

# 日本のアルミニウム産業

## 製錬業の盛衰と加工業の現況

### 要約

三和 元

#### 序章 課題と方法

アルミニウムは、現代社会を支える金属素材として鉄や銅と並ぶ重要な地位を占めている。新地金ベースのアルミニウム消費量は、2010年には中国の1580万トン、アメリカの424万トンに次いで、日本は202.5万トンで世界第3位と推定されている。日本のアルミニウム製錬業は、1978年には年産能力164万トンと世界第3位の規模に達し、1980年までは国内消費に対して60%を越える自給率を維持していた。しかし、2回のオイルショックと円為替の上昇によって製錬企業はあいついでアルミニウム製錬から撤退し、1990年以降は新地金の国内生産は日本軽金属(株)の蒲原工場が、年産2万トン～5千トン程度を生産するのみという状態になった。その後、2014年3月末に蒲原工場もアルミニウム製錬を停止し、日本のアルミニウム製錬は1934年以来80年の歴史を閉じた。

国内アルミニウム製錬業が衰退した後も、圧延・鋳造などの加工業は、開発輸入を軸とした海外からの原料供給に依存しながら発展を続けて国内アルミニウム製品需要の大部分を賄っている。しかし、資源問題がますます深刻化するなかで、原料自給率が低い日本のアルミニウム産業は、今後どのような問題に直面するであろうか。これまでアルミニウム産業が辿った歴史を振り返りながら、アルミニウム産業の現状を分析し、将来を展望した場合の問題点を検討し、ミクロな産業企業戦略・経営戦略、マクロな産業政策・資源政策として取り得る選択肢を探ることが本論文の課題である。

アルミニウム産業に関しては、自然科学分野は別として、経済学・経営学分野では研究史の蓄積が比較的乏しい。アルミニウム関連企業が「社史」として刊行した文献、企業関係者が刊行した文献、通商産業省（経済産業省）関係のアルミニウム産業政策関連文献があるが、産業発展と産業衰退の歴史的要因を分析する方法は明確に提示されてはいない。既刊文献によって歴史的事実関係を確認しながら、社会科学の分野で、科学的方法として積み上げられてきた研究方法を踏まえて、あらためて分析方法を構築し、課題と取り組むことにしたい。

#### 第1章 アルミニウム産業概論

第1節世界のアルミニウム産業では、世界のアルミニウム工業発達の歴史を概観し、1970年代からアルミニウム生産国の地理的構造変化（北アメリカ・西ヨーロッパのシェア減少、オーストラリア・ブラジル・ソ連・中国のシェア拡大）が進んだことを明らかにする。アルミニウム製品市場では、製品の用途が構成変化

(建築・建設関連需要が大きい時期から自動車を中心とした輸送関連需要が大きい時期へと変化)を伴いながら拡大し、主要消費国の1人当たりアルミニウム消費は増加を続ける状況を素描する。ボーキサイト・アルミナ・アルミニウム地金・アルミニウム製品加工について、主要生産国と主要生産企業、市場構造と産業組織の変遷を明らかにする。

第2節日本のアルミニウム産業の特質では、日本のアルミニウム産業の特質として、①素材と製品の国際分業体制、②製品の輸出入比率が低く国内市場が中心、③輸送分野の消費が多く包装・容器の消費が相対的に小さい、④企業の規模が国際的に比較して小さいことを指摘した。

## 第2章 日本におけるアルミニウム産業の展開

第1節戦前期から戦後復興期まででは、戦前期の日本のアルミニウム産業の歴史を内地と海外にわたって概観し、第2次大戦後の対日占領政策とアルミニウム産業の関係を分析し、戦後経済復興とともにアルミニウム需要が増大し既存のアルミニウム企業3社が生産を拡大する過程を述べた。

第2節高度成長と製錬業への新規参入では、日本経済が高度成長期を迎えアルミニウム市場が急速に拡大するなかで、アルミニウム製錬業が発展する時期を対象に、アルミニウム製錬業への新規参入と既存企業の設備拡大の過程を分析した。ここでは、寡占状態にある業界への新規企業の参入を産業組織論的な参入障壁問題を手がかりとして分析をおこなう方法と、企業が外部環境に対応しながらどのような経営戦略を選択したかを分析する方法を採った。まず、ビジネスチャンス(地金需要の急拡大)と参入障壁の実態を明らかにし、新規参入の事例を参入フローチャート(①ビジネスチャンスと参入障壁の認識→②経営内部状況を踏まえた参入への動因の確認→③参入の初期戦略の構想と条件変化に応じた戦略変更→④戦略の実行)を想定しながら分析した。三菱化成工業、三井アルミニウム工業、住軽アルミニウム工業の3社について、それぞれがビジネスチャンスをどのように把握したうえで、新規参入・新投資への障壁にどのように対処する経営戦略をたてながら新規参入を実現させたかを解明した。また、3社のほかに八幡製鐵、古河アルミニウム工業、神戸製鋼所の3社が新規参入を計画したが実現にいたらなかった経緯を明らかにした。そして、既存企業3社も新投資への障壁を克服する経営戦略の下で事業拡大を進めた経緯も分析した。最後に、新規参入3社の経営戦略の適否を評価した。第1次オイルショック発生前の時点までは、製錬業への新規参入は成功したが、その後の電力コスト上昇と円高に伴う輸入地金価格低下によって世界のアルミニウム製錬業界への参入障壁が高くなった状況下では、新規参入戦略は経営的失敗を招かざるを得なかったのである。

## 第3章 日本アルミニウム製錬業の衰退

第3章では、日本のアルミニウム製錬業が、オイルショック後の電力コスト上昇と円高に伴う輸入地金価格低下によって国際競争力を失い不況産業化し、政府の産業政策のもとで構造改善が進められたが、第2次オイルショック後の1980年

代に国内製錬業は急速に衰退する歴史過程を、産業史的アプローチと経営史的アプローチによって分析した。

第1節外部環境の変化では、経営環境の変化を国際的需給関係、円為替相場、オイルショックの面から分析し、それらがアルミニウム製錬業の経営に及ぼした影響を数量的に解析した。特に、アルミナ・重油の輸入価格と国内人件費の上昇による製錬コストの上昇を推計し、輸入地金の円価格の変化と対比することによって、オイルショックと円高の影響を明らかにした。

第2節アルミニウム製錬からの撤退では、製錬各企業が製錬事業から撤退するにいたるまでの具体的な過程を、撤退フローチャート（①事業環境の変化を主体が認識→②変化への経営的対応→③主体の内部に製錬撤退の動因蓄積→④撤退戦略の選択→⑤撤退を可能にする内部的・外部的要因の整備→⑥撤退実現）を念頭に解明した。まず、最初に撤退した住軽アルミニウム工業の場合を検討し、火力発電所の燃料を重油から石炭に転換する工事に着手しながら、住友軽金属・住友金属工業の意向で事業を停止する経緯を分析した。次に昭和電工・昭和軽金属の場合を取り上げ、オーストラリアのコマルコとの資本提携を図りながら、経営トップの早期の決断で撤退が実行された事情を明らかにした。3番目に撤退した住友アルミニウム製錬の場合は、日本企業の中では最も地金の開発輸入に力を入れており、国内生産拠点を整理して富山製造所に生産を集中させ、富山共同火力発電の石炭焼き転換を実行したが、1985年のプラザ合意以降の急速な円高に直面して遂に1936年以来の住友のアルミニウム製錬事業の幕を閉じた。4番目に撤退した三菱軽金属工業も、地金の安定確保のために開発輸入にも力を入れ構造改善計画に沿って設備縮小を実施したが、業績回復の見通しは立たず製錬を停止した。

次に、参入が遅かった三井アルミニウム工業の場合を検討した。同社に関しては、企業関係者による内部資料を用いた歴史記述が2種類公開されていて、経営史的分析に必要なデータが得やすいので、最も詳細な検討を加えることができた。開業当初から設備投資の金利負担の重さが経営を圧迫しており、赤字経営から脱却する道を生産規模の拡大に求めたが、第2期工事が開始されたところに第1次オイルショックに見舞われ、建設費は当初の見込額を大きく上回って金利負担は過重された。当初から三池炭を使用した火力発電で電力コストは比較的低かったが、オイルショックの後、電力用炭の基準価格も上昇して製造コストは上昇した。電力コスト削減に関しては、輸入炭の使用が考えられたが、1979年度までは輸入枠は制限されていたし、その後も参入動機であった三池炭使用へのこだわりから輸入炭使用は進まなかった。国内価格維持のための地金備蓄制度、不況カルテルに参加したが、製造コストの上昇は避けられなかった。1978年の第1次構造改善計画では、2億8768万円の構造改善資金の交付を受けたが、1978年度の経常損益は65.8億円の赤字で交付金の経営改善効果は大きくなかった。

1979年からの第2次オイルショックは、ふたたび原油価格の高騰による電力コスト上昇を招いた。ところが、物価上昇を見込んだ仮需要の発生で国内地金市況は一時的な活況を呈し、国際的な地金需給もタイトになって国際価格は上昇し、円安の影響も加わって、輸入地金価格が国産地金価格を上回る状態も出現した。

この一時的好況のなかで、アルミニウム各社の経営収支は1979年度と80年度には好転した。三井アルミニウム工業も1979年度には16.9億円、80年度には55.4億円の経常利益をあげ、累計損失も減少し、1979年度には債務超過状態から抜け出すことができた。しかしながら、このアルミ好況は長続きせず、1981年度からふたたび赤字経営に転落した。事態を打開するために、新製品導入（高純度アルミニウム）、大型炉開発、新製錬法開発、企業再編成（アルミナ製造との合併）など三井グループの支援を受けながらさまざまな取り組みを試みた。

この間、政府によるアルミニウム製錬業支援が行われ、三井アルミニウムの場合には、2次にわたって交付された構造改善資金が合計4億3759万円、輸入税免除・軽減措置による支援が推定57億759万円であった。1978年度からの9年間の経常損益の累計損失額は603.8億円であるから、政府支援は損失累積を8.6%程度軽減する効果があったことになる。プラザ合意以降の円高の中で、累積赤字処理のために第2会社が設立されて規模を縮小した再建が図られたが、三井グループは事業の継続は困難と判断し、製錬からの撤退を決定した。

日本軽金属も、オイルショック後、購入電力価格の高騰によるコスト増に苦しめられ、新潟工場、苫小牧工場の操業を停止し、規模を縮小した蒲原工場のみによる操業を続けることとなった。最後のアルミニウム製錬工場となった蒲原工場も2014年3月末で製錬を停止し、日本におけるアルミニウム製錬の歴史は終焉した。

第3章の小括では、撤退はなぜ回避できなかったかを検討した。電力コスト削減策として、製錬企業は、ヨーロッパで行われている製錬用電力料金の割引制度を日本にも導入するよう政府に求めた。一時は通商産業省でも割引制度が検討されたが、適用を望む業種が増えることを危惧する電力会社の反対で実現はしなかった。共同火力発電所燃料の重油から石炭への転換補助措置が講じられたが、住友グループが実施した石炭転換も、撤退を止める力は持たなかった。電力節減型の新しいアルミニウム製錬技術として、溶鋳炉製錬法の研究開発が進められたが、実用化には至らなかった。結局、電力コストの上昇を抑える有効な手段は得られず、製錬業の経営改善の見通しは立たなかったのである。

国内製錬業に最後のとどめを刺したのは、日米交渉のなかで、アルミニウム地金関税がアメリカ並みに引き下げられたことだと言われている。1985年の市場開放行動計画のなかでは、アルミニウム製品の関税引き下げは明示されていたが、地金関税は政策措置として維持することとされていた。ところが、同時に進められていた皮革と革靴をめぐる日米交渉のなかで、皮革・革靴の輸入規制を続ける代償として、アルミニウム地金関税を1988年1月から1%に引き下げることが合意された。9%の地金通常関税は、国内製錬を保護する効果を持っていたし、関税減税制度によって製錬企業は構造改善資金を得ていたのであるから、9%が1%になればこのようなメリットはすべて失われる。製錬業存続を基本方針としてきた政府が、なぜこの時点で代替的措置を講じることもなくこのような政策選択をしたのかは未解明である。関税引き下げに加えて、1985年のプラザ合意による円高の進行が日本のアルミニウム製錬の衰退を決定づけたとすることができよう。

企業経営的観点からは、アルミニウム製錬からの撤退は合理的な選択であった。円高が進行する中で、アルミニウム圧延加工部門は安い原料地金を取得できるようになり、原料と製品の国際分業関係が形成されたわけで、国民経済からするとそのメリットは大きかったと評価できる。

## 第4章 アルミニウム産業政策の評価

危機に直面したアルミニウム製錬業に対して、産業構造審議会アルミニウム部会は、1977年には製造能力を年産125万トンに縮減する構造改善を答申し、その後も資源の安定確保の観点からアルミニウム製錬業を国内に残すことを基本方針としながら、適正生産規模を110万トン・70万トン・35万トンに縮小する構造改善策を相次いで答申した。答申に沿って展開されたアルミニウム政策の実態解明とその評価が第4章の課題である。

アルミニウム産業政策に関しては、①国際分業に委ねて国内生産の縮小を円滑化させる積極的調整政策と②生産能力維持のために必要な措置をとって国内製錬を維持する政策というふたつの選択肢があった。本章では、アルミニウム産業政策の展開過程では、はじめは②の政策が選択され、第2次オイルショックを境に、政策基調が①に移行したことを指摘する。そして、①と②の政策がそれぞれの目的に対してどのような政策効果を上げたかを検討して、アルミニウム産業政策の役割を評価する。

第1節政府のアルミニウム産業政策では、政府のアルミニウム産業政策の展開過程を、産業構造審議会の第1次答申から第5次答申までを辿りながら、1981年第4次答申でアルミニウム産業政策の重点が国際競争力強化による国内製錬業維持から競争力が低下した製錬業の円滑な縮小へと転換したこと、つまり政策基調が②から①へと移行したことを明らかにする。政府内部での政策決定過程は判明しないが、状況証拠からすれば、1985年頃までにアルミニウム国内製錬の維持政策は放棄されたと推定される。

第2節アルミニウム製錬政策の効果では、アルミニウム製錬政策の効果の評価する。まず、国際競争力の回復・国内製錬維持を政策基調とした時期について、地金備蓄制度は一般会計からの利子補給を受けた滞貨金融の役割を果たしたこと、生産制限勧告・不況カルテルは国内地金在庫調整には効果があったが、反面では減産に伴う生産コストの上昇が企業収益にマイナスの影響を及ぼしたことを明らかにした。そして、設備凍結・削減措置と関税割当制度による構造改善資金援助の総額を推計し、構造改善資金の交付は過剰設備処理の企業負担をある程度軽減し、構造改善を促進させる効果があったと評価した。1978・79年度の各社合計の経常収支は25億円の黒字となるから、交付金合計37.6億円は経常収支を黒字にする効用があったと言って良からう。1980年度は、交付金なしでの黒字化が実現したのである。1978年第3次答申までの構造改善による競争力の回復という目標は一時的にせよ実現されたと見ることができる。しかし、製錬企業経営の黒字化は2年間で終わり、1981年度からは巨額の赤字経営が続くことになった。経営再赤字化の要因は、世界的不況のなかでの国際的な需給緩和による地金価格の低落

で、世界経済環境は1986年まで好転することはなく、国際競争力回復の機会は訪れなかった。

国際競争力の回復に代わって適正な国内製錬能力・自立基盤の回復保持が政策目標となり、政策基調は前述の②から①の積極的調整へと移行した。そのために取られた措置は、関税減免制度、電力コスト削減、開発輸入促進、技術開発援助などであった。1982年度から実施された関税減免制度による減免税総額は475.6億円と推計できる。製錬企業の経常損益との関係で見ると、1982年度からの5年間で関税軽減措置は各社合計の経営赤字を16.5%程度改善する効果があったことになる。政府の資金面からの支援は、設備削減を実行する企業経営が蒙る損失を多少なりとも軽減させる効果を持ち、国際競争力を失った産業の縮小を円滑にする政策としての役割を果たしたといえよう。

電力コストの削減策として火力発電所の燃料の重油から石炭への転換工事支援措置が設けられ、1982・83年度に43億円が準備された。この制度で住友系2社が燃料転換を実施した。住友アルミニウム製錬は、石炭焚きへの転換で発電単価の引き下げを実現したが、市価に対する原価割れを解消するにはいたらないレベルにとどまった。電力コストを大幅に削減するためには新しい製錬技術（溶鋳炉法）の開発が必要であった。政府は補助金11億円を支出し、各社が協力してベンチスケールによる開発実験まで到達したが、高温に耐える炉材確保が困難で研究開発は中止され成果が稔ることはなかった。

開発輸入に対しては巨額な政策的支援（海外協力基金の出資・日本輸出入銀行の協調融資）もおこなわれて効果は大きかったが、これについては、第5章で詳しく検討する。

世界アルミニウムメジャーが一貫経営体制をとっていることから、アルミニウム産業の国際競争力強化のためには、製錬部門と圧延部門の垂直統合による業界再編成が必要であるとの見解が産業構造審議会答申で示されていた。しかし、住友軽金属工業が一貫生産を意図して住軽アルミニウム工業を設立して製錬に参入したが、結局は失敗した事例に見られるように、アルミニウム産業の場合には、一貫生産による経営の効率性上昇効果は鉄鋼業の場合のように高くはないようで、積極的な政策的誘導もおこなわれることはなく、この方向での業界再編成は進められなかった。

撤退産業を円滑に縮小する政策という観点から製錬業に対する政策措置を振り返ってみると、特定不況産業安定臨時措置法によるアルミニウム製錬業指定（1978年7月）以来、約10年をかけて年産164万トンの設備能力を年産3.5万トンに縮小させたことになる。従業員数は1978年の8286人から88年の483人に減少した。この間に投入された政府資金は、1374億6300万円と推定される。

衰退産業の代表格である石炭産業の場合は、1959年の石炭鋳業審議会答申以来、「ポスト第8次」政策（1992～2001年度）まで約40年にわたって構造調整政策が進められ、1960年の956事業所、従業者32万人、生産量5107万トンから、2000年には15事業所、従業者2700人、生産量313万トンへ規模が削減された。政府の支援は、補助金・交付金・海外炭助成合計で、1960～2000年度に総額9215億

4270 万円に達し、これに鉱害復旧事業費・保安事業費・危害防止工事費を加えると総額は 2 兆 5220 億円になる。

規模・期間や方法が異なるから比較は難しいが、政府資金投入総額ではアルミニウム製錬はかなり小さい。とはいえ、石炭産業政策が撤退支援の性格を強めた第 4 次石炭政策（1969～72 年度）から第 7 次石炭政策（1982～86 年度）までの 18 年間を見ると、鉱害・保安関係を除いた石炭産業への資金投入額は年間平均 375 億 7661 万円であり、アルミニウム製錬業への資金投入額 10 年間平均 137 億 4630 万円は、石炭産業の 37%ほどの額である。また、生産額合計に対する資金投入総額の割合も、アルミニウム製錬（1978～87 年）で 7.6%、石炭産業（1969～86 年、鉱害・保安関係を除く）で 18%と推計される。同じ期間中の平均従業員数で資金投入額を割った 1 人当たり資金投入額では、資本集約型のアルミニウム製錬業が 2931 万円で、労働集約型の石炭産業の 2178 万円を越える大きさになっている。アルミニウム製錬への政府資金投入額は、隅谷三喜男が「手厚い介護はない」と表現したほどに小さいものではなかったのである。

アルミニウム製錬を対象とした積極的産業調整政策は、「経済性を喪失し、将来とも回復改善の見込のない部分をできるだけ迅速かつ円滑に縮小」させた点では有効な政策であったと評価することができよう。

第 3 節アルミニウム製錬撤退の影響では、アルミニウム製錬撤退の影響を検討した。国内製錬が衰退したことが及ぼす一般的影響としては、まず、産業連関表の投入・産出の面からは、電力供給者である電力企業の売上減少が考えられる。しかし、製錬企業は自家発電所や共同火力発電所を備えている場合が多く、電力会社からの買電量は、電力使用量の 20%程度で、この買電量は最盛期でも電力会社の販売量の 1%強程度であるから、製錬業衰退の影響は大きいものではなかった。労働力は、1971 年頃で製錬従業者 1 万 3000 人、1980 年末で約 7100 人であった。衰退産業の代表格、石炭産業では 1960 年で約 32 万人、1970 年で約 6 万 9000 人であったから、相対的には離職者発生数は小さいと言える。

日本の国民経済への影響では、1977 年～1981 年平均の総生産額で、全製造業中のアルミニウム割合は 0.2%、非鉄金属中のアルミニウム割合は 6.1%であるから、それほど大きくはない。国内製錬が無くなった場合の貿易収支への影響を、1977 年から 1981 年までの 5 年間をサンプルとして推計すると、アルミニウム関係の輸入額は年間 2637 億円ほど増加する計算になる。この間の貿易収支は、オイルショックの影響で黒字幅が小さくなって年間 8000 億円程度の黒字にとどまっていたから、製錬業衰退によって、貿易収支にはかなり大きな影響が出たと想定される。

次に、製錬撤退がアルミニウム産業に及ぼした影響を検討する。産業構造審議会答申で国内の製錬維持を必要とする大きな論拠になっていた地金供給の安定性は損なわれたのであろうか。石油危機のような供給危機がアルミニウム地金についての現れることが危惧されたがこの懸念は杞憂に終わった。開発輸入の効果も作用して、地金供給の安定性は損なわれなかったと判断して良いであろう。しかし、製錬撤退が地金価格に影響を与えた可能性はある。地金の輸入価格は、ロンドン金属取引所 LME の相場を基準価格として、世界各地の需給関係等を反映した

プレミアムを加えたかたちで決まる。アルミニウム地金の対日プレミアムは、国内製錬業が消滅した直後に急騰し、その後高い水準にあるとの見方がある。また、地金の国内市場価格は、国内製錬企業の供給価格と輸入価格のふたつの要因で形成され、国内産地金は生産コストベース、輸入地金は市場価格ベースであった。貿易統計の地金の年平均輸入価格と国内価格の動き方には、1988年までと89年からでは変化が現れている。1988年までは差額の変動が大きく89年以降は小さくなっており、この変化は、国内製錬の撤退によって生じたと推定できる。国内製錬企業は、国内価格形成にある程度の影響力を持っていたのであり、国内製錬の衰退は、地金の国内価格決定システムを変化させたと言ってよい。

第4章の小括では、業界と政府の関係とアルミニウム業界内での製錬業と圧延加工業の関係について、その特質を指摘した。電気料金の特別割引制度をめぐることは、政府（通商産業省）は電力業界の反対を勘案してその新設は見送ったが、アルミニウム製錬業を国内に残すことの積極的な意義を政府等に納得させる論理を製錬側も持っていなかった。これは、アルミニウム産業内での製錬業と圧延加工業の利害関係の対立にも関わりがあった。圧延加工側は、国内製錬業からの安定的な地金供給を期待する一方で、地金コストの引き下げのためには海外地金輸入を望むという相反する選択肢が存在した状況は、アルミニウム産業政策の決定を複雑化する要因となっていた。電力業界の圧力で電力コスト削減策の実行が不可能であり、圧延加工業界からは低価格地金の供給を求める声が高まるなかで、通商産業省が国内製錬を維持することの限界を認めたと考えて良からう。

エネルギー価格の上昇と円高で国際競争力を失った製錬業を存続させるとすれば、かなりの規模の財政支援が必要となる。製錬撤退後の状況からすれば、巨額のコストを投入して製錬を存続させる政策的措置を選択しなかったことは、適切な判断であったと言えよう。

## 第5章 海外製錬の展開 — 国際分業体制 —

第5章では、日本の国内アルミニウム製錬が衰退した後、アルミニウム圧延加工業の発展を支えた開発輸入の実態とその役割を分析する。日本の金属工業は、第2次大戦後は原材料を海外からの輸入に依存しながら発展してきた。鉄鋼業では1950年代初期から、精銅業では50年代中頃から、アルミニウム製錬業では50年代末期から開発輸入が開始された。アルミニウム製錬業の開発輸入は、他の金属工業にくらべてやや立ち遅れたが、その原因を解明することが本章の第1の課題である。開発輸入の対象は、ボーキサイトからアルミナやアルミニウム地金に移っていった。その要因を分析することが本章の第2の課題である。それぞれの開発輸入プロジェクトごとに、どのような目的・意図に基づいて出資が行われたかを検討することが本章の第3の課題である。アサハン計画とアマゾン計画についてはナショナルプロジェクトとしての成否を評価することが本章の第4の課題である。1990年代以降、開発輸入が低調になった事情を解明することが、本章の第5の課題である。開発輸入はアルミニウム地金の安定供給に有効な役割を果たしたと評価することができるであろうかを検討することが、本章の第6の課題で

ある。アルミニウム製錬企業にとって、開発輸入に参加したことは、どのような経営面でのメリットあるいはデメリットをもたらしたのかを検討することが本章の第 7 の課題である。アルミニウム加工業にとって、原材料対策として開発輸入がどのような役割を果たしているかを評価することが本章の第 8、最後の課題である。

第 1 節資源の開発輸入では、アルミニウムの開発輸入と対比するために鉄鉱石と銅精鉱の開発輸入を概観する。

第 2 節アルミニウム地金の開発輸入では、まずボーキサイトの開発輸入を分析し、鉄鉱石や銅鉱にくらべると出足が遅かった理由を検討する。続いて、アルミニウム地金が開発輸入が地金供給に占める割合が拡大する過程を把握し、各プロジェクトごとの経緯と現状を明らかにする。メーカー系が開発輸入プロジェクトとして、①エンザス（ニュージーランド）、②ベナルム（ベネズエラ）、③アルパック（カナダ）、④ボイン・スマルターズ（オーストラリア）、商社系が開発輸入プロジェクトとして、①アルマックス（アメリカ）、②ポートランド・スマルターズ（オーストラリア）、③アロエッテ（カナダ）、④モザール（モザンビーク）、⑤サラワク（マレーシア）を分析する。

第 3 節ナショナルプロジェクトでは、ふたつのナショナルプロジェクトを取り上げる。アサハン（インドネシア）プロジェクトは、1967 年のアサハン川総合開発計画の検討から始まり、1975 年にインドネシアと日本の共同事業契約（北スマトラ州にアルミニウム地金製錬工場・アサハン川上流に水力発電所を建設）が調印された。日本側に日本アサハンアルミニウムが設立され、海外経済協力基金からの出資がおこなわれ、アルミニウム製錬各社と商社 7 社が参加したナショナルプロジェクトが、1977 年から始動し、1982 年に製錬工場が操業を開始した。現地企業イナルムの経営は開業直後から困難に直面し、2 回にわたる日本からの追加支援（融資返済猶予、追加出資）がおこなわれた。地金生産は軌道に乗り、日本への供給が続けられたが、基本協定の有効期限規定（30 年）により、2013 年でアサハン計画は終了することになった。日本側は追加投資によって生産能力を増強して合弁を続ける案を提示したが、インドネシア政府は株式の買い取りによる合弁事業の解消を主張し、結局、日本側は株式の売却に同意した。インドネシア政府の資源ナショナリズムへの政策転換によって、アサハン計画からの開発輸入は幕を閉じることとなった。

アマゾン（ブラジル）プロジェクトについては、1973 年にアルミニウム製錬所・ツクルイ発電所建設計画を検討することについての日伯合意が形成され、1976 年にアルブラス（アルミニウム製錬）計画とアルノルテ（アルミナ製造）計画が決定された。1977 年には日本アマゾンアルミニウムが設立され、海外経済協力基金からの出資を受けたナショナルプロジェクトが始動し、1985 年に電解第 1 系列が操業を開始し、翌 86 年 12 月に第 1 期設備がフル生産に入った。アサハン・プロジェクトと同じく、アルブラスの経営は最初から困難に直面し、2 回にわたる追加支援が実施された。設備増強が進められ、アルブラスは 2004 年には累積損失を一掃し、2005 年には初めての配当を実施することが可能になった。

第 5 章の小括では、第 1 の課題については、開発輸入がやや遅れた原因として、ボーキサイトが比較的供給が安定した資源であったこと、化学工業から発生した製錬企業の場合には資源開発による原料確保という原材料対策への関心が低かったことを指摘した。第 2 の課題については、新規参入 3 社にとってはボーキサイトの安定確保は考慮対象外であり、地金の開発輸入が重要であったこと、特に、製錬企業は、製造原価のなかの固定費比率を低くするために、輸入地金を調整弁として使用しながら操業度を高く維持する生産戦略を取ったので安価な輸入地金の確保の方法として開発輸入を進めたことを指摘した。第 3 の課題、開発輸入が盛んに行われた理由については、国内製錬の国際競争力が失われたことに対応して製錬企業が海外に地金供給拠点を求めたこと、圧延・加工事業、2 次加工事業を営む企業が安価な新地金の供給源を海外に求めたことなどを明らかにした。

第 4 の課題、ナショナルプロジェクトとしてのアサハン計画とアマゾン計画の評価については、発展途上国であったインドネシアとブラジルに対する経済開発援助という意味からは成功した事例で、開発輸入全体から見ると両プロジェクトが占める割合は高く地金の安定供給の上では重要な役割を果たしたといえる。しかし、海外事業投資の効率性の面から見ると、円高という外部環境の変化が主因とはいえ、好成績とは評価できない。アマゾンプロジェクトは、利益配当が可能なところまで経営を改善し、現在にいたるまで開発輸入プロジェクトとしての役割を続けている。これに対して、アサハン・プロジェクトは、契約期限の更新には失敗し、売却価格に不満を残したまま手放すことになって、巨額の資金を投入したナショナルプロジェクトとしては、失敗に近い。

第 5 の課題については、量的には安定した供給が確保される状態が達成されたために新規の開発輸入は減少しといえよう。ナショナルプロジェクトの経営不振を目の当たりにして、開発輸入のリスクの高さを改めて認識したことも、新規プロジェクトへの消極姿勢の一因となった。第 6 の課題については、開発輸入は数量面での地金安定供給には有効であったが、開発輸入でも、LME 価格基準が通例となり、地金価格の低値での安定を図ることはできなかったと言わざるを得ない。第 7 の課題については、地金価格が上昇傾向を示していた 1970 年代は開発輸入に参加したメリットを享受できた可能性は高いが、1980 年代に入ってから国際市況が低迷し、円高が国内価格引き下げ圧力をかける時期には、開発輸入は企業経営にとってデメリットとなる場合が多くなった。本章の第 8、最後の課題については、アルミニウム加工業にとっても 1970 年代までは開発輸入のメリットは大きかったが、その後はデメリットも生じ、開発輸入の役割は、1990 年代まででほぼ終わったと言って良からう。

## 第 6 章 日本のアルミニウム産業

第 1 節国内市場の拡大では、アルミニウム製品の国内市場が拡大する過程を需要用途別に検討し、アルミニウム製品についてどのようなマーケティングがおこなわれるかを見た。自動車、住宅、照明、家電、エネルギー、ロボット、食品、半導体、情報通信、医療・介護・バイオ・健康、航空、宇宙、土木製品・土木構

造物、鉄道車両などの分野で、アルミニウムの製品特性を活かす新しい需要開拓と素材・加工に関する技術の開発が進められている。

第2節アルミニウム産業の現状では、完全に加工専門型となった日本のアルミニウム産業の現状を明らかにした。日本のアルミニウム産業は、大別すると、高純度アルミニウム・2次地金を製造する地金部門、1次加工をおこなう圧延・押出部門、鋳造・ダイカスト・鍛造をおこなう鋳鍛造部門、2次加工を行う加工・組立部門に分かれている。それぞれの部門について、生産・需要のあり方と産業組織（企業のシェア）とを分析した。

第3節海外進出 日本企業の海外展開への対応では、国内市場を中心に事業を展開してきたアルミニウム産業が、日本の自動車産業、家電産業の海外進出が盛んになるとともに、部品需要に応じて海外に進出する姿を解明した。日本企業の海外進出の全体像を概観したうえで、アルミニウム加工部門の海外展開を検討した。加工部門といっても、自動車企業や家電企業、産業機械企業などが自社内部に鋳造・ダイカスト・鍛造などアルミニウム製品製造部門を持って海外に進出する事例は対象外として、それらの製造業の関連部品メーカー、建材メーカー、包材メーカー、合金メーカー、金属加工メーカーなどの海外進出を対象にした。対象となる企業の範囲は正確には限定できないので、アルミニウム業界専門誌『アルトピア』が「アルミニウム企業の海外進出状況」として抽出している企業とそれに記載外の企業を検討対象とし、各企業又は親会社のウェブサイトでは事業内容などを確認する作業を行った。販売、貿易などを目的とした企業は除外し、現地で生産活動を行っている子会社・関連会社に限定して、本論文付属資料に示した456社を対象企業として選定した。海外会社456社の親会社は125社で、1社平均で3.6社の海外子会社・関係会社を持っている。資本金が100億円を超える大規模企業27社が親会社となっている海外会社は172社で、親会社1社当たりの海外会社は6.4社である。一方、中小企業（中小企業基本法による資本金3億円以下の企業）は55社で、親会社の44.7%を占めている。中小企業が親会社となっている海外子会社・関係会社は113社で全体の25.9%に当たる。中小企業も1社平均で2.1社ほどの海外会社をもっていることになる。

そして、アルミニウム産業の海外進出状況を年代、地域・国別、業種別に整理した。年代別では、1980年代前半は8社が設立され、80年代後半から海外進出が活発になって44社が設立され、1990年代前半は51社、後半は75社、2000年代前半は99社と海外会社は増加している。製造業全体の海外進出動向では、バブル崩壊後に低迷が見られるが、アルミニウム関連では、これとは異なって件数は増加を続けている。地域・国別では、456社中の353社がアジア地域であり、北米が56社、欧州が25社、中南米が20社となっている。製造業全体との比較では、アジアへの進出が目立っている。アジア地域では、1980年代まではタイ、マレーシアへの進出が中心であったが、1990年代以降は中国が中心になり、アジア企業353社のうちで、中国が142社、40.2%を占めている。業種別では、自動車など輸送機器、電機・一般機器、金属・加工、建設、容器の5種に区分すると、456社のうち247社が輸送機器関連で、金属・加工関連が120社、電機・機器が45社、

建設が 34 社、容器が 10 社である。

次に、事例分析として、件数が多い中国への進出状態を分析した。まず、中国への日本企業の進出動向を中国の改革開放政策の展開と関連付けながら概観したうえで、アルミニウム企業の進出動向を検討した。そして、中国進出の軸となっている輸送機器関連について、日本の自動車企業の進出と対照しながら、やや詳しく分析した。

第 6 章の小括では、アルミニウム加工産業が日本経済の中でどのようなウエイトを占め、国内の諸産業部門とどのような関連を持っているかを、産業連関表によって分析した。2005 年のアルミニウム製品の地金から製品に至る生産額合計は 4 兆 1568 億円で、これは全部門生産総額の 0.43%に相当し、財の生産総額の 1.0%、製造業生産額合計の 1.4%、非鉄金属生産額合計の 56.7%に当たる。

産業連関表で投入・産出が明示されている圧延・押出品を見ると、2005 年の国内生産額は 1 兆 1847 億円で、このうち生産過程で他部門から投入された分は 9653 億円、部門内で新たに生産された粗付加価値が 2194 億円であった。地金の輸入が大きいので、投入分の約 53.3%に当たる 5146.6 億円が海外からの輸入になっている。投入品の最大は再生地金を含む地金で投入（生産者価格）全体の 44.1%を占め、その 86.3%が輸入品である。それに次ぐ非鉄金属屑は全体の 10.7%で、これもその 41.1%が輸入である。部門内で素材として投入されたアルミニウム圧延品が全体の 4.3%で、合金用のアルミニウム以外の非鉄金属地金を合わせると原材料が投入の 60%を占め、そのうち 71.9%が輸入でまかなわれている。その他の財とサービスの投入では、卸小売が 8.6%、輸送が 3.3%、エネルギーが 2.3%、倉庫・梱包が 1.4%、機械建設修理が 1.3%などである。これらの内生部門の合計に、労賃分 8.7%、資本減耗引当分 4.9%、間接税 2.5%などを加えた粗付加価値部門の合計を加算して、国内生産額が計算される。産出面では、2005 年の総需要額は国内需要 1 兆 907 億円で約 1487 億円の輸出を加えた 1 兆 2395 億円で、総供給額は国内生産 1 兆 1847 億円と海外からの輸入分 547 億円分で構成されている。総供給中の輸入比率は 4.4%であり、総需要中の輸出比率は 12%であった。アルミニウム製品に対する需要は産業用・民生用にわたる広い分野で拡大しており、アルミニウムは、現代の市民生活にとって欠かすことのできない金属素材、ベースメタルになっているのである。

## 終章 アルミニウム産業の将来展望

製品論の観点と資源論の観点からアルミニウム産業の将来を展望する。

アルミニウムの市場拡大の主動因であった輸送関連では、自動車は石油資源の枯渇、排気ガスによる環境破壊という大問題を前にして、現在大きな転換期を迎えている。従来の内燃機関とは異なってモーターで駆動する電気自動車 EV、電気モーターと内燃機関を併用するハイブリッド車 HV が次世代車として登場した。内燃機関を用いる自動車には、エンジンと駆動装置にダイカスト、鍛造アルミニウムが使用されているが、電気自動車ではその分のアルミニウムは不要となり、発熱が伴う電気モーターのケース用には冷却機能性が高い素材開発が必要となる。

エネルギー効率を高めるために、車体重量の軽減が一層要求される。車体軽量化には、アルミニウムが大きな役割を果たしてきたが、製鋼技術の進歩で高張力鋼板（ハイテン板）との競合が生じている。鋼材のシェアを蚕食するかたちで自動車素材市場に参入したアルミニウム圧延業が、今度は逆転してハイテンを生産する鉄鋼業に市場を脅かされる立場に立った。ハイテンの登場によって、同じ輸送関連の鉄道車輛や航空機におけるアルミニウム需要が減退する可能性も生じてきた。

建築・土木関連では、アルミニウムのサッシやドアが普及しているが、インテリア材にソフトな質感、あるいは木の質感を求める傾向が強まり、木調シートをラッピングする製品が開発された。あるいは、熱伝導率が高いアルミニウムは断熱・遮熱効果に問題があり、断熱樹脂と組み合わせて使用するサッシも開発された。外装材としては、遮熱効果を持つ塗料を塗料メーカーと共同開発して赤外線反射する建材も発売した。しかし、住宅にも一層の省エネルギー化が求められるなかでは、従来のアルミニウム建材には限界があることは事実である。

アルミニウム合金材料は、軽量である点、耐食性に優れている点などから各種土木製品・構造物用材料として使用されている。そして、メンテナンス費用が削減でき、ライフサイクルコストの低減が可能になる点が強調されている。このような特性は、現在のところ構造物用材料としてのアルミニウム材の優位性を保証しているといえる。

食料品関連では、主力の飲料用アルミニウム缶が、スチール缶、ペットボトルと競合しながら普及し、2000年ころからは再栓機能を持つボトル缶も開発された。ノンガス飲料についても内圧付与の充填方法によってアルミニウム缶の使用領域を広げたとはいえ、人口減少時代に容器競争激化は必至であり、アルミニウム缶がこの競争に生き残るためには更なる進化が必要である。

アルミニウム箔については、製品特性からの優位性をおびやかす競合品は少なく、高温での酸化に耐えられる特性はリチウムイオン電池の正極集電体に、気密・防水・防錆などの特性は光ファイバーケーブル被膜に適している。

アルミニウムの主要な需要先は、従来と変わらない分野もあるが、主要な需要分野では極めて大きな変化の時期を迎えている。この変化に対応できるような素材品質、新製品、加工技術の開発を進めることができるか否かに、アルミニウム産業の将来は掛かっている。

資源論の観点からは、アルミニウムは地殻を構成する元素としては酸素（46.6%）、珪素（27.7%）に次いで3番目に多く（8.1%）、鉄（5.0%）より豊富な金属であり、ボーキサイトの採掘可能年数は108年と推計されているから、アルミニウムは資源危機に陥る可能性は低いベースメタルである。しかし、ボーキサイトからアルミナを製造する際に廃棄物として産生される赤泥は産業廃棄物として環境への負荷が大きく、アルミナからアルミニウム地金を製錬する工程では大量の電力が必要になり、水力発電による場合を除くと温室ガス発生量が多くなる。環境とエネルギー資源の面からは、アルミニウムも決して供給が安泰な金属とはいえない。ボーキサイトの限界よりも、環境とエネルギー資源の限界が、ア

ルミニウムの供給制約要因となる可能性が高い。

すべての金属資源と同様に、アルミニウムもその再利用、リサイクリングが進められている。アルミニウムのリサイクルでは、特に、スクラップから再生地金（二次地金）を生産する際に使用されるエネルギーは電力換算でトン当たり約590kWhで、ボーキサイトから新地金を製錬する場合に必要な約2万1100kWhの約3%で済むために、再生地金の使用は省エネルギーに貢献すると同時に環境への負荷を少なくする。世界アルミニウム機構によると、2011年のアルミニウムのマテリアル・フローでは、地金供給量は9080万トンで、そのうち再生地金は4610万トン、約52%を占めている。日本におけるアルミニウムリサイクルについては、1968年～2008年の20年間について、総地金需要に対する新規地金（輸入地金＋国内新地金）投入率は42～43%であるところから、再生地金使用率は57～58%と推定されている。日本の場合には、自動車やアルミニウム製品などとして輸出される分は国内ではリサイクル不能であるから、リサイクル率は世界的にみて高いといえよう。

アルミニウムは資源としては豊富であるうえに、リサイクルに馴染みやすい金属であるから、資源論的な制約は小さい。とはいえ、国内アルミニウム製錬が完全に消滅して、新地金は100%を輸入に頼る日本が、今後も安定的にアルミニウムを確保することができるという保証はない。開発輸入によって当面の新地金の安定供給体制は確保しているが、アサハン・プロジェクトのように、相手国の資源ナショナリズムの影響を受けて契約の延長ができなかったり、ベナルム・プロジェクトのように、引取価格をめぐるトラブルでプロジェクトが実質的に解消したりするケースも生じている。

資源論の観点から日本のアルミニウム産業の将来を展望する時、政府の資源戦略の重要性が大きいことは明白であろう。21世紀は、資源をめぐる国際対立が激化する時代となることが予測されており、「資源戦争」という言葉が、実感を伴って用いられる時代に入りつつある。地球上に偏在する有限な資源を、国境を越えて公正に配分するような国際ルールや国際組織はまだ存在していない。資源配分を市場のメカニズムに委ねることには限界があり、資源問題には国家間の協調が不可欠である。

アルミニウムに関する資源問題への対処にも、政府が適切な役割を果たすことが望ましい。そして、これまでのように問題が発生するごとに、個別的に対策を講じるような姿勢ではなく、エネルギー資源を含めた総合的な資源政策を確立し、それを着実に実行する姿勢が必要である。21世紀の資源配分の公正なあり方を検討したうえで、資源ナショナリズムに対抗しうるような配分原則を確立し、その原則を踏まえた資源政策が樹立されるなかで、アルミニウム資源問題も、解決の方向が見出されるであろう。