

【公開版】

令和元年度

戦略的基盤技術高度化・連携支援事業

戦略的基盤技術高度化支援事業

「革新的アルミ冷間鍛造用表面処理としてフッ素フリーの粘土化法  
潤滑表面処理技術の開発」

研究開発成果等報告書

令和2年5月

担当局 近畿経済産業局

補助事業者 一般財団法人 大阪科学技術センター

目 次

第1章	研究開発の概要	-----	3
1-1	研究開発の背景・研究目的及び目標	-----	3
1-2	研究体制	-----	6
1-3	成果概要	-----	6
1-4	当該研究開発の連絡窓口	-----	7
第2章	本論	-----	8
2-1	粘土化膜上の金属石けんの高密度化	-----	8
2-2	粘土化膜の高強度化	-----	11
2-3	粘土化処理時間の短縮化	-----	14
2-4	冷間鍛造パフォーマンスの検証	-----	15
第3章	全体総括	-----	19
3-1	補助事業の成果	-----	19
3-2	研究開発後の課題	-----	20
3-3	事業化展開	-----	20

## 第1章 研究開発の概要

## 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

## (1) 研究開発の背景

## - アルミニウムの冷間鍛造（市場）について -

金属アルミニウムは鉄と比較し比重が約 1/3 であり軽量で加工しやすいことから産業分野で非常に多く使用されている。特に、自動車、オートバイ、自転車、機械部品のほかスポーツ、レジャーから日用品にいたるまで、アルミニウムが大量に、かつ、多品種

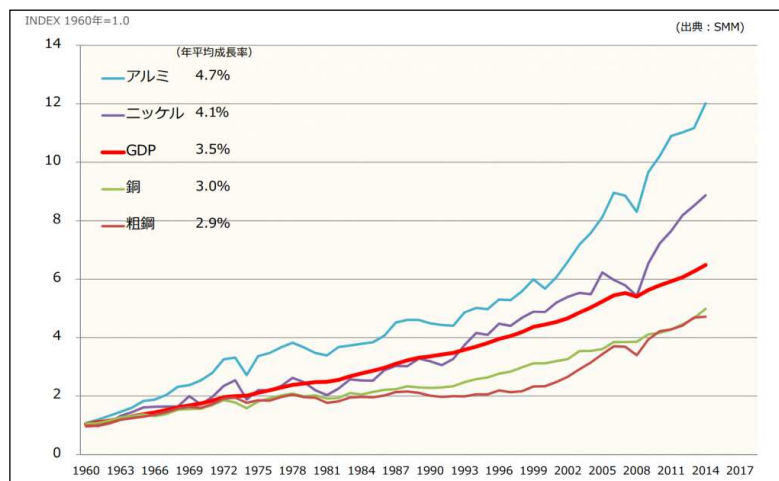


図1 アルミニウムとその他の金属の使用量について

にわたり加工・使用されており、アルミニウムは工業分野においては必要不可欠な材料となっており、その生産量は拡大を続けている（市場動向：図1）。

アルミニウムの代表的な加工法として、切削、鋳造、プレス、等があるが、近年は自動車部品を中心に軽量化ニーズが高まっており、強度向上と工程短縮、コスト削減を図ることのできる冷間鍛造加工がその適用範囲を広げつつある。

## - 冷間鍛造の潤滑皮膜化成処理（フッ化アルミ亜鉛処理）の課題と新方法“粘土化法” -

冷間鍛造とは、素材を常温状態で高圧力の下、塑性変形加工することを言うが、加工時の材料流動化と材料表面の焼き付きを防止するために、表面に潤滑皮膜化成処理（フッ化アルミ亜鉛処理）が行われる。具体的には、フッ化亜鉛（ $ZnF_2$ ）とケイフッ化ソーダの水溶液を用いて、アルミニウム表面にフッ化アルミとフッ化亜鉛の皮膜を形成させ、この亜鉛化合物と潤滑剤であるセッケンとの皮膜（金属セッケン）を作ることによって、表面潤滑性を担保している。フッ化アルミ亜鉛処理は約50年変わらないプロセスであり、その際に有害物質であるフッ素が使用されている。また、この皮膜化成処理は浸漬により行われるが、酸洗浄に始まる多段プロセス（7工程）を必要としている。加えて、皮膜処理液には反応に伴いアルミイオンが蓄積して反応を阻害するようになるため、頻繁な処理液の更新が不可欠である。

## 【公開版】

本事業の研究者らは、これまでの研究から、亜鉛化合物の水溶液を用いて、アルミニウム表面に粘土（層状複水酸化物）膜を合成することに成功している。これは愛媛大学のシーズ技術を応用した成果である。この粘土化膜は、亜鉛水酸化物とアルミ水酸化物を主成分とする層構造をした粘土物質であり、フッ化物を使用せず、硝酸洗浄処理も行うことなく、アルミニウムを亜鉛水溶液に浸漬するだけの簡易プロセスにより合成される。従って、この粘土化膜を合成する手法は、現在の既存方法であるフッ化アルミ亜鉛処理と置き換え可能で、かつ、この粘土化膜には、潤滑剤であるセッケンと結び付きの強い亜鉛水酸化物が含まれていることから、アルミニウム表面に潤滑皮膜を形成できる。なお、現行方法のように皮膜処理液中にアルミニウムイオンが蓄積されることがないため、皮膜処理液の頻繁な更新は必要としない。本事業の研究者らは、この方法を“粘土化法”と提唱し、中小ものづくり高度化指針でも言及されている、表面処理分野における環境負荷の少ない方法として技術開発に着手した。しかしながら、粘土化法は環境面および潤滑性能を示す一部の機能（摩擦係数）で優位性を持ちながらも、実用化には課題が残った。そこで、本事業にて環境負荷が極めて少ない粘土化法（旧・粘土化法）を高度化して課題を克服し、既存方法であるフッ化アルミ亜鉛処理を越える新・粘土化法を開発するものである。この技術開発によって、将来の成長することが予想されるアルミニウムの冷間鍛造市場のボトルネック（環境負荷）を解決し、日本発の技術を広く世界へ普及させることを目的とした。

### （2）研究目的及び目標

粘土化法を実用化するための技術開発は、以下の4課題である。

#### 【1 粘土化膜上の金属石けんの高密度化】

冷間鍛造に必要な潤滑性を発現するには、金属セッケン層の形成が必要である。金属セッケン層の形成にはアルミ表面の亜鉛イオンの量が多くなるてはならない。粘土化法における表面は図2のように2価の亜鉛イオンと3価のアルミイオンが水酸化物シート（8面体構造）を形成し、それぞれのシートが層状構造を形成している。粘

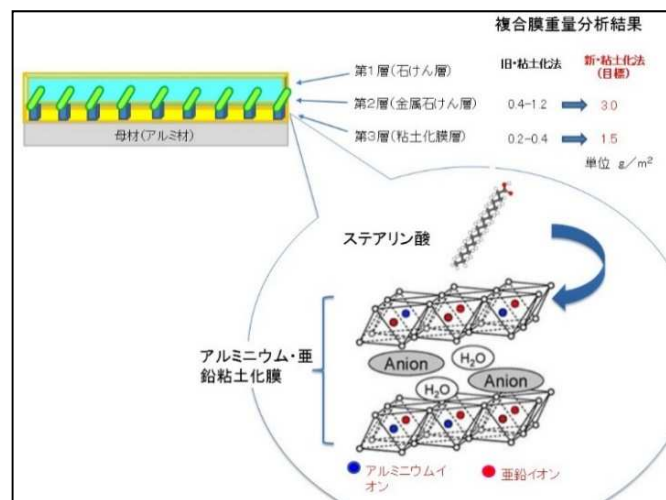


図2 粘土化膜の潤滑剤の複合膜について

## 【公開版】

土化膜は基板であるアルミニウムが溶けて、亜鉛に入れ替わることで形成されており、入れ替わった亜鉛イオンとセッケンが結びつくことで金属セッケン層ができる。皮膜処理を行い潤滑剤との複合膜が形成されるが、各層の付着量（膜重量）について測定したところ、現行方法に比べて、第1層（セッケン層）、第2層（金属セッケン層）、第3層（粘土化膜層ないしフッ化アルミ亜鉛層）のいずれも少ない。そこで、このセッケン層の重量は金属セッケン層の重量に依存するため、金属セッケンの付着量を増やすことが研究課題である。

### 【2 粘土化膜の高強度化】

現行処理法（フッ化アルミ亜鉛処理法）と旧粘土化法における潤滑性能比較は、表1の通りである。図2に示された金属セッケン層の付着量が少ないにも関わらず、摩擦係数は低く、粘土化膜が際立った特性を有することを示している。しかしながら、摺動回数はフッ化アルミ亜鉛処理を下回っている。摺動回数は膜強度が高ければ向上するため、粘土化膜の強度を上げることが研究課題である。

表1 フッ化アルミ亜鉛処理法と粘土化法の初期摩擦係数及び摺動回数の比較

	フッ化アルミ亜鉛処理	旧粘土化法
摺動回数	118	99
初期摩擦係数	0.128	0.080

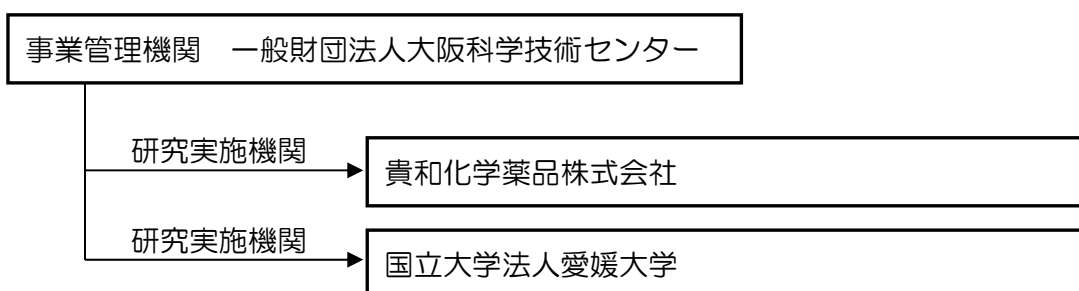
### 【3 粘土化処理時間の短縮化】

現状のフッ化アルミ亜鉛処理による潤滑処理加工は、浸漬槽を用いたタクト処理にて行われており、脱脂処理、エッチング処理、フッ化アルミ亜鉛処理、潤滑処理等の各工程の処理時間は通常10分以内である。それに対し、旧粘土化法は、フッ素を含まず、アルミニウムをエッチングしないため、環境負荷が少ないが、その処理時間は60分以上を必要としている。旧粘土化法のように60分を要しては、工程間の滞留を発生させてしまう。従って、現行方法に比べ工程数が減ることを勘案しても、処理時間を現行方法と同程度の10分以下に抑えることが必要であり、これが研究課題である。

【4 冷間鍛造パフォーマンスの検証】

フッ化アルミ亜鉛処理と同等の潤滑/摺動性能が得られれば理論的には冷間鍛造への適用も可能だと想定されるが、実際の冷間鍛造加工での潤滑能力を評価するには、1つの要素に限定されず、複合的な総合評価が必要となる。そこで冷間鍛造の専門家の指導の下、実機に近い形で試験を行い、冷間鍛造パフォーマンスを検証する必要がある。

1-2 研究体制



総括研究代表者：田中健治（貴和化学薬品株式会社）

副総括研究代表者：福垣内暁（国立大学法人愛媛大学）

1-3 成果概要

研究開発実施内容	目標	成果概要
1. 粘土化膜上の金属セッケンの高密度化	金属セッケン層の膜重量を、現状の最大値 1.2g/m <sup>2</sup> から、3g/m <sup>2</sup> まで向上させる。	3 g/m <sup>2</sup> 以上の金属セッケン層が形成されることを3層剥離試験の各層重量測定で確認した。
【1-1】粘土化膜上の亜鉛の高濃度化	旧粘土化法における粘土化膜中 Zn は、Al に対する存在比が0.33であったのを0.5まで高める。	EDS 分析結果から、Zn の Al に対する存在比1.7を確認した。
【1-2】粘土化膜上の亜鉛分布の均一化	均一性の評価は、X線回折(XRD)を用いて旧粘土化法より結晶度が高まっていることを確認する。	10分間処理試験片のEDS分析でZnがAl材表面全体に均一に分布していることを確認した。
【1-3】粘土化膜上の表面積の拡大	表面積拡大のための多孔質性評価はSEM観察で確認し、一定面積あたりの90%が孔径100nmの多孔質形状となっていること。	多孔質形状ではない新粘土化手法のほうが、摩擦力が小さい結果であった。多孔質形状であることを目標としていたが、Zn量などの特性が重要である結果を得た。

【公開版】

2. 粘土化膜の高強度化	摺動性能試験における摺動回数：120回以上。	Ca 処理を適用し、亜鉛置換処理温度を調整することで摺動回数140回を達成した。
【2-1】粘土化膜の厚膜化	粘土化膜層の膜重量を現状の最大値0.4 g/m <sup>2</sup> から、2 g/m <sup>2</sup> まで向上させる。	Ca 処理を適用し、4 g/m <sup>2</sup> を越える粘土化膜付着量を確認した。
【2-2】粘土化膜の表面結晶の均一化	SEM 観察により、一定面積あたり95%が均一形状となっていることを確認する。	粘土化膜が Al 材表面全体に均一に広がっていることを SEM 及び EDS さらに蛍光 X 線分析で確認した。
3. 粘土化処理時間の短縮化	10 分以内で粘土化膜を形成する。	Ca 処理を適用し、粘土化処理10分で粘土化膜が形成されることを確認した。
4. 冷間鍛造パフォーマンスの検証	実機による冷間鍛造への適用評価を行う。	テーマ1～3で得られた条件で処理を行い、冷間鍛造試験を実施した。またバレル設備を用いた実機条件でも処理を行い、冷間鍛造試験を実施し、現行処理と同等の鍛造性能を確認した。
【4-1】リング試料による圧縮試験	摩擦係数 0.06 以下を目標とする。	リング圧縮試験で摩擦係数 0.059を達成した。
【4-2】プレス試験	「ボール通し荷重試験」で荷重 100 kN でボールが通過し、「前方押し出し試験」で押し出し量6cm以上を目標とする。	アドバイザーの意見により、「後方押し出し試験」による評価に変更し、「後方押し出し試験」でフッ化アルミ亜鉛処理と同レベルの鍛造性能を確認した。
【4-3】実機による試験	潤滑被膜残存率 60%以上を目標とする。	後方押し出し試験による金属セッケン、粘土化膜の残存率60%以上を確認した。

SEMは走査型電子顕微鏡であり、EDSはエネルギー分散型 X 線分光法である。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

連絡担当者 所属 : 貴和化学薬品株式会社  
 役職 : 生産本部 技術部 次長  
 氏名 : 能浦 崇太  
 電話 : 06-6170-6320  
 Fax : 06-6170-6328  
 E-Mail : s.noura@kiwachem.co.jp

## 第2章 本論

## 2-1 粘土化膜上の金属セッケンの高密度化

これまでの粘土化法の前処理は Na 処理を用いていたが、Ca 処理に変更することで、CaAl 水和物がアルミ基材表面に生成し、これを亜鉛水溶液で粘土化処理（Zn 処理）を行うと速やかに、粘土化膜（LDH）が生成することが判った。Ca 処理を行った後に長鎖脂肪酸を用いてセッケン処理を実施した。生成された金属セッケンを溶剤にて剥離し、剥離前後の重量差により付着量を測定した結果、 $3\text{g}/\text{m}^2$ 以上の金属セッケンが付着していることが確認された。その結果を図3に示す。

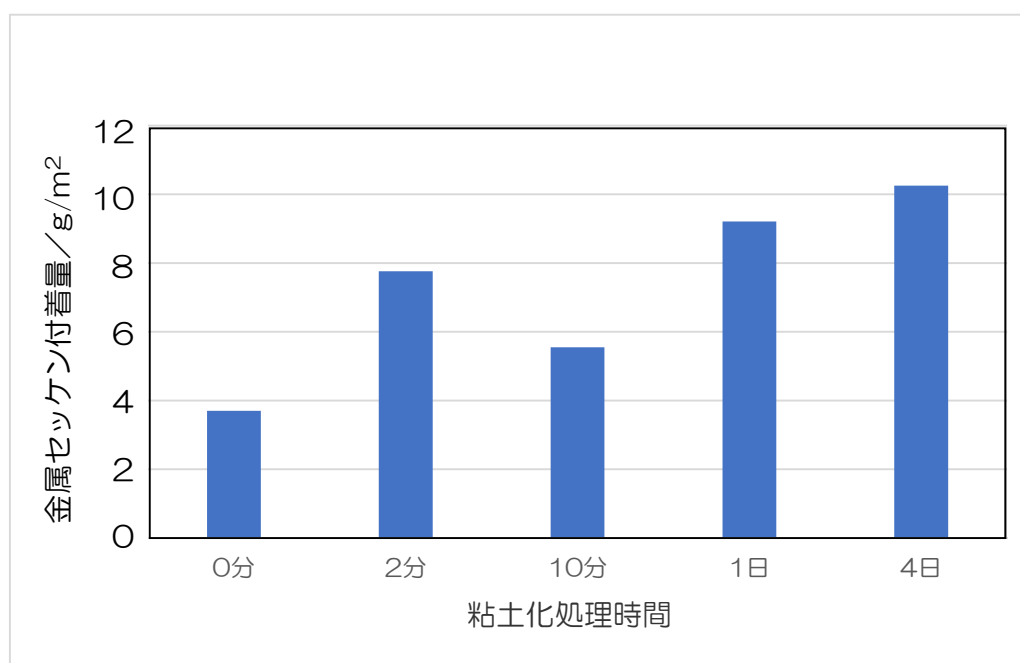


図3 金属セッケン付着量

## 【1-1】 粘土化膜上の亜鉛の高濃度化

Ca 処理を行い、生成した粘土化膜（LDH）について、亜鉛の導入量を SEM-EDS で分析したところ、Na 処理の Zn/Al モル比=0.4 から Ca 処理では、Zn/Al モル比=1.7 と 4 倍以上に向上し、Zn の高濃度化に成功した（図4の(a)、(b)）。



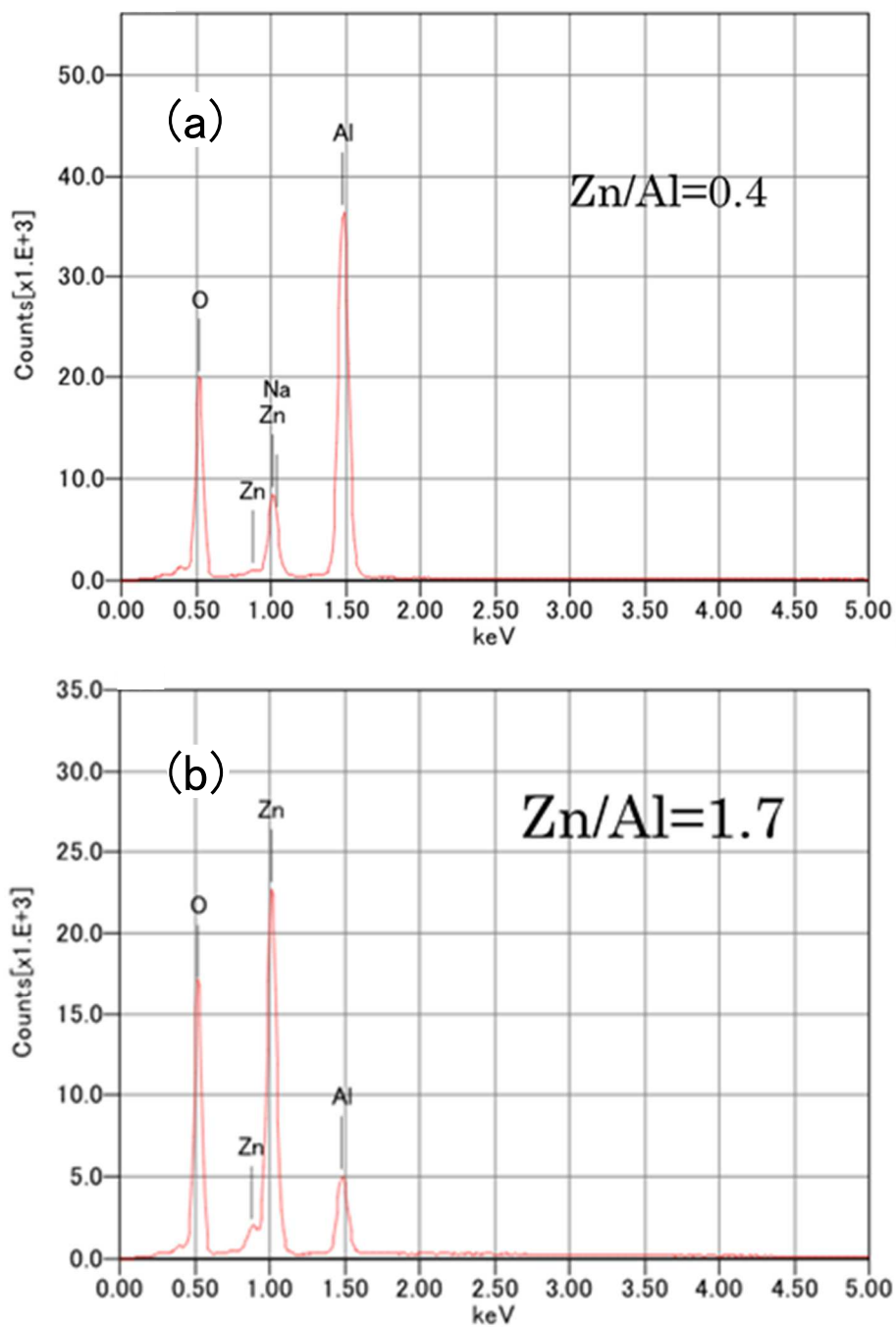


図4 粘土膜のSEM-EDS分析結果 (a)Na 処理、(b)Ca 処理)

#### 【1-2】粘土化膜上の亜鉛分布の均一化

EDS 面分析により、10分間の粘土化処理でZnがアルミ材表面全体に均一に分布していることを確認した。その結果を図5に示す。

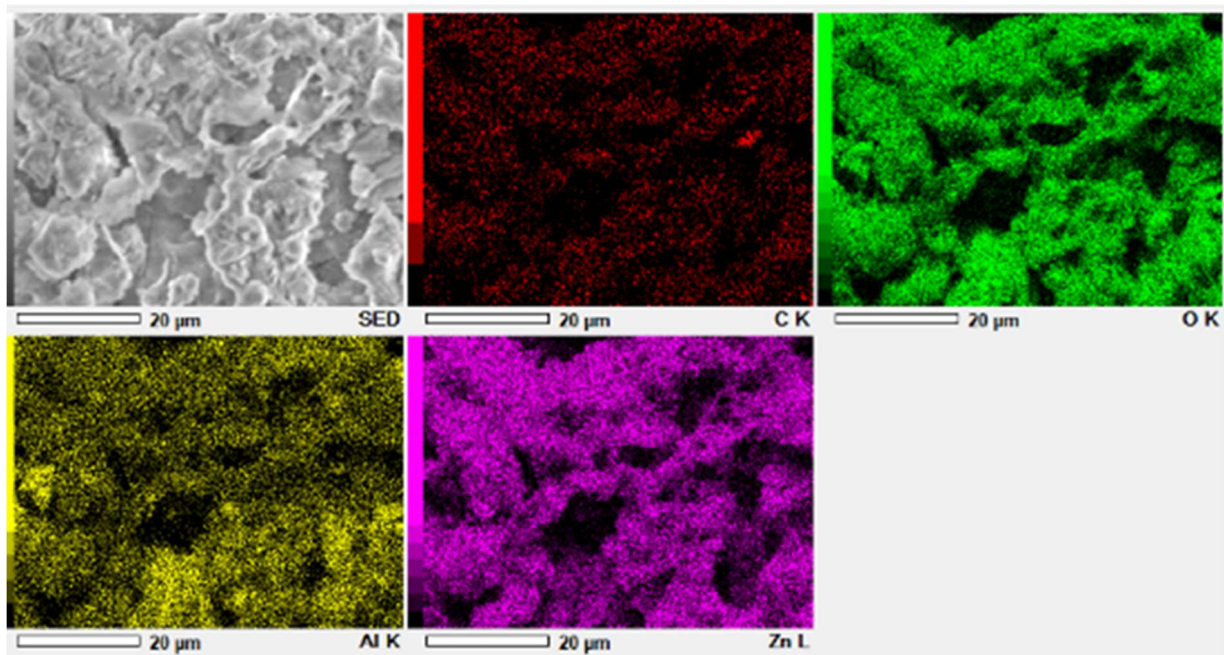


図5 粘土化膜のEDS面分析結果（Zn分布は紫色で表している）

【1-3】粘土化膜上の表面積の拡大

前処理をNa処理にて行った試料（旧粘土化法）のSEM写真を図6に示す。この写真を解析したところ90%が孔径100nmの多孔質形状となっていた。この試料についてリング圧縮試験を行い、摩擦係数を算出した。その結果を図7示す。摩擦係数は0.085~0.092の間であり、この結果は、今回開発したCa処理粘土化膜の摩擦係数0.059~0.080と比較して、かなり大きな値であることが判明した。Ca処理粘土化膜では100nmの多孔質形状が確認できなかったが、摩擦係数が低くなることから、多孔質形状よりもむしろZn/Alモル比や亜鉛分布の均一化がポイントであることが判明した。

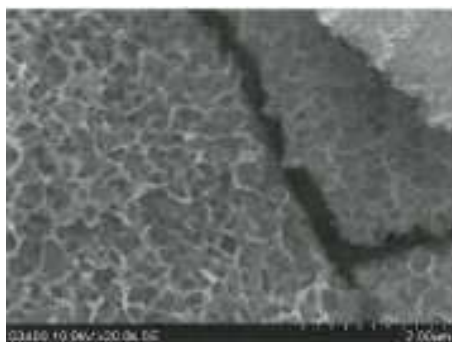


図6 SEM像

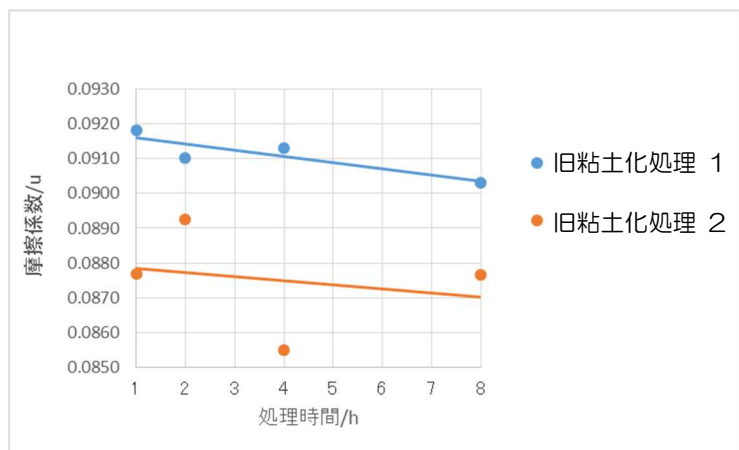


図7 摩擦係数（旧粘土化法）

## 2-2 粘土化膜の高強度化

今回開発の Ca 処理粘土化法にて処理した試料の潤滑性能を評価した結果を表 2 に示す。また、粘土化処理時間と摺動回数の相関を検討した結果を図 8 に示す。5 分以上の処理をすることで、現行方法より良好な摺動回数 120 回以上を達成した。また現行法よりも摩擦係数が低くなることも確認された。

表 2 現行方法、旧粘土化法と Ca 処理粘土化法の摺動回数及び初期摩擦係数の比較

	現行方法	旧粘土化法	Ca 処理粘土化法
摺動回数	118	99	120~140
初期摩擦係数	0.128	0.085~0.092	0.059~0.080

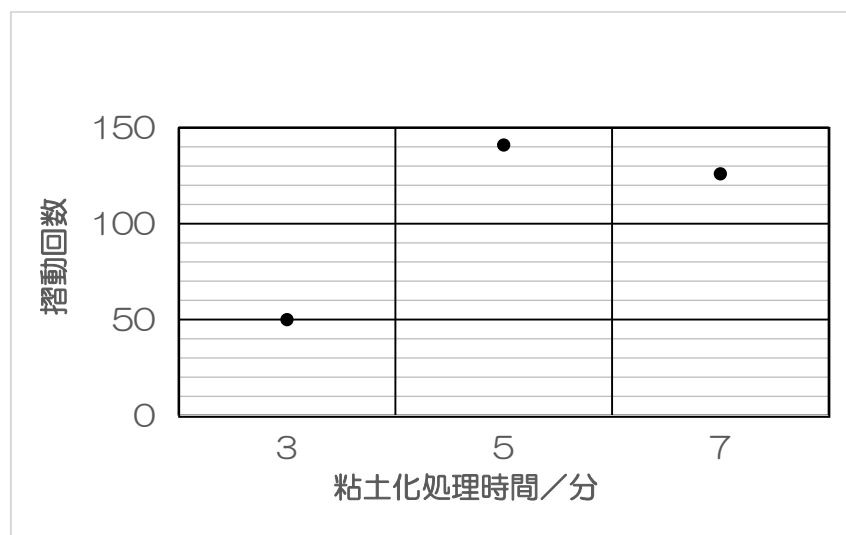


図 8 Ca 処理粘土化膜の粘土化処理時間と摺動回数

## 【2-1】粘土化膜の厚膜化

粘土化膜の膜重量は、Ca 処理濃度を上げると膜重量が増加することを確認した。図 9 で示す通り、濃度 5g/L で目標の 2g/m<sup>2</sup> を越える粘土化膜付着量を達成した。

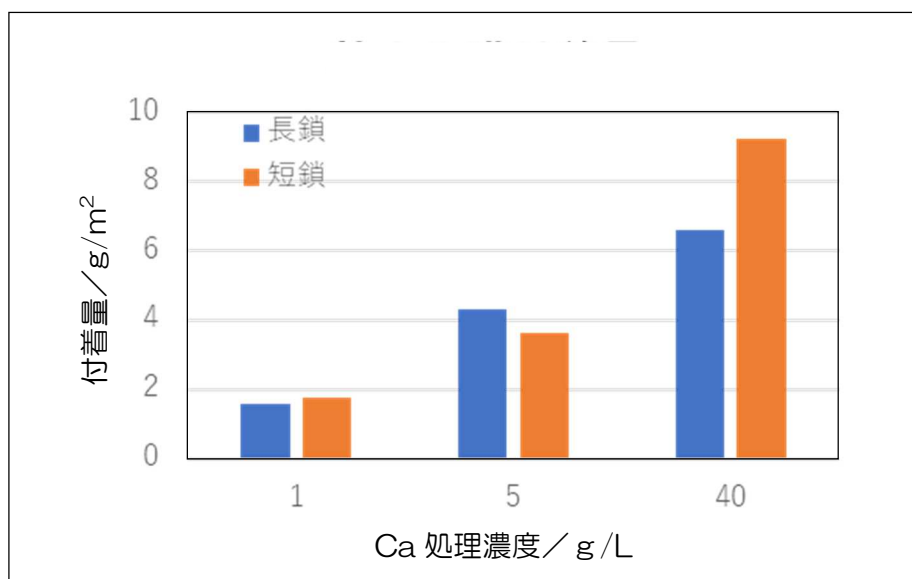


図9 粘土化膜の付着量

さらに粘土化膜とセッケン成分との結合状態を確認するためにセッケン処理を行い、フーリエ変換赤外分光測定（FT-IR 分析）を行った。結果を図 10 に示す。比較のために、セッケン成分のステアリン酸 Na 単体の吸収ピークも掲載している（図 10 の(a)）。ステアリン酸 Na には、 $1553\text{cm}^{-1}$  に大きな吸収ピークが確認できる。これは、ステアリン酸 Na の  $\text{COO}^-$  Na 結合を示していると考えられる。一方、ステアリン酸 Na を処理した粘土化膜には、 $1553\text{cm}^{-1}$  付近の吸収ピークが消え、新たに  $1540\text{cm}^{-1}$  と  $1593\text{cm}^{-1}$  に吸収ピークが確認された。 $1540\text{cm}^{-1}$  付近の吸収ピークは、粘土化膜の Zn イオンとステアリン酸の  $\text{COO}^-$  基との結合であると考えられることから、粘土化膜とセッケンが強く化学結合されていることが示唆された。さらに、 $1593\text{cm}^{-1}$  付近の吸収は、ステアリン酸 Na のアニオン部分の吸収ピークを表すと考えられる。つまり、ステアリン酸 Na は粘土化膜表面だけにとどまらず、粘土化膜の層間にも挿入されていることが示唆された。表面と層間にステアリン酸が含まれることから、膜重量が増大したと考えられる。

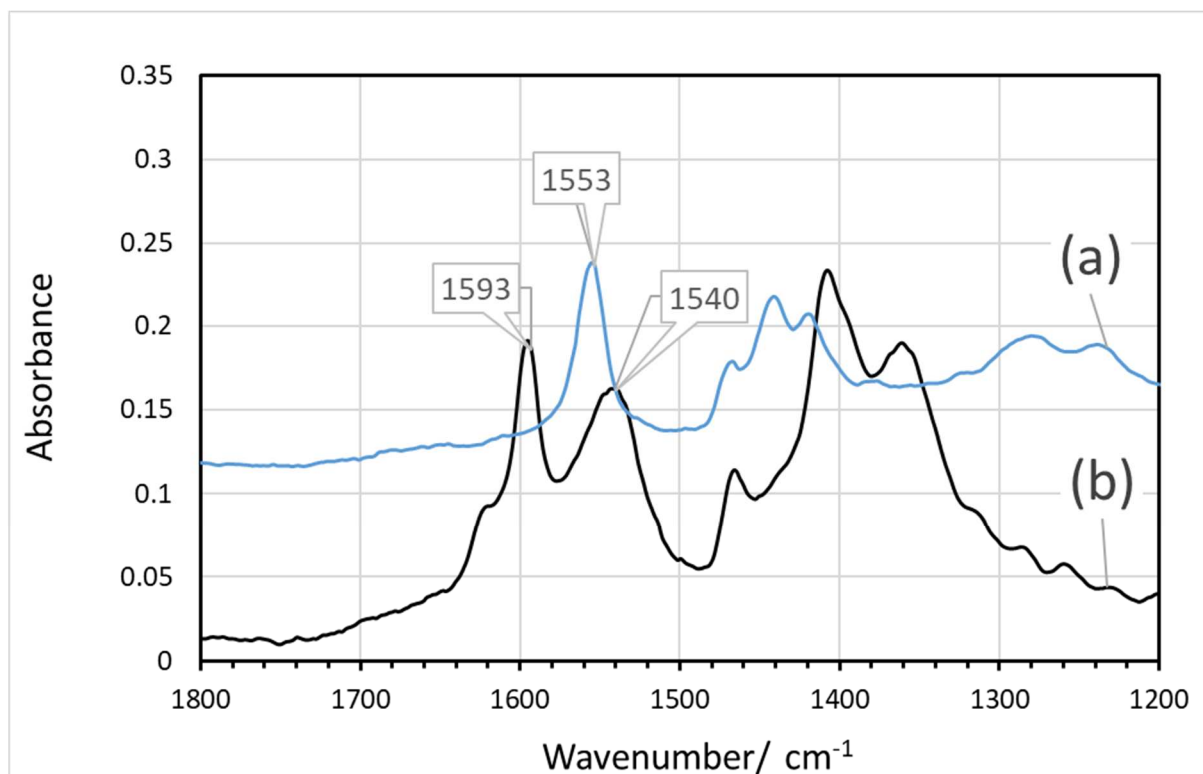


図10 粘土化膜のFT-IR スペクトル

(a)：ステアリン酸 Na 単体、(b)：セッケン処理した粘土化膜)

### 【2-2】粘土化膜の表面結晶の均一化

粘土化膜の均一性を確認するため、アルミニウム A5056-BDH34 基材を用い、粘土化処理前後の表面状態をSEM-E DS分析により表面観察した。分析の結果を図11に示す。左側の写真がSEM画像、右の3枚がそれぞれAl、Ca、Znの元素分布画像である。分布画像の色が明るいほど元素が多いことを示しており、明るさにムラが無いほど均一に分布していることを示している。画像から粘土化処理により、Al基材表面のCaがZnに置換され、Znが均一に分布していることが確認された。

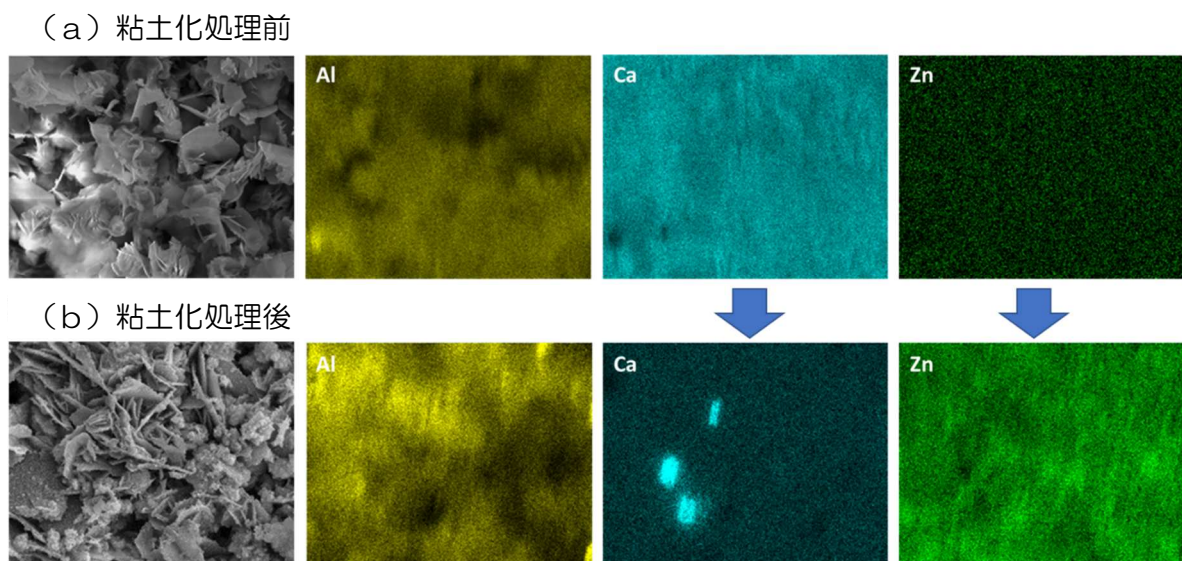


図 1 1 粘土化処理前後の元素マッピング（色は元素ごとに設定。明るいほど多い。）

### 2-3 粘土化処理時間の短縮化

前処理を Ca 処理とすることで、CaAl 水和物がアルミ基材表面に生成し、これに粘土化処理を行うと 10 分以下で粘土化膜（LDH）が生成することが判った(図 1 2)。

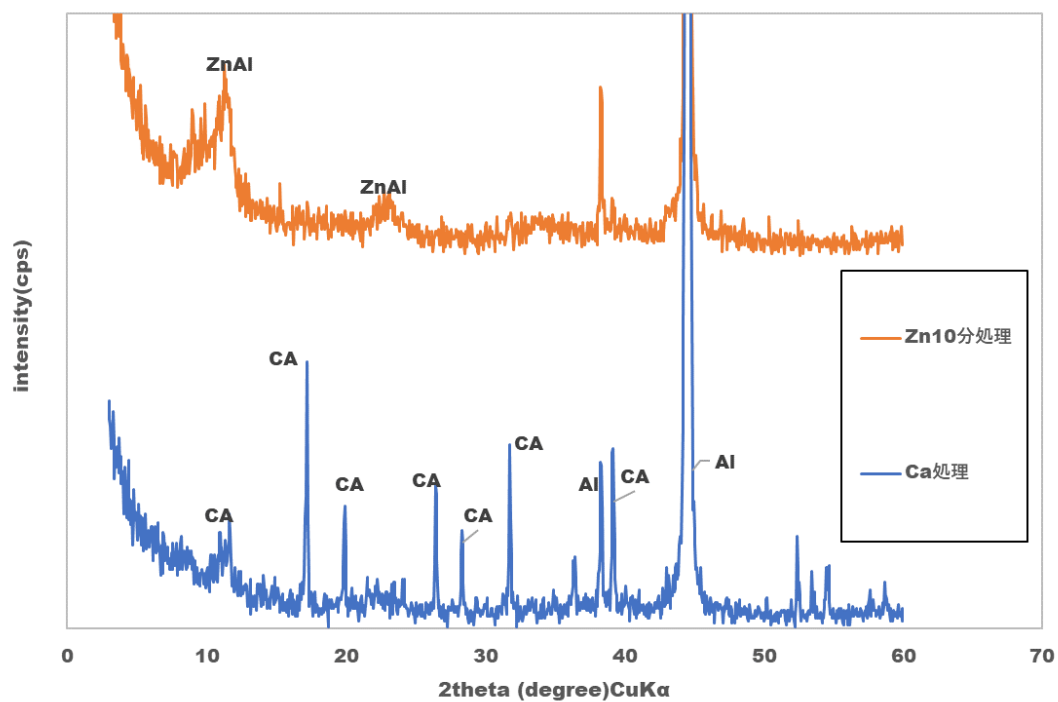


図 1 2 粘土化処理前後の XRD 分析結果（CA：CaAl 水和物，ZnAl：粘土化膜）

## 2-4 冷間鍛造パフォーマンスの検証

フッ化アルミ亜鉛処理と同等の潤滑/摺動性能が得られれば理論的には冷間鍛造への適用も可能だと想定されるが、実際の冷間鍛造加工での潤滑能力を評価するには、1つの要素に限らず、複合的な総合評価が必要となる。そこで冷間鍛造の専門家の指導の下、冷間鍛造用の試験金型を作成し（図13）、実験を実施した。また実機を想定した処理を行うため、小型バレル処理設備（図14）を設計・製造し、粘土化処理を行い、冷間鍛造性の評価を実施した。



図13 冷間鍛造用試験金型



図14 小型バレル設備

### 【4-1】リング試料による圧縮試験

プレス試験で摩擦係数を測るために一般に用いられているリング圧縮試験を行い、フッ化アルミ亜鉛処理と粘土化処理との摩擦係数の比較、および粘土化処理におけるCa処理液濃度による摩擦係数の比較を、セッケン2種類で検討した。

フッ化アルミ亜鉛処理と粘土化処理との比較では、粘土化処理の方が摩擦係数は小さくなった（図15）。また、摩擦係数はCa処理液濃度5g/L処理の場合が一番小さな値を示し、短鎖セッケンにおいて、目標である摩擦係数0.06未満を達成した（図16）。

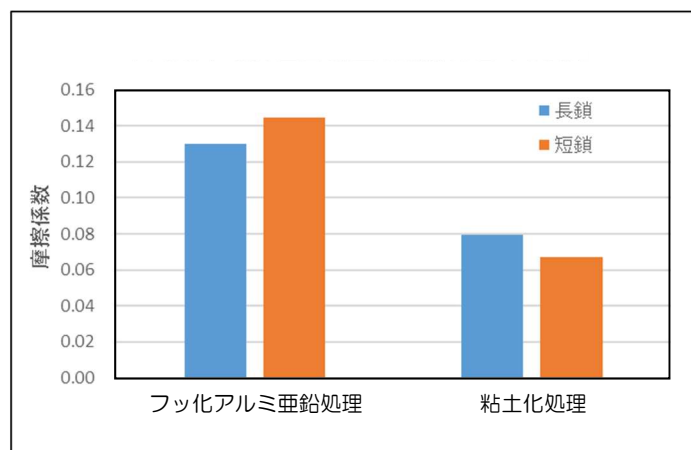


図15 フッ化アルミ亜鉛処理と粘土化処理の摩擦係数比較  
(長鎖：長鎖脂肪酸セッケン、短鎖：短鎖脂肪酸セッケン)

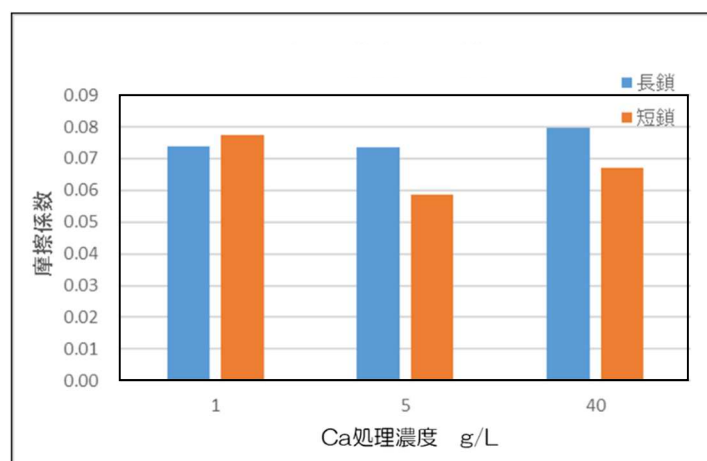


図16 Ca 処理濃度による摩擦係数比較

#### 【4-2】プレス試験

開発開始時は、評価をボール通し試験にて実施する予定であったが、冷間鍛造の専門家から、評価には一般的に加工実績の多い「後方押し試験」が適当であり、特に、加工倍率が5倍程度まで高めた加工は難易度が高く、その加工ができるかどうかで潤滑性能が判断できるとのアドバイスをいただいた。そのため、倍率5倍の後方押し試験用金型をアドバイザーの助言の下で作成(図11)し、評価することとした。

フッ化アルミ亜鉛処理および粘土化処理を施したアルミのビレットにセッケン処理を行い、後方押し試験を実施した。結果、粘土化処理を行ったビレットは、十分な皮膜付着量、セッケン付着量(3g/m<sup>2</sup>以上)があり(図17)、フッ化アルミ亜鉛処理と同様に後方押し



## 【公開版】

し加工ができることが分かった（図18）。また、後方押し出し時にかかる荷重がフッ化アルミ亜鉛処理に比べて粘土化処理のほうが小さいことが分かった（図19）。これにより、粘土化処理はフッ化アルミ亜鉛処理と同等以上の冷間鍛造性能があることが示された。

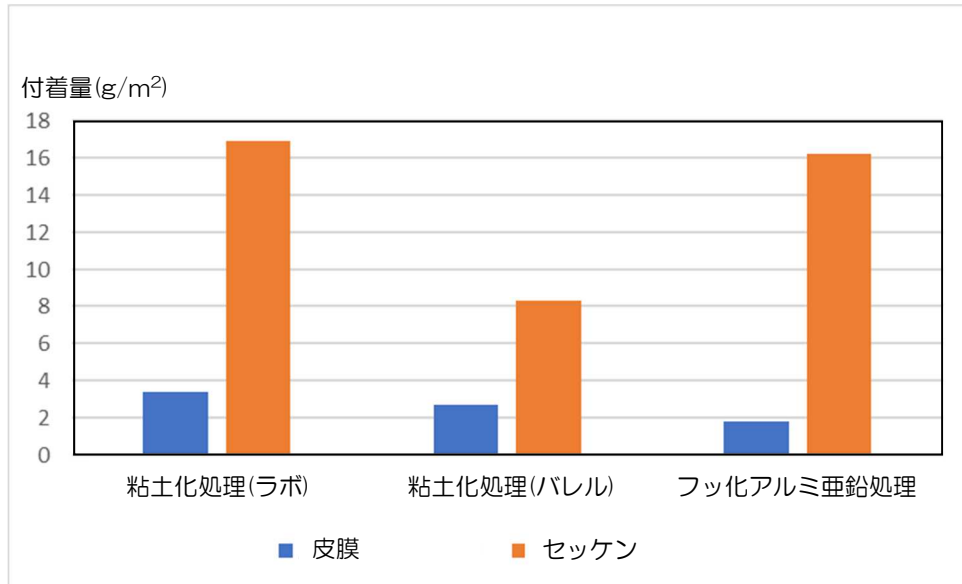


図17 処理方法による皮膜、石鹸付着量の違い



図18 加工倍率5倍の後方押し出し試験前後のビレット形状  
(左から試験前、試験後、試験後の断面形状)

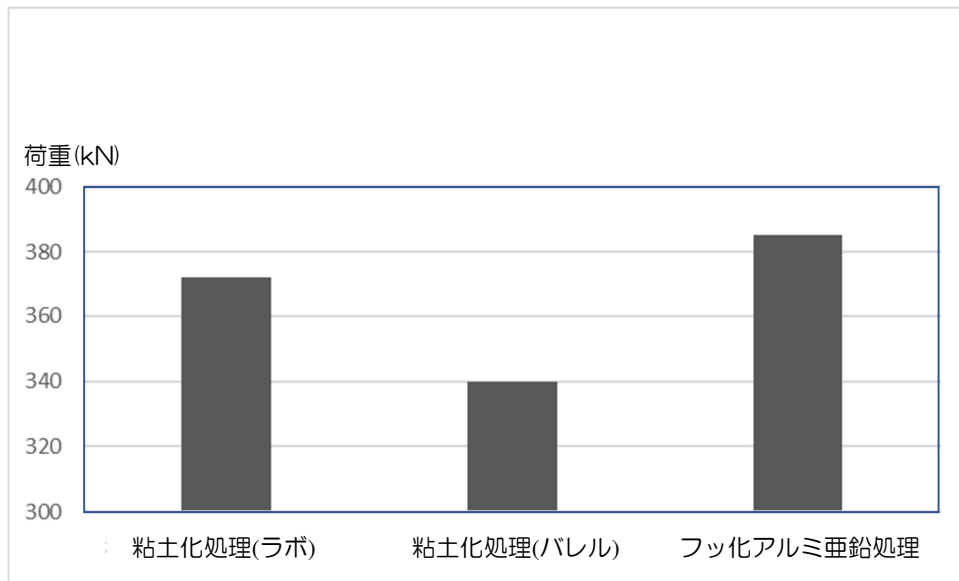


図19 後方押し出し試験の荷重

## 【4-3】実機による試験

皮膜、金属セッケンの性能指標として、加工後の皮膜、金属セッケンの残存率が高いほうが冷間鍛造性能に優れているといえる。加工倍率の高い試験を【4-2】で実施したが、この加工ではフッ化アルミ亜鉛処理、粘土化处理のいずれも皮膜、セッケン層の残存率は非常に低くなってしまい、正確な残存率の比較が難しい。そこで、加工倍率が2倍程度になる後方押し出し試験を実施（図20）し、皮膜、金属セッケンの残存率を測定した。結果、粘土化处理の皮膜、金属セッケンの残存率は60%を超え、フッ化アルミ亜鉛と同等以上であることが分かった（図21）。

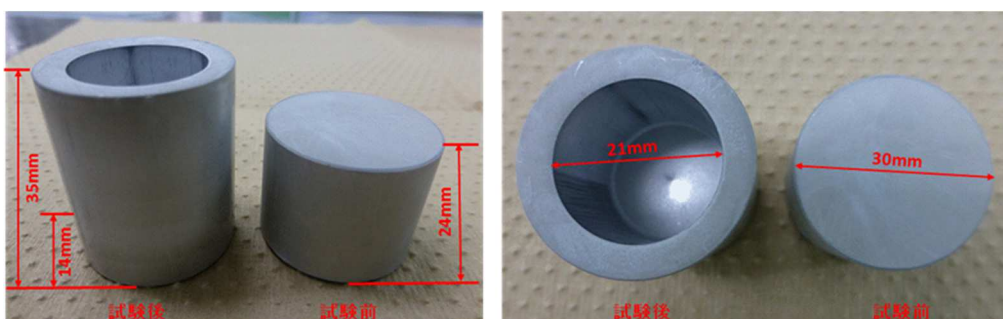


図20 加工倍率2倍の後方押し出し試験の加工前後ビレット形状

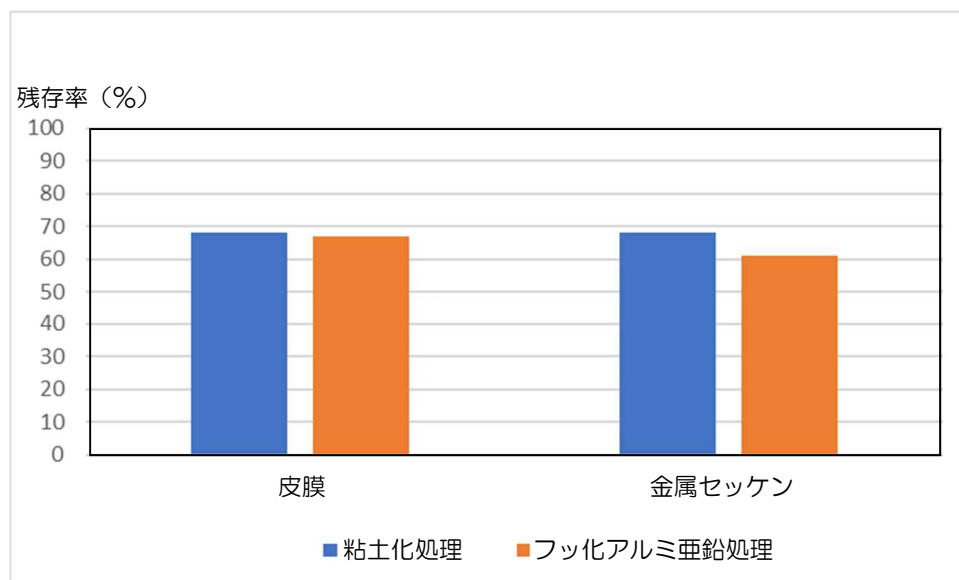


図2 1 倍率 2 倍の後方押し出し試験後の皮膜、金属セッケン残存率

### 第3章 全体総括

#### 3-1 補助事業の成果

以下の研究項目について、計画通りに研究を進め、当初の目標をクリアできた。

##### 1) 粘土化膜上の金属セッケンの高密度化

3 g/m<sup>2</sup>以上の金属セッケン層が形成されることを確認した。また粘土化膜中のアルミに対する亜鉛のモル存在比は、旧粘土化法の0.33を大幅に上回る 1.7 を確認した。また Zn が Al 材表面全体に均一に分布していることを確認した。

##### 2) 粘土化膜の高強度化

Ca 処理を適用することで摺動回数 1 4 0 回を達成した。また 4 g/m<sup>2</sup>を越える粘土化膜付着量を達成した。

##### 3) 粘土化処理時間の短縮化

Ca 処理を用い、処理時間 1 0 分で粘土化膜が形成されることを確認した。

#### 4) 冷間鍛造パフォーマンスの検証

リング圧縮試験で摩擦係数 0.06 を下回る条件を見出した。また「後方押出し試験」でフッ化アルミ亜鉛処理と同レベルの潤滑性能を確認した。さらに後方押出し試験による粘土化膜、金属セッケンの残存率60%以上を達成した。

### 3-2 研究開発後の課題

開発の目標はクリアしており、今後の課題は実用化に向けた動きである。具体的には、現状フッ化アルミ亜鉛処理を使用している顧客に本処理をPRし、実際の金型、材料を用いての冷間鍛造テストを実施し、課題を抽出、解決し事業化を進めて行くことである。

### 3-3 事業化展開

#### 1) 想定する国内、海外市場（現状、今後の動向）

今計画の狙いは自動車部品市場である。国内の主要メーカーは第1位がデンソーで売上高は3兆5809億円、第2位がアイシン精機で売上高2兆5299億円、第3位が豊田自動織機で売上高1兆6152億円となっている（2013年3月期）。日本の自動車部品会社は、いわゆる「系列」での取引により事業を拡大してきたが、現在は「系列」を超えたグローバルな取引が拡大傾向にある。その背景にあるのは、新興国市場の進展に伴うグローバル競争の拡大であり、世界の新車販売台数全体に占める新興国の割合は2000年には約24%だったのが、2013年には約56%と伸びている。完成品メーカーは、新興国市場の厳しい競争を勝ち抜くため、安価な車種を大量に生産したいと考えている。そのための最重要戦略が部品のモジュール化と言われる部品の高機能化・共通化である。特に多様化した部品の共通化によって、規模を競う環境では中小企業では勝負にならない。独自技術や品質に磨きをかけて小規模でも収益力の高い事業を志向し、アルミ冷間鍛造の潤滑処理剤というニッチ分野での新たな開発に着手した。

経済産業省の次世代自動車戦略2010では、軽量化による燃費改善目標は、2020年に約1.1km/L、2030年には約3.6km/Lの目標設定がなされ、自動車部品の軽量化は避けて通れない業界のニーズとなっている。軽量化の観点ではCFRP等の樹脂系素材の活用も言われているが、リサイクルの容易性では、アルミ素材のほうがより望ましいことは言うまでもない。現状でのアルミ使用比率は車輛重量の約1割程度とみ

## 【公開版】

られているが、今後大きく伸びることが確実視されている。現状でも年間約5%以上の伸び率で増加しており、2025年には現在の約2倍の使用量になると予想される。アルミ鍛造部品は其中でも大きな展望が予想でき、現在の3万トンから40万トンレベルへ広がる可能性もあり（図22）、今後の展開が期待できる分野である。

自動車向けアルミニウム素材別需要構成 2016年

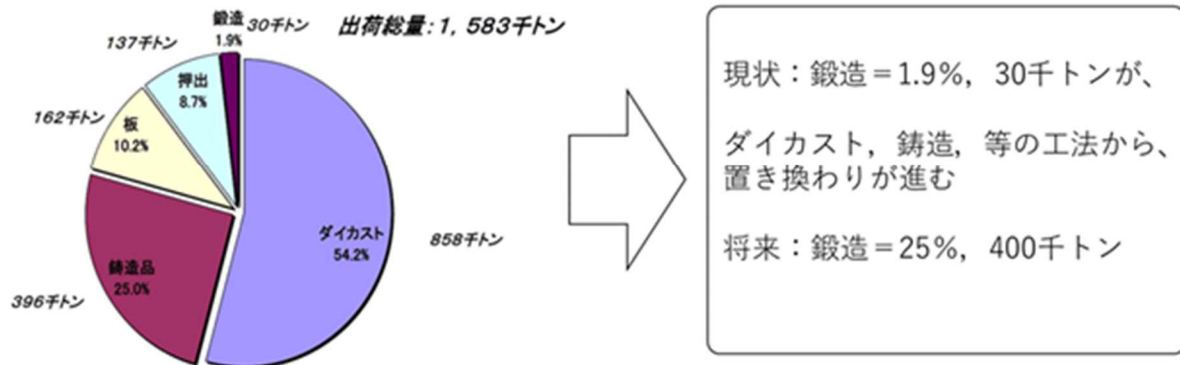


図22 アルミ冷間鍛造市場の現状と将来予想

### 2) 川下企業（顧客）ニーズ

省エネルギー化の観点で一層の低燃費化、低フリクション化が求められている。自動車の構造部品には主として鉄系素材が用いられており、強度の観点でアルミ材の適用が思うように進んでいないのが実情である。そこでアルミ素材の強度と成形精度、更には工程短縮によるコスト削減を達成するには、鉄材と同様に冷間鍛造工法を用いることが望ましい。しかしながら、現状では、フッ化物を含んだ薬剤で潤滑処理を行う必要があり、排水処理を含む環境対策に多大な工数コストを必要としているため、適用範囲の拡大が進んでいないのが実情である。実際にアルミ材が用いられているのは、鋳造加工でのシリンダブロックや、熱間鍛造加工でのサスペンションアーム、等に限定されており、業界のニーズに対して、対応が進んでいないのが現状である。また、日本では自動車用途が主であるが、米国では航空機用途にアルミの熱間鍛造が盛んであり、アルミの冷間鍛造の潜在ニーズが大きいと考えられる。

本事業で開発している薬剤を用いることで、アルミ冷間鍛造の潤滑処理から、環境負荷等の阻害要因を排除することができ、同時に排水処理や廃液処理といったコスト要因も減らすことができる為、結果としてアルミ冷間鍛造適用分野の拡大を図ることができ

## 【公開版】

る。これにより、現在、鋳造や切削といった、時間やコストのかかる加工からの転用（ケースやコネクタ、スクロール等）、強度不足で適用できなかった部材（ボデー構造材等）等へ、アルミで加工された部材が採用されるようになる。

### 3) 事業化見込み

開発目標を達成したことから、顧客への働きかけを進め、現行薬剤からの代替促進を図る。令和 3 年度から試験販売（1 トン／月程度）を開始し、令和 5 年度には本格販売（10 トン／月程度）を目指す。

以上