

## TODAY

## 新技術・製品開発型プロジェクトの成功の鍵と停止



東京大学 生産技術研究所

教授 林 宏 爾

「プロジェクト」といえば、NHKの人気テレビ番組『プロジェクトX』が頭に浮かぶ。この番組を見ることにより、各種分野におけるプロジェクトの「成功」の過程を知ることができる。金属系材料の新技術・製品の開発についてはこれまで紹介されていないが、私は、ある工業界賞の選考委員会の委員を務めている関係上、それを知る機会がある。賞の対象は、表題における「新技術・製品開発型プロジェクト」の成果、すなわち「調査型プロジェクトと異なり、新技術の開発ばかりでなく、それによって生み出される新製品の機能、生産量、工業界活性化や社会・環境への貢献等も考慮するプロジェクト」の成果であり、世界初の技術で、かつ新製品の売上高や経済効果が通常数百～数千億円/年のものである。選考では、成果内容を知る書類審査とヒアリングのみでなく、現地調査も行って製品と製造設備等を視察し、「成功」の過程、さらに失敗と開発者の人柄等も知ることができる。

JRCMのプロジェクトのなかには、この種のものもあることから、最近の現地調査事例2件の概要を紹介し、表題の課題について私見を述べたい。

LSI製造工場における $\text{SiH}_4$ 、 $\text{HCl}$ 等の回路成膜用ガスの搬送には、塵付着抑制のため内面を電解研

磨して平滑にした316Lステンレス鋼（Fe-17%Cr-13%Ni）製の管が使用されていた。開発者は、LSIの生産歩留が低いのは、ガスが管内面のFe-Cr-Ni系酸化物皮膜と反応し、その生成物粒子が回路を遮断するためであることに気付いた。次に $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 酸化物がガスと全く反応しないことを見いだした。そして合金組織学と熱力学的知見に基づき、管材料を高Cr脱NiのFe-26%Cr合金とし、 $\text{H}_2\text{O}$ 分圧を制御した $\text{H}_2$ 中で管内面を加熱酸化することにより緻密な同皮膜をつくった。さらに、超平滑面が得られる管加工技術を開発することにより電解研磨を不要にし、皮膜形成処理によるコスト増を大幅に打ち消した。これらにより、64～256MbのLSI製造用の高性能ガス管の低価格生産を実現した。現象把握、理論活用、新加工技術開発等による成功例といえる。

厚鋼板熱延工程でのオンライン水噴射加速冷却熱処理装置には、冷却の不均一と能力不足の問題があった。開発者は、均一で高速（従来値に比べ最大10倍）な冷却は全面を核沸騰冷却（蒸気が全く生じない冷却）することにより可能とする理論を知り、同冷却を実現する装置を、水噴射条件と板搬送速度等を理論的・実験的に鋭意検討し開発した。これにより厚鋼板ばかりでなく形鋼と薄鋼帯の高品質・大量生産を実現した。既存知識を活かし、高温物体に水をかければ蒸気が出るという生産現場の常識または日常的経験を技術的に打破したことによる成功例といえる。

他の多くの事例についても概観して成功要因を総括すると、(1)現存の材料・部材・技術・解析装置・生産設備・製品・メーカーとユーザー間関係等における問題点の検出、(2)常識・日常的経験・

先入観の打破と現象・技術・理論の活用による問題点解決の考案・実現、(3)問題点解決の成果を製品化するための新加工技術・生産システム等の考案・実現、(4)これらを行った、誇り高く、開発意欲に燃え、粘り強い、謙虚な開発研究・技術者たちの存在と、当初は消極的・無関心であった人々の、見通しがついたあとの協力、等である。

以上のことを鑑みると、「新技術・製品開発型プロジェクトの成功の鍵」は、プロジェクトの構成員全員が少なくとも上記の成功要因を十分に認識

し、目的に向かって既存の多くの知識を創意的に活用するとともに、積極的な情報交換と討論を協力的に行って各自の課題の解決策を全力を尽くして考案し、合理的で正確な実験を迅速に繰返して各自の成果を出し、全成果を全員が有機的に統合することであろう。

そのような多大な努力をした場合でも成功の見込みがないと全員が判断したときには、「プロジェクトの停止」を、当初予定期間の途中でも全員で決断することが必要であろう。

## JRCM REPORT

JRCM受託 平成14年度新規プロジェクト

### 「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業」の研究計画概要

非鉄材料研究部 鈴木育郎・木曾徳義

#### 1 はじめに

近年、特に医療、バイオ、情報通信、機器部品等のさまざまな分野において機能性マイクロ機器の重要性が増してきており、その製造のために微細成形加工が可能で高強度、高靱性等の特性を有する金属系新材料に対する要求が極めて強くなっている。

しかしながら、これらの要求を実現するための実用的な材料や技術ができていないのが現状である。例えば、インクジェット技術は「安くつくれる半導体」や「有機EL(エレクトロ・ルミネッセンス)表示装置」等への応用の期待が大きいかかわらず、インクジェット技術を支える高精度寸法のインクジェットノズルの開発がネックとなっている。

また、情報通信分野では大容量化、サービスの多様化、長距離系からアクセス系へと移行していくなかで、並列光コネクション技術が不可欠となっており、そのための多チャンネルのインターフェースとして超多心光コネクタの実用化が緊急に求められている。さらにLSI用マイクロテストプローブ等、近年重要性を増している機能性マイク

ロ機器部品の製造のためには、高精密金属金型を用いた高精密な部材の成形加工技術が求められている。

そこで、経済産業省よりJRCMと独立行政法人産業技術総合研究所が共同受託し平成14年度から開始された「精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術の開発事業」では、3つの研究開発項目(1)高易加工性金属系新材料の開発、(2)高精密金属金型材料創製・加工技術の開発、(3)高精密部材成形加工技術の開発」に取り組み、材料技術と加工技術の融合による新しい技術の構築を行うとともに、材料と加工の2重のスパイラル効果によるソリューション型研究開発を実施し、こ

れまでにない高精密加工技術を工業レベルで実現することを目指す。

#### 2 各研究開発テーマの概要

本プロジェクトは、林 宏爾東京大学生産技術研究所教授をプロジェクトリーダーとして、平成14~18年度の5年間にわたり研究開発を推進する。

##### 2-1 高易加工性金属系新材料の開発

高精密で強度、靱性等に優れた成形加工品を得るために、現状2~3 $\mu$ m程度の結晶粒径を0.1 $\mu$ m以下の微細結晶化を行うことにより微細成形を実現する高易加工性ととも、高強度、高靱性、高伝導性等の機能を有する高易加工性金属材料を実現する。さらに合金

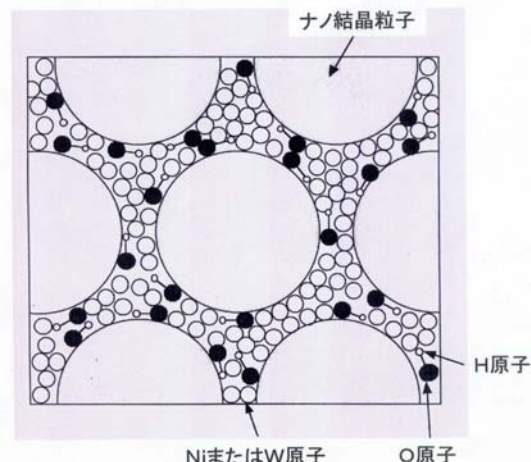


図-1 電解析出法により作製したナノ結晶材料の脆化粒界モデル

材料等の組成設計・組成制御、組織制御等をナノからマイクロメートルに至る領域で安定的に制御する技術を開発する。(図-1、図-2)

**研究開発の目標**

- ・成形後においてHv400以上
- ・歪量が0.5%以上の成形加工後も破断しない高靱性
- ・1,000MPa以上の引張強さ

**目標達成のための課題**

1. 粒界厚みと粒径の関係を制御するとともに、H、O、Sの不純物を抑制して易加工性を発現させる。
2. 粒径を制御し、硬さ、引張強さを発現させる。

**2-2 高精密金属金型材料創製・加工技術の開発**

高精密成形加工を安定的に行うため、高強度、高靱性等を有すると同時に、微細加工性に優れた金型用材料創製技術の開発を行い、そこで開発された金型材料を用いて、微細仕上げ加工技術、高アスペクト精密加工技術、精密組立・精密位置決め技術等の開発を行い、高精密金型加工技術を開発する。

(図-3、図-4)

**研究開発の目標**

- ・耐熱、高強度、高靱性、離型性等費加工材に適した金型材料
- ・±0.1μmの寸法精度を可能とする金型加工技術

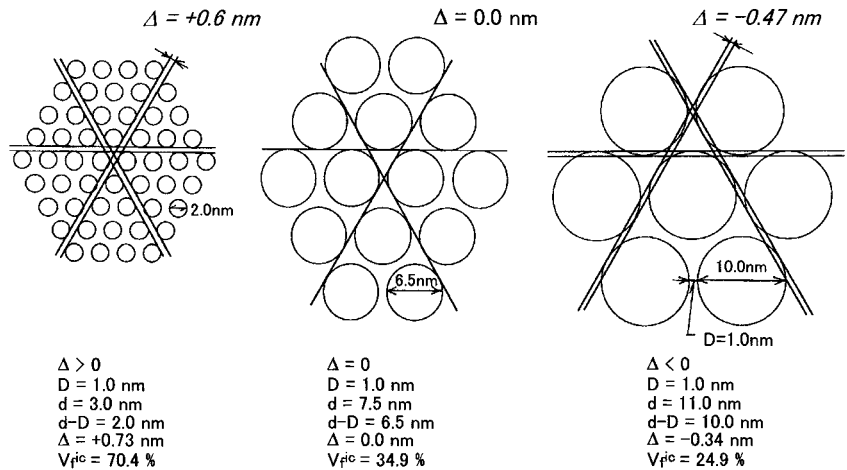


図-2 ナノ結晶被加工材の常温における高靱性発現のための材料組織学的条件の模式図

	従来法	提案法
原料	<p>W C</p> <p>0.5 μm 0.5 μm</p>	<p>W 酸化物 C</p> <p>0.5 μm 0.5 μm</p>
炭化	<p>水素雰囲気炉</p> <p>←W+C WC←</p>	<p>窒素雰囲気炉</p> <p>←WO<sub>3</sub>+C+V<sub>2</sub>O<sub>5</sub></p> <p>←WO<sub>3</sub>+C+V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> WC←</p>
WC	<p>W粒径に依存</p> <p>0.6 μm級</p>	<p>W酸化物からの核発生により微粒WCの生成</p> <p>0.1 μm級</p>

図-3 金型材料微細WC粉末炭化法の開発

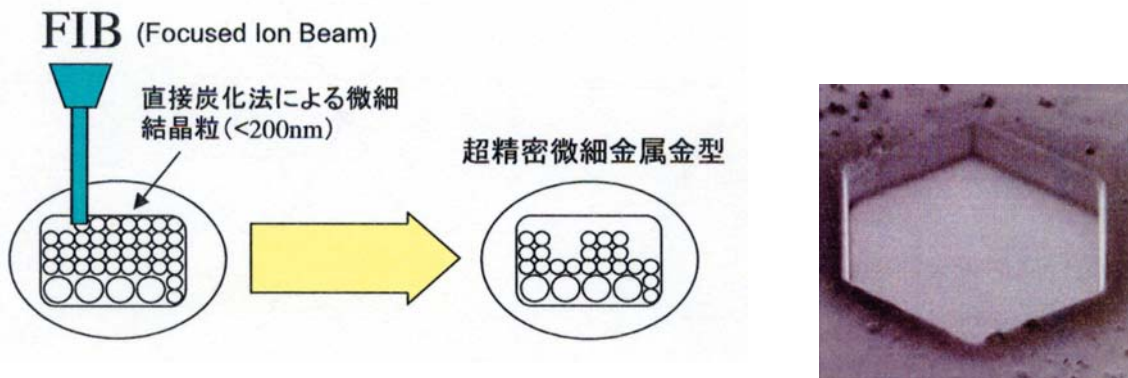


図-4 FIB加工による超精密金型加工法の技術開発

### 目標達成のための課題

1. 0.1~0.3 $\mu\text{m}$ の金型材料粉をつくり、さらに焼結での粒成長を抑制して高強度や金型加工の寸法精度を発現させる。
  2. 金型加工装置、手法とその精密制御をし、金型加工の寸法精度を発現させる。
- #### 2-3 高精密部材成形加工技術の開発
- 寸法精度がサブマイクロメートルオーダー以下である、マイクロ機器部品、精密部材の製造を可能とする高精密部材成形加工技術並びに成形性予測技術を開発する。(図-5)

### 研究開発の目標

- ・ $\pm 0.3\mu\text{m}$ の成型部材を安定的に作製する技術
- ・成形予測技術の確立

### 目標達成のための課題

1. 成形加工時の温度、圧力、速度、潤滑等条件の最適化で $\pm 0.3\mu\text{m}$ の精度を発現させる。
2. 形状が変わっても適用できる粒子流動制御成形加工技術を開発し、成形性予測技術を確立する。

## 3 プロジェクトの波及効果

本プロジェクトは平成14年度から18年度までの5年間実施されるが、終了後に参画企業の事業化が見込まれる。また本プロジェクトによる技術開発の

成果は幅広い産業分野や企業に適用拡大が見込まれるが、ここでは主なターゲットとしてあげられる多心光コネクタ、インクジェットプリンターノズルヘッド、高精密金型その他について市場効果を取り上げる。

- ・光コネクタ：本プロジェクトで開発された技術を基に低損失多心光コネクタの実用化が図られ、平成22年(2010年)には世界の市場規模1,500億円が推定される。
- ・インクジェットプリンターノズルヘッド：本プロジェクトで開発された技術を基にヘッド解像度、最大解像度等を向上させたインクジェットプリンターの実用化が図られ、平成22年(2010年)には世界の市場規模1兆円が推定される。
- ・高精密金型：本プロジェクトで開発された技術を基に光ピックアップ、半導体レーザー、フォトダイオード等に使用されるマイクロレンズ

用金型は平成22年(2010年)には国内の市場規模7,500億円が推定される。

- ・その他の波及効果：医療、バイオ、情報、電子機器部品等のさまざまな分野で必要とされる高精密マイクロ機器部品の製作に、本プロジェクトで開発された技術を基に大きな市場規模の拡大が推定される。

## 4 終わりに

以上のように本プロジェクトでは材料が成形加工され部材・部品となった時点で、材料として有していた機能を最大限発揮できるように、成形加工時の材料特性変化を見込んだ材料創製技術と、その材料に最適な成形加工技術との一体的研究開発を実施する。これにより、わが国材料産業の国際競争力強化と、材料産業を部材産業に発展させることにより、新規産業の創造に寄与し経済の活性化に貢献することが期待される。

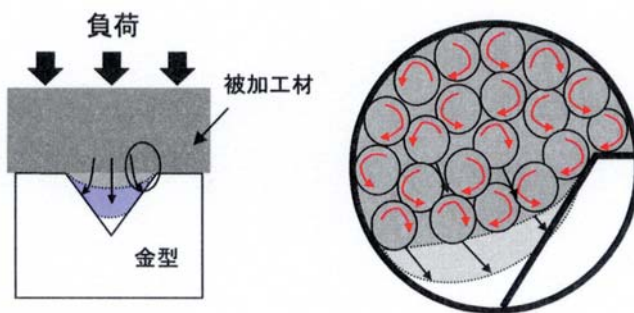


図-5 粒子の流動を予測・制御した微細成形加工技術を開発(粒子流動制御成形加工技術)

### 日本金属学会セミナー

#### 「自動車の電動化の進展と望まれる材料特性」

日時：3月26日(水) 10:00~16:25

場所：千葉大学

西千葉キャンパスG号館1階講義室

内容：電気自動車の電気部品に使用される材料は、要求特性の多様性と性能において従来の家電製品用材料とは大きく異なる。本セミナーで

は、自動車の電動化動向と現状の電動部品の性能及びその材料特性を明確にし、今後の材料開発及び材料設計の一助とする。

問い合わせ先：(社)日本金属学会

TEL 022-223-3685

# 「アルミニウムの不純物無害化・マテリアルリサイクル技術開発」の研究計画概要

非鉄材料研究部 大園智哉

## 1 はじめに

本研究開発事業は、JRCMと住友軽金属工業(株)が連名で、経済産業省の3Rプログラムの一環として新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から「課題設定型産業技術開発助成金」の交付を受け、自動車のアルミニウムスクラップの不純物を無害化し、再度自動車用素材として利用可能な再資源化技術を確立するものであり、平成14年度から3年計画で実施する。

なお、本研究開発の成果の実用化の波及効果として、自動車のアルミ化が促進され、ひいては、温暖化ガス削減に大きく寄与することが期待される。ちなみに自動車にアルミニウムを用いた軽量化によるCO<sub>2</sub>削減効果は、2010年度において使用量が150kg/台に達すると332万t-CO<sub>2</sub>/年と見込まれ、これは京都議定書CO<sub>2</sub>削減量6%の目標

を100としたときの5.2%に相当し、2025年において使用量が250kg/台に増大するとCO<sub>2</sub>削減効果は969万t-CO<sub>2</sub>/年と一層の効果が期待できる。

## 2 研究開発の目的

アルミニウムは、軽量であることから自動車等を中心として適用範囲が広がっているものの、現状の自動車スクラップからの再資源化は、不純物の除去等が技術的に困難なため、低品位な鋳物等の再生地金として資源化されているに過ぎない。しかしながら、低品位なアルミニウムの需要とのバランスを考慮すれば、今後、アルミニウムスクラップ発生量の増加に伴い、鋳物等への利用も余剰となることが予想されている。すなわち、2010年における国内のアルミニウムスクラップ発生予測量195万tのうち、鋳物・ダイカスト等の低品位なアルミニウムで再使用可能

なスクラップ量は85万tと見込まれ、板材や押出材等の展伸材で再使用可能な65万tと合わせても150万tで、45万tのスクラップが余剰となると予測される。うち、サッシ・缶以外の展伸材スクラップの余剰量は約18万tで、その多くが自動車用アルミニウム展伸材と見込まれている。このため、自動車用展伸材スクラップを元の展伸材として利用可能な再資源化技術の早期の開発が必要である。

そこで本研究開発では、解体部品及びシュレッダーチップ等の自動車スクラップからアルミニウムと他の有益な素材とを効率的に分離し、自動車用展伸材にリサイクルするためのビジネスモデルを構築するとともに、アルミニウム中の不純物を無害化、すなわち鉄等が性能に及ぼす影響をなくし、再度自動車用素材として利用可能な再資源化技術を確立することを目的とする。

## 3 研究開発計画の概要

本研究開発は、アルミニウム再生材中の鉄の許容量拡大、アルミニウムリサイクルのビジネスモデルの構築、自動車アルミ化に関するライフサイクルアセスメント(LCA)の3つの研究開発項目

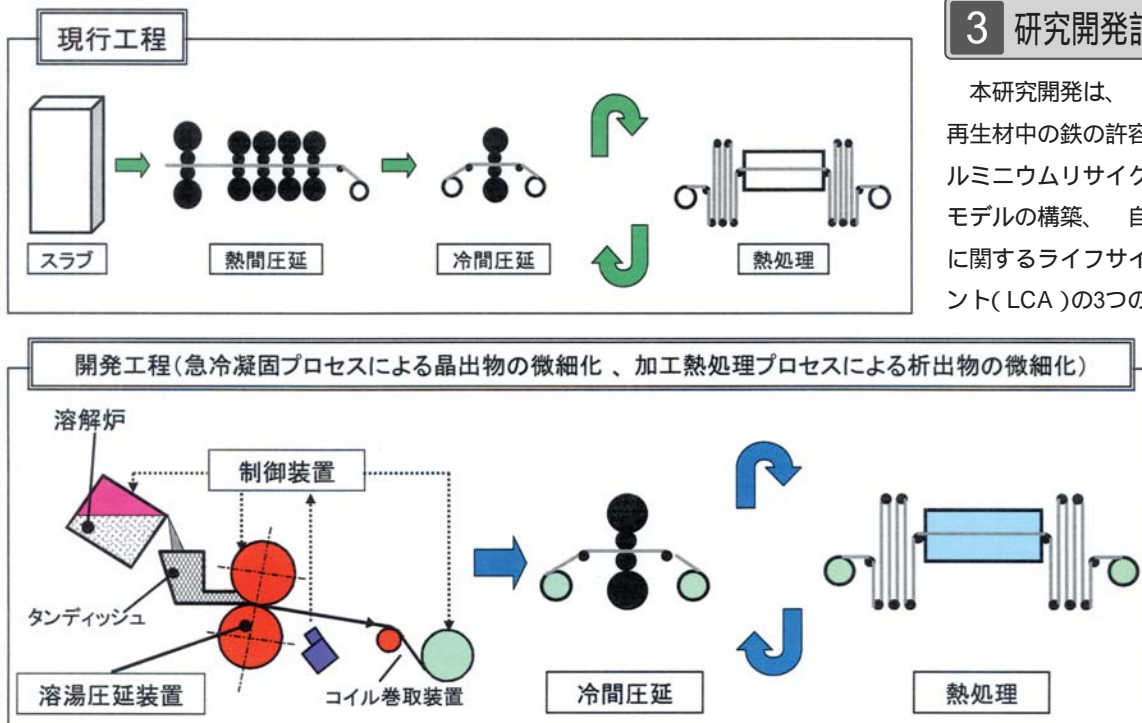


図-1 アルミニウム再生材中の鉄の許容量の拡大

から構成される。

は住友軽金属工業株が担当する。

及びはJRCMが株)神戸製鋼所、昭和電工(株)、スカイアルミニウム(株)、住友軽金属工業(株)、日本軽金属(株)、古河電気工業(株)、三菱アルミニウム(株)、(社)日本アルミニウム協会及びトヨタ自動車(株)、日産自動車(株)、(株)本田技術研究所から研究者の協力を得て担当する。

### 3-1 アルミニウム再生材中の鉄の許容量拡大

自動車ボディ用アルミニウム板材合金の不純物である鉄の許容量を現行レベル0.2%の2倍、すなわち0.4%(AA6022合金相当)まで拡大し、開発した技術の問題点や経済的な問題点を明らかにし、実用化技術を開発することを目標とする。

図-1に現行工程と開発工程を示す。具体的アプローチとしては、1)溶湯圧延による急冷凝固法により、冷却

速度を従来鋳造法の数/sに対し、100/s以上とすることで、アルミ鉄系化合物の晶出物を従来法の数10μmに対し数μmまで微細化すること、2)加工熱処理によって、固溶した鉄が析出する際に生成するアルミ鉄系化合物の析出物のサイズを微細化することにより、鉄系の化合物の影響を抑制するための実用化技術を開発する。

1)に関しては、他の急冷凝固方法としてオスプレー法も知られているが、板材の製造方法として溶湯圧延法が有利であり、この技術は一部純アルミニウム等の製造に実用化されている。しかしながら、自動車用ボディ材のような合金系に対する実用化は行われておらず、本研究開発では、自動車用ボディ材である6000系合金の実用化開発のための製造条件を確立する。

2)加工熱処理に関しては、一般に板材等の組織制御方法の1つとしてす

で実用化されているが、結晶粒制御等が主であり、本研究開発のように不純物許容量を拡大させるために利用する試みは、世界的に例がない。ただし、加工熱処理により析出物を制御可能であることが知られており、このことは不純物の許容量を拡大することに利用可能と判断される。

### 3-2 アルミニウムリサイクルのビジネスモデルの構築

廃車からの展伸材スクラップを自動車用展伸材原料にリサイクルするための解体、回収、流通等、一連のリサイクルシステムのビジネスモデルを構築し、関連業界に提案することを目指す。図-2に自動車のアルミニウムリサイクルの現行システムと開発後のビジネスモデルの概念図を示す。本研究開発においては、より低コストでアルミニウム展伸材のリサイクルを可能とするために、上流工程である解体工

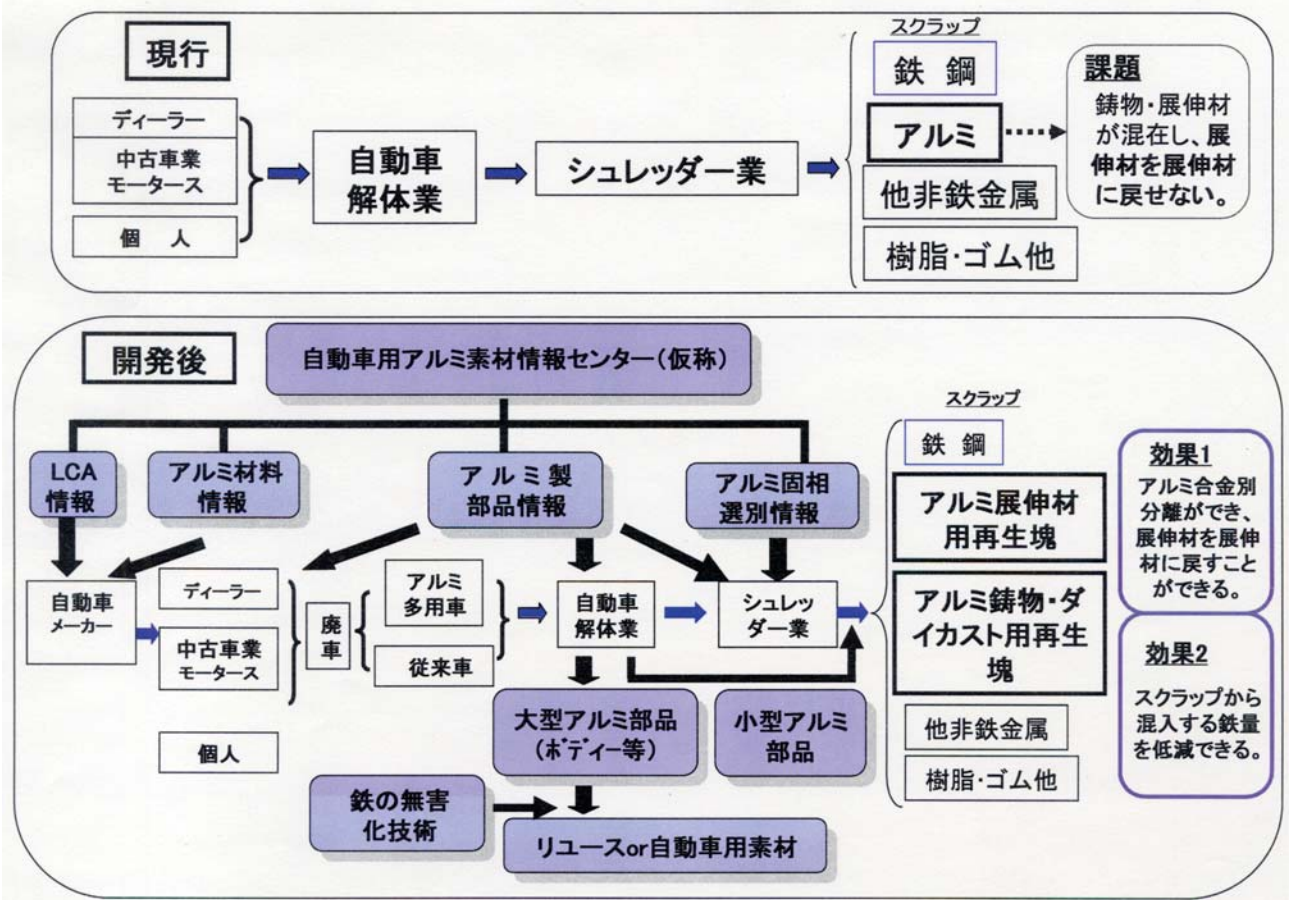


図-2 アルミニウムリサイクルのビジネスモデルの構築

程やシュレッド工程でのアルミニウム展伸材部品の選別に伴う不純物元素低減を行い、既存のDC鋳造での製造可能なレベルまで不純物量を低減可能な解体選別方法の検討及び、不純物無害化あるいは精製工程を付与することで展伸材へのリサイクルを可能とする解体選別方法の検討を行う。さらに関連業界におけるアルミニウム部材の情報共有化を図ることで、長期的なリサイクルシステムを構築する。

具体的には、1)現状技術・工程における実態調査、2)リサイクルシステムの将来予測、3)スクラップ中の鉄製部品やアルミニウム鋳物・ダイカスト部品とアルミニウム展伸材とを固体の状態を選別する固相選別法とその性能調査、4)廃車シュレッターチップからのアルミニウムスクラップ中の不純物混入量把握及び製品特性への影響実態調査を行い、これらの調査結果を基に、5)アルミニウム展伸材を展伸材にリサイクルするための新しいビジネスモデルを提案・構築する。すなわち、自動車用アルミ素材情報センター(仮称)にて、アルミニウム材料情報、アルミニウム製部品情報、アルミニウム固相選別情報等を一元的に管理し、自動車メーカー、自動車解体業、シュレッター業界等関連業界にそれらの情報を提供する。これらの情報をもとに、

大型アルミニウム部品は解体、リユースされ、小型アルミ部品はシュレッターチップからアルミニウム展伸材と鋳物材とに選別・分離されたのちに、各々アルミニウム展伸材再生塊とアルミニウム鋳物・ダイカスト材再生塊とにリサイクルされて、展伸材メーカーや鋳物・ダイカストメーカーでリサイクルされる。

### 3-3 自動車アルミ化に関するライフサイクルアセスメント

LCA的視点からアルミニウムを自動車に使用するメリットを効果的に算出できる評価モデルを用いて、自動車材料におけるアルミニウム材料のLCA的に将来あるべき姿を考察することを目標とする。現在、自動車のLCAは、素材及び自動車製造段階や廃棄処理段階におけるデータが整っていないことから、必ずしも確立されておらず、部分的なLCIにとどまっている。しかも、各種材料について、異なる前提条件で試算しており、今後材料横断的に客観的な評価が必要とされている。

また、リサイクルについても種々の変動要因があり、それがどのように推移するのか、予測しがたい状況にあり、主要変動要因を想定して、簡易で精度の高い評価モデルを構築し、競合材料について種々比較検討し、各種材料の技術課題を提示することは重要なこと

である。本研究開発では、自動車の軽量化を図る鉄、プラスチック、アルミニウム等の各種材料を横断的に、主要変動要因を想定して簡易で精度の高い評価モデルを構築する。さらに、将来の主要変動要因の変域を想定し、今後アルミニウム産業が目指すべき技術課題、目標値、達成時期について考察する。具体的には、1)自動車部品の素材変更を評価するLCA評価モデルの作成、2)そのモデルを用いて、自動車材料におけるアルミニウム材料の将来のLCA的有るべき姿を考察、3)COP3対応で評価バウンダリーを国内に限定したモデルの検討、4)アルミニウム・鉄鋼・プラスチックのLCAモデルの調査と作成の研究開発に取り組む。

## 4 終わりに

JRCMが平成14年度に新規に受託した「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術開発」の実用化の促進のためにも本プロジェクトの目標達成が強く望まれており、この成果を利用するユーザーである自動車関連企業との連携のもと、経済産業省、NEDO、長岡技術科学大学小島 陽学長補佐をはじめ、大学、研究所関係者のご指導、ご助言を得て、早期の目標達成及び実用化推進に向けて努力していきたい。

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第197号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。  
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。  
本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます。

発行 2003年3月1日  
発行人 小島 彰  
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター  
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階  
TEL (03)3592-1282(代)/FAX (03)3592-1285  
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>  
E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)