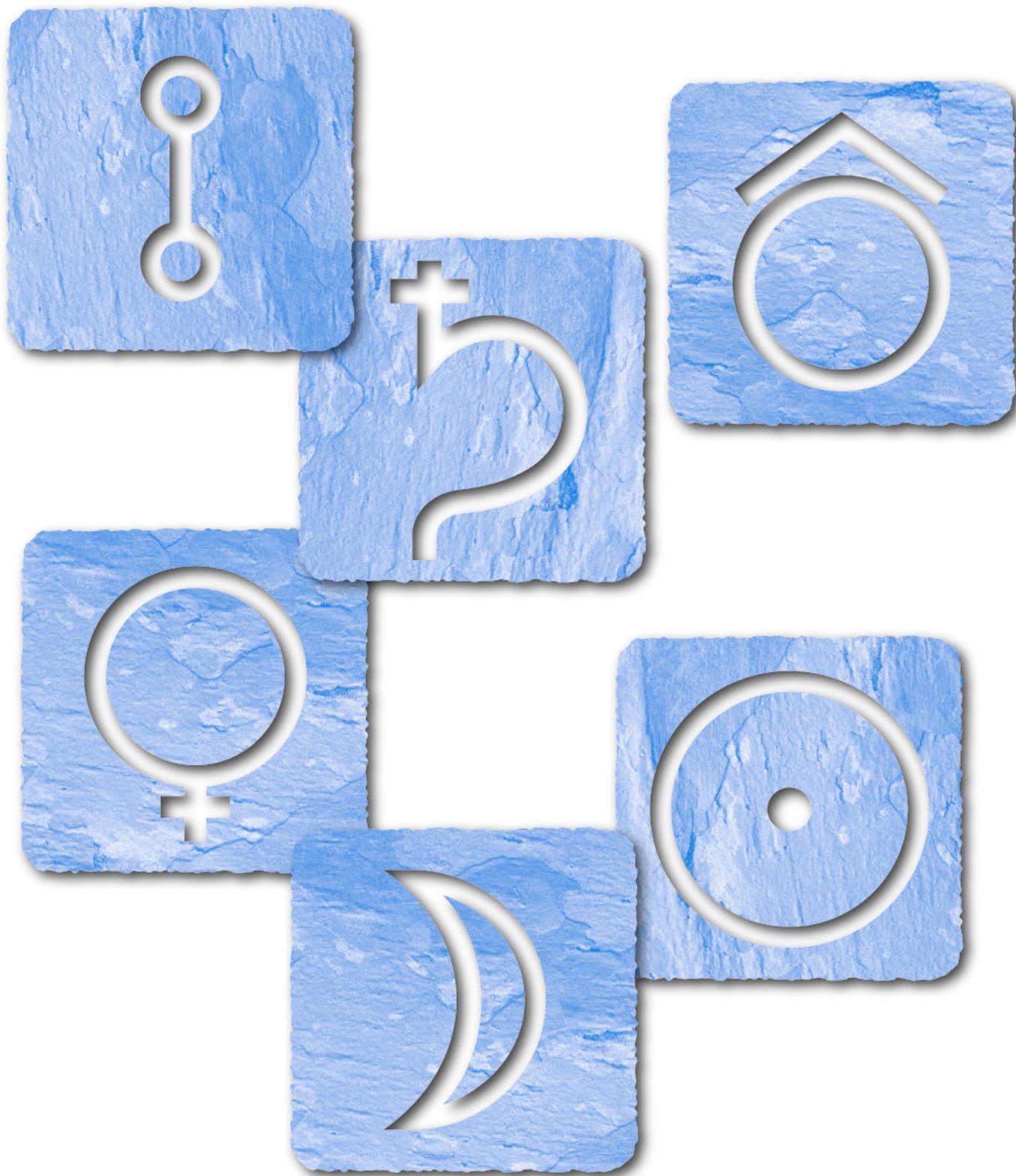


# 金広山

2022

12



2022（令和 4）年日本鋳業協会十大ニュース	……日本鋳業協会……	（1）
-------------------------	------------	-----

政策要望

令和 4 年度第 2 回鋳業政策促進懇談会開催

……日本鋳業協会 総務部……（6）

業界動向

2022 年度第 2 四半期非鉄大手 8 社連結決算概況

……日本鋳業協会 総務部……（9）

新材料部会講演

次世代パワー半導体デバイスのダイアタッチ向け焼結型接合技術

……大阪大学接合科学研究所 西川 宏……（17）

---

★日本鋳業協会の動き	……	（26）
★主な出来事	……	（27）
★関係法令情報	……	（29）

2022 年「鋳山」誌目次総索引

★編集部より

本年の「日本鋳業協会十大ニュース」を掲載しています。当業界へ係わりのあった国内外の記事をご一読下さい。ウクライナ侵攻と金属価格の上昇，コロナ禍への継続した対応，エネルギーコストの上昇という業界だけでなく産業界全体の課題や技術的にはカーボンニュートラル，EV/LiB リサイクルの展開等々チャレンジングな課題が見えてきた年でもありました。

12 月号の発行にあたり，今年も「鋳山」をご愛読いただきありがとうございました。来年も引き続きご愛顧賜りますようお願いいたしますとともに，新しい年が読者皆様にとって良い年になりますよう祈念申し上げます。

★お詫びと訂正：国際銅研究会（ICSG）2022年10月総会報告（プレスリリース）

一般財団法人 日本鉱業振興会（j-mining-pf.jp）

新着情報【機関誌「鉱山」】

2022年10月21日 国際銅研究会（ICSG）2022年10月総会報告（プレスリリース）

#### 4）銅地金需給バランス

正：2022年には約32万8千トン消費が生産を上回り～  
ICSGは2022年には約32万8千トン～

誤：2022年には約32万5千トン消費が生産を上回り～  
ICSGは2022年には約32万5千トン～

でした。お詫びして訂正致します。

#### （図書室のご案内）

主に資源関係の図書（論文、学術書、法規、統計、定期刊行物等）を過去から継続して幅広く収集、蔵書としており、資源関係者は勿論、多くの方々に閲覧・貸出ししています。

尚、閲覧・貸出しは予約制としておりますので、希望される方は事前にご連絡お願い致します。

場 所：東京都千代田区神田錦町3丁目17番11号（榮葉ビル6階）

問合せ：（一財）日本鉱業振興会 E-mail: kozan@kogyo-kyokai.gr.jp（担当：早川、富田）

Tel: 03-5280-2341 Fax: 03-5280-7128

# 2022（令和4）年日本鉱業協会十大ニュース

日本鉱業協会

1. ロシアのウクライナ侵攻に伴う非鉄金属相場の上昇
2. 経済安全保障推進法の成立 重要物資のサプライチェーン、安定供給を強化
3. 燃料価格上昇、円安進行で国内電力価格高騰
4. 非鉄大手8社2021年度決算 5社が過去最高益を達成～非鉄金属価格の上昇が寄与～
5. 非鉄製錬各社カーボンニュートラルに向け活動進捗
6. バーゼル条約改正により E-waste が規制対象へ
7. 亜鉛めっき鉄筋のガイドライン改訂による普及拡大の取組みが進展
8. JOGMEC の機能強化を目指した関連法改正
9. 産学共同研究の連携拡充
10. 日本鉱業協会のオンラインイベント化推進

## 1. ロシアのウクライナ侵攻に伴う非鉄金属相場の上昇

2022年2月24日、ロシアがウクライナ侵攻を開始したことを受けて、非鉄金属相場は上昇した。ロシアへの経済制裁に伴う供給懸念により、同日のLME価格はニッケルが11年ぶりの高値、アルミニウムが史上最高値を付けるなど、特にロシア産のシェアが高い非鉄金属の相場が高騰した。金も安全資産として1年ぶりの高値を付けた。その後もロシア軍がウクライナの原子力発電所を制圧するなど軍事攻撃が激化したことで経済制裁が強化されるとの見方が強まり、銅の価格は3月7日に\$10,730/tの史上最高値を付けた。

ニッケルについても同日、一時史上最高値を上回る\$55,000まで上昇した。それを受けて翌3月8日、大量に売り持ち高を保有していた中国の青山控股集团（Tsingshan Holding Group）が、上昇した追加証拠金の支払いを避けるために買い戻しを実施。この動きに投機筋の売買も加わり、

ニッケル価格は一時、前日終値の2倍以上となる\$101,365に高騰した。この事態を受けて、LMEは取引を即時停止した上で、同日の取引をすべて無効とした。その後、LMEは新たに値幅制限の制度を導入して価格の高騰を沈静化したが、一部の投資ファンドから取引の無効化に対して損害賠償請求を受ける事態となっている。

一方、ロシアのウクライナ侵攻に伴って天然ガス価格が高騰した結果、欧州の電力価格が歴史的な高水準になり、亜鉛大手生産者のニルスターやグレンコアなどは次々に欧州内の亜鉛製錬所の操業停止や減産を発表。亜鉛のLME価格は4月19日、供給懸念により15年ぶりの高値となる\$4,530を付けた。

## 2. 経済安全保障推進法の成立 重要物資のサプライチェーン、安定供給を強化

2022年5月11日、「経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律（経済安全保障推進法）」が成立した。国際情勢の複雑化、社会経済構造の変化等に伴い、安全保障を確保するためには、経済活動に関して行われる国家および国民の安全を害する行為を未然に防止する重要性が増大していることに鑑み、安全保障の確保に関する経済施策を総合的かつ効果的に推進するため、基本方針を策定するとともに、安全保障の確保に関する経済施策として、所要の制度を創設する。施行期日は公布後6月以内～2年以内で段階的に施行。

同法の四本の柱は、

1. 重要物資の安定的な供給の確保に関する制度（供給網の強化）
2. 基幹インフラ役務の安定的な提供の確保に関する制度（インフラの安全確保）
3. 先端的な重要技術の開発支援に関する制度（先端技術の研究開発）
4. 特許出願の非公開に関する制度（特許の非公開化）

である。12月、11分野の特定重要物質として、半導体、蓄電池等とともに35鉱種の金属鉱物が指定された。今後は、経済産業省が安定供給確保に向けた取り組みの全体像や目標を定め、サプライチェーン強靱化等、安定供給確保に向けた施策が整備される。金属鉱物への支援策は、

- ①探鉱・FS支援、②鉱山開発支援、
  - ③選鉱・製錬支援、④技術開発支援
- 等が見込まれ、当業界での活用が期待される。

## 3. 燃料価格上昇、円安進行で国内電力価格高騰

2021年以降、コロナ禍からの回復基調もありエネルギー価格が世界的に高騰した。エネルギー資源の多くを輸入に頼る日本でもその影響は避けられず、電気料金についても値上がりが継続しており、その上げ幅も大きく、2022年になって一般的な電気料金は2割上昇。一方、火力燃料であるLNGについては、昨年トン当たり約6.2千円の価格が、今年は約15.3千円と昨年の倍以上の価格となった。燃料費調整単価は日本のエネルギーの大半を占める原油・LNG・石炭といった火力燃料の価格変動を電気料金に反映するもので、その価格は市場動向や世界情勢、為替レートによって絶えず変動するため、電力会社は、こうした価格変動リスクを抑制するために、燃料費調整単価を従量制として電気料金に反映している。燃料費調整単価は2015年頃から長い間マイナス単価であったが、2021年9月頃から上昇が始まり、2022年1月分は大手電力9社中7社がプラス単価に転じた。また、2月下旬に勃発したウクライナ危機は、世界のエネルギー事情に更なる火力燃料の高騰の大きな影響を及ぼした。さらに円の継続的な金融緩和と物量増加、ドルに対する金融引き締め、アメリカにおける継続的なインフレにより、3月から急激な円安進行となり、3月上旬には115円前後だったレートが、10月21日には150円にもなった。こうした円安も輸入火力燃料の価格上昇、電気料金高騰へ導いていった。そして、昨年11月の平均的な特別高圧の電気料金はkWh当たり約12円であったが、燃料費調整単価だけで昨年よりもkWh当たり10円以上も上昇した大手電力会社も現れた。

#### 4. 非鉄大手 8 社 2021 年度決算 5 社が過去最高益を達成～非鉄金属価格の上昇が寄与～

2021 年度の非鉄金属価格について、LME 銅価格は、期初は \$8,768/t だったものの、新型コロナウイルス感染症対策としての世界的な金融緩和や最大の消費国である中国の経済回復、将来的な電気自動車 (EV) 普及に伴う需要増への期待感等から堅調に推移し、2022 年 3 月には過去最高額である \$10,730/t まで上昇した。(2021 年度の平均価格は前年度比で 40.9% 上昇。2022 年 4 月に国内建値が史上最高値を更新。)

また、亜鉛価格は、経済活動の回復に加え、電力価格高騰に伴う欧州の製錬所の停止・減産に起因する供給不安により上昇基調となり、期中平均で前期を 34.5% 上回る結果となった。(2022 年 4 月に国内建値が史上最高値を更新。)

上記の他、鉛価格、ニッケル価格についても 2021 年度の平均価格は前年度比でそれぞれ +22.3% および +37.5% と大幅に上昇。金価格については、2022 年 4 月に国内建値が史上最高値を更新した。

このような非鉄金属相場環境の下、2022 年 5 月に発表された非鉄大手 8 社の 2021 年度通期の連結決算は、非鉄金属相場の上昇が大きな追い風となり、8 社合計で (ENEOS ホールディングスは金属セグメントのみ) 売上高は前年同期比 26.1% の増収となる 6 兆 3,012 億円、親会社株主に帰属する当期純損益は、前年同期比 +2,790 億円増加 (+104.6%) し、5,458 億円の黒字となった。8 社のうち 5 社 (JX 金属、三井金属鉱業、住友金属鉱山、DOWA ホールディングス、日鉄鉱業) が経常利益、純利益で過去最高益を達成した。

#### 5. 非鉄製錬各社カーボンニュートラルに向け活動進捗

当業界は、カーボンニュートラル実現に不可欠な電動化促進に必要な銅やニッケルなどの非鉄金属を安定供給する役割を果たし、かつ 2050 年

カーボンニュートラルに向けた取り組みを進めている。非鉄金属各社も、政府目標である 2030 年度 CO<sub>2</sub> 排出量 38% 削減 (産業部門) に沿った目標を HP などで公表し、具体的な取り組みなどを紹介した。2021 年 3 月、経済産業省は 10 年間で 2 兆円の基金を NEDO に創設し「グリーンイノベーション基金事業」を立ち上げた。今年度、この支援事業に当業界から「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」プロジェクトに住友金属鉱山の「次世代蓄電池用高性能正極材料の開発と実証」と JX 金属の「クローズドループ・リサイクルによる車載 LiB 再資源化」が採択され、「次世代型太陽電池の開発」プロジェクトに三菱マテリアルがエネコートテクノロジーズの「設置自由度の高いペロブスカイト太陽電池の実用化技術開発」に参画し、イノベーションに取り組んでいる。また、2022 年 2 月に「GX リーグ基本構想」を公表し、これに賛同した企業が行政機関や学術団体などと協力し合いながら、目的達成に向けた取り組みを開始した。当業界からも複数社がこれに賛同して活動している。

#### 6. バーゼル条約改正により E-waste が規制対象へ

2022 年 6 月 6～17 日にジュネーブ (スイス) で開催されたバーゼル条約第 15 回締約国会議 (COP15) においてバーゼル条約の改正が採択された。改正内容としては、これまでの規制対象であった有害な電子・電気機器廃棄物 (E-waste) に加えて、非有害な E-waste についても条約の規制対象とされた。また、規制対象となる E-waste の性状、形状が明確化された。附属書ごとの改正内容は下記の通り。改正附属書は 2025 年 1 月 1 日から発効され、以後は、非有害な E-waste の輸出に当たり輸出の相手国の同意が必要となる。

附属書の種類		主な改正内容
附属書Ⅱ	規制対象となる非有害な廃棄物のリスト	従来附属書ⅨにB1110として規定されていた非有害なE-wasteを、Y49として本附属書に追加。併せて、どのような性状・形状のE-wasteが対象になるのか（機器本体、部品、処理に伴う廃棄物）を明確化。
附属書Ⅷ	規制対象となる有害な廃棄物のリスト	従来A1180として規制されていた有害なE-wasteについて、どのような性状・形状のE-wasteが対象になるのか（機器本体、部品、処理に伴う廃棄物）を明確化。
附属書Ⅸ	規制対象としない非有害な廃棄物のリスト	既存のE-wasteに関連する規定（B1110）を削除。

## 7. 亜鉛めっき鉄筋のガイドライン改訂による普及拡大の取組みが進展

亜鉛最大の需要先は鉄をさびから守るめっき用途であり全体の約6割を占めている。最近社会資本のレジリエンス強化が注目されている中、溶融亜鉛めっき鉄筋について、本年3月に一般社団法人日本建築学会により『鉄筋コンクリート造建築物の設計・施工指針・同解説』の改訂版が発行され、これで19年の土木学会の設計・施工指針と合わせて、土木・建築の両分野で亜鉛めっき鉄筋を使用する指針が揃うこととなった。この亜鉛めっき鉄筋は耐食性とコストのバランスに優れ、コンクリート構造物の長寿命化に大きく寄与するものの、現在の国内使用実績は沖縄など塩害地区のごく一部に限られており、世界レベルからしてもその普及率はいまだ低いと言わざるを得ない。今回の土木と建築指針の改訂対象となったことから、亜鉛めっき鉄筋の普及活動に弾みがつき、これをきっかけとして溶融亜鉛めっき市場全体

の活性化につながっていくことが期待されている。

## 8. JOGMECの機能強化を目指した関連法改正

2022年5月20日にJOGMECの機能や活動内容を強化するため、関連法律の一部を改正する法律が公布された。この法律改正は、2021年3月に政府が発表した「2050年カーボンニュートラル実現に向けた鉱物資源政策」や、2022年5月に成立した通称「経済安全保障法」に基づいた鉱物資源の安定確保戦略などを、JOGMECが具体的に実施しやすいようにすることが目的である。鉱物資源関連における改正点は、レアメタル等の金属鉱物の選鉱・製錬事業等への出資・債務保証業務が新たにできるようになり、これまで以上に内外の鉱山・製錬所プロジェクトに直接参画できるようになったこと、新たに、海外における地熱探査プロジェクトへ出資ができるようになったこと、鉱業法に基づく特定鉱物の試掘または採掘に関する協力業務ができるようになったことである。また、既存の債務保証制度についても、債務保証割合や保証料率を鉱種やプロジェクト内容に応じて柔軟に対応することができるよう見直す予定である。このような制度改正や運用改善により、リスクマネーの供給が強化され、事業者側の負担やリスクが低減されることにより、メタル類の安定確保のための資源開発や権益取得がいつそう進むことが期待されている。なお、JOGMECは2022年11月14日付けで正式名称を「独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構」に改称し、通称は「JOGMEC」のままとした。

## 9. 産学共同研究の連携拡充

今年も日本鉱業協会の会員各社と大学との産学連携体制の強化が更に進展した。4月、DOWAホールディングスと東北大学は、カーボンニュートラル技術などの研究テーマを探索し、共同研究プロジェクトの立ち上げを目指す連携拠点『DOWA×東北大学 共創研究所』を東北大学内に設置した。6月、住友金属鉱山と京都大学は、共同で進

めてきた二酸化炭素還元光触媒の研究開発を加速させるため、京都大学桂キャンパス内に『住友金属鉱山二酸化炭素有効利用産学共同講座』を開設した。9月、三菱マテリアルと東京工業大学は、持続可能社会に貢献する革新的な材料およびプロセスに関する研究を行う『三菱マテリアルサステナビリティ革新協働研究拠点』を設置した。10月、住友金属鉱山と東北大学は、新規共同研究課題やその成果の創出を目指す連携拠点『住友金属鉱山×東北大学 GX（グリーントランスフォーメーション）材料科学共創研究所』を東北大学内に設置し、水素活用材料などに関する共創研究テーマを探索する。

## 10. 日本鉱業協会のオンラインイベント化推進

コロナ禍を背景に、国内外でセミナーやシンポジウムなどがオンラインで開催される機会が増えてきた。日本鉱業協会が主催する講演大会もオンライン主体の開催形式となったが、地方の事業所などから参加し易くなったこともあり、参加者

数が大幅に増えた。全国鉱山・製錬所現場担当者会議は、日本鉱業協会会員各社の現場担当技術者を中心に技術交流を図る目的で、資源、製錬、分析、工務および新素材の5部門に分かれて毎年実施しており、今年度は第74回大会を6月8日に開催した。2019年度までは対面で行なっていたが、その後コロナ禍対応のため2020年度は講演集発行のみの書面開催、2021年度はオンラインによる開催とし、2022年度は対面とオンラインを併用したハイブリッド形式で実施した。5部門を合わせた講演参加者数は、2019年度の対面形式では715名であったが、2021年度のオンライン形式では859名に増え、2022年度のハイブリッド形式での開催では1,008名と大幅に増加した。また本年2022年は鉛年間にあたり、3年ごとに実施している鉛年間大会を11月16日にハイブリッド形式にて開催した。今年度は「鉛リサイクルで実現しよう、持続可能な未来」をスローガンとして、前回は大きく上回る136名の出席者にて盛会のうちに終了した。

## 令和4年度 第2回鉱業政策促進懇談会開催

日本鉱業協会 総務部

11月17日（木曜日）、令和4年度第2回鉱業政策促進懇談会（鉱促懇）が、猿田 和三秋田県副知事（会長：佐竹敬久秋田県知事の代理）をはじめとする関係各位のご出席により開催された。

会議では、猿田会長代理及び日本鉱業協会納会長の挨拶の後、「日本鉱業協会」「中小鉱業対策推進中央本部」「全国八地方鉱業会連合会」「全国金属鉱業振興対策協議会」「日本基幹産業労働組合連合会」の各団体より、令和4年度第1回

鉱促懇以降の活動報告がなされた。その後、猿田会長代理が議長となり、「鉱業政策の確立に関する要望書」の採択が提案され、出席者全員の賛成を得て可決承認された。これをもって12時34分に本年第2回の鉱促懇は閉会した。

会議終了後、猿田会長代理、納会長ほか関係者が参加し、経済産業省、財務省への要望行動を行った。

なお、本会議で承認された「鉱業政策の確立に関する要望書」の内容は以下のとおりである。



猿田秋田県副知事（会長代理）



納武士（日本鉱業協会会長）

# 鉱業政策の確立に関する要望書

令和4年11月17日

鉱業政策促進懇談会

日本鉱業協会

中小鉱業対策推進中央・地方本部

全国八地方鉱業会連合会

全国金属鉱業振興対策協議会

日本基幹産業労働組合連合会

非鉄金属製錬業は、電気料金の高止まりによる製錬コストの負担増、環境規制の強化、脱炭素化の推進、資源・製錬分野の人材確保難等、多くの課題が継続し、厳しい事業環境下にあります。さらに、ロシアのウクライナ侵攻等による資源・エネルギーの供給懸念や経済安全保障への関心が高まり、非鉄金属の安定供給確保はこれまで以上に重要性を増しています。

カーボンニュートラル社会の実現に不可欠な非鉄金属素材の安定供給、循環型社会の構築・推進、地域経済社会の発展と雇用の安定確保等、当業界に課せられた多くの使命を堅実に果たしていくためには、事業基盤の一層の強化が不可欠であり、官民一体の取り組みが求められています。この実現のため、次の鉱業政策の強化を要望します。

最重点項目

【 】内は要望先

## I. 資源確保のための支援策の強化【経済産業省、財務省】

・減耗控除制度及び海外投資等損失準備金制度の拡充及び恒久化

・資源外交の強化と在外政府機関による支援の拡充

## II. 低廉・安定的な電力供給の確保【経済産業省、財務省】

・安全確認された原子力発電所の再稼働などベースロード

・FIT(\*) 賦課金減免措置の維持・拡大

・カーボンニュートラル達成に向け、非化石電源に由来する電力の供給

(\*) 再生可能エネルギー固定価格買取制度

## 1. 資源確保のための支援策の強化【経済産業省、財務省】

- (1) 非鉄金属鉱業に係る税制の拡充及び恒久化
- (2) 海外資源開発助成策の拡充
- (3) 資源外交の強化と在外政府機関による支援の拡充
- (4) 資源分野の人材育成の強化
- (5) 海洋鉱物資源開発へ向けた長期的な取り組みの継続
- (6) 改正鉱業法の適正かつ合理的な運用
- (7) 資源技術開発の推進
- (8) 国内資源開発助成策の再開

## 2. カーボンニュートラルの取り組み

【経済産業省】

- (1) 産業界の自主的取り組みの尊重
- (2) 供給電力の非化石電源化の推進

(3) 省エネ技術開発の推進及び創電・蓄電・節電設備等の導入支援

(4) 革新的技術開発の支援

(5) 地熱エネルギーの導入拡大

## 3. 製錬業の国際競争力の強化

【経済産業省】

(1) 低廉で安定的な電力供給の確保

(2) 製錬技術（選鉱工程を含む）の開発支援

(3) 亜鉛と鉛の用途拡大の促進

(4) 副産物の用途拡大

(5) 硫酸の用途拡大にかかわる支援

(6) 新材料開発の推進

(7) 非鉄金属関税の維持・存続

## 4. リサイクル事業環境の整備

【経済産業省、環境省】

(1) 循環型社会構築のための対策推進

(2) リサイクル事業の拡大・開拓のための支援

(3) リサイクル技術・システム高度化のための開発支援

(4) 使用済小型家電リサイクル法の見直し

(5) 国際資源循環システムの推進

## 5. 環境・保安対策の充実

【経済産業省(1) - (5)、財務省(1)、環境省(6)】

(1) 休廃止鉱山鉱害防止等工事費等に係る補助金予算の確保

(2) 鉱害防止工事の早期終了-省エネ補助金の有効活用-

(3) 坑廃水処理の終了、更なる坑廃水処理コストの削減

(4) 自然災害への備え

(5) 盛土規制法について

(6) 水銀条約について

## 6. 産学官連携による人材の育成

【経済産業省】

(1) 資源・製錬分野の人材確保・育成強化のための予算確保、実効ある制度の運用

(2) 同分野の若手研究者・中堅教員育成支援

(3) 同分野を学ぶ学生への奨学金制度の創設・拡充

(4) 海外鉱山運営のグローバル人材育成と人材需給ギャップ緩和の仕組み作り

## 7. 2023（令和5）年度鉱業関係予算の確保 【経済産業省、財務省】

単位：百万円

	2022年度 (令和4年度) 予算	2023年度 (令和5年度) 概算要求
<b>I. 鉱物資源政策関連</b>	<b>16,440</b>	<b>16,705</b>
(1) 海外資源確保関連	2,690	3,050
① 希少金属資源開発推進基盤整備事業	360	500
② 鉱物資源開発の推進のための探査等事業委託費	1,860	2,000
③ 石油資源を遠隔探知するためのハイパースペクトルセンサの研究開発事業費	470	550
(2) レアメタル備蓄	320	330
① 希少金属備蓄対策事業	320	330
(3) リサイクル・製錬技術等	320	1,570
① 資源自律経済システム開発促進事業	320	1,570
(4) 海洋鉱物資源開発	9,300	9,100
① 海洋鉱物資源開発に向けた資源量評価・生産技術等調査事業委託費	9,300	9,100
(5) その他	3,810	4,660
① JOGMEC 運営費交付金	3,800	4,650
② 国際非鉄金属研究会分担金	10	10
【別途】JOGMEC 出融資・債務保証・資産買収出資（財投）	87,000	112,000
<b>II. 鉱山保安関連</b>	<b>2,769</b>	<b>4,465</b>
① 休廃止鉱山鉱害防止等工事費補助金	2,100	4,000
② 休廃止鉱山の鉱害防止に係るエネルギー使用合理化事業費補助金	519	315
③ 休廃止鉱山における坑廃水処理の高度化調査研究事業	150	150
【別途】鉱害防止資金融資等（財投）	300	300

以上

# 2022 年度第 2 四半期 非鉄大手 8 社連結決算概況

日本鉱業協会 総務部

## <業界全体>

当第 2 四半期累計期間(2022 年 4 月 1 日～2022 年 9 月 30 日)の世界経済は、中国における経済活動抑制の影響や世界的な物価上昇を背景とした米欧の金融引き締め等を受け、世界経済の回復ペースは鈍化している。

わが国経済については、物価上昇による家計や企業への影響や世界経済の下振れ等下押し懸念はあるものの、新型コロナウイルス感染のピークアウトにより社会経済活動の正常化が進む等、緩やかに持ち直している。

相場環境について、銅の国際価格(LME〔ロンドン金属取引所〕価格)は、期初は 1 ポンド当たり 465 セントから始まり、期末には 347 セント、期平均では前年同期比 41 セント安の 392 セントとなった。中国の経済減速や世界的な景気後退懸念の高まりを受け 7 月にかけて 310 セント台まで大きく下落し、その後は 350 セント前後で推移している。

円の対米ドル相場は、日米の金利差拡大を背景に急速に円安が進行しており、期平均では前年同期比 24 円円安の 134 円となった。

このような事業環境の中、非鉄大手 8 社の 2022 年度第 2 四半期累計の連結決算は、8 社合計(JX 金属は ENEOS ホールディングスの金属事業セグメントの決算値を集計)で、売上高は前年同期比+10.3%の増収となる 3 兆 3,658 億円となった一方で、親会社株主に帰属する四半期純利益は、エネルギーコストの上昇や関連事業にかかる持分法投資損益の悪化により、前年同期比△5.2%の減益となる 2,631 億円となった(営業利益及び経常利益は、IFRS の任意適用により算出していない会社があるため、集計していない)。

## <JX 金属(株)…ENEOS ホールディングス(株)金属セグメント>

### \* 金属セグメント

機能材料・薄膜材料事業については、中国のゼロコロナ政策等による影響で一部製品の販売環境の悪化があったものの、サーバー、通信インフラ等高機能 IT 分野での需要の増加に加えて、為替が円安に推移したことで増益となった。

資源事業については、チリのカセロネス銅鉱山における生産量は、前年同期に比べて増加し

2022 年度第 2 四半期 (累計) 大手 8 社連結決算

(単位: 億円)

	JX 金属 (※ 4)	三菱マテリアル	三井金属鉱業	住友金属鉱山	DOWAHD	古河機械金属	東邦亜鉛	日鉄鉱業	合計 (※ 5)
売上高	8,198	8,319	3,424	7,106	4,018	1,046	737	810	33,658
営業損益 (※ 1)	810	295	233		300	34	45	90	
経常損益		230	340		369	52	41	96	
税引前損益 (※ 2)		347	334	1,691	364	44	40	96	
当期純損益 (※ 3)	577	236	279	1,191	227	34	31	55	2,631

※1: JX 金属の営業損益は、IFRS 基準による表示

※2: 税引前損益は、「税金等調整前当期純損益 (IFRS の場合は、税引前損益)」を表示

※3: 当期純損益は、「親会社株主に帰属する当期純損益 (IFRS の場合は、親会社の所有者に帰属する当期損益)」を表示

※4: JX 金属は、ENEOS ホールディングスの金属事業セグメントの決算値を掲載

※5: 8 社すべてが公表している項目 (売上高、当期純損益) のみを表示

たものの、銅価格の下落を主因に減益となった。

製錬・リサイクル事業については、硫酸国際市況の改善や為替が円安に推移したことで増益となった。

こうした状況のもと、金属セグメントの当第2四半期連結累計期間における売上高は前年同期比28.4%増の8,198億円、営業利益は前年同期比23億円増益の810億円となった。

## <三菱マテリアル株>

### \*全般

同社グループを取り巻く事業環境は、自動車関連の需要に半導体不足の影響等による不透明感が残るほか、半導体関連の需要にも一服感がみられたものの、いずれも底堅く推移した。また、為替水準が円安で推移した影響があったほか、パラジウム価格の下落やエネルギー価格の上昇等があった。

このような状況のもと、当第2四半期連結累計期間においては、高機能製品、加工事業、金属事業及び環境・エネルギー事業の各事業とも、前年同期に比べて売上高及び営業利益は増加した。

この結果、当第2四半期連結累計期間の連結業績は、売上高は8,319億81百万円（前年同期比3.3%減）、営業利益は295億60百万円（同1.8%増）となり、セメント事業及びアルミ事業が連結範囲から外れた影響等はあったものの、前年同期並みとなった。経常利益は、持分法による投資損失として97億93百万円の営業外費用を計上したほか、受取配当金が減少したことなどから、230億25百万円（同39.8%減）となった。また、親会社株主に帰属する四半期純利益は、持分変動利益として110億7百万円の特別利益を計上したことなどから、236億24百万円（同38.1%減）となった。

### \*金属事業

銅地金は、エネルギーコストの増加等があったものの、生産量が前年同期に比べて増加したことなどから、売上高及び営業利益は前年同期

を上回った。金及びその他の金属は、金の販売量が前年同期に比べて増加した一方で、パラジウム価格が下落したことなどから、売上高は前年同期を上回ったものの、営業利益は下回った。

以上により、前年同期に比べて事業全体の売上高及び営業利益は増加した。経常利益は、受取配当金が減少したことなどから、減少した。

### \*高機能製品

銅加工品は、エネルギーコストの増加等があったものの、為替水準が円安で推移した影響や欧米地域を中心に販売が増加したことなどから、売上高及び営業利益は前年同期を上回った。電子材料は、多結晶シリコン製品において為替水準が円安で推移した影響等により売上高が増加した一方で、半導体関連製品の販売が減少したことやエネルギーコストが増加したことなどにより、売上高は前年同期を上回ったものの、営業利益は下回った。

以上により、前年同期に比べて事業全体の売上高及び営業利益は増加した。経常利益は、営業利益が増加したものの、デリバティブ評価益等が減少したことなどから、減少した。

### \*加工事業

主要製品である超硬製品は、中国において都市封鎖の長期化の影響により販売が減少したものの、日本及び北米地域を中心に販売が増加したことなどから、売上高及び営業利益は前年同期を上回った。

以上により、前年同期に比べて事業全体の売上高及び営業利益は増加した。経常利益は、営業利益が増加したことに加えて、為替差益が増加したことなどから、増加した。

### \*環境・エネルギー事業

エネルギー関連は、原子力関連の販売が増加したことなどから、売上高及び営業利益は前年同期を上回った。環境リサイクルは、有価物の売却単価が上昇した一方、家電リサイクル等の処理量の減少や販管費の増加等により、売上高は前年同期を上回ったものの、営業利益は下回った。

以上により、前年同期に比べて事業全体の売上高及び営業利益は増加した。経常利益は、営業利益が増加したことに加えて、持分法による投資利益が増加したことから、増加した。

#### \* その他の事業

その他の事業は、セメント事業及びアルミ事業が連結範囲から外れた影響等により、売上高及び営業利益は前年同期を下回った。

以上により、前年同期に比べてその他の事業全体の売上高及び営業利益は減少した。経常利益は、営業利益が減少したことに加えて、UBE 三菱セメント株式会社に関する持分法による投資損失を計上したことから、減少した。

なお、UBE 三菱セメント(株)においては、エネルギーコスト増加の影響や国内の生産体制見直しに伴う特別損失の計上があった。

### <三井金属鉱業(株)>

#### \* 全般

当第 2 四半期連結累計期間の同社グループの売上高は、前年同期比 371 億円 (12.2%) 増加の 3,423 億円となった。

営業利益は、亜鉛価格の上昇や円安の進行による好転要因があったものの、機能材料部門の販売量の減少に加え、エネルギーコストの上昇や非鉄金属相場の変動に伴う在庫要因の影響等により、前年同期比 124 億円 (34.8%) 減少の 232 億円となった。

経常利益は、営業利益が 124 億円減少したものの、為替差益が 65 億円、持分法による投資利益が 16 億円増加したこと等により、前年同期比 35 億円 (9.5%) 減少の 340 億円となった。

特別損益においては、固定資産除却損 5 億円等を計上した。加えて、税金費用及び非支配株主に帰属する四半期純損失を計上した結果、親会社株主に帰属する四半期純利益は前年同期比 34 億円 (10.9%) 減少の 279 億円となった。

#### \* 金属セグメント

亜鉛の LME (ロンドン金属取引所) の平均価格が上昇したこと等から、当部門の売上高は前年

同期比 213 億円 (18.8%) 増加の 1,348 億円となった。

経常利益は、亜鉛の LME 価格上昇や円安の影響による増益要因があったものの、エネルギーコストの上昇や非鉄金属相場の変動に伴う在庫要因の影響等により、前年同期比 45 億円 (25.5%) 減少の 133 億円となった。

#### \* 機能材料セグメント

キャリア付極薄銅箔やスパッタリングターゲットの販売量が減少したこと等から、当部門の売上高は前年同期比 35 億円 (5.1%) 減少の 656 億円となった。

経常利益は、主要製品の販売量が減少したこと等から、前年同期比 28 億円 (18.6%) 減少の 123 億円となった。

#### \* モビリティセグメント

排ガス浄化触媒やサイドドアラッチの販売量が増加したこと等から、当部門の売上高は前年同期比 44 億円 (4.2%) 増加の 1,091 億円となった。

経常利益は、排ガス浄化触媒の主要原料であるロジウム価格等の変動に伴う影響に加え、鋼材及び樹脂価格上昇による減益要因があったものの、為替差益が増加したこと等により、前年同期比 7 億円 (10.7%) 増加の 75 億円となった。

#### \* その他の事業セグメント

亜鉛の LME 価格上昇や円安の影響等により、当部門の売上高は前年同期比 119 億円 (23.2%) 増加の 636 億円となった。

経常利益は、持分法による投資損益が悪化したこと等から、前年同期比 11 億円 (82.9%) 減少の 2 億円となった。

### <住友金属鉱山(株)>

#### \* 全般

当第 2 四半期連結累計期間の連結売上高は、大幅な円安、ニッケルの平均価格上昇、車載用電池向け部材の増販などにより、前年同期間に比べ 1,126 億 97 百万円増加し、7,106 億 27 百万円となった。

連結税引前四半期利益は、増収に加え円安などによる金融収益の好転などにより、前年同期間に比べ474億40百万円増加し、1,691億6百万円となった。

親会社の所有者に帰属する四半期利益は、シエラゴルド銅鉱山関連の繰延税金資産を計上した前年同期間と比較して法人所得税費用が増加したものの、連結税引前四半期利益が増加したことにより、前年同期間に比べ52億31百万円増加し、1,190億59百万円となった。

#### \* 資源セグメント

セグメント利益は、為替相場が大幅な円安となったものの、2022年2月にシエラゴルド銅鉱山の全保有持分の譲渡が完了したため当第2四半期連結累計期間は同鉱山に係る持分法による投資利益などの計上がなかったこと、菱刈鉱山のサステナブルな生産体制への移行に伴う出荷量の抑制、銅価格の下落基調局面における精算差額の悪化などにより、前年同期間を下回った。

主要鉱山の概況は以下のとおり。

菱刈鉱山は年間販売量4.4tに向け順調な操業を継続しており、販売量は2.4tとなった。

モレンシー銅鉱山（米国）の生産量は、新型コロナウイルス感染症対策として実施していたミル（鉱石粉碎装置）の操業度低下策の終了などにより前年同期間を上回り、204千tとなった（うち非支配持分を除く当社権益は25.0%）。

セロ・ベルデ銅鉱山（ペルー）の生産量は、給鉱品位の上昇や選鉱場の稼働率上昇などにより前年同期間を上回り、217千tとなった（うち非支配持分を除く当社権益は16.8%）。

#### \* 製錬セグメント

セグメント利益は、銅及び金などの非鉄金属価格が前連結会計年度末から下落基調に転じたものの、大幅な円安やニッケルの平均価格上昇などにより前年同期間を上回った。

電気銅の生産量及び販売量は前年同期間を上回ったが、電気ニッケルの生産量及び販売量は原料不足などにより前年同期間を下回った。

Coral Bay Nickel Corporation（フィリピン）の生産量は、悪天候の影響による減産があったものの、定期メンテナンス日数の短縮に努め前年同期間並みとなった。Taganito HPAL Nickel Corporation（フィリピン）の生産量は、設備トラブルなどによる減産があった前年同期間を若干上回った。

#### \* 材料セグメント

セグメント利益は、中国における電子部品向け部材の需要が縮小傾向に転じたものの、急速に進むカーボンニュートラルへの取り組みを背景に需要が堅調である車載用電池向け部材の増収などにより、前年同期間を上回った。

### <DOWA ホールディングス株>

#### \* 全般

当第2四半期連結累計期間における同社グループの事業の状況については、世界的な半導体不足の影響等により自動車の生産が低調であったことから、一部の自動車関連製品及びサービスの需要は調整局面が継続した。情報通信関連製品は中国経済の停滞により販売が減少した。また、新エネルギー関連製品は一部で汎用化が進んだことによる競争環境の変化により、販売は減少した。環境・リサイクル関連サービスは廃棄物処理の受注が堅調だった。相場環境については、前年同期比で平均為替レートは大幅な円安ドル高となった。また、亜鉛の平均価格は上昇し、銅や銀及びPGM（白金族金属）等の貴金属の平均価格は下落した。加えて、世界的なエネルギー価格の高騰や資材価格の上昇を受け、電力代や燃料費、副資材費等のコストが増加した。

これらの結果、当第2四半期連結累計期間の売上高は前年同期比5.1%減の401,826百万円、営業利益は同20.9%減の30,044百万円、経常利益は同22.2%減の36,939百万円となった。また、法人税等が同10.2%減の11,119百万円となったこと等により、親会社株主に帰属する四半期純利益は同30.3%減の22,736百万円となった。

#### \* 製錬部門

貴金属銅事業では銅の生産量は増加し、金及びびすずの生産量は減少した。PGM 事業では豪雨に伴う一時的な操業調整等により、使用済み自動車排ガス浄化触媒からの金属回収量が減少した。亜鉛事業では亜鉛の生産量は前年同期並みとなったが、電力代等のエネルギーコストは上昇基調が継続した。これらに加え、製錬部門は、銅や銀及び PGM（白金族金属）等の貴金属の平均価格は前年同期比で下落したものの、平均為替レートが大幅な円安ドル高となったことが業績に寄与した。また、営業外損益では海外亜鉛鉱山のティサパ鉱山及びロス・ガトス鉱山の運営会社において持分法投資利益を計上した。

これらの結果、当部門の売上高は前年同期比 3.1%減の 224,637 百万円、営業利益は同 23.3%減の 17,761 百万円、経常利益は同 13.1%減の 23,577 百万円となった。

#### \* 環境・リサイクル部門

廃棄物処理事業では焼却の処理量及び処理単価は堅調に推移し、溶融・再資源化の処理量は増加した。土壌浄化事業では土壌浄化の受注が堅調に推移した。リサイクル事業では当社製錬所向けのリサイクル原料の集荷量は前年同期並みとなり、家電リサイクルや自動車リサイクルの処理量は減少した。東南アジア事業では廃棄物処理の受注が前年同期並みとなった。一方で、世界的なエネルギー価格の高騰や資材価格の上昇を受け、燃料費や副資材費等のコストが増加した。これらに加え、為替相場が円安に推移したことを受けて、外貨建債権の為替換算差益を営業外損益に計上した。

これらの結果、当部門の売上高は前年同期比 8.2%増の 71,510 百万円、営業利益は同 20.8%減の 5,248 百万円、経常利益は同 10.7%減の 5,835 百万円となった。

#### \* 電子材料部門

半導体事業ではウェアラブル機器向けの近赤外 LED 及び受光素子（PD）の販売が増加した。電子材料事業では太陽光パネルの汎用化が進ん

だことによる競争環境の変化により、太陽光パネル向け銀粉の販売が減少した。また、積層セラミックコンデンサ（MLCC）向け導電性アトマイズ粉の販売は、中国経済の停滞により減少した。これらに加え、半導体事業と電子材料事業では、平均為替レートが前年同期比で大幅に円安ドル高となったことが業績に寄与した。機能材料事業では磁性粉の販売が減少した。また、営業外損益では外貨建取引に伴う為替差益を計上するとともにサンプル収入が増加した。

これらの結果、当部門の売上高は前年同期比 21.4%減の 75,629 百万円、営業利益は同 7.6%減の 2,848 百万円、経常利益は同 5.2%増の 3,874 百万円となった。

#### \* 金属加工部門

伸銅品事業では世界的な半導体不足の影響等により自動車の生産が低調であったことから、自動車向け製品の販売が前年同期を下回った。また、情報通信関連製品の販売は中国経済の停滞により減少した。めっき事業では自動車向けの需要が減少した。回路基板事業では産業向け販売が堅調に推移した。

これらの結果、当部門の売上高は前年同期比 9.0%増の 58,572 百万円、営業利益は同 12.6%減の 3,256 百万円、経常利益は同 11.0%減の 3,495 百万円となった。

#### \* 熱処理部門

熱処理事業では、国内では自動車の生産が低調であった影響を受けたものの、海外での受注が拡大した。一方で、電力代や燃料費等のコストが増加した。工業炉事業では新型コロナウイルス感染症拡大の影響により減少していた国内外の設備販売及びメンテナンスの需要が回復した。

これらの結果、当部門の売上高は前年同期比 6.9%増の 13,299 百万円、営業利益は同 54.0%減の 436 百万円、経常利益は同 29.3%減の 790 百万円となった。

#### \* その他部門

その他部門では、売上高は前年同期比 5.1%減

の6,598百万円、営業損益は同404百万円減の96百万円の損失、経常損益は同415百万円減の86百万円の損失となった。

#### <古河機械金属株>

##### \* 全般

当第2四半期連結累計期間の売上高は、1,045億76百万円(対前年同期比67億71百万円増)、営業利益は、33億72百万円(対前年同期比1億11百万円減)となった。ロックドリル部門は増収増益となったが、産業機械部門およびユニック部門は減収減益となり、機械事業全体では増収減益となった。素材事業では、金属部門および電子部門は増収増益である一方、化成品部門は増収減益となり、全体では増収増益となった。また、不動産事業は増収増益となった。営業外収益に為替差益21億42百万円ほかを計上した結果、経常利益は、52億19百万円(対前年同期比11億29百万円増)となった。特別利益に投資有価証券売却益3億62百万円ほかを計上し、特別損失に古河大阪ビルの解体工事費用について、工事の進捗に対応した費用4億70百万円ほかを計上した結果、親会社株主に帰属する四半期純利益は、34億48百万円(対前年同期比11億37百万円増)となった。

##### \* 金属

金属部門の売上高は、539億3百万円(対前年同期比35億67百万円増)、営業利益は、4億92百万円(対前年同期比40百万円増)となった。電気銅の海外相場は、10,247米ドル/トンで始まり、ウクライナ侵攻に伴うロシアへの経済制裁強化により金属の供給不足懸念が強まったことから、4月5日に10,426米ドル/トンまで上昇したものの、主要中央銀行の金融引き締め策が加速したことや、中国のゼロコロナ政策の影響で値を下げる展開となり、7月15日には7,000米ドル/トンまで下落した。その後は、米中の経済指標が市場予想を上回ったことや、中国の追加景気対策への期待感から8月には8,000米ドル/トン台まで回復したが、米利上げによる景気後

退懸念とドルの上昇を背景に反落し、期末には7,647米ドル/トンとなった。電気銅の販売数量は減少したが、電気金の販売数量は増加し、為替相場が円安に振れたこともあり、増収となった。

##### \* 産業機械

産業機械部門の売上高は、78億62百万円(対前年同期比7億69百万円減)、営業利益は、13百万円(対前年同期比3億24百万円減)となった。当第2四半期連結会計期間末の受注残高は、マテリアル機械で砕石プラントなどの受注があったため、前連結会計年度末に比べ増加した。ポンププラントは増収となったが、ポンプ製品およびマテリアル機械は減収となった。また、橋梁および大型プロジェクト案件は、中央自動車道新小仏トンネル工事向け密閉式吊下げ型コンベヤ(SICON®)等について出来高に対応した売上高を計上したが、減収となった。

##### \* ロックドリル

ロックドリル部門の売上高は、180億3百万円(対前年同期比25億91百万円増)、営業利益は、10億57百万円(対前年同期比6億53百万円増)となった。国内については、トンネルドリルジヤンボの出荷減により減収となったが、油圧ブレーカ、補用部品の出荷が堅調で増益となった。海外については、主として、北米における油圧ブレーカ、補用部品の出荷増に加え、円安による増収効果もあり、増収増益となった。

##### \* ユニック

ユニック部門の売上高は、140億67百万円(対前年同期比5億39百万円減)、営業利益は、8億11百万円(対前年同期比5億39百万円減)となった。国内については、トラックの生産遅延および減産によるクレーン架装の遅れを主因として減収となり、また、鋼材など原材料価格の値上げ等により原価率が悪化して減益となった。海外については、欧米におけるミニ・クローラクレーン、東南アジア、オセアニアおよび中近東におけるユニッククレーンの出荷が増加し、円安による増収効果もあり、増収増益となった。

## \* 電子

電子部門の売上高は、36 億円（対前年同期比 15 百万円増）、営業利益は、3 億 21 百万円（対前年同期比 92 百万円増）となった。高純度金属ヒ素は、国内外ともに主要用途である化合物半導体用などの需要が安定しており、また、窒化アルミニウムは、熱対策部品向けや半導体製造装置用部品向けなどの需要が増加し、増収となった。コイルは、半導体不足などの影響による自動車の減産の影響を受け、減収となった。

## \* 化成品

化成品部門の売上高は、44 億 61 百万円（対前年同期比 6 億 24 百万円増）、営業利益は、3 億 61 百万円（対前年同期比 48 百万円減）となった。売上高については、酸化銅は、銅価の上昇を主因として販売単価が上昇したことに加え、基板向けの需要が旺盛で、増収となった。また、亜酸化銅は、主要用途である船底塗料の需要が回復したことに加え、銅価の上昇を主因として販売単価が上昇し、増収となった。一方、営業利益については、原料価格の上昇等により製造コストが増加し、減益となった。

## \* 不動産

不動産事業の売上高は、10 億 67 百万円（対前年同期比 31 百万円増）、営業利益は、4 億 24 百万円（対前年同期比 62 百万円増）となった。主力ビルである室町古河三井ビルディング（商業施設名：COREDO 室町 2）における商業施設については、コロナ禍前の水準までの回復は見られないものの、客足が戻りつつある。また、商業テナントに対する一部賃料の減免がなくなったため、増収となった。

## \* その他

金属粉体事業および運輸業等を行っている。売上高は、16 億 10 百万円（対前年同期比 12 億 49 百万円増）、営業損失は、59 百万円（対前年同期比 29 百万円の損失増）となった。

## <東邦亜鉛株>

### \* 全般

同社グループにおける当第 2 四半期連結累計期間の業績は、主力製品の減販はあったが、前年同期比では、亜鉛相場高及び円安により増収となった。

損益面では、資源事業で粗鉱品位低下、製錬事業もエネルギーコスト及び諸資材の高騰と相場下落による期末低価法評価損を計上したことで、前年同期比で減益となった。

### \* 製錬事業部門

#### <<亜鉛>>

LME 相場は、4 月に 4,500 ドル台の高値を付けた以降は下落に転じ、減販となったものの、期中平均では前年同期比での相場高及び円安により、売上高は 33%の増収となった。

#### <<鉛>>

円安により販売価格は上昇したものの、減販の影響が大きく、売上高は前年同期比で 5%の減収となった。

#### <<銀>>

前年同期比で相場安となったものの、増販及び円安により売上高は 28%の増収となった。上記のほか、硫酸などその他の製品を合わせた当事業部門の業績は増収となったものの、電力費などのエネルギーコストや諸資材の高騰から加工費が大幅に悪化したこと、第 2 四半期末における金属相場下落から低価法評価損を計上した影響もあり、前年同期比で減益となった。

### \* 環境・リサイクル事業部門

主力製品は減販となったものの、亜鉛相場高や円安により、売上高は前年同期比増収となった。一方で諸資材やエネルギーコストの高騰による原価高などの影響もあり減益となった。

### \* 資源事業部門

鉱石は減販となったものの金属相場高や豪ドル安もあり、売上高は前年同期比若干の増収となった。一方、粗鉱品位低下による減産や鉱石販売条件の悪化により営業利益は減益となった。

## \* 電子部材・機能材料事業部門

### 《電子部品》

電子部品事業は、拡大するEV市場からの部品需要に加え円安により、前年同期比で33%の増収となった。

### 《電解鉄》

電解鉄事業は、国内の自動車用に加え、半導体や3Dプリンタ用特殊鋼向けが好調であったものの、米国の航空機用特殊鋼向けの需要が在庫調整で減少したことで、売上高は前年同期並みにとどまった。

以上のほか、プレーティング事業及び機器部品事業を合わせた当事業部門の業績は、前年同期比で増収増益となった。

### \* その他事業部門

防音建材事業、土木・建築・プラントエンジニアリング事業、運輸事業、環境分析事業等からなる当事業部門の業績は、亜鉛・鉛製品の減販に伴い運送荷物やリサイクル原料等の扱い量が減少したことなどもあり、前年同期比で減収減益となった。

## <日鉄鉱業株>

### \* 全般

資源事業における増収等により、売上高は810億4千8百万円（前年同期比14.0%増）と前年同期に比べ増加した。

損益については、鉱石部門が減益となったものの、金属部門等における増益により、営業利益は90億7千7百万円（前年同期比2.9%増）、経常利益は96億1千6百万円（前年同期比2.4%増）と前年同期なみであった。親会社株主に帰属する四半期純利益は、保有株式の売却益を計上したことから、55億9千5百万円（前年同期比5.5%増）と前年同期に比べ増加した。

### \* 資源事業

#### 《鉱石部門》

主力生産品である石灰石の増収に加え、燃料

関連商品の増収等により、売上高は296億5千万円と前年同期に比べ26億7千万円（9.9%）増加したものの、エネルギーコストの増加等により、営業利益は38億9千1百万円と前年同期に比べ3億3百万円（7.2%）減少した。

#### 《金属部門》

電気銅の国内販売価格が高水準で推移したことに加え、銅精鉱の販売数量が増加したことから、売上高は428億4千3百万円と前年同期に比べ66億2千3百万円（18.3%）増加し、円安の進行により、営業利益は45億7千万円と前年同期に比べ8億7千万円（23.5%）増加した。

### \* 機械・環境事業

機械部門における販売は前年同期なみだったものの、環境部門における販売が好調だったことから、売上高は61億8千2百万円と前年同期に比べ6億6千9百万円（12.2%）増加し、営業利益は5億7千7百万円と前年同期に比べ1億4百万円（22.0%）増加した。

### \* 不動産事業

賃貸物件の稼働状況が概ね順調に推移したことから、売上高は14億4千万円と前年同期に比べ3千6百万円（2.6%）増加し、修繕費の減少等により、営業利益は8億7千1百万円と前年同期に比べ8千8百万円（11.4%）増加した。

### \* 再生可能エネルギー事業

太陽光発電部門は概ね順調に推移したものの、地熱部門において定期修繕工事に伴い一時設備の稼働を停止したことから、売上高は9億3千1百万円と前年同期に比べ2千6百万円（2.8%）減少した。一方、営業利益は減価償却費の減少等により、3億4千5百万円と前年同期に比べ9百万円（2.7%）増加した。

以上

# 次世代パワー半導体デバイスのダイアタッチ向け 焼結型接合技術

大阪大学接合科学研究所 西川 宏

## 1. はじめに

世界規模の気候変動問題への対応は喫緊の課題であり、我が国では2050年までの温暖化ガス排出実質ゼロ、2030年度までに2013年度比で46%削減する目標が具体的に示されている。政策面では2020年1月に「革新的環境イノベーション戦略」が閣議決定され、世界のカーボンニュートラルを可能とする革新的技術の2050年までの確立を目指す具体的な行動計画（5分野16課題）や、2021年6月に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が示され、経済と環境の好循環を作っていく産業政策を「グリーン成長戦略」と位置付け、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて成長が期待される産業（14分野）に対して意欲的な目標などが示されている。いずれの戦略でもパワーエレクトロニクス技術や次世代パワー半導体を取り扱われており、これらの進展が2050年カーボンニュートラルの実現に向けて重要な役割を担っている。

一方、世の中の流れとしても、国内の電源構成の変化とともに太陽光などの自然エネルギーによる発電量の増加、電気自動車（EV）の普及、鉄道・航空機のエネルギー効率向上などの要求も高まっており、多くの技術革新が求められている。省エネルギーやエネルギー効率の観点からは、広く電力供給の上流から電力需要の下流までを支えるパワーエレクトロニクス技術や、パワーエレクトロニクス技術のキーデバイスであり、電力変換には欠かせないパワー半導体デ

バイスの技術革新が必要となっており、様々な研究開発が進められている<sup>1-4)</sup>。パワー半導体デバイスに利用されるパワー半導体材料としては、長らくSiが利用されてきたが、Siに代わる広いバンドギャップ（WBG）を持つ半導体材料のSiCやGaN、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ダイヤモンドなどが次世代、次々世代のパワー半導体材料として注目を集めており、製造工程から特性評価まで精力的に研究開発されている。例えば、SiとSiCの物性を基に、パワーデバイス性能の違いを比較した場合、SiCはSiの約3倍の広いWBGを有しており、絶縁破壊電界強度も一桁大きい値を有することから、高温での動作やデバイスの厚み低減、扱える電流密度の増加などの利点を有しており、これらの利点を生かしたデバイスへの適用が期待されている<sup>5)</sup>。

一般にパワー半導体デバイスは、動作時に電流を制御するため、デバイス自身にも発熱があり、大電流を制御するほど発熱量も大きくなる。このような発熱により温度上昇する場合、デバイスの性能低下が懸念されるが、一方で小型化・高密度化も求められており、冷却方式も含めたデバイス構造に関する各種研究も進められている<sup>6,7)</sup>。また一部で、SiCを用いたパワー半導体デバイスが製品に搭載され始めているが、周辺要素技術の耐熱温度が向上しておらず連続動作保証温度は175℃程度のままとされており、新たなWBG半導体材料をパワー半導体デバイスに実装し、それらの特性を最大限に活かすための要素技術として新たな高耐熱実装技術の確立

が求められている。本稿では、パワー半導体デバイス中で半導体チップを絶縁基板上に接合する接合部（ダイアタッチ部）に着目し、有害物質フリー代替材料や新たな接合プロセスの期待が高まっている近年の動向を概説するとともに、新たに筆者らが研究している焼結型接合技術について解説する。

## 2. ダイアタッチ向け接合材料の動向

### 2.1 接合材料の現状

2006年7月に欧州連合（EU）で施行された特定有害物質使用制限（RoHS指令）<sup>8)</sup>のような環境規制や世界的な環境意識の高まりに対応するため、以前からエレクトロニクス分野では環境配慮型のものづくりが進んでいる。電子部品をプリント基板上に接合するはんだ材料も例外ではなく、長年にわたり使用されてきたSn-Pb共晶はんだも、有害物質のPbを含まないSnを中心としたSn-Ag-Cu系やSn-Cu系の鉛フリーはんだに置き換わり、今では鉛フリーはんだが世界中で広く使用されている<sup>9,10)</sup>。この鉛フリーはんだへの許容されるPbの最大許容量は、日本国内ではJIS Z 3282で、0.10 mass%と規定されている<sup>11)</sup>。またSn-Pb共晶はんだからの鉛フリーはんだ化は、世界の中でも日本で最も熱心に研究開発が進められた歴史がある。実際に世界で

初めての鉛フリーはんだの量産実用化は日本国内で達成されており、1998年に松下電器産業株式会社（現、パナソニック株式会社）が、Sn-3.5Ag-2.5Bi-2.5In合金を使用したポータブルMD基板の量産実用化に成功したとされている<sup>12)</sup>。Sn-3.5Ag-2.5Bi-2.5In合金をそれまでのSn-Pb共晶はんだの単なる代替材料として捉えるのではなく、回路設計技術や実装技術も新たに開発・改良することによって量産実用化を達成したとされる。

パワー半導体デバイスの場合、一般的な家電製品とは異なり、半導体チップを接合するダイアタッチ部には高耐熱性や高放熱性が求められる。しかし、接合材料（ダイアタッチ材料）としては、実用的に高融点の有害物質フリー代替材料が無いとの理由からPb含有率が85%以上の高鉛含有はんだは現在でもRoHS指令で除外項目となっており、Pb含有率が85%以上の高鉛含有はんだも使用され続けている。近い将来、WBGパワー半導体デバイスが広く汎用的に用いられるようになるには、使用される材料全てからの有害物質フリー化は必須と考えられ、ダイアタッチ材料の有害物質フリー化に向けた高鉛含有はんだ代替接合材料とその接合プロセスの確立は、WBGパワー半導体への移行に向けた避けられない課題の一つとなっている<sup>10)</sup>。さらに、量産実

表1 パワー半導体デバイス内ダイアタッチ向け接合技術の比較

	材料例 (mass%)	接合温度	加熱後耐熱温度	環境・安全面	コスト
Pb系はんだ付 (現行技術)	Pb-5Sn	340℃以上	314℃ (液相線温度)	××	◎
	Pb-10Sn	330℃以上	302℃ (液相線温度)		
Au系はんだ付 (現行技術)	Au-19Si	390℃以上	363℃ (共晶温度)	○	××
	Au-12Ge	385℃以上	356℃ (共晶温度)		
	Au-20Sn	310℃以上	280℃ (共晶温度)		
Zn系はんだ付	Zn-6Al	410℃以上	381℃ (共晶温度)	○	○
Bi系はんだ付	Bi-2.5Ag	290℃以上	262℃ (共晶温度)	△	△
ナノ粒子 焼結型接合	Agナノ粒子	200℃程度 以上	962℃ (Agの融点)	△	××
	Cuナノ粒子	250℃程度 以上	962℃ (Cuの融点)	△	×
液相拡散接合 (TLP接合)	Sn-Cu系, Sn-Ag系	250℃以上	400℃以上 (金属間化合物の融点)	○	△

用化を見据えた場合には、実装設備なども含めた開発・改良なども課題になる。

これまでも様々な高鉛含有はんだ代替接合材料とその接合プロセスの研究が進められており、金属ナノ粒子を用いた焼結型接合や液相拡散接合などが注目を集めている。高鉛含有はんだも含め、おおよその接合温度と耐熱温度などの基本特性を表 1 にまとめて示す。今後の WBG パワー半導体デバイスの進展を考えると、Pb-5Sn や Pb-10Sn などの高鉛含有はんだは有害物質を含むだけでなく、耐熱性の観点からも限界に達することが予想され、高い耐熱性と放熱性の可能性を秘める液相拡散接合や金属粒子による焼結型接合のような新たな接合技術のメリットが増すものと考えられる。次に、液相拡散接合と金属粒子による焼結型接合の概要を述べる。

## 2. 2 液相拡散接合

液相拡散 (Transient Liquid Phase (TLP)) 接合とは、図 1 に接合プロセスの概略を示すが、被接合材間にインサート材として用いた低融点金属をその融点以上に加熱し、溶融した低融点金属中に母材金属が溶解することで等温凝固を起こし液相が消滅し、接合が達成される接合法である<sup>13,14)</sup>。等温凝固を起こした層には固溶体層や金属間化合物層が形成される。等温凝固とは、一般に融点降下元素を含有するインサート

材が溶融する温度に保持し、融点降下元素を母材に拡散させることによって、その濃度を低下させ、溶融しているインサート材の凝固点を上昇させ、インサート材の凝固点が保持温度以上に上昇した時にインサート材が凝固する現象である。接合後には接合部に低融点金属よりも融点の高い金属間化合物層や固溶体層が形成されるため、ダイアタッチ部に適用した場合にも高い耐熱性が期待できる<sup>15)</sup>。TLP 接合が可能で、エレクトロニクス分野で検討されている材料の組み合わせとしては、Cu-Sn, Ni-Sn, Ag-Sn, Au-Sn などの Sn ベースや Au-In と Ag-In の In ベースなどがあり、接合層が金属間化合物となるものが多く、形成した接合部の熱的安定性は、形成された金属間化合物の融点に従う。具体的には、Ni 層と Sn 層や Cu 層と Sn 層を用いた接合プロセス<sup>16)</sup> や Cu 粒子と Sn 粒子を混合したペーストを用いた接合プロセス、Cu 粒子に Sn をコートした Sn コート Cu 粒子を用いた接合プロセス<sup>17)</sup> などが多く提案、報告されている。TLP 接合はコスト、耐熱性、高温安定性にも優れているためパワー半導体デバイス用にも適していると思われるが、接合が終了するまでのプロセス時間の短時間化や、接合部には反応層として固溶体や金属間化合物が形成するため、特に金属間化合物自体の脆性的な特性に欠点を抱えており、長期信頼性などについても十分に評価を進めていく必要がある。

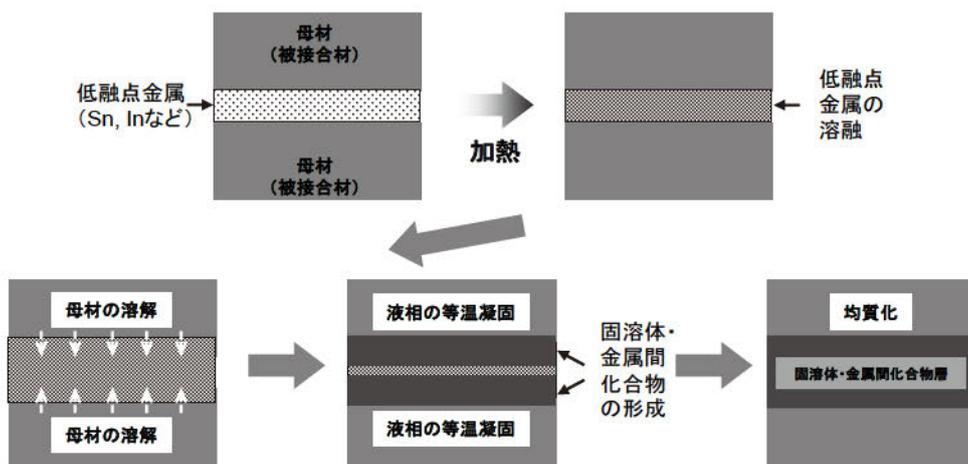


図1 低融点金属を用いた液相拡散接合プロセスの概略

### 2.3 ナノ粒子金属焼結型接合

ダイアタッチ向け接合材料にAgナノ粒子やCuナノ粒子などの金属ナノ粒子や、サブミクロンサイズの金属粒子を含んだペーストを利用する接合プロセスは、近年のナノ粒子自体の合成技術の進歩とともに進展している比較的新しい接合プロセスである<sup>18-21)</sup>。金属ナノ粒子を利用する接合プロセスの場合、有機保護層を有する金属ナノ粒子と有機溶媒を混合した金属ナノ粒子ペーストが用いられ、ナノ粒子特有の低温焼結性を利用したプロセスとなっている。金属ナノ粒子は、低温焼結性を有するが、一方で表面が活性なため凝集しやすく、単一分散させるため

には有機物などで粒子表面を被覆しておく必要がある。図2にその接合プロセスの概略と加熱後の焼結層の表面構造及び断面の一例を示すが、加熱中にペースト中の有機物が分解、除去された後、ナノ粒子同士の凝集と焼結が進行し、さらに圧力を加えながら加熱することで接合層はより緻密化され、加熱後にはバルク金属に近い状態となり、接合が達成される。接合層の構造や界面の状態は接合温度や接合時間などの接合条件に大きく影響されるが、接合中の加圧力が小さい場合、または無加圧での接合の場合には、接合層は十分に緻密化せず図の断面にも示すような空隙を含む接合層が形成される。また、接

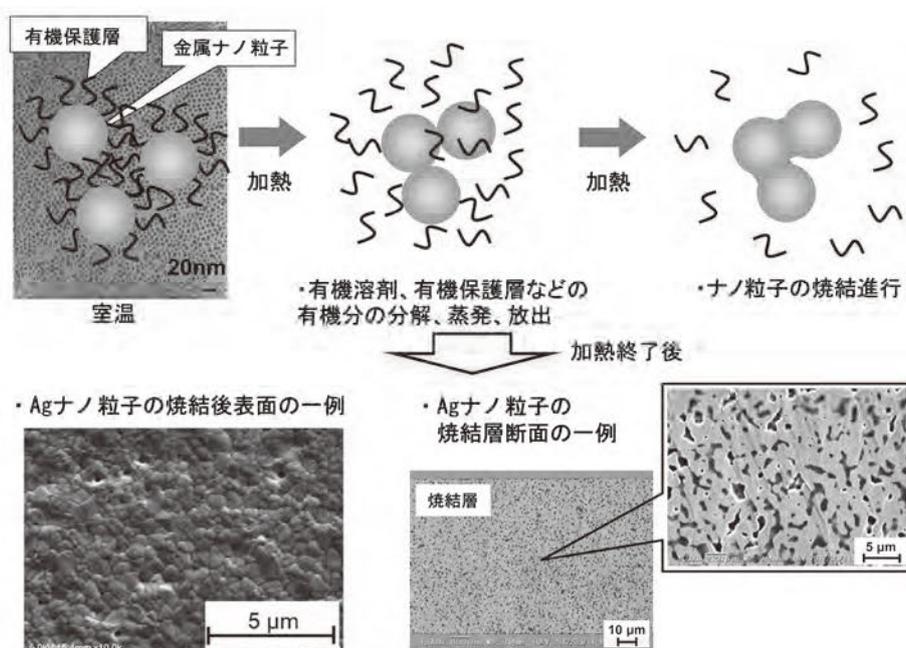


図2 金属ナノ粒子を用いた焼結型接合プロセスの概略と焼結後組織の一例

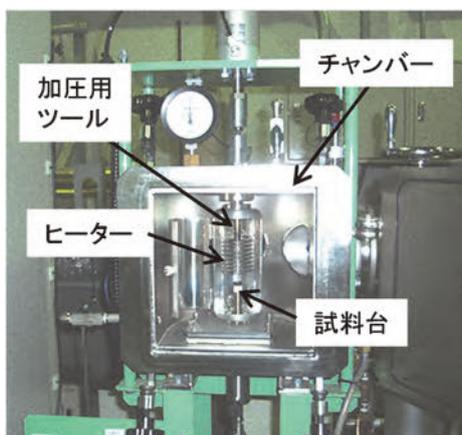


図3 独自の雰囲気制御可能な加熱加圧接合装置

合面積が大きくなると接合層内の有機物を上手く外部へ排出することができず、接合層内部に空隙として有機物が残存しやすくなる。一方、空隙を少なく、小さくしたい場合には、図3に示すような接合雰囲気を制御できるチャンバー内で加熱・加圧できるような接合装置を用いて接合が行われる。加熱中の加圧力を大きくすることで、緻密化が進行し、密な接合層が形成できる。

Agナノ粒子やCuナノ粒子を適用した場合には、Agの融点が963℃、熱伝導率が420 W/m・K、Cuの融点が1083℃、熱伝導率が396 W/m・Kであることから、AgやCuの場合には融点が低いはんだ材料による接合に比べて高い耐熱性と高い放熱性を有することが期待できる。一方で、金属ナノ粒子を用いた焼結型接合は、はんだ付のようにはんだ合金が溶融する液相プロセスではなく、固相状態での焼結現象であるため、はんだのようなセルフアライメント効果は期待できず、接合層の最終形態は、接合条件の影響を大きく受ける。また、Agナノ粒子を利用する場合には、コストが高くなることに加えて、ペースト化する際に分散剤や溶媒などの有機物の含有割合が高くなる。特に、半導体チップサイズが大きくなり、接合面積が大きくなると接合層に有機物が残留しやすく、空隙となり易いなど接合信頼性に影響を及ぼす解決し難い問題も残されている。

### 3. 微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子による焼結型接合

筆者の研究室では、焼結型接合技術の一つとして、ペースト中に含まれる分散剤や溶媒などの有機物の体積割合を減らす目的で<sup>22,23)</sup>、マイクロサイズ金属粒子を用いた接合プロセスを各種提案しており、特に図4に示す微細な突起を有するマイクロサイズAg粒子（化研テック株式会社製）を利用した接合プロセスの構築に産学連携で取り組んでいる。ここでは、具体的に、微細な突起を有する数μmサイズのAg粒子を含有したAg粒子ペースト（TK銀ペースト，化研テック（株）製）を利用し、加熱・加圧しながら接合をおこなった結果や、接合雰囲気の影響について検討した結果について紹介する。

はじめに、このマイクロサイズAg粒子のみの焼結特性を評価するために、大気中、無加圧状態で金属粒子のみの加熱試験を加熱温度と加熱時間をそれぞれ変えておこなった。250、300、350℃でそれぞれ60 min、加熱した後のマイクロサイズAg粒子の外観写真を図5に示す。いずれの温度でも、近傍の複数の粒子同士が繋がっており、加熱のみで微細な突起部から粒子同士の焼結が生じることが分かる。また250℃でも近傍の粒子同士は繋がっているものの粒子間のネック部分はほとんど成長していない。加熱温度が高いほど、もともとの粒子形状・サイズから変化しており、粒子間のネック部分もしっかりと成長していることが確認でき、焼結現象が促進

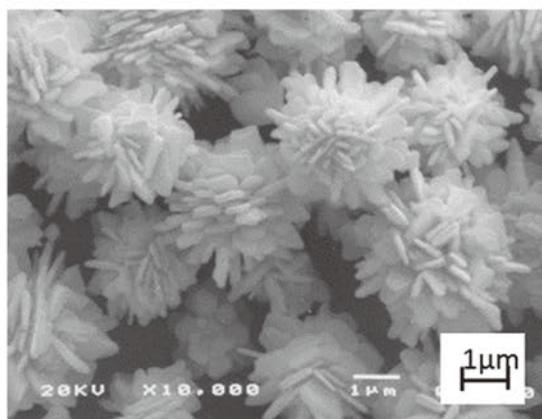


図4 微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子の外観（化研テック株式会社提供）

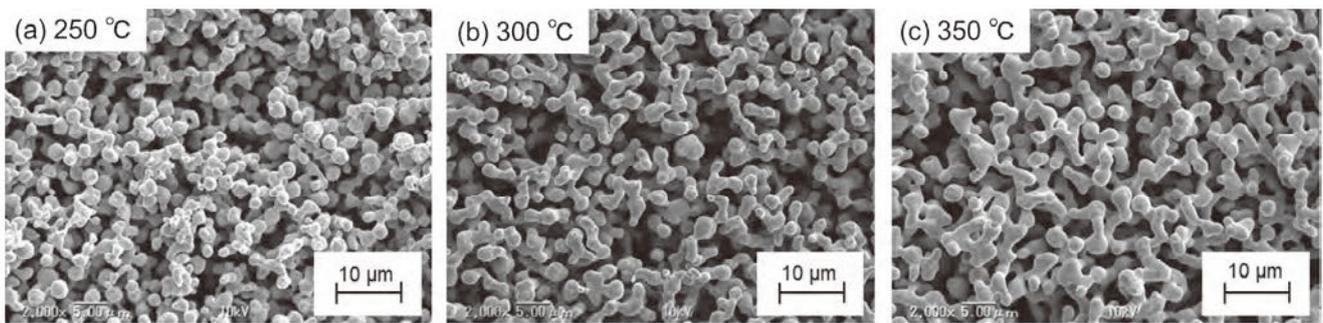


図5 微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子のみを各温度で加熱した際の粒子形状の変化 (加熱時間: 60 min)

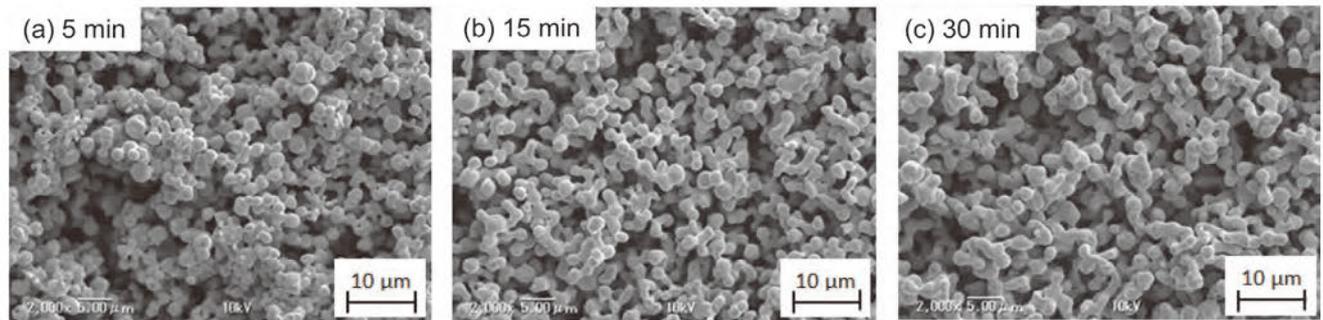


図6 微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子のみを加熱した際の各時間での粒子形状の変化 (加熱温度: 300 °C)

されることが分かる。一方で、いずれの温度でも焼結した粒子の間には空隙が多く存在しており、無加圧状態で金属粒子のみの加熱では密な構造となり難いことも分かる。次に、加熱温度を 300°C 一定として、5, 15, 30 min とそれぞれ加熱した後のマイクロサイズ Ag 粒子の外観写真を図 6 に示す。いずれの時間でも近傍の複数の粒子同士が繋がっており、加熱時間が 5 min と短時間でも加熱のみで微細な突起部から粒子同士の焼結が生じることが分かる。5 min でも近傍の粒子同士は繋がっているもののそれぞれのサイズは小さく、粒子間のネック部分はほとんど成長していないように見える。加熱時間を変えた場合にも、加熱時間が長いほど、もともとの粒子形状・サイズから変化しており、粒子間のネック部分もしっかりと成長していることが確認でき、焼結現象が促進されることが分かる。

微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子のみでも 250°C 以上に加熱するだけで隣接する粒子の焼結が進行することが確認できたことから、このような焼結現象が期待できる Ag 粒子ペースト (TK 銀ペースト) を用いて接合実験を試みた。

Cu 試料同士または Ni/Au めっき試料同士を接合した際の接合体のせん断試験の結果を図 7 に示す。接合温度は 300°C 一定、接合時の雰囲気は大気雰囲気と窒素雰囲気の 2 種類準備し、接合雰囲気以外の接合条件は、同様とした。Cu 試料同士の接合体の場合には、大気雰囲気と窒素雰囲気では明らかにせん断強度に差がでており、大気雰囲気に比べて窒素雰囲気の方が高い値を示し、40%以上の強度増加となっている。高鉛含有はんだのせん断強度は 18 MPa 程度であることから、高鉛含有はんだのせん断強度を超えるせん断強度を得られることも分かった。一方、Ni/Au めっき試料同士の接合体の場合には、大気雰囲気と窒素雰囲気ではせん断強度に大きな差はなく 30 MPa 前後の高いせん断強度が得られた。試料表面が Au めっきされているため加熱時に試料表面が酸化されることもなく、接合雰囲気に関係なく安定した接合が達成されていることが分かる。このように、マイクロサイズ Ag 粒子を利用した場合でも、粒子表面に微細な突起を有することで粒子同士の焼結が進行し、粒子同士の焼結を進行させることができれば、実用的な

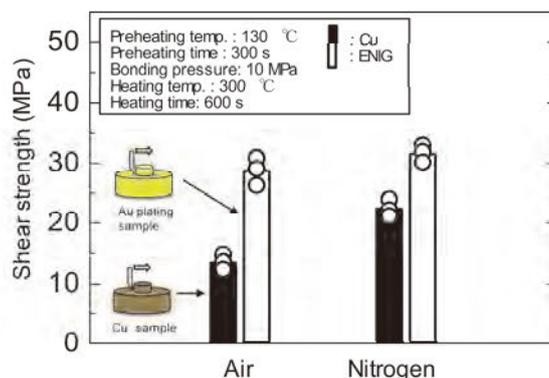


図7 微細な突起を有するマイクロサイズ Ag 粒子のみを加熱した際の各時間での粒子形状の変化 (加熱温度: 300 °C)

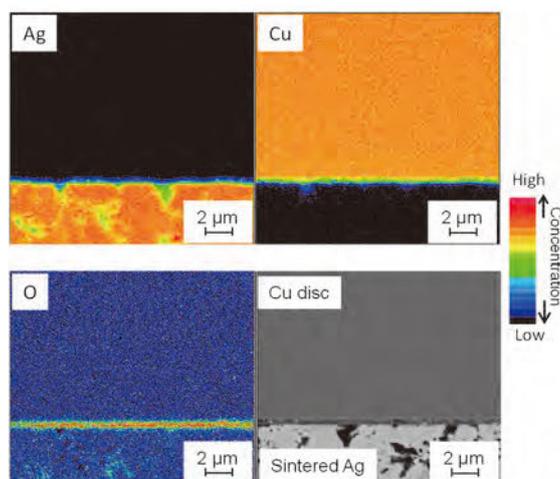


図8 マイクロサイズ Ag 粒子焼結層/ Cu 試料接合部界面の元素マッピング

接合強度を得られることが分かる。一方で、接合強度は被接合体（試料）表面の状態に大きく影響されることも分かり、酸化しやすいCuの場合には窒素雰囲気中で接合することで高鉛含有はんだを用いた接合体以上のせん断強度が得られる。

さらに、Cu 試料の場合、窒素雰囲気と比べ、大気雰囲気中で接合強度が低くなった原因がCu 試料表面酸化であったことを検証するために、大気雰囲気での接合試料と窒素雰囲気での接合試料に対して、電子線マイクロアナライザー (EPMA) を用いた接合部断面の元素分布計測を実施した。大気雰囲気での接合試料について、Cu 試料とAg 粒子焼結層との接合界面における元素分野の様子を図 8 に示す。界面に酸素が明確に検出されており、Cu とオーバーラップしている部分も確

認できたことから、Cu の酸化層が界面に形成されていることが確認できた。一方、窒素雰囲気での接合試料からは、界面に明確な酸素は検出されなかった。窒素雰囲気の場合には、Cu 表面の酸化層形成を抑制でき、健全な接合部が形成されたためと考えられる。

以上のように、微細な突起同士から焼結が進行することでマイクロサイズの Ag 粒子でも Ag ナノ粒子の場合と同様に焼結型の接合を行うことが可能であることを明らかにしており、加圧を加えることで 300°C 程度の接合温度でも緻密な接合層と良好な接合界面が得られることも分かっている。高鉛含有はんだ以上のせん断強度も得られていることから、マイクロサイズ Ag 粒子を用いた焼結型接合も、高鉛含有はんだ代替接合の有望な技術のひとつと考えられる。

#### 4. まとめ

SiCなどを用いたWBGパワー半導体デバイスは、低炭素社会を実現するためのキーデバイスとして注目を集めており、パワー半導体デバイス製造の要素技術であるダイアタッチ部の接合材料の有害物質フリー化や接合部の高耐熱・高放熱化は重要課題となっている。本稿では、有害物質フリー代替材料の期待が高まっている接合材料の動向を概説するとともに、ナノ粒子を利用する場合には分散剤や溶媒などの有機物の含有割合が高くなりやすく、接合面積が大きくなると接合層に有機物が残留しやすく、接合信頼性に大きな影響を及ぼすことが懸念されることから、筆者らが新たに提案している表面ナノ構造材料を利用したダイアタッチ向け焼結型接合技術の一つとして、微細な突起を有するマイクロサイズAg粒子を利用した接合プロセスについて紹介した。特に、微細な突起同士から焼結が進行することでマイクロサイズのAg粒子でも焼結型接合を行うことが可能であり、緻密な接合層と良好な接合界面、高鉛含有はんだ以上の接合強度を得られることを紹介した。このように、金属粒子を用いた焼結型接合は、パワー半導体デバイス向けの有害物質フリー接合技術として大いに期待される。

最後に、筆者らの研究室では基礎的な研究テーマでも研究成果を研究室内で終わらせることが無いように、産学連携による実用化研究や海外大学・研究機関との国際協働研究にも積極的に取り組んでおり、研究室の研究活動や産学連携などにご興味がある方は、是非お問合せ頂きたい。

#### 謝辞

本稿で紹介した研究の一部は、科学技術振興機構事業研究成果最適展開支援プログラムA-STEP シーズ顕在化 (AS2321017C)、及びハイリスク挑戦タイプ (AS2524014M) の支援により実施された。ここに謝意を示します。

#### 参考文献

- 1) 藤平辰彦, 宮坂忠志, 井川修: “パワー半導体の現状と展望”, 富士電機技報, 91-4 (2018), 194-200.
- 2) 大西泰彦, 宮坂忠志, 井川修: “自動車電動化・エネルギーマネジメントに貢献するパワー半導体”, 富士電機技報, 94-4 (2021), 228-235.
- 3) 西原秀典, 松岡徹: “パワーモジュールの最新動向と展望”, 三菱電機技報, 94-3 (2020), 148-152.
- 4) 安田幸央, 松岡徹: “パワーモジュールの最新動向と展望”, 三菱電機技報, 96-3 (2022), 139-143.
- 5) 奥村元ら: “次世代パワー半導体”, エヌ・ディー・エス, (2009), 19-26.
- 6) F. Hou, W. Wang, L. Cao, J. Li, M. Su, T. Lin, G. Zhang and B. Ferreira: “Review of Packaging Schemes for Power Module”, IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 8-1 (2020), 223-238.
- 7) N. Iwamuro and T. Laska: “IGBT History, State-of-the-Art, and Future Prospects”, IEEE Transactions on Electron Devices, 64-3 (2017), 741-751.
- 8) Official Journal of the European Union, Feb. 13, (2003), L37/19-L37/23, L37/24-L37/38.
- 9) 竹本正: “鉛フリーはんだ技術の現状”, 溶接学会誌, 75-7 (2006), 37-42.
- 10) 西川宏: “鉛フリーはんだの進歩と新規はんだ代替接合材料の新たな潮流”, 溶接学会誌, 81-1 (2012), 45-57.
- 11) JIS Z 3282: はんだ—化学成分及び形状 (2017).
- 12) 松重和美: 環境対応型鉛フリーはんだ—世界が注目するグリーン部材—, コロナ社(2009), 26.
- 13) 溶接学会・日本溶接協会編: “溶接・接合技術総論”, 73-74.

- 14) T.C. Illingworth, I.O. Golosnoy, T.W. Clyne: “Modelling of transient liquid phase bonding in binary systems—A new parametric study”, *Materials Science and Engineering A*, 445-446 (2007), 493-500.
- 15) W.F. Gale and D.A. Butts: “Transient liquid phase bonding”, *Science and Technology of Welding and Joining*, 9-4 (2004), 283-300.
- 16) B-S. Lee, S-K. Hyun, J-W. Yoon: “Cu-Sn and Ni-Sn transient liquid phase bonding for die-attach technology applications in high-temperature power electronics, packaging”, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 28 (2017), 7827-7833.
- 17) X. Liu, S. He, H. Nishikawa: “Low temperature solid-state bonding using Sn-coated Cu particles for high temperature die attach”, *Journal of Alloys and Compounds*, 695 (2017), 2165-2172.
- 18) E. Ide, S. Angata, A. Hirose, K.F. Kobayashi: “Metal-metal bonding process using Ag metallo-organic nanoparticles”, *Acta Materialia*, 53-8 (2005), 2385-2393.
- 19) 廣瀬明夫: “銀ナノ粒子を用いた接合技術—高温はんだ代替接合への適用—”, *溶接学会誌*, 76-3 (2007), 162-166.
- 20) H. Nishikawa, R. Hirano, T. Tekemoto, N. Tedata: “Effects of Joining Conditions on Joint Strength of Cu/Cu Joint Using Cu Nanoparticle Paste”, *The Open Surface Science Journal*, 3 (2011), 60-65.
- 21) T. Yamakawa, T. Takemoto, M. Shimoda, H. Nishikawa, K. Shiokawa, N. Terada: “Influence of Joining Conditions on Bonding Strength of Joints: Efficacy of Low-Temperature Bonding Using Cu Nanoparticle Paste”, *Journal of Electronic Materials*, 42-6 (2013), 1260-1267.
- 22) H. Nishikawa, X. Liu, X. Wang, A. Fujita, N. Kamada M. Saito: “Microscale Ag particle paste for sintered joints in high-power devices”, *Materials Letters*, 161 (2015), 231-233.
- 23) M.-H. Roh, H. Nishikawa, S. Tsutsumi, N. Nishiwaki, K. Ito, K. Ishikawa, A. Katsuya, N. Kamada and M. Saito: Low Temperature Bonding with High Shear Strength Using Micro-Sized Ag Particle Paste for Power Electronic Packaging, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 29-5 (2018), 3800-3807.

## 日本鉱業協会の動き（11月）

日	総務部・企画調査部 鉛亜鉛需要開発センター	技術部・環境保安部
1日	・予算・税制等に関する政策懇談会	・第1回先進蓄電池研究開発（ABC）拠点シンポジウム
2日	・日本鉱業振興会 成果報告会（オンライン配信）	
7日	・鉛遮音遮蔽板委員会	
8日		・JOGMEC 令和4年度鉱害防止技術基礎研修（～10日秋田県） ・日本地熱学会 学術講演会（～11日）
9日		・機械委員会 現地見学会（スマラボ南相馬）
10日	・一木会 ・月例懇談会 ・資金専門委員会 ・「鉱山」編集委員会	
11日	・一金会 ・「さびを防ぐ」技術講演会（オンライン）	・第3回鉱山災害防止対策研究会（オンライン）
15日	・二八会（ハイブリッド開催） ・経団連 幹事会（オンライン）	・拡大安全衛生委員会（ハイブリッド） ・省エネ部会・電気委員会合同会議（ハイブリッド）
16日	・鉛年間大会（ハイブリッド開催） ・経理部会	
17日	・鉱業政策促進懇談会 ・二木会	・休廃止鉱山インフラレジリエンス強化に係る現地確認および指導（～18日 佐井鉱山） ・日本地熱学会 技術交流会
18日	・理事会 ・八社総務部長会 ・鉛亜鉛需要開発センター運営委員会 ・第2回SIP「革新的深海資源調査技術」ピアレビュー会議（16日開催 個別説明）	・大口自家発電施設者懇話会合同委員会（オンライン）
21日		・分析部会 近地研究会（日立市・JX金属技術開発センター）
22日	・鉱業政策懇談会	
24日	・定例記者会見 ・労働部会	
25日	・資材部会研修会（オンライン）	
28日	・第3回SIP「革新的深海資源調査技術」ピアレビュー会議（オンライン）	・休廃止鉱山専門委員会（ハイブリッド）
29日	・銅報告会・銅友会合同会議（オンライン）	
30日	・地金統計部会（オンライン）	・新材料部会および講演会 ・資源・素材学会 製錬研究会（～12/2 広島県竹原市） ・第3回 金属鉱業等鉱害防止部会（オンライン）

【国内関係事項】

[2日] 三菱マテリアルは、2020年より進めているデジタル化戦略MMDX(三菱マテリアル デジタル・ビジネス・トランスフォーメーション)をより進化・深化させるため、今年度下期より「MMDX2.0」として新たなフェーズで活動することとしたと発表した。

[4日] 住友金属鉱山は、新規鉱量の獲得を目指して菱刈鉱山下部鉱体の開発を進めてきたが、このたび坑内の温泉を汲み上げて水位を低下させる設備の稼働により採掘可能な環境が整ったことに伴い、下部鉱体の採掘を開始したと発表した。

[7日] DOWAホールディングスは、子会社のDOWAエコシステム及び国立大学法人秋田大学の電動化システム共同研究センター 安部勇輔特任助教、理工学研究科 熊谷誠治教授らの研究グループが、DOWAテクノファンドを利用した共同研究により、熱処理後の使用済み車載用リチウムイオン電池からの正極材リサイクルに成功したと発表した。

[8日] 住友金属鉱山は、カナダの産金会社アイアムゴールド社とカナダ・オンタリオ州において共同で進めているコテ金開発プロジェクトの初期起業費について、精査した結果、初期起業費が予定の1,785百万米ドル(主要重機のリース125百万米ドルを含まない金額)から2,820百万米ドル(主要重機のリース145百万米ドルを含まない金額)に増加し、生産開始も2023年予定から2024年1~3月期に遅延する見込みとなったと発表した。

[9日] 資源エネルギー庁は、2022年6月末時点の再生可能エネルギー発電設備の導入状況を公表した。固定価格買取制度導入後の再生可能エネルギー発電設備の導入量は、累計で6,856万kWとなった。このうち太陽光発電設備は6,160万kWで89.8%を占める。固定価格買取制度導入後の再生可能エネルギーの設備認定容量の累計は10,210万kW(うち太陽光発電設備は7,723万kW)。

[11日] 古河機械金属は、同社グループが、経営理念の具現化と社会課題の解決により一層尽力していくため、2013年に特定したCSR重点課題を見直し、同日開催の取締役会において、2021年12月に制定した「サステナビリティへの取り組みに関する基本方針」に基づく10項目のマテリアリティ(重要課題)を特定する決議をしたと発表した。

[14日] JOGMECは、「2050年カーボンニュートラ

ル」や2030年度の野心的な温室効果ガス削減目標の実現に向けて「独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構法」(以下、「JOGMEC法」)改正法が施行されたと発表。これにより、JOGMECに水素・アンモニア等の製造・貯蔵及びCCS(Carbon dioxide Capture and Storage:二酸化炭素回収・貯留)に対するリスクマネー支援業務並びに洋上風力発電のための地質構造調査業務等が追加され、従来業務に加え機能が強化されるとともに、JOGMECの正式名称が「独立行政法人 エネルギー・金属鉱物資源機構」に変更された。

[14日] JOGMECは、「JOGMECカーボンニュートラル・イニシアティブ」を改定したと発表した。これは、改正JOGMEC法の施行にあわせて、未来の脱炭素社会における経済と環境の好循環の実現に向けたJOGMECの取り組みを加速化するものである。

[15日] 東邦亜鉛は、Abra鉛鉱山の建設開発工事が計画通りに進み、2022年10月末進捗率が92%に達すると共に、今般、地下鉱体を目指した坑道開発が同年11月11日に地下250メートルに位置する鉱体上部に到達したと発表した。鉱山操業に必要な周辺インフラ設備の建設も順調に行われ、特に天然ガスと太陽光による発電設備から地下坑内と地上選鉱プラント設備主要部への電力供給も開始している。

[22日] 古河機械金属は、同社グループの中核事業会社で、ロックドリル部門を担う古河ロックドリルが、この度、6m継ぎボルト打設装置を搭載したロックボルト専用ロボット「BOLTINGER」と鋼製支保工建込みロボットが、山岳トンネル工事の切羽作業を機械化する山岳トンネル施工ロボットとして、第10回ロボット大賞・国土交通大臣賞を受賞したと発表した。

[22日] 石原産業は、同社並びに元石原バイオサイエンスが業績名「天敵の快適住居バンカーシート」の開発・普及とw天敵の普及展開」で、農林水産省及び農林水産・食品産業技術振興協会が実施する「令和4年度民間部門農林水産研究開発功績者表彰 農林水産技術会議会長賞 民間企業部門」及び「園芸研究功労賞」を受賞したと発表した。

[22日] 11月6日にエジプトシャルム・エル・シェイクで開催した国連気候変動枠組条約第27回締約国会議(COP27)が11月20日に閉幕した。11月22日に西村環境大臣は会見で、COP27で重要な合意が

なされたことを歓迎すると述べた。COP27 では気候資金では長期気候資金や 2025 年以降の新規気候資金合同数値目標、資金に関する常設委員会に関する事項、資金メカニズムに関する事項、損失と損害（ロス&ダメージ）の資金面での措置に関する事項などの幅広い議題について交渉が行われた。途上国側の強い要求を受けて新規議題となった、「損失と損害」に関する資金面での議題では、先進国と途上国との間で意見の隔たりが大きく、閣僚級での議論に持ち込まれ、その結果、「ロス&ダメージ基金」（仮称）を設置することなどが決定した。

[25 日] 日鉄鉱業は、同社グループの設備投資を対象にインターナルカーボンプライシング（ICP）制度\*を導入したと発表。今後、CO<sub>2</sub> 排出量の増減を伴う設備投資計画については、ICP 制度を投資判断基準の一つとして活用することで、同社グループの CO<sub>2</sub> 排出量削減に寄与する設備投資の促進を図る。

\*ICP 制度について:企業が内部的に使用する炭素価格（ICP）を用いて自社の CO<sub>2</sub> 排出量に独自の価格を付け、経済的価値を付与することで社内の低炭素投資、脱炭素経営に向けた取り組みを推進する仕組み。

[30 日] 三井金属鉱業は、経済産業省が公表している「GX リーグ基本構想」へ賛同したと発表した。

[30 日] 大太平洋金属は、エマルションフローテクノロジーズと共同で、エマルションフロー技術を活用したリチウムイオン電池材料向け原料の製造プロセス開発及びその製造プロセスの中の溶媒抽出工程において、コスト面を含め商業生産にも十分適用できる実用レベルのエマルションフロー溶媒抽出プロセスの開発に成功したと発表した。

#### 【海外関係事項：業界】

[2 日] カナダ政府は、国家の安全保障を理由として、中国企業 3 社に対し、カナダ国内のリチウム資源企業の保有株式を売却するよう命じたことを発表した。

[3 日] 中国五鉱集団（China Minmetals Group）子会社の MMG（豪）は、ペルー南部アプリアマク州で操業する Las Bambas 銅鉱山について、地域住民による輸送道路の封鎖により操業を縮小したことを発表した。

[8 日] 英通信社ロイターの報道によると、CODELCO（チリ）は、2023 年の中国向け長契の銅地金プレミアムを 140 米ドルで提示した。2022 年のプレミアム額 105 米ドルから 35 米ドル引き上げた。

[10 日] Teck Resources（加）は、チリ北部のタ

ラパカ州で進める Quebrada Blanca フェーズ 2 プロジェクト（QB2 プロジェクト）の操業を 100%再生可能エネルギー由来の電力供給にするため、AES Andes（チリ）と長期電力購入契約を締結したことを発表した。

[11 日] ベルギーの亜鉛生産大手 Nyrstar は、オランダで操業する Budel 亜鉛製錬所の操業を限定的に再開することを発表した。

[11 日] ロンドン金属取引所（LME）は、ロシア産金属の取引や倉庫保管を禁止しないことを決定したと発表した。意見を募った結果、市場関係者の多くがロシア産金属を受け入れていることが明らかになったとしている。

[13 日] PT Vale Indonesia（PTVI）は、インドネシアの南東スラウェシ州ポマラ地区でニッケル製錬所を建設する Pomalaa プロジェクトについて、中国コバルトメーカーの浙江華友鈷業（Zhejiang Huayou Cobalt）と最終的な協力協定を締結したことを発表した。

[14 日] インドネシアの供給障害をめぐる憶測をきっかけとして LME ニッケル相場が急騰。3 か月先物は一時、値幅制限の上限水準である前日終値比 15%高まで上昇した。

[15 日] 豪州の Nickel Industries は、インドネシアのスラウェシ島の Oracle ニッケルプロジェクトにおいて、NPI（ニッケル・ピッグ・アイアン）の生産を開始したことを発表した。

[16 日] チリのリチウム生産大手 Sociedad Química y Minera（SQM）は、リチウム需要の急増に伴い、水酸化リチウムの生産能力を年間 4 万 t から 10 万 t に引き上げる投資決定をしたことを発表した。

[17 日] Lundin Mining（加）は、Alcaparrosa 銅鉱山（チリ）付近で出現した陥没穴の修復作業を行い、18 か月以内に同鉱山の操業を再開する計画を発表した。

[18 日] BHP（豪）は、豪州の鉱山会社大手 OZ Minerals を完全子会社化するための買収提案額について、1 株あたり 28.25 豪ドル、総額 96 億豪ドル（65 億米ドル）に引き上げたことを発表した。OZ Minerals 側は同日、取締役会が BHP の提案を推奨する意向であることを発表した。

[24 日] 英通信社ロイターの報道によると、Freeport-McMoRan（米）と中国大手製錬会社は 2023 年積み銅精鉱 TC/RC について、88 米ドル/8.8 セントで妥結した。2021 年積み条件の 59.5 米ドル/5.95 セント、2022 年積み条件の 65 米ドル/6.5 セントか

ら2年連続の引き上げで、2017年以来の高水準となった。

と、COVID-19による死者数は663万人を超えた。これまでに世界で延べ6億4,271万人以上の感染が確認されている。

#### 【海外関係事項】

[30日] ジョーンズ・ホプキンス大学の発表による

## 関係法令情報（官報）

---

#### 【政令】

- [11日] 安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律の一部の施行期日を定める政令 (三四七)
- [11日] 安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律の一部の施行に伴う関係政令の整理及び経過措置に関する政令 (三四八)

#### 【府令・デジタル庁令・復興庁令・省令】

#### 【省令】

- [11日] 金属鉱業等鉱害対策特別措置法施行規則等の一部を改正する等の省令 (経済産業八四)

#### 【告示】

- [4日] 指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針の一部を改正する告示 (経済産業・環境一〇)
- [11日] 安定的なエネルギー需給構造の確立を図るためのエネルギーの使用の合理化等に関する法律等の一部を改正する法律の一部の施行に伴う経済産業省関係告示の整理に関する告示 (経済産業一八四)
- [17日] 労働安全衛生規則等の一部を改正する省令の施行に伴う厚生労働省関係告示の整理に関する告示 (厚生労働三三五)
- [25日] ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁（水底の底質の汚染を含む。）及び土壌の汚染に係る環境基準の一部を改正する件 (環境八九)

以上

# 2022年「鉱山」誌 目次総索引

種別	題名	著者	月号				
特集	特集：2021（令和3）年度我が国鉱業の概要 2021（令和3）年度我が国鉱業の概要 鉱業政策：2022（令和4）年度鉱物資源政策関連予算 2022（令和4）年度金属関連技術開発予算 2022（令和4）年度鉱山・火薬類保安関連予算 税制：2022（令和4）年度税制改正の概要 市況・需給：非鉄金属市況 （鉱山製錬業の経営環境，銅，亜鉛，鉛，金，銀， ニッケル，スズ（錫），レアメタル，レアアース） 財務：非鉄大手8社 2021（令和3）年度連結決算概況 技術：技術部門の動向 （資源開発，製錬，分析，標準化，エネルギー・ 工務，再資源化，新材料） 環境・保安：環境・保安部門の動向 （環境，保安） 運輸：輸送関係の動向 労働：労働事情 鉛亜鉛需要開発センターの動向：2021（令和3）年度事業報告	日本鉱業協会 企画調査部  総務部 企画調査部  総務部 技術部  環境保安部  総務部 総務部 鉛亜鉛需要開発センター	8/9				
	政策要望・政府予算	令和4年度鉱業関連予算 令和4年度鉱物資源政策関連予算案のポイント  令和4年度鉱山・火薬類保安関連予算案の概要  令和4年度金属課技術開発関連予算案の概要 令和4年度環境省予算案（当業界関連事項） 2022（令和4）年度税制改正について（税制改正大綱の概要） 令和5年度鉱業政策の強化確立に関する要望書 令和5年度中小鉱業対策に関する要望書 令和4年度第1回鉱業政策促進懇談会開催 非鉄金属鉱業に係る税制上の要望書 2023（令和5）年度鉱業関連予算要求 鉱物資源政策関連概算要求の概要  鉱山・火薬類保安関連概算要求の概要  金属課技術開発関連概算要求の概要 環境省概算要求の項目（当業界関連事項） 令和4年度第2回鉱業政策促進懇談会開催	経済産業省 資源エネルギー庁 鉱物資源課 経済産業省 産業保安グループ 鉱山・火薬類監理官付 経済産業省 製造産業局 金属課 環境省ホームページ 日本鉱業協会 総務部 日本鉱業協会 中小鉱業対策推進本部 日本鉱業協会 総務部 日本鉱業協会 経済産業省 資源エネルギー庁 鉱物資源課 経済産業省 産業保安グループ 鉱山・火薬類監理官付 経済産業省 製造産業局 金属課 環境省ホームページ 日本鉱業協会 総務部	1 2/3 6 6 8/9 8/9 10 12			
		産業動向 経済・ 産業動向	2021（令和3）年度総合硫黄源（硫黄，硫酸）需給見通し（見直し）について RCEP協定について 2022（令和4）年度総合硫黄源（硫黄，硫酸）需給見通し（見直し）について 2022（令和4）年日本鉱業協会十大ニュース	硫酸協会 日本鉱業協会 企画調査部 吉本 俊 硫酸協会 日本鉱業協会	1 4 8/9 12		
			関連機関動向 業界動向・ 関連機関動向	日本鉱業協会第78回定時総会報告 2021年度「日本鉱業協会賞」表彰式報告 令和4年度試験研究助成について 2021年度非鉄大手8社連結決算概況 2022年度第2四半期非鉄大手8社連結決算概況	日本鉱業協会 総務部 日本鉱業協会 総務部 一般財団法人 日本鉱業振興会 日本鉱業協会 総務部 日本鉱業協会 総務部	4 4 4 6 12	
				国際情報	国際銅研究会（ICSG）2022年4月総会報告 国際鉛亜鉛研究会（ILZSG）2022年4月総会報告 国際ニッケル研究会（INSG）2022年4月総会報告 国際ニッケル研究会（INSG）2022年10月総会報告 国際銅研究会（ICSG）2022年10月総会報告 国際鉛亜鉛研究会（ILZSG）2022年10月総会報告 2022年度LMEディナー参加所感	日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 企画調査部 日本鉱業協会 会長秘書役 辻 大樹	6 6 6 11 11 11 11

種別	題名	著者	月号
挨拶	年頭所感	日本鉱業協会 会長 村山誠一 経済産業省 資源エネルギー庁 長官 保坂 伸 経済産業省 大臣官房技術総括・保安審議官 太田雄彦	1
	会長就任にあたって	日本鉱業協会 納 武士	4
	副会長就任にあたって	日本鉱業協会 品川賢治	4
講演	従来の電池容量を凌駕するリチウム硫黄電池の開発及び全固体電池への挑戦	工学院大学大学院 化学応用学専攻 澤橋 保, 関 志朗	2/3
	SDGsに対応する新概念の低コスト・高スループットナノ材料合成プロセッシング ～サステナブルにおける Far Analogy (遠い類推) の重要性～	東北大学大学院工学研究科 林 大和	6
	水溶液中に水に再可溶性金属塩結晶を高収率で得る革新的な分離方法	秋田大学大学院理工学研究科 高橋 博	7
	銅微粒子のコアの微細構造制御による低温迅速焼成	北海道大学 大学院工学研究院 米澤 徹・渡部 蓮	8/9
	全国鉱山・製錬所現場担当者会議特別講演 カーボンニュートラルで加速するサーキュラーエコノミーの現状とそのための分離技術高度化の重要性	早稲田大学・東京大学 所 千晴	10
	次世代パワー半導体デバイスのダイアタッチ向け焼結型接合技術	大阪大学接合科学研究所 西川 宏	12
その他	2021 (令和 3) 年度一般財団法人日本鉱業振興会成果報告会を終えて	(一財) 日本鉱業振興会	1
	2021 年度「日本鉱業協会賞」紹介	日本鉱業協会 総務部	2/3
	2022 年 IZA 市場連絡会開催報告	日本鉱業協会 鉛亜鉛需要開発センター	4
	2022 年度「全国鉱山・製錬所現場担当者会議」報告 協会会長挨拶	日本鉱業協会 技術部 日本鉱業協会 会長 納 武士	7
	当業界の環境事業の現況について	日本鉱業協会 再資源化部会	10
	令和 4 年度全国表彰紹介 鉱山保安推進協議会会長表彰式及び全国鉱山保安表彰式 (経済産業大臣表彰)		11

(鉱物標本の展示 ご案内)

一般財団法人 日本鉱業振興会では、貴重な国内の代表的な金属鉱山の鉱物標本を、榮葉ビル6階展示コーナー（神田錦町）及び科学技術館4階“Metal Factory”に展示し、広く一般に鉱物についての知識の普及に努めています。

鉱物の知識・性状や歴史を知るうえで、非常に有益なものです。是非、御覧になり参考にして下さい。

問合せ：(一財)日本鉱業振興会 E-mail [kozan@kogyo-kyokai.gr.jp](mailto:kozan@kogyo-kyokai.gr.jp)  
Tel 03-5280-2341 Fax 03-5280-7128



# 鉱 山

第75巻第9号（通巻第807号）

発行 令和4年12月26日  
発行所 (一財)日本鉱業振興会  
〒101-0054

東京都千代田区神田錦町3丁目17番地11  
榮葉ビル8階

電話 03-5280-2341

FAX 03-5280-7128

発行人 鈴木 信行

編集人 茂住 洋史

印刷所 日本印刷株