

アルミニウム技術戦略ロードマップ

2014



一般社団法人 日本アルミニウム協会

序文

アルミニウムは、日本の製造業の競争力を支える基盤材料として、これまで重要な役割を担ってきた。

地球環境問題解決というグローバルかつ緊急の課題とともに、エネルギー資源に乏しく、また少子高齢化等の課題を抱える我が国が、今後持続可能な経済発展を遂げるためには、省資源や省エネルギーをさらに強力に進めつつ、循環型社会、低炭素社会、安全安心の社会を構築する必要がある。

アルミニウムはその軽量性やリサイクル性等に富むことから、その果たすべき役割はますます大きくなるものと思われる。

今年3月、我が国で唯一残っていたアルミニウム電解製錬の火が消えた。アルミニウム産業に及ぼす影響は小さいものの、80年に及ぶ我が国のアルミニウム電解製錬の歴史の幕が閉じたことは感慨深いものがある。

この80年の間に我々はアルミニウムに関する多くの知見を得ることができた。そして、その特性を活かした様々な用途開発を行うことにより、近年では年間400万トン規模の需要を維持するまでに至った。

今後は本年6月に閣議決定された国土強靱化計画や東京オリンピック需要などにより、防災や公共土木関連、インフラ整備などの分野で、軽量且つ、耐食性・リサイクル性・加工性に優れるアルミニウムの特性が注目を浴び、需要が伸びることを期待している。

しかし、中長期的にアルミニウム産業の日本経済への貢献を一層効率的に推進していくためには、産学官の連携が不可欠であることは論を俟たない。この連携を円滑に効率的に進めるための共通認識として、ロードマップを活用することは有用である。

このような見地から、日本アルミニウム協会では平成21年度に「アルミニウム技術戦略ロードマップ2009」を策定・公表し各方面から大きな反響をいただいた。その内容の一部は政府の「産業構造ビジョン2010」の「アクションプラン」にも取り上げられている。

また、これまでに国家プロジェクトとして採択されたテーマ、実用化されたテーマも数多く生まれてきた。

本ロードマップは当初より軽金属学会のロードマップと補完関係にあることを念頭に検討され、かつ、定期的な見直しを実施している。本年についてもその趣旨に則り、当協会の「ロードマップ小委員会」にて検討を重ね、「アルミニウム技術戦略ロードマップ2014」を策定した。各界からのご意見、ご鞭撻を賜れば幸いである。

平成26年11月1日
一般社団法人 日本アルミニウム協会
会長 石山 喬



目 次

はじめに	3
I. アルミニウム産業を取り巻く環境	6
I-1 社会産業の潮流・底流	7
I-2 科学技術の潮流・底流	8
II. 導入シナリオ	9
II-1 市場の動向・マーケティング	9
II-2 ユーザーヒアリング	14
II-3 アルミニウム需要統計	16
II-4 アルミニウム産業の課題	18
II-5 未来のアルミニウム産業に向けて	19
II-6 人材育成・社会への仕掛け	22
III. アルミニウム技術戦略ロードマップ	23
III-1 ロードマップ作成のコンセプト	23
III-2 アルミニウム技術戦略マップ	25
III-3 アルミニウムビジネスロードマップ	26
III-4 アルミニウム要素技術マップ	26
III-5 アルミニウム技術ロードマップ	26
別表1 アルミニウム技術戦略マップ（技術開発戦略の俯瞰図）	27
別表2 アルミニウムビジネスロードマップ（製品開発、プロセス開発のスケジュール一覧表）	28
別表3 アルミニウム要素技術マップ（要素技術と製品分野の関連一覧表）	30
別表4 アルミニウム技術ロードマップ1（技術開発スケジュールの一覧表）	31
別表5 アルミニウム技術ロードマップ2（技術開発スケジュールの一覧表）	32
別表6 アルミニウム技術ロードマップ3（技術開発スケジュールの一覧表）	33
ロードマップ作成小委員会委員名簿	34
（別資料）	
● 開発目標値の設定	35
● 技術キーワード個別ロードマップ	38
● 5年間の活動実績	54

はじめに

今後のアルミニウム産業の研究開発の方向性を示すため、2009年、社団法人日本アルミニウム協会としてロードマップを作成・公表し、大きな反響があった。本ロードマップは軽金属学会のロードマップと補完関係にあり、また、定期的な見直しを行うこととしている。

今回の「アルミニウム技術戦略ロードマップ2014」は初版発行から6年目に当たることから、従来行ってきた内容の見直しだけでなく、過去5年間の活動を振り返り、別資料としてまとめた。

日本の産業界はリーマンショックによる不況から、立ち直りの基調にあったが、2011年3月東日本を襲った未曾有の大震災により、停滞を余儀なくされた。東日本大震災は直接的な被害に加え、社会的、経済的にも深刻な影響を及ぼしており、さらなる具体的な復興の推進と再生が望まれている。一方、我々を取り巻く社会・経済環境については、国際競争の激化、少子高齢化、製造業の空洞化、エネルギー需給問題が懸念されており、その対応が急がれる。

1. 日本のアルミニウム産業の課題

日本のアルミニウム産業は、2度のオイルショックで、製錬業が壊滅し、ほぼ全量輸入に依存する地金をプロセス処理する業態が主となっている。また、ユーザーのきめ細かい品質の要求に応えるべく、多品種少量ロットによる生産形態をとっているため、原料調達コストの高さも相俟って、国際競争力維持に課題があるとされている。

日本のアルミニウム総需要は、2006年に約450万トンを記録したがその後低下している。特に、圧延品については、1996年に約250万トンを記録してから、減少が続いている。我が国は、今後少子高齢化が進み、人口も減少していくことから、今のままの需要構造では増加を期待することは難しく、新規の需要開拓は喫緊の課題である。

また、現在、添加元素に用いられている銅、亜鉛、マンガン、マグネシウムといった、今後地金価格が高騰する可能性のある枯渇金属や、ある特定国への依存度が高い金属があり、生活に欠かせない基礎材料としての供給安定性や信頼性が損なわれる懸念がある。

2. 未来のアルミニウム産業の発展に向けて

(1) 弱みを強みに変える技術開発

新地金を全面的に海外に依存していることによる原料コスト面の劣勢を軽減するためには、今後ますますリサイクル率を向上させる必要がある（総需要450万トンに対して75万トン回収量を増加、現行300万トン（合金を含む）の輸入量の内75万トンを削減）。このためには、リサイクルの技術革新を図り、かつスクラップを上流工程に円滑に戻す社会システムを構築し、リサイクルコスト低減を実現しなければならない。これにより、原料費のコストダウンが図られるとともに、海外製錬への依存量を減らすことによる二酸化炭素（CO₂）の抑制で地球温暖化問題の解決にも貢献できる。

添加元素の枯渇や特定国への依存度の高さといった問題については、ナノテクの活用で添加元素量低減（少ない添加元素量で性能維持）を図り、また、さらには添加元素を豊富に賦存する鉄、シリコン等のユビキタス元素に代替し、かつ性能優位性が獲得できるような合金組成に仕上げるための研究開発を推進し、国際競争力を高める必要がある。

(2) アルミニウムの需要拡大を目指した研究開発

アルミニウムを使った製品としては、熱交換器、リチウムイオン電池（LIB）のケース及び正極、ハードディスク（HD）基板など、世界市場でNO.1を誇るものが種々ある。しかし、アルミニウムというリサイクル性に優れた素材の利用を拡大し、循環型経済社会の構築にさらに貢献するためには、その利用拡大のための技術開発を強力に推進する必要がある。一例として、電気自動車（EV）の普及への対応については、EV車は車体の軽量化が走行距離の延長という点で極めて重要な意義を持つため、アルミニウム材料の採用に向けた技術開発を強力に推進する。EVのほか自動車関連では、燃料電池自動車（FCV）、LIB、絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ（IGBT）などがある。

自動車関連以外の新しい用途領域への進展については、クラウド・コンピューティングなどの情報通信技術（ICT）、ICTと電力ネットワーク（スマートグリッド、環境共生スマートシティ、次世代エネルギー社会システムの実証プロジェクト）と新産業としての植物工場・次世代農業等が展開されており、この領域へのアルミニウム材料の用途開発を推進する。

ライフサイクルアセスメント（LCA）の見地からは、日本アルミニウム協会の環境自主行動計画報告書に記載されているように、アルミニウム材料の製造段階でのCO₂排出量に比較して、アルミニウム材料を使用した車体の軽量化による走行時のCO₂削減量の方が数倍大きく、アルミニウム材料の需要拡大は社会全体のCO₂排出抑制に大きく貢献できる。

(3) 人材育成の強化

アルミニウムは日常生活に欠かせない金属材料であるが、大学教育の変化、学問の多様化に伴い、ものづくりの基本である製造プロセス研究が衰退し、金属分野の専門知識を持たない学生が増加している。また、これまで産業を支えてきたベテランの団塊世代の人材が定年を迎えたこともあり、蓄積された経験やノウハウの伝達は重要な課題である。このような背景に鑑み、日本アルミニウム協会では金属系材料研究開発センター（JRCM）と共同で経済産業省の委託事業として3年間（平成19～21年度）に亘り、アルミニウム産業の研究・技術を担う人材の育成を目指す「中核人材育成プログラム」を開発してきた。そして、その完成したプログラムを用いて、平成22年度より日本アルミニウム協会で「中核人材育成講座」を開講した。このプログラムは、大学の学問とアルミニウム産業の製造技術の融合、材料系学問と機械系学問の融合、そしてアルミニウム企業間の技術の融合という3つの融合により完成したものであり、中堅研究者・技術者の系統的な教育の推進が期待される。

また、学生を対象とした人材育成として、インターンシップ制度及び特別出張講座はこれまでも一定の成果を上げてきたが、2011年度から「アルミニウム・夏の学校」を開催し、材料系の学生に限らず、電気、機械、化学等の学生も対象に加え、アルミニウム産業における活躍の場を紹介する取組みを始めた。2012年度は「アルミニウム・夏の学校」を関西（京都）および関東（箱根）の2カ所で開催し、16大学から60名の学生が参加した。2013年度も同様に関西および関東の2カ所で開催し、12大学から60名の学生が参加した。

I. アルミニウム産業を取り巻く環境

日本のアルミニウム産業を取り巻く環境は、経済のグローバル化の進展により、大きく変化してきている。日本経済は、国民総生産（GDP）世界第二位の規模にまで成長を遂げたものの、様々な課題に直面しており、2010年ついに中国にその座を譲り渡した。

量的な尺度としてのGDPは国民の幸福とどれほど関連するかという指摘もあるが、これまで「ものづくり」で経済成長を遂げてきた日本がグローバルな競争が激化する中で、引き続き世界の先進国として生き残っていくためには、これまでとは違った新たな視点による戦略の遂行が必要となっている。

特に、近年その問題の解決が急務となっている地球温暖化対策のためには、省エネルギー・省資源で世界をリードしてきた日本への期待は高まっている。また、少子・高齢化問題にしてもその課題解決をだれよりも先に迫られているという意味でも、日本は先進国であり、これら課題解決のためにリーダーとして果たすべき日本の役割は大きい。

原子力発電所の事故に起因した電力不足の影響により、LED照明など省エネ商品の需要が大きく伸びてきている。また、太陽光発電も住宅への設置やメガソーラーの建設により増加することが予測される。電気自動車は環境対応車としてだけでなく、家庭用蓄電池としての役割もあり、今後需要動向が注目される。これらの分野での需要拡大が見込まれる一方で、中国や東南アジアでの需要拡大と、今後も予想される電力不足や電力料金の値上がりが相俟って、業種を問わず、生産拠点の海外流出による、国内空洞化の懸念が一層高まっている。

2010年6月、日本アルミニウム協会が発表した世界の新地金の需要見通しでは、BRICsと新興国の比較的堅調な経済成長により、現状の3,800万トンが2020年には7,400万トンに拡大し、その約6割弱を中国が占めるが、同時に世界で約1,000万トンの供給不足が懸念されると推定していた。一方、政治体制の変化、欧州通貨危機によるEU諸国の経済の変調とその長期化などの影響もあり、上記新興国も従来のような高い経済成長を持続できない可能性が生じている。この他にも以下のような潮流や底流の変化があり、このような変化に適切に対応した取り組みが必要とされている。

I-1 社会・産業の潮流・底流

(1) 低炭素社会への貢献：

地球温暖化問題の解決は待ったなしの対応を迫られており、また化石燃料はいずれ枯渇するとも言われていることから、より一層の省エネルギーの推進及びCO₂を排出しない再生可能エネルギーや原子力エネルギー等の利用推進が求められてきた。しかし大震災に伴う原発事故の発生により、原子力発電の安全性に対する国民の信頼が揺らいでおり、再生可能エネルギーへの期待がより一層高まることが予想される。一方で当面のエネルギー供給において、再生可能エネルギーの占める割合は僅かであることから、高効率化された石炭や天然ガス火力に頼らざるを得ない現状である。

日本アルミニウム協会の低炭素社会実現に向けての決意表明

“温暖化防止はアルミニウムが決め手”

アルミニウムはこの世に一旦デビューすると、その軽量性やリサイクル性などの特徴により、CO₂排出抑制に大きく貢献し、地球温暖化防止のエースとなる素材である。製造段階やリサイクルによるCO₂削減はもとより、製品使用段階において、大きな削減効果が期待される。エネルギー政策の見直し作業も踏まえ、「低炭素社会実行計画」において中長期的な目標を立て、地球温暖化防止のための絶え間ない努力を続ける。

(2) 循環型社会への貢献：

資源・エネルギーに乏しい日本は、その殆どを輸入に依存しており、資源・エネルギーの安定供給確保の観点からも一刻も早い循環型社会システムの構築が課題となっている。そのためにも、都市鉱山とも言われる廃棄家電製品・情報化製品に含まれる有用金属の回収技術や高度なリサイクル技術の確立が必要とされている。

(3) 安全・安心社会への貢献：

「2013年版高齢社会白書」によると、2012年10月1日時点の日本の総人口は1億2752万人で前年より28万人減り、一方、65歳以上の高齢者人口は3079万人で総人口に占める割合（高齢化率）は24.1%と過去最高となった。また、2060年には人口は9000万人を割り込み、65歳以上の人々が40%に達すると予測されている。このような状況の下では、医療、介護、福祉等の負荷が相当高まるものと予測され、遠隔医療システムや介護福祉ロボットの開発など社会システムもそれに対応して整備されていく必要がある。

I-2 科学・技術の潮流・底流

(1) 2005～2010年：第3期科学技術基本計画の実態と反省

日本における材料開発は世界最高水準のレベルに達していると言える。またナノテクでのシーズや元素戦略・希少金属代替ではそれなりの成果が出ているものと考えられる。しかし材料分野の成果は見え難く、金属・無機・有機の融合等が課題として指摘されている。

(2) 2011～2016年：第4期科学技術基本計画

科学・技術・イノベーション政策を、他の重要政策と密接な連携を図りつつ、官民の総力を挙げて推進することを基本方針に、第4期科学技術基本計画が策定された。グリーン・イノベーションとライフ・イノベーションを大きな柱とし、科学・技術が成長を支えるプラットフォームと位置付けられる。

“材料”という言葉は姿を消したが、材料はグリーン・イノベーションやライフ・イノベーションに貢献する無くてはならない分野である。アルミニウムは科学・技術を支えるベース材料の一つであり、蓄電池、次世代自動車、医療機器、介護機器など出口を見据えた新たな材料、利用技術の提案が求められる。

(3) 経済産業省産業構造ビジョンとアルミニウム技術戦略

2007年及び2008年の経済産業省技術戦略マップに、アルミニウム関連研究開発テーマが掲載されず、その展開での国家プロジェクトが、アルミニウム関連では5年間皆無に等しかった。このような状況を反省して策定された、「アルミニウム技術戦略ロードマップ2009」は、平成22年6月に公表された経済産業省「産業構造ビジョン2010」のアルミニウム産業のアクションプランで取り上げられた。そこでは取り組む具体的施策として、i) アルミニウムの特性を活かした成長分野の需要開拓、ii) 新興国需要の取り込み、iii) 高度なりサイクルシステムの実現、iv) アルミニウム資源の安定調達、v) 企業基盤の強化が挙げられ、実現に向けて革新的な技術開発の取組が求められている。

II. 導入シナリオ

数多く存在する物質の中で、実際に利用されるものが材料であり、「使われてこそ材料」が本質である。そこでマーケットイン志向から、未来の想定とユーザー業界ヒアリングを継続的に実行することにより、市場の潜在的なニーズ動向を把握し、アルミニウム新用途・新技術探索に反映することとした。

II-1 市場の動向・マーケティング

(1) 自動車の未来

地球環境問題の解決に向けて、自動車に関するCO₂排出規制を強化する動きがあり、燃費の向上のためEVやハイブリッド車（HV）などパワートレインの開発が進んでいる。特にEVは、地球に優しいクリーンな自動車として期待が寄せられているものの、一回の充電で実走行距離を伸ばすことが課題となっている。そのため、蓄電池の効率をあげることと、車体の軽量化が必須アイテムとなっている。車体軽量化のため、将来は適材適所化（マルチマテリアル化）が進み、自動車の様々な部位に軽量で扱いやすいアルミニウム合金の適用が期待される。さらに、車体に様々な軽量素材を組み合わせるため、異種材料との接着・接合技術が革新的に進むと考えられる。

EVについては、2009年にEV/PHEVタウン構想により、8地域での実証事業と3地域での調査事業が実施されている。それを受けて、経済産業省が発表した「次世代自動車戦略2010」においては、乗用車の新車販売台数に占める次世代自動車の割合を2020年に20%~50%、2030年には50%~70%にするという目標がたてられている。また、インフラとしての充電器インフラ実証プロジェクトも進んでおり、2020年には普通充電器200万基、急速充電器5000基の設置が予測されている。

また、燃料電池自動車（FCV）については、2011年に自動車メーカーと水素供給メーカーが共同声明として、FCVを2015年に4大都市圏を中心とした国内市場へ導入し一般ユーザーへの販売開始を目指すこと、また同じく2015年までに100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指すことが出された。2013年の東京モーターショーではFCVのコンセプトモデルが出展され、この共同声明の実現に向けて自動車メーカーの動きが活発化している。FCVでも、車体軽量化の必要性はEVと同様であり、ボディー等で多くのアルミニウム合金の適用が期待される。また、高圧水素タンクのライナー材としても、水素脆化感受性が低いアルミニウム合金は好適であり、適用が期待される。

さらに、バスやトラックを含む自動車以外にも、鉄道、バイク、自転車等において電化と軽量化という観点からアルミニウムの利用が期待されている。

(2) 住宅の未来

未来の住宅は、省エネルギー及びゼロエミッションを徹底して目指すことが求められており機能材、高強度構造部材としてのアルミニウムの地位の確立が期待される。また、発電・蓄電・消費電力を一括で管理し、エネルギーの最適化を図るスマートハウスが普及し、家庭内のネットワーク化が進むことにより、健康管理、防災、防犯など日常生活をサポートする様々な技術導入も飛躍的に発展することが期待される。更に、スマートメーターを含め、スマートハウスでの系統電力とEVや再生可能エネルギーとの連携および発光ダイオード（LED）普及も踏まえ、直流化の動きが進展している。新しいエコ住宅の試みとして「EV付き住宅」の販売も開始されている。

(3) 灯りの未来

電球や蛍光灯に変わる21世紀の灯りとして期待されるLED照明への切替えが、省エネルギーの観点から進んでいる。アルミニウムの優れた加工性と熱伝導性を活かして放熱素材として利用されている。またLEDの基板自体をサファイアからアルミニウムとセラミックスの複合体とする技術開発も進められており、アルミニウムはLEDに欠かせない素材として、今後の展開が期待される。

また、最近では次世代照明として薄型化、フレキシブル化が可能な有機ELが注目されている。有機ELはディスプレイとしては実用化されているが、照明用途としては発光効率や寿命などの課題が残されている。現在実用化に向けて研究開発・実証試験が行われており、アルミニウムの新たな活躍の場としても期待される。

一方、自然光を反射の連続で室内に運び、そのまま室内照明として使う採光システム「光ダクトシステム」の採光部、導光部、放光部には、軽量性、反射性、耐久性よりアルミニウムが多く用いられている。本システムは古くから実用化されているものの、一般住宅用として大きく伸びるまでには至っていない。エネルギー問題の深刻化、また、自然への回帰、健康・快適化への嗜好が更に高まれば、今後大きく普及することも考えられる。

(4) 家電の未来

テレビ、冷蔵庫、エアコン等の既存家電へのネットワーク接続機能の搭載や、基本性能の高機能化・高付加価値化を図った「スマート家電」が伸びつつある。スマート家電はネットワークによる遠隔操作、センサーによる高効率運転・自動制御、エネルギー管理・省エネ機能などを備えており、便利・快適、エコ・省エネ、性能向上などが期待され、今後更に進展するものと考えられる。このような中で、従来にない高機能・新機能アルミニウム材料の創出と採用が期待される。

また、電力の直流化についてはLED照明が急展開しており、それに相まって、太陽光発電（PV）、LIB、定置型燃料電池（FCB）などのエネルギーの供給サイドの直流化も進みつつある。PVは、FIT政策（Feed-In-Tariff、固定価格買取政策）による普及が需要を支えている。

(5) エネルギーの未来

エネルギー政策の基本理念として、安定供給、経済性、環境適合性に加え安全確保が大前提である。化石燃料を有効利用するためのシステムの高効率化、太陽電池、風力発電、未利用熱等の再生可能エネルギーの導入の促進、より一層の省エネルギー化が求められている。エネルギー源の多様化、分散化に伴い重要となるのがスマートグリッド技術との融合であり、次世代エネルギー社会システム実証プロジェクトが、国で採択された4地域（横浜、豊田、京阪奈、北九州）以外にも139箇所（2013年6月25日現在）で推進されている。

太陽光発電用構造部材や電極インキ、スマートグリッドに欠かせない蓄電池の電極材料、ネット・ゼロエネルギー・ビル（ZEB）やネット・ゼロエネルギー・住宅（ZEH）での高性能ヒートポンプ空調や高効率ヒートポンプ給湯器に必要な熱交換器など、エネルギー分野でアルミニウムの新たな需要が期待される。

一方、海洋温度差、波力、潮流（海流）、潮汐など日本ならではの「地産地消エネルギー源」についても実効性の検証が進んでおり、熱交換設備、配管等、アルミニウム材料の利用が期待される。

(6) ロボットの未来

経済産業省は、ロボット産業を将来我が国の基幹産業の一つに成長させるべく、ロボット産業育成に向けた取り組みを進めている。自動車など大手企業が中心だった生産プロセス用途で裾野を広げるとともに、少子高齢化等により労働力不足が顕著になっている医療・介護や建設分野などへの大幅な導入を促す予定である。ロボット構体のベース材料としては、薄肉（軽量）・高強度・高成形アルミニウム材料の提案が望まれる。

(7) 食の未来

食文化は経済のグローバル化に伴いますます多様化していくことは明らかである。新しい食品の製造や容器包装の分野で新たな需要が出るのが予想される。また、食料の自給率向上の観点から、植物工場の建設や運転も始まり、栽培棚などの構造部位にアルミニウムが用いられている。さらに、地震等の緊急時保存用としての米や水を保存する容器に遮光性の観点からアルミニウムの利用が増えることも期待される。

(8) 半導体の未来

電化社会、高度情報化社会だけでなく、現代生活のあらゆる面で欠くことのできない電子テクノロジーを支える半導体分野はさらに成長することが予想される。半導体を進歩させるためには、それを作る半導体製造装置の技術革新が必要不可欠となる。半導体製造装置と共通点の多い製造装置として、フラットパネルディスプレイ（FPD）製造装置やソーラーパネル製造装置があり、これら製造装置部門への大型、高精度厚板の提案が望まれる。

また、近年の半導体デバイスの高集積化にともない、腐食性ガスに対する耐食性、低汚染性が求められており、表面処理技術の進歩も期待される。

(9) 情報通信の未来

安全安心、快適な社会の実現に向けて、防災や防犯・セキュリティ、食品・農業、医療・福祉、物流など広範な分野において、ユビキタスセンサーネットワーク構想が取り上げられており、市場規模の拡大が見込まれている。更に、クラウド・コンピューティングが大きな潮流になりつつある。この場合は、IDC (Internet data center) ~無線・有線~端末 (携帯、タブレット端末、PC等) の構造のなかで、アルミニウムの新用途が期待される。

尚、次世代無線システムにおいては、高速・大容量化が必須であり、移動通信時における家屋内、街中、駅中、車中など時間や場所の制約を排除するサービスの向上も必要である。中継基地局、アンテナなどにアルミニウム材料が使用されているが、更なる機能向上による用途拡大が期待される。

(10) 医療・介護・バイオ・健康の未来

第4期科学技術基本計画での注力領域がライフ・イノベーションであるが、医療・介護・バイオ・健康領域で、アルミニウムの機能性を活かした検査・分析機器が開発されている。

また医療用器具、介護用器具等の軽量化による負荷軽減を目的に、車椅子、ケアベッド、歩行補助器、ステッキなどにもアルミニウム材料の使用が広がっている。更には、優れた形状自由度、耐久性などから、家庭用階段昇降機レール、スロープなどへの適用も進んでいる。

(11) 航空の未来

航空機用素材としては比強度において複合材が優勢であり、エアバスA380やボーイング787等大型機で複合材の採用が進み、B787では複合材50%、アルミニウムは20%となった。一方、日本にとって40年ぶりとなる国産旅客機MRJ (Mitsubishi Regional Jet) はアルミニウム材料が主体である。これはMRJのような中、小型機では機体構造部材の曲率半径が小さく、複合材での加工が困難であることによる。2014年6月にはMRJ飛行試験機初号機の主翼と胴体の結合、並びにエンジンの搭載が完了し、2015年の試験機初飛行、2017年からの量産納入という予定に対して着実な歩みを続けている。

長期間にわたる技術の蓄積によるアルミニウム材料の信頼性は揺るぎないものであり、トータルコスト的には優る面がある。今後は、設計・製造と一体となった共同開発による、Al-Li合金やナノテクを活用した軽量高強度なアルミニウム新合金の開発が業界における喫緊の課題である。

(12) 宇宙の未来

宇宙の利用は宇宙新興国にも広がり、需要は世界的に拡大傾向である。現在では我が国も参加する国際宇宙ステーション (ISS) の運用が開始され、宇宙での有人活動が恒常的に行われている。一方で、2011年はISSへの主要な輸送機であった米国スペースシャトルが引退し、現在、ISSへの有人輸送機は、ロシアのソユーズ宇宙船だけであり、無人の輸送機として、ロシアのプログレス、欧州の ATV、米国のドラゴン及び我が国が開発し運用しているHTV (宇宙ステーション補給機 こうのとり) がある。このような背景から、

宇宙空間への物資輸送における我が国のプレゼンスが高まっており、今後、さらに打上げ需要が高まると期待できる。

宇宙空間で発電しマイクロ波で地上に送電する、宇宙太陽光発電研究開発プログラム（SSPS）の宇宙プラントは期待される分野の一つである。SSPSには、マイクロ波とレーザーを利用する二つの方法があり、マイクロ波SSPSでは、ISS近傍におけるロボットによる1万kW級の自動組立技術の確認、25万kW級の商用パイロットプラントを経て、100万kW級の商用発電システムを2030年ごろに完成させる計画である。多くの物資を如何に宇宙空間に輸送し、発電設備を組み立てるか、アルミニウム業界における市場規模として現時点では大きなものではないが、軽量、高剛性なアルミニウム材料の活用が期待される。潜在的には大きな需要が期待できる。

（13）土木製品・土木構造物の未来

アルミニウムは防護柵、高欄、水門、橋梁検査車、橋梁点検車、照明柱、トラス屋根、耐震ブレース、床版など広い範囲で利用されている。

アルミニウムが土木分野で利用されているのは、軽量である点、耐食性に優れている点などからである。軽量である点は、耐震性や移送利便性の向上につながり、防災対策、並びに、今話題となっているしなやかな（レジリエンス）構造物の構築には適している。また、腐食しにくいことは、メンテナンス費用の削減によるライフサイクルコストの低減に結びつく。我が国は、今後、少子・高齢化が急速に進むことから、メンテナンスが容易であり、トータルコストダウンに結びつくアルミニウムは大変有利である。

ただし、更なる用途拡大のためには、当該分野の製品・部品に用いる材料としてのアルミニウムの認定、設計基準の整備や供給体制の整備等が鋼やコンクリートに比べて遅れているなどの課題がある。現在鋭意対応しており、その成果が期待される。

（14）鉄道車両の未来

1962年山陽電鉄に日本で初めてアルミニウム合金製車両が導入されて50年が経過し、その軽量性、耐食性、リサイクル性が鉄道関係者に広く認識されている。昨今では毎年製造される車両の約半数がアルミニウム合金製車両を占め、今後も通勤車両から新幹線車両まで幅広く普及することが期待される。

全国新幹線鉄道整備法に基づき整備計画が定められた5路線の整備新幹線のうち、一部あるいは全線が未開業の3路線、北陸新幹線（2015年3月長野-金沢間が開業予定）、北海道新幹線（2016年3月新青森-新函館間が開業予定）、九州新幹線（長崎路線）（2022年全線開業予定）にも、アルミニウム合金製新幹線車両が導入される予定である。

さらに、東京-大阪間を結ぶ中央新幹線は、平成9年から山梨リニア実験線で走行試験中の超電導磁気浮上方式（超電導リニア方式）が採用される見通しであり、走行試験中のリニア車両にはアルミニウム合金製車両が採用されている。なお、首都圏-中京圏間が2027年に先行開業し、東京-大阪間の全線開業は2045年を予定している。

II-2 ユーザーヒアリング

ロードマップ作成にあたって、アルミニウムを使用するユーザーの業界団体もしくは代表企業に各業界の現状、課題、今後の動向についてヒアリングを行い、目標設定の参考とした。現時点で完了した分野及びその概要は次表の通りであり、今後もヒアリングを継続し追加していく予定である。

製品分野／ユーザー	ヒアリング項目	課題・要望等
輸送 ・(一社)日本自動車工業会 (FCCJ 水素構成材料 WG) (2009) ・日野自動車(株) (2009) ・東京電力(株) (2009) ・アルミ車両委員会 (日本アルミニウム協会) (2009) ・三井造船(株) (2010) ・日産自動車 (2010) ・宇宙航空研究開発機構 (JAXA) (2011)	・HEV、EV、FCVの今後 ・高圧水素用アルミ材料の課題 ・トラック、バスの今後 ・電気自動車の普及とインフラ整備 ・鉄道車輛の未来 ・アルミ材の船舶への適用の可能性 ・電動車両用モーターの概要と巻線について ーモーター巻線のアルミ化を目指してー ・航空宇宙機の機体構造における課題と 材料技術	・FCVのコスト低減、 信頼性・耐久性の改善、 ・高強度アルミ材 ・大型車の軽量化 ・アルミは切欠き感受性が課題 ・材料+構造変更、加工法提案 鋳物、ダイカストに期待 ・EVのコストダウン と高性能電池の開発 ・軽量化(ガソリン車に比べ効果大) ・疲労強度、検査方法 接合部の信頼性が課題。 ・大断面の押出材開発 ・高剛性、高減衰性材料開発 ・型材の形状、サイズの規格化 (モジュールの統一) ・リニアモーターカーの軽量化 ・リサイクル推進 ・溶接部の強度低下対策 疲労強度向上、耐食性向上 ・導電性の確保 ・軽量、高剛性機体材料

<p>建築・土木</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>清水建設株</u> (2009) ・ <u>佐々木設計事務所</u> (2010) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ TRY2025未来都市構想 ・ アルミ構造住宅による未来のライフスタイル 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構造材はMg合金として、海水からの製錬を前提 ・ 内装材、構造部材として提案
<p>電気・機械</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>電力中央研究所</u> (2009) ・ <u>未来ロボット技術研究センター</u> (千葉工業大学) (2009) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電化社会、グリーン化社会 ・ ロボットの現状と未来 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電気利用技術開発と普及 ・ 軽量化（構体、部品） ・ 安全性確立
<p>エネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ <u>京大大学生存圏研究所</u> (2011) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 宇宙太陽光発電所と無線送電 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量、高強度、高剛性材料 発電モジュール、アンテナ等

Ⅱ－３ アルミニウム需要統計

(1) 現状整理

- ① 2009年日本のアルミニウム総需要は過去にない落ち込みとなった。
その後回復基調にあったが、世界経済成長の鈍化等により厳しい状況にある。
- ② 全世界のアルミニウムの消費量は今後も増加が予想される。
特に2000年以降の中国での伸びが大きく、欧州全体でも増加している。
- ③ 一方、日米は2000年以降停滞状態である。
- ④ 人口1人当たりのアルミニウム消費量で見ても、中国と欧州は増加している。
- ⑤ 人口1人当たりのアルミニウム消費量で見たと、1980年までは米国での消費量が多かったが、1990年以降では日米がほぼ同等であり、我が国は人口1人当たりで見ると世界最大のアルミニウム消費国である。
- ⑥ 用途別日米比較（上位4用途）
日本：輸送、建設、金属製品（箔、PS版）、食料品
米国：輸送、容器包装、建設、輸出
（輸送関係が共通してトップ。日本は高品質の金属製品が、また米国では容器包装分野でのアルミニウムの大量使用とコスト競争力を生かしての輸出が特徴的）

☆日本の開発製品☆

これまでも多くの世界NO. 1製品やオンリーワン製品を生み出してきたが、そのいくつかを紹介する。

《JAA世界NO. 1、オンリーワン製品》 * JAA：日本アルミニウム協会

アルミ熱交換器、アルミ新幹線車両、PV電極、バックシート、LIBケース・正極、アルミ缶、HD基板、アンテナ、電波方式個体認識（RFID）、感光ドラム 等

《開発中の製品》

- ① JAA：燃料電池車（FCV）水素タンク用アルミライナー：NEDOプロジェクト
2003～2009年
水素用アルミニウム材料評価・開発：NEDOプロジェクト
2010～2011年
- ② 物質・材料研究機構：アルミ陽極酸化不揮発メモリ：文科省元素戦略 2007～
2011年 レアメタルを用いないオールアルミ系抵抗変化型メモリ素子の集積化プロセスの開発に成功。次世代半導体デバイスとして期待される。

(2) 今後への期待

日本のアルミニウム産業は、これまで欧米からの技術導入により発展してきたが、人口1人当たりで見ると、すでに米国と並び世界最大のアルミニウム消費国である。今後は世界をリードする独自の材料開発、用途開発が望まれる。また、コスト競争力を向上させる工夫が必要である。

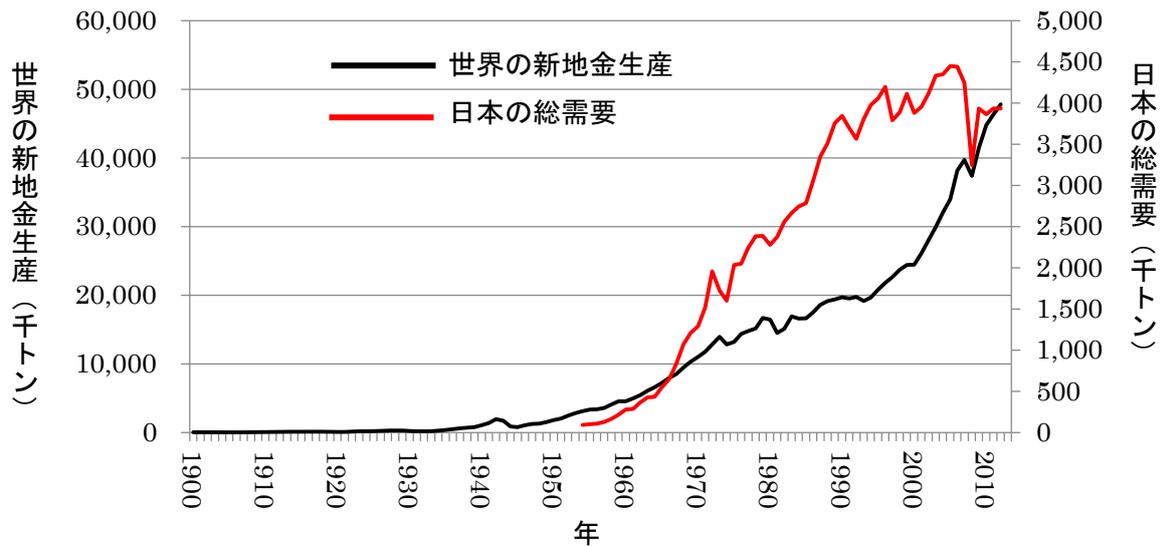


図1 世界のアルミ新地金生産と日本のアルミ総需要（～2013）

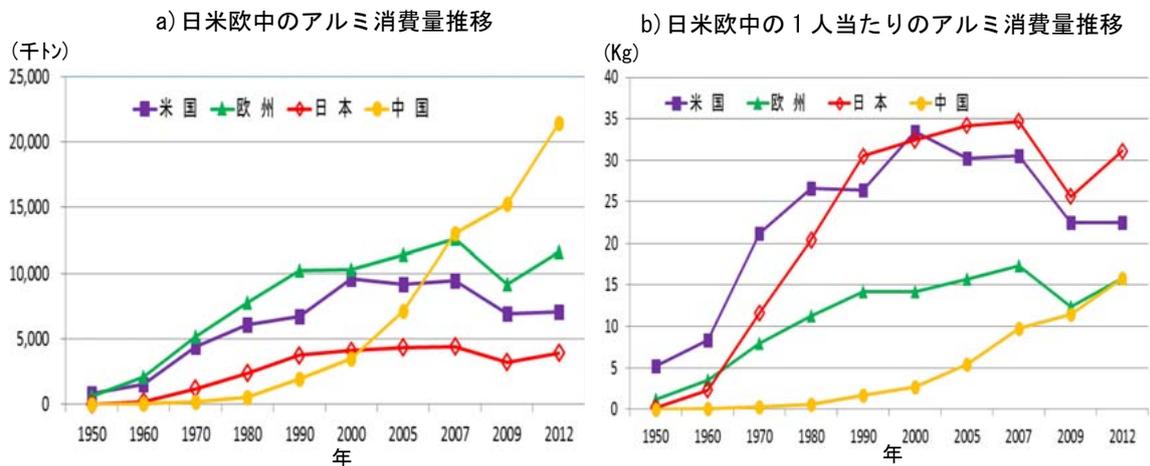


図2 アルミ消費量の日米欧中の比較（1950～2012）

出典：Metal Statistics 1997-2012 World population prospects、世界人口白書、総務省統計

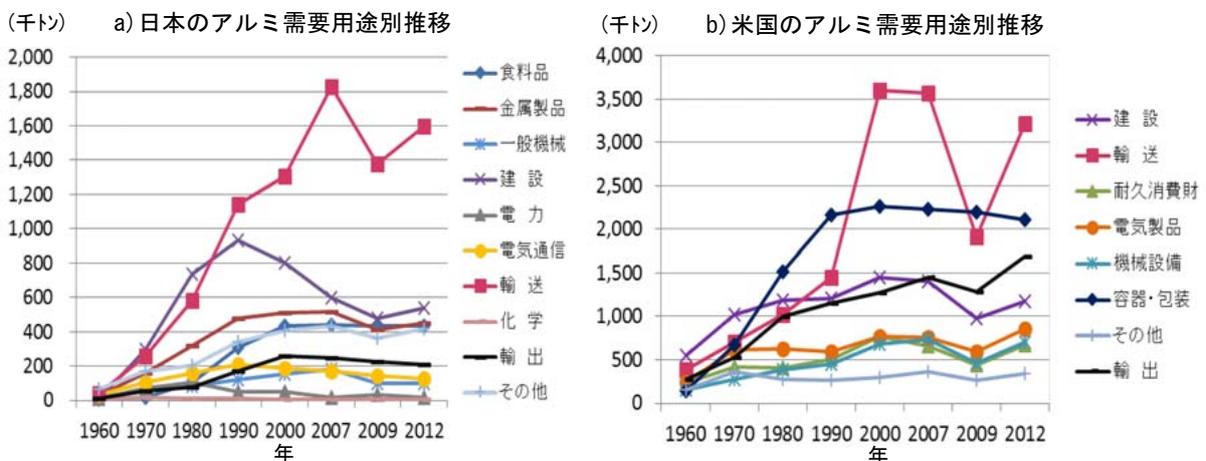


図3 日米のアルミ需要用途別推移（1960～2012）

出典：日本アルミニウム協会統計年表、米国アルミニウム協会統計年表

Ⅱ-4 アルミニウム産業の課題

今後の低炭素社会、資源循環型社会、安全・安心社会への貢献と適応分野を考える。

(1) 材料技術開発

- ①日本のアルミニウム産業は、製錬事業からは遠くなったが、低コスト製錬技術の確立は長期的課題であり、新技術・極限的技術の開発に手掛かりを見つける。
- ②元素戦略および資源高騰・枯渇への状況から、アルミニウム合金の添加元素の低減を先取りした形で、超軽量・高強度部材開発を世界に先駆けて実行することが必要である。また、枯渇金属であるCu、Zn、SUSに代わる商品へのアルミニウムの展開も図る。
- ③展伸材から展伸材（サッシからサッシ、自動車から自動車）へのリサイクルを推進する。

(2) 製品・用途開発

自動車産業の電化の構造変化を睨んで、車体、ボディーの超軽量・高強度部材の要求はさらに強くなるとともに、新たな部品への提案が求められる。バルク材の新用途開発として、アルミニウム建築構造材、土木構造材、海洋構造材等、アルミニウムの特徴が活かされた社会インフラへの展開を積極的に推進する。電気電子・半導体・情報通信・光学領域等において、機能性部材としては世界一のアルミニウム部材が多い。更なる付加価値の高い機能性部材で世界初、世界一の展開を図る。省エネ効果の大きいLED照明の基盤材料としての地位を確立する。

以下にアルミニウムの適用が期待される分野、用途を挙げる。

①自動車

- ・電気自動車：モーター、IGBT、電池、車体、ワイヤーハーネス等

②住宅・土木・建築

- ・オールアルミ住宅：200年住宅、CO₂ゼロ住宅とゼロエミッション住宅、PV
- ・建築・土木等の社会インフラ：超高層ビル、耐震ブレード、橋梁、未来都市

③灯り

- ・LED照明：放熱部材、LED基盤

④家電

- ・オールシーズン空調システム
- ・超大型映像機器、ネットワーク化（高速通信網）
- ・ホームセキュリティシステム

⑤エネルギー

- ・再生可能エネルギー：太陽光・太陽熱、水力、波力、潮力、風力等
- ・燃料電池：固体高分子型燃料電池（PEFC）、固体酸化物型燃料電池（SOFC）
- ・蓄電池：LIB、NAS電池、レドックスフロー電池等
- ・超伝導

⑥ロボット

- ・構体
- ・電池（動力源）

⑦食

- ・ 植物工場
- ・ 緊急時保存用食糧容器

⑧半導体

- ・ 半導体製造装置、高純アルミターゲット

⑨情報通信

- ・ センサーネットワーク、ユビキタスアンテナ、RFID

⑩医療・介護・バイオ・健康

- ・ コンピュータ断層撮影（CT）、核磁気共鳴画像法（MRI）、医療・介護用ベッド、介護・福祉ロボット

⑪航空宇宙

- ・ 機体構造部材

Ⅱ-5 未来のアルミニウム産業に向けて

(1) アルミニウム業界共通の基盤技術開発

(1) - 1 添加元素（Mg、Mn、Zn、Cu）低減合金の開発

ナノ組織制御による引張り強度と伸びをバランスさせた超軽量、高強度部材の開発を目指す。またユビキタス元素（Si、Fe等）ベースの部材開発を行い、用途モノアロイ化（6000系合金）への布石（Mg、Mn、Cu、Zn低減）とする。

目標 2025年：従来の限界を越えた500MPa～30%の軽量・高強度部材の開発

2035年：800MPa～40%の軽量・高強度部材の開発

①ナノ組織制御でのブレークスルー

- ・ D-SSF (Deformation -Semi Solid Forming) プロセス (里：東工大)
科学技術振興機構「産学共創基礎基盤研究」プログラム2011～2013
「鉄を活用した新規ナノヘテロ構造アルミニウム合金の創製と3D構造解析」
- ・ 微細粒強化、転位強化と時効析出強化の並立
(廣澤：横国大、寺田：千葉工大、堀田：九大、松田：富山大)
科学技術振興機構「産学共創基礎基盤研究」プログラム2011～2015
「超微細粒強化と時効析出強化を並立させる新規アルミニウム合金展伸材の開発とその合金設計指導原理の確立」
- ・ 水素化脱水素化による微細組織化 (文科省元素戦略 2007～2011年：東北大)
- ・ 水素ポア制御による力学特性向上
(戸田：九大、山口：原研、松田：富山大)
科学技術振興機構「産学共創基礎基盤研究」プログラム2014～2016
「水素分配制御によるアルミニウム合金の力学特性最適化」

②強歪加工プロセス開発によるブレークスルー（堀田：九大、向井：神戸大）

- ・溶解／ダイキャストプロセス
- ・押出プロセス～捻り押出 ・圧延プロセス～溝圧延
- ・強歪せん断～E C A P（Equal Channel Angular Pressing）、H P T（High Pressure Torsion）など

③外部力による組織微細化

- ・急速冷却 ・電磁力 ・超音波

（１）－２ 新溶解鑄造法の開発

省エネと溶解ロスの低減を目指した、新たな溶解法と非金属介在物ゼロを目指した新たな耐火コーティング技術を探索する。

- ①炉の省エネ：1／5～1／20にする。
- ②ドロス低減溶解：1／5～1／10にする。
- ③耐火コーティング技術：非金属介在物ゼロ

（１）－３ 他の材料との融合

他材料との融合により高機能、新機能の発現を目指すとともに、低コスト化を探索する。

①複合材料

- アルミ粉末とカーボンナノチューブ（CNT）：強度3倍・高熱伝導性
- バイエルとアルキャン：1000MPa
- アルミと樹脂（接合）
- アルミと異種金属（接合）

②摩擦攪拌接合（FSW）での異種材料接合

（１）－４ 半熔融技術の活用

半熔融技術の活用による高性能材料開発の可能性を探索する。

- ①チクソ・ランナーレス射出押出技術（三輪：産総研）
- ②チクソ展伸材D-SSF（里：東工大）Fe1%含有高強度材

（１）－５ 連続プロセス化

双ロールキャスター（熊井：東工大）によるFe、Mn含有率増加合金の実用化を目指す。
（Fe無害化、高強度化）

（１）－６ アルミニウムの安定ソース確保

低コスト原料の安定確保を目指して、新製錬法開発に向けた探索を行う。

- ①極低酸素雰囲気によるアルミニウム直接還元（池田：産総研）JAA2008年

(1) - 7 リサイクル合金選別技術

展伸材から展伸材へのリサイクル技術開発に取り組む。

- ①アルミニウム新リサイクル技術開発事業 J A A 2 0 0 9 年 N E D O 事前研究
2 0 1 0 ~ 2 0 1 2 年 N E D O 実用化開発研究実施

(1) - 8 革新的新構造材料等技術開発 (平成25年度経済産業省公募事業)

輸送機器の抜本的軽量化に向け、機能とコスト競争力を同時に向上させたアルミニウム材の開発と、これら材料を適材適所に使用するために必要な接合技術の開発に取り組む。

①革新的アルミニウム材の開発

- i) 高強度・高靱性アルミニウム合金の開発
- ii) アルミニウム材製造電析プロセス技術開発

②接合技術開発

- i) 鋼材/アルミニウムの接合技術の開発 (スポット接合技術)
- ii) アルミニウム/CFRP接合技術開発

(1) - 9 水素除去による各種力学的特性向上

水素ミクロポアを低減することによる各種力学的特性の向上に取り組む。

- ①水素ポア制御によるアルミニウムの力学特性向上 (戸田: 九大) J A A 2 0 1 2
- ②水素ポア制御による航空機用アルミニウム合金の力学特性向上
(戸田: 九大) J A A 2 0 1 3
- ③水素分配制御によるアルミニウム合金の力学特性最適化
(戸田: 九大、山口: 原研、松田: 富山大)
J S T 産学共創基礎基盤研究プログラム2014

(2) アルミニウム業界進化のための技術探索

性能向上や新規機能を付加しアルミニウム材料の進化を目指した技術探索を行う。

- ①機能材: 熱伝導性、電気伝導性、非磁性、光反射性、化学的腐食性、
ガスバリアー性 (水蒸気、水素、...) など
- ②機能性発現: ナノ、生体融合、光物性など
- ③材料融合: ナノ材料、セラミックス、プラスチック、異種金属など

☆研究助成テーマ☆

2014年度の研究助成テーマを以下に示す。

《中長期委員会研究助成テーマ》

「アルミニウム晶出物の応力負荷時における微細化挙動その場観察」久米 (名大)

《アルミニウム研究助成テーマ》 (「別資料 5年間の活動実績」参照)

- ①2013年からの継続テーマ: 13件
- ②2014年新規テーマ: 14件

Ⅱ－６ 人材育成・社会への仕掛け

アルミニウム材料立国を支える、新教育システムの構築と実施。

- 経済産業省委託事業 JRCM&JAA：2007～2009年
製造中核人材育成プログラム作成と実証

- 日本アルミニウム協会：2014年度「アルミニウム産業中核人材育成講座」開講
 - ①溶解鑄造：（安田：京都大学、9月4日～6日）、18名参加
 - ②熱処理：（里：東京工業大学、9月11日～13日）、15名参加
 - ③加工（圧延・押出）：（仲町：同志社大学、9月18日～20日）、12名参加
 - ④材料の強度・強化メカニクス：（渋谷：大阪大学、9月26日～27日）、12名参加

- 日本アルミニウム協会：2014年度「アルミニウム・夏の学校」開催
 - ①関西地区：（京都、7月25日～26日）、7大学、学生31名参加
 - ②関東地区：（東京、8月30日）、11大学、学生28名参加

- 日本アルミニウム協会：2013年度「特別出張講座」開講
 - ①富山大学、②名古屋大学、③京都大学

(別資料)

5年間の活動実績

アルミニウム技術戦略ロードマップの初版発行から5年間（2009～2013年度）の主な活動実績を以下に示す。

<技術開発・研究開発>

1. 国家プロジェクト

2009年度以降に採択された国家プロジェクトの中で、日本アルミニウム協会が推進に関与した主な案件を以下に示す。

No.	募集内容	受託内容	期間 : 年度
1	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 「省エネルギー革新技术開発事業」 ～事前研究～	「アルミニウムリサイクルの新プロセスの事前研究」 （早稲田大学、日本アルミニウム協会）	2009
2	新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 「省エネルギー革新技术開発事業」 ～実用化開発～	「アルミニウム資源循環における超省エネルギー次世代プロセスの研究開発」 （早稲田大学、アーステクニカ、阪和興業、ポニー工業、LIXIL）	2010 ～2012
3	科学技術振興機構（JST） 「産学共創基礎基盤研究プログラム」～革新的構造用金属材料創製を目指したヘテロ構造制御に基づく	「鉄を活用した新規ナノヘテロ構造アルミニウム合金の創製と3D構造解析」 （里：東京工業大学）	2010 ～2013
4	新指導原理の構築～	「摩擦攪拌現象を用いたインプロセス組織制御によるマクロヘテロ構造体化技術の確立」（藤井：大阪大学）	2010 ～
5		「超微細粒強化と時効析出強化を並立させる新規アルミニウム合金展伸材の開発とその合金設計指導原理の確立」 （廣澤：横浜国立大学、寺田：千葉工業大学、堀田：九州大学、松田：富山大学）	2011 ～

6		「水素分配制御によるアルミニウム合金の力学特性最適化」 (戸田：九州大学、山口：日本原子力研究開発機構、松田：富山大学)	2014 ～
7	経済産業省 「革新的新構造材料等技術開発」	「高強度・高靱性アルミニウム合金開発」 (新構造材料技術研究組合)	2013 ～
8	～革新的アルミニウム材の開発～	「アルミニウム材新製造プロセス技術開発」 (新構造材料技術研究組合)	2013 ～
9	経済産業省 「革新的新構造材料等技術開発」	「鋼材／アルミニウムの接合技術の開発」 (新構造材料技術研究組合)	2013 ～
10	～接合技術開発～	「アルミニウム／CFRP接合技術開発」 (新構造材料技術研究組合)	2013 ～
11	経済産業省 平成26年度「エネルギー使用合理化技術開発費補助金(省エネ型リサイクルプロセス実証支援事業費補助金)」 ～アップグレードリサイクル実現のためのLIBSソーティング実証事業	「省エネ型アルミ水平リサイクルのLIBSソーティング実証事業」 (ハリタ金属、[早稲田大学、中部大学、産業総合技術研究所、日本アルミニウム協会])	2014 ～

2. 中長期研究助成

日本アルミニウム協会 中長期需要・技術開発委員会の研究助成テーマを以下に示す。本助成は将来のロードマップ実現を目指して2008年より開始したものである。

No.	研究助成テーマ	期間 ：年度	備考
1	均一系分子触媒による二酸化炭素の直接的活性化を狙う前衛基礎研究 (岩澤：徳島大学)	2008	2008年度「日本アルミニウム協会 アルミニウム研究助成応募テーマ」より採択
2	有機電解液中におけるアルミニウム集電体炭素合材の接触抵抗の評価 (立花：山形大学)	2008～ 2009	
3	アルミニウムイオンを伝導種とする実用型のイオン伝導性固体の構築とその応用 (今中：大阪大学)		
4	電子構造とフォノン分散解析の基づくAI基熱電変換材料の創成 (竹内：名古屋大学)		
5	アルミ酸化膜による不揮発メモリの開発 (高瀬：日本大学)	2008～ 2010	

6	Al-Fe 第2相の超微細分散方法の開発と 開発材料の諸特性の評価 (里：東京工業大学、堀田：九州大学)	2010～ 2011	・JST「産学共創基礎基 盤研究プログラム」2010 年度採択(東京工業大学)
7	純アルミ系高導電材料の高圧巨大ひずみ法に よる高強度化の研究 (堀田：九州大学)		JST「産学共創基礎基 盤研究プログラム」2011年 度採択
8	衝撃圧縮による格子欠陥の生成とその材料特 性への影響 (堀川：大阪大学)	2011～ 2012	軽金属奨学会 課題研究 2013年度採択「高ひずみ 速度加工プロセスによる 時効硬化型アルミニウム 合金の力学および耐水素 脆化特性の改善」
9	ナノ構造解析によるAl合金における添加元 素機能解明 (井：物質・材料研究機構)	2012	「日本アルミニウム協会 2010年度アルミニウム研 究助成応募テーマ」より採 択
10	アルミニウムドロソ発生機構解明および資源 化プロセスの開発 (平木：東北大学)	2012	
11	水素ポア制御によるアルミニウムの力学特性 向上 (戸田：九州大学)	2012～ 2013	JST「産学共創基礎基 盤研究プログラム」2014年 度採択
12	土木構造物における圧縮部材にアルミニウム を用いるための基本性能把握 (葛西：熊本大学)	2013	「日本アルミニウム協会 2011年度アルミニウム研 究助成応募テーマ」より採 択
13	Al-Fe系合金の強ひずみ晶出物制御による 高機能化 (久米：名古屋大学)	2014	「日本アルミニウム協会 2012年度アルミニウム研 究助成応募テーマ」より採 択

3. アルミニウム研究助成

日本アルミニウム協会が主催する40歳以下を対象とした2年間の研究助成事業である。アルミニウムの技術研究を行う若手研究者の育成をめざすと共に、優れた技術研究を助成することにより新たなアルミニウム市場の創造と発展に資することを目的としており、ロードマップの実現に貢献することを重視している。

2010年度以降に採択された研究助成テーマを以下に示す。

2010年度

No.	研究課題	研究者	所属
1	高温水中におけるアルミニウム合金の腐食挙動に及ぼす合金元素の影響について—アルミニウム製新規熱交換器の開発—	千葉誠	旭川高専 准教授
2	結晶塑性有限要素法をもちいた高r値アルミニウム管製造のためのパイプ引抜き工程設計	千葉良一	旭川高 准教授
3	アルミニウムの機械加工と電気化学的表面処理によるアルミナ製マイクロレンズアレイの作製	菊地竜也	北海道大学 准教授
4	ひずみ経路を変化させた予加工圧延条件による熱処理型アルミニウム合金板材の超塑性成形性への影響	兼子毅	東北大学 助教
5	溶解炉の窒素分圧制御によるアルミドロスの資源化	平木岳人	東北大学 助教
6	軽金属材料製ボルトの疲労特性および締付け特性の評価	宮下幸雄	長岡技術科学大学 准教授
7	ナノ構造解析によるAl合金におけるユピキタス元素の機能解明	井誠一郎	(独)物質・材料研究機構 主任研究員
8	超音波援用アルミニウム合金の引張特性	吉原正一郎	山梨大学 准教授
9	ロータス型ポーラスアルミニウムの気孔形成機構の解明	井手拓哉	大阪大学 助教
10	微小領域引張試験法によるAl合金/鋼異種金属接合材の破壊因子の明確化	小椋智	大阪大学 助教
11	摩擦撈拌接合を起源とした組織制御法によるアルミニウム合金の高機能化	伊藤勉	香川高専 講師
12	燃料電池自動車への適用を目指した高耐久性表面被覆アルミニウム製複極板の開発	衣本太郎	大分大学 助教
13	急速凝固軟硬質混合粉末固化成形によるマルチモーダル組織型耐熱Al合金の開発	山崎倫昭	熊本大学 准教授

2011年度

No.	研究課題	研究者	所属
1	超微細粒組織化に伴う転位組織の変化が生み出す新しいクリープ機構の解明	松永哲也	東北大学 助教
2	新しい放射線防護材の開発と評価	松原孝祐	金沢大学 助教
3	アルミニウム合金ダイカストの引け巣と組織を考慮した疲労破壊メカニズムの解明	桑水流理	福井大学 准教授
4	アルミニウム中の水素の挙動調査	渡壁尚仁	茨城大学 博士1年
5	ナノ多孔性アルミナ膜を使ったナノワイヤー熱電変換素子のゼーベック係数測定	長谷川靖洋	埼玉大学 准教授
6	ねじり押し出し法を利用したアルミニウム合金押し出し材の集合組織制御	千野靖正	(独)産業技術総合研究所 研究グループ長

7	鉄道車両用6N01及び7N01合金の薄肉高強度形材製造のための組織制御	野田雅史	千葉工業大学 研究員
8	ECAP加工を用いてアルミニウム箔端材を再利用したポーラスアルミニウムの創製	鈴木良祐	群馬大学 助教
9	微小押込試験を利用したアルミニウムの強度のひずみ速度依存性解析	山田浩之	防衛大学校 助教
10	ナノ粒子分散アルミニウム/アルミニウム積層材による強度と延性の両立	長谷川誠	横浜国立大学 准教授
11	キャピテーションピーニングによるアルミ合金の疲労強度向上と表面欠陥の無害化	高橋宏治	横浜国立大学 准教授
12	アルミニウム・ナノ構造を用いたブロードバンド光増感フィルムの作成	齊藤結花	大阪大学 特任講師
13	アルミニウム製角形パイプの集成部材を橋脚に適用した場合の基本性能	葛西昭	熊本大学 准教授

2012年度

No.	研究課題	研究者	所属
1	アノード酸化と細孔充填法によるアルミナ製ナノレンズアレイの創製	菊地竜也	北海道大学 准教授
2	表面改質を用いた水素貯蔵用アルミニウムライナーへの水素脆化抑止法の構築	高桑脩	東北大学 助教
3	アルミニウム合金の超音波接合に関する研究	佐々木朋裕	新潟大学 助教
4	Cu、Ag添加によるAl-Zn-Mg合金の析出組織最適化に関する研究	渡邊克己	富山大学 博士課程
5	板状、薄状高純度Alを用いた陽極酸化によるメンブレンフィルターの作成	高井学	千葉工業大学 博士課程
6	狭バンドギャップを有する新規Al基複雑構造固体材料の探索	北原功一	東京大学 博士課程
7	CNFの表面処理と半熔融加工によるCNF強化Al合金基複合材料の作製法の研究	小川文男	早稲田大学 支援研究員
8	アルミニウム材料の金属疲労損傷中の非線形音響量と微細組織の変化	石井優	湘南工科大学 博士課程
9	DLC膜適用のためのアルミニウム表面加工法に関する研究	堀内崇弘	神奈川県産業技術センター 技師
10	レーザープラズマ風洞を用いた水素還元によるアルミ精製の実証的研究	松井信	静岡大学 助教
11	Al-Fe系合金の強ひずみ晶出物制御による高機能化	久米裕二	名古屋大学 助教
12	DMSO2システムによるアルミニウム基バルクナノ結晶メタルの創製	松井功	大阪府立大学 博士課程
13	アルミニウムの高温変形・結晶粒微細化における固溶鉄原子の役割	上杉徳照	大阪府立大学 助教
14	軟X線XAFSを用いたAl-Mg-Si合金中に形成されるナノクラスター構造の解明	足立大樹	兵庫県立大学 准教授

2013年度

No.	研究課題	研究者	所属
1	アルミニウム合金ダイカストにおける方案最適設計システムの開発	金澤賢一	三重大学 博士課程
2	純アルミニウムとPTCセラミックの接合鑄造による電気自動車用ヒーターの高効率化	後藤育壮	秋田大学 助教
3	展伸材へのアップグレードリサイクルに向けた鑄造用アルミニウム合金のマイクロ組織制御による高性能化	原田陽平	東京工業大 助教
4	アルミニウム合金の高温疲労特性改善を目的とした微粒子衝突プロセスによる耐熱合金層の創製	菊池将一	神戸大学 助教
5	Al合金とCuの超音波異材接合における接合界面組織形成過程の解明	藤井啓道	東北大学 助教
6	表面構造制御コーティングによる切削加工時のアルミニウムの凝着の抑制	中谷正憲	兵庫県立大学 助教
7	凝固組織形成シミュレーションによる3次元結晶粒度予測技術の構築	棗千修	秋田大学 講師
8	増肉を目的としたアルミニウムパイプの縮管成形加工	西田進一	群馬大学 助教
9	アルミニウム合金板の塑性異方性のモデル化と高精度プレス成形CAEの開発	濱崎洋	広島大学 助教
10	巨大ひずみ加工を用いたアルミニウムの結晶粒超微細化に対する鉄の効果	宮嶋陽司	東京工業大学 助教
11	タンデム式縦型双ロールキャスト法と熱間圧延接合法で作製した4045/3003/4045合金クラッド材の組織と機械的性質	中村亮司	東京工業大学研究科 博士課程
12	アルミニウムのアノード酸化によるポーラスアルミナ被膜の構造制御因子の解明およびその機能的応用	増田達也	工学院大学 博士課程
13	アルミニウム二次電池の実用化へ向けた電解液用添加物の探索	知久昌信	大阪府立大 助教
14	超微細粒Al-Ag-Sc合金における二段時効を利用した延性改善の試み	寺田大将	千葉工業大学 准教授

(注) No. 11 は2013年度のみ

2014年度

No.	研究課題	研究者	所属
1	エレクトライド循環による燃料電池用水素製造	Heidy Visbal	京都大学 特定研究員
2	AIH-FPPによる安定金属拡散層を援用したアルミニウム合金表面へのカーボンコーティング適用技術の開発	曙紘之	広島大学 助教
3	着色腐食液を用いた半熔融アルミニウム合金の初晶粒状化過程ならびにマイクロ編析均質化過程の解析	高立	東京工業大学 博士課程
4	耐摩耗・自己潤滑性めっきによるアルミニウム合金の摺動特性向上	亀山雄高	東京都市大学 講師
5	熱移動・耐摺動性に優れるアルミニウム合金表面改質法の検討	古賀紀光	横浜国立大学工学研究院 研究教員

6	金属塩の生成・分解反応を利用したアルミニウムの低温固相接合	小山真司	群馬大学 助教
7	ナノ組織を有する粒子分散 Al 合金の高温強度に及ぼす希土類元素の効果	阪本辰顕	愛媛大学 講師
8	イオン液体浴からの新規アルミニウム合金電解めっき	佐藤祐輔	北海道大学 博士課程
9	アルミニウム合金製射出成形金型のための高精度シボ加工の検討	新川真人	岐阜大学 助教
10	レーザねじりダイレス引抜きによるアルミニウム合金管の結晶組織制御	古島剛	首都大学東京 助教
11	アルミニウム合金の水素脆化機構の解明	真中俊明	茨城大学 博士課程
12	ナノ析出組織の形成機構の解明によるアルミニウム合金の高強度・高性能化	三原麻未	東京工業大学 博士課程
13	アルミニウム合金表面の金属間化合物化	村井一恵	慶應義塾大学 博士課程
14	半溶融射出成形による高機能部材成形の開発	村上雄一郎	(独)産業技術総合研究所 主任研究員

4. 技術サロン

技術サロンは、将来テーマ創出のためのマーケットニーズおよび技術シーズ探索を目的として行われる講演会である。2009 年度以降について以下にまとめる。

年度	題目	講師
2009	<ul style="list-style-type: none"> ・革新型蓄電池先端科学基礎研究における材料科学 ・TRY2025 未来都市構想 ・水素用アルミ材料 今後の取組み ・アルミ缶の将来方向について ・EVの現状と今後 ・鉄道車両の未来 ・トラック・バスの軽量化 ・ロボットの現状と未来 ・電化社会・グリーン化社会 ・介護、福祉用具の現状と課題 ・ノルウェー産学官との共同研究開発 ・廃車シュレッダー処理で発生する軽金属スクラップの自動選別技術 ・アルミ材の船舶への適用の可能性 	松原英一郎（京大） 竹内真幸（清水建設） 自動車工業会：情報交換会 西山貞雄（ユニバーサル製缶） 姉川尚史（東京電力） 鈴木康文（鉄道総合技術研究所） 黒木俊昭、中沢晃一（日野自動車） 清水正晴（千葉工大） 杉山大志（電力中央研究所） 五島清国（テクノエイド協会） 松田健二（富山大） 古屋仲茂樹（産総研） 入江隆博他 3 名（三井造船）

2010	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミ構造住宅による未来のライフスタイル ・電動車両用モータの概要と巻線について ーモータ巻き線のアルミ化を目指してー ・アルミニウム表面上への機能めっき ・新しいアルミニウム製錬法確立のための極低酸素分 圧下気相還元プロセス開発 	<p>佐々木龍郎（佐々木設計事務所） 石川茂明（日産）</p> <p>渡邊 徹（芝浦工大） 池田伸一（産総研）</p>
2011	<ul style="list-style-type: none"> ・伸線加工と摩擦圧接プロセスを応用して内部に組成 の異なるナノ多層構造を持たせた構造用金属材料 の力学特性」 ～高比強度高靱化と耐環境水素 脆性の両立の実現～ ・析出強化、転位強化、結晶粒微細化強化を並列させ る微視的組織をもった時効硬化型アルミニウム合 金の開発 ・宇宙太陽光発電所と無線送電 ・航空宇宙機の機体構造における課題と材料技術 ・室温イオン液体とその応用 ～めっき、製錬を中心として～ ・超微細粒強化と時効析出強化を並立させる新規アル ミニウム合金展伸材の開発とその合金設計指導原 理の確立 ・巨大ひずみ加工による超微細粒アルミニウム合金の 作製 ・超微細粒組織をもつ時効硬化型アルミニウム合金の ミクロ組織観察・解析 ・HPT法を用いたAi-Fe系合金に関する研究進捗 状況 ・鉄を利用した新規ナノヘテロ構造アルミニウム合金 の創製と3D構造解析 ・アルミニウムと水素：水素除去による各種力学的性 質向上の可能性 	<p>堀川敬太郎（阪大）</p> <p>廣澤渉一（横国大）</p> <p>篠原直毅（京大） 中村俊哉（宇宙航空研究開発機構） 津田哲哉（阪大）</p> <p>廣澤渉一（横国大）</p> <p>堀田善治（九大）</p> <p>松田健二（富山大）</p> <p>堀田善治（九大）</p> <p>里達雄（東工大）</p> <p>戸田裕之（豊橋技科大）</p>
2012	<ul style="list-style-type: none"> ・ナノ構造解析によるAl合金におけるユピキタス元 素の機能解明 ・アルミ合金の疲労強度特性と水素脆性に対するミク ロ解析とそれに基づく能動的制御 	<p>井誠一郎（物材研）</p> <p>野口博司（九大）</p>
2013	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミニウム製角形パイプの集成部材を橋脚に適用 した場合の基本性能 ・アルミニウムドロソ発生機構解明および資源化プロ セスの開発 	<p>葛西 昭（熊大）</p> <p>平木 岳人（東北大）</p>

	<ul style="list-style-type: none"> ・ナノ構造解析によるAl合金における添加元素機能解明 ・Al-Li系合金鋳物の鋳造法開発と材料特性 ・最近のFSWの動向 ・ステンレス鋼のマイクロ電気化学特性と耐孔食性 	井誠一郎（物材研） 才川 清二（富山大） 藤井英俊（阪大） 武藤泉（東北大）
2014	<ul style="list-style-type: none"> ・ケルビンフォース顕微鏡の可能性 ・プロダクト→プロダクト循環のための研究戦略 	升田博之（産総研） 長井 寿（産総研）

<人材育成>

1. アルミニウム産業中核人材育成講座

日本アルミニウム協会は、2007～2009年度にかけて JRCM（(財)金属系材料研究開発センター）と共同で、経済産業省委託事業として「製造中核人材育成プログラムの開発と実証」を実施した。目的は、アルミニウム産業の基盤技術の継承と次代のアルミニウム産業の担い手となる中核人材の育成である。次年度（2010年度）より下記に示す講座を開設したが、定員を上回る応募が続いている。

コース	講師	会場	開催年度毎の参加人数（名）				
			2010	2011	2012	2013	2014
溶解鋳造	安田秀幸教授 (2010～2012 阪大、 2013 京大)	阪大（吹田） 京大（吉田）	14	13	16	12	18
熱処理	里 達雄教授 (東工大)	東工大（大岡山）	14	14	13	16	15
材料の強度 ・強化のメカニクス	渋谷陽二教授 (阪大)	阪大（吹田）	12	12	11	14	12
加工（圧延、 押出）	仲町英治教授 (同志社大)	同志社大 (京田辺)	14	12	13	13	12

2. アルミニウム夏の学校

日本アルミニウム協会では、「機械」・「電気」・「化学」・「金属」専攻の大学生、院生の皆様方を対象に、アルミニウム産業に対する理解と関心を深めてもらうことを目的として2011年度より「アルミニウム夏の学校」を開始。

学校長は関西：松原英一郎教授（京大）、関東：里達雄教授（東工大）

年度	開催日	場所	学生参加人数	内容
2011	8月22 ～23日	関西セミナーハウス (京都)	14名	1. 講演*) 経済産業省および 企業より 2. 懇談 グループ懇談および 自由懇談
2012	7月27 ～28日	関西セミナーハウス (京都)	29名	
	8月 9 ～10日	強羅静雲荘 (箱根)	31名	
2013	7月26 ～27日	関西セミナーハウス (京都)	27名	
	8月29 ～30日	強羅静雲荘 (箱根)	33名	
2014	7月25 ～26日	関西セミナーハウス (京都)	31名	
	8月30日	日本アルミニウム協会 (東京)	28名	

*) 年度毎に以下のような講演を実施

<2011年度>

講演①「自動車バンパー補強部材の設計および成形加工技術」	(株)神戸製鋼所
講演②「新型プリウス用IGBT冷却器の開発」	昭和電工(株)
講演③「溶かさずに溶接?常識を覆した摩擦攪拌接合」	住友軽金属工業(株)
講演④「太陽電池裏面電極インキの開発改良」	東洋アルミニウム(株)
講演⑤「アルミニウムの複雑成形を可能にした成形技術」	古河スカイ(株)
講演⑥「自動車用熱交換器用材料の防食性の確立」	三菱アルミニウム(株)
講演⑦「道路橋用アルミニウム床版の開発」	日本軽金属

<2012年度>

特別講演:「日本の競争力を支える素材産業の成長戦略と政策」

経済産業省 製造産業局 非鉄金属課

講演①「日本のアルミニウム産業」	日本アルミニウム協会
講演②「自動車・二輪車用アルミニウム材料」	住友軽金属工業(株)
講演③「航空機・鉄道車両・船舶用アルミニウム材料」	古河スカイ(株)
講演④「飲料缶用アルミニウム材料」	(株)神戸製鋼所
講演⑤「各種箔用アルミニウム材料」	三菱アルミニウム(株)
講演⑥「電気・電子用アルミニウム材料」(一般&感光ドラム)	昭和電工(株)
講演⑦「建材・土木用アルミニウム材料」	日本軽金属(株)
講演⑧「アルミ粉末の用途」	東洋アルミニウム(株)

< 2013年度 >

特別講演：「非鉄金属産業を通して見た日本経済」

経済産業省 製造産業局 非鉄金属課

講演①「日本のアルミニウム産業」	日本アルミニウム協会
講演②「輸送機器の発展に貢献するアルミニウム」	住友軽金属工業(株)
講演③「リサイクル技術を含めた飲料缶材」	三菱アルミニウム(株)
講演④「自動車へのアルミニウム合金の適用と解析技術」	(株)神戸製鋼所(関西)
「アルミニウム合金と異種材料接合技術」	(株)神戸製鋼所(関東)
講演⑤「新幹線用アルミニウム製吸音パネル」	古河スカイ(株)
講演⑥「アルミニウム製パワー半導体用冷却器の開発」	昭和電工(株)
講演⑦「燃料電池セパレータの開発」	日本軽金属(株)
講演⑧「アルミニウム顔料とその表面処理」	東洋アルミニウム(株)

< 2014年度 >

特別講演：「非鉄金属産業を通して見た日本経済」(仮題)

経済産業省 製造産業局 非鉄金属課

講演①「日本のアルミニウム産業」	日本アルミニウム協会
講演②「形状設計を駆使した板材特性の高剛性化(スマートシート®の開発)」	(株)UACJ
講演③「ハイブリット車用熱交換器材料の開発」	三菱アルミニウム(株)
講演④「アルミニウム合金の連続 casting 技術」	(株)神戸製鋼所(関西)
「アルミニウムによる自動車の軽量化技術」	(株)神戸製鋼所(関東)
講演⑤「構造部材用 Al-Mg-Si 合金押出材の組織改善による高強度化」	昭和電工(株)
講演⑥「粉末冶金法による使用済核燃料輸送貯蔵容器用中性子吸収材の開発」	日本軽金属(株)
講演⑦「箔/粉末積層・焼結技術を利用した新しい電極材料の開発」	東洋アルミニウム(株)

アルミニウム技術戦略ロードマップ 2014

発行日 2014年12月 1日

発行 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

FAX 03-3538-0233

URL www.aluminum.or.jp