

# 日本のグリーン成長：

低炭素移行におけるアルミニウムの役割

# 目次

3	略語
4	エグゼクティブサマリー
7	はじめに：日本の低炭素化の軌跡
10	第1章：グリーン移行における低炭素アルミニウム グリーン目標に合致する原材料の確保 高まるアルミニウムの需要
14	第2章：差別化要因としての低炭素アルミニウム 低炭素経済向けの低炭素材料 変化する投資情勢 ゼロエミ自動車時代の低炭素アルミニウム需要 グリーンビルディングブームの基礎にある低炭素アルミニウム
23	第3章：結論及び提言 日本のアルミニウム生産者への提言 政策立案者への提言
27	参考文献

## 略語

**BoJ** – Bank of Japan 日本銀行

**BREEAM** – Building Research Establishment Environmental Assessment Method 英国建築研究所環境評価方法

**CASBEE** - Comprehensive Assessment System for Build Environment Efficiency 建築環境総合性能評価システム

**CT** – Carbon Trust カーボントラスト

**EV** – Electric vehicle 電気自動車

**GHG** – Greenhouse gas 温室効果ガス

**GoJ** – Government of Japan 日本政府

**HEV** – Hybrid electric vehicle ハイブリッド電気自動車

**IAI** – International Aluminium Institute 国際アルミニウム機構

**ICE** – Internal combustion engine 内燃機関

**IEA** – International Energy Agency 国際エネルギー機関

**JAA** – Japan Aluminium Association 日本アルミニウム協会

**JAMA** – Japan Automobile Manufacturers Association 日本自動車工業会

**JBIC** – Japan Bank for International Cooperation 日本国際協力銀行

**JSIF** – Japan Sustainable Investment Forum 日本サステナブル投資フォーラム

**LEED** – Leadership in Energy and Environmental Design エネルギー及び環境デザインにおけるリーダーシップ (LEED認証)

**METI** – Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan 日本経済産業省

**MOE** – Ministry of Environment of Japan 日本環境省

**MOF** – Ministry of Finance of Japan 日本財務省

**MOFA** – Ministry of Foreign Affairs of Japan 日本外務省

**R&D** – Research and development 研究開発

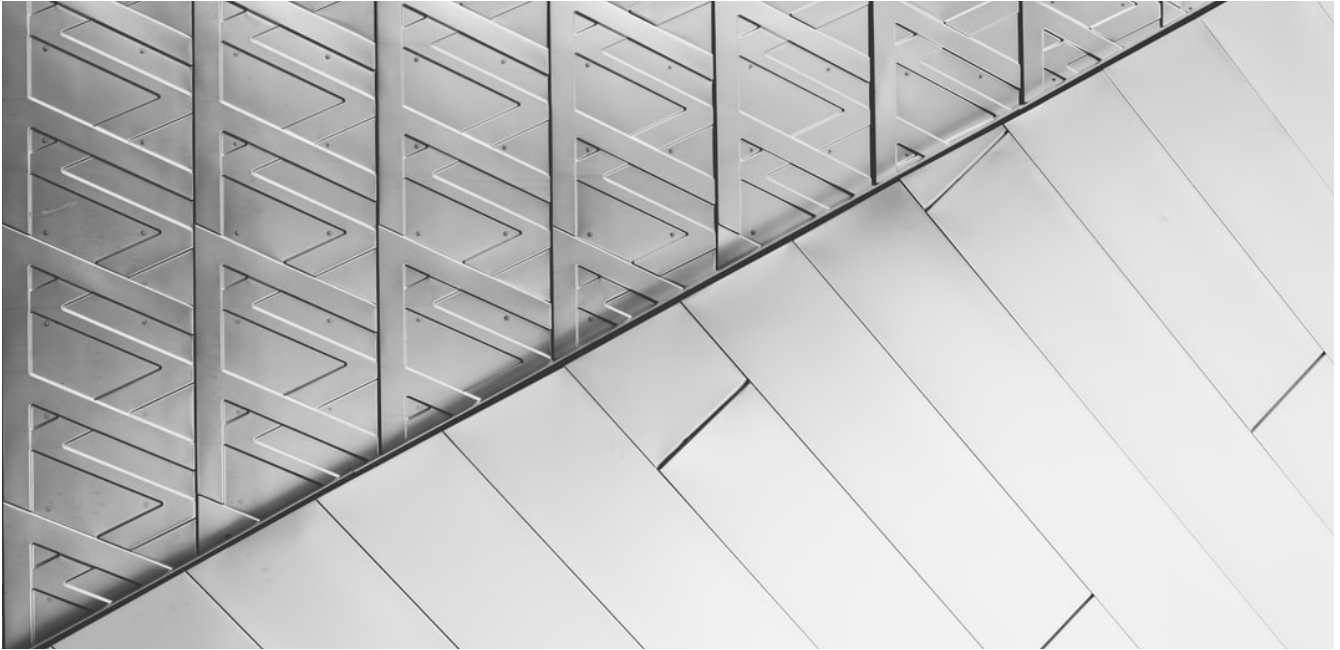
**TCFD** – Task Force on Climate-related Financial Disclosures 気候関連財務情報開示のためのタスクフォース

**TCFDC** – TCFD Consortium TCFD コンソーシアム

**WEF** – World Economic Forum 世界経済フォーラム

**WGBC** – World Green Building Council 世界グリーンビルディング会議

## エグゼクティブサマリー



日本政府は、2020年末に発表した「グリーン成長戦略」で、電気自動車、グリーンビルディング、再生可能エネルギー等の分野で公的及び私的投資を誘発するための、脱炭素化に向けた意欲的なロードマップを発表した。こうして日本は、2050年までの実質ゼロ排出だけでなく、2030年までの排出量46%削減の実現に向けてコミットしている(MOFA 2021)。このような日本の指導者による推進は、持続可能な金融のブーム及び総合的に組み込まれた循環経済との組み合わせで、グリーンビジネスの成長・投資に向けた日本における競争的環境を強化することになる。しかし、民間企業によるグリーン移行への240兆円の現預金の投資を政府が誘発する中(GoJ 2020, 2)、この巨大な経済シフトで使用される種々の原材料が、かなりの内包されるCO<sub>2</sub> 排出量を伴うというリスクがある。このような隠された気候への影響に取り組まなければ、グリーン産業の国内構築のために公害問題を国外に持ち出すことによって、日本の変革はその目的自体を弱体化させることになりかねない。

### アルミニウム：低炭素経済を構築する1つのブロックであるが、その生まれ方は多種多様

日本は、一次アルミニウム産業を持たないものの、アルミニウムの主要輸入国である。アルミニウム地金は、幅広い業界で使用するために川下アルミニウム生産者によって加工されている。

アルミニウムはグリーン移行で重要な役割を果たすことが予想される：

- 軽量性が電気自動車の性能を改善する鍵となる日本の自動車業界では、アルミニウムの需要は、2020年から2025年の間に約29%の増大が見込まれる(CRU 2021)。
- 建築業界も同様に、アルミニウムの軽量性が、持続可能性、反射性、及び押出成形のしやすさに加えて、高く評価されている。日本での建設ブームに伴うアルミニウムの需要により、2020年から2025年の間に10%以上増えることが見込まれる(CRU 2021)。アルミニウムの割合がソーラーパネルのコンポーネントの約85%を占める以上(WEF 2020, 9)、日本の「グリーン成長戦略」の下、自立分散型再生可能エネルギーインフラの居住用・商業用建築物への組み込みが増大することで、これはさらに刺激される。

しかし、この好機の裏には、日本の川下アルミニウム産業にとっての試練が潜んでいる。アルミニウム製錬において非常に高いエネルギーを消費することは、日本が輸入する原材料が広範囲の様々な内包されるCO<sub>2</sub> 排出量を伴うことを意味する。例えば、再生可能エネルギーを使用して生産された一次製錬アルミニウムは、アルミニウム1トン(tCO<sub>2</sub>/tAl)につき4トン未満のCO<sub>2</sub> 排出という、世界平均の12.6 tCO<sub>2</sub>/tAl よりも低い二酸化炭素排出量を達成することができる。また、不活性陽極による製錬のような革新的な工程は、さらに低い数値を提供している。

持続可能性の視点から見れば、日本の生産者はアルミニウム鑄造製品で100%に近い再利用率を享受しているため、ライフサイクル全体の排出量の大幅な削減が実現されている。しかし、展伸材用アルミニウムの再利用率はわずか10%に滞る(JAA 2020, 9)。このため、展伸材・鑄造材を併用する自動車産業や建築産業の分野の需要に応えるために、大量の一次アルミニウム地金が続けて必要とされることになる。

### 日本の川下アルミニウム生産者にとっての挑戦及び好機

標準的な二酸化炭素排出量のアルミニウムと低炭素アルミニウムに大きな隔たりがあることは、日本の川下メーカーにとってはリスクと好機の両方を意味する。

日本では、2017年から2019年の間に、グリーン債発行が4倍に増加した(METI 2020a)。そのような国内における持続可能な金融の迅速な拡大は、低炭素生産者にとって、より新しい、若しくはより競争に強い資金源にアクセスする好機である。同時に、投資家はアルミニウムのエンドユーザー企業に持続可能性水準を向上させるように圧力をかけており、これらの企業には、自社のサプライチェーンの見直しと低炭素サプライヤーへの移行に向けて拍車がかけている。日本TCFDコンソーシアムによる2020年の調査では、非金融機関の90%が気候関連の開示について金融機関と話し合ったとしている(TCFDC 2020, 2)。

川下アルミニウム産業の顧客のトレンドは、低炭素ソースを好むケースが増加中であることを明確に示している。例えば、自動車産業では、排出量に基づいた競争が企業間で増加している。現在、世界の自動車メーカーの83%が、自社の自動車のライフサイクル排出量の削減に向けてコミットし、その4分の3近くが目標数値を設定している。一方、日本の建設業界における低炭素資材への需要は、CASBEEグリーンビルディング標準をはじめとするライフサイクルアセスメントや、「グリーン成長戦略」のLCCM(ライフサイクル・カーボン・マイナス)住宅・建築物への後押しを通して、支援されている。

## 提言

日本の川下アルミニウム生産者は、選択を迫られている。低炭素材料調達をして先回りすることで、需要に先がけ、気候への影響のさらなる削減を目指す顧客に対して、競争優位を得られる。反対に、現状に甘んじることで、一部の生産者は、顧客の期待への反応が遅れ、業界における先行者に負けることになる。本論文では、グリーン移行における好機へ導く目的で、川下アルミニウム生産者に対して幾つかの提言を行う。これには、以下のものが含まれる：

1. サプライチェーンの排出量の開示を高めるためにサプライヤーと協働する
2. サプライヤーの低炭素生産モデルへの移行を奨励するために、フェーズ別脱炭素化の道筋を設定する
3. 研究や開発、投資、及び提唱をバリューチェーンを通して調整し、脱炭素化への努力を促進する

また、本論文は、繁栄するグリーン経済の形成のために投資を増やすことは、日本政府にとって川下アルミニウム産業の重要な成長を推進する好機であることを認識する。この潜在力を解き放つため、以下について考慮することを政策担当者に提案する：

1. 内包された排出量の開示についての基準を設定し、コンプライアンスに基づく事業者を支援する
2. 公共調達を活用して、低炭素アルミニウムを構成するものに対するベンチマークを制定して、電気自動車補助金や自動車炭素取引制度設立のような環境政策に統合する
3. 海外開発基金を利用して低炭素サプライチェーンを支援するとともに、現存する排出量関連の輸入税の適用を、大量の石炭や石油を生産に使用する原材料にまで拡大する

イノベーションの実績、重要な政府投資、そして急成長するグリーン経済を持つ日本は、国内のアルミニウム生産者が世界の低炭素移行の好機をつかむための強力な環境を提供する。低炭素材料への需要に先駆けることに成功する生産者たちは、正しい利益を得るとともに地球に不可欠なものを実現するという、双方に有利な(win-win)の状況を享受することになる。

## はじめに：日本の低炭素化の軌跡

「温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、国際的にも、成長の機会と捉える時代に突入した」

「グリーン成長戦略」、日本政府 (GoJ 2020, p.1)

# 46%

2030年度までに温室効果ガス46%削減へ

# 0.5%

損害額は国内総生産 (GDP)の0.5%相当

2020年12月、2050年までにカーボンニュートラルを実現という新たに発表されたコミットメントに基づき、日本政府は「グリーン成長戦略」を発表した。同戦略は、ある意味で、気候危機の脅威に対する1つの答えである。今世紀半ばまでにカーボンニュートラル実現、続いて2030年までに温室効果ガス (GHG) 排出量の46%削減目標の実現 (MOFA, 2021) にコミットすることで、日本は、世界の現状の継続によって起こり得る異常気象、大気汚染、及び経済不安定の主要リスクを防止しようとする。「グローバルリスク指数」によれば、日本では2019年に異常気象現象により290人が犠牲となり、国内総生産 (GDP) の0.5%に相当する289億ドルの損害額を被った (Eckstein, Künzel, Schäfer 2021, 8)。そのような出来事が地球の温暖化の結果としてより頻繁で、より破壊的になることを考えると、対策を打たなければ、巨大な経済・社会的費用がかかることになる。

「グリーン成長戦略」は、リスク緩和のはるかに先を行く、多くのことに関連している。日本政府は、移行後には世界のグリーン大国となるために、国の「産業構造や社会経済の変革」(GoJ 2020, 1) をすることを目的としている。この野望を反映して、同戦略は、排出量の削減だけでなく、「経済と環境の好循環」を引き出すために構想されている (GoJ 2020, 1)。

グリーン移行を促進させようとする中、日本にはいくつかの強い土台がある。日本は2013年以来CO<sub>2</sub> 排出量を14%削減したが、これはG7諸国の中で英国、ドイツに次いで3番目に多い削減量である。この動きは、国内排出量の約68%に相当し、2018年に24億ドルの税収を生成した「地球温暖化対策のための税」のような取り組みによって加速されてきた。また日本は、「気候関連金融開示タスクフォース (TCFD)」をサポートする団体の数が最も多い国でもある。しかし、近年の日本は、繁栄する低炭素経済を構築するレースで遅れをとっている。日本は、MITテクノロジーレビューの「グリーン未来指数」では世界60位、かつクリーン・イノベーションでは63位に終わっている (MTR 2020)。欧州、米国、及び日本のアジア隣国における活動を繰り返し引用する「グリーン成長戦略」は、このトレンドを逆行させる野心的な試みである。それは、日本の環境庁の高官が『日経』に対して語ったとおりである：

「[経済産業省は] 基本的に日本産業を保護しようとしているが、産業を現状のまま保護することは不可能であると実感している」

Regalado & Sugiura 2021

「グリーン成長戦略」の中心には、将来のグリーン産業におけるリーダーシップを構築するために、「予算、税、金融、規制改革・標準化、国際連携といったあらゆる政策を総動員する」というコミットメントがある (GoJ 2020, 2)。経済産業省は、2兆円のグリーンイノベーション基金を設立し、今後10年間で野心的なグリーン研究開発プログラム (R&D) を実証する企業を支援する (METI 2021a)。さらに、財務省は「CO<sub>2</sub> 排出量を意欲的に削減する」企業に向けた1兆円の低金利融資制度を発表した (MOF 2020)。また、日本政

## 240兆円

民間企業が保有する240兆円の投資へ

策投資銀行は、800億円のグリーン投資促進ファンドを実施している（GoJ 2020, 10）。日本銀行は、これらの政策に高く評価し、2021年7月、商業銀行に無金利で融資を提供し、グリーンプロジェクト・事業への貸付を支援すると発表した（BoJ 2021, 3-4）。

加えて、日本政府は、「民間企業が保有する240兆円の現預金を積極的な投資に向かわせる」ための政策措置を続行している（GoJ 2020, 2）。その達成のため、税額控除の上限を10%まで引き上げるとともに、脱炭素効果の大きい製品に投資する企業には、特別償却50%オプションを導入している（GoJ 2020, 7）。さらに、コロナ禍で売上金額が2%以上減少した企業でも、研究開発への投資を増大させる企業には、税額控除上限を法人税額の30%まで引き上げている（GoJ 2020, 9）。カーボンニュートラルに投資する企業は、繰越欠損金の控除上限を最大100%まで引き上げる時限措置を利用することができる（GoJ 2020, 8）。これらの税額控除政策を土台として、日本政府は、成果連動型の利子補給制度も設立し、今後3年間で1兆円の融資規模で、事業者の長期グリーン移行計画を支援する（GoJ 2020, 10）。さらに、「グリーン成長戦略」により、政府は新たな情報開示の規則、並びに新技術の需要を創出するような規制強化に取り組む（GoJ 2020, 5, 12）。

## 90兆円

2030年に90兆円の実際の経済効果

日本政府は、かつてない融資規模と目標を持つグリーン政策を兼ね合わせることで、そのイノベーション戦略が、2030年で90兆円、2050年で190兆円の経済効果が見込まれるとしている（GoJ 2020, 2）。このグリーン移行の加速化は、政府の刺激策の照準となる、小規模なイノベーション分野を超えて、多大な影響を与えることになるだろう。日本政府が「グリーン成長戦略」で認めるとおり、「これまでのビジネスモデルや戦略を根本的に変えていく必要がある企業が数多く存在する」のである。サプライチェーンは、原材料の調達方法から循環経済の設立まで、新たな要求に対応しなければならない。さらに、低炭素経済の確立が世界の気候危機に対処するという究極の目標と一致するのであれば、グリーン産業は、自社製品のライフサイクル全体を持続可能にするように、企業リーダーや公共担当者、並びにその顧客からますます要求される。

## 190兆円

2050年に190兆円に

本研究は、日本の下流アルミニウム産業のプリズムを通して、これらの潜在的影響を探索する。日本のアルミニウム産業は、世界中からのアルミニウム素材の輸入に依存し、その後、素材は国内及び輸出市場向けの最終製品に加工される。これに含まれる重要企業には、押出・鋳造・鍛造メーカー、及びアルミニウム圧延メーカーが含まれる。電動自動車からグリーンビルディング、再利用パッケージから再生可能エネルギーインフラに至るまで、これらの企業が製造するアルミニウム製品はグリーン経済における事業に重要な影響を持つ。しかし、日本生産者のサプライチェーンで占める位置が問題となる。これらの事業者は、低炭素の材料を供給するよう、グリーン業界の顧客からますます圧力をかけられる。だが、この期待に応えるためには、サプライチェーンのはるか上流にいるプレイヤーに影響を与えなければならない。低炭素材料の要件を識別、追跡、検証するために必要なシステムは、一夜で設立することはできない。そのため、加速するグリーン移行に先駆けて、日本の生産者がそのサプライヤーと協働し始めることが不可欠である。移行にはかなりの協働努力が必要となる一方で、本論文は、低炭素フットプリントに基づいて材料を差別化できる生産者が獲得できる大きなメリットについて解説する。

第1章では、日本及び世界中のグリーン移行の結果である、アルミニウム需要予測の急伸について説明する。続けて、このアルミニウム需要に対して高炭素電源ソースを使用して対応し続けた場合に起こる、気候への潜在的損害に焦点を当てる。低炭素アルミニウムを構成するものを認識する方法を確立し、グリーンなアルミニウムは既に大規模に入手可能であることに注目する。

第2章では、低炭素アルミニウム需要への原動力を分析する。まず、日本経済における包括的な変化により、低炭素調達の原則が強化されている方法に照準を当てる。続いて、自動車・建設業界で起きている変革シフトにスポットを当て、それがアルミニウム需要に与える影響、及びこの需要に低炭素材料で対応する要求が増えていることについて解説する。

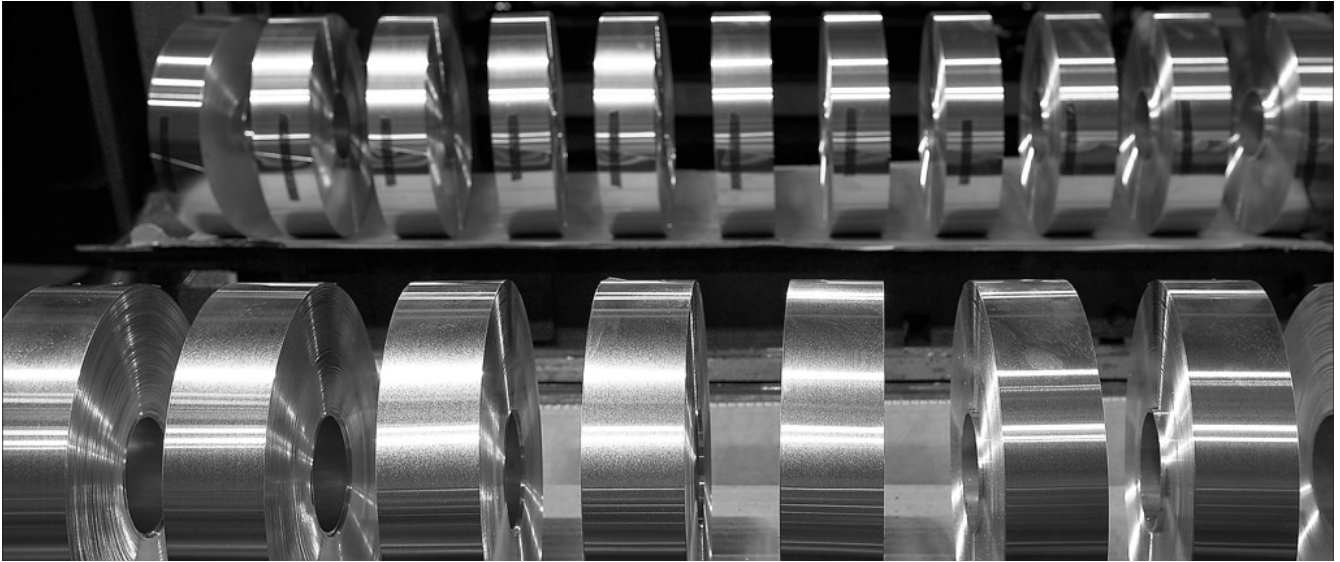
最後に、第3章では、日本のアルミニウム生産者に簡潔な提言を行い、サプライヤーと



協働して低炭素調達に移行する方法、並びに産業が持続可能な基盤に移行する中で、政策立案者が産業を支援する方法について議論する。

本稿はアルミニウム産業に焦点を当てるが、その結論の多くは、低炭素経済に不可欠な幅広い材料に適用できる。根本的に、経済と環境の双方に有利な(win-win)シナリオを指摘する。そこで日本の生産者は、グリーン移行の好機をつかむとともに、サプライチェーン上流への影響を拡大して、より持続可能な未来を確保できる。

## 第 1 章： グリーン移行における低炭素アルミニウム



### グリーン目標に合致する原材料の確保

日本政府は、イノベーションを原動力とするグリーン移行にコミットし、世界規模で競争力の強化を目的としてきた。グリーンイノベーションの台頭は、説得力のある見出しを提供するが、厄介なのはその詳細である。迅速に規模を増大させる業界からの要求が増えるとともに、原材料供給が最終製品の低炭素要件を満たさないリスクがある。このシナリオでは、日本のグリーン移行は生半可に終わってしまう。オブザーバーにとって、日本はクリーンなエネルギー、クリーンな自動車、クリーンな都市の国のはずだ。しかし、これらのイノベーションによって削減されるべき排出量は、その一部が他国の公害によって後戻りしてしまう。表向きはグリーンな製品に必要な原材料を供給するために、公衆の目に見えないところで、汚染度の高い産業が我々の気候に影響を与え続ける。

排出を除去するのではなく、排出の場所を移動させることは、日本のグリーン移行の目標の価値を損なうような深刻な結果をもたらすことになりかねない。低炭素経済からの繁栄は享受できるが、持続できない。ある場所でも出された排出は、全ての場所で影響を持ち、世界の気候は急激に悪化し続ける。グリーン産業は、気候危機の一因となる排出量の緩和にはなるが、それだけでは異常気象現象の悪化は防げない。このシナリオで、日本は異常に高い温度、水害の増大、より被害の大きい台風のリスクにさらされ、巨大な経済価値を帳消しにする力を持ち、日本市民の生活に深刻な影響を与えることになる。

このシナリオを回避する唯一の方法は、低炭素材料を使って低炭素経済の要求を満たし、事業がサプライチェーン全体で協働的な脱炭素化の過程に携わることである。

### 高まるアルミニウムの需要

日本のアルミニウム産業は、隠された排出量のリスク及び低炭素材料への移行の好機について、注目すべきケーススタディとなる。

世界中で、グリーン移行は、アルミニウムの需要をかつてないレベルに押し上げる原動力となっている。国際アルミニウム機構 (IAI) が以下に述べるとおりである：

「軽量で強く、耐久性が高く、導電性があり、リサイクルできるアルミニウム製品は、低炭素の未来の実現に不可欠だ。エネルギー、輸送、建築物、及び食品・薬品といった、高排出だが不可欠なサービス提供分野において、エネルギー効率の良い、低炭素ソリューションを提供する。」

#### IAI 2021a, 1

2018年、アルミニウムの世界需要は95百万トンだったが、そのうち3分の2が原材料、3分の1がリサイクルされたものだった (IAI 2021b, 8)。しかし、低炭素経済でアルミニウムが中心的役割を担う中、世界中におけるグリーン移行の加速化は、世界のGDP及び人口の増大と組み合わせられて、アルミニウム地金の需要を2050年までに80%増大させることを意味する (IAI 2021b, 3)。同時期の再生アルミニウムの供給は増大する見込みだが、需要を満たすためには、年間75～90百万トンの一次製錬アルミニウムが必要となる (IAI 2021b, 9)。

この世界的成長は、日本の需要トレンドに反映されている。特に自動車産業の変化に押され、アルミニウム半製品の需要は、2020年から2025年の間、ほぼ20%増大すると予測される (図 1, CRU 2021)。

#### 地域別および最終用途別のアルミニウム半製品の消費量、年間 (千トン)

国	エンドユース	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2020-2025のCAGR
日本	輸送	1731	1383	1600	1742	1772	1797	1780	5.2%
日本	建設	500	443	469	481	483	485	489	2.0%
日本	パッケージング	427	410	431	421	420	418	419	0.5%
日本	アルミ箔	103	109	114	117	117	118	119	1.7%
日本	電気	150	141	151	157	160	164	167	3.4%
日本	耐久消費財	39	36	40	42	43	44	44	4.1%
日本	機械及び機器	204	177	189	196	201	208	216	4.1%
日本	その他	468	422	467	482	494	501	506	3.7%
日本	合計	3621	3120	3461	3638	3691	3734	3740	3.7%
再生アルミニウム消費		1720	1432	1611	1733	1741	1752	1737	3.9%
一次アルミニウム消費		1949	1715	1891	1938	1975	2000	2003	3.2%

図 1

日本のリサイクル率が高いことは、日本には、アルミニウムの高まる需要と排出量を最低限に抑えることとのバランスを取るための態勢が、多くの国より整っていることを意味する。使用済自動車の再資源化等に関する法律の下、自動車所有者、自動車回収事業、自動車製造者、輸入者は、自動車の確実なリサイクルのために法的に定義された役割を課されている。<sup>1</sup>同様に、建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律により、請負業者は、建築物の破壊や改造で生成された廃棄物を分別・再生する義務を負う (MOE 2002)。日本の洗練されたりサイクルシステムにより、2000年から 2017年の間に廃棄物最終処分率は76%削減され (MOE 2020a)、川下アルミニウム産業において、再生アルミニウムは供給の48%を占めている (JAA 2020) 9)。

再生アルミニウムが平均して一次アルミニウムより約97%少ない排出量を生成する以上、循環経済の拡大は産業からの排出を制御するために不可欠となる (JAA 2020, 6)。今後数年間にわたり、政府が資源の循環性に対する支援を拡大し続ける中、川下アル

# 20%

アルミニウム半製品の需要は2025年に20%増加予測

# 48%

川下アルミニウム産業において、再生アルミニウムの供給は48%を占める

18%

2025年までに循環使用率の18%増大

2000年から80%の増大

ミニウム生産者は再生された原材料供給の増大の恩恵を受けることになる。「循環型社会」を形成するための融資は、最近の予算で1120億円から674億円に削減されたが(MOE 2021a)、日本政府は、「第四次循環型社会形成推進基本計画」の下、野心的な目標を掲げている。この計画を通じて、2025年までに循環使用率の18%増大(2000年から80%の増大)、最終廃棄は2000年に比べて77%の削減を目標にし、2020年半ばまでに13百万トンとすることを目指している(MOE 2018, 3)。これらの目標の達成のために、環境省は、循環経済に関する政策を調整し、この分野での日本企業の競争力を向上するために、経済産業省及び日本経団連とともに「循環経済パートナーシップ」を発足させた(MOE 2021b)。政府は、また「グリーン購入法」を通じて、再生製品の公共調達を拡大することで、循環経済に資金を投入する(GoJ 2020, 63)。この支援を基盤にして、環境省及び経済産業省は、「サーキュラー・エコノミーに係るサステナブル・ファイナンス促進」のための最初の開示・対話ガイダンスを開始した。これらの省は、循環経済で操業している日本企業を手助けし、「国内・海外の投資家・金融機関から適切な評価を受け、投資及び融資を引き寄せられる」ことを願っている(MOE 2021c)。

75%

2050年に日本のアルミニウム製品の再生率は75%達成へ

政府による循環経済への明確なコミットメントに後押しされ、日本アルミニウム協会(JAA)は、2050年までに日本のアルミニウム製品の再生率75%達成を目指している(JAA 200, 2)。この目標率は、かなり野心的ではあるが、一次アルミニウム地金が重要であり続けることも強調している。現在、日本の鋳造アルミニウム製品の100%近くが再生されている(JAA 2020, 2)。しかし、合金の混合及び純度低下に関する困難により、展伸材の再生率はわずか10%となっている(JAA 2020, 9)。リサイクル技術のイノベーションにより、このギャップが縮まってきているが、JAAの目標では、鍛造製品における一次アルミニウムの使用は、2030年までに70%、2050年までに50%になるだろうとする(JAA 2020, 11)。このことは特に重要である。なぜなら、自動車や建設業といった、アルミニウム需要がかなりの割合で増大することが見込まれる分野(図 1参照)では、鋳造材・展伸材両方の供給を使用するからである。利用に適した二次アルミニウムに上限がある分野も存在する。例えば、世界銀行は、ソーラーパネル、風力タービン、及び電池からの鉱物需要の調査で、使用済みリサイクル率100%でも、二次アルミニウムがこれらの分野のニーズの最大61%しか対応できないと予測した(World Bank 2020, 14)。

1.1  
ギガトン

アルミニウム産業全体で、年間1.1ギガトンの温室効果ガスの生成

世界の人為的排出量2%へ

日本市場の川下生産者にとって、今後数十年間に一次アルミニウムが重要な役割を担うことになり、グリーン移行の加速化により、潜在的な矛盾が生じる。アルミニウム地金の生産は、エネルギー消費が激しく、酸化アルミニウム(アルミナ)をアルミニウムへ変換させるため、大量の電気を陽極に供給する必要がある。IAIのデータによれば、この電力の約60%は、石炭火力発電から来る。<sup>2</sup> その結果として、アルミニウム産業全体で、年間1.1ギガトンの温室効果ガスを生成する。これは世界の人為的排出量の2%を占めている(IAI 2021b, 3)。今まで通りの事業シナリオでは、この値は2050年には1.6ギガトンに達するのに対し(IAI 2021b, 7)、温暖化を2°C以下にする国連指針に適合するシナリオでは、排出量250メガトンまで削減することが求められている(IAI 2021b, 8)。

日本では、標準的なアルミニウムと低炭素アルミニウムとのギャップは、脱炭素化への2つの可能なシナリオを提供する。JAAが説明したとおり、イノベーションなしの一次アルミニウム製錬シナリオでは、鋳造アルミニウム製品の製造における排出量削減は2050年までに44%しか実現できない。しかし、低炭素開発の助けがあれば、排出量削減は最大78%まで達成できる(JAA 2020, 15)。

60%

アルミニウム産業による排出の60%以上が電気エネルギーの使用から来ている

幸運にも、一次アルミニウムの脱炭素化に向けた明確な道筋が既に存在する。アルミニウム産業による排出の60%以上が電気エネルギーの使用から来ている以上、再生可能エネルギー資源に切り替えることで、生産者の気候への影響に劇的な効果もたらされる(IAI 2021b, 10)。このやり方で製造されたアルミニウムは、既にかかなりの規模で提供されている。Hydro、Rio Tinto、Alcoa、及びRusalといったグローバルメーカーは、世界平均12.6 tCO<sub>2</sub>/tAlに比べ、4 tCO<sub>2</sub>/tAl未満の炭素フットプリントを持つアルミニウムを提供している(CT 2020, 3)。このフットプリントの計算には、各国でわずかに異なる方法が使用されているが、カーボントラストは、アルミニウム電解、アルミニウム鋳塊製造、陽極・ペースト製造からの排出、並びに電力発電やこれらの工程での熱消費が

らの排出を含む、IAIのレベル1指針にほぼ適合していると指摘している。よって本論文は、カーボントラストの先例に従い、低炭素アルミニウムについて、IAI指針のレベル1に基づいて計測された4 tCO<sub>2</sub>/tAl未満の排出量で生成されたアルミニウムと定義する。

再生可能エネルギーのアルミニウム製造への統合が進み、二次アルミニウム材料の利用が限定される中、日本の川下アルミニウム生産者は、一次アルミニウムの低炭素形態と高炭素形態の間で、ますます明確な選択に迫られている。次章で明確にされるとおり、グリーン移行を推進する公共・私企業分野は、アルミニウム需要全体を高めるだけでなく、日本の生産者が低炭素調達に基づく製品で差別化する好機を提供する。

## 第2章： 差別化要因としての低炭素アルミニウム



### 低炭素経済向けの低炭素材料

世界がグリーンイノベーションを受け入れる中、政府、事業者、及び消費者は、ますます並行した努力を支援し、この変革に使用される材料をその環境価値に一致させるよう努めている。この運動は、日本で既に進行しているが、日本政府が「グリーン成長戦略」を実施し、低炭素産業が成熟し続ける中、今後数年間で加速化することになる。

本章では、日本での低炭素事業実践への一般的移行を推進することになる、金融市場内で起きている構造的変化に焦点を当てる。その次に、自動車及び建設産業の特定例を使用して、これらの事業に販売する日本の生産者にとって、低炭素アルミニウムが差別化要因となる割合が増えていることを説明する。

### 変化する投資情勢

日本が「グリーン成長戦略」に向けてコミットする中、国内市場の機能方法の抜本的な変革は、グリーン事業実践への優遇措置、そしてその結果としての低炭素材料の調達改革につながる。

この変化で最も顕著なのは、持続可能な投資の台頭である。日本のグリーン債券発行は、2017年から2019年の間だけでも3.7倍増大し、8238兆円に達した(METI 2020a)。同様に、日本サステナブル投資フォーラム(JSIF)による年次調査は、43の著名な国内機関投資家による持続可能な投資の急激な伸びを示した。2018年から2019年にかけて、調査回答者によるサステナブル投資は、45%増大し、336兆円に上った(JSIF 2020)。この数値は、2015年の27兆円に比べ、劇的な上昇となっている(JSIF 2016)。

サステナブル投資の量が変化しているだけでなく、日本企業は、環境、社会、及びガバナンス(ESG)のテーマに関する、より詳細な開示の提供を課されている。日本TCFDコンソーシアムによる2020年の調査では、非金融機関の90%が気候関連の開示について金融機関と話し合ったとしている(TCFDC 2020, 2)。さらに、この回答者のうちの40%は、年に少なくとも5回、このテーマについて議論し、その数は5年前に比べて2倍

# 3.7倍

グリーン債券発行  
は、2017年から2019年の  
間だけでも3.7倍増大

90%

非金融機関の90%が気候関連の開示について金融機関と会談

となっている(TCFDC 2020, 11)。同じ5年間で、気候関連の開示について全く話していないとした回答者の数は、20%から10%以下に減少した(TCFDC 2020, 11)。これらの調査結果を合わせてみると、金融機関による日本企業の気候的影響の取り扱い方に、顕著な変化が見てとれる。これらはもはや、年に1回ほど取り扱われることがあるかどうかの二次的な考慮の対象ではない。情報開示の主要分野であり、定期的な会話を通して絶えず内容が豊かになっている。

気候関連の開示に向けた環境は、日本政府の継続的政策により、強化されし続けている。例えば、「地球温暖化対策推進法」の下、年間1,500kL以上の石油を消費する排出者は、対策計画を策定することが求められている。気候への影響を低減させる法的義務はないが、組織はその排出量を報告するように求められる。<sup>3</sup>さらに、2012年に導入された「地球温暖化対策のための税」は、欧州の同等システムに比べるとより低い額だが、排出量に財政的影響を付与している(Kojima & Asakawa 2020)。

日本政府は、気候関連の開示への優遇措置を強化し、低炭素事業モデルを推進する企業へ投資家を誘導しようとしてきた。2020 TCFDサミットの前に、日本の梶山弘志経済産業大臣は、「ゼロエミ・チャレンジ企業」の一覧を発表した。その目的は、「脱炭素化社会の実現に向けて、イノベーションの取組に果敢に挑戦する」日本の企業を投資家に示すことだった。また、日本政府は、「ゼロエミ・チャレンジ企業と投資家等との対話の場を設けるなど、ゼロエミ・チャレンジ企業の取組を一層後押し」することにもコミットする(METI 2020b)。より一般的に、日本政府は、「グリーン、トランジション、イノベーションの取組に、民間投資を呼び込む」目的で、「クライメート・イノベーション・ファイナンス戦略」を掲げている(GoJ 2020, 10)。それは、「グリーン成長戦略の実施を支援する政策金融とのさらなる協働を含めた、金融機関との連携体制」を提案した(GoJ 2020, 11)。さらに、日本官庁は、「グリーン成長戦略」の下で「社債市場の活性化等によりESG投資を促進する」ための対策を考慮し、かつ「タクソミー、トランジション・ファイナンス等についての国際的な議論」でリードしようとしている(GoJ 2020, 11)。

資金をグリーン事業へ向かわせようとする政府の努力を組み合わせた持続可能な金融の成長により、環境的实践は資本にアクセスするため要素としてますます重要になる。基本的なレベルでは、企業は、ESG関連の開示のために一定の基準を満たすことが期待されている。しかし、日本政府が発動させた「ゼロエミ・チャレンジ」で見られるとおり、脱炭素でリードすることで、競合相手から差別化し、新たな投資家を引き付けるための機会が増える。持続可能な投資の成熟を継続され、開示基準にいつその磨きがかかけられる中、この優遇措置は、事業者が自社の気候への影響を削減するための全手段を考慮するべく、強化されつつある。アルミニウム生産者にとって、これはリスクでもあり、好機でもある。今すぐ行動して低炭素材料を確保すれば、投資家からの圧力でサプライチェーンを脱炭素化させようとしているような新規顧客を得る機会となる。遅れをとれば、同じ圧力を受けた既存の顧客が、違う調達元を探し始めるという危険がある。

25%

輸送は世界CO2 排出量の約25%を占める

### ゼロエミ自動車時代の低炭素アルミニウム需要

輸送における持続可能な将来計画は、世界各国社会で主要な挑戦の1つである。現在、輸送は世界CO2 排出量の約4分の1を占め、道路輸送だけでも18%に達する(Winkler et al. 2020, 4)。

気候危機への対策として、自動車メーカーは、内燃エンジンから離れることを避けられず、新しい形態の輸送、特に電気自動車(EV)へと移行している。2020年、EVは、自動車販売全体が14%減少したにもかかわらず、40%の販売成長を実現し、市場シェアで記録的な4%を上回った(Gorner & Paoli 2020)。McKinseyが昨年9月に指摘したとおり、「中国及び欧州でのEVへの追い風がこのまま続けば、電気モビリティは、COVID-19危機から、危機前の予測と比べてかなり優位な位置で抜け出せる」(Gersdorf et al. 2020)。この需要の成長を背景に、年間のEV販売は、昨年の3百万に比べ、2030年で23百万に達する見込みである。また、路上のEV総数は130百万に達するだろう(Gorner & Paoli 2020)。

23 百万

EV販売は、昨年の3百万に比べ、2030年で23百万に達する見込み

3 LSE(ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス)、「世界温暖化対策推進法」参照、[https://climate-laws.org/geographies/japan/laws/act-on-promotion-of-global-warming-countermeasures-law-no-107-of-1998#:~:text=Energy%20Demand%20Transportation-,Act%20on%20Promotion%20of%20Global%20Warming%20Countermeasures%20\(Law%20No.,107%20of%201998\)&text=This%20Law%20is%20one%20of,GHGs%20derived%20from%20anthropogenic%20activities.](https://climate-laws.org/geographies/japan/laws/act-on-promotion-of-global-warming-countermeasures-law-no-107-of-1998#:~:text=Energy%20Demand%20Transportation-,Act%20on%20Promotion%20of%20Global%20Warming%20Countermeasures%20(Law%20No.,107%20of%201998)&text=This%20Law%20is%20one%20of,GHGs%20derived%20from%20anthropogenic%20activities.)

# 20%

日本のGHG排出の20%を  
自動車占める

消費者にゼロエミ自動車にプレミアムを払う用意があることが、EVの成長を後押ししている。Deloitteの世界的な調査では、40%の人々がEV車に2,500ユーロ以下の金額を余分に払う意思を示している(Deloitte 2020, 30)。この数値は、Y世代やZ世代に属する個人ではより高く、そのほぼ20%が2,500ユーロ以上を払う準備があると回答した(Deloitte 2020, 31)。

輸送分野を脱炭素化させる圧力は、GHG排出のほぼ20%を、そして国のGDPの2.5%を自動車占める日本では特に顕著である(Gakuto 2020)。自動車メーカーの世界における販売は、経済成長にとって欠かせないのである(Regalado & Sugiura 2021)。最近までの対応は、EVよりもハイブリッド自動車(HEV)を好んできた。HEVの登録は、2010年の481,000台から2019年の1,470,000台に増え(Statista 2020)た。その販売は2027年まで増え続け、7920億ドルのピークに到ることが予測される(Edmondson & Wyatt 2020)。日本では、消費者の45%が次の車としてHEVの購入を好み、内燃エンジン(ICE)車への好みと同等となり、その需要は欧州・北米市場のはるか先を行っている(Deloitte 2021)。日本のHEVは、海外でも同様に人気があり、世界の電化自動車販売で、日本の自動車メーカーがトップに立っている(Regalado & Sugiura 2021)。

現在、HEVへの投資は、国内市場に売り出す日本の自動車製造者にとって、脱炭素化への妥当なアプローチである。先の十年間で、日本を化石燃料への依存から移行させる重要な進展がなされたが、この再生不能エネルギー源は、未だに2019年の一次エネルギー総供給の88%を占めている(IEA 2021, 13)。そのため、GHG排出量の削減能力という点ではEVへの即時の移行は限定されており、完全な脱炭素を提供する代わりに、公害を排気筒から電力グリッドに移している。エネルギー移行がない状況で、HEV、そして長期的に水素燃料自動車は、環境の上で大きな魅力となり得る。しかし、「グリーン成長戦略」の下、日本政府は、2050年までに電気需要の50%から60%を再生可能エネルギーで賄うことを想定し、経済産業省は、2030年までにクリーンエネルギーが電力生産の36-38%を占めることを目標として提案している(Adler 2021)。再生可能エネルギーが、日本のエネルギー供給でますます幅を広げる中、EVへの環境的議論は強まる。加えて、日本の自動車生産の約半数が輸出向けであり(JAMA 2020, 14)、国内のエネルギー移行とは関係なしに、強力なEV提案が必要となるであろう。

日本でHEVは栄えているが、世界で人気の高い日産リーフの前途多望なEVのスタートは、ここ数年で停滞している。EV及びプラグインハイブリッドは、昨年の日本の自動車構成のわずか0.9%を占め(Gakuto 2020)、4万台の販売に終わった。比べて、欧州では59万台、米国では33万台、中国では110万台の販売となった(IEA 2020)。日本の自動車メーカーは、EV輸出で世界10位を占め、市場の5%以下で、同値は、販売台数の65%近くを占めた日産リーフの成功から大きく偏っている(Dooley & Ueno 2021)。

---

「HEVは遅くとも2030年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車100%実現へ」

---

HEVは、日本自動車メーカーにとって中期的な成長市場であり、そこには特に日本政府の「遅くとも2030年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車100%を実現」するコミットメントがある(GoJ 2020, 31)。しかし、日本政府は「グリーン成長戦略」の中で、特にEV生産で長期的な競争力を構築する必要性を認識している。同戦略の下で、政府は「電気自動車の導入を強力に進め、電池をはじめ、世界をリードする産業サプライチェーンとモビリティ社会を構築する」ことにコミットする(GoJ 2020, 31)。その一環として、日本政府は、EVの取り込みを急激に増大させるために、「燃費規制の活用、公共調達の推進、充電インフラ拡充等、加えて買換え促進」(GoJ 2020, 32)を計画している。EVをICE自動車と経済的に同等にすることになる、車載用の電池パック価格を2030年までに10,000円/kWhにする目標を掲げて(GoJ 2020, 34)、投資はR&Dに向けられる。さらに、日本の環境省は、購入者の自宅やオフィスで使用する電気が再生可能エネルギー源から生成されていることを条件として、EVの購入助成金を800,000円まで倍増させた(METI 2021b)。おそらく最も野心的なものとして、日本政府は現在、自動車産業に対する炭素相殺市場の設立について話し合っている。これにより、製造者は、自社製品構成の一定の割合を占める電動車を販売するように求められ、条件を満たさないメーカーは、業界同業者からGHGクレジットを購入する義務を負うことになるだろう(Gakuto 2020)。

この日本政府が実施する取り組みは、世界EV市場でトップに立つという、国の自動車



メーカーの野心的な成長計画を助けることになるだろう。トヨタは、2025年までに現在の4車種を増大させて、15車種の全電気モデルを導入しようとしている(Regalado & Sugiura 2021)。一方ホンダは、2040年までに全新車種をEVまたは燃料電池自動車(FCV)にすると発表し、これらのモデルが2030年までに販売の15%を占めることを目標とする(Regalado & Sugiura 2021)。似たように、最近リーフの販売数500,000台を突破した日産も、さらに2台のEVモデルを2023年までに販売する予定である(Nissan 2020)。

# 1kg

自動車製造で使用されるアルミニウム各1kgが鋼鉄2kg代替へ

EVへの世界的移行は、アルミニウム需要の主要な拡大要因となることが予測されるが、それにはアルミニウムの軽量性が大きく影響している。自動車製造で使用されるアルミニウム各1kgが鋼鉄2kgを代替できる(Fitzpatrick, Synagowitz & Snowdon 2020, 9)。これは、100kgの減量につきEVの走行距離数が10-11%増え、バッテリーのコストが20%減ることを考慮すると、重要な要因である(Stall 2020)。気候的観点から見れば、アルミニウムの軽量性は、より重い材料の代替に使用されたアルミニウム1トンにつき、車の寿命期間に13~23 tCO<sub>2</sub> を削減できることを意味し(Fitzpatrick, Synagowitz & Snowdon 2020, 9)、車体寸法が大きくなるほど、環境への影響はより顕著になる。これらの要因を合わせると、EVで使用されるアルミニウムの平均量は、ICE車を30%上回る(Desai 2020)ことになる。

# 30%

EVで使用されるアルミニウムの平均量は、ICE車を30%上回る

EV車により大量のアルミニウムが必要とされることは、需要の動きにかなりの影響を与える。Wood Mackenzieの予測では、自動車業界からのアルミニウムの需要は、2020年から2025年の間にほぼ倍増し、自動車産業が一次アルミニウム全体の3.3%を消費することになる(Desai 2020)。この成長トレンドは、今後10年間の後半に加速し、自動車製造者からのアルミニウム需要は、2030年には2017年に比べて、10倍に増大することが予測される(Dinsmore 2018)。このシナリオで、路上輸送分野は、現在から20年代末までに、アルミニウム需要増全体の約4分の1を占めることになる(Jones et al. 2019, 19)。世界レベルで見たアルミニウム需要のトレンドは、アルミニウム半製品の自動車分野による消費が2020年から2025年にかけて29%増大すると思われる日本国内市場に反映されている(Fig.1, CRU 2021)。

# 29%

アルミニウム半製品の自動車分野による消費が2020年から2025年にかけて29%増加見込み

自動車業界のアルミニウム需要の加速は、低炭素材料が仕様になれば、気候に重大な影響をもたらす可能性がある。現在、材料生産は、自動車産業の排出の18%を占めている。しかし、McKinseyが指摘するように、EVへの移行の結果としての排気筒からの排気量の減少は、「車の材料からの排出は絶対・相対的に増大し、近いうちにライフサイクル排出のより大きな割合を占める」ことを意味する。McKinseyは、「基礎材料の排出がより高いバッテリー電気自動車の市場におけるシェアの成長、そしてその電源供給に必要な電源構成の変化により、材料排出が、今日の自動車ライフサイクル排出の18パーセントから、2040年には60パーセントに増大する」(Hannon et al. 2020)と推定する。

# 60%

自動車ライフサイクル排出の18%から、2040年には60%に増加見込み

自動車分野の材料使用による排出の増加は、重大なリスクであるが、気候への潜在的な影響を緩和する効果的で実践的な道筋が存在する。McKinseyによる分析は、同産業が2030年までに追加費用なく、材料生産からの排出を66%減らせることを示している。このコストがかからない脱炭素アプローチの60%が、アルミニウムまたはプラスチックに関連するものであり、再生材料の使用や低炭素製錬所からの調達により、アルミニウム関連の排出を73%低減できると指摘する(Hannon et al. 2020)。多大な影響は、En+ Groupや Rio TintoとAlcoaの合併事業が現在開発している、不活性陽極を用いた製錬技術から得られる。この製錬方法は、炭素ではなくセラミックや合金のような非消耗材料から作られた、アルミニウムの生産過程で劣化しない陽極を使用する。その結果、副産物として、二酸化炭素ではなく酸素が生成される。この技術の産業規模ソリューションとしての潜在能力は、今年4月、En+ Groupがわずか0.01 tCO<sub>2</sub>/tAlの排出でアルミニウムを製造していることで示された(En+ Group 2021)。McKinseyの予測では、不活性陽極技術の導入は、車1台につき0.4 tCO<sub>2</sub> を削減できるとする。McKinseyが示す低炭素材料への移行費用が、自動車メーカーにとって比較的安いことを考えると、これらの企業がサプライヤーへの要求を開始するにあたって必要なのはちょっとした動機だけである。

# 0.01tCO<sub>2</sub>/tAl

En+ Groupが0.01tCO<sub>2</sub>/tAl排出でのアルミニウム製造

90%

消費者の90%以上が持続可能な材料をEVの重要な要因

その動機は消費者感情に既に明らかに現れている。McKinseyの世界調査では、消費者の90%以上が持続可能な材料をEVの重要な要因と考え、その約60%は、同問題をかなり、または非常に重要と考えている(Garibaldi et. al 2021)。このトレンドは、アジアで示されており、低炭素製造及び使用済みリサイクルよりも、持続可能な材料を重要と考える回答者が多かった(Garibaldi et. al 2021)。反対に、持続可能な調達を証明できなければ、電気自動車はICE車と同等かそれ以上の環境負荷を与えると考える39%の消費者が、電気自動車の導入に対する既存の抵抗感を強める可能性がある(Deloitte 2020)。日本では、政府の世論調査で「脱炭素社会の実現に向けて努力したくない」と答えた人の約半数が、「地球温暖化対策にどれだけの効果があるかわからない」という理由を挙げている。この回答が最も多かったということは、環境に優しいとされる産業が環境に与える影響についてのネガティブな話を聞いて幻滅する可能性があるということを示している(GoJ 2021)。

消費者感情の方向性を認識する自動車産業の経営陣は、調達に対する自社のアプローチを迅速に変更している。これは、今後数十年間に競争力を維持しようとする日本のアルミニウム生産者にとって、重要な意味を持つ移行である。自動車企業経営陣に対するKPMGの世界調査では、その98%が持続可能性を主要な差別化要因と考えているとした(KPMG 2020, 25)。さらに、経営陣の48%が持続可能性を製品仕様の一部とみなしている。このことは、持続可能性認証を証明することは、マーケティングではなく、製品の一部であることを意味する(KPMG 2020, 24)。製品自体が、持続可能性を基にした差別化の中核と見られれば、車はそのライフサイクル全体で持続可能性を持たねばならない。そうでなければ、グリーンウォッシング(環境配慮を装う)と批判されるリスクを負う。この見解は、Capgeminiが実施した調査でも裏付けられており、世界の自動車メーカーの経営陣が優先すべき事項のトップ5に、持続可能なサプライチェーンがランクインしている(Winkler et al. 2020, 11)。

世界中で、このような経営陣の感情は、自動車サプライチェーンを低炭素材料へ移行させるための具体的な行動として示されている。世界自動車製造者の持続可能性政策に関する同論文のレビューでは、83%が自社の車のライフサイクルの影響に取り組むために特定のコミットメントを持つと答えた。さらに、その4分の3が同問題で数値目標を出してコミットメントを持っていた。<sup>4</sup>

#### 世界のOEMによるライフサイクル排出に対する

##### コミットメント

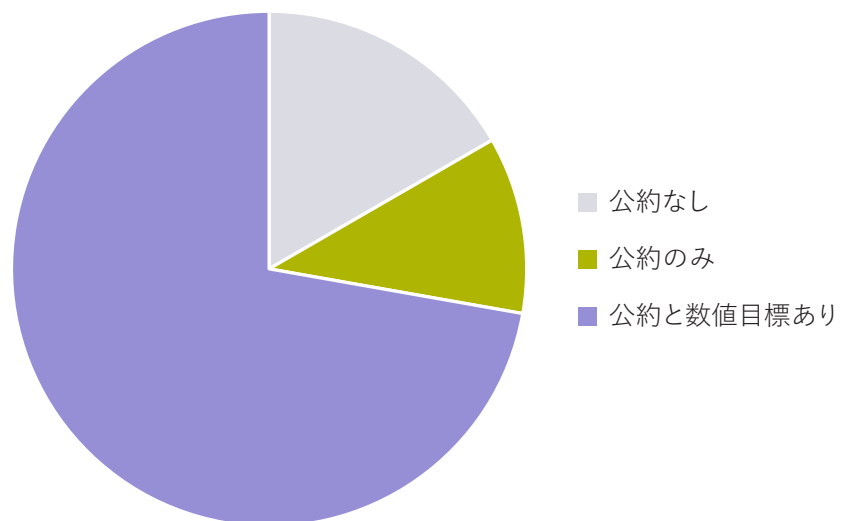


図 2

業界の軌跡を明確に示すのは、Jaguar Land Rover やDaimlerのような会社が、カーボンニュートラル・サプライチェーンに向けてコミットしていることである。一方、Business Greenとのインタビューで、Polestarの持続可能性担当主任Fredrika Klarénは、完全な調達透明性を達成し、サプライチェーン全体で再生可能エネルギーに移行し、循環型の革新的な材料へ移行するという、同社の意図を述べた。Klarénは、「消費者がソリューションを要求するのを待つのではなく、消費者を教育し、魅力的で持続可能なオフアを提供するため、先回りしたアプローチを取る」と述べている(Klarén 2021)。

このような長期的なコミットメントを裏付けるために、自動車メーカーは持続可能な調達の割合を増やすために今行動しており、特にアルミニウムを対象とした数多くの取り組みを行っている。今年1月、Audiは自動車メーカーとして初めて、アルミニウム・スチュワードシップ・イニシアチブ(ASI)のChain of Custody認証を取得した(Audi 2021)。ドイツにおける競合企業であるBMWは、今年の同時期に、同社サプライヤーネットワークの20%排出削減目標の一環として、ソーラー発電を使用したアルミニウムを調達すると発表した。同社は、再生可能エネルギーを使用して製造されたアルミニウムが、サプライチェーン排出の3%にあたる、2.5百万 tCO<sub>2</sub> を削減できると考える(BMW 2021)。一方、Jaguar Land Roverは、飲料缶や使用済み材料から再生されたアルミニウムを使用して、排出を最大26%削減する計画であると述べた(Mace 2020)。Volvoは、似たようなアプローチで、アルミニウム圧延メーカー Novelisとの共同事業を発表し、クロズド・ループ・リサイクル・システムを作り、アルミニウム板材のカーボン・フットプリントを78%削減することを目指している(Bloxsome 2019)。

### 「2050年に自動車の生産、利用、廃棄を通じたCO<sub>2</sub>ゼロ」

このトレンドは日本にも拡大し、トヨタ及び日産は、自社製品のライフサイクル排出の実質ゼロを2050年までに達成させるとコミットした。<sup>5</sup> ホンダも似た道筋をたどり、ライフサイクル排出を対2000年比で2050年までに半減させるとコミットした(Honda 2020, 57)。一方、マツダは、2010年の排出レベルを2030年までに50%削減、2050年までに90%削減することを目標にしている。<sup>6</sup> 「グリーン成長戦略」の下、日本政府はこれらのライフサイクル脱炭素化の努力を支援するとコミットし、その達成目標として「2050年に自動車の生産、利用、廃棄を通じたCO<sub>2</sub>ゼロ」を掲げている(GoJ 2020, 31)。さらに、日本のメーカーでは、エンジンブロックやシリンダーヘッドのような部品のマーケットにおいて、多くの鋳造用再生アルミ合金を入手できる恩恵が得られるであろう。図3に示されるとおり、鋳造製品は、日本の自動車業界のアルミニウム需要の約4分の3を占めている(Nalk 2021)。しかし、ボディパネル材などの部品に使用される展伸用アルミニウム材では、完全なリサイクル率を達成するのはより困難であると考えられる。限られた二次アルミ合金しか使用できないシナリオでは、Audi及びBMWに見られるように、低炭素一次製錬アルミニウムを調達するための取り組みが必要となる。

自動車に使用されるアルミニウム製品の出荷、2020年 (トン)

		2018	2019	2020	前年比%	
圧延及び押出製品	ホイール	955	1,086	933	85.9	
	モーターバイク	7,651	7,667	7,125	92.9	
	乗用車	146,061	163,423	145,368	89.0	
	トラック及びバス	42,305	41,809	39,214	93.8	
	熱交換器	125,477	117,638	92,121	78.3	
		322,449	331,623	284,761	85.9	
	小計					
	圧延	(180,336)	(193,940)	(165,155)	85.2	
	押出	(142,113)	(137,683)	(119,606)	86.9	
鋳造及びダイキャスト	鋳造	424,352	410,960	319,754	77.8	
	ダイキャスト	モーターバイク	24,597	23,107	18,744	81.1
		乗用車他	941,442	896,899	736,289	82.1
	小計	1,390,392	1,330,965	1,074,788	80.8	
鍛造	32,142	31,318	28,742	91.8		
合計		1,744,983	1,693,906	1,388,291	82.0	

図3

5 トヨタ、「トヨタ環境チャレンジ2050」、<https://www.toyota.co.uk/world-of-toyota/environment/environmental-challenge-2050> 及び日産、「日産が2050年カーボンニュートラル目標を設定」、<https://global.nissannews.com/en/releases/nissan-sets-carbon-neutral-goal-for-2050> を参照  
6 マツダ、「技術開発の長期ビジョン「サステイナブルZoom-Zoom宣言2030」」、<https://www.mazda.com/en/csr/environment/sustainable/> を参照

持続可能な調達活動に取り組んでいる自動車メーカーが国際的に混在していることは、2020年に171,000トンの圧延・押出製品を輸出した日本のアルミニウムメーカーにとって特に重要である(Nalk 2021)。輸出を行っていないアルミニウムメーカーにとっても、自動車産業における持続可能な材料を求める傾向は、国内の自動車メーカーや自動車部品メーカーの間で強まっていくであろう。これらのメーカーは、日本国内だけでなく世界中の顧客から、グローバル企業の気候変動対策に対応することを期待されている。

自動車分野に製品を販売する日本のアルミニウムメーカーにとって、低炭素アルミニウム調達の流れは、鉄鋼メーカーとの競争がある中で、さらに強化される。前述のように、アルミニウムは高張力鋼に比べて軽量であるため、一部の自動車部品では高張力鋼に代わって使用されている。しかし、材料のカーボンフットプリントが注目されるようになると、平均排出量が少なく、一般的に安価で、日本の産業界との関係も良好なスチールに支持が戻る可能性がある。スチールと同等のカーボンフットプリントを持つのは、低炭素アルミニウムだけである。自動車メーカーが、自動車の軽量化に伴い、必要となるバッテリーの量が減り、それに伴って汚染度の高いバッテリー部品が減ることを考慮に入れば、低炭素アルミニウムは同等か、あるいは環境性能面で優位に立つ可能性がある。この方程式における重要な決定要因は、製錬地金が低炭素であることである。これがないと、軽量化のメリットだけでは、アルミニウムがスチールとカーボンフットプリントで競合することはできない。

世界的な電気自動車市場の急速な拡大と、日本政府による市場シェア拡大への意欲的な取り組みは、世界中の生産者が競い合うアルミニウム業界にとって大きな成長機会となる。自動車メーカーの最近の取り組みを見ても、低炭素材料が重要な差別化要因となることは明らかだ。したがって、日本のアルミニウムメーカーは、国内外で競争力を維持するために必要な低炭素材料を確保するために、サプライチェーンと連携することが不可欠である。

### グリーンビルディングブームの基礎にある低炭素アルミニウム

今世紀半ば、世界の人口が100億人に近づくにつれ、世界の建築ストックは2倍になると予想されている(Adams et al. 2019, 7)。現在、建築物は世界のエネルギー関連炭素排出量の39%を占め、新建築物の急激な増加は、地球の現状に深い影響をもたらす可能性がある。この気候危機への対策として、世界グリーンビルディング会議(WGBC)は、2050年までに業界全体で84ギガトンのCO<sub>2</sub>削減を実現させようと、建設会社に圧力をかけている(Dean et al. 2016)。

建築物の運用による排出量を削減するために、エネルギー効率の潜在能力に大きな重点が置かれているが、建築材料に内包されている気候への影響に取り組むことも不可欠である。建築物に関係する排出量の約28%は、建築材料に内包し、世界の炭素排出関連エネルギー全体の11%を占める(Adams et al. 2019, 16)。この数値は高くなりつつあり、WGBCの予測では、現在から2050年までに、内包された排出が新規の建築物の炭素排出全体の半分を占めることになる(Adams et al. 2019, 17)。その結果、WGBCは自らのグリーンビルディング会議の世界ネットワークを通じて、2030年までに内包された炭素排出を40%削減させ、建築、インフラ、及びリフォームでは2050年までにゼロ内包炭素を達成しようとしている(Adams et al. 2019, 16)。

建築産業の意思決定者や多数の国の消費者を対象とした調査では、世界グリーンビルディング会議による内包排出削減へのビジョンと同調していることが示されている。建築産業の仕様書作成者、設置者、及び販売業者からの情報を収集したSaint-Gobainの調査では、その76%が、サプライヤーが自社製品の気候への影響について透明であることを望み、その72%は製造業者による持続可能な製品の提供を希望している((Saint-Gobain 2018)。一方、英国、米国、ドイツの消費者を対象としたEn+ Groupによる調査では、これらの国の人々の半数以上が、高い炭素排出度を持つ新規建設計画を政府が認めるべきではないと考えている(En+ Group 2020, 10)。

グリーンビルディングへの世界的トレンドは、日本市場に反映されている。ビル関連の

# 50%

現在から2050年までに、  
内包された排出が新規の  
建築物の炭素排出全体の  
50%を占める

# 3分の1

ビル関連の排出が国のCO2 排出全体の約3分の1を占める

日本政府は、新築される建築物については2030年までにカーボンニュートラルを目指している

排出が国のCO2 排出全体の約3分の1を占めること(Climate Transparency 2019, 10)を認識した上で、日本政府は、新築される建築物については2030年までにカーボンニュートラル、住宅のストック平均については、今世紀の後半までにカーボンニュートラルを目指している(Regalado & Sugiura 2020)。この目標は建設建築産業では重大な変換となる。新築戸建住宅の70%が、現在日本の「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」の下での省エネ基準を満たしているが(GoJ 2020, 59)、国内の建築物関連の排出は、G20平均の倍以上に相当する一人当たり 3.22 tCO2のままである(Climate Transparency 2019, 10)。このトレンドを是正するため、「グリーン成長戦略」は、補助金の導入や規制の強化により、建設から解体及び再利用までCO2 収支マイナスのライフサイクル・カーボン・マイナス(LCCM)建造物、並びにエネルギー効率デザイン、高性能断熱、及び再生可能エネルギー発電能力を組み込んだ、ゼロエネルギー・ビルディング(ZEB)の建設を拡大させる計画を設定している(GoJ 2020, 59)。

「グリーン成長戦略」は、建築物の化石燃料由来の電力の需要を削減する目的で、自立分散型再生可能エネルギーシステムの開発も大いに支援する。この戦略で、日本政府は、「太陽光発電等の再エネ導入を促す」(GoJ 2020, 60)ことにコミットし、2040年までに新築の建造物に次世代のソーラーセルを装備することを目指している(Regalado & Sugiura 2020)。また、政府は、:

「我が国が強みを持つ薄型軽量の次世代太陽電池が実用化されれば、既存の太陽電池では技術的に設置が困難な耐荷重が小さい既存建築物を含む、住宅・建築物の屋根や、住宅・建築物の壁面や窓等へ太陽光パネルの搭載が可能」

(GoJ 2020, 58)

政府は、太陽光パネルの設置を支援するだけでなく、送電網の安定化と、家庭での再生可能エネルギーの活用を可能にする家庭用蓄電システムの開発を推進しようとしている。グリーン成長戦略では、家庭用蓄電システムを70万円/kWh以下の価格(建設費を含む)で開発することを目標としており、この時点で太陽光パネルと蓄電池の組み合わせは日本の家庭にとって経済的なものとなる(GoJ 2020, 34)。

世界の建設が拡大を続ける中、アルミニウムの需要はさらに伸びることが予測され、グリーンビルディングの動きは、材料調達をますます低炭素材料へと向かわせることになる。軽量で押出成形が容易で耐久性に優れたアルミニウムは、カーテンウォールのフレーム、窓、パーティションなどの分野でよく使われる素材である。また、アルミニウムの反射特性は、エネルギー効率の高い建物のクラディングとしても人気がある。反射性クラッドは、自然光を管理して電気照明の必要性を減らしたり、太陽光が強いときに建物を涼しく保ったり、寒冷地では断熱層として機能する。さらに、アルミ箔は、断熱材としても人気があり、赤外線を反射する機能と、光や湿気を通さないバリア機能の両方を備えている。

アルミニウムの多用性の結果として、アルミニウム需要の24%を建造物が占めている(WEF 2020, 9)。日本で建設業界からの需要は、2020年から 2025年の間に10%以上増大すると見られるが、これは自動車業界に次ぐ最大の需要源となっている(CRU 2021)。アルミニウムの使用は、日本政府が独立分散型再生可能エネルギーに焦点を当てることにより、さらに伸びることが予想される。アルミニウムは、ほとんどのソーラーパネルの構成部品の85%を占め(WEF 2020, 9)、新規および既存の建物に再生可能な発電能力を設置するためには不可欠な要素となっている。

電気自動車の増加と同様に、建設部門の成長に伴うアルミニウム需要の増加は、日本のグリーン移行への願望と矛盾する可能性がある。現在、アルミニウムの製造は、建設資材部門におけるGHG排出量の第3位となっている(BioNova 2020, 8)。しかし、BioNovaの最近の研究によると、低炭素アルミニウムを特別に選択することで、大幅な削減が可能であることが示唆されている。この研究によると、アルミニウムは木造建築物の体内炭素排出量の42%を占めているが、このアルミニウム素材を低炭素タイプに変更することで、気候変動への影響を最大で5分の1に削減することができる

# 10%

建設業界からの需要は、2020年から 2025年の間に10%以上に増加見込み

# 85%

アルミニウムは、ソーラーパネルの構成部品の85%を占める

# 20%

低炭素タイプに変更することで、気候変動への影響を最大20%削減へ

(BioNova 2020, 2)。これは、低層住宅の80%が木造建築であり、「グリーン成長戦略」の下で、政府が「木材の使用を普及・促進する」ことをコミットする日本で、特に重要である (GoJ 2020, 61)。BioNovaは、商業施設においても同様の可能性を見出しており、低炭素アルミニウムは排出量を7%削減でき (BioNova 2020, 11)、改修工事では排出量を11%削減することができた (BioNova 2020, 3)。BioNovaの研究では、アルミニウムで作られた個々の建築部材の埋め込み排出量も調査した。間仕切り壁、カーテンウォール、窓については、従来のアルミニウムを低炭素アルミニウムに置き換えることで、内包される排出量をそれぞれ29%、32%、43%削減することができた (BioNova 2020, 16-18)。

低炭素材料の排出削減効果は、日本の代表的な建築基準法であるCASBEE (建築物総合環境性能評価システム) にすでに反映されている。CASBEEは (財) 建築環境・省エネルギー機構が開発したもので、現在、全国で約1,000棟の建物が認証されている。この基準では、建物の品質と環境への影響の両面から総合的に評価される。環境影響の評価では、建物のライフサイクルにおけるCO<sub>2</sub>排出量を、標準的な建物の基準値と比較して評価することが求められます。これにより、開発者は、建築材料に含まれる排出物、エネルギー効率、再生可能エネルギー発電などの環境配慮について、優れた性能を示すことができる。最終的な結果は、基準となる建物の排出量に対する建物のライフサイクル排出量の割合として、認証書に添付された表で示される。

CASBEE認証システムの導入が増え、開発者がライフサイクル排出の削減を進める中、アルミメーカーにとっては、低炭素の一次製錬アルミニウムを確保することがさらに重要となる。材料に内包する排出を確実に最低限に抑えることは、建設分野の世界の顧客への輸出を目指す日本のアルミメーカーにとっても不可欠となる。BioNovaは、「内包炭素の計測・最適化は、グリーンビルディング格付けシステムにおける標準の要件」であり、「LEEDやBREEAMといった国際システムでは特にそうである」 (BioNova 2020, 12) と指摘している。

建設部門の継続的な成長と、エネルギー効率や分散型発電の重要性の高まりにより、日本のアルミメーカーは、自社の材料の強力な市場を確保することができる。しかし、グリーンビルディングの実践が官民のアプローチにますます組み込まれていく中で、生産者は、より気候変動に配慮した社会のビジョンに見合う低炭素材料を確保し、差別化を図る必要がある。

## 第3章： 結論及び提言



電気自動車の台頭からグリーンビルディングのブームまで、低炭素社会への移行は、世界中のアルミニウムメーカーにかつてないチャンスをもたらしている。日本では、政府がグリーン経済への明確なコミットメントを設定し、イノベーションと金融のための確立されたシステムを構築しており、そのダイナミクスは好ましいものである。このような状況の中で、日本の川下アルミニウムメーカーは、急成長する国内市場と世界中のグリーン産業からの需要拡大の恩恵を享受するのに適した立場にある。しかし、自動車業界や建設業界におけるライフサイクルの持続可能性や排出権の取り込みの動きに見られるように、日本の生産者は、自社製品の気候変動への影響が、世界中の顧客、政府、消費者の環境ビジョンと一致していることを確認する必要がある。早急な対応を怠れば、時代に取り残される危険性がある。

### 日本のアルミニウム生産者への提言

#### 1. サプライチェーンの排出量の開示を高めるためにサプライヤーと協働する

アルミニウム・サプライチェーンでの排出に取り組むことは簡単ではない。サプライチェーンで協働し、そして顧客に向けて、変化が一夜で可能でなくても、材料の脱炭素化を低炭素経済への道と合致させる計画があることを、明確に発信する必要がある。その出発点となるのは、川下アルミニウム生産者が、サプライヤーに炭素排出についての透明性を要求することであろう。カーボン・トラストが提言するように、これは、アルミニウム製錬、アルミニウム鋳塊製造、陽極・ペースト製造からの排出、並びに発電やこれらの工程での熱消費からの排出を対象とする、IAI レベル1指針に指針に沿った、排出開示を要求することから始めるべきである(CT 2020, 14)。その後、数年をかけてライフサイクル全体の排出量を網羅するまで開示義務を拡大し、上流の生産者が複雑な計算に必要な情報を収集する時間を確保することができる。

排出開示の強固なシステムを構築するために協働することで、顧客の低炭素アルミニウムに対する信頼を高め、日本のグリーン移行に不可欠な役割を担うことができるであろう。それは、脱炭素社会の作成にまだ意欲的でない人の45%が、情報の欠如を主な原因として上げていることから明らかである(GoJ 2021)。

## 2. サプライヤーの低炭素生産モデルへの移行を奨励するために、フェーズ別脱炭素化の道筋を設定する

情報開示の段階的な拡大と並行して、川下のアルミニウムメーカーとそのサプライヤーの間で脱炭素化の道筋が共同で合意できるかもしれない。これは、川上の生産者が外部のエネルギー供給者やアルミナやボーキサイトの供給者と連携するための時間を確保しつつ、製錬所や自社のエネルギー施設などの最もチェックしやすい分野から始めることによる。

アルミニウム地金が石炭火力発電による電気を使って製造されていないことを明確に要求することは、企業にとって、排出度に基づくより高度な要件、そして最終的にはASI認証のような、全体を通じた持続可能性のアセスメントへの足掛りとみなすことができる。

アルミニウム産業が低炭素生産モードへの移行を成功させるためには、サプライヤーとの連携が望ましい。しかし、サプライヤーが脱炭素化への道筋を示さない場合、日本のアルミニウムメーカーは、多くの国際的なサプライヤーから広く入手可能な低炭素材料を調達することで、グリーン移行への支持を明確に示すことができるであろう。

## 3. バリューチェーンを通じた協働による脱炭素の加速化

脱炭素の進歩は、日本アルミニウム生産者とそのサプライヤーとの間の、より密な協働によって加速させることができるであろう。これには、共同研究開発、有望なイノベーションへの投資、再生可能エネルギーの拡大やリサイクルインフラなどの分野での提言の調整などが含まれる。このような取り組みは、アルミニウム製品の顧客にも協力いただくことで、さらに効果的になる。この連携のモデルとなり得るのが、AB InBevが設立し、Unilever、Coca-Cola、Colgate-Palmoliveなどの大手企業が支援する「100+アクセラレータ」である。バリューチェーン全体で協力することで、循環型パッケージのイノベーションから再生可能な熱ソリューションまで、あらゆるものの資金調達と開発を支援している。<sup>7</sup>

### 政策立案者への提言

日本のアルミニウムメーカーがサプライヤーと協力するには市場のインセンティブがあるが、日本の政策立案者がこの移行を支援するために取ることができる行動もある。

#### 1. 内包排出の開示基準の強化、及びコンプライアンスへの支援提供

まず、日本の政治機関は、アルミニウムの購入者にとって、低炭素材料が従来の材料から容易に区別可能になるようにすることができる。「地球温暖化対策推進法」の例に基づき、一定規模より大きい会社に対してライフサイクル排出開示に関する必須の指針を設定することから開始できる。サプライチェーンによっては複雑となる計算方法について、会社への指導も行う。

そのような政策は、フェーズ別の実施でき、自動車産業のように内包排出量の多い、主要輸出産業から開始できるであろう。これらの会社をより包括的な開示へと指導すれば、最も影響が大きい産業での内包排出への対応を推進し、かつ輸出品が世界の低炭素市場で確実に競合できるようにもなる。

フェーズ化は、必要となる方法にも適用でき、主要材料・工程の平均排出量に基づく簡単な計算から始め、より詳細で特定されたアセスメントへと移行できる。このプロセスを5年間で実施すれば、政府は、開始時からより多くの企業を必須のライフサイクル・アセスメントに関与させ、それらの企業を気候への影響についてのより進んだ理解への道筋へと指導できるだろう。

開示規制に加え、政府は、独自の研究プログラムを通して、サプライチェーンでの透明性を推進できるであろう。この種の取り組みは、自動車産業に対して既に行われており、政府は「グリーン成長戦略」の下で「バッテリーのCO<sub>2</sub> ライフサイクル排出の可視化」に向けてコミットしている。この研究プログラムは、パイロットとして考慮され、成功すれば、グリーン移行の鍵となる材料に関する同じようなマッピングの実践へと拡大で



きる。主要な低炭素技術で使用される鉱産物に関する、世界銀行の2020年報告は、アルミニウム、グラファイト、ニッケル、コバルト、銅、リチウム等で、どの材料が優先されるべきかについて、信頼できる指針を提供している(World Bank 2020)。

## 2. 公共調達を活用して低炭素アルミニウムのベンチマークを確立

公共調達は、アルミニウムを使用した製品のごく一部を対象としているだけかもしれないが、アルミニウムの低炭素バージョンを定義する上で重要な役割を果たすことができる。これにより、民間企業が調達する際の信頼できるベンチマークを、より広い市場に提供することができる。

グリーン調達促進基本方針は、現在、幅広い製品について公共機関に対して指針を提供している。このうち、自動車についての指針では、購入された自動車は全て、「新しい技術を使って、環境への影響がかなり少なくなる」ことが要求されるだけでなく、「できるだけ再生材料を」使い、「使用期限後の材料の再利用が促進されるように」設計されていなければならないとされる。再利用材料は、優先分野であり続けるが、可能な限りの低炭素材料の使用するように追加の指針を提供すれば、気候への影響のさらなる削減につながる。

一貫性を確保するため、グリーン調達政策で使用される標準は、カーボントラストによる推奨事項に従うべきであり、これは、IAIのレベル1指針に従ってカーボン・フットプリントを4 tCO<sub>2</sub>/tAlに抑えることを低炭素アルミニウムの初期基準とし、3年かけて開示義務の範囲を拡大するものである。このベンチマークを公共調達に含めれば、低炭素アルミニウムの明確な市場の確立を支援できる。そのような市場の設立は、低炭素材料を調達する日本の事業を強化し、どのサプライヤーが正しい標準に適合するかを特定するために費やす時間・努力をかなり減らすことができる。

低炭素材料についてベンチマークを確立することは、ライフサイクルアプローチを他の政策に統合するためにも役立つだろう。例えば、複数の自動車メーカーがライフサイクル排出削減に既にコミットしている中、日本政府は、提案された自動車炭素取引制度で、低炭素材料調達のベンチマークに適合している製造者にクレジットを与えて、具体的な行動を推進することができる。あるいは、低炭素や再生材料の割合が一定以上のEV及びHEVの購入に対して、段階的に補助金を出すことも考えられる。

## 3. 海外開発基金を利用した低炭素サプライチェーンの支援

「グリーン成長戦略」の下で、日本政府は、日本国際協力銀行(JBIC)を通して、1.5兆円のポストコロナ成長ファシリティを発足させた(GoJ 2020, 10)。このファシリティは、脱炭素を海外で促進する日本企業が実施するプロジェクトを支援するために企画された。「再生可能エネルギー、省エネ、グリーンモビリティソリューション、空気汚染防止、給水、水汚染防止、及びゴミ処理」といった分野で、共同資金合計の60%を負担する。小・中規模の日本事業者が関与するプロジェクトでは、共同資金は70%まで増加される(JBIC 2021, 1)。日本企業の多くが海外製錬所に関与することから、JBICは、これらの法人との協働に的を絞り、製造施設の脱炭素化を積極的に行うべきである。このように的を絞ることで、海外での脱炭素化の努力に貢献するだけでなく、これらの施設から供給される日本企業は、グリーン移行が進むにつれて、より競合できるようになる。

JBICからの支援を脱炭素化への「飴」と位置付けるなら、日本政府は石油石炭税の背景にある原則を「鞭」にできる。現在、同規定は、炭素税を化石燃料の輸入に適用し、その率は燃料内のCO<sub>2</sub> 1トンにつき289円となっている(Nakano & Yamagishi 2021, 3)。似たような論理で、政府は、生産過程で多量の石炭や石油を使用するとわかっている輸入品について、関税を設けることを検討できる。このような措置の実施を遅らせることで、JBICを通じた資金援助の提供と合わせて、日本のグリーン移行の鍵となる材料の海外サプライチェーンの脱炭素化を促進することができます。この分野での成功は、気候危機に対処し、海外の座礁資産へのエクスポージャーを軽減し、日本企業がグローバルなグリーン経済で競争力を持つために必要な低炭素材料へのアクセスを確保することにつながる。

グリーン化の波は、我々の旧式な汚染のあるシステムの多くを払いのけ、その代わりに新しい何かを残す。それは、生活を促進し、地球を育成し、経済的繁栄を進める、とてつもない潜在力を持った、イノベーションの波である。しかし、真に持続可能な移行を実現するためには、電気自動車やグリーンビルディングといった目玉プロジェクトを超えたコラボレーションが必要である。グリーンイノベーションにより、アルミニウムのような素材の需要が急増するが、この素材を持続可能な方法で調達しなければ、気候変動政策によって確立された善行の多くが台無しになってしまう。脱炭素化に向けたライフサイクルアプローチの重要性は、各国政府や国際企業の間でますます認識されている。政府による重大なコミットメント、イノベーションの確かな歴史、成長著しいグリーン産業を持つ日本は、強固な環境を提供し、そこから日本のアルミニウムメーカーは、世界の低炭素移行の好機をつかむことができる。グリーン事業は、日本アルミニウム産業の成長の推進力となる。しかし、持続可能な事業がますますその低炭素ビジョンに見合う材料を要求する中、生産者はサプライヤーと協働し、その要求を満たさなければならない。顧客の気候目標に一致できなければ、公共・民間の分野を問わず、生産者は路頭に迷うことになる。しかし、これらの要求を先取りして低炭素素材を供給することに成功した企業は、利益と地球に必要なものの両方を手に入れることができる。

## 参考文献

Adams, Matthew, Victoria Burrows, Stephen Richardson, James Drinkwater, Christine Collin, Xavier Le Den, Lars Ostenfeld Riemann, Samy Porteron, Andreas Qvist Secher, 「内包された排出を可視化する」、世界グリーンビルディング会議、2019年、ロンドン、英国

Adler, Kevin, 「日本が2030年再生可能エネルギー目標を電源構成の36-38%まで引き上げ」、IHS Markit, 2021年7月22日、ロンドン、英国、<https://ihsmarkit.com/research-analysis/japan-raises-renewables-target-for-2030-to-3638-of-power-mix.html>

Audi, 「アウディはASIのCoC認証を初めて取得した自動車メーカーである」、2021年4月1日、インゴルシュタット、ドイツ、<https://www.audi-mediacenter.com/en/press-releases/audi-is-the-first-car-manufacturer-to-be-awarded-the-chain-of-custody-the-certificate-of-the-aluminium-stewardship-initiative-13543>

日本銀行、「金融政策に関する声明」、2021年7月16日、東京、日本、[https://www.boj.or.jp/en/announcements/release\\_2021/k210716a.pdf](https://www.boj.or.jp/en/announcements/release_2021/k210716a.pdf)

BioNova, 「低炭素アルミニウム：持続可能な建設及びリフォームのためのソリューション」、2020年、ヘルシンキ、フィンランド

BMW, 「砂漠の太陽パワーを活用：BMW グループがソーラー発電で製造されたアルミニウムを調達」、2021年2月2日、ミュンヘン、ドイツ、<https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0325353EN/harnessing-the-power-of-the-desert-sun:-bmw-group-sources-aluminium-produced-using-solar-energy?language=en>

Bloxsome, Nadine, 「Novelis 及び Volvo 車が自動車閉ループ再生システムを作成」、Aluminium International Today, 2019年12月13日、レッドヒル、英国、<https://aluminiumtoday.com/news/novelis-and-volvo-cars-create-automotive-closed-loop-recycling-system>

カーボントラスト、「低炭素一次アルミニウム認定の事例」、2020年、ロンドン、英国

気候透明性、「茶色からグリーンへ：実質ゼロ排出経済へのG20の移行」、国プロフィール：日本、2019年、ベルリン、ドイツ

Dean, Brian, John Dulac, Ksenia Petrichenko, Peter Graham, 「ゼロ排出効率及び強靱なビルディングに向けて：世界現状報告 2016」、ビルディング・建設世界連合、UNEP, 2016年、パリ、フランス

Edmondson, James, David Wyatt, 「高圧ハイブリッド車、バス、及びトラック 2021-2041」、IDTechEx, 2020年11月30日、ケンブリッジ、英国、<https://www.idtechex.com/en/research-report/full-hybrid-electric-vehicle-markets-2021-2041/788>

En+ Group, 「炭素の明確性」、2020年、モスクワ、ロシア、<https://enplusgroup.com/en/company/glance/carbon-clarity/>

En+ Group, 「En+ Group の金属部門が、世界最小の炭素フットプリントで記録の高純度アルミニウムを製造」、2021年4月13日、モスクワ、ロシア、<https://enplusgroup.com/en/media/news/press/en-group-metals-segment-produces-record-breaking-high-purity-aluminium-with-world-s-lowest-carbon-fo/>

Deloitte, 「2020世界自動車消費者調査」、2020年、ニューヨーク、米国

Deloitte, 「2021世界自動車消費者調査」、2020年、ニューヨーク、米国

Desai, Pratima, 「自動車部品メーカーが電気自動車におけるアルミニウムの役割にスポットを当てる」、Reuters, 2020年7月27日、ロンドン、英国、<https://www.reuters.com/article/us-aluminium-electric-autos-analysis-idUSKCN24S1QM>

Dinsmore, Eoin, 「電気自動車はアルミニウム需要を変革する」、CRU, 2018年2月15日、ロンドン、英国、<https://www.crugroup.com/knowledge-and-insights/insights/2018/electric-vehicles-to-transform-aluminium-demand/>

Dooley, Ben, Hisako Ueno, 「世界が電動車に走る中、なぜ日本は躊躇するか」、New York Times, 2021年3月9日、ニューヨーク、米国、<https://www.nytimes.com/2021/03/09/business/electric-cars-japan.html>

Eckstein, David, Vera Künzel, Laura Schäfer, 「世界気候リスク・インデックス2021」、Germanwatch, 2021年1月、ボン、ドイツ

Fitzpatrick, Liam, Bastian Synagowitz, Nick Snowdon, 「RIOのカナダアルミニウム事業における隠されたバリュー」、ドイツ銀行リサーチ, 2020年、フランクフルト、ドイツ

Gakuto, Takako, 「自動車製造者の炭素取引を義務付けに日本が動く」、日経アジア, 2020年12月4日、東京、日本、<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1-2X00rYeUYJ:https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Climate-Change/Japan-moves-to-mandate-carbon-trading-for-automakers+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=uk>

Garibaldi, Matias, Eric Hannon, Kersten Heineke, Emily Shao, 「次の普通におけるモビリティ投資」、McKinsey, 2021年3月4日、ニューヨーク、米国

Gersdorf, Thomas, Russell Hensley, Patrick Hertzke, Patrick Schaufuss, 「危機後の電気モビリティ:なぜ自動車減速はEV需要に悪影響を与えないか」、McKinsey, 2020年9月、ニューヨーク、米国、<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/electric-mobility-after-the-crisis-why-an-auto-slowdown-wont-hurt-ev-demand>

Gorner, Marine, Leonardo Paoli, 「2020年の世界の電気自動車販売がどのように Covid-19 に抵抗したか」、国際エネルギー機関, 2021年1月28日、パリ、フランス、<https://www.iea.org/commentaries/how-global-electric-car-sales-defied-covid-19-in-2020>

日本政府、「気候変動に関するアンケート調査」、2021年3月19日、東京、日本、<https://survey.gov-online.go.jp/r02/r02-kikohendo/index.html>

日本政府、「2050年のカーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」、2020年12月25日、東京、日本

Hannon, Eric, Tomas Naclér, Anders Suneson, Fehmi Yuksel, 「ゼロ炭素車:材料排出の削減が次の行動」、McKinsey, 2020年9月18日、ニューヨーク、米国、<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/the-zero-carbon-car-abating-material-emissions-is-next-on-the-agenda>

ホンダ、「ホンダ サステナビリティレポート2020」、2020年7月、東京、日本

国際エネルギー機関、「主要市場の世界電気自動車販売2010-2020」、2020年12月2日、パリ、フランス、<https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-sales-by-key-markets-2015-2020>

国際エネルギー機関、「日本 2021年エネルギー政策批評」、2021年5月、パリ、フランス

国際アルミニウム機構、「アルミニウム分野の2050年へ向けた温室効果ガスの道筋」、エグゼクティブサマリー, 2021a、ロンドン、英国

国際アルミニウム機構、「アルミニウム分野の2050年へ向けた温室効果ガスの道筋」、見識, 2021b、ロンドン、英国

日本アルミニウム協会、「アルミニウム VISION 2050」、2020年9月、東京、日本

日本自動車工業会、「日本の自動車産業2020」、2020年8月、東京、日本

日本国際協力銀行、「COVID-19後の成長機能(脱炭素社会に向けた海外事業活動の促進に対する機能ウインドウ(「脱炭素化促進ウインドウ」)融資条件の主要点」、2021年1月29日、<https://www.jbic.go.jp/en/information/news/news-2020/0129-014228.html>

日本サステナブルフォーラム、「サステナブル投資残高アンケート」、2020年2月7日、東京、日本、<http://japansif.com/200207.pdf>

日本サステナブルフォーラム、「サステナブル投資残高アンケート」、2016年1月15日、東京、日本、<http://japansif.com/160115.pdf>

Klarén, Fredrika, 「車産業の再改革:変化を好むドライバーとしての透明性」、Business Green, 2021年2月16日、ロンドン、英国、<https://www.businessgreen.com/opinion/4027232/reinventing-car-industry-transparency-driver-change>

Kojima, Satoshi, Kenji Asakawa, 「世界気候政策を背景にした日本の炭素価格の予測」、Arimura Toshi, Shigeru Matsumoto (eds), 「日本の炭素価格。アジア太平洋における経済、法律、及び機関」、Springer, 2021年、シンガポール

KPMG, 「世界自動車エグゼクティブ・サーベイ2020」、2020年、トロント、カナダ

Mace, Matt, 「再生アルミニウムがJaguar Land Roverの排出4分の1削減の手助け可能」edie, 2020年8月21日、東グリンステッド、英国、<https://www.edie.net/news/5/Recycled-aluminium-to-help-Jaguar-Land-Rover-reduce-emissions-by-a-quarter/>

日本経済産業省、「環境イノベーションに向けたファイナンスのあり方研究会 中間報告」、2020年9月16日、東京、日本、[https://www.meti.go.jp/english/press/2020/pdf/0916\\_001b.pdf](https://www.meti.go.jp/english/press/2020/pdf/0916_001b.pdf)

日本経済産業省、「脱炭素社会の実現をイノベーションで切り拓く企業の取組を応援します」、2020年10月9日、東京、日本、[https://www.meti.go.jp/english/press/2020/1009\\_001.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2020/1009_001.html)

日本経済産業省、「グリーンイノベーション基金事業の基本方針を策定しました」、2021年3月12日、東京、日本、[https://www.meti.go.jp/english/press/2021/0312\\_002.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2021/0312_002.html)

日本経済産業省、「「クリーンエネルギー自動車導入補助金」について」、2021年3月26日、東京、日本、[https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/mono/automobile/cev/cev\\_hojokin.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/cev/cev_hojokin.html)

日本環境省、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」、2002年、東京、日本、<https://www.env.go.jp/en/laws/recycle/09.pdf>

日本環境省、「第四次循環型社会形成推進基本計画」、2018年、東京、日本、[https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/4th-f\\_Plan\\_outline.pdf](https://www.env.go.jp/en/recycle/smcs/4th-f_Plan_outline.pdf)

日本環境省、「第四次循環型社会形成推進基本計画の進捗状況の第1回点検結果について」、2020年12月1日、東京、日本、<https://www.env.go.jp/press/108666.html>

日本環境省、「令和3年度予算案における環境保全経費の概要について」、2021年2月15日、東京、日本、<https://www.env.go.jp/press/109102.html>

日本環境省、「循環経済パートナーシップを立ち上げました」、2021年3月2日、東京、日本、<https://www.env.go.jp/press/109225.html>

日本環境省、「「サーキュラー・エコノミーに係るサステナブル・ファイナンス促進のための開示・対話ガイダンス」の公表について」、2021年1月19日、東京、日本、<https://www.env.go.jp/press/108893.html>

日本財務省、「2021年度予算案のハイライト」、2020年12月21日、東京、日本、<https://www.mof.go.jp/english/budget/budget/fy2021/01.pdf>

日本外務省、「菅首相が気候関連首脳サミットに出席」、2021年4月22日、東京、日本、[https://www.mofa.go.jp/ic/ch/page6e\\_000236.html#:~:text=Prime%20Minister%20Suga's%20](https://www.mofa.go.jp/ic/ch/page6e_000236.html#:~:text=Prime%20Minister%20Suga's%20)

attendance%20at%20the%20Leaders%20Summit%20on%20Climate,-April%2022%2C%202021&text=At%20the%20summit%2C%20Prime%20Minister,of%20net%2Dzero%20by%202050。

MIT テクノロジー評論、「グリーン未来インデックス」、マサチューセッツ工科大学、2020年、ケンブリッジ、米国、<https://www.technologyreview.com/2021/01/25/1016648/green-future-index/>

Nakano, Katsuyuki, Ken Yamagishi, 「炭素税の増加が日本の製品価格に与える影響」、Energies, 14, 1986年、2021年、MDPI、バーゼル、スイス

Nalk, 「Nalk レポート：日本アルミニウム市場」、Vol.354、2021年3月、東京、日本

日産、「日産が持続可能な成長及び収益性を優先する転換計画を発表」、2020年5月28日、横浜、日本、<https://global.nissannews.com/en/releases/release-293ce8d1ca9dbfc2922d2297c900ebc5-200528-03-e>

Regalado, Francesca, Eri Sugiura, 「車、住宅、及び鋼鉄：日本の産業が菅首相の炭素誓約を警戒」、日経アジア、2021年4月27日、東京、日本、<https://asia.nikkei.com/Spotlight/Asia-Insight/Cars-homes-and-steel-Japan-industries-wary-of-Suga-carbon-vows>

Saint-Gobain, 「Saint-GobainによるSCORE」、2018年、パリ、フランス

Stall, Robert, 「高度モビリティが鉱物・金属分野をどう妨害するか」、EY, 2020年、ロンドン、英国

Statista, 「2010-2019年の日本のハイブリッド車新規登録」、2020年7月、<https://www.statista.com/statistics/682120/japan-hybrid-vehicle-new-registration/>

Winkler, Markus, Caroline Segerstéen Runervik, James Robey, Philippe Vié, Sebastian Tschödrich, Florent Andrillon, Amol Khadikar, Jerome Buvat, Shahul Nath, Gaurav Aggarwal, 「持続可能な時代の自動車産業」、Capgemini, 2020年、パリ、フランス

世界銀行、「気候対策のための鉱物：クリーンエネルギー移行の鉱物産業」、2020年、ワシントンDC、米国

世界経済フォーラム、「気候に優しいアルミニウム：アルミニウム産業の脱炭素化への道筋を探求する」、2020年、ジュネーブ、スイス