

固体電解質薄膜トランジスタを用いたバイオセンサの製品化に着手 ～短時間で複数の核酸・病原体を同時に検出～

（2023 年 5 月 19 日付けの当社プレスリリース）

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-0519.html>

三菱マテリアル株式会社と北陸先端科学技術大学院大学（石川県能美市）バイオ機能医工学研究領域の高村禪教授，廣瀬大亮助教は共同で，新規の固体電解質薄膜トランジスタを用いたバイオセンサを開発し，実用化に向けた製品開発に着手しました。

医療の分野における遺伝子検査では，一般的に PCR（Polymerase Chain Reaction）法など核酸を増幅して検査する方法が用いられていますが，検査機器が高価であり，また，大型のため用途が限定されています。

三菱マテリアルでは，従来より金属や酸化物など様々な材料に薄膜を形成するための研究開発を行っており，湿式成膜による薄膜材料開発に関する高い技術力を有しています。このたびの共同開発ではその技術を応用し，検知部に独自に開発した固体電解質薄膜トランジスタを用いた新たなバイオセンサを開発しました（模式図参照）。

本バイオセンサでは，微小な電荷による電圧変化を検出することで PCR などの増幅法に比べて短時間で検査結果を得ることができます。また，微細加工技術を利用してセンサ素子を並列に複数個配列することができるため，複数の核酸・病原体の同時検出が可能となります。さらに，固体電解質薄膜トランジスタ自体が小さいため，バイオセンサの小型化が可能であり今後も用途の拡大が見込めます。

今後は測定可能な核酸の種類を拡張するとともに，複数の種類を含む病原体を同時に検出可能なセンサの製品化に取り組み，実用化に向けた製品開発を推進します。

三菱マテリアルグループは，「人と社会と地球のために」という企業理念のもと，これからも非鉄金属素材およびライフヘルスケア分野に付加価値の高い製品の開発・提供を通じて，豊かな社会の構築に貢献してまいります。

【性能】

固体電解質薄膜トランジスタの表面に負の電荷を有する核酸が特異的に吸着した場合，表面電荷の変化が生じ，変化に対応した電圧変化を大きなシグナルとして読み取ることが可能です（図 1 参照）。

固体電解質薄膜トランジスタを用いて，大腸菌に含まれる稀薄な核酸について，増幅することなく検出できることを確認しました（図 2 参照）。

【関連情報】

本リリースで紹介している固体電解質薄膜トランジスタは，以下の Journal に掲載されています。

Journal of Applied Physics 127, 064504（2020）

【ライフヘルスケア関連プレスリリース】

2023 年 2 月 1 日

免疫センサーの開発・販売を行うイムノセンスへ追加出資

URL：<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-0201.html>

2022 年 12 月 9 日

健康保険の運営主体向け歯科健診サービスの事業化検討を開始

URL：<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2022/22-1209.html>

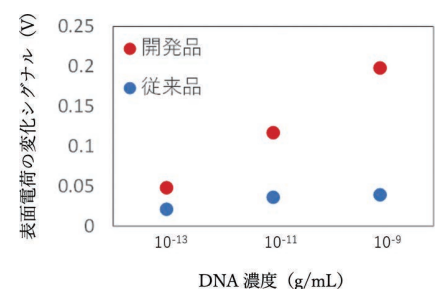
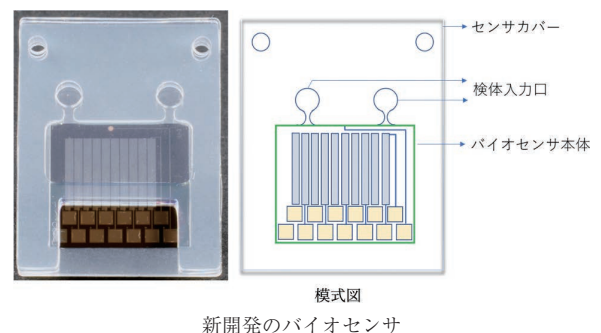


図 1 新規開発品によるシグナル増強について

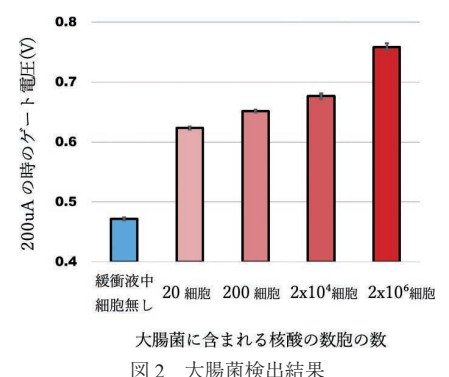


図 2 大腸菌検出結果

以上

トピックス（技術開発ニュース）

銅合金の特性予測モデルを構築

～三菱マテリアルのマグネシウム銅合金「MSP[®]シリーズ」優位性を裏付け～

(2023 年 10 月 31 日付けの当社プレスリリース)

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-1031.html>

三菱マテリアル株式会社（以下、「MMC」）と国立研究開発法人物質・材料研究機構（以下、「NIMS」）は、86 元素を網羅する銅合金の特性予測モデルを新たに構築いたしました。本モデルを用いた両者の共同研究の結果、銅に添加する元素としてマグネシウム（Mg）が最も総合的に優れていることを明らかにしました。

MMC と NIMS は、NIMS-三菱マテリアル情報統合型材料開発センターを 2020 年に設立し、情報統合型材料開発システムの研究に取り組んでまいりました。このたびの共同研究は MMC の銅合金設計技術およびシミュレーション技術と、NIMS が得意とするデータサイエンスを利用した材料開発手法である「データ駆動手法」を融合させ、実現したものです。

安定性、コスト、安全性の観点でリアルでの実験が困難な銅合金に対して、シミュレーション技術とデータ駆動手法を組み合わせ、銅合金特性の予測精度を高めた特性予測モデルを構築し、銅に加えるさまざまな添加元素を比較しました。その結果、銅に加える添加元素としてマグネシウム（Mg）が最も総合的に優れていることを明らかにしました。これにより MMC の Cu-Mg 系固溶強化型合金「MSP[®]シリーズ」(*)の特性・品質の高さを示すことができました。

(*) 固溶強化：母相（溶媒原子）の中に別の原子（溶質原子）を溶け込ませること（固溶）により材料を強化する手法。

三菱マテリアルと NIMS は、今後も組織間連携を深め、得られた成果の普及と活用を促進を通じ、日本の素材産業全体の国際競争力の強化に貢献してまいります。

【概要】

研究背景・内容

MMC は機械特性、電気特性のバランスに優れた Cu-Mg 系固溶強化型銅合金の「MSP[®]シリーズ」を開発し、製品展開を進めてきました。「MSP[®]シリーズ」の開発では、環境負荷の低い固溶プロセスを用いた製造法であり、従来型の合金である黄銅、青銅などと比較して優れた特性を持つこと、また、ベリリウム（Be）のような毒性を有していないことから、マグネシウム（Mg）の優秀性を確認していました。

しかし他にも優れた添加元素が存在する可能性があるため、今回は実験データ、物質特性予測計算式、データ駆動手法をコンピュータ上で統合し、原子番号 1 番の水素から 86 番のラドンまで全ての元素を対象とした、銅合金の特性予測モデルを構築しました。また本研究において、銅合金の機械特性と電気特性のバランスを評価する性能指数を新たに導出し、その大小で特性バランスを評価できるようにしました。

研究結果

下記図 1 は得られた特性モデルによる機械特性と電気特性の予測結果です。抵抗率の上昇を抑えつつ機械強度が上昇する図中の右下の方向が優れたバランスを示し、性能指数（図中の FOM (Figure Of Merit)）が大きいほど優れた合金であることを表しています。

この性能指数を用いて、どの組み合わせの銅固溶合金が優れているかランキングを行ったところ、以下のような結果となりました。

銅固溶合金ランキング

- 1 位：Cu-Ag（銀銅合金）
- 2 位：Cu-Cd（カドミウム銅合金）
- 3 位：Cu-In（インジウム銅合金）
- 4 位：Cu-Hg（水銀銅合金）
- 5 位：Cu-Au（金銅合金）
- 6 位：Cu-Mg（マグネシウム銅合金）

上記の 1 位～5 位までの合金は、高コスト元素（Ag, Au）や毒性元素（Cd, In, Hg）が含まれているため、特性バランス、コスト、安全性の 3 点を満たす銅固溶合金は Cu-Mg であることが確認されました。

Cu-Mg 系合金は、MMC の「MSP[®]シリーズ」として製品化されており、本製品の特性・品質の高さを裏付けとすることができました。また、本研究において、最もシンプルな合金である 2 つの元素から構成される銅固溶合金を想定し、周期表上のほぼ全ての元素を対象として網羅的な比較を行うことができたため、今後の銅固溶合金開発に向けて非常に有用な研究結果となりました。

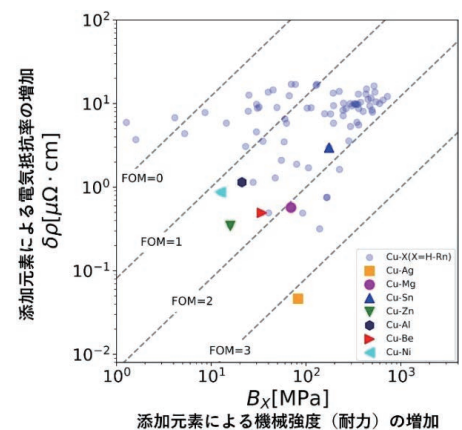


図 1. 銅固溶合金の機械特性と電気特性の関係

<研究論文>

本研究については 2023 年 9 月に国際的な学術誌である、Science and Technology of Advanced Materials: Methods に掲載されています。

タイトル：Comprehensive elemental screening of solid-solution copper alloys

MMC 著者

Kenji Yamaguchi, Takuya Ishigaki, Yuki Inoue, Shuhei Arisawa, Hiroataka Matsunoshita, Yuki Ito, Hiroyuki Mori, Kenichiro Suehiro, Kazunari Maki

NIMS 著者：Kenji Nagata, Masahiko Demura

以上

トピックス (技術開発ニュース)

日本銅学会 第57回論文賞を受賞 ～当社の無酸素銅「MOFC-HR」優位性を裏付け～

(2023年11月7日付けの当社プレスリリース)

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-1107.html>

三菱マテリアル株式会社は、日本銅学会講演大会において、日本銅学会第57回論文賞を受賞しました。本賞は創意あふれる開発研究の推奨を目的とし、日本銅学会誌「銅と銅合金」に掲載された研究論文のなかから、銅および銅合金に関する技術の進歩発展に寄与するものに対して贈られる50年以上の歴史を持つ栄誉ある賞です。

このたび受賞した研究論文では、大電流用無酸素銅を対象に、極微量の添加元素による特性の変化を明らかにしました。研究結果では、不純物レベルの極微量のMg(マグネシウム)が含まれる無酸素銅は導電率、耐熱性、耐応力緩和特性の性能バランスに極めて優れ、大電流用導体材料に適すること(以下「本研究成果」)を見出しました。

無酸素銅は一般的に耐熱性が低いため、その使用には制約があります。これに対し本研究成果を活用した銅材料は、無酸素銅と同等の高い導電率を有しながら、高い耐熱性を有するため、熱負荷のかかる製造工程や使用環境にさらされる製品にも用いることができます。自動車のEV化や次世代エネルギーの普及などに伴う電気機器部材の大電流化ほか、過酷な環境条件で大電流、耐熱性が求められる部材のニーズに応えることができます。

当社では、強度と耐熱性を世界最高水準に高めた、独自かつ新しい無酸素銅「MOFC-HR」(Mitsubishi Oxygen Free Copper - Heat Resistance)を開発、製造しており、本研究成果は、「MOFC-HR」の優位性の技術的な裏付けにもなりました。

当社グループは、「人と社会と地球のために、循環をデザインし、持続可能な社会を実現する」ことを「私たちの目指す姿」と定めています。今後も本研究成果を応用した新たな銅材料の実用化ほか、目指す姿の実現に向け、資源循環の拡大、高機能素材・製品供給の強化を進めてまいります。

【受賞論文】

論文名:「極微量の添加元素が大電流用無酸素銅の諸特性に及ぼす効果」

【受賞者】

飯原智美 (三菱マテリアル株式会社 イノベーションセンター 研究員)
伊藤優樹 (三菱マテリアル株式会社 銅加工開発センター センター長補佐)
福岡航世 (三菱マテリアル株式会社 銅加工開発センター センター長補佐)
末廣健一郎 (三菱マテリアル株式会社 銅加工開発センター センター長補佐)
牧 一誠 (三菱マテリアル株式会社 技術開発部 部長・博士(工学))

【関連リリース】

2021年9月27日

世界最高水準の強度と耐熱性、無酸素銅「MOFC-HR」(HR: Heat Resistance)を開発

URL: <https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2021/21-0927.html>

受賞者代表の飯原智美

以上

トピックス（技術開発ニュース）

リチウムイオン電池リサイクル技術の確立に向けたパイロットプラントの建設 ～ブラックマスからのレアメタル精製事業化への次のステップへ～

（2023 年 12 月 6 日付けの当社プレスリリース）

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-1206.html>

三菱マテリアル株式会社は、リチウムイオン電池（以下、「LIB」）リサイクル技術の確立に向けた次のステップとして、さらなる開発の為にパイロットプラントを建設します。

LIB の材料であるリチウム、コバルト、ニッケルなどのレアメタルは近い将来の供給不足が懸念され、産業界全体における成長戦略の重要な課題となっており、地下資源の開発に加え、材料のリサイクルや代替材料の開発などの対策が行われています。

当社においては、ブラックマス（*1）からリチウム、コバルト、ニッケルなどのレアメタルを回収・精製する事業化に向けて、これまで小規模試験による技術開発を行ってまいりました。このたび、一定の成果が得られたことから、次のステップとして、福島県いわき市の小名浜製錬株式会社 小名浜製錬所の敷地内にパイロットプラントを建設して、ブラックマスからのレアメタルの高効率回収の事業化に向けた、さらなる技術開発に取り組みます。

（*1）LIB を放電・乾燥・破碎・選別したリチウム、コバルト、ニッケルの濃縮滓。

なお、本パイロットプラントの建設に伴う技術開発については、経済産業省から「重要鉱物の供給確保計画」の認定（供給確保計画認定番号：2023 重要鉱物第 1 号 -1）による助成を受け進めてまいります。

当社グループは「人と社会と地球のために、循環をデザインし、持続可能な社会を実現する」ことを私たちの目指す姿と定めています。これからも当社のリサイクル技術を活用し、循環型社会の構築に貢献してまいります。

＜パイロットプラント概要＞

原 料：LIB 由来のブラックマス

生 産 物：電池グレードの炭酸リチウム、硫酸ニッケル、硫酸コバルト

稼働開始時期：2025 年

場 所：小名浜製錬株式会社 小名浜製錬所敷地内

＜関連情報＞

経済産業省 経済安全保障政策 重要鉱物 HP

URL：https://www.meti.go.jp/policy/economy/economic_security/metal/index.html

以 上

トピックス（技術開発ニュース）

xEV 用全固体電池向け材料の新たな製造技術開発に成功

(2023 年 12 月 21 日付けの当社プレスリリース)

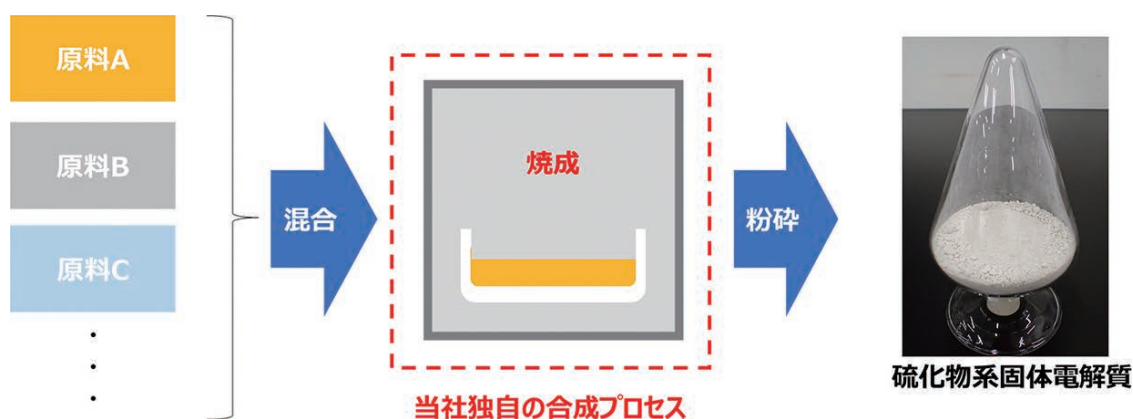
<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2023/23-1221.html>

三菱マテリアル株式会社は、xEV 用全固体電池の材料の一つである硫化物系固体電解質の量産性に優れる新たな製造技術開発に成功しました。将来の事業化に向けたプロセスの改善や品質の向上を進めてまいります。

硫化物系固体電解質は、全固体電池向けの固体電解質の中でもイオン伝導率が高く、その入出力性能の高さから自動車の航続距離の延長や充電時間の短縮が期待されており、xEV 用全固体電池の有力材料とされています。しかしながら、量産性の低さと取り扱いの難しさから全固体電池への実用化に向け大きな障壁となってきました。

当社は、これまでのさまざまな非鉄金属材料に関する技術開発やノウハウを活かし、硫化物系固体電解質の新たな製造技術として、硫黄を含む原料を混合し、加熱炉で焼成するだけで目的物質を合成できるシンプルなプロセスの開発に成功しました。この新たなプロセスによって製造規模を大きくしやすくし、硫化物系固体電解質の事業化に向けた検討を進めます。現在、本プロセスで合成した硫化物系固体電解質を、特定のお客さまに対してサンプル提供し、事業化に向けた評価を進めています。

当社グループは、私たちの目指す姿を「人と社会と地球のために、循環をデザインし、持続可能な社会を実現する」と定めています。今後も、非鉄金属素材および付加価値の高い製品の提供を通じて、豊かな社会の構築に貢献してまいります。



以 上

トピックス（技術開発ニュース）

3D プリント技術を用いた 2 層構造を有する新たなチタン製電極を開発 ～高電流密度対応で効率的な水素製造に利用可能な新素材～

(2024 年 1 月 31 日付けの当社プレスリリース)

<https://www.mmc.co.jp/corporate/ja/news/press/2024/24-0131.html>

三菱マテリアル株式会社（以下、「MMC」）と横浜国立大学光島重徳（工学研究院教授，先端科学高等研究院先進化学エネルギー研究センター長）らのグループは共同研究開発において，高電流密度条件下においても高効率で作動可能なチタン製の水電解電極を新たに開発しました。

水素は脱炭素社会の実現に向けて，二酸化炭素を発生させないクリーンエネルギーとして需要が高まっています。水素製造技術の一つとして，低環境負荷で高効率な水素製造技術である「固体高分子型（PEM）水電解」が注目されています。この電解技術は，100℃以下の純水および電気の力で高純度な水素を製造することができます。しかしながら，システムコストは高く，コスト負荷の大きな酸化イリジウムといった貴金属触媒の使用量低減が求められています。

そのような背景の中，NEDO（*1）の水素利用等先導研究開発事業を受託し最先端の電極評価技術を有する横浜国立大学と，難易度の高いチタン材料の焼結技術を有する MMC は，新規のチタン製水電解電極の開発に取り組みました。

（*1）新エネルギー・産業技術総合開発機構

NEDO 事業の成果である電解槽の性能を電解質膜の抵抗分極，電極触媒の活性化分極，電極の集電抵抗や拡散過電圧などの要因別に分離して解析する評価技術を利用し，水電解電極の高効率化には，異なる機能を有する微細な 2 層構造とすることが有効であることを見出しました。しかしながら，構造が異なる 2 層から成る電極は，各電極の層に必要な空間設計のスケールが異なるため，従来の製法では一体化して製造することができませんでした。そこで MMC は解像度ならびに空間設計自由度が高いバインダージェット方式（*2）の 3D プリントを採用し，2 層の精緻な電極製造に必要な新たなチタン焼結技術の研究開発を行い，2 層構造を持つ電極の製造を可能としました。

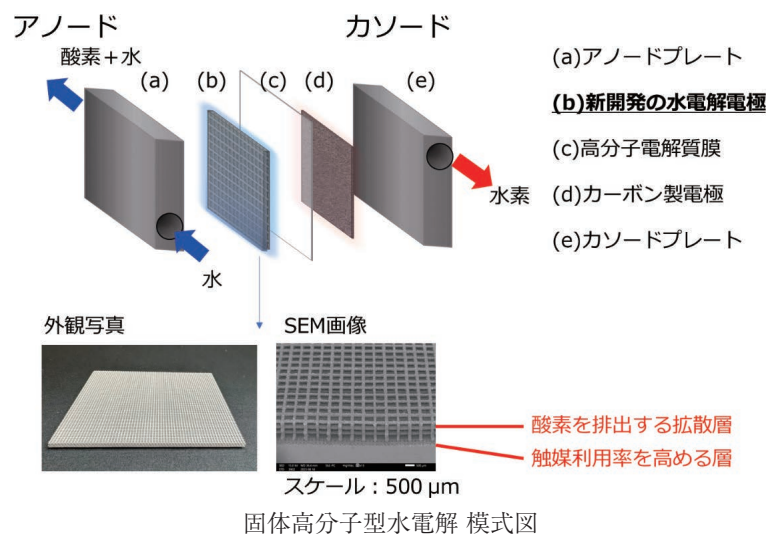
（*2）薄く敷いた粉末に結合剤を塗布しながら積層し，乾燥炉で成形体として固め，焼結して部品を製造する方式

この新開発の水電解電極を利用することで，高電流密度条件下においても，高効率に水電解システムを作動させることができます。さらに，貴金属触媒などの使用量削減による水素製造コストの低減にも寄与します。今後は実用化に向けて，最適な電極構造の開発・試作を続けてまいります。

【概要】

新開発のチタン製水電解用電極の特徴

- ・水電解電極としては一般的な材料であるチタン材料を対象に，当社の粉末焼結技術を 3D プリント技術に応用し，水を分解する電極部分と，水電解後の酸素を排出する拡散部分が一体となった 2 層構造を実現。
- ・触媒層と広い面積で接触し，触媒利用率を高める層と，水電解反応により生成した酸素を効率的に排出する層とを一体化させた 2 層構造とすることで，電極内部で生成される酸素ガスの滞留を抑制することが可能。
- ・電解後の酸素気泡の排出経路を独自に設け，4 A/cm² 以上の高電流密度でも拡散過電圧の上昇を抑えることが可能。水を反応部まで供給するための流路機構も兼ねており，本電極のみで高電流密度で電解が可能。
- ・電解セルに合わせた，最適な電極構造を製造可能。



以 上