



## アルミニウムの研究と開発 ～高機能材料からコモディティ化した材料まで～\*

工藤 智行\*\*

### Research and Development on Aluminum - from Highly Functional Materials to Commoditized Ones -\*

Tomoyuki Kudo\*\*

令和5年度軽金属論文賞の受賞を機に軽金属誌コラム執筆の機会をいただいたこと、深く感謝申し上げます。対象論文を執筆するにあたり、多くの方々の協力を賜った。実験の立ち合いや議論の場で指導、鞭撻いただいた共著者の吉田英雄博士、田中宏樹博士、難しい材料組織の観察に尽力いただいた佐々木勝寛博士や産業技術総合研究所の齋藤徳之様、また実験のオペレーションを担当してもらった当社試験作業組の皆様である。ここに改めて感謝申し上げます。私はR&Dセンターに所属し、アルミニウム材料の研究開発に従事してきた。ここでは超塑性材料と飲料缶用材料(以下、缶材料)という、ある意味両極端な材料の研究開発の経験談と、私の研究開発に対するモチベーションを書かせていただく。

2008年の入社当初、私は超塑性材料の開発を担当していた。学生時代に専攻していた材料工学の知識が仕事に活かせることに楽しさを感じていた。超塑性材料で言えば、わかりやすい開発目標があった。「できるだけ低温・高速の成形で使えるようにすること」である。超塑性現象により200%以上の伸びが得られる超塑性材料は、複雑なデザインの部品が一体で成形できるという他との差別化になる強みがあった。ただし超塑性は一般的に高温・低ひずみ速度域で発現するため、適用部品が比較的少量品種に限られていた。超塑性材料を広く普及させるためには少しでも低い温度・速い速度で伸びる材料を開発することが必要であった。明確な目標に向かって、色々と材料の基礎研究を重ねた。とにかく特性に優れて差別化できる材料が求められたので、自由度の高い研究をさせていただいた。そのなか

で材料組織とそれに紐づく材料特性の知識を学ぶことができたのが今の私の強みになっていると思う。基礎研究で得た知見を活用し、求められる材料の開発に結びつけるというプロセスを経験してやりがいを感じるようになった。

それからアメリカのグループ会社である米国TRI-ARROWS ALUMINUM(以下TAA)に赴任する機会を得て、主力製品である缶材料に携わった。TAAは世界有数の生産量を誇るLOGAN工場を有していたので、そのスケール感や、合理的なシステム、ダイナミックな意思決定を学べた。一方で缶材料は超塑性材料とは異なり、すでに広く普及してコモディティ化している製品である。特にアメリカでは材料の特性向上にフォーカスすることは少なく、むしろ生産のスケールを大きくすること、高い効率で生産することが重視されていた。アメリカでは自分の手を動かして材料を研究開発する機会は少なかったので、その部分ではもどかしさがあった。

帰国してからR&Dセンターの缶材料の部署に所属し、材料開発業務を担当した。その多くは国内外の製缶メーカーに適した材料を提案することである。当然ながら顧客の生産を阻害することなくスムーズに使用いただけるような不良の少ない材料が求められる。先述のように、缶材料はすでに広く普及している製品なので、現行材料に対して際立った特性が求められるというよりは、顧客の製造ラインに適合した特性に調整するという要素が強いように思う。その点に関しては、缶材料の長い研究の歴史の中で先人の方が蓄積した膨大な知見と方法論があった。大量生産する製品である

\* 本稿は、軽金属, 74 (2024), 36-37を改訂。

This essay is revised from Journal of The Japan Institute of Light Metals, 74 (2024), 36-37.

\*\* (株)UACJ マーケティング・技術本部 R&Dセンター 缶材料開発部

Can Stock Development Department, Research & Development Center, Marketing & Technology Division, UACJ Corporation

故に工程の制約もあり、必ずしも自由度の高い基礎研究が必要な場面は多くはなかった。当社の屋台骨である缶材料を「問題なく使用していただく」ことを最優先に取り組みつつ、これまでにない優位性を持った材料の開発につながる研究課題を自分なりに模索していた。

顧客で発生した材料起因の課題に対して日々迅速に対処することも缶材料開発の重要な業務である。改善方法をできるだけ早く見出すスピード感が求められる。じっくりと腰を据えて研究できる機会は相対的に少ない傾向にある。そのため、一部の課題に対して材料組織の観点からメカニズムを深掘りできていないと感じる部分があり、そこに基礎研究の必要性を感じていた。

例えばボトル缶成形の最終工程で発生するある不良の発生率は、材料の集合組織(異方性)と相関があった。方法論としては「材料のある集合組織を制御する」という缶材料ではよくある手法に落ち着く。一方、この不良は複数ある工程のうち、最終工程で発生する。集合組織は工程ごとに加工を受けて変化するため、初期の集合組織だけではメカニズムを説明できなかった。自分の中で腑に落ちないままでは他に応用が利かず、汎用的な材料設計の指針を示すことができない。そこに基礎研究のモチベーションがあった。共著者として令和2年度の論文賞をいただいた研究は、そのメカニズムを明らかにするために実施したものの一部で、途中工程における集合組織変化を調査した結果である。一連の基礎研究を通じて、部分的にはあるが材料組織の観点から頭の整理をすることができ、いくつかのボトル缶の不良に対する材料の設計指針を提示できるようになった。ちなみに、ボトル缶は通常のDI缶よりも製缶工程で発生する不良が多いことが知られている。その頻度を少しでも低減することがボトル缶の用途拡大につながると考えられる。その意味ではボトル缶材料にはまだ明確に向上すべき特性があると言える。材料組織の観点からその部分をより明確にする必要があると考えている。

今回の論文で対象となった研究も、缶の塗装焼付工程で材料に何が起きているかをはっきりさせたいという思いから始めた。成形された缶胴は塗装後に焼付

工程で熱を受け、材料が軟化する。缶体強度を高く維持するために軟化量は小さい方がよいが、そこで起こる現象に関しては様々な考えがあった。転位の回復や、GPゾーンの形成・復元、固溶原子や析出物による転位のピン止めなど。どれもあり得そうだが、想像で語られている部分もあった。どの現象が支配的であるかによって材料設計の考え方が変わってくる。この研究で塗装焼付時の軟化現象を全て説明できたとは思わないが、実際に起こっていること、起こっていないことが整理でき、軟化を抑えるための指針を自分の中で持つことができた。

超塑性材料も缶材料も求められるものは異なるが、起こっている現象を自分なりに紐解き、これまでにない価値を持った材料の開発につなげたいという想いで基礎研究に取り組んできた。その過程が論文賞という形で評価いただけたことを大変嬉しく思う。現象把握にとどまらず、この成果を材料の開発につなげることができればそれに勝るものはない。そうこうしている間に、缶材料も変化が求められる時代になってきた。これまで以上に環境負荷の小さいことが価値として認められ、缶材料にもその付加価値が求められている。すでにリサイクルの優等生と考えられているアルミ缶であるが、胴と蓋は大きく異なるアルミニウム合金から成っている。一般的に缶由来の再生原料は胴と蓋が混合しており、蓋材料を製造する際にその再生原料を使用することが難しいことは意外と知られていない。今後は缶胴と缶蓋の合金をできるだけ近づけるような開発が必要になると考えている。環境負荷の小さい材料を「現行材料のように普通に使ってもらおう」ことが新しい目標になる。そこには大きな課題と研究すべきネタで溢れているので、ぜひ皆様にも注目していただければと思う。今回の受賞を励みに、本分野の持続的な発展のため新しい課題に対して研究開発に邁進していきたいと思う。



工藤 智行 (Tomoyuki Kudo)  
(株)UACJ マーケティング・技術本部  
R&D センター 缶材料開発部