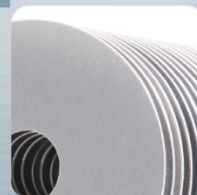
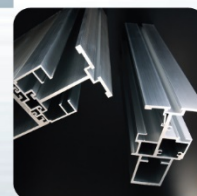


# アルミニウム *VISION 2050*



## 説明用資料



令和2年9月

(一社)日本アルミニウム協会

# アルミニウムが目指す2050年の世界

SDGs

Society 5.0

脱炭素及び循環経済の要請とデジタル革新とが共創する社会

デジタル革新  
への貢献

脱炭素社会  
への貢献

安心安全社会  
への貢献

電気伝導性  
への要求

箔としての  
要求

熱伝導性  
への要求

加工性(複雑形状)  
への要求

軽いこと  
への要求

錆びないこと  
への要求

アルミに潜む  
機能の発現

■ 電池部品 (LIB等) ■ 電子部品  
■ モバイル機器 ■ ロボット  
■ 産業機械 ■ 熱交換器

■ 自動車 ■ 鉄道 ■ 航空機  
■ 建材 ■ インフラ部材  
■ アルミ缶

アルミの資源循環の確立

# 内容

1. 2050年に向けた基本的考え方
2. 資源循環(リサイクル)への取組み
3. 地球温暖化対策への取組み
4. 技術革新への取組み
5. 2050年の需要の見通し
6. アルミニウムにおける産業経営の戦略
7. 通商問題への対応

# 1. 2050年に向けた基本的考え方

## -アルミニウムは何を目指すのか

- ・2050年は、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」。
- ・アルミニウムは、軽量性、耐食性、加工性、伝導性という材料としての長所を持つだけでなく、極めて優れた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ます。
- ・私たちは、アルミニウムに潜むこうした特性や長所を、具体的な形として世の中に提供することで、2050年を構成する一翼をアルミニウム産業が担っていく使命を果たしたいと考えます。
- ・その際のキーワードは、

**「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。



# -SDGsの実現はアルミニウムが支える

- ・アルミニウムは、軽量性、高比強度、耐食性等から、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ます。
- ・特に、自動車、鉄道、飛行機等の輸送手段の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すが、アルミニウムの利用による軽量化によって相当の貢献が可能です。
- ・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程度の軽量化が可能であり、燃費が0.75km/L向上、自動車の生涯走行CO<sub>2</sub>排出量が6%低減できると試算されます。
- ・加えて、アルミニウムは高い循環性能を持ち、アルミニウムの再生地金(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です。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、更にSDGsに貢献できます。
- ・また、材料設計技術(結晶制御等)の革新により、これまでは利用されてこなかった用途にもアルミニウムの利用が可能となり、エネルギー効率の改善、設備の長寿命化等に貢献していきます。

# 日本製自動車におけるアルミ圧延品の適用状況



# 東京メトロのアルミ車両



- 東京メトロは、全車両2,716台でアルミ製の車両を使用している。(注)2020年3月末現在
- 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。

(写真の説明)

- 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している。アルミニウムの高度な押出技術により製造されたものである。



## 2. 資源循環(リサイクル)への取組み

- ・日本においては既にアルミニウムは高い水準の資源循環が行われている。
- ・2019年の国内でのアルミニウム製品の生産量(3,448千トン)に対し、使用された製錬アルミは52%の1,807千トン、すなわち48%はリサイクル由来の循環アルミ。
- ・アルミニウム製品は展伸材と鋳造材とに分類され、鋳造材のほぼ100%が循環アルミから製造される。一方、展伸材での循環アルミの使用率は10%程度。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。
- ・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)の混在と、異金属の混入によるアルミニウムの純度の劣化。
- ・アルミニウムの純度が劣化した循環アルミを展伸材に利用することはこれまで不可能だったが、近年の革新技术によって、可能となりつつある。そこで、革新技术の活用を前提に、製品毎の水平リサイクルの仕組み作りを含め、アルミニウムの循環システムの刷新に取り組んでいく。

# 水平リサイクルの例（新幹線to新幹線）

- ・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。



N700S



客室

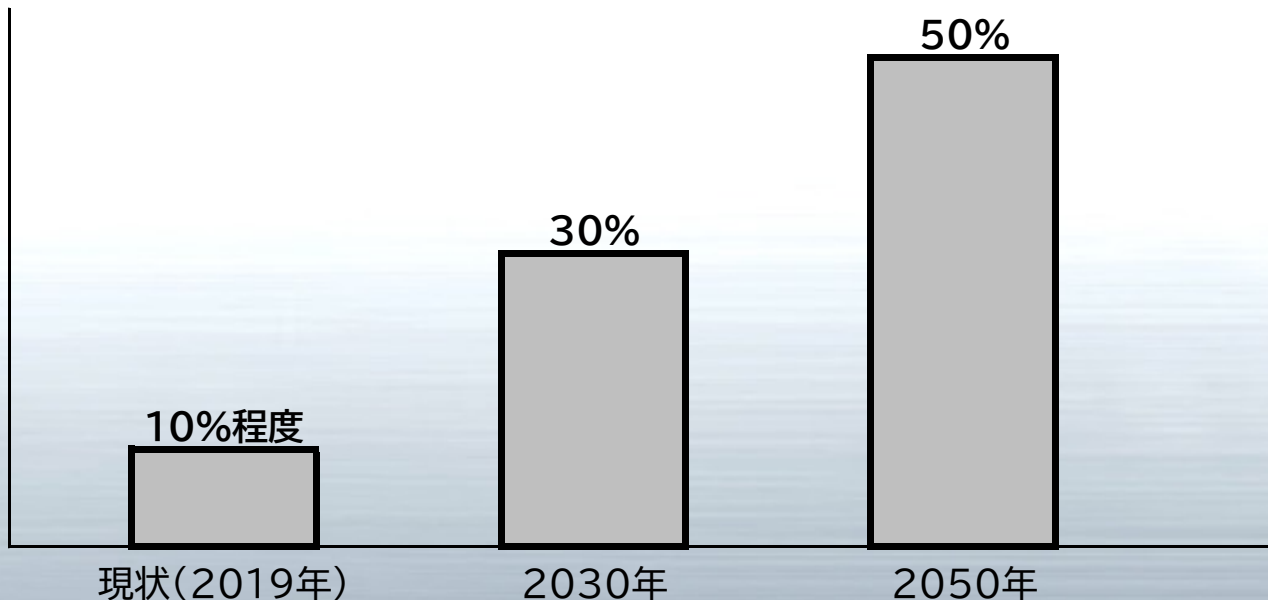


荷棚

# 「アルミニウムの完全資源循環」を目指した目標設定

- ・アルミニウムが完全に資源循環される状態を、目指すべき理想的な姿と位置付ける。
- ・アルミニウムの完全資源循環への中間到達点として、展伸材の原料における循環アルミの比率(循環使用率)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



# 展伸材における循環使用率の目標を達成する上での課題

- ・目標を達成するために、アルミニウムの循環システムの完備性を高めることが必要。このための課題は、次の5つ。

## (1)スクラップ処理技術の技術革新

- ・展伸材に循環アルミを使用可能とする技術体系を確立する。  
⇒①固体での選別、②溶融状態での不純物除去、③不純物前提の鋳造圧延、④加工での不純物起因の晶出物粒子の微細分散(NEDO制度を活用して先導研究実施中)

## (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)

- ・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
- ・解体時の材料識別方法、易解体設計および易解体技術の検討

## (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訴求し、消費側の選択に当たっての考慮要因となるため、環境ラベル制度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

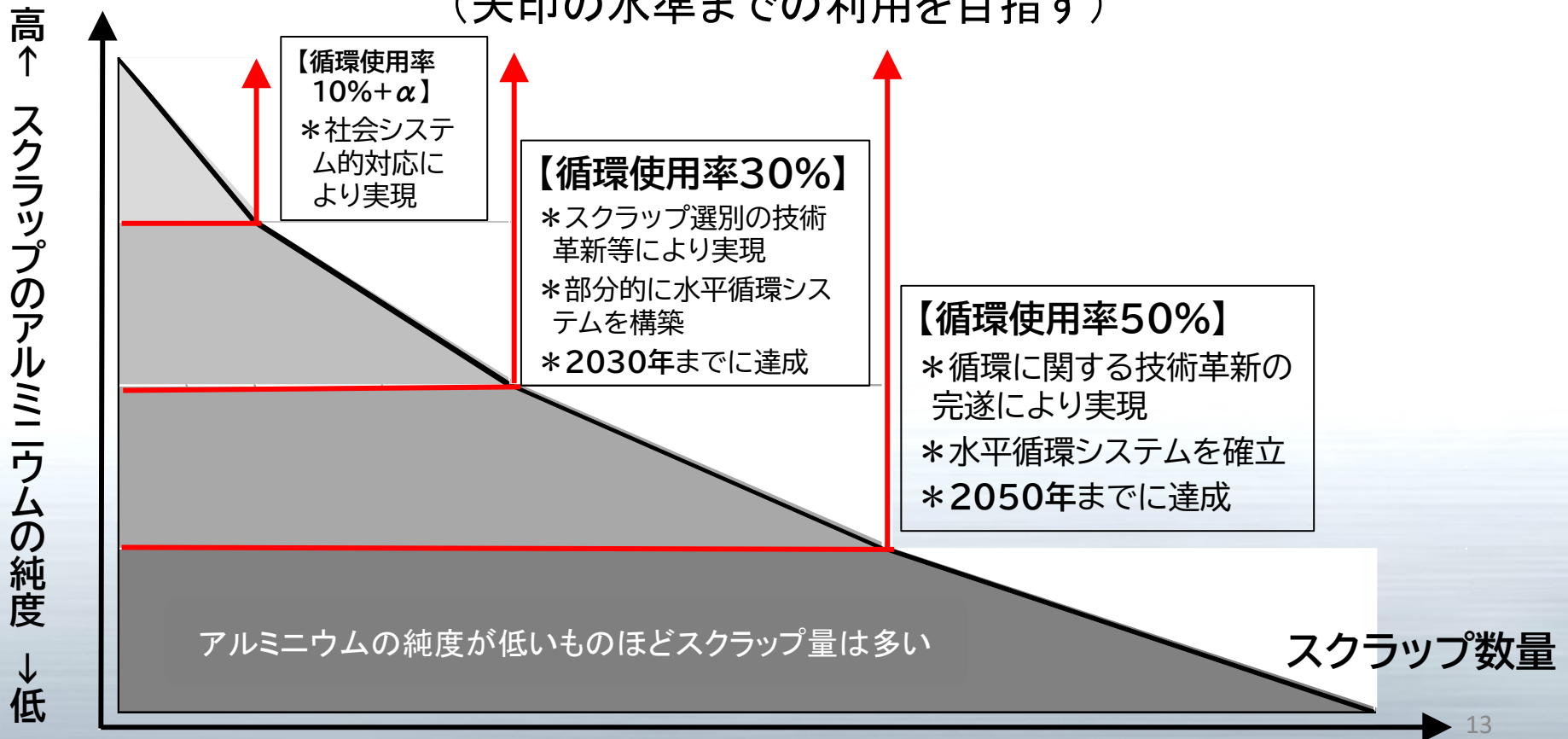
- ・精度が高く信頼されるスクラップ発生見通しを策定し、アルミ循環ビジネスの予見可能性の向上を図る。

## (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

# アルミニウム展伸材における循環使用率の向上の道筋

- ・スクラップは、アルミニウムの純度が低いものほど量が多い。
- ・現状では、スクラップのアルミニウムの純度が高いアルミ缶は循環利用されている。展伸材全体では循環使用率は10%程度。
- ・行動目標1 : 社会システム的対応で、循環使用率10%を超える水準を段階的に実現する。
- ・行動目標2 : スクラップ選別の技術革新等により、2030年までに、循環使用率30%を目指す。
- ・行動目標3 : 循環に関する技術革新の完遂により、2050年までに、循環使用率50%を目指す。

## スクラップのアルミニウムの純度と循環可能な量との関係 (矢印の水準までの利用を目指す)



# 日本アルミニウム協会としての取組み

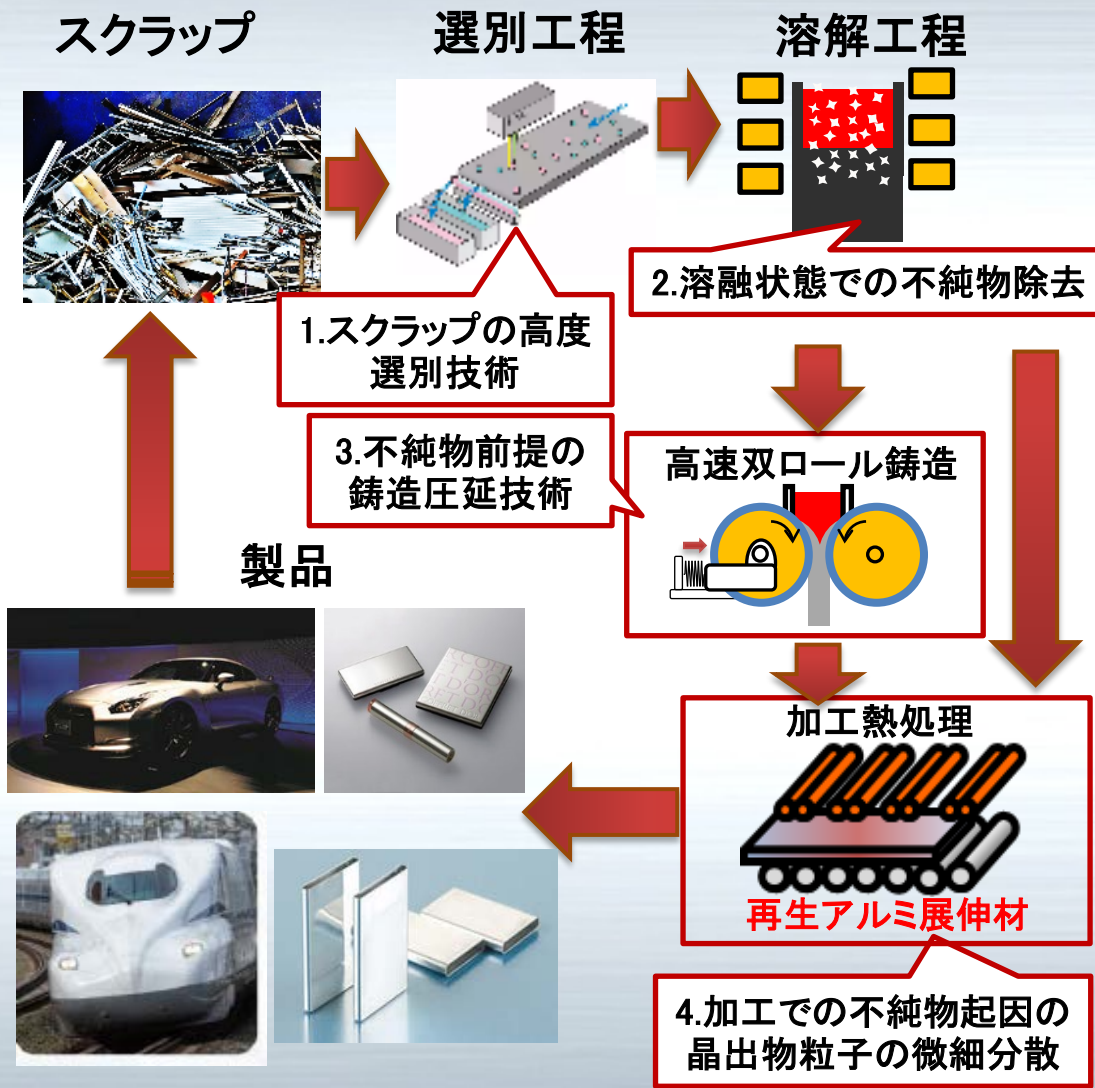
- ・5つの課題の解決に向け真正面から取り組むために、3つの行動目標を掲げ、次の対応を行う。
- ・スピード感を持ちつつ、息の長い取り組みを行う。

(1)循環使用率の向上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、産学官の協力を得つつ、業界の総力を挙げて取り組む。

(2)3つの行動目標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「アルミ車両の水平リサイクル推進委員会」が先行モデル)

# 展伸材に循環アルミの使用可能とする技術体系



## 1. スクラップの高度選別

破砕されたアルミニウムのスクラップを、レーザー光の照射によって種類判別し、合金種毎に高速で自動分別する。ロボット技術の活用、AIによる3D認識。選別速度を大幅に向上し、誤判定率を大幅に低減する。

## 2. 溶融状態での不純物除去

溶解したスクラップに流動を付与することで、低不純物濃度のアルミニウムを生成させ電磁力により分離する。不純物含有量の多い溶湯のSi含有量を大幅に低下させる。

## 3. 不純物前提の鋳造圧延

冷却速度1,000℃/秒の縦型高速双ロール鋳造圧延技術を確立する。これにより、不純物が存在していても、晶出物を微細かつ粒状にして不純物の影響を低減する。

## 4. 加工での不純物起因の晶出物粒子の微細分散

巨大ひずみ加工により、晶出物の微細分断化および結晶粒の微細化を生じさせ、さらにその後の熱処理で、結晶粒内にナノレベルの析出物を分散させて、高強度・高延性材を製造する。

# 3. 地球温暖化対策への取組み

## [これまでの実績および2030年までの取組]

- ・アルミ圧延工程からのCO<sub>2</sub>削減に関し、自主行動計画として取り組んできている。目標指標として圧延量当りのエネルギー原単位を採用しており、これまでの目標値は次のとおり。

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。

- ・CO<sub>2</sub>排出量の削減実績を計算すると(電力を除いて計算)、アルミ圧延工程から排出される年間のCO<sub>2</sub>排出量は、この20年間で約30%削減を達成。

## [2050年に向けた方向性]

- ・一方、パリ協定に対応して、政府は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。これを踏まえ、当協会においても、「あるべき姿」として2050年に向けた方向性を次のとおり設定することとした。

「地金の製造段階を含むアルミ展伸材製造時のCO<sub>2</sub>排出量」の削減の方向  
**2050年に、2017年比、68~78%削減**



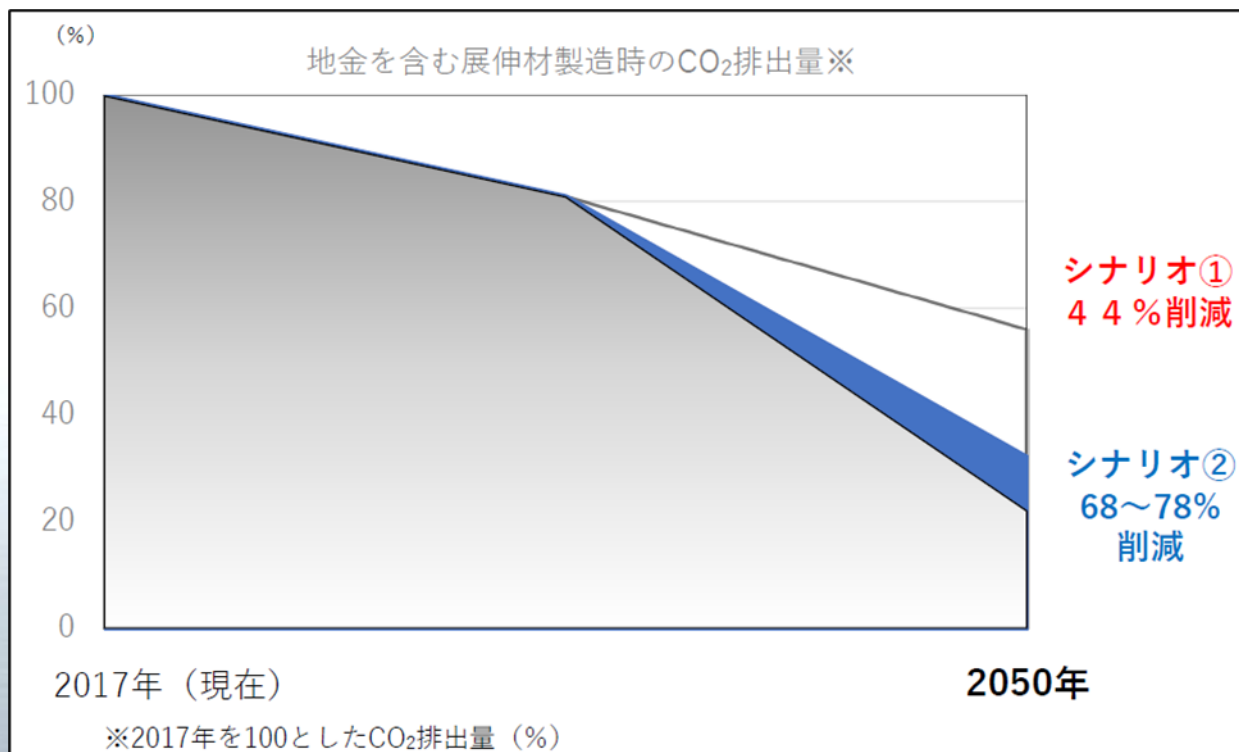
# アルミニウム展伸材におけるCO<sub>2</sub>排出の長期的な削減の方向

・2050年の「地金を含む展伸材製造時のCO<sub>2</sub>排出量」について、2017年比で次のとおり削減する。

(1)シナリオ①(展伸材製造時の削減努力) : 44%削減

(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

(注)政府の長期的目標が2050年までに80%削減とされていることを念頭に策定。



# 2050年の削減見込みの実現に向けた取組み

## (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%

### 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(再生地金)の使用比率を50%とする

## (2)【シナリオ②】世界のアルミ製錬の温暖化対策を考慮

- ・IAI(国際アルミニウム協会)試算を踏まえ、アルミニウム製錬のCO<sub>2</sub>削減に係る技術革新を考慮し、新地金のCO<sub>2</sub>原単位が2050年に50~70%減少を想定。

## (3)製品での貢献

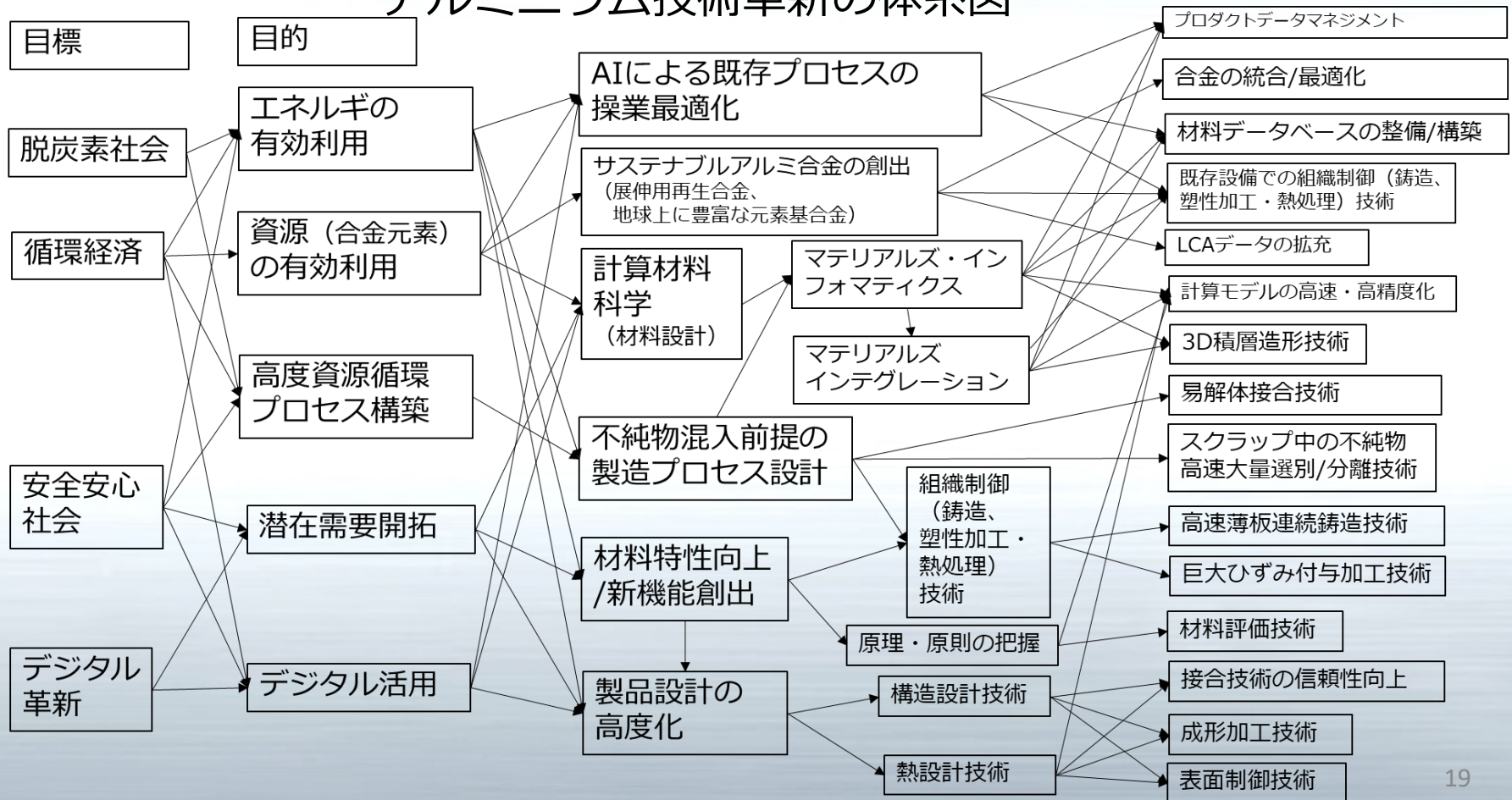
- ・軽量化や高伝導率(熱および電気)などの特性を活かし、アルミニウムが使用される段階において、自動車や幅広い産業分野でのCO<sub>2</sub>削減に貢献する。

(注) 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。

# 4. 技術革新への取組み

- ・2050年に向けたアルミニウムの技術革新への取組みは、次の体系図に基づき進めていく。
- ・この体系図は、アルミニウムに対する経済社会からの長期的な要請(①脱炭素への貢献、②安心安全社会への貢献、③デジタル革新への貢献)と、「アルミニウム技術戦略ロードマップ」による技術動向との接続を図って、体系的に整理したものである。

## アルミニウム技術革新の体系図



# 技術革新への取組み-3つの主軸

## 1. アルミニウムの資源循環の技術革新

- 「アルミニウムは生まれ変われます」

展伸材において循環アルミ(リサイクル材)を利用可能とするために、1)固体での選別、2)熔融状態での不純物除去、3)不純物前提の鋳造圧延、4)加工での不純物起因の晶出物粒子の微細分散の技術革新により、アルミニウムの資源循環に関する新たな技術体系を確立する。

## 2. アルミニウムの金属組織の設計に関する技術革新

- 「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」

用途に最適な金属組織を、事前に組織設計し製造する技術を確立する。結晶粒径等の金属組織の予測、機械的特性や時間依存性能(疲労特性、腐食速度等)の予測を行い、自動車、ロボット、土木構造物、熱交換器、放熱部材、電子機器等での新たな適用を可能とする。IoT、ビッグデータ、AIによるマテリアルズ・インフォマティクス、Spring-8等の放射光、陽電子等による広視野観察、3次元非破壊観察、その場観察等の材料特性・加工性評価技術を確立する。

## 3. アルミニウムの接合に関する技術革新

- 「アルミニウムは他の材料と上手に協調します」

マルチマテリアル化では接合が重要。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)、2)材質制御技術の向上、3)接合技術データベースおよび品質管理・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革新によって、自動車、ロボット、土木構造物でのマルチマテリアル化を可能とする。

# アルミニウムの金属組織の設計/接合の技術革新 -マテリアルズ・インフォマティクス

## ○技術開発の要素:

使われる目的・特性の発現に最適な金属組織を、事前に組織設計し製造する技術を確立する。

## ○プロジェクト概要:

### 1)マテリアルズ・インフォマティクスの導入(IoT、ビッグデータ、AI、CAE等の活用)

- ①合金成分の統合/合金組成の最適化、
- ②地球上に豊富に存在する元素を主体とした合金設計  
⇒マテリアルズインテグレーション
- ③製造条件を加味した結晶粒径、晶析出物等金属組織の予測
- ④機械的特性や時間依存性能(疲労特性、腐食速度等)の予測

### 2)材料特性・加工性評価技術

(高視野観察、3次元非破壊検査、その場観察等)

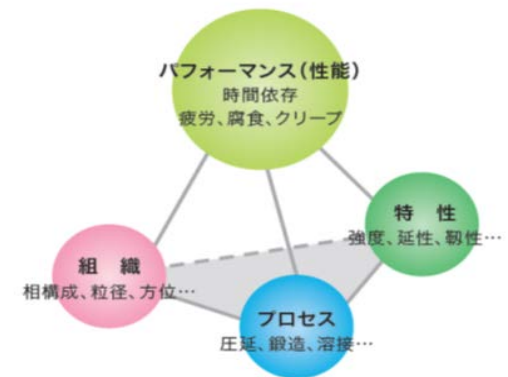
## ○期待される効果:

### 1)開発期間の短縮

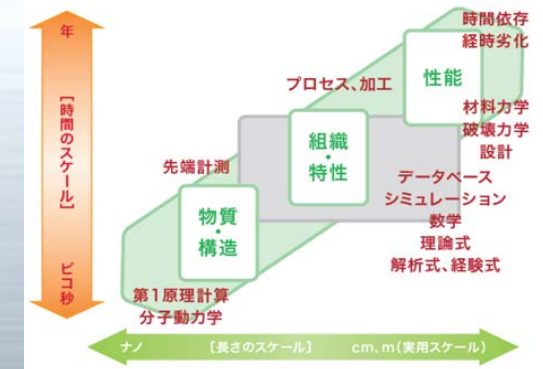
### 2)新規特性・機能の予測⇒アルミニウムの利用拡大

- ・アルミニウムの利用が限定されていた分野  
(自動車等の輸送機器、産業用ロボット、建築・土木構造物等)
- ・従来よりも高い水準の機能が求められる分野  
(熱交換器、放熱部材、電子機器)

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



# 5. 2050年の需要の見通し

## -日本のアルミニウムの需要の試算

- アルミニウム需要の将来の見通しについて、業界内外の専門家の実感を収集。
- 自動車、建設、缶について、重点的に精査。ロボット、移動通信(5G等)、蓄電池、半導体製造装置、熱交換器の需要の顕在化にも注力。

### 試算結果

#### •アルミニウム総需要

2019年(実績):4,218千トン

2030年:4,550千トン

2040年:5,180千トン

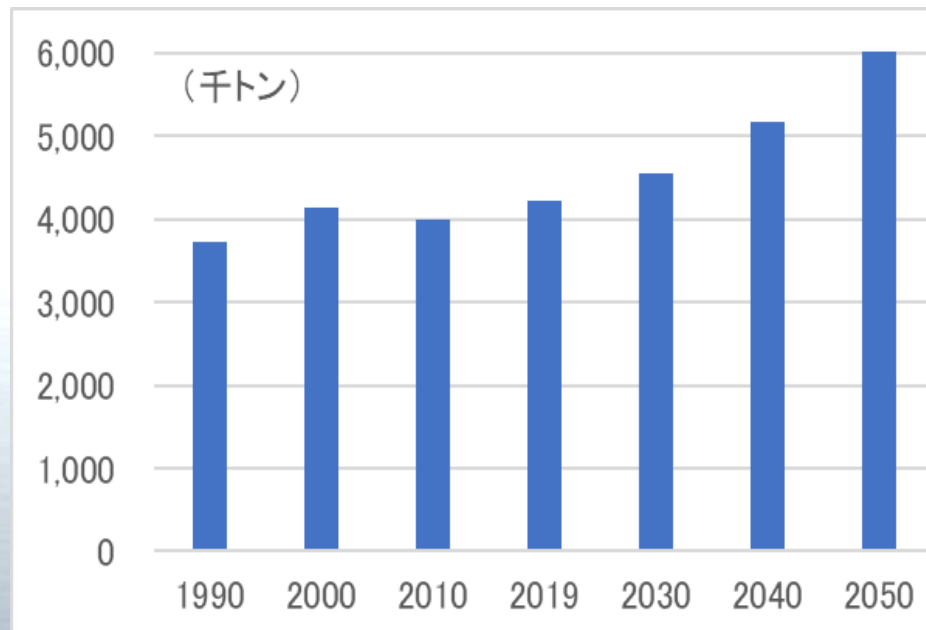
2050年:6,020千トン

#### •平均伸び率(年率)

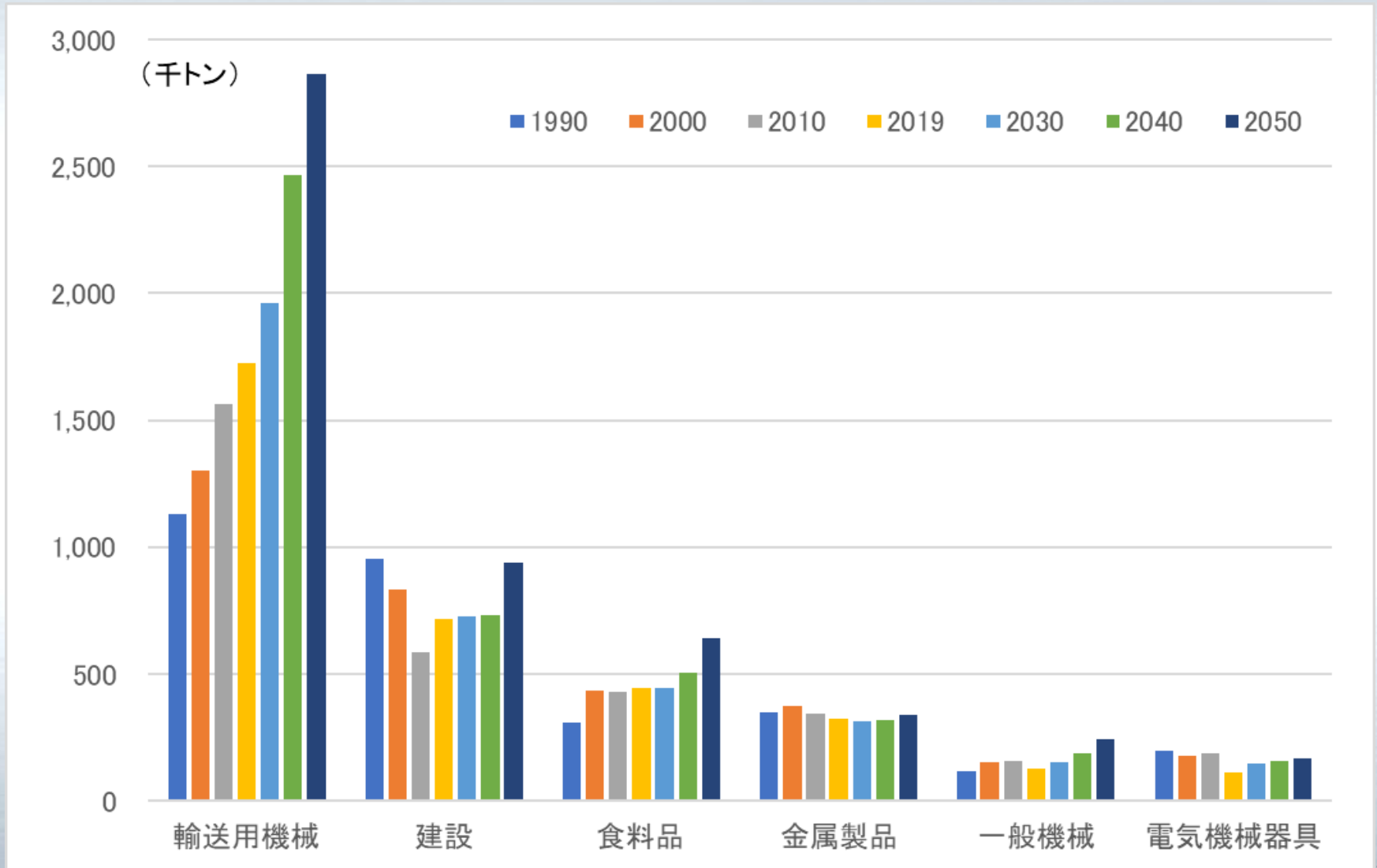
2019-2030年: 0.7%

2019-2050年: 1.2%

○アルミニウム総需要の実績と見通し



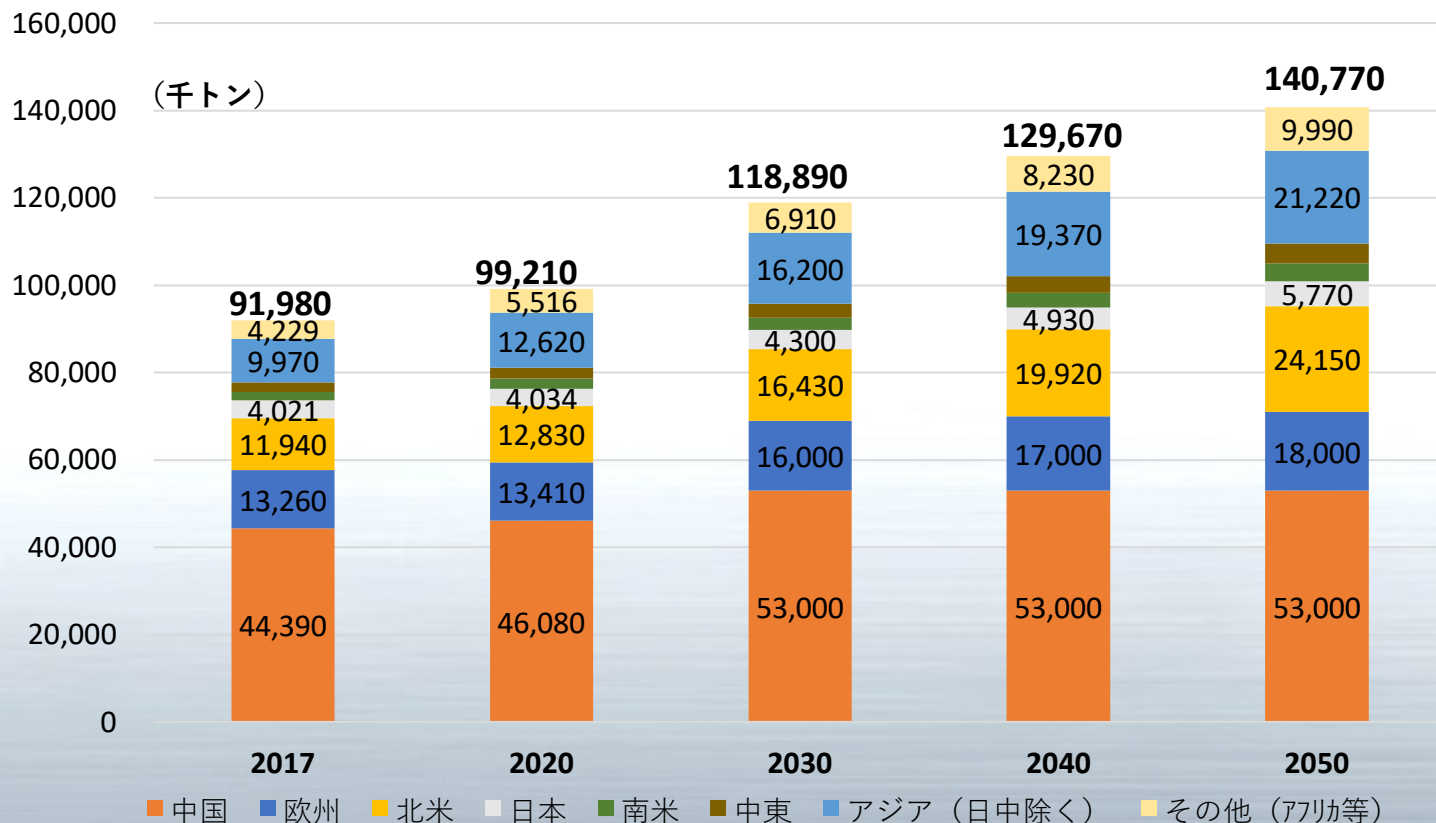
# -日本のアルミニウム需要の分野別試算



# -世界のアルミニウム需要の試算

- ・世界のアルミニウム需要(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)。

(注)二重計上を防ぐため、各国の需要には輸出を含まない。このため、日本の場合も、総需要の数値とは異なる。





# 6. アルミニウムにおける産業経営の戦略

コンプライアンスの確保、働き方改革、BCPの確立等とともに、2050年の一翼を担う産業たるべく、次のことに取り組む。

## 1. 国内製造基盤の強化

- (1)労働安全 死亡災害のゼロ化を始めとして、「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 「品質保証に関するガイドライン」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)
- (4)重要技術管理の厳格化
- (5)デジタル化が及ぼす変革への対応

## 2. 国際的に通用する競争力の確保

- (1)選択と集中、多角化、グローバル化、戦略的連携、ユーザーとの積極的な連携等
- (2)技術革新 アルミニウムに潜む機能の発現のための研究開発、基盤技術力に一層磨きをかける
- (3)人材育成 技術リカレント教育の実施、産学交流(大学への講師派遣、研究費助成、インターンシップ、ポスドク活用)

## 3. 国際展開の推進

- ・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
- ・アルミ産業のグローバルな活動の実態の共有のため、海外生産に係る統計の整備を検討

## 4. 原料資源の安定確保

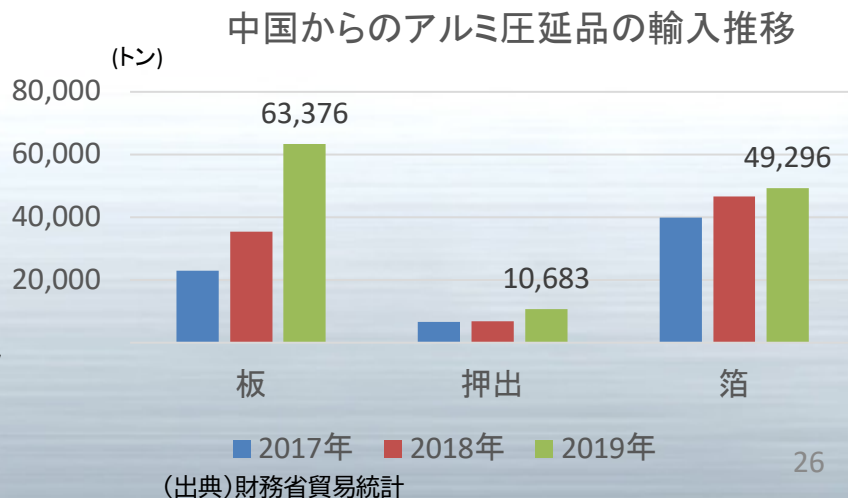
- ・アルミ原料の資源確保と資源循環は動脈と静脈であり、一体的な戦略と推進とを図る
- ・海外のアルミ製錬事業(新地金輸入の52%)に、政府の支援も得て、引き続き取り組む

# 7. 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。
- ・最近の世界のアルミニウム市場においては、特定国における過剰設備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。
- ・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を始めとする国際的に適正なルールの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確保を目指すことである。

## (参考) 現下のアルミニウム貿易の構造的変化

- ・過剰設備や関税の賦課などによって、アルミニウム貿易に構造的変化が生じている。
- ・日本においては、中国からのアルミ圧延品の輸入が激増している。特に板材は、2017-19年の2年間で約3倍となった。
- ・中国のアルミ圧延品に対して、米国を始めAD関税等の防衛策を講じる国があり、現時点では、アルミ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。



# アルミ と 未来



第6回「世界をつなぐアルミブリッジ」



第1回「軽くリサイクルされた、電気をよく通し、熱を伝えるロボット」



第7回「未来のアルミバルーンハウス」



第8回「チョウアルミシティ」

「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)