

研究部会紹介

新機能発現・化学プロセス部会の紹介

Introduction of the sectional meeting on search for new functions and processing of aluminum chemical surface treatment

山口 恵太郎*

Keitaro YAMAGUCHI*

1. 研究部会の背景と目的

軽金属学会に設置されている研究部会のテーマの多くは、素材とその製造プロセスの研究開発にかかわるものである。しかしながら、アルミニウムは素材のまま使用される例は少なく、ほとんどの製品には化成処理、陽極酸化、塗装、めっき等の表面処理が施されている。

近年では、抗菌防かび性、防汚性や自浄性等の高機能化の要求も増えている。更に、新商品の開発や差別化には、表面処理による新機能付与が有効であり、従来にない機能の付与技術やそのプロセスの提案に対する期待も増している。

そこで本部会では、表面処理や腐食等の化学領域を扱う専門家をメンバーとし、新機能を付与するための表面処理技術やプロセスについて、中長期的な視点から議論し、調査提案する場として発足した。

2. 委員の構成

平成23年4月に委員募集の会告を掲載し同年7月に部会が発足した。以後、約3年を経て、若干の委員の交代はあったが、平成26年1月現在は表1に示す17機関からの21名で活動を行っている。学界からは、表面処理や腐食に関係する11名の先生方にご参加頂いた。企業からは、軽圧メーカー、表面処理メーカー、サッシメーカーから10名の研究開発者に参加頂いている。

3. これまでの活動内容

活動期間は4年間（平成23年7月～平成27年3月）で、約3か月に1回の頻度で部会を開催している。内容は、専門家を招いた講演会の聴講、部会メンバーの研究内容紹介および部会内に組織したワーキンググループ（特許調査WG、技術情報調査WG、試験評価WG）の報告と討議等で進めている。

第1回の会合を平成23年7月21日に開催。まずは、将来の新表面処理技術やそのプロセスについて意見交換を行った。また、東京大学名誉教授の増子 昇先生をお招きし「技術の源流」と題したご講演を聴講した。アルミニウム精錬の歴史をはじめとし、現場技術の重要性や日本のおかれている現状について貴重なお話を伺った。さらに、古河スカイ(株)（現株UACJ）の難波江氏から(株)日本アルミニウム協会が作成した

「アルミニウム技術戦略ロードマップ2009」の内容紹介を頂き、アルミニウム製品の将来技術に関する議論を深めた。このロードマップ中に取り上げられている「イオン性液体を用いたアルミニウムめっき」は、機能化表面処理としてのみならず、アルミニウムスクラップの精製等への活用も期待でき、このテーマを選定し今後の部会活動を進めることに決めた。

第2回会合を平成23年10月26日に開催。第1回会合で選定した「イオン性液体を用いたアルミニウムめっき」に関する情報収集として、大阪大学の津田哲哉先生をお招きし「室

表1 新機能発現・化学プロセス部会の構成メンバー

機関	所属	名前	備考
大学ほか	京都大学	平藤 哲司	
	工学院大学	阿相 英孝	
	芝浦工業大学	野田 和彦	
	芝浦工業大学	石崎 貴裕	
	名古屋大学	興戸 正純	
	室蘭工業大学	世利 修美	
	室蘭工業大学	境 昌宏	
	広島大学	矢吹 彰広	
	北海道大学	伏見 公志	
	(一財)JWTC	紺野 晃弘	
企業	(株)アート1	西中 一仁	特許調査 WGL 技術情報 調査WGL
	(株)神戸製鋼所	服部 伸郎	
	日本軽金属(株)	川村 洋介	
	日本パーカライジング(株)	片岡 敏壽	
	日本ペイント(株)	松川 真彦	
	三菱アルミニウム(株)	山口恵太郎	
	(株)UACJ	難波江元広	
(株)UACJ	兒島 洋一		
(株)UACJ	島田隆登志		
YKK(株)	山本 尚三	副部会長 試験評価 WGL	
(元・産総研)	梅原 博行	顧問	

* 三菱アルミニウム(株)研究開発部プロセス技術室（〒410-1127 静岡県裾野市平松85）。（85 Hiramatsu, Susono-shi, Shizuoka 410-1127）.

E-mail: ykei@malco.co.jp

受付日：平成26年1月17日

温イオン液体とその応用(めっき, 製錬を中心として)」と題する講演を聴講した。アルミニウムの電析電位は水素発生電位よりも卑であるため水溶液からの電析はできない。これを解決するために, 非水溶媒系(溶融塩, イオン性液体, 有機溶媒)の活用研究が行われてきた。講演を通じて, まずはイオン液体の種類や性質の理解を深めた。非水溶媒からの電析では電流効率がよく, かつ, 各種合金めっきが可能なのが興味深い。津田先生のグループでは, 良好な物理化学特性を有するイミダゾリウム系室温イオン液体で研究が行われており, 100%に近い電流効率でアルミニウムめっきが可能であるといった特徴があった。また, 部会メンバーの日本パークライジング(株) 西澤嘉彦氏(現在は片岡氏と交代)が「化成処理の反応及びノンクロム処理の開発」に関する研究紹介を行い, ノンクロム表面処理の技術内容とその動向について知見を深めた。

第3回会合を平成24年1月23日に開催。北海道大学の土田幹人先生をお招きし「溶融塩イオン液体を用いたアルミニウムまたはアルミニウム合金めっき」と題する講演を聴講した。電解液は津田先生のグループと同じイミダゾリウム系である。めっき条件と合金組成, パルス電流の利用, マグネシウム基材へのめっき等について情報を得た。また, 部会メンバーの日本軽金属(株) 田口喜弘氏(現在は川村氏と交代)が「バリアー型陽極酸化皮膜に及ぼす電解質」, 「PEFC用極薄金めっきアルミニウム合金セパレーターの長期耐久性評価」の研究紹介を行い, 陽極酸化および高機能化めっき材料についての知見を深めた。

第4回会合を平成24年4月23日に開催。京都大学の三宅正男先生をお招きし「有機溶媒を用いたアルミニウム電析」と題する講演を聴講した。ジメチルスルホン(ジメチルホルムアミド)を溶媒とする電解浴では110°C以下の低温でAl電析が可能である。従来のトルエン浴等と比べて低引火性・低毒性であることから取扱いが容易で低コストである特長をもつ。添加剤を使用することで光沢めっきも可能。さらに, 水溶性材料との複合めっきによる多孔質膜作製方法の研究例も紹介された。また, 部会メンバーの室蘭工業大学の世利先生が「腐食防食を応用した研究」の紹介を行った。腐食合成と呼んでおり, アルミニウムやチタンから合成するアルミナ, ムライト, チタン酸カルシウム等について解説を受けた。製造プロセスの簡略化, コストダウンや特性向上に効果が認められるユニークな合成方法であり工業化が期待される。

第5回会合を平成24年7月17日に開催。日新製鋼(株)の小浦節子氏をお招きし「イオン液体を用いた電気アルミニウムめっき」と題する講演を聴講した。イミダゾリウム系を用いて実用化に近いレベルまで行われた研究の紹介があった。この研究は, 現在は中断されているものの鋼板コイルへの連続電気アルミニウムめっきの実用例として興味深いものがあった。また, 部会メンバーの芝浦工業大学の野田先生が「表面処理による金属材料の防食」の紹介を行った。無電解Niめっき, 局部腐食試験方法, AFMや光走査型化学顕微鏡等を活用したマイクロビジュアライゼーションについて知見を深めた。

第6回会合を平成24年10月17日に開催。日立金属(株)の岡本篤志氏をお招きし「アルミニウムの電析技術」と題する講演を聴講した。アルミニウムを電析させた後, 基板から剥離

してアルミニウム箔にすると優れた特性が得られること等の研究が紹介された。さらに, アルミニウムめっき材の陽極酸化や着色の例も示された。また, 部会メンバーの日本ペイント(株)の内川美和氏(現在は松川氏に交代)が「自動車用エアコン熱交換器の表面処理」について紹介を行った。ジルコニウム系化成処理, 親水性に関する技術情報について知見を深めた。

第7回会合を平成25年1月18日に開催。京都大学の平藤先生をお招きし「アルミニウムの電析」と題する講演を聴講した。めっきの電気化学, 非水溶媒の解説, ジメチルスルホンを用いたアルミニウム電析の特徴, アルミニウム電解精製への適用例, 耐酸化性表面処理への応用等の広範囲にわたり解説を受け知見を深めた。また, 平藤教授には当部会への加入を了承頂いた。また, 部会メンバーの(一財)日本ウエザリングテストセンターの紺野氏が「アルミニウム合金の大気暴露試験」の紹介を行った。検討を進めている軒天暴露についての研究紹介を受けた。以上の7回の会合により, 非水溶媒からのアルミニウムめっき技術に関する知見を深めることができた。以降の部会では, 特許調査, 技術情報調査, 試験評価のワーキンググループを部会内に組織し, さらなる情報整理に加え具体的な性能評価に着手することに決めた。

第8回会合を平成25年4月24日に開催。部会メンバーの室蘭工業大学の境先生が「銅, アルミニウムの腐食に関する研究」の紹介を行った。銅管のマウンドレス型孔食の研究, 表面処理仕様耐候性橋梁の腐食調査結果等の紹介を受け実環境で発生する腐食現象に関する知見を深めた。また, ワーキンググループのリーダーとメンバーを決め活動計画について議論した。

第9回会合を平成25年5月18日, 軽金属学会第124回春期大会1日目の昼休み時間に開催。ワーキンググループの進捗報告および問題点の摘出, 改善策等について議論した。特に, 試験評価ワーキンググループではサンプルの作製が課題となっていたが, 新たに加入頂いた京都大学の平藤先生の研究室と委託研究契約を締結しサンプルを作製頂けることになり, 詳細な評価項目についてメンバーの意見を聴取した。

第10回会合を平成25年8月2日に開催。ワーキンググループの進捗報告と討議を行った。特許調査WGで特許検索を行った結果について, キーワードやIPC(国際特許分類)の選定, 検索結果のまとめ方を議論した。関連特許138件の内, 3割程度は外国からの出願であった。技術情報調査WGの文献調査では, 関連文献として日本33件, 海外43件が検索された。海外文献はドイツとアメリカが多い傾向であった。キーワードにイオン液体を使用した, 別な名称も必要ことがわかった。また, 部会メンバーである広島大学の矢吹先生が「自己修復性防食コーティング」の研究紹介を行った。クロム酸クロメート処理では, 塗膜欠陥部にクロム成分が溶出し傷を自己修復することが知られている。このような作用を塗膜内に添加した特殊成分で行うことが興味深い研究である。新しい防食方法としての知見を深めた。

第11回会合を平成25年11月16日, 軽金属学会第125回秋期大会2日目の昼休み時間に開催。ワーキンググループの進捗報告および問題点の摘出, 改善策等について議論した。特に, 試験評価ワーキンググループの評価項目の概要を整理した。

第12回会合を平成25年11月22日に日本軽金属(株)蒲原工場にて開催。技術情報調査WGの調査から発表文献数の推移をみると、2000年頃からイオン液体の呼称が広がり研究報告が増加していることがわかった。特許調査WGではIPC分類とキーワードを使い検索した144件を一覧表に整理した。さらに、試験評価WGが提案した試験評価内容を討議し、個々の測定担当者を決めスケジュールの概略を決めた。また、国内唯一である蒲原製造所のグループ素材センター電解部門と水力発電施設の見学を行いアルミニウム製錬に関する知見を深めた。

4. 今後の活動予定

約3年間で12回の会合により、非水系溶媒（溶融塩、イオン性液体、有機溶媒）を用いたアルミニウムの電析技術について、技術動向を整理するとともに知見を深めることができた。部会内に組織したワーキンググループでは、特許調査および技術調査がまとめたに向けた段階へ向かっている。アルミニウムめっき材の試験評価は着手したばかりであるが、部会メンバーの総力をあげて解析や評価を進める。評価項目の一例を表2に示す。形態観察、組織、成分分析、電気化学的特性、光学特性、耐食性、表面処理性等の多岐にわたっている。

部会で得た結果は、第127回軽金属学会秋期大会（平成26年11月16日）でシンポジウムを開催し報告する予定である。

表2 アルミニウムめっき材の評価項目例

評価項目	分析方法
表面観察	AFM, FE-SEM
方位測定	EBSD
断面観察	FE-SEM
組成分析	EPMA, GDS
電気特性	電気抵抗測定
電気化学的特性	分極測定, インピーダンス測定
耐食性	腐食試験
硬さ	ビッカース硬さ測定
光学特性	反射率測定
エッチング特性	外観写真, 孔径, 気泡が発生するまでの時間, 孔間隔, 色差測定
化成処理性	皮膜量測定, SEM
アルマイト性	外観写真, 孔径, 孔の均一性, 色差測定
密着性評価	スクラッチ試験

アルミニウムの表面処理技術やプロセスは幅広く、その応用に関する研究は活発に継続されている。一方、新規なアルミニウムの需要を喚起するような開発例は年々少なくなっており、本部会の活動を通して研究者や技術者の交流が進み、新たな研究開発テーマが提案できると幸いである。