



UACJの技術展望総括*

(株)UACJ 技術企画管理部

Overall Technical Prospects in UACJ Corporation

UACJ Corporation, Technical Planing & Control Development

1. はじめに

アルミニウム板圧延の国内シェア1位、2位の古河スカイ株式会社（以下古河スカイ）と住友軽金属工業株式会社（以下住友軽金属工業）とが経営統合して、2013年10月に株式会社UACJ（以下UACJ）が誕生した。Fig. 1に示すように、古河電気工業株式会社のアルミニウム部門とスカイアルミニウム株式会社が約10年前に統合した会社が古河スカイであり、住友グループである住友金属工業株式会社の非鉄部門が1959年に独立して発足した会社が住友軽金属工業である。

Fig. 2に示すように、統合によって、UACJのアルミニウム板製品の生産能力は、アルコア、ノベリスに続いて、世界で第3位グループの規模になった。100万トン／年を超え、現在建設中のタイ工場を含めると130万トン／年レベルの生産能力を有する予定である。新たに誕生したUACJは国内で約60%と高いシェアを持つ会社になった。

UACJは、包装容器分野（飲料缶、レトルト容器など）、輸送機器分野（自動車、鉄道車両、船舶など）、航空宇宙分野（航空機、ロケットなど）、電機・電子産業分野（IT機器筐体、OA機器部品、磁気ディスクなど）、建築分野（建築構造材、外装材、内装材など）、空調分野（エアコンなど）を含め、ほぼ全ての産業分野にアルミニウム材料を提供している。

責任の明確化と意思決定のスピード化を図るために、板事業をUACJ本体に内包し、押出事業、箔事業、鋳鍛事業、銅管事業および加工品事業をそれぞれ事業分社化した体制としている。

2. 高機能アルミニウム材料

グローバルマーケットで勝ち残るためにはコスト競争力の強化は必須であるが、品質や機能に特長のある製品開発もまた重要である。ここでは①材料特性の高機能化、②表面への機能性付与、③製品設計・形状設計、

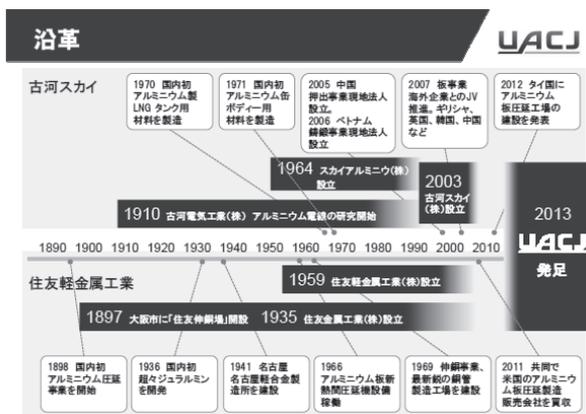


Fig. 1 History of UACJ.

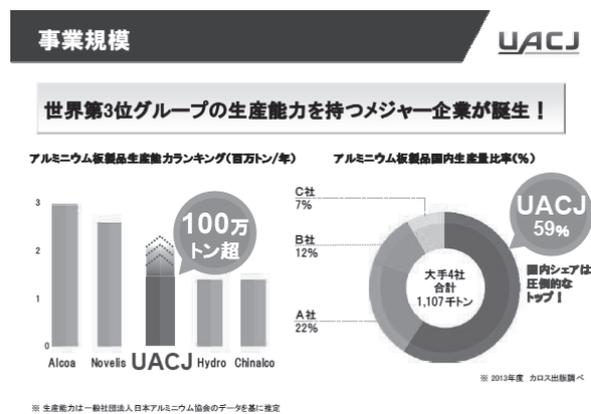


Fig. 2 Business scale in overseas and Japan.

* 本原稿は、高機能金属展2014およびアルトピア2014年7月号掲載原稿を元に追記編集したものである。
This manuscript is edited based on the published manuscript of keynote session of 1st Metal Japan 2014 and Alutopia vol. 44, No. 7, (2014).

④新用途への展開に分けてUACJの製品・技術開発事例を説明する。

2.1 材料特性の高機能化

材料特性そのものを高機能化したアルミニウム材料として、超塑性材料、缶材料、磁気ディスク (MD) 材料、自動車ボディシート材料、コンプレッサーホイール、ブレイジング用材料 (自動車用熱交換器材料)、高強度7000系アルミニウム合金押出材料および革新的アルミニウム材料を例として紹介する。

1) 超塑性材料

Fig. 3に示すように、400～500℃の高温で引張変形を付与すると数百%以上の伸びを示す材料が超塑性材料である。ガスを利用して金型に材料を押し付けて形状を付与するブロー成形技術によって製品形状に仕上げている。ブロー成形技術ではプラスチックのような複雑形状の製品の一体成形が可能である。超塑性を付与するためには、合金設計、結晶粒径制御および加工プロセスの設定が重要な開発要素である。通常の冷間成形に比較して深絞り性に優れるため、自動車、航空機などの大型製品分野から趣味のミニチュア部品の製造に至るまで、広範囲の用途に用いられている。

2) 缶材料

Fig. 4に示すようなアルミニウムのDI (drawing and ironing : DI) 缶製造技術は1955年にKaiser社において開発され、日本では1971年にDI成形の2ピースオールアルミ缶が初めて生産された。ここ30年ほどの間に、缶ボディ (胴体) 重量は約20%軽量化されてきている。日本では自動販売機売りが多いこと、また缶壁穴あきによる漏洩や缶体変形に対する消費者の目が厳しいこともあって板厚が厚めの方向であるが、欧米ではさらに軽量化が進んでいる。こうした軽量化の要求、すなわち材料の板厚を薄くしてもDI成形加工可能なアルミ

ニウム材料の開発に対して、高成形性や高強度などの材料特性の高機能化が要求されてきた。

高成形性材料としては材料組織制御技術の開発やカップ耳形状の予測技術などCAE技術の活用を行ってきた。高強度材料としては合金成分設計、材料組織制御技術を駆使して対応し従来材料よりも約10%の高強度化を達成している。

3) 磁気ディスク (MD) 材料

磁気ヘッドを利用して表面の磁性膜にデータを書き込みもしくは読み取りするための記録媒体が磁気ディスク (ハードディスク) であり、アルミニウムは非磁性であり表面の磁性膜に影響しないこと、軽量で高速回転に適していること、精密加工しやすいことなどの理由から磁気ディスク基板材料として使用されている。

Fig. 5に示すように、近年のコンピュータの小型化や高性能化に伴い、磁気ディスクにも小型大容量化、高密度化、耐久性向上などが要求されており、記憶容量を高めるための磁性膜の薄膜化やヘッドの低浮上化の要求に対応して、アルミニウム材料には下地処理としてのメッキ時のマイクロピット抑制、また基板表面

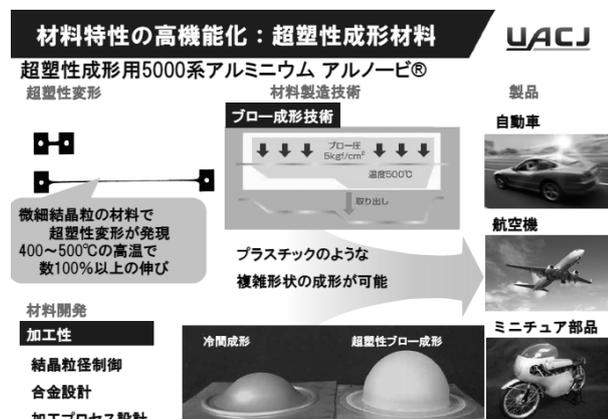


Fig. 3 5000 series superplastic aluminum alloy.

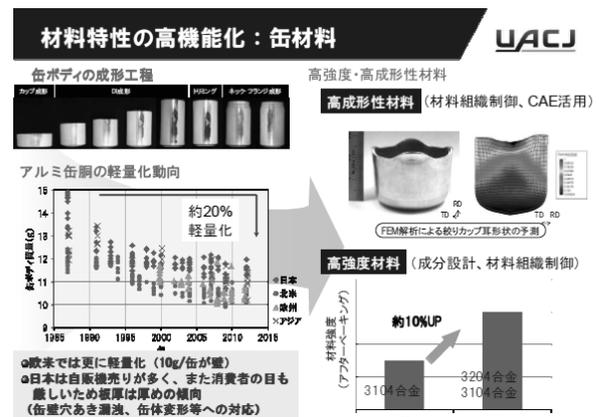


Fig. 4 Aluminum can body alloy.

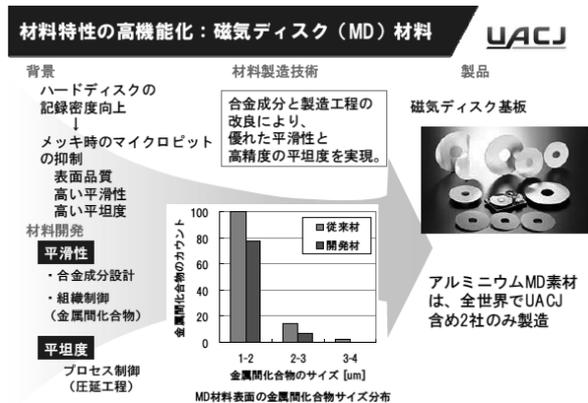


Fig. 5 Aluminum alloy for memory disc.

の平滑性、平坦性などの機能が要求されている。これらの要求に対して、合金成分設計、金属間化合物の組織制御および圧延工程の制御など製造工程の改良を行って、優れた平滑性と高精度の平坦度を実現している。現在、アルミニウム磁気ディスク素材は全世界でUACJを含んだ2社のみが製造している。

4) 自動車ボディシート材料

自動車ボディシート材料でも種々の開発、機能性付与が必要である。Fig. 6に示すように、プレス成形時の表面欠陥として、5000系材料ではストレッチャーストレインマーク(SSマーク)と呼ばれる表面模様が、6000系材料ではローピングマークと呼ばれる表面模様が問題となる。また、自動車として組み立てる際には、ボンネットフードなどで約180度曲げるヘム加工時に割れない材料が必要となる。これらの解決手段として、合金成分、金属間化合物、結晶粒径、溶質元素の固溶と析出および結晶方位などの金属組織を精密に制御することが必要であり、これにより高品位の表面特性、高へム性、高延性、高強度などの機能を有するアルミ



Fig. 6 Aluminum alloys for automotive body panels.

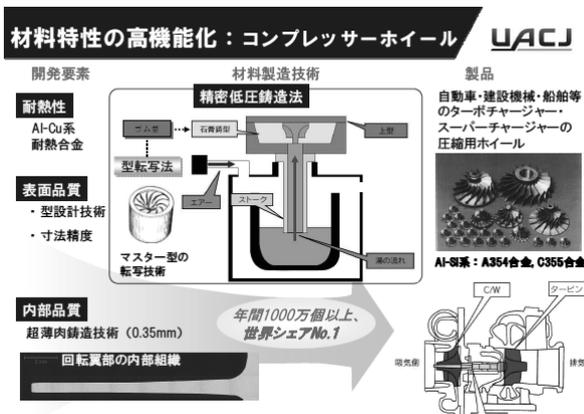


Fig. 7 Aluminum cast compressor wheel.

ニウム材料を開発している。

5) コンプレッサーホイール

自動車・建設機械・船舶のターボチャージャー・スーパーチャージャーの吸気側に圧縮用ホイールとして使用されているコンプレッサーホイールをUACJでは低圧鑄造法で製造している。自動車の低燃費化に対する一つの対応としてガソリンエンジン車のエンジンのダウンサイジング化が進み、コンプレッサーホイールには軽量化や高速回転への対応として、高い表面品質や内部品質、また耐熱合金の開発が要求されている。Fig. 7に示すように、UACJでは精密低圧鑄造技術を開発して肉厚0.35 mmの超薄肉鑄物の製造を可能とした。現在、年間1,000万個以上と世界シェアNo1の生産量となっている。

6) プレージング用材料

ラジエータ、コンデンサ、エバポレータおよびその他インバータ冷却器などの自動車用熱交換器には、耐久性(強度)、耐食性、ろう付け性などの機能が要求されており、そのために、心材と皮材にそれぞれ機能を持たせそれらの組み合わせによって製品化するクラッド材が用いられている。Fig. 8に示すように、耐久性(強度)を高めるために心材の合金設計および時効硬化利用技術を駆使し、耐食性の改善には犠牲材の合金設計、塗装技術、寿命予測技術などの開発が必要となる。ろう付け性については、ろう材の合金設計、心材の結晶粒径制御およびフラックスストレスろう付け技術の開発が必要である。また、ろう付け加熱中の元素の拡散挙動をシミュレーションする技術についても開発を進めている。

7) 高強度7000系アルミニウム合金押出材料

2輪車部材や自転車部材向けのアルミニウム押出材料の軽量化の要請に対して、耐久性(強度)や加工性の向上を両立するアルミニウム押出材料および製品の開発を行った。

Fig. 9に示すようにアルミニウム合金中でも最も高強度な7000系アルミニウム合金の合金設計や時効析出による組織制御を行い、一般的に使用されているA6061合金のT6処理材料に比較して、強度を40%から90%向上した。さらに押出素管へのスピニング加工技術の開発および部品点数の削減を目的としたシミュレーションによる製品断面形状の最適化を行うことで、2輪車のフロントフォークや自転車部材に適用している。

8) 革新的アルミニウム材料

革新的な高機能アルミニウム材料を開発するために、2013年度から10年間にわたる国家プロジェクトが立ち上がった。経済産業省の指導のもとに、民間企業、研

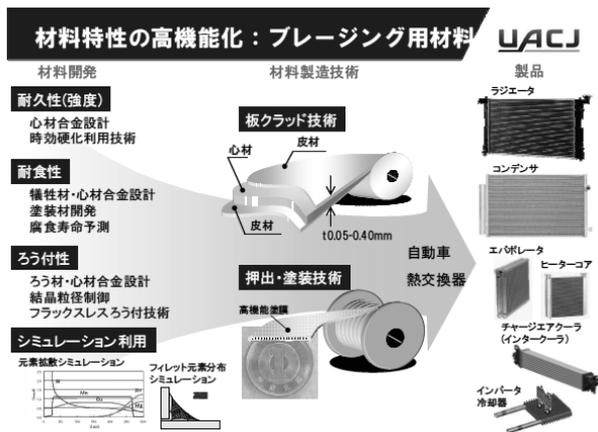


Fig. 8 Aluminum brazing material for automotive heat exchanger.

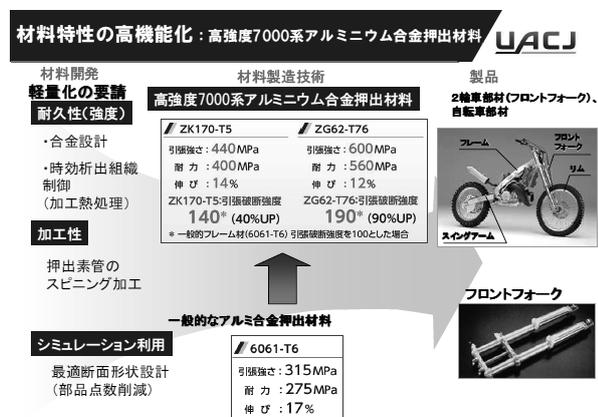


Fig. 9 High-strength 7000 series aluminum alloy for extruded products.

究機関および大学の産学共同で推進する大型プロジェクトである。輸送機器分野では、軽量化による燃費向上をせまられており、引張強さ750 MPa、伸び12%以上の特性を有するアルミニウム材料の開発を目標としている。Fig. 10に示すように、アルミニウム材料の強度と延性とは一般的に相反する関係にあり、高強度材料では加工性が劣り、高加工性材料では強度が劣る。この課題に対する一つの方法としてアルミニウム材料中の水素の制御に注目し、上記トレードオフの関係から抜け出そうとする挑戦的な試みである。

2.2 表面への機能性付与

アルミニウム材料に機能性を付与する技術として、表面処理技術がある。ここでは高機能アルミニウム塗装材、KO処理®材および空調用エアコン材料を例として紹介する。

1) 高機能アルミニウム塗装材

Fig. 11に示すように、コイル状のアルミニウム合金表面に化成処理(下地処理)を施したのちに、各種機能性を付与した塗膜を塗布するものであり、塗料と材料との組み合わせによって種々の機能(高放熱性、高成形性、高意匠性、高防汚性、高導電性、高潤滑性、高耐キズ付き性など)を付与することができる。適用例としては、PCドライブ用の筐体、薄型テレビのバックパネルあるいはサーバーの筐体などがある。

2) KO処理®材

Fig. 12に示すように、アルミニウム材料をアルカリ性電解液浴中で交流電解することで、表面に薄いアルミニウム酸化皮膜を作成する技術がKO処理である。この皮膜は微細な樹枝状構造を有するために樹脂との高い密着性を有し、非常に薄いために高加工性、はんだに対する耐熱性、高熱伝導性などの優れた機能を有している。アルカリ性溶液を使用するだけでクロムや亜鉛などを含む処理剤は不要であり環境負荷が非常に

材料特性の高機能化：高強度・高靱性アルミ合金

革新的新構造材料等技術開発プロジェクト

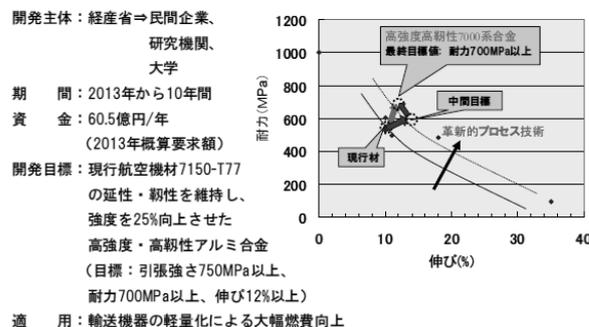


Fig. 10 R&D for innovational technology of high strength aluminum material.

表面への機能性付与：高機能アルミ塗装材料

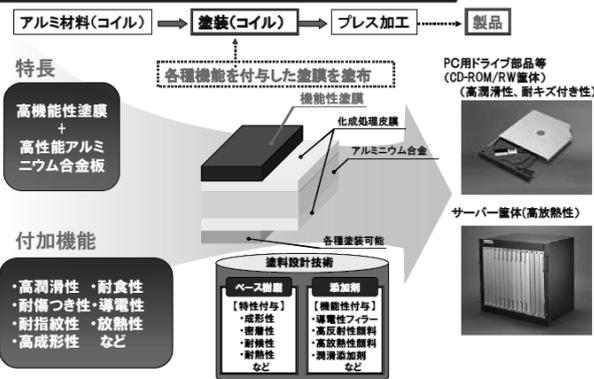


Fig. 11 High performance pre-coated aluminum coil.

小さいという特長がある。これらの機能は半導体あるいはパワー半導体などの分野でプリント配線基板として活用されている。

3) 空調用エアコン材料

従来の空調用熱交換器は、銅の丸管とアルミニウムフィン材とを、機械拡管で接合して組み立てる製造方法であった。銅地金価格の高騰および高止まりに伴い、チューブ材質を銅からアルミニウムに切り換える動きが出て来ている。Fig. 13に示すように、当初は単に銅管をアルミ管に換えたただけであったが、さらに進んでアルミニウム扁平管(多穴管)を利用し高機能化の検討が行われている。穴径の微細なアルミニウムチューブと、コルゲートしたアルミニウムフィンとを組み合わせてろう付けするタイプであり、金属接合の効果で熱交換性能が向上し、これにより小型化が可能になるため省冷媒にもつながる。

Fig. 14～16に示すように、アルミニウムフィン材料にも種々の機能(親水性、除霜性、臭気抑制、難着霜性、防かび防菌性、成形性など)が付与されている。ま

た防食設計技術も種々開発している。

2.3 製品設計・形状設計

CAE (computer aided engineering) を活用した製品設計・形状設計の事例としてヒートシンクおよびスマートシート®を紹介する。



Fig. 14 Heat exchanger for air conditioner.

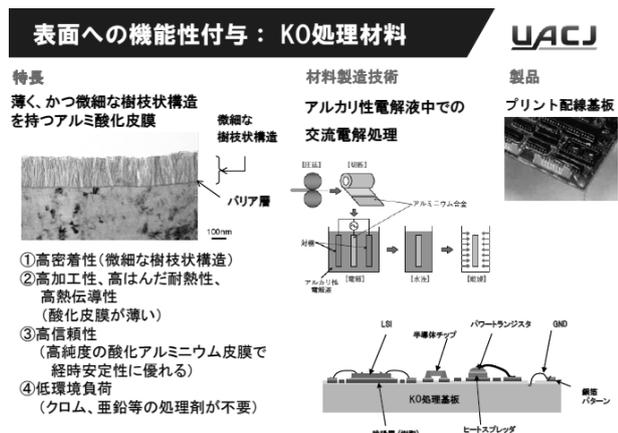


Fig. 12 KO treated aluminum material.

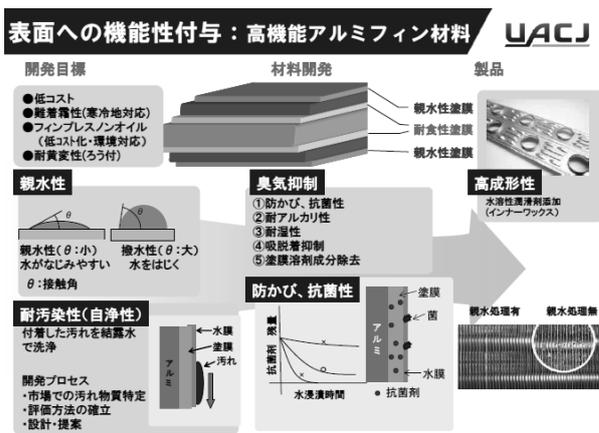


Fig. 15 High performance aluminum pre-coated stock.

表面への機能性付与：空調用熱交換器の種類

	パラレルフロー(PF)熱交換器	クロスフィンチューブ(CF)熱交換器	
イメージ			
チューブ	Al扁平管	Al円管	Cu円管
フィン	Al	Al	Al
熱交換性能	CF(Cu)より高性能	CF(Cu)と同等	-
製造方法	ろう付	機械拡管 Uベンドろう付	機械拡管 Uベンドろう付
メリット	高性能 コンパクト、省冷媒	結露水の排出	結露水の排出

Fig. 13 Type of heat exchanger for air conditioner.

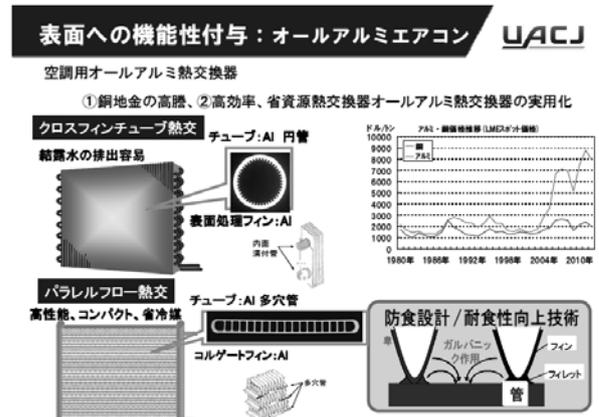


Fig. 16 All aluminum heat exchanger for air conditioner.

1) ヒートシンク

ヒートシンクはデバイスの発熱を冷却するためのものであり、Fig. 17に示すように、コルゲートフィンを用いたもの、押出型材および多孔管を用いたもの、鍛造してピン形状にしたものなど、種々のタイプがある。ヒートシンクの設計で重要なことは、熱流の設計技術であるが、部材の接合技術、材料設計技術、製造技術、防食技術およびめっきや表面処理技術も必要であり、全体としてヒートシンクの機能を最大化している。熱流設計ではCAE技術も大いに活用している。

2) スマートシート®

形状設計の例として、UACJで開発した、あらゆる方向で剛性断面二次モーメントを高め、曲げ剛性を高めた高剛性アルミニウム板（スマートシート）を紹介する。Fig. 18に示すように、CAEを活用して、0度方向と45度方向のどちらに曲げた場合でも、通常の板あるいは通常の凹凸板に比較して、等方的に剛性を高めている。

2.4 新用途への展開

車載用リチウムイオン電池および箔材料、また新技術としてFSW（摩擦攪拌接合）技術を事例として紹介する。

1) 車載用リチウムイオン電池

車載用リチウムイオン電池モジュールには、種々の機能を有するアルミニウム材料が開発・使用されている。Fig. 19に示すように、正極集電体用アルミニウム箔、導電性・レーザー溶接性が要求される電池セルケース、高信頼性が要求されるプリント配線基板、高放熱性アルミニウム性ブスバーを用いたセル、また耐食性が要求されるバッテリープロテクションカバーおよびバッテリーコンピュータカバーなどにはカラーアルミが用いられている。

2) アルミニウム箔材料

アルミニウム箔材料の機能性開発はFig. 20に示すように、多岐にわたっている。一般的に高強度にすると導電率が低下するが、高強度でかつ導電性・加工性に優れたアルミニウム合金箔の開発に成功した。また、材料表面を改質して密着性を高めたASP箔も当社製品

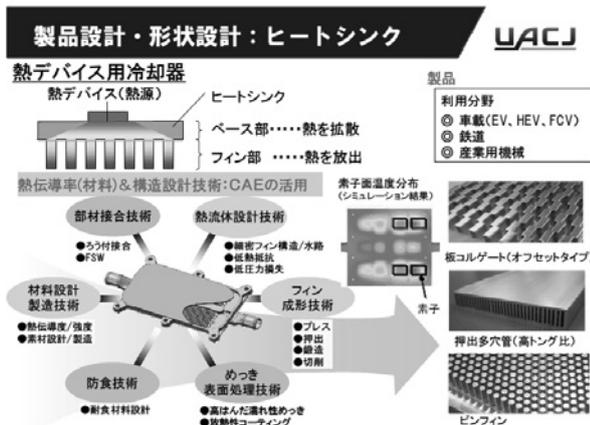


Fig. 17 Heatsink.

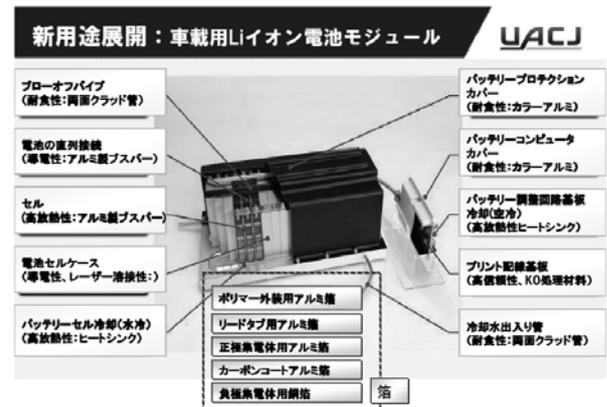


Fig. 19 LiB module for automotive.

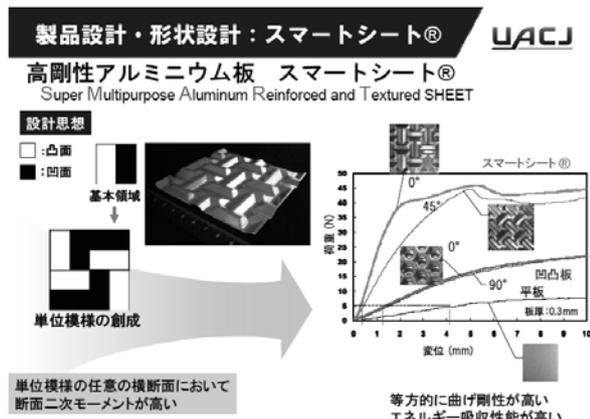


Fig. 18 Smart sheet®.

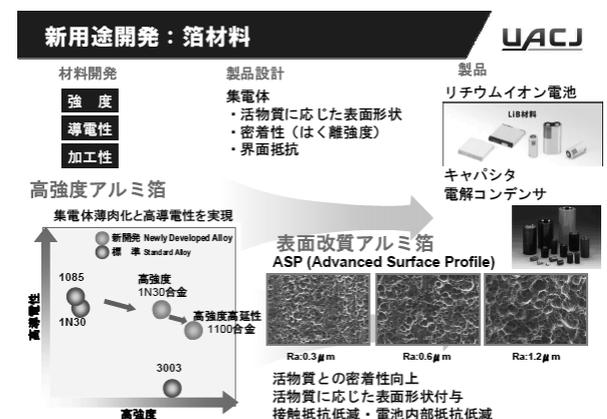


Fig. 20 Aluminum foil materials for LiB.

であり、これらはリチウムイオン電池の集電体、電解コンデンサ、キャパシタなどの材料に活用されている。

3) FSW (摩擦攪拌接合)

先端に突起部を有する工具を高速回転させて材料中に押し込んだ状態で移動させ、工具と材料との摩擦熱を利用して接合させる方法がFSWである。Fig. 21に示すように、非溶融接合であり熱変形が小さいこと、従来は溶接不可能であった2000系や7000系合金の接合が可能であること、またAl/Cu、Al/Feなどの異種材料の接合が可能であるなどの特長を有している。さらに従来は困難であったFSWによる隅肉接合技術も開発している。

3. 将来展望

UACJの将来ビジョンとして、①新規成長分野・成長市場への積極的なグローバル展開、②事業再構築によるコスト競争力の強化、③新技術・新製品開発および機能性を付与した材料開発の推進の3つの重点方針を掲げている。

UACJの国内における主要製造拠点は、アルミニウム板生産能力30万トン/年クラスの工場である名古屋製造所と福井製造所である。これ以外に深谷製造所、日光製造所がある。

なお、研究拠点は名古屋センターと深谷センターの2箇所である。

海外拠点としては、アメリカにTri-Arrows Aluminum Inc.を子会社として有しており、アルミニウム缶材に特化して年産30万トンを生産している。現在、タイにアルミニウム板の一貫生産工場を建設中であり、この工場も年産30万トンクラスの海外拠点である。これ以外に、中国の各所に板、押出材、加工品な

ど種々の拠点を有している。ヨーロッパにおいても製造拠点をもち、あるいは品種によっては合弁事業で供給体制を構築している。

これらの製造拠点を生かして、Fig. 22のように、世界各地のニーズに対応できるグローバルな供給体制を確立している。日本あるいはアジア地区については日本拠点とタイの製造拠点を活用する。特にタイの製造拠点は、東南アジア、インド、中東およびアフリカをカバーしていく予定である。米州の缶材についてはアメリカ拠点(Tri-Arrows Aluminum Inc.)が供給する。それ以外にも合弁事業がいくつかあり、全体としてカバーしていく方針である。

タイのアルミニウム板一貫生産工場はUACJ(Thailand) Co., Ltd.と称し、2014年1月に第一期の投資分として、冷間圧延と仕上げ工程での操業を開始した。2015年には第二期投資分の操業を開始する予定であり、鋳造、熱間圧延、冷間圧延および仕上げ工程を有する一貫生産工場になる。第二期まで完成すると年産能力18万トン規模になるが、上工程、特に熱間圧延は30万トンクラスの能力を有するため、市場の需給状況に応じて比較的短期間でさらに能力を増強できる。

箔事業については、2014年1月にマレーシアの箔会社を買収し、UACJ Foil Malaysia Sdn. Bhd.という新社名の子会社を発足させた。今後、高い成長率の期待できる東南アジア市場において箔事業分野でも積極的に箔事業を展開する計画である。

北米での自動車用パネル材については、目下、供給体制についての真剣な検討を進めている。自動車用パネルのアルミニウム化はヨーロッパではかなり進んでいるが、アメリカでも活発になってきている。燃費規制が年々厳しくなっており、外板をアルミニウムに置き換えようとする動きが加速されている。2012年

新用途展開：FSW (摩擦攪拌接合)

UACJ

FSW (Friction Stir Welding : 摩擦攪拌接合)

特長

- 非溶融接合であり、低熱変形 (従来溶接法の1/10)
- 溶接不可能な合金(2000、7000系合金)の接合が可能
- 異種金属 (Cu、Fe、Mg、Ti) との接合が可能

異種金属接合

Al/Cu、Al/Feの接合が可能

固定ショルダー式FSW Stationary Shoulder Conner FSW

従来不可能だったFSW隅肉接合技術を開発

製品

- 電池・キャパシタ
- 自動車
- 船舶・航空

Fig. 21 FSW.

グローバル供給体制の整備

UACJ

主要板製品の主なグローバル供給体制

地域	日本	中国・韓国	東南アジア	インド	中東・アフリカ	欧州	米国
缶材	◎日本拠点	◎日本拠点	○タイ拠点	○タイ拠点	○タイ拠点		○米国拠点
自動車用熱交換器材	◎日本拠点	○JUV	○タイ拠点	○タイ拠点	○タイ拠点	○JUV	○タイ拠点
自動車用パネル材	◎日本拠点	需要動向に応じ供給対応を検討					○JUV
印刷用板材	◎日本拠点	◎日本拠点	◎日本拠点	○JUV	○JUV	○JUV	○JUV
LNG船用厚板	◎日本拠点	◎日本拠点					
一般厚板	◎日本拠点	◎日本拠点	◎日本拠点	○JUV			

Fig. 22 Global supply system.

材の需要は、2020年には100万トンレベルと10倍以上に達すると予測されている。UACJとしてはヨーロッパのConstellium社と共同で北米にアルミニウムパネル材の供給基地を作る事業計画を進めている。投資総額1.5億米ドル、初期段階での年産能力は約10万トン規模の工場を建設予定である。主要設備として仕上げ工程、熱処理工程および表面処理ラインなどを導入する予定であり、2014年5月9日に正式に同意した。この共同事業にはUACJの米国連結子会社であるTri-Arrows Aluminum Inc.社も参加する予定である。

4. 終わりに

UACJグループが目指す将来の姿をFig. 23に示す。スローガンは「アルミニウムの持つ可能性を最大限に発揮し、社会と環境に貢献する企業になる」である。目指す姿は、すべてのステークホルダーに信頼される会社、世界のすべての地域のお客様から存在価値を認められる会社、各地域の特性に合った製品を的確に開発、供給するグローバルな会社である。

発足したばかりの会社ではあるが、Fig. 24に示すように、統合によるリソースの活用、グループの強み、マーケットイン指向、きめ細やかなサービスの提供、技術開発力、コスト競争力、グローバルな供給力などのすべてを優位性に変えて最大限に活用し、世界的な競争力を持つアルミニウムメジャーグループになるという思いを強くしている。

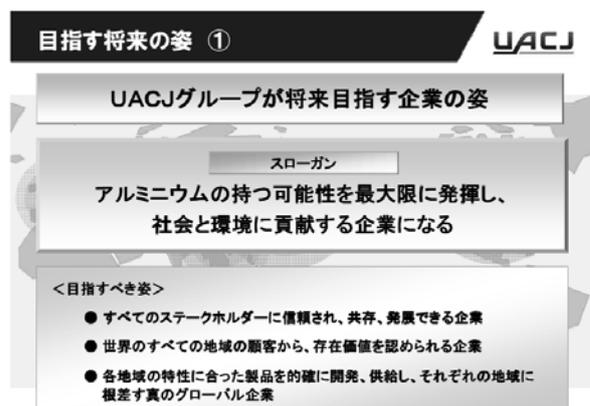


Fig. 23 Goal in the future of UACJ group.

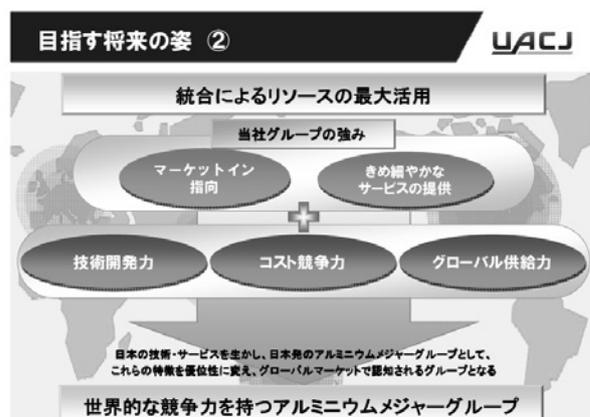


Fig. 24 Concept of the future of UACJ group.