)は、2050年に至る道筋を切り拓く鍵となり得るものであり、そうした素材に潜む機能を発現させていくことが、2050年に向けた私たちの使命であると考ええる。

特に、アルミニウムは極めて優れた循環性能(リサイクル性)を有することから、まさに時代が求める金属と考えられる。リサイクルから製造される再生地金(循環アルミ)は、地下資源(ボーキサイト)から製錬されるアルミニウム(製錬アルミ)に比べ、CO<sub>2</sub>負荷がわずか1/30である。アルミニウムの循環性能を最大限引き出すことによって、2050年の社会に更に貢献できると考えられる。

そこで、アルミニウムの2050年への貢献を構想する上でのキーワードは、

「アルミニウムは生まれ変われます。」そして

「前世も、前世の前世も、アルミニウムでした。

何度でも何度でもアルミニウムです。」

アルミニウムは生まれ変われます。  
何度でも何度でもアルミニウムです。



前世も  アルミニウムでした。

日本アルミニウム協会  
[www.aluminum.or.jp](http://www.aluminum.or.jp)

## 2. アルミニウムは SDGs に如何なる貢献が可能か

アルミニウムは、SDGsが描く環境に優しい経済社会への材料ソリューションの最有力と考えている。アルミニウムは、SDGs の実現に向けた要請である脱炭素、省エネルギーおよび循環経済の要求に対応できる素材として、中心的な役割を果たしていく。自動車、鉄道、建設、缶、食品包装、電子機器、ロボットなど社会のあらゆる場面で用途を広げている。一例を紹介すると次のとおり。



### 輸送

- ・自動車
- ・鉄道車両
- ・飛行機



### 建設

- ・サッシ、ドア
- ・土木製品
- ・橋梁



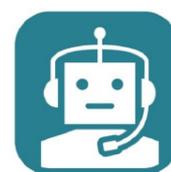
### 食料品

- ・飲料缶
- ・食品包装



### 電子機器

- ・コンデンサ
- ・リチウムイオン電池
- ・モバイル機器



### 一般機械

- ・ロボット
- ・半導体製造装置

### [輸送用機器]

- ・自動車、鉄道、飛行機等の輸送用機器の CO<sub>2</sub> 負荷の低減は、輸送機本体の技術革新に負うことはもちろんであるが、アルミニウム利用による軽量化によって相当の貢献が可能である。例えば、自動車は、アルミニウムを最大限利用することで、70kg/台程度の軽量化が可能であり、燃費が 0.75km/L 向上し、自動車の生涯走行時 CO<sub>2</sub> 排出量を約 6%低減できると試算される。

### [建設]

- ・アルミニウムを効果的に使用することで、ビルのエネルギー性能等を向上させ、エネルギー消費効率を改善することができる。
- ・優れた耐食性によって、建設物の耐久年数を長くできるのみならず、露出部における防錆処理などのメンテナンスが不要となる。
- ・建設資材が軽量化できることによって、建築物の構造を比強度の高い設計とすることができ、建設工程の重機使用を縮小できることから、建設費の縮減、工期短縮、省エネ化が可能となる。軽量のため、資材運搬に係る労力を削減でき、揚重機の進入が難しい場所(山間部など)での建設を容易にできる。

### [包装材]

- ・アルミ缶が代表例。高度に効率的な包装を可能とする。アルミニウムは加工性がよく薄くできるため、小さい質量で、缶などに必要な密閉性、ガスバリア性等を実現できる。
- ・アルミ箔を加工すれば、効果的な保護バリアとなって、食品を保護し食品ロスを防ぐ。

### [機能性材料]

- ・熱伝導性に優れるため、高効率な熱交換を実現でき、エアコン、自動車等の熱交換器、放熱器の高性能化を実現する。また、工業用の熱交換器でも、熱を余すことなく伝えることができる。
- ・リチウムイオン電池の集電体と外装材、コンデンサーの電極などの電子機器の機能性材料として使用される。

## ○自動車におけるアルミニウムの使用例



自動車には、以前からエンジン回り、ラジエータ等にアルミニウムが使用されてきている。最近では、写真の例のように外板(パネル)にアルミニウムの板材を使用する例が増えている。自動車 1 台当たりの平均的なアルミニウムの使用量は、1999 年は 112kg、2019 年は 172kg であり、この 20 年で 1.5 倍となっている。

## ○ 東京メトロにおけるアルミニウムの使用例



写真は、東京メトロ日比谷線で使用されている最新の車両(13000 系)。2017 年に使用開始、設計最高速度: 110km/h。強度を保ちつつ軽量化を図るため、ダブルスキン構造となっている。アルミニウムの高度な押出技術により製造された。東京メトロは、全車両 2,716 台 (2020 年 3 月末現在)でアルミ製の車両を使用している。アルミ合金の種類を極力統一し、リサイクル性を向上するとともに、車体の軽量化により、走行時のエネルギー使用量の削減に寄与している。

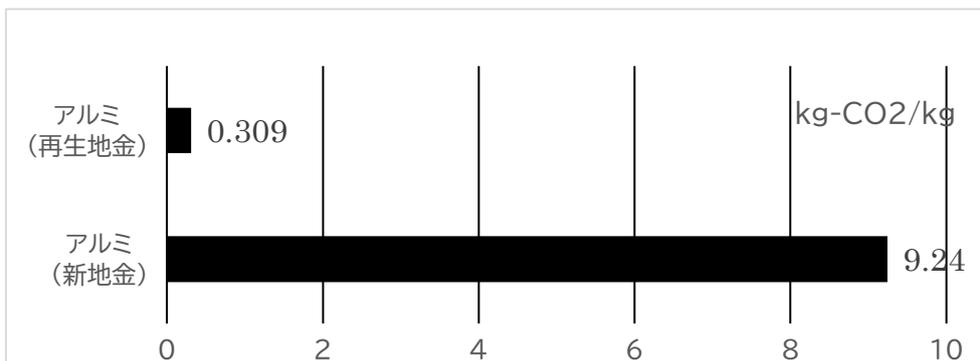
## 第2章 資源循環(リサイクル)への取組み

### 1. アルミニウムの循環性能(リサイクル性能)について

アルミニウムは、自動車等に使用され、使用段階でのエネルギー効率の改善や CO<sub>2</sub> 排出の低減に寄与するものの、アルミニウムの新地金(製錬アルミ)は、地下資源からアルミニウムを金属として取り出すことに大電力を必要とするため、製造時の CO<sub>2</sub> の負荷が大きい(1トンの製造で 9.24 トンの CO<sub>2</sub> 負荷)。

しかし、アルミニウムの特性である資源循環性(リサイクル性)をより発揮し易くすることで、この懸念の解消は可能である。資源循環(リサイクル)から製造するアルミニウムの再生地金(循環アルミ)の CO<sub>2</sub> 負荷は、製錬アルミの 1/30 である(1トンの製造で 0.309 トンの CO<sub>2</sub> 負荷)。言い換えれば、循環アルミ1トンの使用によって、同量の製錬アルミを置き換えるので、約 9 トンの CO<sub>2</sub> の排出削減が可能となる。

#### ○新地金と再生地金の CO<sub>2</sub> 原単位の比較



(注)アルミニウム新地金の CO<sub>2</sub> 原単位について

- ・LCA 計算を行う際の CO<sub>2</sub> 原単位などの諸元は、LCA日本フォーラム (JLCA) に登録されたデータを使用することが一般的となっている。
- ・アルミニウムの新地金の CO<sub>2</sub> 原単位 (LCCO<sub>2</sub>) として、JLCA に登録されている数値が 9.24 kg-CO<sub>2</sub>/kg である。当協会が、世界各国で製錬されるアルミニウムの電源構成等のデータ(世界アルミニウム協会 (IAI)) から、我が国におけるアルミニウムの新地金の国別輸入比率を考慮して計算した結果は 9.218 である。当協会が当該数値を JLCA に提出したところ、JLCA における川上プロセスとの連結計算の結果、CO<sub>2</sub> 原単位「9.24」が確定した。なお、同用の手順により、アルミニウムの再生地金の CO<sub>2</sub> 原単位「0.309」が確定した。
- ・JLCA 以外にも、アルミニウムの CO<sub>2</sub> 原単位を計算し公表している機関があり、それを基にアルミニウムの新地金の CO<sub>2</sub> 原単位は 11.1 とされる場合もあるが、JLCA に登録されたデータである「9.24」を使用して議論することとしたい。

循環アルミを使用することによる CO<sub>2</sub> 削減効果を試算してみる。

日本のアルミニウム関連製品の生産量(2019)年は、3,448 千トンであるので、仮に全てが製錬アルミとした場合、その製造に伴う CO<sub>2</sub> の排出量は 31,860 千トンと試算される。しかし、実際には、日本の場合、既に循環アルミの使用は相当進んでいて、3,448 千トンのうち、循環アルミが 1,641 千トンを占める(残りの 1,807 千トンが製錬アルミ)。したがって、実際の CO<sub>2</sub> 排出量は 17,200 千トンと試算される。つまり、循環アルミの利用によって、CO<sub>2</sub> 排出量を約半分に削減できていることになる。今後、技術革新等により、製錬アルミの半分を循環アルミに置き換えることができた場合、CO<sub>2</sub> 排出量は 9,130 千トンと試算され、更に半減する。なお、製錬アルミの全量を循環アルミで置き換えた場合、CO<sub>2</sub> 排出量は 1,070 千トンと試算される。

このように、製錬アルミを循環アルミで置き換えていくことは、アルミニウムの使用に伴う CO<sub>2</sub> 負荷を減少させる観点から極めて効果大きい。

試算の最後に示したようなアルミニウムが完全に資源循環される社会(以下「アルミニウムの完全資源循環」と呼ぶ。)を、目指すべき理想的な姿と位置付けることとする。

なお、日本国内では製錬アルミの製造を行っておらず全量が輸入されているため、上記の議論は、日本の CO<sub>2</sub> 排出量の削減という意味ではなく、日本でのアルミニウム使用が世界での CO<sub>2</sub> 排出量に及ぼす効果という意味である。以下、本 VISION において、アルミニウムの循環による CO<sub>2</sub> の削減という場合は、世界での CO<sub>2</sub> の排出量削減という意味であることを留意願いたい。

## 2. アルミニウムの資源循環(リサイクル)の状況

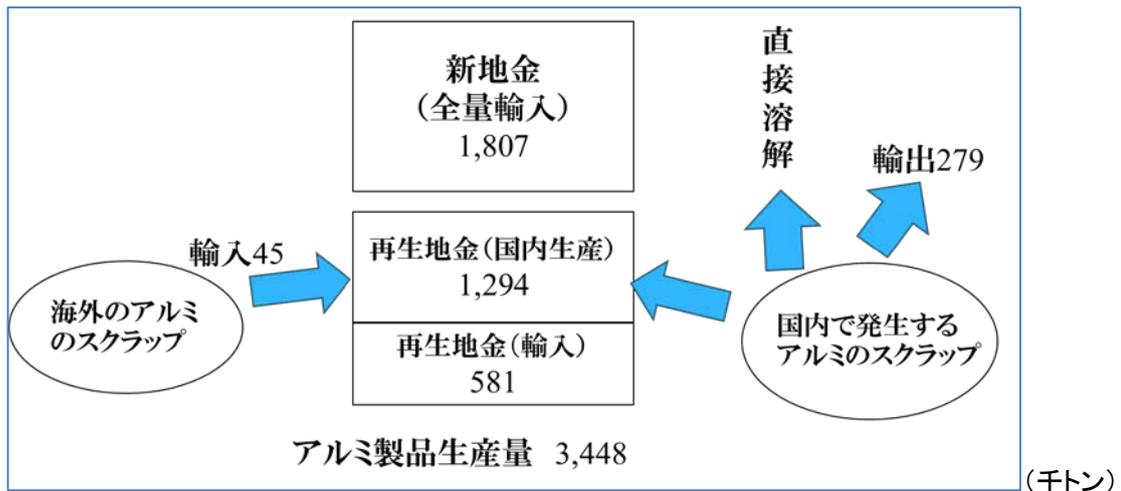
アルミニウムの完全資源循環の議論の前に、上述のように、日本においては既にアルミニウムは相当の資源循環が行われていることを再掲したい。現在のアルミニウム製品の製造工程における循環アルミの利用状況を次表に示す。

### ○循環アルミの利用状況

	循環アルミ比率	製錬アルミ比率
アルミ展伸材	10%程度	90%程度
アルミ鋳造材	ほぼ100%	微小

下図にアルミニウム製造における資源循環の状況を示す。既に述べたが、2019 年の国内でのアルミ製品の生産量(3,448 千トン)に対し、投入された新地金は52%の1,807 千トンである。すなわち、48%はリサイクル由来の循環アルミである。

○アルミニウム製品の製造における資源循環の状況(2019年)



アルミニウム全体のリサイクル率が高いのは、アルミ鋳造材のほぼ 100%が循環アルミで製造されるためである。アルミ鋳造材は、混入する異金属(特に、Fe、Si)への許容度が高いために、アルミスクラップの受け皿となってきた。アルミ鋳造材は、鋳物またはダイカストとして、自動車のエンジンを始めとし幅広く産業用途に使用されている。

一方、展伸材での循環アルミの使用比率は低い水準に留まっており、今後の課題は、展伸材で循環アルミの使用を拡大することである。現在の国内でのアルミ展伸材の生産量は 200 万トン程度、使用する循環アルミの量は 20 万トン程度であり、展伸材での循環アルミの利用率は 10%程度となっている。

### 3. 展伸材における循環アルミの利用状況

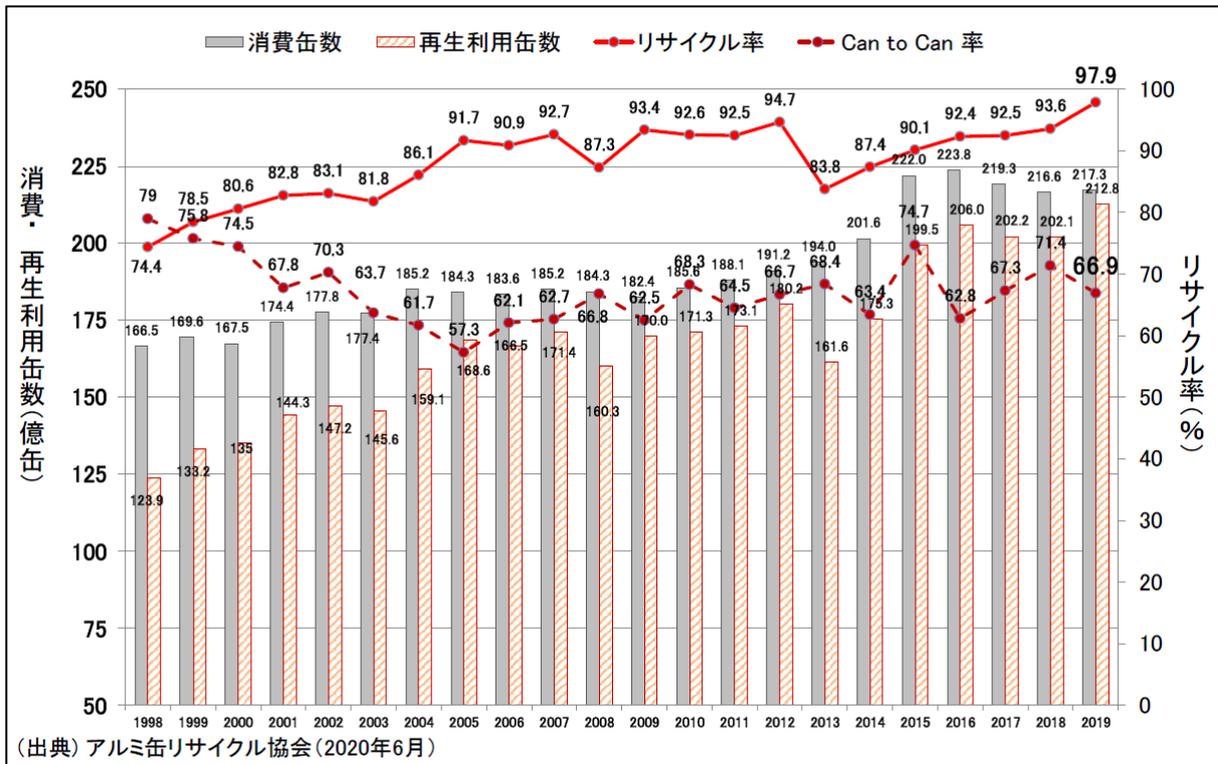
展伸(圧延、押出)という工程は、金属に圧力をかけて変形させる加工であり、異金属の濃度が高くなるとワレが生じるなど柔軟な加工が行えなくなるため、異金属への許容度が低い。したがって、展伸材において循環アルミを使用する際の課題は、スクラップ回収段階で不可避免的に起きるアルミニウムの異合金種(アルミニウムは合金種が多様である)の混在と、異金属の混入によるアルミ純度の劣化である。

その対応策の一つが、製品 to 製品に代表される水平リサイクルである。使用済みの製品から、同種の合金種を集めて、同種の製品の材料として再生し活用する手法である。このためには、同種の使用済み製品が他素材と混在せずに回収できることが必要である。現時点で、これが実現できているのは、アルミ缶(Can to Can)とアルミサッシ(Sash to Sash)である。

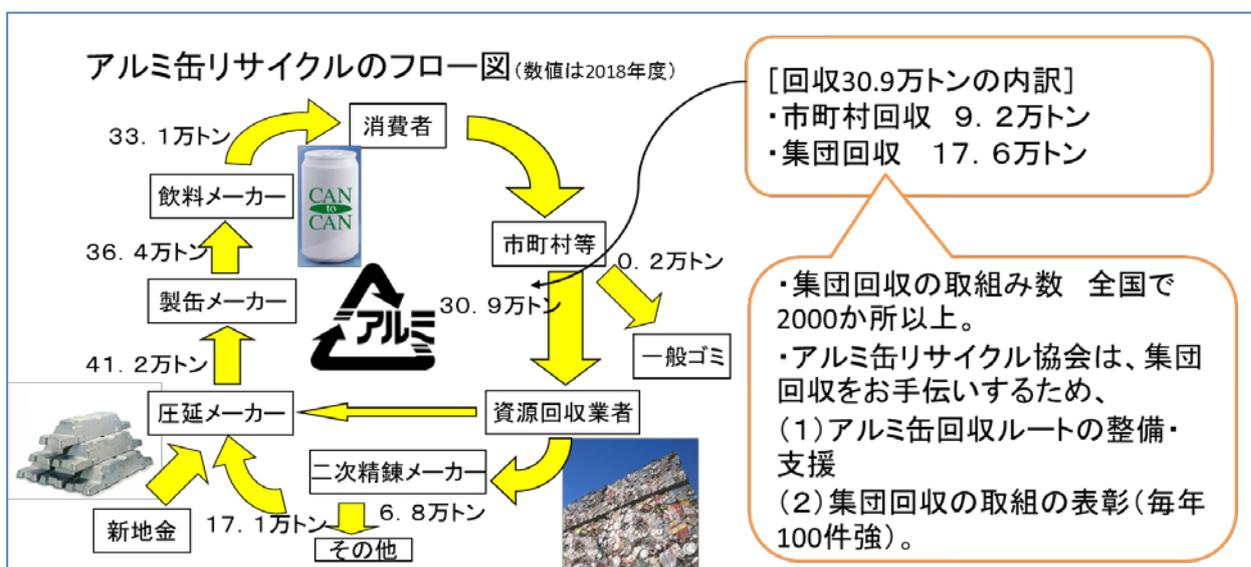
アルミ缶のリサイクル率の推移を下図に示す。2019年のアルミ缶のリサイクル率は98%であり、100%ではないものの現実的な観点からは完全リサイクルに近い状態となっている。使用済みアルミ缶を次のアルミ缶の原料として使用する Can to Can 率も、当面の目標としてきた 70%をほぼ達成できている。アルミ缶のリサイクル率が高いのは、アルミ缶が使用済みアルミ缶として回収される社会的なシステムが構築できているためである。こうした社会的なシステムが構築できたのは、容器包

装リサイクル法の制定によるところが大きいですが、アルミ缶に関連する企業で設立したアルミ缶リサイクル協会が、40年以上にわたって、全国各地のアルミ缶の集団回収の支援を行ってきたことも貢献しているものと考えている。今後も、集団回収の支援を始めとする容器回収の社会的なシステムの維持発展のために、他の容器の業界にも呼び掛けつつ、息の長い活動として、取り組んでいくこととしている。

### ○アルミ缶リサイクル率の推移



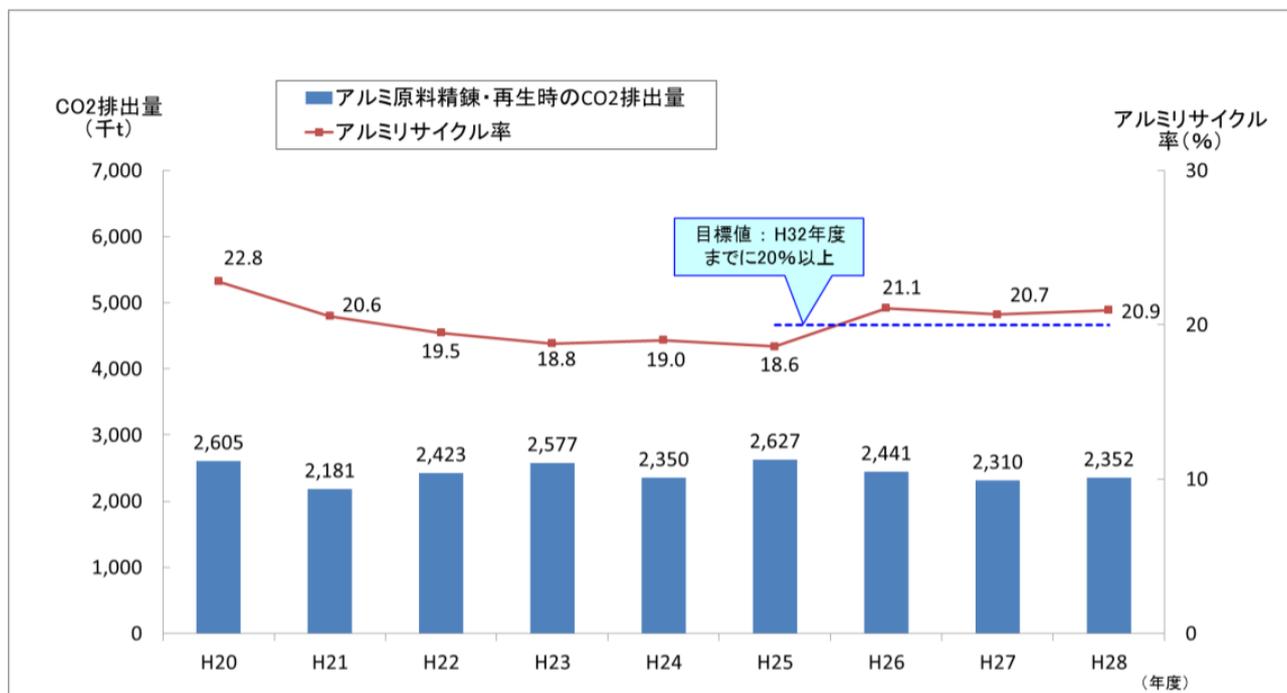
### ○アルミ缶のリサイクルの状況



アルミサッシについては、Sash to Sash 率 20% (2020 年度) を目標に、サッシ業界において取り組んできたが、近時では安定的に 20% を達成するようになっている。

### ○アルミサッシのリサイクルの状況

※日本サッシ協会 自主環境行動計画目標値：アルミリサイクル率をH32年度までに 20%以上



一方、最近の水平リサイクルの新たな取組としては、のぞみ N700S において実用化された新幹線 to 新幹線のアルミリサイクルである。廃車となった新幹線のアルミ部材を再び新幹線材料として利用したものである(新幹線は 200 系で初めて車体にアルミニウムが採用され、現在運行の全ての新幹線の車体がアルミニウム製)。ただし、新幹線はアルミ缶の場合と比べて合金の構成が複雑であり、単に解体して回収しただけでは、展伸材として再利用することは困難であった。これを解決したのが、NEDO 事業(「動静脈一体車両リサイクルシステム事業」)で開発された LIBS(レーザー誘起ブレークダウン分光法)による選別技術である。レーザーによって、アルミ廃材の成分分析を行い、合金種の選別を行うものである。当協会では、技術の確立と並行して、協会内に委員会を設置し、鉄道事業者、車両メーカー、圧延メーカー、再生地金メーカー、リサイクラ等の知見を集約し、選別プロセスの認証および再生材アルミ合金に関する規格を策定し、異業種が連携できるシステム作りを行った。

### ○水平リサイクルの例(新幹線 to 新幹線の紹介)

- ・現在運行している全ての新幹線の車体はアルミニウム製である。
- ・JR東海が2020年7月から運行を開始した「N700S」では、約20年弱の運行を終えた700系、N700系新幹線車両から取り出された廃アルミ材が、素材としてリサイクルされ、荷棚などの内装部品に使用されている。
- ・今後2022年までに、40編成(640両)に使用される予定である。
- ・従来は、新幹線車両の廃アルミ材は、スクラップとして売却されていたが(売却後は鋳造材等としてリサイクル)、高速鉄道として世界で初めて「**新幹線から新幹線へ**」、「**展伸材から展伸材へ**」の水平リサイクルが実現した。



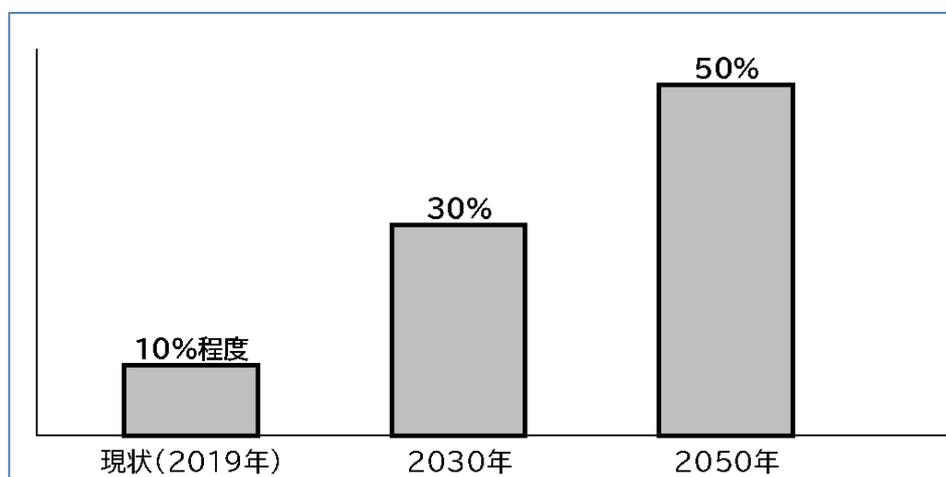
## 4. アルミニウムの完全資源循環を目指した目標設定

LIBS による金属選別技術を発射台として、その選別精度および速度の向上と、圧延および加工技術の革新とを統合化する技術開発プロジェクトが、2019年からNEDOにおいて開始されている(「アルミニウム素材高度資源循環システム構築事業」)。

アルミ協会では、こうした技術の進展も踏まえながら、並行して循環の仕組み作りなどのシステム的な対応も行い、「アルミニウムの完全資源循環」の実現に向けて取り組みを重点化していくこととしている。

今後の取組に当たって、「アルミニウムの完全資源循環」への中間到達点として、展伸材における循環アルミの比率について、次の目標を掲げることとする。

### ○展伸材における循環使用率の目標



## 5. 目標を達成する上での課題と戦略

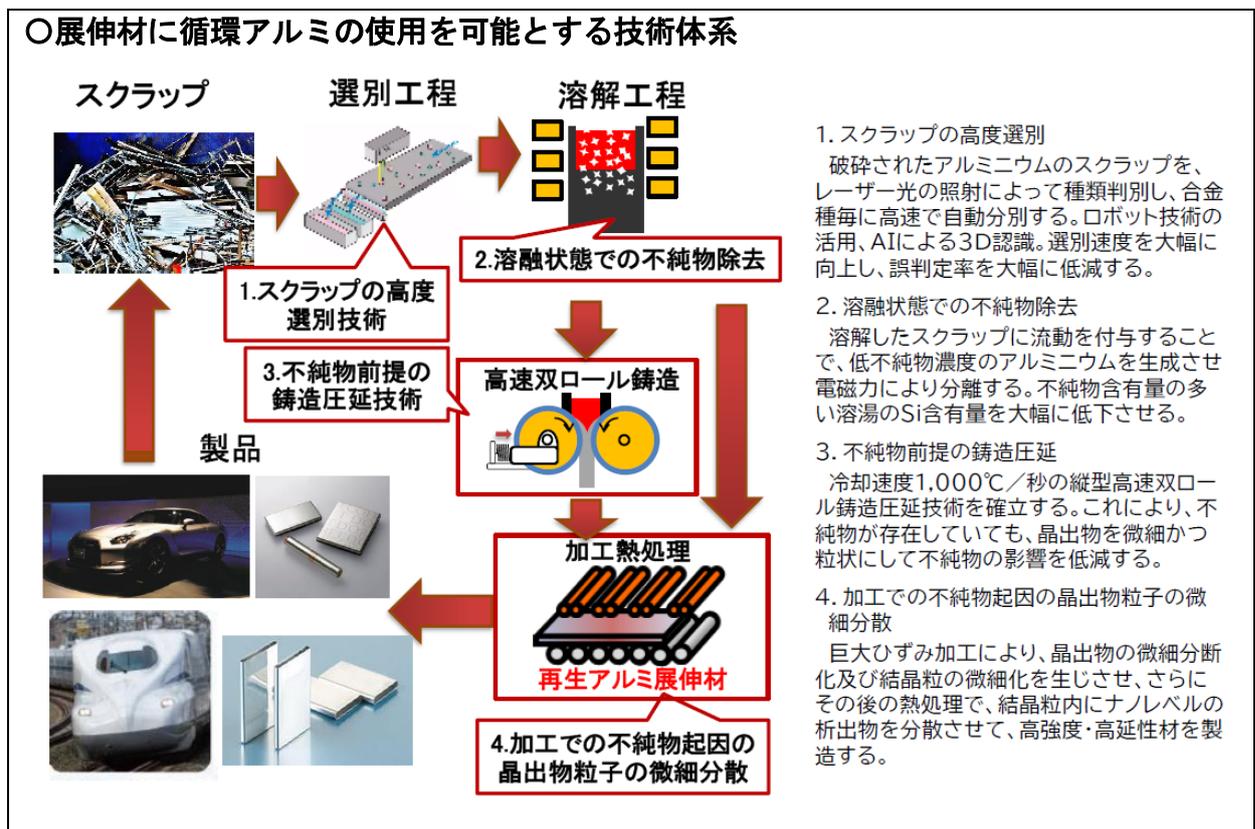
「アルミニウムの完全資源循環」を達成するための課題を整理すると、主として次の5項目が挙げられる。

### (1) 循環に関する技術革新

展伸材に循環アルミを使用可能とするためには、アルミニウムの資源循環に関する新たな技術の体系の確立が必要である。NEDO 制度を活用して実施されている研究開発の進展に期待するとともに、技術的な熟度が高まったものから実用化を図ることとし、展伸材における循環使用率の向上を目指す。

新たな技術の革新が必要とされるのは、次の4方面の技術分野である。

- ① 固体段階での選別
- ② 熔融状態での不純物除去
- ③ 不純物前提での casting 圧延
- ④ 加工での不純物起因の晶出物粒子の微細分散



(プロジェクト名称)アルミニウム素材の高度資源循環システム構築(2019年～2020年)

### (2) 需要分野毎の水平アルミ循環システムの構築 (例:新幹線 to 新幹線)

新幹線 to 新幹線のように、異金属の混入を防いで回収し、異合金を分離できる仕組みが構築できれば、展伸材への循環アルミの利用可能性が高まる。このため、特定の需要分野(例えば、自動車)毎に、解体、回収方法および再生材の品質等について、関係者間のガイドラインによる規範化、協調のための意見調整を行い、システムとして確立することが必要である。ま

た、将来的な課題としては、解体時の材料識別方法、易解体設計や易解体技術の検討も必要である。

(3)循環(リサイクル)特性の社会への訴求

アルミニウムの循環特性を社会に訴求し、消費側の選択に当たっての考慮要因となることを目指して、環境ラベルを積極的に活用する。

(4)発生するスクラップの量および質に関する予見可能性の向上

アルミニウムの循環に関するビジネス環境を改善する観点から、精度が高く信頼されるスクラップ発生見通しを定期的に策定し、発生するスクラップの量および質に関する予見可能性の向上が必要である。

(5)アルミ循環の効率化を促すように、規格基準の改善、慣行の是正

アルミニウムのスクラップや循環アルミ合金に関する JIS 規格を見直す(創設を含む)とともに、アルミ循環に関する課題(商取引上の課題、行政制度上の課題を含む)を幅広く抽出し解決策の検討を行う。

これらの5つの課題の解決には、時間軸を持って、可能なものから実行に移すことが必要である。このために、3つの戦略を掲げる。

○戦略1 (ただちに取り組む)

課題(2)~(5)への対応として、既存技術を前提に、社会システムの対応で、展伸材における循環率の向上を図る。

新幹線におけるアルミニウムの循環を先行事例として、ユーザー業界の密接な協力を得て、需要分野毎のスクラップの回収が可能な体制を構築する。関係者間のガイドラインによる規範化、協調のための意見調整の場の設定に取り組む。

また、製品to製品の水平リサイクルが進展しているアルミ缶およびサッシについて、水平リサイクル率の更なる向上に向けて取り組みを継続する。

○戦略2 (資源循環に係る技術革新の一部を活用し2030年までに達成)

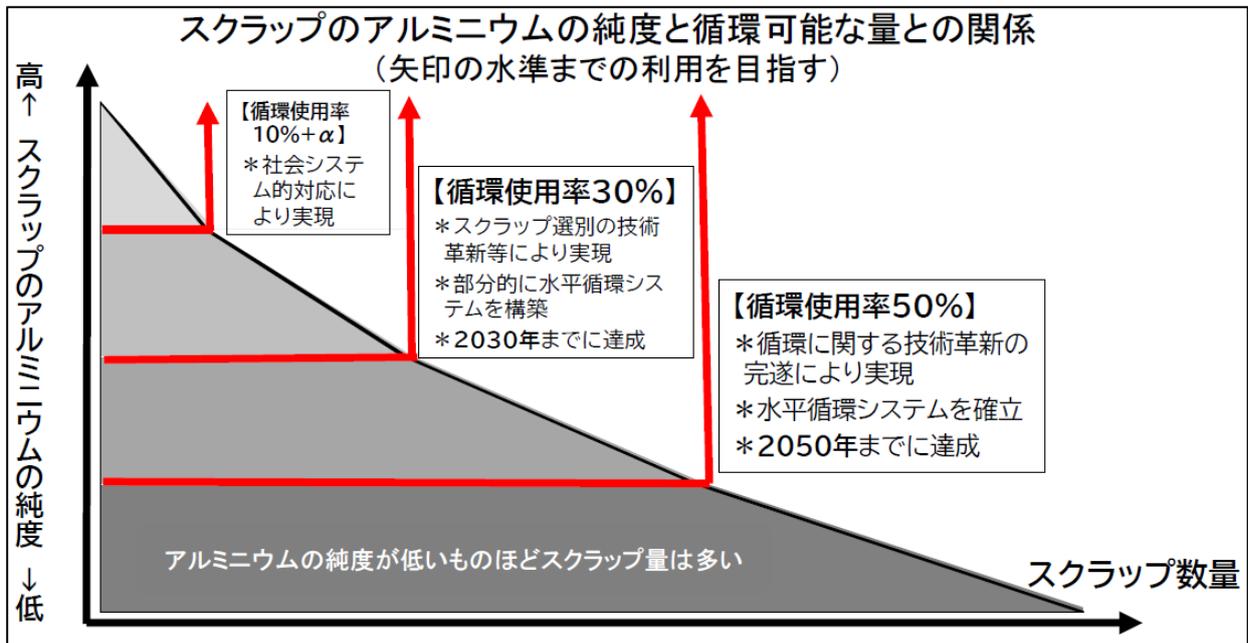
社会システムの対応に加え、資源循環に係る技術革新の一部を早期に実装する。

スクラップの固体選別技術の革新(選別精度および選別速度の革新)により、異合金種の選別を可能とし、同一製品で異合金種を使用する製品からの循環を可能とする。

○戦略3 (資源循環に係る技術革新をフル活用し2050年までの早期に達成)

固体選別では除去できない異種金属の存在を前提に、新たに開発する圧延加工技術で、製錬アルミを使用した場合と同等の展伸材を、循環アルミから製造可能とする。

## ○アルミニウムの展伸材における循環使用率の向上の道筋



## 6. 日本アルミニウム協会としての取り組み

5つの課題の解決に真正面から取り組むために、当協会として次の対応を行う。スピード感を持ちつつ、息の長い取り組みとする。

- (1) 課題解決のための主策として、展伸材に循環アルミを利用可能とするための技術革新について、NEDO 制度を活用して早期の実用化に努める。アルミニウム業界の総力を挙げて取り組むのは当然として、知見を有する学識者の主体的な参画を得て、またユーザー業界の協力も願って、大型のプロジェクトとして取り組む。
- (2) 3つの戦略を着実に遂行するため、当協会に推進母体を設置し、施策を立案し実行を推進する(具体的な機能の設計等のための準備 WG が既に活動中)。
- (3) 関係業界の理解と協力を得て、需要分野毎の水平アルミ循環システムの構築に関し、意見調整かつ方向性共有を進める。(新幹線 to 新幹線の場合の当協会委員会「アルミ車両の水平リサイクル推進委員会」が先行モデル)

### 第3章 地球温暖化対策への取組み

2016年11月に発効したパリ協定は、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすること、21世紀後半には、温室効果ガス排出量と森林などによる吸収量のバランスをとること等を定めている。

これに応じて、政府は、最終到達点として「脱炭素社会」を掲げ、2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減という長期的目標を掲げている。また、長期的な目標の実現に向けて、将来の「あるべき姿」としてビジョンを掲げ、実現に向けて取り組むことを促していくとしている。

当協会では、地球温暖化対策について、経団連が取り組む「低炭素社会実行計画(2013年度以降)」にアルミニウム圧延業界として参画し、2005年度を基準年とした2020年度(フェーズⅠ)および2030年度(フェーズⅡ)それぞれのエネルギー原単位目標を設定し、取り組んできている。

政府の長期的目標を踏まえ、当協会としても、地球温暖化対策について、「あるべき姿」としての長期の方向性を策定することとし、既に「アルミニウム圧延業界の温暖化対策長期ビジョン(2050年)」として公表したところである(2020年3月)。

本章では、「アルミニウム圧延業界の温暖化対策長期ビジョン(2050年)」の要点を解説し、アルミニウム圧延業界としてのCO<sub>2</sub>の削減への取組み方針を記述する。

(注)本章においてアルミニウム圧延業の数値は、経団連の低炭素社会実行計画に参画して実施する自主行動計画に参加する圧延5社(傘下のグループ企業を一部含む)の数値である。

#### 1. 地球温暖化対策に関するこれまでの取組み

アルミニウム圧延業におけるCO<sub>2</sub>排出量は、2017年で146万トンであり、日本の産業界全体の0.4%程度に相当する。アルミニウム圧延業における過去のCO<sub>2</sub>排出量の推移を示すと次図のとおりであり、2003年を最大値として減少傾向にある。京都議定書の1997年から2017年までの20年間のCO<sub>2</sub>排出量は、170万トンから146万トンへと14%減少している。アルミニウム圧延において使用するエネルギーは約半分が電力であるが、電力については原子力発電所の不稼働によりCO<sub>2</sub>原単位に大きな変化があったため、電力を除いてアルミニウム圧延工程のCO<sub>2</sub>排出量を計算すると、この20年間で約30%削減を達成していることとなる。減少要因として生産量の減少(1997年:161万トン→2017年:137万トン)の影響は大きいですが、経団連の低炭素社会実行計画に参画し自主行動計画としてCO<sub>2</sub>排出量原単位の低減に取り組んできた成果である。

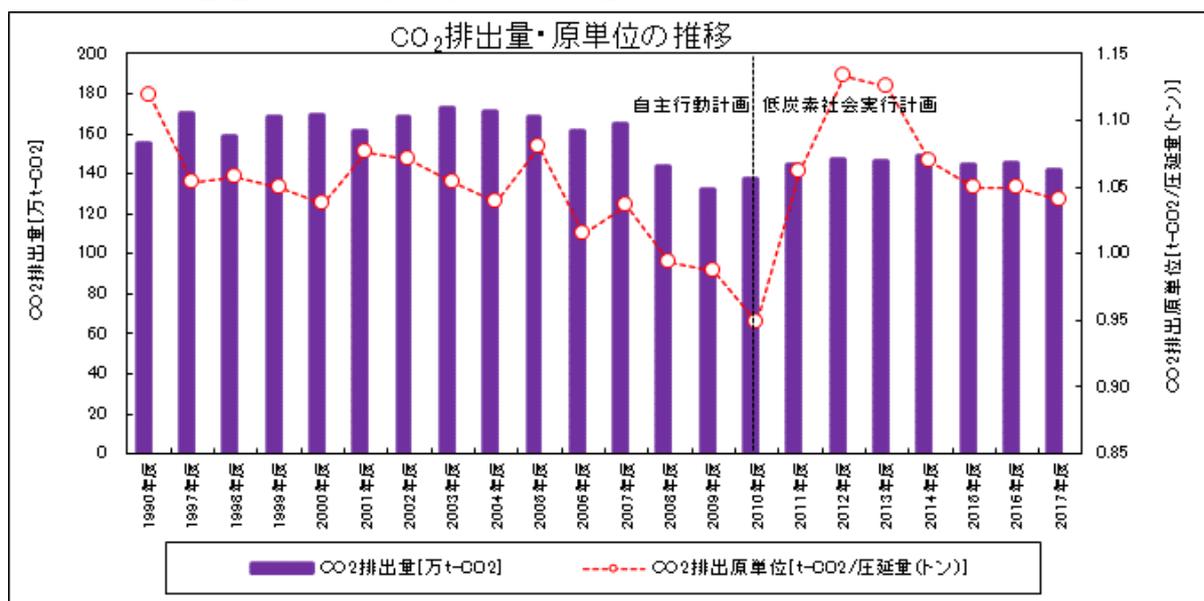
アルミニウム圧延業界が取り組む自主行動計画では、目標指標として、圧延量当りのエネルギー原単位(t-CO<sub>2</sub>/t-圧延量)を採用しており、次の目標値を掲げて、工程の省エネ等に取り組んできている。

1997計画:2008~2012年度の平均で、1995年度比11%以上改善

2013計画:2020年度で、2005年度比▲0.8GJ/t。2030年度で、2005年度比▲1.0GJ/t。

2018計画:2020年度で、2005年度比▲1.0GJ/t。2030年度で、2005年度比▲1.2GJ/t。

## ○アルミニウム圧延業におけるCO<sub>2</sub>排出量の推移



## 2. 温暖化対策長期ビジョンの性格

「アルミニウム圧延業界の温暖化対策長期ビジョン(2050年)」は、アルミニウム圧延業界の2050年に向けた温暖化対策の方向性を示したものである。CO<sub>2</sub>の削減見込みの数値については、前提を置いた上での試算値であり、「あるべき姿」として掲げるものである。

アルミニウム圧延業界が製造する展伸材(圧延品)は、海外から輸入するアルミ新地金を主原料としているが、展伸材までの間のCO<sub>2</sub>の合計排出量は、新地金製造分が約9割を占める。このため、長期ビジョンを策定するに当たって、CO<sub>2</sub>排出の概念について、従来削減に取り組んできたアルミニウムの圧延工程から排出されるCO<sub>2</sub>という枠組みを超えて、日本で使用されるアルミ展伸材に係るCO<sub>2</sub>負荷の削減という趣旨で、アルミニウムの新地金の製造段階におけるCO<sub>2</sub>の削減も考慮に入れる内容とした。展伸材の製造工程(圧延工程)において循環アルミ(アルミニウムの再生地金)の投入量を増やし新地金の投入量を減らすことによって、アルミ展伸材の製造に係るCO<sub>2</sub>の合計排出量の削減が可能であるとの考えに基づくものである。

既述したように、アルミニウムの新地金の製錬は国内では行われていないため、アルミ新地金の製造段階に係るCO<sub>2</sub>の排出の削減は日本国内のCO<sub>2</sub>排出の削減には寄与しないが、世界的な観点からはアルミ展伸材の製造に係るCO<sub>2</sub>排出の削減に貢献するものである。

(注)世界的な観点からのCO<sub>2</sub>の削減への貢献に関する考え方

- ・経済産業省による「温室効果ガス削減貢献定量化ガイドライン」(2018年3月)では、2030年以降の長期の温室効果ガス削減に関し、「国際貢献」「グローバル・バリューチェーン」「イノベーション」の3方向の対応を長期戦略の核としていく方針とし、「国内における自らの温室効果ガス排出削減を実現していくことはもとより、温室効果ガス削減に資する環境性能の優れた製品・サービス等を国内外に展開し、世界全体の大幅削減の実現に貢献していくことが重要である」としている。
- ・今回、当協会が検討の枠組みとした「展伸材の製造工程において循環アルミの投入量を増やし新地金の投

入量を減らすことによって、アルミ展伸材の製造に係る CO<sub>2</sub> の合計排出量の削減が可能であるとする考えは、上記のガイドラインに沿うものであり、「低炭素製品・サービス等による他部門での削減」、「海外での削減貢献」に該当するものと考えている。

### 3. 2050 年における CO<sub>2</sub> 排出の削減の見込み

アルミニウム圧延業界が方向性として目指す 2050 年の「地金製造段階を含む展伸材製造時の CO<sub>2</sub> 排出量」の削減の見込みは、2017 年比で、次のとおりである。2050 年までに 80%削減とする政府の長期的目標をほぼ満たす水準であると考えている。

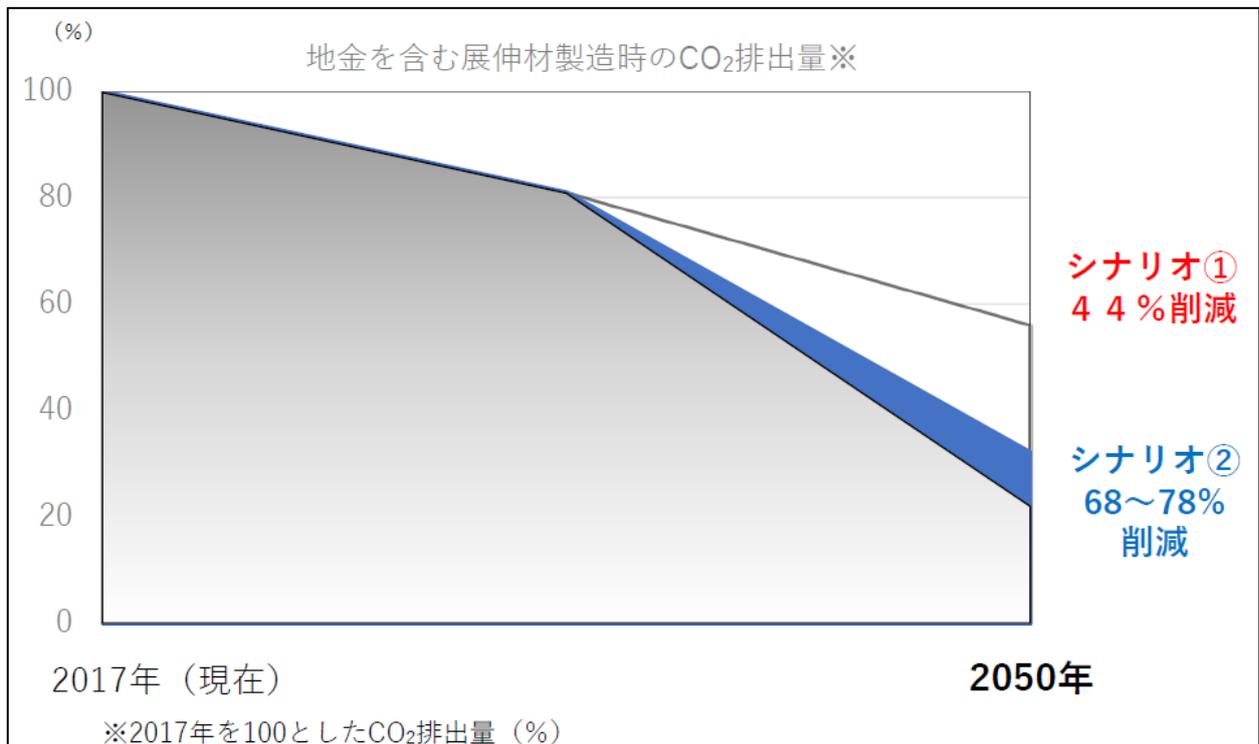
(1)【シナリオ①】（圧延業における削減努力） : 44%削減

1. 展伸材製造時の CO<sub>2</sub> 排出量の最小化（従来の省エネ努力の深掘り）
2. アルミニウムの高度な資源循環の実現（循環アルミ(再生地金)を最大限に用いる）

(2)【シナリオ②】（①に加え新地金製錬の革新に期待） : 68~78%削減

アルミニウムの製錬技術の革新により、新地金の CO<sub>2</sub> 原単位が低減されることに期待する。

#### ○アルミ展伸材の製造に係る CO<sub>2</sub> 排出の長期的な削減の見込み



#### 4. 2050年の削減見込みの実現に向けた取組みの方向

##### (1)【シナリオ①】展伸材製造時のCO<sub>2</sub>削減

###### 1. 展伸材製造工程での努力

- ・燃料：溶解炉の廃熱回収(リジェネバーナー等)の100%導入(現状60%強程度)  
燃料転換(重油→LNG)の100%実施(現状95%強程度)  
更に、LNGの50%を非化石化(水素、バイオ、電化)

- ・電力：再生可能エネルギーの利用50%

(注)安全操業のためには、溶解鑄造等の一部の工程では、不安定な再生可能エネルギーや非化石燃料を使用することは適当でないため、非化石化50%、再生可能エネルギー利用50%としている。

###### 2. アルミニウムの高度な資源循環の実現

- ・展伸材の原料として、循環アルミの使用比率を50%とする(現状は10%程度)。達成のための課題および解決のための戦略は、「第2章 資源循環(リサイクル)への取り組み」において説明。

##### (2)【シナリオ②】世界のアルミ製錬(新地金製錬)の温暖化対策を考慮

- ・IAI(国際アルミニウム協会)試算では、パリ協定の実現には2050年までに世界のアルミ製錬でのCO<sub>2</sub>排出量を80~90%減少する必要があるとしており、世界の製錬企業は技術の革新に取り組んでいる。これを踏まえ、今回の試算では、海外から輸入する新地金のCO<sub>2</sub>原単位が、2050年に50~70%減少するという想定とした。

##### (3) 製品段階での貢献

- ・軽量化や高伝導率(熱および電気)などの特性を活かし、アルミニウムが使用される段階において、自動車や産業分野など幅広い分野でのCO<sub>2</sub>削減に貢献する。ただし、今回の長期の削減見込みの試算に当たっては、製品段階での削減効果は計算していない。なお、ケーススタディとして、アルミニウムの使用による自動車の軽量化によるCO<sub>2</sub>削減への貢献の試算を次項に示す。

#### 5. 製品段階でのCO<sub>2</sub>排出削減への貢献(ケーススタディ)

上述したように、CO<sub>2</sub>排出量の削減見込みの試算に当たっては、製品段階での削減効果は計算していない。しかしながら、アルミニウムを使用することで、CO<sub>2</sub>の排出の削減が可能となることも事実である。アルミニウムの使用による製品段階でのCO<sub>2</sub>の削減のケーススタディとして、自動車の例を示すこととしたい。下記に示す数値は、一定の前提の下での試算値である。

自動車に使用されるアルミニウムは、2019年では172kg/台であるが、今後、年々増加し、2050年にはアルミニウムを最大限利用することで288kg/台と見通される(第5章 アルミニウムの2050年の需要の見通しを参照)。これにより、標準的な自動車の重量は、71kg軽量化される。この数字の持つ意義について、以下に解説を行う。

(注)試算の前提となる数値は、本文中で言及するか、または項末に列挙する。

### (1)自動車の燃費の改善

- ・軽量化と燃費改善の効果との関係は、100kg の軽量化で 1km/L の燃費改善のような言われ方をしますが、定式化されたものとしては例えば次のものがある。

$$y = -0.0106x + 30.266 \quad (x: \text{車両重量 kg}, y: \text{燃費 km/L})$$

(出典)国土交通省資料よりフコク生命作成、「自動車の軽量化の動向」<sup>1</sup>

- ・この式に当てはめると、71kg の軽量化により、燃費は 0.75km/L 改善する。
- ・自動車の生涯走行距離を 152,854km とすると、生涯走行時 CO<sub>2</sub> 排出量は 2.05トン減少する(34.7トン→32.6トン)。

### (2)アルミニウムの材料としての CO<sub>2</sub> 負荷

- ・アルミ新地金の製造に伴う CO<sub>2</sub> 負荷(kg-CO<sub>2</sub>/kg)は、9.24 とされ、鉄の 2.25 よりも大きい。このため、鉄の代わりにアルミニウムを使用することによって、使用する金属の重量は減る一方で、使用する材料に係る CO<sub>2</sub> 負荷は増加する。
- ・上記の 2050 年のアルミニウムの使用量の場合、自動車 1 台当たりの材料に係る CO<sub>2</sub> 負荷は 0.48トン増加する。
- ・このため、走行時 CO<sub>2</sub> 排出量の減少の一部は減殺され、差し引き、自動車のアルミ化による CO<sub>2</sub> 排出減少量は、1.57トン(2.05-0.48)と試算される。

### (3)アルミ循環の効果による CO<sub>2</sub> の削減

- ・循環アルミの CO<sub>2</sub> 負荷は、アルミ新地金の 1/30 程度の 0.309 であることは既に述べた(第 2 章 資源循環(リサイクル)への取り組み)。
- ・自動車用のアルミ展伸材は、現在は新地金から製造されているが、循環アルミを展伸材に使用する技術が進展しつつある。
- ・自動車用のアルミ展伸材の 50%が循環アルミによって製造されると仮定した場合、アルミ使用による自動車 1 台当たりの材料に係る CO<sub>2</sub> 負荷の増加は、既使用分のアルミ材に関する CO<sub>2</sub> 負荷の低減も考慮すると、ゼロ(むしろ減少する)と試算される。
- ・この結果、(2)の試算で減殺された分が復元し、自動車のアルミ化による CO<sub>2</sub> 排出減少量の試算値は、2.08トンとなる。これは自動車の生涯走行時 CO<sub>2</sub> 排出量の約 6%に相当する。

(参考)試算で使用した数値(本文中で言及しなかった数値)

- ・自動車の車体重量: 1,359kg (一財)自動車検査登録情報協会「諸分類別自動車保有車両数(平成 27 年 3 月末現在)」
- ・燃費: 11.9km/L (e燃費の 2019-20 新型車ランキングにおいて、上記の重量近傍のガソリン車のうち最も燃費の良い値)
- ・ガソリン CO<sub>2</sub> 負荷: 2.7kgCO<sub>2</sub>/L
- ・自動車の生涯走行距離: 平均年数(12.91 年) × 年間走行距離(11,840km/年)
- ・アルミ材の CO<sub>2</sub> 負荷(kg-CO<sub>2</sub>/kg) 板材:10.83、押出材:9.72、鋳物:2.06
- ・アルミニウムによる軽量化効果(1kg の鉄材をアルミ材で置き換える場合、アルミ材は何 kg 必要か) 板 0.517、押出 0.700、鋳物類 0.750

<sup>1</sup> [https://www.fukoku-life.co.jp/economy/report/download/report28\\_12.pdf](https://www.fukoku-life.co.jp/economy/report/download/report28_12.pdf)

## 第4章 技術革新への取組み

### 1. アルミニウムの特長

1886年の電解分解法(ホール・エルー法)の発明、1887年の湿式アルカリ法によるアルミナ製造法(バイヤー法)の発明により、現在のボーキサイトからアルミニウムまでの製造法が確立された。その後、各種アルミ合金や製品の開発が進み、現在は鉄鋼材料に次ぐ生産量の金属材料である。

アルミニウムは、鉄系や銅系材料に比較して、実用化されてからまだ130年程度と新しい金属であり、その材料特性、機能を新規に開発する余地が残されている材料である。

アルミニウムの特性を下表に掲げる。高温での機械的特性に劣る、ヤング率が小さい、引張強さに劣る等の弱みがある一方で、軽い、強い(比強度が大きい)、加工性が良い、ろう付け等の接合がし易い、鋳造し易い、再生し易い(リサイクルし易い)等の特性がある。

各種金属材料とアルミニウム材料とを比較すると、マグネシウムはアルミニウムよりも軽い、銅は熱や電気を伝え易く加工性も良好である、ステンレス鋼は引張強さが大きい等の特長があるものの、アルミニウム材料は大きな欠点の無い、各種特性のバランスの取れた実用金属材料である。

#### ○アルミニウムの特性

1) 軽い(密度が小さい)、2) 強い(比強度が大きい)、3) 耐食性が良い、4) 磁気を帯びない、5) 電気を良く通す、6) 熱を良く伝える、7) 低温に強い、8) 毒性が無い、9) 光や熱を反射する、10) 表面処理し易い、11) 鋳造し易い、12) 加工性が良い、13) 接合し易い、14) 真空特性が良い、15) 再生し易い

出典:現場で生かす金属材料シリーズ アルミニウム、丸善 日本アルミニウム協会編 P151-157

### 2. アルミニウムの技術革新の方向

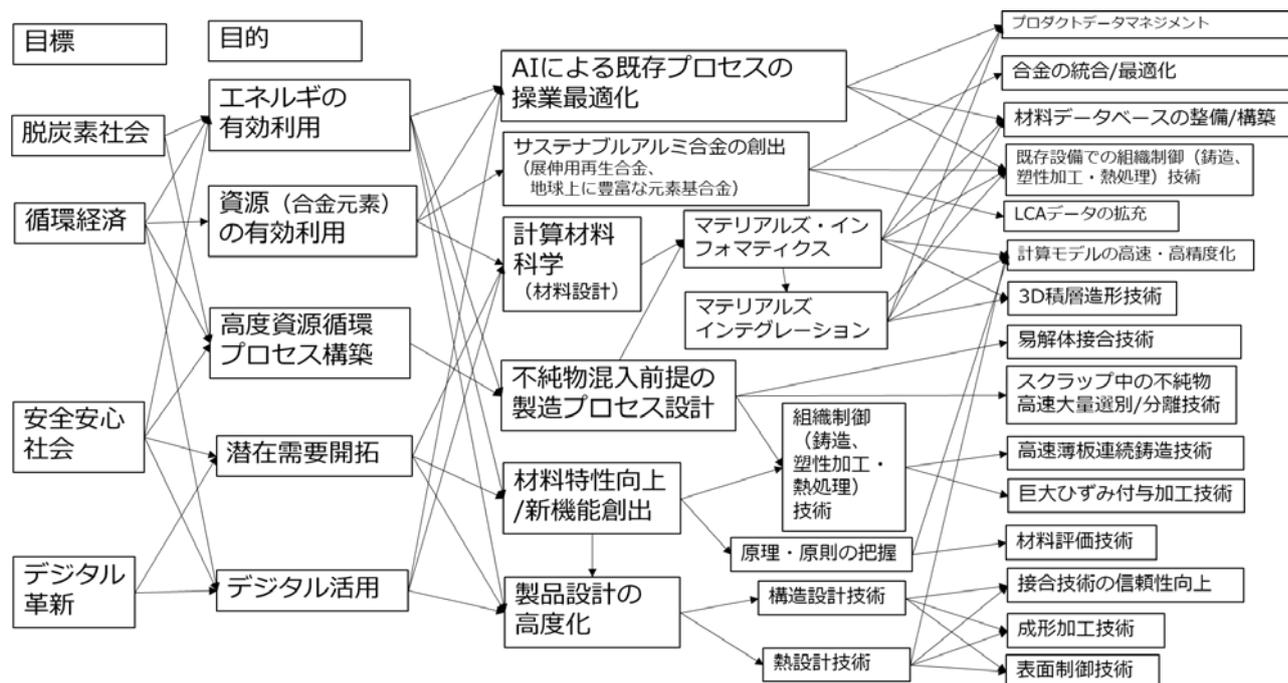
当協会では、「アルミニウム技術戦略ロードマップ」を2年毎に策定し、アルミニウムに関する技術動向と、経済社会からの要請に基づくアルミニウムに対するニーズとの接続を図っている。

アルミニウムに対する経済社会からの長期的な要請は、主として次の3点と考えている。

- 1) 脱炭素および循環経済への貢献
- 2) 安心安全社会への貢献
- 3) デジタル革新への貢献

次の図は、同ロードマップにおけるアルミニウムの主要な技術革新の方向に基づき、上記の3つの柱への貢献を主眼に、技術項目の要素を挙げて体系的に分類したものである。

## ○アルミニウム技術革新の体系図



このうち、アルミニウムに期待される役割を果たしていくうえで、特に重要となる技術の内容は、次の3点に集約できる。

- (1) アルミニウムの循環(再生)に関する技術革新
- (2) アルミニウムの金属組織の設計に関する技術革新
- (3) アルミニウムの接合に関する技術革新

それぞれについて以下に述べる。

- (1) アルミニウムの循環(再生)に関する技術革新

**キーワード:「アルミニウムは生まれ変われます」**

第2章で述べたとおり、展伸材において循環アルミ(再生地金)を利用可能とするために、アルミニウムの資源循環に関する新たな技術の革新に取り組んでいる。(第2章参照)

- (2) アルミニウムの金属組織の設計に関する技術革新

**キーワード:「アルミニウムは実は強いんです」**

**「アルミニウムは熱を余さず伝えます」**

これまでのアルミニウム材料の開発は、要求特性に対して合金成分の実験的最適化で主に対応してきた。しかしながら、今や、使われる目的・特性の発現に最適な金属組織を、事前にその組織を設計し、その設計どおりに製造できるプロセスを確立することが視野に入りつつある。

①合金成分の統合/最適化、②地球上に豊富に存在する元素を主体とした合金設計に加えて、添加元素に依存しないで機械的特性、加工性を向上させるための③アルミニウム材料の製造工程(加工、熱処理)における組織制御技術の開発に注力しているところである。

これらの技術開発には、IoT、ビッグデータ、AI、CAE 等を活用するマテリアルズ・インフォマティクス技術や、Spring-8 等の放射光利用、陽電子利用等、高空間分解能での広視野観察、3次元非破壊観察、その場観察等を利用した新たな材料特性・加工性評価技術の開発が重要といえる。

アルミニウムの金属組織の設計が可能となることで、自動車等の輸送機器、産業用ロボット、建築・土木構造物、熱交換器、放熱部材、電子機器等の新たな製品分野への適用が可能となる。

### (3)アルミニウムの接合に関する技術革新

**キーワード:「アルミニウムは他の材料と上手に協調します」**

最近の工業製品の材料選択の方向は、マルチマテリアル化(製品における材料の適材適所化)にある。マルチマテリアル化の流れの中で、アルミニウムが材料として選択されるためには、製品設計段階でのアルミニウム材料選択肢の充実を図るだけでなく、マルチマテリアル製品として完成させるために異種材料との接合技術が重要である。また、従来は強固に接続することのみが重要であったが、今後は環境負荷への対応として、解体し易い接合方法の開発も重要になる。

ボルト・ナット/リベット等の機械的締結方法から、ろう付けやアーク溶接のような熔融接合、また摩擦攪拌接合(FSW)技術や接着等の低温接合技術など、製品毎に利用される接合方法は異なるものの、共通した課題は接合部の信頼性向上であり、

#### 1)接合継手特性の予測技術

(マテリアルズ・インフォマティクス、マテリアルズインテグレーションの導入)

#### 2)材質制御技術の向上

#### 3)接合技術データベース、品質管理・保証基準の整備

が技術的課題である。

アルミニウムの接合に関する技術課題が解決されることで、マルチマテリアル化が予想される自動車等の輸送機器、ロボット、土木構造物等への適用範囲の拡大が可能となる。

## 3. 主要技術課題への対応

上記の主要な技術課題について、現在、国の研究開発制度を利用して取り組まれている技術開発の状況は次のとおりである。これらの技術開発は、協調領域としてアルミ製造各社が共同かつ分担して取り組んでいるものであり、個社が独自に取り組む内容は含まない。

### (1)アルミニウムの循環(再生)に関する技術革新

スクラップの固相分離、液相分離を組み合わせ、再生対象アルミニウムの純度の向上を図り、最先端の圧延・加工技術を応用することによって、不純物の存在下でも所要の機械的特性を有する、スクラップに由来する展伸材を製造できるようにすることを目指す。

(技術開発の内容の説明は、第2章に掲げた。)

## (2)アルミニウムの金属組織の設計に関する技術革新

材料開発として、ラボスケールよりもサイズアップした材料により、最終製品としての利用を考慮した二次加工性(曲げ性、プレス成形性等)、耐食性、接合性の評価/向上とともに、製品設備のスケールアップに伴う生産技術的課題(長時間安定生産技術)の改善を目指す。

一方、計算科学や計測機器の進歩により確立された高精度のシミュレーション技術を用いて、熱交換性能向上のための製品設計を行い、そこで提案された製品表面形状や表面改質処理を実現するアルミニウム材料の開発、また高耐食性アルミ材料という機能の発現を目指す。

### ○革新的アルミニウム材料の開発

合金組成の最適化、加工工程の最適化等で、金属組織(結晶粒、晶出物、析出物等)を微細化し、機械的特性を向上させることで、航空機や自動車などの輸送機器への適用を目指す。

#### 1. 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発

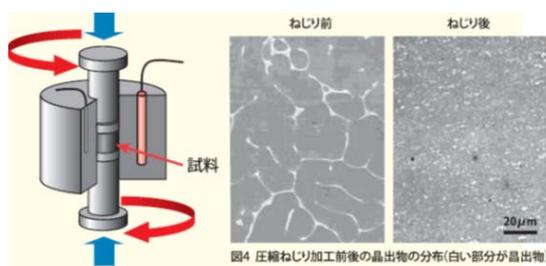
合金組成の最適化、組織制御(水素ポア、晶出物、再結晶粒)、等温熱間圧延技術、高ひずみ付与加工技術(圧縮ねじり加工技術)の適用により、従来材(A7150)比 25%以上の強度向上とともに、30%以上の伸び向上を図る。実績として、0.2%耐力 $>700\text{MPa}$ 、伸び $>12\%$ 、靱性:7150 同等の目標をラボ的に達成した。

#### 2. アルミニウム材製造電析プロセス技術開発

従来の大量電力消費型のホール・エルー法に代わる、イオン液体を利用した室温電解製錬プロセスの開発、またアルミスクラップ中の不純物除去技術としての可能性を検討する。電解アルミ箔のコイル巻取り完成。

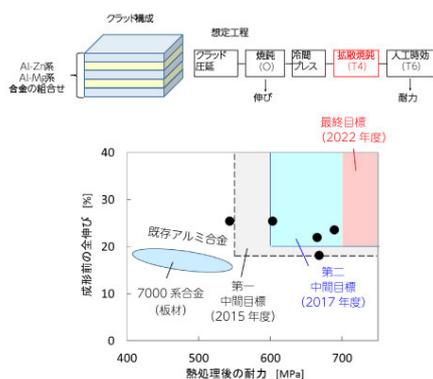
#### 3. 積層構造を活用した自動車用高強度高延性アルミニウム材の開発

Al-Zn系、Al-Mg系合金の積層構造体で、合金設計・クラッド構成・熱処理条件の最適化により、高強度高延性材料を製造する。最終目標(熱処理後の耐力は $700\text{MPa}$ 以上、成形前の伸びは20%以上)に迫る特性を得ている。



圧縮ねじり加工による組織制御

出典: ISMA Report No5(2016)



複層アルミ合金の開発目標と達成度

出典: ISMA HP

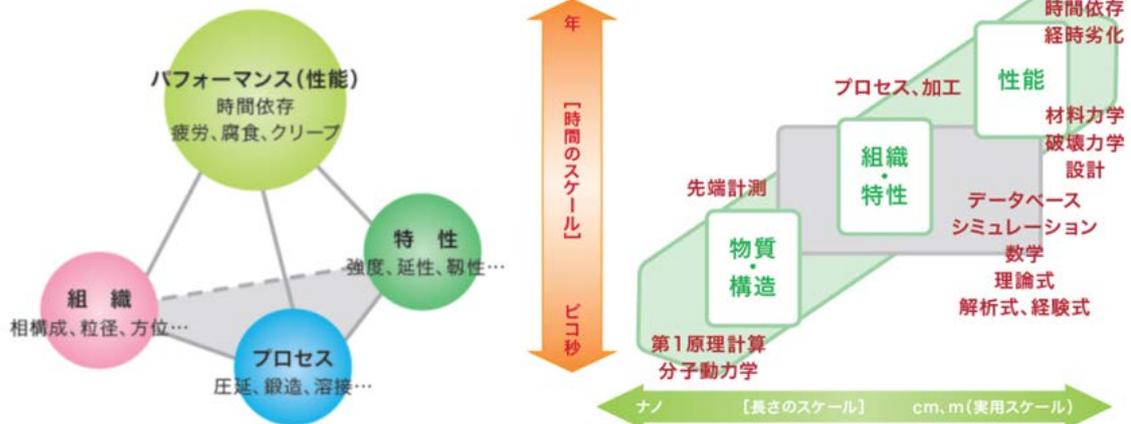
(プロジェクト名称)革新的新構造材料等研究開発(2013年~2022年)

## ○計算科学の活用による材料設計

マテリアルズ・インフォマティクスの導入を図り、さらに各種特性や時間依存性能（疲労特性、腐食速度等）の予測を可能とするような研究開発（マテリアルズインテグレーション）により、開発期間の短縮、新規特性・機能の予測を目指す。

MI;理論・実験・計算・データの融合

全ての構造系材料へMIを展開



出典: SIP 革新的構造材料パンフレット(2016)

(プロジェクト名称)SIP 革新的構造材料(2014年～2019年)

## ○熱交換・熱制御技術に関する技術

### 1. 熱交換性能改善のためのシミュレーション技術開発と、製品試作による検証

#### 気液二相流動予測技術

熱交換性能を向上 凝縮水の挙動、乱流伝熱面の最適化シミュレーションを行い、材料表面形状の最適化により、革新的な熱交換器を設計する。

#### 濡れ性制御と熱移動制御技術

界面における濡れ性を制御するために表面に多孔質形状を付与し、沸騰現象における熱伝達を改善するとともに、表面形状の最適化を図る。

#### 次世代熱交換計測

液膜厚さと温度の同時計測可能な光ファイバーセンサーの開発

### 2. アルミニウム材料設計

#### 高耐食性アルミニウム材料の開発

表面改質技術によるアルミニウム材料の耐食性向上

給湯用熱交換設備の利用環境下における耐食性評価および材料設計を行う。またシミュレーション設計により提案された表面形状を有する製品の熱的特性を評価する。

(プロジェクト名称)エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術(2018年～2019年)

### (3)アルミニウムの接合に関する技術革新

構造材料としては、マルチマテリアル構造を考慮して、異種材料の接合技術を確立し、接合部の信頼性向上を目指す。

一方で接合部の組織予測、性能予測等を統合したマテリアルズインテグレーション技術の開発により、構造物の寿命推定や破壊確率を予測することを目指す。

## ○マルチマテリアル構造設計に必要な異種材料接合技術

マルチマテリアル構造設計に必要な接合技術のうち、アルミニウム関連の接合技術として、

### 1. アルミニウム/異種材料の点接合技術

アルミニウム/樹脂の組み合わせを想定した摩擦攪拌点接合技術を開発するとともに、アルミニウム表面処理技術、樹脂材料組成の検討を行う。

### 2. アルミニウム/CFRP 接合技術

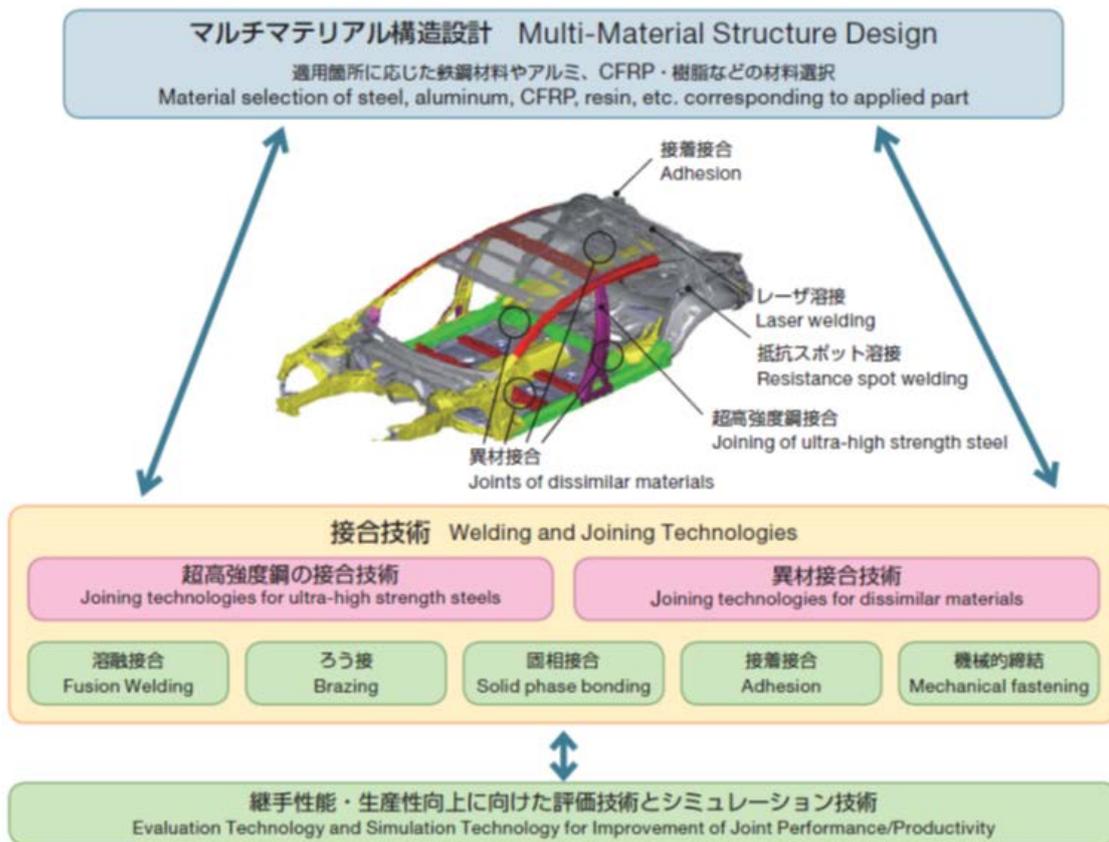
摩擦重ね接合技術の開発を行い、接合強度、5秒以内のスポット溶着、接合部の腐食、熱歪の評価方法を確立する。

### 3. 構造材料用接着技術の開発

プロセス温度が比較的低温で、変形が少なく、剛性を確保できる接着接合であるが、接合強度や耐久性、生産性の課題を解決するため、新規接着剤の開発や、接着メカニズム解明と評価法の確立、接合部の耐久性を向上する手法の確立を目指す。

### 4. 異種材料接合技術の特性評価

アルミ/鋼板(13種類)、アルミ/CFRTP(4種類)、鋼板/CFRTP(5種類)の接合プロセスについて、異材接合継手の性能評価試験(引張せん断試験、十字引張試験、疲労試験、各種暴露試験による耐久性評価試験等)を実施し、継手性能のデータベース化を図っている。



出典: ISMA Report(2019)

(プロジェクト名称)革新的新構造材料等研究開発(2013年～2022年)

## ○マテリアルズインテグレーションの概要

これまでの材料科学の成果や経験知の活用と共に、データベース・実験・シミュレーション解析・ビッグデータなどの最先端の情報技術・科学技術を融合し、材料開発を工学的な視点に立って支援する総合的なシステムである「マテリアルズインテグレーション(MI)システム」の開発を行う。

開発時間の大幅短縮、開発の効率化・コスト削減、材料選択や利用加工プロセスの最適化、構造体の信頼性予測や診断・メンテナンス性の向上などに貢献すると期待される。

具体的には、組織予測システム、性能予測システム、特性空間分析システムを個々に開発するとともに、それらを統合して、寿命推定や破壊確率を予測可能なシステムを開発する。

### 1. 組織予測

フェーズフィールド法による溶接部の組織形成過程の予測を行うとともに、組織データベースの構築を行う。

### 2. 性能予測

シミュレーションと統計力学を融合し、時間依存性のある性能(疲労、クリープ、水素脆化、脆性破壊)に関する高精度かつ高速予測システムの構築。

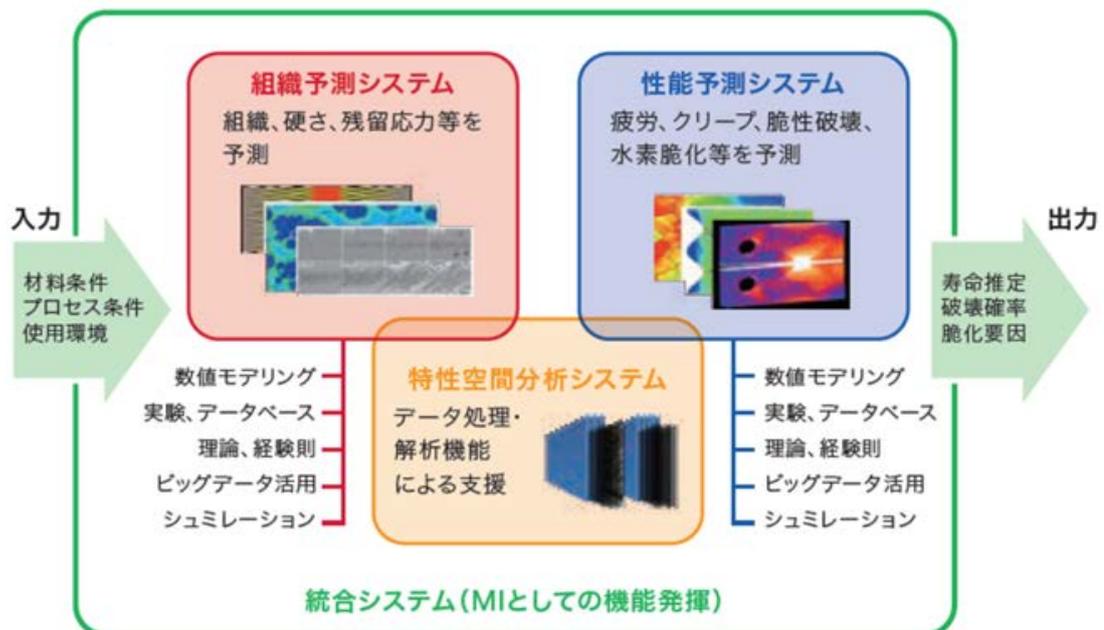
### 3. 特性空間分析システム

ディープラーニング、ニューラルネットワーク等の機械学習を活用した材料情報統合システムを開発する。

### 4. 溶接部性能保証のためのシミュレーション技術の開発

溶融溶接のモデル化、特性予測技術および継手部の性能予測まで、統一的なシミュレーション技術の確立を行う。

金属材料のMIシステム(高強度鋼の溶接継ぎ手性能を例題として先行実施)



出典: SIP 革新的構造材料パンフレット(2016)

(プロジェクト名称)SIP 革新的構造材料(2014年~2019年)

#### 4. 個別製品分野における技術革新

本章ではアルミニウム産業における技術開発の方向性を検討・提案した。一方で、自動車分野では「100年に一度の大変革期」とも称され、また通信分野では 5G が実用化されるなど、現在、種々の製品分野においても大きな技術革新の時代になっている。これら個別の製品分野における産業動向、開発課題や開発技術については、アルミニウム技術戦略ロードマップ策定にあわせて、引き続き検討・見直しを続けていく。

## 第5章 2050年の需要の見通し

### 1. 2050年に向けたアルミニウムの国内需要の見通し

個別需要分野の動向から、2050年までのアルミニウムの国内需要の見通しの試算を行った。試算に当たっては、可能な限り業界内外の専門家の実感を収集して、それを基に試算を行った。

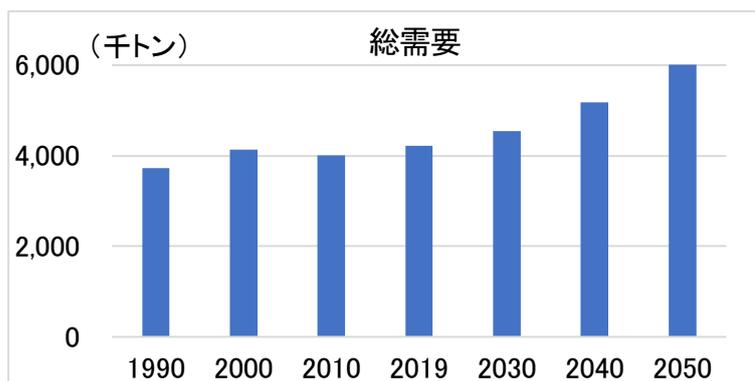
需要分野としては、自動車、建設、飲料缶については、専門家へのインタビュー、関連委員会での審議を行い、重点的に精査した。また、ロボット、移動通信(5G等)、蓄電池、半導体製造装置、熱交換器における新規需要の顕在化にも注力した。

(1) アルミニウムの総需要は、次のような試算結果となった。

(注) 総需要は、当協会が毎年発表する「需要見通し」に併せ、板、押出、鋳造材に加え、電線および鉄鋼等を含む。輸入および輸出を含む。

- ・2019年(実績): 4,218千トン、2030年: 4,550千トン、2040年: 5,180千トン、2050年: 6,020千トン
- ・2019-2030年の伸び率(年率)は、0.7%、2019-2050年では1.2%

○アルミニウムの総需要の見通し(試算)



(2) 品種毎および需要分野毎

- ・品種毎の需要の見通しを次の表に示す。2019年と2050年とを比較すると(伸び率は年率)、板: 1,197→2,000千トンと1.7倍に増加。伸び率は、2019-2050年: 1.7%。
- 押出: 1,054→1,660千トンと1.6倍に増加。伸び率は、2019-2050年: 1.5%。
- 鋳造材: 1,447→1,790千トンと1.2倍に増加。伸び率は、2019-2050年: 0.7%。

○表 アルミニウム製品の需要の見通し(試算)

(単位: 千トン)

品種	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050
板	914	1,133	1,151	1,197	1,320	1,650	2,000
押出	1,304	1,206	912	1,054	1,120	1,290	1,660
板押計	2,218	2,339	2,063	2,252	2,440	2,950	3,650
鋳造材	1,067	1,180	1,374	1,447	1,560	1,670	1,790
板押鋳計	3,285	3,519	3,437	3,699	4,000	4,620	5,440

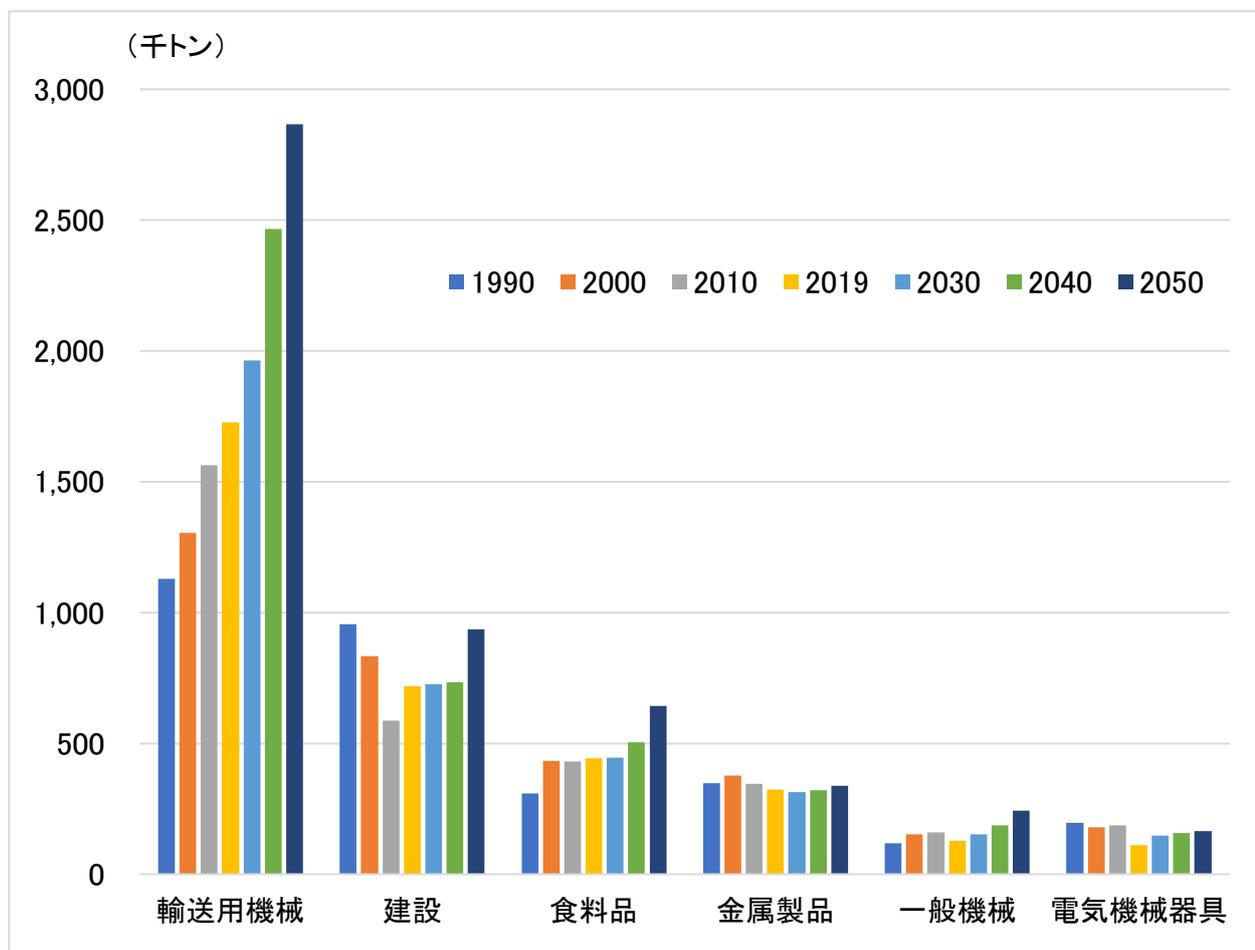
(注) 鍛造品については、集計の便宜上、鋳造材に合算して計上

- ・需要分野毎の需要見通しを表およびグラフに示す。2019年と2050年とを比較すると、
  - 輸送用機械分野は、 1,729→2,870千トンと1.7倍に増加
  - 建設分野は、 719→940千トンと1.3倍に増加
  - 食料品分野は、 444→640千トンと1.4倍に増加
  - 金属製品分野は、 323→340千トンと1.1倍に増加
  - 一般機械分野は、 129→240千トンと1.9倍に増加
  - 電気機械器具分野は、 112→170千トンと1.5倍に増加

○表 主要な需要分野毎のアルミニウム需要量の実績と見通し (単位:千トン)

	1990	2000	2010	2019	2030	2040	2050
輸送用機械	1,130	1,303	1,562	1,728	1,960	2,470	2,870
建設	956	833	587	719	730	730	940
食料品	310	432	430	444	450	500	640
金属製品	349	376	346	323	310	320	340
一般機械	119	152	159	129	150	190	240
電気機械器具	197	179	186	112	150	160	170

○主な需要分野毎のアルミニウム需要量の実績と見通し

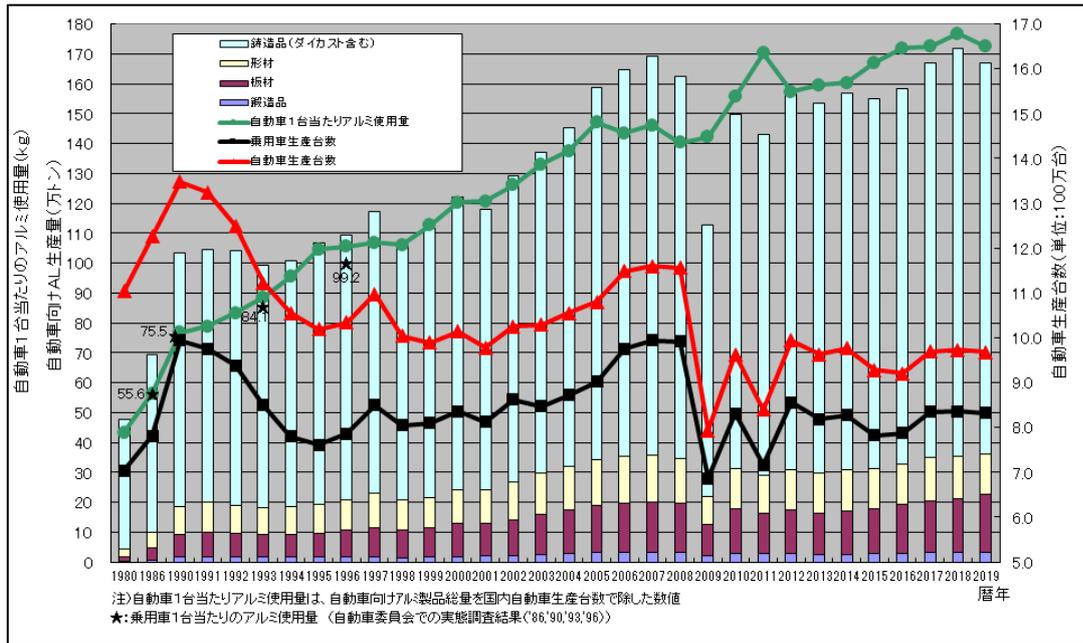


(3)主な需要分野毎の状況は次のとおり。

### [自動車]

既に述べたように、自動車1台当りのアルミニウム使用量は、年々増加しており、1999年の112kgから、現状(2019年)では、172kg(板材(除熱交):11.1kg、押出材(除熱交):10.1kg、鋳造材:138.3kg、熱交:12.1kg)。この20年間で1.5倍となっている。この数値は、アルミ材の自動車向け出荷量を自動車の生産台数(トラック・バスを含む)で除した数値であり、平均的な使用量を意味する。

○自動車向けアルミニウムの出荷量と自動車の生産台数の推移



自動車の軽量化の要請がある中で、アルミニウムの強度、成形性、接合性等の課題が技術革新によって更に改善されることに伴い、アルミニウムの自動車への適用領域は拡大していく。アルミニウムの適用領域が拡大する部位は次のように想定した。

板材：現状ではフードが中心であるが、フェンダやバックドアへの使用が始まっている。今後は、サイドドアへの適用が拡大され、クロージャーパーネルのアルミ化が進む。さらに、成形・接合技術等の課題解決により、ルーフへのアルミ化の進展も期待される。

押出材：現状ではバンパー、ドアビームに使用されている。さらに、電動化に伴う、電池ケースへの適用により増加する。今後は、高強度・高剛性の要求に対応することで、レインフォース、骨格部品(ロッカーなど)への使用率が増加していく。

鋳造材：エンジン回りに加え、サスペンション、シャシー、骨格部品(ショックタワーなど)への適用が徐々に増加する。電動化に伴い、モータ、減速機、インバータ、バッテリー等のハウジングへの適用が増加する。

(注)車載電線(ワイヤーハーネス)のアルミ化の進展も想定されるが、本試算には含まない。

(注)試算に当たっては、自動車の電動化については、次のことを参照した。

・2018/4～に開催された経済産業省の「自動車新時代戦略会議」では、世界の自動車販売におけるエンジン搭載車と電動車の比率について、下記の数値を使用している。

2020年：電動車 15%、エンジン搭載車 95%

2030年：電動車 32%、エンジン搭載車 91%

2040年：電動車 51%、エンジン搭載車 84%

2050年：電動車 73%、エンジン搭載車 76%

(注①)電動車=FCV+EV+PHV+HV。PHV および HV は、エンジン搭載車および電動車の双方に含まれる。

(注②)2050年については、資料中に数値の明記がないので、当協会においてグラフから読み取った値。

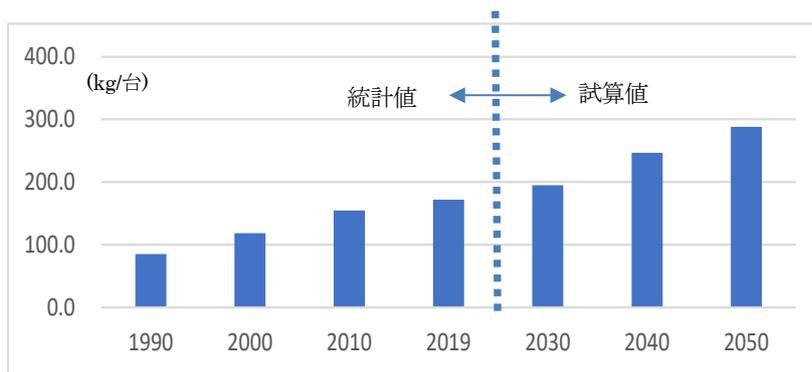
適用領域の想定を一定の前提の元で数値化すると、自動車1台当りのアルミニウムの使用量は、次表のように試算される。

2050年頃には、自動車1台当りのアルミニウムの使用量は、288kgと見込まれ、2019年の172kgから約1.7倍の規模となる。品種別には、板材(除熱交)で5.4倍、押出材(除熱交)で4.1倍、鋳造材で1.3倍に増加すると見込まれる(熱交向けは横ばい)。

#### ○自動車1台当りのアルミニウムの使用量の試算値(kg/台)

年	板材(除熱交)	押出材(除熱交)	鋳造材	熱交向け(板+押出)	合計
2000	2.6	5.6	98.2	11.7	118.2
2010	6.1	8.5	126.3	13.7	154.6
2019	11.1	10.1	138.3	12.1	171.6
2030	18	14	150	13	195
2040	43	29	162	13	247
2050	60	41	174	13	288

#### ○自動車1台当りのアルミニウム使用量の推移



欧米諸機関による自動車1台当りのアルミニウムの使用量の見通し(Ducker、CAR等)は当協会の見通しを上回るが、当協会のアルミニウム使用量はトラック・バスを含む全車両の平均値としているのに対し、海外の見通しでは特定セグメントの車両が対象となっているためと思われる。

自動車向けのアルミニウム需要量計については、自動車の国内生産台数についていくつかのケースを設定して、それに対応するアルミニウムの需要量計を試算すると、次のとおりとなる。2050

年については、自動車の国内生産台数を2019年値(968万台)として計算した場合、2030年で1,890千トン、2040年で2,390千トン、2050年で2,790千トンと試算される。2019年のアルミニウムの需要量(1,663千トン)と比較すると、2030年で1.1倍、2040年で1.4倍、2050年では1.7倍の需要規模となる。

○自動車の国内生産台数のケース毎の自動車向けアルミニウム需要の見通し(千トン)

年	万台	1000	968	900	800	700
2030		1,950	1,890	1,760	1,560	1,370
2040		2,470	2,390	2,220	1,980	1,730
2050		2,880	2,790	2,590	2,300	2,020

○自動車の国内生産台数を968万台とした場合の品種毎の需要の見通し(千トン)

	板材(除熱交)	押出材(除熱交)	鑄造材	熱交向け(板+押出)	合計
2030	170	140	1,450	130	1,890
2040	420	280	1,570	130	2,390
2050	580	400	1,690	130	2,790

(注)968万台は、2019年における自動車の国内生産台数

## [建設]

アルミニウムの建設資材としての代表例であるアルミサッシは、耐候性や軽量性が好まれ、1960年代以降、日本の住宅に加速的に普及した。アルミサッシ・ドア向けアルミ材の出荷量のピークは、1997年の687千トンであった。その後、住宅着工件数の減少と、サッシの樹脂化によって減少し、2019年には半減し、306千トンとなった。今後もこの傾向は続き、2050年のアルミサッシ・ドア向けアルミ材の出荷量は120千トン程度と見込まれる。

一方、最近では、サッシ以外の用途の建築構造部材として、アルミニウムのリサイクル性と軽量性、またメンテナンスフリーであることが改めて注目されている。期待に十分に答えていくためには、接合を含めた製作技術の革新が必要とされるとともに、アルミニウムに適した構造設計の開発が求められる。こうした課題が解決されることによって、建設資材としてのアルミニウム需要は高まり、次のような分野でアルミニウムの採用の拡大が期待される。

### ① 防護柵、高欄、検査路、水門等の土木製品

土木構築物のうち、アルミニウムの軽量性、耐食性が有効に機能する分野において、徐々にアルミニウムの採用が進展しつつある。特にアルミニウムの採用が期待されるのは、道路における歩車分離用の防護柵であり、この他、橋梁の高欄や検査路、水門等での適用が期待される。2050年までの間に総量で50万トン程度のアルミニウムの採用があるものと見通している。当協会では、個別の土木製品毎に設計製作の基準の策定を進めているところである。

## ② 橋梁

橋梁分野では、設計寿命 100 年という国の基準変更に伴い、橋梁材料の長寿命化が必要とされている。アルミニウムは耐食性が良いため、材料としての寿命が長く、こうした要請に応えることが可能である。しかしながら、アルミニウムが道路橋に使用されている例は、国内では 1 例しかない。このため、今後、2020 年代の後半に道路橋示方書への採択を目指し、桁構造部材としての製品設計、接合方法、実物大試験での実証および橋梁材料としてのデータベースの整備を行っていく。

この結果、2030 年代には短尺の橋や山間部の橋などへのアルミニウム材の適用が開始され、2050 年には架け替えられる橋梁の 10～20%がアルミニウム製となることが期待される。



## ③ 建築構造材

アルミニウムの課題である耐火性能の向上や、接合部仕様の規格化、構造用アルミニウム部材の標準化を行うことで、中低層建築物など構造材としてアルミニウムの使用が期待される。アルミニウムの需要拡大のため、2020 年代にアルミニウム構造用標準形材の JIS 化を進めるとともに、接合部も含めた技術資料の作成と材料供給網についても、段階的に整備を行っていく。この結果、構造材として 2050 年には 10～20 万トン/年のアルミニウムの需要が期待される。



アルミニウムを主構造とした中低層住宅実施例



アルミニウムを主構造とした大規模建物  
(金沢もてなしドーム)

## [飲料缶]

飲料缶は、非アルコール(清涼飲料)とアルコールとに分けて消費動向を検討した。

非アルコール飲料の需要の見通しに当たっては、次のことに留意することが必要である。

- ・日本の飲料消費人口(=総人口)は減少を続け、2018年比、2030年で92%、2040年で85%、2050年で77%と想定される。
- ・高齢化に伴い、一人当たりの消費量も減少することが予想される。一方、安全・健康志向の高まりから、水、茶系飲料の増加が見込まれる。

このため、非アルコールの消費液量は緩やかに増加し、一定のところで飽和すると思われる。

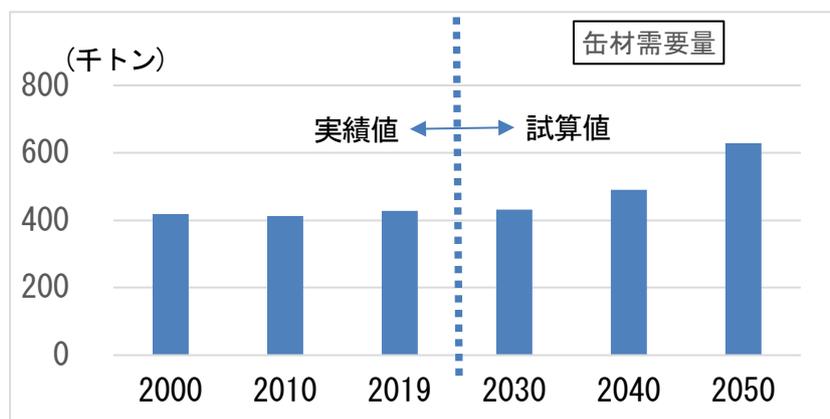
一方、アルコール飲料については、次のことから消費液量は大きく減少していくものと思われる。

- ・日本のアルコール消費人口(=成人の人口)の減少幅は更に大きく、2018年比で、概ね2030年で9割、2040年で8割、2050年で7割と想定される。
- ・若年層のアルコール離れによりアルコールの消費液量は、成人人口の減少を超えて減少する可能性が高い。

飲料容器の選好については、海洋プラスチック問題をはじめとする環境懸念の高まりにより、リサイクル性の観点からアルミ缶の優位性の認識は更に高まり、アルミ缶率は徐々に上昇すると考えられる。

これらを踏まえて試算すると、アルミ缶向けのアルミ材の需要量は、現状(2019年)の428千トンから、2030年は432千トン、2040年は490千トン、2050年には628千トンと緩やかに増加するものと見込まれる。

### ○アルミ缶材需要量の見通し



## [需要の伸長が期待されるその他の分野]

### ① ロボット

2019年の日本の産業用ロボット生産の世界シェアは第一位で、全体の約5割を占めている。

アルミニウムは軽量かつ高強度・高剛性で、高い寸法精度での加工も可能なため、ロボットアームや構造フレームの材料をはじめ様々な部品に採用されている。また、非磁性であるため、

電子回路の周辺にも使用されている。産業用ロボット 1 台当りに使用されるアルミニウムの量は 10～20kg 程度とされており、2019 年における需要量は 3 千トン程度と推定される。

今後は、産業用ロボットに加え、サービスロボットの急速な普及拡大が見込まれている。医療・介護サービス分野の需要拡大に伴う介護ロボットの普及の他、鉄道駅・空港などでの AI 案内ロボットや移動支援ロボット、災害時での狭い隙間に入って人命探査を行うレスキューロボットなど、様々なサービスロボットの普及拡大が期待される。NEDO が発表したロボットの将来市場予測によると、2035 年の市場規模は 2020 年の 3.3 倍とされている。また、サービスロボットの伸長が著しく、2035 年には産業用ロボットの 2 倍程度の市場規模になるとされている。

産業用ロボットの生産の推移および NEDO の予測を基にした将来市場の見込みなどから、2050 年のロボット向けのアルミニウムの需要量を試算すると 90 千トン程度となる。

## ② 移動通信(5G等)

2020 年からサービスが開始された5Gは、従来に比べ高速大容量かつ低遅延で、同時多接続可能な通信を社会にもたらす。製造、物流、防災、交通、医療等の幅広い分野で、通信によって、これまでなかった需要が生み出され、発展していくことが期待される。また、自動車の自動運転では、車両に搭載された様々なセンサーや周囲を走行する他車両の情報、サーバーに蓄積された道路情報など膨大な情報を常時通信する必要があり、新たな通信需要が創出される。ロボットにおいても、ロボット走行時の精度向上や安全性向上のため、高精細な位置情報や詳細な稼働情報の通信が必要であり、通信需要が高まる。

市場規模としては、通信機器の需要総額が現状より 10%増加して 2024 年度は 3.8 兆円との見通しがある(一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会)。また、5G 市場については 2030 年に 1.3 兆円との見通しがある(一般社団法人電子情報技術産業協会)。その後も、高い成長が続くものと思われる。

アルミニウムは、移動通信の送信側および受信側の双方において、重要な役割を果たすことが期待される。モバイル通信の端末機器(スマートフォン、タブレットなど)では、剛性や強度が必要な骨格部分には今後もアルミニウムの採用が続くと見られる。基地局や中継器などの機器では、電子基板の放熱部品や筐体部品にアルミニウムの需要が増加することが見込まれる。また、ストレージの分野では、データセンターで引き続きアルミニウム基板を使用したハードディスクドライブの需要が増加すると見られる。

## ③ 蓄電池

スマートフォンやノートパソコンなど様々な電子機器のバッテリーとして搭載されているリチウムイオン電池(LIB)は、電池の正極の集電体、電池の外装材にアルミ箔が使用されている。LIB は、電子機器以外にも、自動車への搭載が進んでおり、今後、自動車の電動化に伴い、車載用の需要が増加する。LIB 向けのアルミ箔の需要は、現状(2019 年)の 21 千トンから 2050 年には 80 千トン程度に増加することが見込まれる。

#### ④ 半導体製造装置

半導体製造装置を始めとした製造装置の部品に多くのアルミニウムが使用されている。アルミニウムが製造装置に使用される理由として、高真空下で材料からの放出ガスが少ない、切削などの機械加工性に優れる、肉厚部品でも軽量なので床荷重を抑えられるなどがあげられる。

IoT や AI、移動通信(5G等)、自動車の電動化などで今後、半導体需要は確実に伸びるものと思われ、半導体製造装置に使用されるアルミニウムの需要は、現状(2019年)の40千トンから2050年には90千トン程度に増加することが見込まれる。

#### ⑤ 熱交換器

アルミニウムは熱伝導性や成形性に優れることから、エアコンの熱交換器の材料として使用されている。エアコンの熱交換器は、銅管とフィン材のアルミニウムで構成されている。2019年におけるエアコン出荷台数は11,715千台(日本冷凍空調工業会統計)であり、エアコン用フィン材(アルミニウム)の出荷量は38,243トンである(日本アルミニウム協会統計)。国内生産されるエアコンの1台当りのアルミニウム使用量は3.6kgとなる。最近の新しい技術としては、オールアルミ熱交換器がある。従来の銅管を用いた熱交換器より、小型、軽量化が可能である。今後、この技術の採用が進み、銅管の代わりにアルミニウム管が使用されるようになるものと見込まれる。2050年のアルミニウムの新規需要量は年間40千トン程度と見込まれる。

給湯器の熱交換器の部材には、現在は銅製またはSUS製のものが使用されているが、アルミニウムを使用する技術の開発が進んでおり、将来的にはアルミニウムによる代替が期待される。2050年には、アルミニウムの新規需要量は年間数千トン程度と見込まれる。

工業用の熱交換器でも、200℃未満の低温排熱の利用を可能とすること等を目指したアルミニウム技術の開発が進められており、早期の実用化が期待される(第4章参照)。

#### ⑥数量としては大きくないが、いくつかの特徴的な需要の動向について、コラムで説明する。

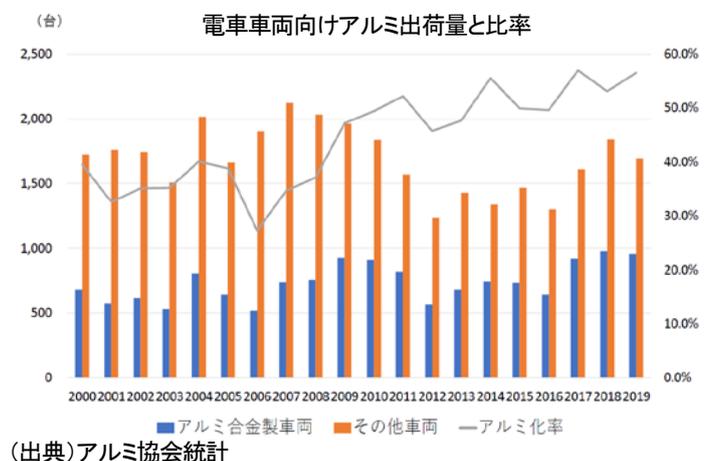
##### 【コラム】鉄道車両とアルミニウム

・鉄道車両は、アルミ化によって車体を軽量化でき、走行時のエネルギー使用量の削減に寄与する。アルミニウムは成形性が優れるため、ダブルスキン(二重殻)にすることが可能で、骨部材なしで丈夫なパネルが構成できる特性がある。また、アルミ合金は、耐食性が良いので、無塗装でも腐食の心配がなく、車両メンテナンスを節減できる。こうしたことから、鉄道車両のアルミ化が進展している。

・アルミ車両の代表例は、既に紹介した東京メトロに加え、新幹線である。新幹線は、200系以降、車体にアルミニウムが採用されてきている。また、西武鉄道のラビュー、JR東日本のサフィール踊り子号のようにデザイン性の高い車両がアルミニウムで実現されている。

・日本で生産された鉄道車両(2019年)は、1,694両であり、このうち958両がアルミ車両でアルミ化率は56.6%、アルミニウムの使用量は、17.6千トンであった。今後もアルミ化率は徐々に向上していくと見込まれる、2050年にはアルミ化率は60%程度と想定され、アルミニウムの需要量としては24千トン程度と見込まれる。

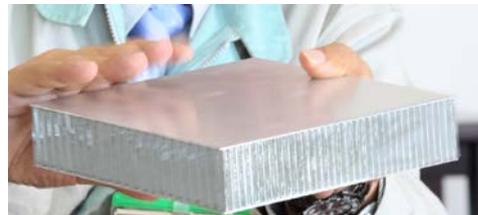
○鉄道車両のアルミ化率の推移



## 【コラム】宇宙とアルミニウム

- ・H3ロケットが2020年度に試験機の打ち上げ予定であり、日本も本格的な宇宙時代に入。宇宙ビジネスの国内市場については、内閣府が2030年に宇宙産業全体の市場規模を2.3～2.5兆円規模に拡大することを戦略として打ち出しており、そのうち宇宙機器産業は約6,000～7,000億円を見込んでいる。調査会社の試算では、2050年の国内市場規模を4.4兆円、2016年から年率4.1%で伸長とされている。
- ・ロケットや人工衛星などの宇宙機器においては強度、軽量の観点からアルミニウムが多様に用いられている。
- ・ロケット本体には、多くの部分でアル合金が使用されている。人工衛星は打ち上げロケットの先端に格納する際、「フェアリング」と呼ばれるカプセルで包まれる。これは、打ち上げ時の熱や衝撃を吸収するカバーのようなもので、アルミニウムで作ったハチの巣構造（ハニカムコア）をアルミ板で上下に挟んで作られている。アルミニウムの軽さ、丈夫さが活かされた部材である。
- ・人工衛星本体も、強度と軽量化という相反する目標を達成するために、アルミニウムで構成されている。ハニカム構造のアルミニウムパネルや、アルミニウムの角パイプを切断して使用するもの、アルミニウムのブロックを削り出したものなどがある。小型衛星では、衛星全体の重量は約68kgに対し、アルミニウムのパネルの重量が約9kgという例がある。衛星本体の他、アンテナやソーラーパネルのフレームにもアルミニウムが使用されている。また、宇宙ステーションにおいても、与圧モジュール、防護シールドなどの主要構造や人工衛星をキャッチする作業用アームなどもアルミニウム製である。
- ・今後の宇宙ビジネスの発展に伴い、アルミニウムはますます重要な役割を果たしていくことが期待される。

○フェアリングに使用されるアルミハニカムパネルのサンプル



## 【コラム】新エネとアルミニウム需要

### ・太陽光発電

太陽光発電は新エネの旗手として発展を続けている。太陽光発電協会では、2050年には2017年比で約4倍の導入量を想定している。太陽光発電用のアルミ製架台は、軽いため施工性に優れており、表面処理により高い耐久性を確保できる。さらに、リサイクル可能なため、撤去費用を抑えることができるという利点もある。アルミニウムの需要量は年間数千トンと見込まれるが、輸入品との競争が厳しい。他方、発電した電気を交流に変換するためのパワーコンディショナーには多数のアルミ電解コンデンサが使用されている。この用途向けのアルミ箔の出荷量(2019年)は2千トン程度であるが、2050年には年間1万トン程度になると見込まれる。

○太陽光発電のアルミ製架台



出典:三協マテリアル HP

### ・風力発電

小型風力発電機では、軽量で一体成形可能なことから、回転翼にアルミニウムが使用されている。写真は、直線翼型のブレードにアルミニウムの押出形材が使われている例である。小型風力発電機の導入量は6,400機(2017年)である。1機当たりのアルミニウムの使用量は10kg程度であるので、規模は大きくないが、小型風力発電の普及に伴い新たな需要が見込まれる。

○富山市ファミリーパーク設置のアルミ押出形材ブレードからなる小型風力発電機



出典:三協マテリアル HP

・自動車の充電スタンド

電気自動車の充電設備の筐体に、アルミニウムが使用されている。日本における充電設備の普及件数は、2035 年で急速充電器 11,000 個、普通充電器 39,000 個との予測がある。1 個当たりのアルミニウムの使用量は 5kg 程度と想定されるので、需要規模は大きくないが、充電設備の普及とともに需要の拡大が期待される。

○自動車の充電スタンド

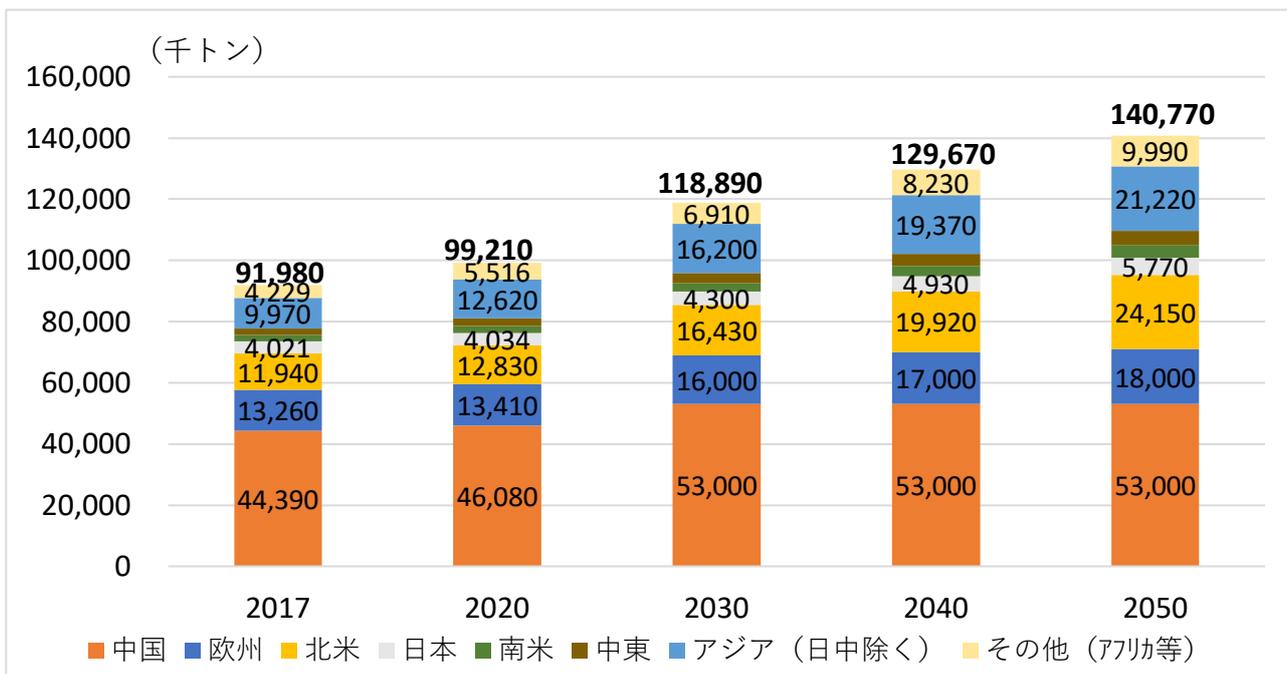


2. 世界のアルミニウム需要の見通し

世界のアルミニウムの需要量(新地金+再生地金)は、2017 年は約 9,200 万トンであったが、2050 年には 50%以上増加し、1.4 億トン程度と試算される。

中国は 2030 年頃に消費のピークを迎え、2030 年以降に大きくアルミニウムの消費が伸びるのは、東南アジア、インド、アフリカ地域であると予想される(これら地域のシェアは 2017 年の 15%から、2050 年には 22%になる)。

○世界のアルミニウム需要の予測



上記の世界のアルミニウムの需要量の試算は、下記をもとに作成した。

- ① 国際アルミニウム協会が 2019 年に公表したアルミニウムのマテリアルフローモデル「Global Aluminium Cycle」に掲載のデータをベースとした。
- ② 中国は中国(安泰科)、欧州は欧州(EAA)、日本は当協会のアルミニウム需要の試算を採用した。
- ③ これらを組み合わせて、2050 年までの世界全体のアルミニウム需要量とした。
- ④ 二重計上を避けるため、輸出はその国の需要に含めないこととなっているので、日本の見通しの数値では、アルミニウムの総需要のうち、輸出を除く数値とした。

## 第6章 アルミニウムにおける産業経営の戦略

2050年への道程は、遠く長く、また平坦ではないと思われるが、私たちアルミニウム産業としては、経済を支える主要な産業群の一つとの意識の下、高い矜持を持って、産業経営に取り組んでいきたいと考えている。

日本のアルミニウム産業は、ニーズの多様化と高度化、海外事業者のキャッチアップ、環境保全要求の拡大を始めとする事業制約の高まりなど、大きな環境の変化に直面しており、世界市場において今後も競争優位を維持し続けるためには、事業環境の変化に対する認識、その変化に応じた戦略的対応が必要とされている。

産業経営の観点からは、社会の公器としてのコンプライアンスの確保、多種多様な人材が健全に活躍できる働き方改革、災害等に対するBCPの確立等は当然のこととして、2050年の一翼を担う信頼される産業として具備すべき要件は多岐に渡るが、主要な項目について、取組みの姿勢の一端を紹介することとしたい。

### 1. 国内製造基盤の強化

#### (1) 労働安全

- ・アルミニウム産業では、産業事故の防止に向けた取組を継続的に実施してきたところであるが、更なる労働安全の高みを目指して、「製造業安全対策官民協議会」への主体的な参画を通じて、最新の安全対応策の導入に取り組む。
- ・デジタル技術を活用した製造現場の安全活動についても、保安行政との連携の下、当業界においても積極的な展開を図る。
- ・こうしたことにより、死亡災害のゼロ化を始めとして、労働災害の指標である強度率において全産業平均を常に下回るべく、「ゼロ災害」を目指した体制の構築に引き続き注力する。

#### (2) 品質確保

- ・品質確保については、2017年に生じた会員企業での事案を踏まえ、2018年3月に当協会として「品質保証に関するガイドライン」を策定したところであり、引き続き同ガイドラインに沿って、品質確保に対する真剣な取組みを継続する。

#### (3) サプライチェーンの強靱化(下請け取引の適正化)

- ・アルミニウム産業とユーザー産業との間には、二次加工産業や協力会社が存在している。アルミニウム産業とユーザー産業は、二次加工産業や協力会社の存在によって支えられている側面が大きい。取引の適正化を進めることにより、国内で上流から下流までのサプライチェーン全体の底上げと強靱化を図り、アルミニウム産業の成長基盤を確固たるものとするのが期待される。
- ・当協会においては、政府の「金属産業取引適正化ガイドライン」(2019年4月に最終改訂)を基に、「自主行動計画」を策定したところであり(2020年9月)、適正取引の推進の実効性を高めていく。

#### (4) 重要技術管理の厳格化

- ・競争力の源泉となる重要技術については、特許やノウハウの管理の徹底を始めとして、社内の

関係部門にわたる全社的な対策推進体制を構築し、情報漏洩および技術流出の防止に万全を講じる。先端技術、重要技術の管理のあり方について、引き続き戦略的に対応していく。

- ・特に、デジタル化やシステムのオープン化が進む中で、競争力の源泉である機密情報が万が一にも外部に流出することがないように、万全のセキュリティ対策を進める。

#### (5) デジタル化が及ぼす変革への対応

- ・製造工程のデジタル化は企業の競争力に劇的な変化をもたらす可能性があり、対応が遅れた場合、海外競合者によるデータ活用の推進によって、日本のアルミ企業が有していた技術や生産効率面における優位が失われるおそれがある。
- ・現状では、日本のアルミ産業における製造現場のデータ活用については、複数のインターフェースが複雑に存在する状況となっているなど、まだ途上にある。
- ・こうした状況を打破していくために、個社毎に、目指すべき方向性に関してユーザーとの対話も行いつつ、必要なデータの取得、蓄積、分析、管理のあり方を明確にするとともに、本社と製造現場の情報を相互にリンクさせ、リアルタイムで調整・連携していくための方策を着実に遂行する。

## 2. 国際的に通用する競争力の確保

日本のアルミ産業がキラリとした存在感を持つ産業として将来にわたって持続的に発展していくために、次の3つの方向の対応を継続する。

#### (1) 事業環境への柔軟な対応

- ・需要の変化や原料の需給動向等の諸環境を中長期的に見通した上で、選択と集中、多角化、グローバル化、戦略的連携等のビジネスモデルを、事業環境に応じて臨機応変に追求していく。

#### (2) 技術革新

- ・アルミニウムに潜む機能の発現のため、第4章で述べた技術革新の活用について、アルミニウムの技術ロードマップを参照とし、ユーザーとの積極的な連携を行い、産学官の協力を得つつ、厳しい競争環境の中で、スピード感を持って取り組む。
- ・アルミニウムの基盤技術力に一層磨きをかける観点から、①ユーザーとの積極的な連携、②合金開発の強化、③材料の組成制御から表面処理、成形性、接合などの加工までを視野においた一連のプロセス技術の強化、④成形性、接合、表面処理の改善などより川下を意識した加工技術の革新等に取り組んでいく。成形性・デザイン性、塗装性・表面処理など、多面的な観点からアルミニウムの魅力が発現するような総合的な技術力に磨きをかける。

#### (3) 人材育成

- ・アルミニウム産業を担う人材育成に、産学官の連携の下で、取り組んでいく。アルミニウム産業において求められる専門分野の融合人材の育成に取り組むとともに、多様なグローバル人材の登用等を進めていく。
- ・技術系人材についてはアルミニウム製造工程が材料組織学と機械加工学とが複雑に融合した領域であるため、製造現場の複雑な現象を的確に捉えるためには、材料組織学および機械加工学の学術的素養を有し、現象を基礎的な要素に分解し科学的に整理できる能力が必要とされている。こうした人材をアルミニウム製造中核人材と位置づけ、技術リカレント教育等を重点的に実施

し、計画的な育成を図ることとしている。

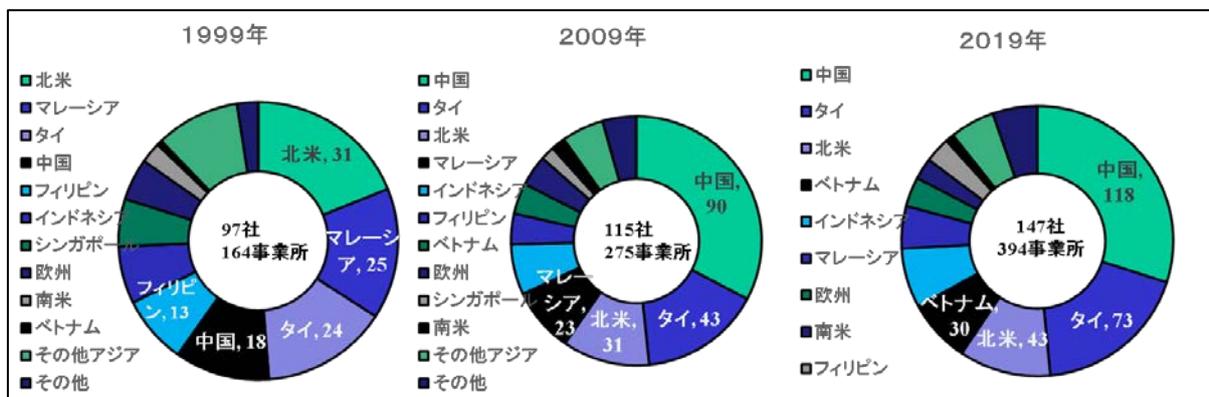
[中核人材育成事業の概要]	
①技術分野	溶解鑄造、熱処理、材料強度、加工 の4分野
②開講規模	4分野で計100名/年。 (過去10年で延べ653名の技術リカレント教育を実施)。
③協力大学	阪大、京大、東工大、岐阜大、横国大

・加えて、次代を担う学生・研究生に対するアルミニウムに対する魅力の発信等のために、企業からの講師派遣を通じた大学における実践的教育、大学等の研究者への企業からの研究費助成、大学から企業へのインターンシップ、ポスドクも含めた相互の人材交流の実践等に取り組む。

### 3. 国際展開の推進

- ・日本のアルミニウム企業は、海外市場の成長や顧客の海外生産への対応等のために海外展開を進めてきている。アルミニウム企業の海外法人の数は、1999年には97社だったが、2019年には147社へと拡大している。
- ・日本のアルミ圧延分野での海外における生産能力(2019年)を集計すると<sup>1</sup>、板34万トン、押出15万トンであり、国内の生産能力(板148万トン、押出99万トン)に対する比率は、板23%、押出15%と、海外生産が相当の規模で展開されている。
- ・今後とも、ユーザーとの連携を重視した形での国際展開を積極的に推進していく必要があり、国内外のアルミメーカーとの提携等の可能性も含めて、海外市場への参入機会を戦略的に検討していく。
- ・その際、いたずらに量的な拡大を狙うのではなく、日本の強みである合金設計力、金型設計・製造力、それらを総合的に製造に結びつけるプロセス技術等を活かし、高性能品や高付加価値品に注力すること、安全・安心性能を訴求することなど一層の差別化を図っていく。
- ・なお、日本のアルミニウム企業の海外生産の伸長に併せ、日本のアルミニウム産業のグローバルな活動に関する正確な認識を得るために、当協会において、海外生産に関する統計の整備を検討する。

#### ○アルミニウム圧延分野での海外展開の状況



(出典)カロス出版「アルトピア」から日本アルミニウム協会作成

<sup>1</sup> 海外における生産能力は、カロス出版「アルトピア」、各社 HP・ニュースリリースから当協会が推計した値で、アルミ圧延企業が100%出資した海外法人で、2020年3月時点で稼働中のもの。

#### **4. 原料資源の安定確保**

- ・アルミニウムの新地金を海外に 100%依存する我が国のアルミニウム産業にとって、資源の確保と資源循環は動脈と静脈であり、一体的な戦略と推進が不可欠である。原料資源の安定確保に柔軟性を持つことは、アルミ企業の競争力に直結する課題である。
- ・アルミニウム業界においては、政府の支援も得て、海外のアルミニウム製錬事業への参画に取り組んできたところであるが(2019 年において新地金輸入の 52%)、引き続きその確保に努める。
- ・今後は、資源循環による再生アルミニウム材の確保が、原料資源の確保の観点からも重要である。資源循環に関しては、第 2 章で述べたように社会システム的対応および技術革新の双方について、ユーザのリサイクルへの取組との連携を含め、戦略的に取り組んでいく。
- ・また、海外におけるリサイクル率の向上は、日本のアルミニウム産業の資源確保にとってもプラスであることから、アルミニウムのリサイクルに関する能力構築、リサイクルのためのルール・制度の設計への協力等、政府の参画も得て、可能な協力を行っていく。

## 第7章 通商問題への対応

私たちは、自由で公正な通商環境が、健全な競争を促し、資源および産業の適正配置をもたらすと信じている。不公正な政府補助金や市場歪曲的な制度などには断固として反対の立場である。しかしながら、近年は保護主義的な措置が増加しつつあり、自由貿易を推進するための枠組みの維持が国際的な課題となっている。

こうした観点から、世界貿易機関(WTO)の機能の強化、特に産業補助金および国有企業の行為などの市場歪曲的の制度に対処するための包括的ルール確立が必要であると考えている。

最近のアルミニウムの通商環境については、特定国における過剰生産能力や過剰な関税の賦課などの問題があり、貿易構造がゆがめられつつある。

アルミニウムの過剰生産能力の問題は、2017年のG7タオルミーナ・首脳サミットでも討議され、首脳コミュニケにおいて次のとおり記述されている。

「我々は、鉄鋼、アルミニウムその他主要な産業部門における世界的な過剰生産能力に対処し、こうした問題が他の分野で発生しないよう、協力を更に強化し、パートナーと共に取り組んでいくことにコミットする。」

世界のアルミニウム協会の間においては、アルミニウム市場における Level Playing Field の確保が合言葉となっており、アルミニウムの不公正貿易の是正のため、「モンリオール・アルミニウム・サミット」(2018年6月)の開催など、国際間で連帯した取組みを継続してきている。

2050年を目指した当協会としての通商問題に対する基本戦略は、政府と密接に連携しつつ、世界のアルミニウム協会の連帯の中で適切な役割を果たし、WTOの機能の強化を初めとする国際的に適正なルール確立および活用によって、アルミニウム市場における Level Playing Field の確保を目指すことである。

(参考)

2050年を念頭においた VISION という趣旨からははずれるが、この機会に現下のアルミニウム貿易の構造的問題について、状況を整理しておきたい。

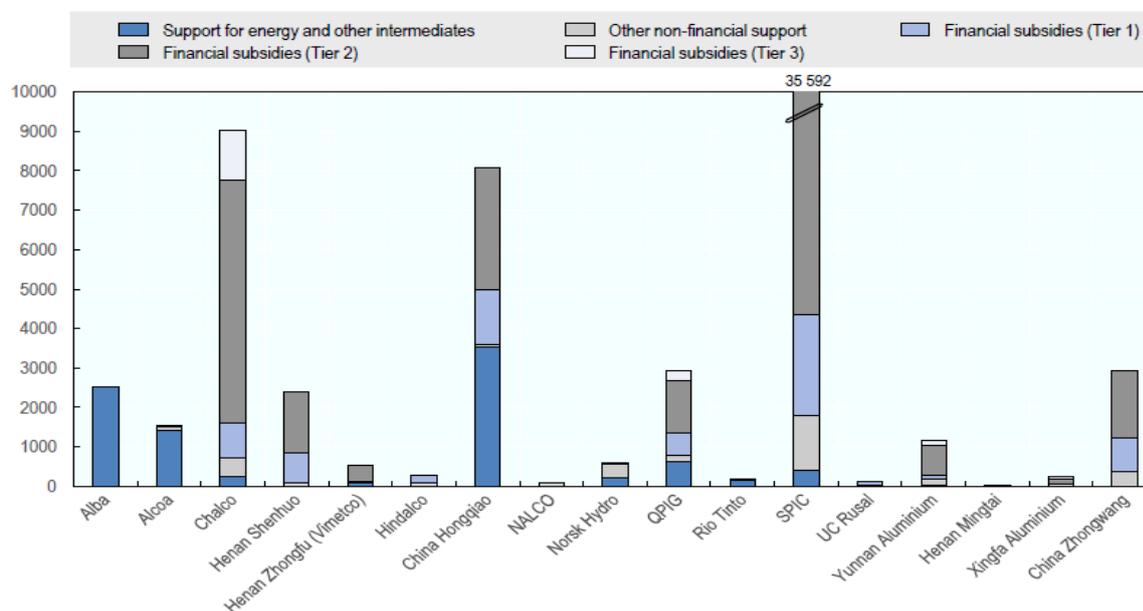
### 1. 現下のアルミニウムの貿易の構造的問題

アルミニウムの世界貿易の構造的問題の背景には、特定国における過剰生産能力の問題がある。この問題は、2019年1月に発表された OECD の報告書(“Measuring distortions in international markets: the aluminium value chain”)において詳細に分析されている。同レポートは、「中国の生産量の急激な増加は世界のアルミニウム価格の低下を引き起こし、過剰生産能力に関する懸念を生じさせている」と指摘している。また、政府支援の事例として、世界の代表的アルミニウム企業17社(中国10社、中国以外7社)を分析し、「政府支援額が大きい上位5社は、全て中国企業である」こと等を指摘している。過剰生産能力については、アルミニウム製錬能力のみならず圧延能力でも設備余剰があるとされている。

## ○アルミニウム企業への政府支援の総額の OECD による試算 (2013 年～2017 年、企業別)

Figure 1.7. Government support for firms studied reached between USD 20-70 billion over the period 2013-17, depending on how financial support is estimated

Total government support by type, 2013-17 (USD millions, current)



(出典) OECD、Measuring distortions in international markets: the aluminium value chain、2019 年 1 月

一方、米国は、中国からのアルミニウム製品の輸入の増加に対するため、100%を超える関税 (AD 関税) を導入した (2018 年 1 月開始)。これによって、事実上、中国のアルミニウム製品は米国市場から締め出されることとなった。

なお、米国以外の国においても、中国からのアルミニウム製品の輸入に対して AD 関税等の防衛策を講じている (下表参照)。特に、EU は中国からのアルミニウム製品の輸入の増加に危機感が強く、2 国間の構造問題の一つとして取り上げている。また、本年 (2020 年)、2 月に押出材、8 月に板材の AD 関税のための調査を開始している。欧州アルミ協会は、中国からの輸入が、押出材は 5 年間で 2 倍以上に増加、板材も 4 年間で倍増 (17 万トン→33 万トン) したとしている。

## ○アルミニウム製品に関し中国品の輸入に対する各国の防衛策の状況

時期	発動国等	対象製品	状況
2020年8月	EU	アルミ板材	AD調査開始
2020年2月	EU	アルミ押出材	AD調査開始
2020年1月	メキシコ	アルミ箔	関税上乘せ実施中 (AD/CVD)
2019年11月	米国	アルミ電線	関税上乘せ実施中 (AD/CVD)
2019年10月	ベトナム	アルミ製内外装材等	関税上乘せ実施中 (AD)
2019年6月	ベトナム	アルミ押出材	関税上乘せ実施 (AD)
2018年10月	インドネシア	アルミ箔	国内SG発動調査開始
2018年1月	米国	アルミ汎用合金板材	関税上乘せ実施中 (AD/CVD)
2017年7月	米国	アルミ箔	関税上乘せ実施中 (AD/CVD)
2017年5月	インド	アルミ箔	関税上乘せ実施中
2013年	トルコ	アルミ箔	関税上乘せ実施中
2009年6月	オーストラリア	アルミ押出材	関税上乘せ実施中
2008年8月	カナダ	アルミ押出材	関税上乘せ実施中

※上記の他、ブラジル等も中国製アルミ製品への関税等を実施している。

出典: 安泰科、米国アルミ協会、海外メディア報道をもとに日本アルミ協会で作成  
AD: 不当廉売関税 CVD: 補助金相殺関税 SG: セーフガード

ところで、米国は、日本からのアルミニウム製品の輸入に対しても 10%の関税を導入した(2018年3月、通商拡大法 232 条に基づく関税)。当協会は、ただちに声明を発表し、同関税には理がなく、反対する旨を表明した。同関税は現時点でも維持されているが、適用免除制度により日本からのアルミニウム製品の多くは関税を賦課されていない。実態的には影響はないものの、自由貿易を尊重するという理念に立てば、同関税を許容する余地はなく、政府とも連携しつつ引き続き撤廃を求めていく。

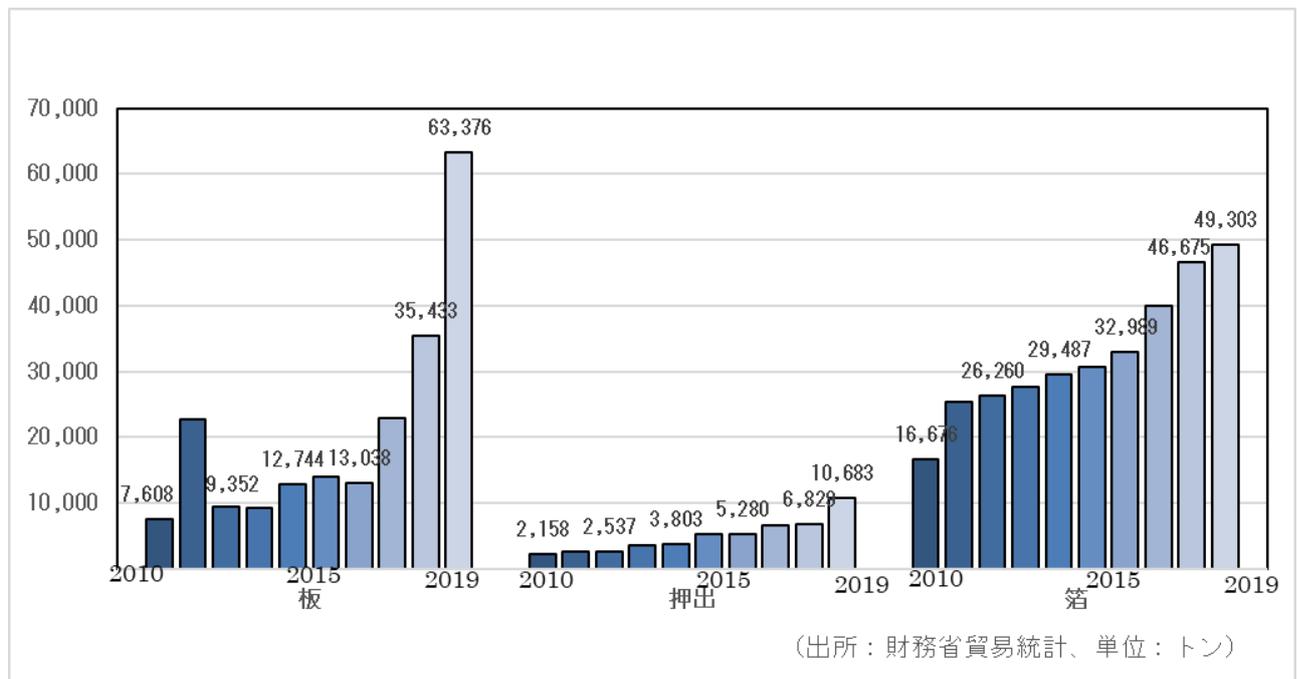
## 2. 我が国の状況

上記の中国と米国との2つ事態に由来し、現在、世界のアルミニウム製品の貿易において構造的な変化が生じている。中国のアルミニウムの過剰生産能力という問題がそもそも存在し、それに対して米国が導入した中国に対する AD 関税によって、米国市場から締め出された中国のアルミニウム製品が米国以外の各国への中国からの輸出の急増につながっている。

アルミニウムをめぐる貿易の構造的な変化の結果、日本においては、中国からのアルミニウム製品の輸入が激増している(下図参照)。特にアルミニウムの板材は、2017-19年の2年間で約3倍となった。また、日本から世界各国へのアルミニウム製品の輸出は、対米国を除き多くの国で減少している。

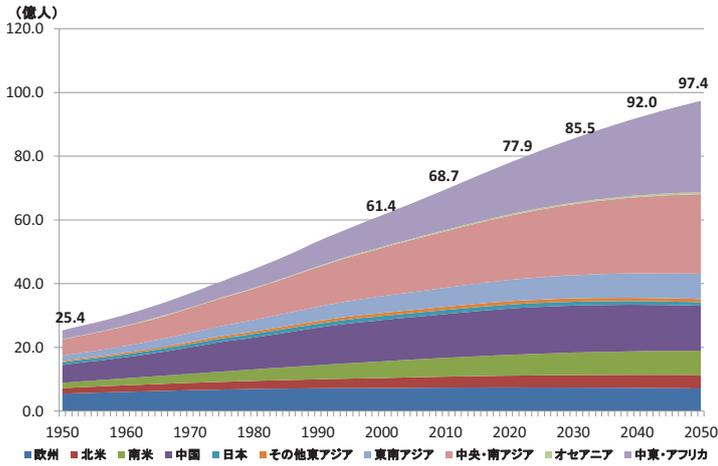
中国のアルミニウム製品に対しては、既述のとおり米国を初めとする国において AD 関税等の防衛策が講じられており、現時点では、アルミニウム製品の生産を行う国の中で、日本は防衛策を講じていない数少ない国となっている。

### ○中国からのアルミニウム製品の輸入の推移



# (巻末参考資料) 1) 2050年に関する資料

## 1. 世界人口の推移予測(1)



## 2. 人口(2):日本の人口(2050年)

- 日本は今後、2050年頃にかけて、①現役世代の急減、②人生100年時代の到来、③単身世帯の増加など家族構成の変化、④地方の人口減少・高齢化の加速、⑤社会保障支出の増大など、大きな構造変化に直面。

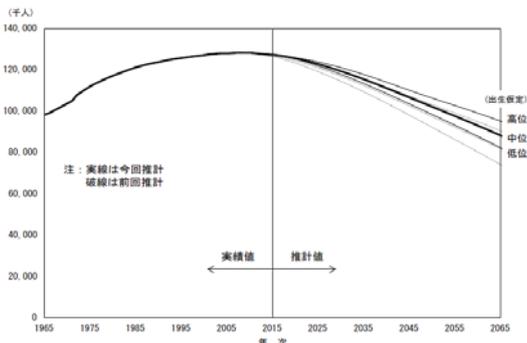
- ①現役世代(生産年齢人口)は、約2,400万人減少。  
約7,700万人(2015年) → 約5,300万人(2050年)
- ②平均寿命は4歳程度延び、100歳以上の高齢者は50万人を超える。  
高齢者(65歳以上)の割合は、2050年に約37.7%まで拡大。  
(男性の平均寿命) 80.75年(2015年) → 84.02年(2050年)  
(女性の平均寿命) 86.98年(2015年) → 90.40年(2050年)  
(100歳以上) 6.2万人(2015年) → 53.2万人(2050年)  
(高齢化率) 26.6%(2015年) → 37.7%(2050年)
- ③単身世帯は2040年に39%まで拡大し、最大の世帯類型に。  
34.5%(2015年) → 39.3%(2040年)
- ④2045年に、7割以上の市区町村で人口が2015年に比べて2割以上減少。  
2045年に、65歳以上が人口の50%以上となる市町村は3割近く。
- ⑤社会保障支出(年齢関係支出)は、対GDP比5%拡大。  
21.5%(2018年) → 26.5~27.3%(2060年)

出典: 産業構造審議会「2050年経済社会構造部会」資料(2018年9月~2019年5月)

## 3. 人口(3):日本の人口推計

- 日本の人口は推計の出発点である2015年は1億2709万人
- 出生高位推計: 2059年9,952万人(1億人割れ) → 2065年9,490万人
- 出生中位推計: 2053年9,924万人(1億人割れ) → 2065年8,808万人
- 出生低位推計: 2049年1億人割れ → 2065年8,213万人

図II-1 総人口の推移  
—出生中位・高位・低位(死亡中位)推計—



## 4. 経済:主要国の実質GDP予測(2050年)

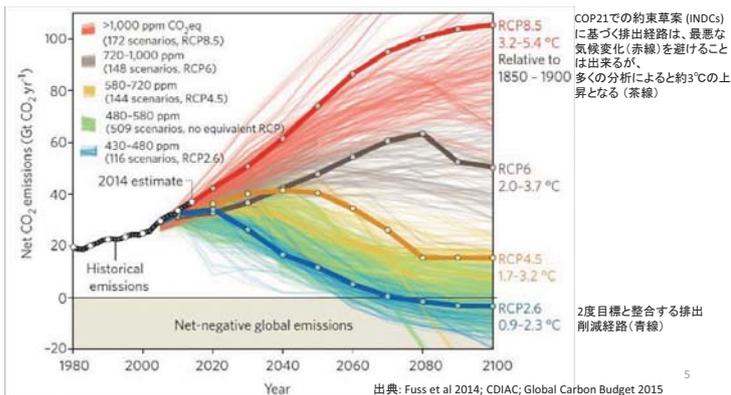
(単位: 百万米ドル)

	2020	シェア (%)	2030	シェア (%)	2040	シェア (%)	2050	シェア (%)	50/20年比 (%)
日本	4,986,639	4.8%	5,488,704	4.0%	6,218,262	3.5%	6,966,054	3.2%	39.7
中国	24,896,400	24.2%	36,693,390	26.7%	46,613,240	26.5%	54,356,810	24.9%	118.3
米国	18,587,190	18.0%	21,916,430	15.9%	26,300,140	15.0%	31,990,910	14.7%	72.1
ドイツ	3,831,374	3.7%	4,285,332	3.1%	4,894,689	2.8%	5,694,981	2.6%	48.6
インド	10,074,210	9.8%	18,243,690	13.3%	28,707,070	16.3%	41,450,380	19.0%	311.5
インドネシア	3,369,484	3.3%	5,163,064	3.8%	7,506,188	4.3%	10,384,460	4.8%	208.2
南アフリカ	739,612	0.7%	977,380	0.7%	1,284,570	0.7%	1,673,097	0.8%	126.2
世界計	103,037,100	100.0%	137,451,300		175,741,200	100.0%	218,138,100	100.0%	111.7

出典: OECD GDP long-term forecast

## 5. エネルギー・環境(1):世界の温室効果ガス削減目標

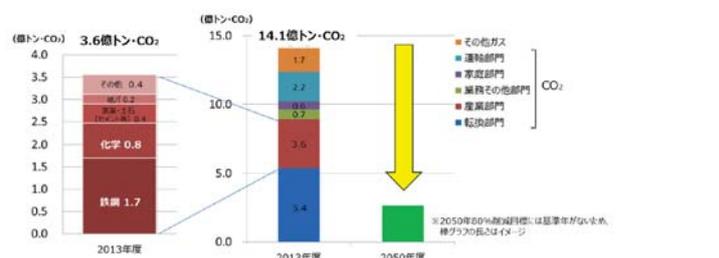
- 2015年12月にCOP21においてパリ協定が合意(下記)。
- 世界の平均気温上昇を、産業革命前に比べ2°C未満に抑制する。
- また、1.5°C未満に抑えるような努力を追求する。
- すべての国は、温室効果ガス低減のための長期発展戦略を策定するよう努力すべき。



## 6. エネルギー・環境(2):主要国の温室効果ガス削減目標

	日本	中国	米国	ドイツ
2030年	-26% (2013年比)	GDP当たり CO2排出量 -60~-65% (2005年比)	-26~28% (2005年比) (2025年目標)	-40% (1990年比)
2050年	-80% (※基準年の言及無し)	—	-80% (2005年比)	-80~95% (1990年比)

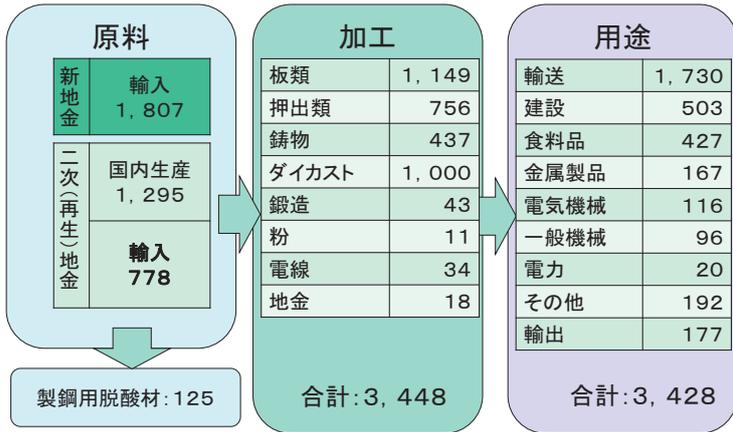
<2050年80%削減のイメージ> (日本)



# (巻末参考資料) 2) アルミニウムの統計データ

## 1. アルミニウム産業の構造

単位:千トン(2019年暦年実績)

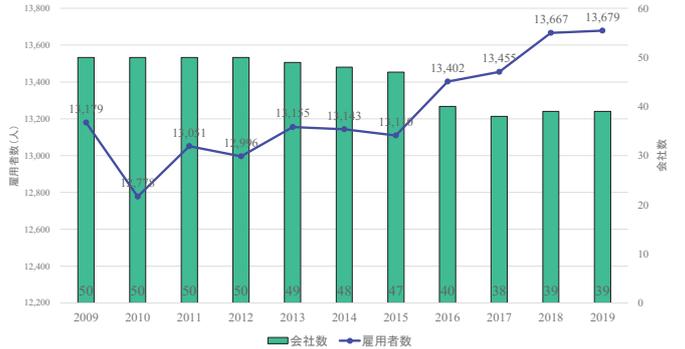


(注) 加工は生産、用途は出荷量をベースにしているため、合計値に差異あり

1

## 2. アルミニウム圧延業の産業規模

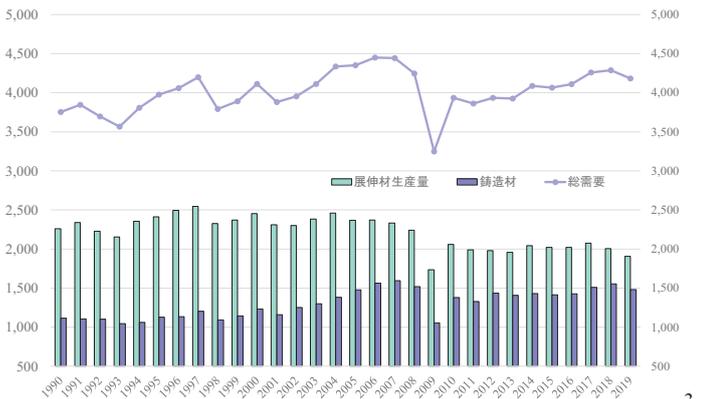
会社数及び雇用者数推移



出典: アルミニウム統計年報

2

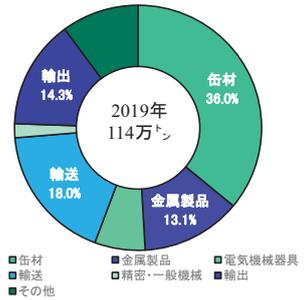
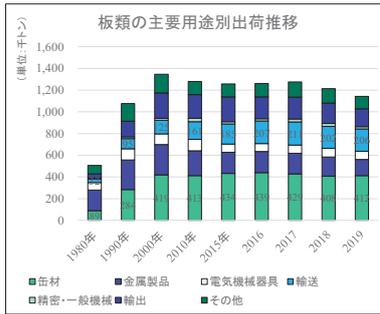
## 3. アルミ展伸材(板、押出)、鋳造材の生産量の推移



3

## 4. アルミ板類の主要用途別出荷推移

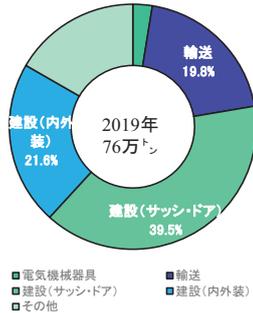
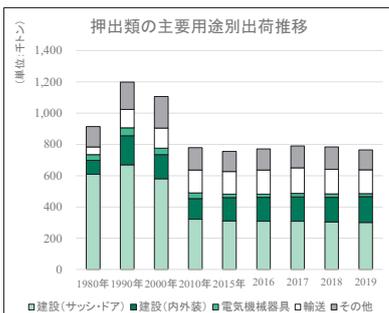
- ① 板類の約3分の1は飲料缶。2014年以降、一部コーヒー缶のアルミ化による需要増で増加したが、足元は減少傾向。
- ② 輸送用(主として自動車)は増加。2019/2010の伸び率は+28%。
- ③ 金属製品(箔地、印刷版)、輸出は減少している。



4

## 5. 押出類の主要用途別出荷推移

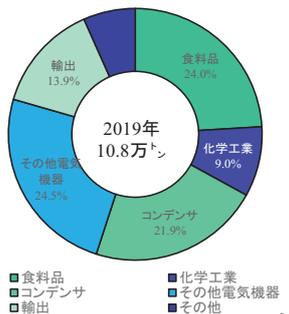
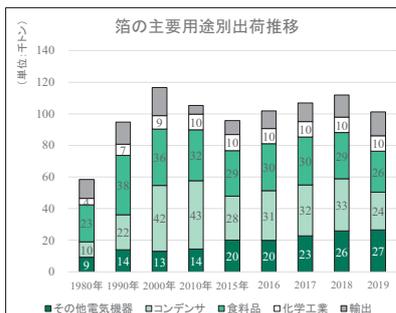
- ① 押出類の過半を占める建設向けは、サッシは住宅着工戸数の減少に伴い減少傾向、一方内外装向けは防災用アルミフェンス需要により、ここ数年は増加している。
- ② 輸送用(主として自動車)は増加。2019/2010の伸び率は+3.4%。



5

## 6. アルミ箔の主要用途別出荷推移

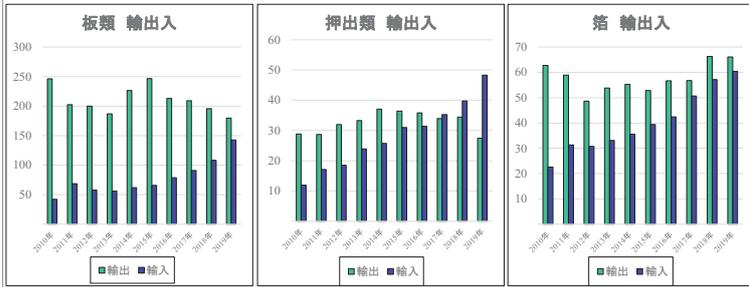
- ① 2000年をピークに減少しているが、近年は、その他の電気機器が牽引し増加傾向
- ② その他の電気機器の過半はリチウムイオン電池向け。2019/2010の伸び率は+83.4%
- ③ 化学工業は医薬品向けが堅調に推移している。
- ④ 食料品向けは減少している。2019/2010の伸び率は▲19.0%



6

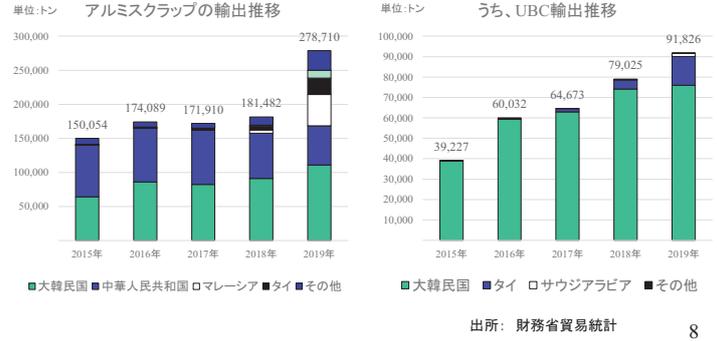
## 7. アルミ板、押出、箔の輸出入

- ① アルミ圧延品の生産量に占める輸出割合(2019年実績、アルミ統計年報)  
板類: 14.3%、押出類: 1.2%、箔: 13.9%
- ② 輸出入通関実績(2019年実績、財務省貿易統計)  
板類、押出類: 輸入が増加する一方、輸出は減少傾向  
箔: 食料品向けなどの一般箔の輸入が増加する一方で、LIB向けやコンデンサ向けの高純度箔などの輸出も増加。



## 8. アルミスクラップ等の輸出入

- ① スクラップ全体では、韓国、ついで中国向けが輸出多いが、2019年はマレーシア向けが増加した。
- ② UBC(使用済みアルミ缶)のほとんどは韓国に輸出されている。



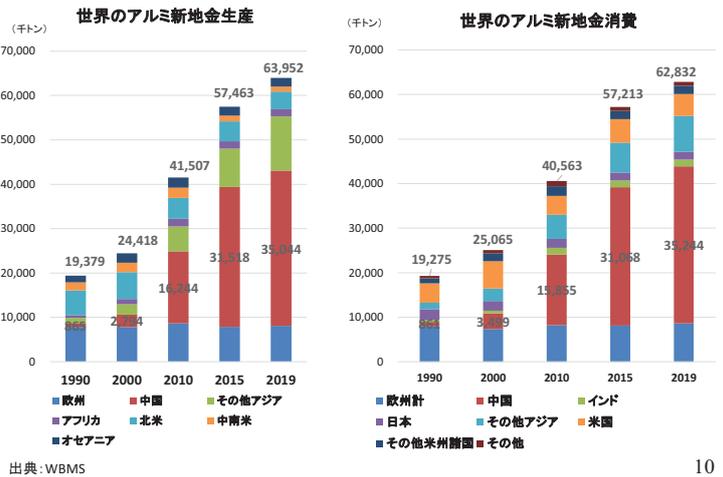
## 9. 海外アルミ製錬事業への出資状況

・アルミ新地金権益は約90万トン、アルミナ権益は約100万トンを日本企業で保有

プロジェクト名	生産能力		電源	進捗状況等
	千トン/年	日本引取量		
エンザス(ニュージーランド)	337	70	水力	1971年4月生産開始 1971年7月地金引取開始
ベナルム(ベネズエラ)	430	86	水力	1982年2月生産開始 1982年10月地金引取開始
ボイン・スマルターズ(豪州)	570	231	石炭火力	1971年4月生産開始 1971年7月地金引取開始
ポर्टランドスマルター(豪州)	358	81	石炭火力	1987年生産開始
アルエット(カナダ)	600	80	水力	1992年6月生産開始 1992年9月地金引取開始
アルプラス(ブラジル)	450	220	水力	1985年7月生産開始 1986年11月地金引取開始
モザール(モザンビーク)	540	13.5	水力	2000年12月第1期、25.3万トンで生産開始 2003年8月第2期、25.3万トンを増設
サラワク(マレーシア)	760	152	石炭火力	2009年8月 第1期 12万トン 2012年9月 第2期 32万トン 2016年1月 第3期 32万トン
アルノルテ(ブラジル)	アルミナ			1995年10月生産開始
	6,260	303	-	
ワースレー(豪州)	アルミナ			1984年完成
	4,600	736	-	
(参考) アサハン(インドネシア)	225	(133)	水力	1982年2月生産開始、1982年10月地金引取開始 2013年12月合併解消

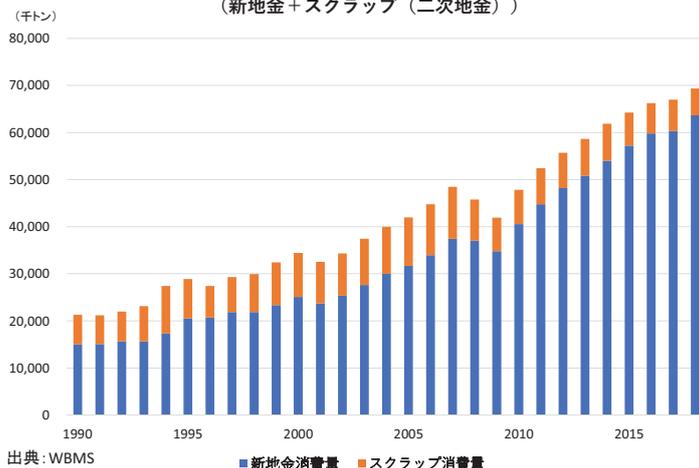
9

## 10. 世界のアルミ新地金の生産量/消費量

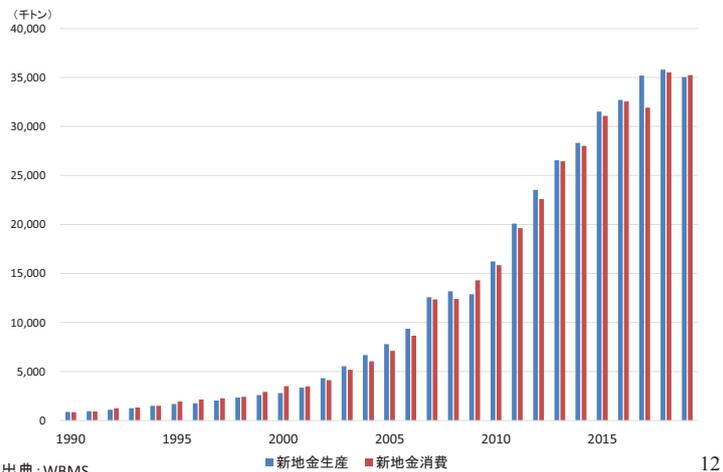


## 11. 世界のアルミニウム消費量の推移

(新地金+スクラップ(二次地金))



## 12. 中国のアルミ新地金生産と消費の推移



協会ホームページ : [www.aluminum.or.jp/](http://www.aluminum.or.jp/)

## I. 一般及び公共に向けた事業

### 1. 統計

(無料頒布)

「アルミニウム圧延品の生産・出荷動向(概要版)」(毎月)

「アルミニウム産業の生産・出荷概況」(毎月)

「Aluminium Statistics」海外向け統計(毎月)

「アルミニウム合金製車両生産実績」(毎年)

(有料頒布)

「アルミニウム圧延品の生産・出荷動向」(毎月)

「アルミニウム統計月報」(毎月)

「アルミニウム圧延品統計月報」(毎月)

「輸出入通関実績」(毎月)

「アルミニウム統計表」(毎四半期)

「アルミニウム統計年報」(毎年)

「アルミホイール統計資料」(毎年)

### 2. 標準化及び技術基盤

#### (1) 標準化

・ JIS に関し当協会が原案作成団体を務めるもの (44 件)

＜アルミ材料関連＞ 17 件

JIS H 4000 アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条

JIS H 4040 アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線

JIS H 4100 アルミニウム及びアルミニウム合金の押出型材 等

＜分析関連＞ 23 件

JIS H 1307 アルミニウム及びアルミニウム合金の誘導結合プラズマ発光分光分析法 等

・ ISO に関し当協会が国内審議団体を務めるもの (24 件)

ISO6361 アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条 (5 件)

ISO6362 アルミニウム及びアルミニウム合金の押出棒、管及び型材 (7 件)

ISO6363 アルミニウム及びアルミニウム合金の引抜棒及び管 (7 件) 等

#### (2) 標準物質「アルミニウム分析用標準試料」の管理 (有料頒布)

純アルミニウム分析用 (JIS1000 系 5 種)

アルミニウム合金分析用 (JIS5052 等 6 種)

#### (3) アルミニウムに関する LCA データの整備

「アルミニウム新地金および展伸用再生地金の LCI データ」

「各種アルミニウム圧延製品の LCI データ (アルミニウム板材)」

「各種アルミニウム圧延製品の LCI データ (アルミニウム押出材)」

「アルミニウム箔の LCI データ」

「オープンループリサイクルを考慮した自動車用アルミ板材に用いるアルミ地金の実質的環境負荷原単位に係わる提案 (算出方法および結果)」 等

#### (4) 土木製品の設計製作の基準

「アルミニウム合金製橋梁用防護柵設計要領」(2018 年)

「アルミニウム合金製水門設計製作指針」(2016 年)

「汚水処理施設用アルミニウム合金製覆蓋・手すり設計・製作要領」(2015 年)

「アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針」(2015 年)

「アルミニウム合金製橋梁用防護柵製作・施工要領」(2015年) 等

(5)アルミニウムハンドブックの作成(有料頒布)

アルミニウムに関する技術の便覧。第8版(2017年発行)。全334頁。

(6)災害対策用アルミ製品のパンフレット「アルミで安心」の作成

### 3. 講習会・セミナー・展示会

(1)「自動車のアルミ化技術講習会」(年1回)

自動車へのアルミニウムの適用技術を自動車メーカー、アルミメーカーから紹介。

(2)「アルミ車両 技術と情報講演会」(年1回)

アルミ車両の技術と情報を鉄道事業者、鉄道車両メーカー、アルミメーカーから紹介。

(3)「高機能金属展」への出展(毎年、東京及び大阪)

アルミニウムに関する新製品や技術動向を展示

### 4. 刊行物

(1)機関誌「アルミニウム」(年3回発行)

アルミニウムの技術等の動向に関する論文を掲載。

(2)PR誌「アルミエージ」(年2回発行)

アルミニウムに関する特集テーマ(例:鉄道車両、防災、宇宙等)を設定し親しみ易く解説。

(3)ニュースレター「あるある」(毎月)

協会主催のセミナー等のイベントやアルミニウムの統計等を紹介するメルマガ。

(4)広報誌「アルミ景観製品ニュース」(年1回)

アルミニウムの土木製品に関する施行事例、設計指針、技術動向を紹介。

### 5. 子供向けの啓発事業

(1)学習教材「アルミなるほどミュージアム」の発行

(2)子供向け体験会

「こども霞ヶ関見学デー」への出展(毎年8月頃)

早稲田大学「ユニラブ」への出展(毎年8月頃)

(3)「アルミと未来」絵画コンクール(毎年募集)

小中学生向けアルミに関する絵画コンクール。会長賞、最優秀賞等を表彰。2,000件程度の応募。

## II. 業界団体としての事業

### 1. 自主行動計画／ガイドラインの策定と実行

(1)CO<sub>2</sub>に関する自主行動計画(経団連の「低炭素社会実行計画」への参画)

(2)産業廃棄物に関する自主行動計画

(3)VOC(発揮性有機化合物)に関する自主行動計画

(4)適正取引の推進と生産性・付加価値向上に向けた自主行動計画

(5)品質保証に関するガイドライン

### 2. 事例集の整備

「労働災害事例集」(年2回)

「省エネルギー事例集」(年2回)

### 3. 表彰

(1)労働安全優良事業場の表彰

会員会社の労働災害統計に基づき、優良事業場を選考し表彰する。

(2)日本アルミニウム協会賞(開発賞・技術賞)

アルミニウムの技術の進歩、製品の開発、需要の拡大への貢献を表彰する。

### 4. 国家プロジェクトの実施(NEDO等)

(1)「動静脈一体車両りサイクルシステムの実現による省エネ実証事業」(2016-2018)

LIBS(レーザー光)を用いてアルミニウムのスクラップの選別を行う技術の開発。

(2)「エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術」(2018-2019)

アルミ材の表面の構造機能化による熱交換・熱制御技術の開発。

(3)「アルミニウム素材の高度資源循環システムの構築および技術開発」(2019-)

再生アルミ素材を展伸材へ利用可能とする技術体系の開発。

## 5. 人材育成

(1)「アルミニウム産業製造中核人材育成講座」の開講(受講者年100人規模)

重要4分野(溶解鋳造、熱処理、材料強度、加工)のアルミニウムの製造技術の維持・継承。

(2)アルミニウム研究助成

アルミニウムに係る基盤研究及び革新研究に係る大学等の研究者に助成。

## 6. 委員会等の構成

### 「企画運営委員会」

- ・通商問題検討委員会
- ・経理連絡会
- ・調査統計小委員会
- ・広報委員会
- ・アルミニウム編集小委員会

### 「技術企画委員会」

- ・中長期需要・技術開発委員会
- ・標準化総合委員会
- ・分析委員会
- ・耐食性評価試験委員会
- ・アルミニウム車両委員会
- ・自動車アルミ化委員会
- ・車輪委員会
- ・土木製品開発委員会
- ・特許委員会
- ・人材育成推進委員会
- ・インフラアルミ化委員会

### 「安全委員会」

- ・関東地区委員会
- ・関西地区委員会
- ・北陸中部地区委員会

### 「エネルギー・環境委員会」

- ・省資源委員会
- ・省エネルギー委員会
- ・アルミニウムドロス委員会
- ・LCA調査委員会

### 「中堅中小会員懇談会」

### 「超長期の産業技術動向に関する講演会」

## Ⅲ. 会員限定の事業

- ・詳細統計情報の整備と配信
- ・海外情報の収集と配信(年間100本程度)
- ・会員限定セミナーの開催

(参考) (一社) 日本アルミニウム協会会員数 133 会員 (125 社・8 団体) (令和2年3月31日現在)

## アルミニウムVISIONの起草を行った委員会等の委員

### ◎「アルミニウムVISION策定WG」(2020/1～2020/9)

三池弘之	日本軽金属株式会社	企画運営委員会委員長 (2020/6～)
山崎幸三	株式会社UACJ	企画運営委員会委員長 (～2020/5)
増田勝昭	株式会社神戸製鋼所	技術企画委員会委員長 (2020/6～)
村瀬功	昭和電工株式会社	技術企画委員会委員長 (～2020/5)
上野善正	三菱アルミニウム株式会社	エネルギー・環境委員会委員長 (2020/6～)
三木隆博	株式会社神戸製鋼所	エネルギー・環境委員会委員長 (～2020/5)
高砂和憲	株式会社アルミネ	
河野克彦	株式会社神戸製鋼所	
大堀真悟	昭和電工株式会社	
山岡正男	大紀アルミニウム株式会社	
小畑田竜也	大紀アルミニウム株式会社	
渡辺俊夫	東洋アルミニウム株式会社	
荻原信久	東洋アルミニウム株式会社	
小林智昭	三菱アルミニウム株式会社	
深山晋	三菱アルミニウム株式会社	
宮崎裕樹	株式会社UACJ	
宮崎祐二	株式会社UACJ製箔	
山井徹三	株式会社UACJ製箔	
田村哲博	株式会社UACJ製箔	

### ◎関連委員会等(委員長等の代表者名のみ記載)

・企画運営委員会	(委員長名は上記WG名簿に記載)
・技術企画委員会	(委員長名は上記WG名簿に記載)
・エネルギー・環境委員会	(委員長名は上記WG名簿に記載)
・中長期需要・技術開発委員会	
委員長 沼尾臣二	昭和電工株式会社
・自動車アルミ化委員会	
委員長 櫻井健夫	株式会社神戸製鋼所
・土木製品開発委員会	
委員長 西村健次	JFE建材株式会社 (2020/6～)
委員長 田中和博	昭和電工アルミ販売株式会社 (～2020/5)
・インフラアルミ化委員会	
委員長 依田 照彦	早稲田大学名誉教授
・アルミニウム建築構造協議会	
会長 渡邊雅志	SUS株式会社 (2020/6～)
会長 白井克芳	三協立山株式会社 (～2020/5)

### ◎(一社)日本アルミニウム協会事務局(執筆者及び担当者のみ記載)

田端祥久 森山勉 大瀧光弘 中野直男 加納達朗 小貫健 飯田康二 見原二三男  
泉正史 谷口俊哉 川畑達哉 小安克幸 越智紫織 樽本寿子 久保田隆一



---

## 「アルミニウム VISION2050」

2020 年 9 月公表

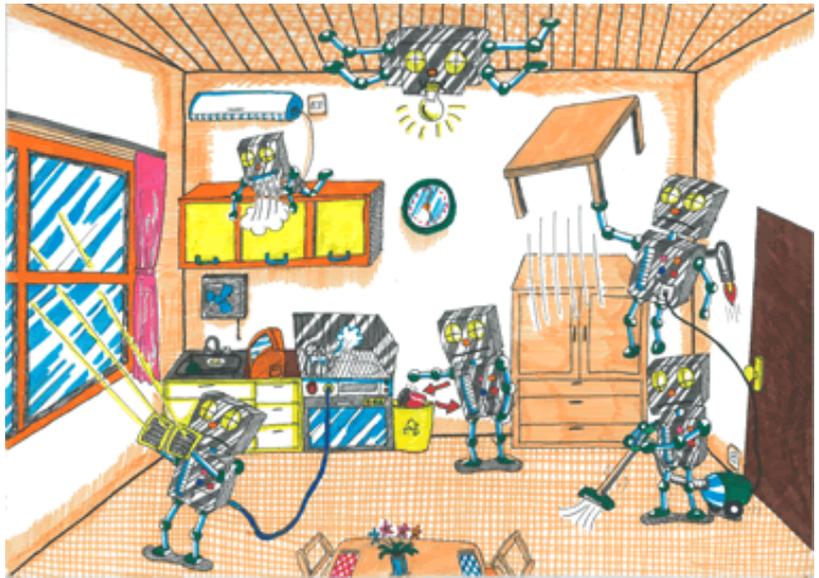
一般社団法人日本アルミニウム協会

〒104-0061 東京都中央区銀座 4-2-15 塚本素山ビル

電話 (03)3538-0221

[www.aluminum.or.jp/](http://www.aluminum.or.jp/)

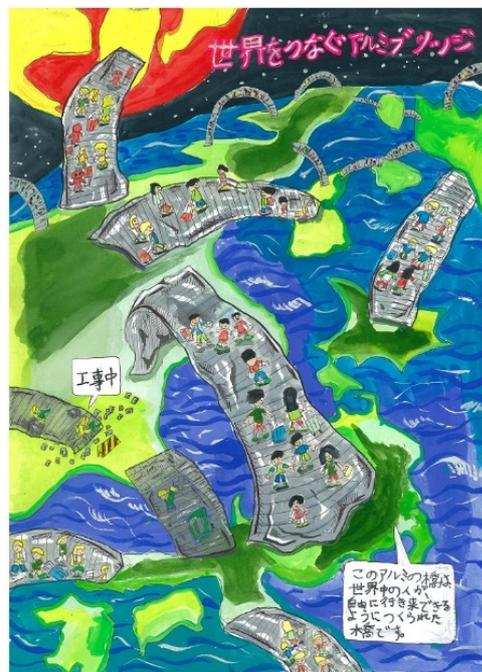
---



第1回「軽くりサイクルされた、電気をよく通し、熱を伝えるロボット」



第8回「チョウアルミシティー」



第6回「世界をつなぐアルミブリッジ」



第7回「未来のアルミバルーンハウス」

「アルミと未来」絵画コンクール

会長賞受賞作品

(過去9回中の秀作)



JAPAN ALUMINIUM ASSOCIATION