

研究部会紹介

新エネルギー向け表面処理研究部会の紹介

Introduction of the sectional meeting on surface finishing technology for new energy

服部 伸郎*
Nobuo HATTORI*

1. 研究部会発足の背景と目的

軽金属学会「新エネルギー向け表面処理研究部会」は、前身部会である「新機能発現・化学プロセス部会」の役割の一つでもあった、「アルミニウムの表面技術分野における中長期的将来技術について特定企業や組織の枠を超えて議論できる場」の継続的確保を念頭に、新たな活動テーマを設定し発足した表面技術系の研究部会である。発足にあたり新たに設定したテーマは、部会名にもある「新エネルギー分野でのアルミニウム用途拡大を想定した表面技術の調査」である。本テーマ選定に当たっては前身部会にてアンケートやメンバー間議論を重ねた結果、「産業貢献度」、「難易度」、「共同テーマ性」等を考慮して数多くのテーマ案の中から選定された。

学会ホームページに公開中の部会開催案内に記載した通り、「本部会では、産業界から要望の多い新エネルギー分野向けアルミニウム部材の表面処理について調査・研究を行う。新エネルギー分野（太陽光、風力、地熱、シェールガス、メタンハイドレート関連等）向けにアルミニウム部材を適用する際に必要となる表面性能（耐食性、摺動性、耐摩耗性など）の調査を行い、各種表面処理材の性能を比較評価するとともに、新機能付与の可能性も検討する。用いる表面処理種には環境に配慮した非クロム系下地処理や自己修復機能を有する塗膜等の最新技術も可能な限り織り込む。」を活動目的に設定している。

「新エネルギー」という用語が対象となる分野は範囲が非常に広いため、本部会の具体的な取り組みを決めるためにも最初に対象分野の絞り込みが必要である。そこで、初年度は新エネルギー分野を幅広く眺め、アルミニウムの特長が生かせる分野、実用化にあたって表面技術が必要と考えられる分野、といった観点で各エネルギー分野の調査を行った。2年目以降では、絞り込んだ分野において、将来役立つと考えられる暴露試験データなど有用データの採取や、実使用を模擬した実験などを行い、広く活用できる知見を得るとともに、さらなる将来に向けた課題整理やロードマップの作成等にも取り組む計画を設定している。活動期間は平成27年4月からの4年間としている。

2. 委員の構成

本部会の委員構成を表1に示す。総勢21名であり、学界

からは表面処理や腐食防食に関係する研究を専門とされる先生方9名に、企業からは軽圧メーカー、軽金属製品メーカー、表面処理メーカーからの研究開発者12名に参加いただいている。前身部会である「新機能発現・化学プロセス部会」からの継続参加メンバーが半数以上を占めるが、「新エネルギー」に関心を持って新たに参加いただいたメンバー6名も加わった。

3. これまでの活動内容

研究部会は、年4回のペースで開催している。通常の研究部会ではアルミニウムの表面技術等に関連した講演の聴講、新エネルギーに関する各種調査結果の報告、部会の進め方の

表1 委員構成（敬称略）

氏名	所属	備考
阿相英孝	工学院大学	
興戸正純	名古屋大学	
菊地竜也	北海道大学	
境 昌宏	室蘭工業大学	
佐々木大地	室蘭工業大学	
野田和彦	芝浦工業大学	
矢吹彰広	広島大学	
石崎貴裕	芝浦工業大学	
紺野晃弘	(一財)日本ウエザリングテストセンター	幹事
西川洋介	日本軽金属(株)	
坂本泰久	三菱アルミニウム(株)	
島田隆登志	(株)UACJ	
橋本大祐	昭和電工(株)	
山口恵太郎	三菱アルミニウム(株)	
菅谷篤史	(株)LIXIL	
山本尚三	YKK(株)	
西中一仁	(株)アート1	
松川真彦	日本ペイント・サーフケミカルズ(株)	
片岡敏壽	日本パーカライジング(株)	
一宮真人	三協立山(株)	
服部伸郎	(株)神戸製鋼所	部会長

*株式会社神戸製鋼所 アルミ・銅事業部門（〒321-4367 栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15） Aluminum & Copper Business, Kobe Steel, Ltd. (15 Kinugaoka, Moka-shi, Tochigi 321-4367) E-mail: hattori.nobuo@kobelco.com
受付日：平成29年2月15日

議論等を行っており、直近では平成29年2月3日に第7回目の研究部会開催を予定している。またこれとは別に、湯布院にて地熱発電の見学会を開催した。以下に概略を記載する。

第1回の研究部会は平成27年7月に開催した。京都大学のエネルギー科学研究科から石原慶一先生をお招きし、「新エネルギーと材料」の表題でご講演いただいた。講演では新エネルギーおよび再生可能エネルギーの定義、世界および日本における再生可能エネルギーと材料についての現状、再生可能エネルギーの今後などを解説いただいた。アルミニウム市場の観点から見ると、世界レベルでは太陽光分野（太陽電池PVと集光型太陽熱発電CSP）での需要が最も期待されている。国内では、PVについては震災後に普及が進んだが、CSPについては広い土地の確保や気候の点からあまり検討が進んでいないとのこと。このような再生可能エネルギー分野におけるアルミニウムの動向については、海外では調査報告がネット上で公開されているとのこと、本部会でも参考にしていく。また服部から本部会開催の経緯や、活動イメージを説明し、議論のたたき台としてネット公開資料等から抜粋した地熱バイナリ発電や海洋温度差発電等の事例を紹介した。両分野とも熱交換器が使用されるため、アルミニウムの熱伝導性が生きること、使用環境に応じた表面処理が求められることを紹介した。同様の観点で、個別の新エネルギー分野の調査を1年程度かけて実施し、部会活動の方向性を絞り込むこととした。

平成27年8月には、日本地熱学会を通じて紹介いただいた湯布院フォレストエナジー株式会社を訪問し、地熱バイナリ発電の見学会を開催した。温泉水を汽水分離し蒸気を発電に、熱水を農業ハウスに利用しているとのこと、多様な熱交換器が用いられていたが、現時点でアルミ化はあまり進展していないことを確認した。温泉水中のスケール付着とその清掃に難があり、表面関連の課題として抽出した。小規模発電所の売電量は法律による規制があり、それを超えると送電線網を自前で準備しないといけないルールがあることも知ることができ、新エネルギーの普及には、技術論だけではなく政策と切り離せないことを実感した。余談ではあるが、通常の研究部会と異なり温泉地での宿泊を兼ねたため、新メンバーも含め交流を深めるよい機会となった。

第2回の研究部会は平成27年10月に開催した。講演会は北海道大学の菊地竜也先生に「アルミニウムのアノード酸化と機能化」と題して実施いただいた。新しい電解質種を用いてアノード酸化することによりセルサイズの大きい規則ポーラス皮膜が得られる技術や、ナノファイバー状に皮膜を成長させる技術について紹介いただくとともに、これらを応用した超親水性表面や新規な意匠への可能性を示された。また日本軽金属の川村洋介氏（現姓 西川氏）からはバイオマス分野の報告があり、ロケットや燃料タンクの事例を紹介いただき、バイオ燃料等に対する耐食性確保の観点での表面処理の検討がテーマ案として抽出された。さらにUACJ 島田隆登志氏からは雪氷エネルギー分野の報告があった。スウェーデンや千歳空港等での事例（冬場の雪を貯蔵し夏場の空調に利用）について紹介いただいたが、ポリエチレン製の貯蔵断熱材をアルミ化する意義を見出すのは困難と思われた。

第3回の研究部会は平成28年1月に開催した。講演会は室蘭工業大学の佐々木大地先生に「腐食合成法による粉体の合

成」と題して実施いただいた。腐食防食を逆手にとって、積極的に腐食促進することで金属アルコキシドを得る研究で、得られる粉体には蛍光塗料や光触媒等の分野へ応用できるものがあるとの説明があった。昭和電工の橋本大祐氏からは地中熱利用の分野の紹介があった。地熱とは異なり地中熱は深さ10m以上の安定した熱を利用するため、火山のない地域でも利用できる。熱の取り出しにポリエチレンホースが用いられているが、アルミ化の意義は見出せないと判断した。またLIXILの菅谷篤史氏にはメタンハイドレート分野を調査いただいたが、現在は採掘技術が議論されている段階で、材料を議論する段階には至っていないとされた。さらに日本ペイント・サーフケミカルズの松川真彦氏には新エネルギーと表面処理について、公開特許を検索するアプローチにて調査を実施いただいたが、本部会で取り上げる課題抽出には至らなかった。

第4回の研究部会は平成28年4月に開催した。講演会は名古屋大学の興戸正純先生に「水溶液からのコモンメタル微粒子の合成とその反応過程」について実施いただいた。水溶液中で合成した前駆体の熱還元や、液相還元により金属微粒子を合成するプロセスについて、事例を交えて解説いただいた。条件を変化させることにより、析出粒子の形態を変化させることも可能であり、形態制御や収率向上により、新たな機能性微粒子の安価な製造プロセスとして期待できるとのことである。電気化学的方法による反応過程の追跡結果も示していただいた。YKKの山本尚三氏からは風力発電分野の調査結果を報告いただいた。アルミニウムの押出性、超塑性、耐食性を生かし発電効率や設備稼働率の向上、コスト削減の可能性について提案いただいたが、部会の会員企業ですでに取り組んでいる事業と重複したため、本部会としては扱わないこととした。また三菱アルミニウムの坂本泰久氏からは太陽エネルギー分野全体の調査報告があった。すでに普及が進んでいる太陽電池以外では、太陽熱発電や太陽熱温水器の事例が紹介され、アルミニウムの表面処理と関連する事例として選択的吸収膜の研究例が紹介された。さらには三協立山の一宮真人氏からは水素利用についての調査報告があった。水素の製造方法、輸送貯蔵方法に分けて報告いただき、このうちアルミニウムとしては貯蔵時のタンクやパイプラインに適用の可能性が示された。これまでの初年度4回の研究部会での調査報告内容を振り返り、どのような分野が取り組み対象と考えられるかについて出席委員で議論したところ、光反射分野、スケール付着対策、各種エネルギー媒体に対する耐食性が挙げられたため、これらについて追加調査を次回までに実施することとした。

第5回の研究部会は平成28年7月に開催した。講演会は芝浦工業大学の石崎貴裕先生に「簡易プロセスにより材料を高機能化する技術」について実施いただいた。具体的な事例として表面の濡れ性制御、蒸気コーティングによるマグネシウム合金の腐食抑制、ソリューションプラズマによる新規カーボン材料の合成の事例紹介があった。このうち濡れ性制御ではマグネシウム合金を使用した超撥水表面が得られており、さらには色彩を付与した超撥水表面や、耐久性に優れた撥水材料の研究も進んでいるとのことであった。第4回部会で宿題とした3分野の追加調査として、北海道大学の菊地竜也先生からは光反射分野について報告いただいた。集光型太陽熱

発電を想定し、反射板の高効率化として関心が高いが、多層膜を形成して干渉を利用する研究等が進んでおり、光学的な研究が主体となることから、本部会の専門性や目的と乖離するとの結論となった。スケール対策については、国内の先行報告文献を抜粋して服部から報告した。比較的簡易な実験装置を用いた報告例もあり、工夫すれば本部会でも着手できそうであるが、どのようなメカニズムを想定して取り組むか？といった問題を提起する意見も出た。また各種エネルギー媒体に対する耐食性について日本軽金属の西川洋介氏からは、バイオ燃料や内閣府報告書でエネルギーキャリアとして記述のある液体水素、アンモニア、有機ハイドライドが実験対象として挙げられるが、このうち無処理のアルミニウムで実績のある液体水素と、取り扱いの難しいアンモニアは除外して実験を進めてはどうかとの提案があった。また出席メンバーにて議論した結果、これまでの部会活動の議論をまとめて整理することとなり、服部が整理することとした。

第6回の研究部会は平成28年10月に開催した。講演会は工学院大学の阿相英孝先生に「軽金属の表面処理研究の動向～アノード酸化を中心に～」と題して実施いただいた。アノード酸化に関する海外も含めた学術研究の動向を中心にご講演いただいた。初期は装飾や防食を目的に構造観察や自然発色等の研究が中心であったが、その後磁気デバイス等を意識した自己規則化、三次元構造制御等の研究を経て、さらなる機能化のため新規の自己規則化条件を求める研究が現在の主要テーマの一つとなっているとのこと。国内と海外の主な研究グループ、Anodizing派とAnodization派など、事情をよく理解しておかないと文献調査等で求める結果に到達できない場合があるなど、興味深いお話もいただけた。これまでの研究部会での議論をまとめた内容や、前身部会含む過去の

部会活動事例をメンバー間で共有し、今後の共同実験の進め方について意見を出し合った。これまでに案として抽出してきた表面処理的課題についての実験と、公共的にも役立つ基礎データ採取の意味での暴露試験について進めて行く方向で議論した結果、前者としてはスケール対策を想定した実験案と、バイオ燃料・有機ハイドライド等の耐食性調査を想定した実験案を分担作成、後者は海洋浸漬試験可能な暴露試験機関や温泉地に関する調査を分担調査し持ち寄り、次回に具体的実験役割分担を決め、実験に着手することとした。

4. 今後の活動予定

今後アルミニウムの新市場となる可能性が考えられる、新エネルギー分野における表面技術面からの課題を抽出した結果、使用環境や使用媒体などに対して耐久性をいかに確保するか、といった観点の課題が多いことが判明してきた。また、アルミニウム材の暴露試験データはアルミニウムハンドブック等をはじめとして先人から受け継いだデータがあるが、さらなるデータの補充が必要であることも感じられつつある。本部会としてはこれらの観点から、将来に役立つデータを展開できる活動をしていきたいと考える。

また、本研究部会はアルミニウムや表面処理に関する専門家集団ではあるが、個々の新エネルギー分野の事情に精通しているわけではなく、外部機関と連携しながら活動していく必要性も生じている。すでに見学会の際に相談させていただいた日本地熱学会のほか、土木研究所や佐賀大学海洋エネルギー研究センター等へのコンタクトを始めており、外部の専門家の智恵も借りながら、少しでも役立つ知見を後世に残したいと考える。