



COPPER & BRASS



一般社団法人

日本銅センター

2

カパーロマン

古代文明から
現代技術へ、更に未来へ

3

ルポルタージュ

Net南海トラフ海底地震
津波観測網
防災科学技術研究所

4・7

銅誌の歴史／あの「銅」は今

ルポルタージュ

次世代モビリティ

大阪・関西万博で走った
五十嵐美樹先生と行く／JX
金属グループ佐賀製錬所

10・11

ルポルタージュ

14・15

カパーワールド

日本の銅版画発祥地 南島原市
アートビレッジ・シラクノ

12・13

カパーテクノロジ

最先端の銅加工技術を生み出す
青色半導体レーザ研究
塚本・佐藤研究室

18・19

銅センターニュース&トピックス

「めざせ！銅博士」出前講座実施／
「片平まつり2025」に参加ほか

16・17

カパートピックス

第3回「銅のすごい力を調べてみよう！〜夏休み自由研究コンテスト〜」開催

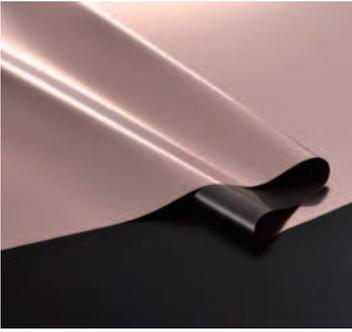
古代文明から 現代技術へ、更に未来へ

一般社団法人日本銅センター 会長
JX金属株式会社代表取締役社長 社長執行役員

林陽一



半導体用スパッタリングターゲット



圧延銅箔

銅は青銅器に代表されるように、人類が最も早く利用した金属のひとつです。また、「銅は文化なり」と言われるように、古代から社会の発展を支えてきた素材でもあります。その役割は現代ますます拡大しており、電気を通しやすく加工性にも優れる銅は、エネルギー、電子機器、通信など、社会インフラの中心に位置づけられています。

私がJX金属（当時の日本鋳業）に入社したのは1988年ですが、その時代と現代を比較しても、銅を取り巻く環境は大きく変化しています。まず、価格についてです。当社は銅の建値を公表していますが、1990年代には高くても50万円／トンにも満たないレベルであった銅の価格は、直近で最高値を更新し、いまや200万円／トンを超える水準にあります。また、原料調達の間でも変化が見られます。1990年代は鉱山から採掘する銅精鉱が原料の主流でしたが、現在ではリサイクル材の比率が高まってきており、使い終わった電子機器や家電から銅を回収する「都市鉱山」が注目され、循環型社会に向けた取り組みが進んでいます。当社においても「拡大する需要を支える安定供給体制の構築」と「ESG（脱炭素や資源循環等）を重視した生産と供給」という2つの使命を果たすための最適解として「サステナブルカップパー・ビジョン」を策定・提案し、それに基づいて、第三者認証機関の協力のもと、カーボンフットプリントが低く、かつ、マスマランス方式を用いた

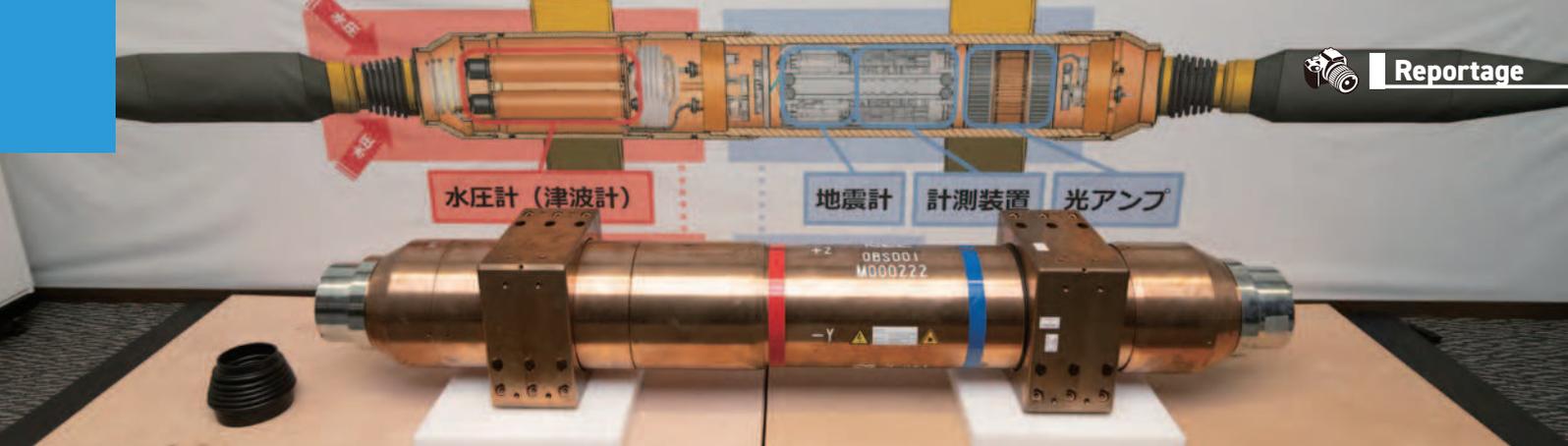
100%リサイクル電気銅の供給を開始しています。

先端素材の分野においても要求される製品の変化や高度化には著しいものがあります。当社では情報通信材料として、銅・銅合金の圧延製品を製造販売していますが、1990年代には、その生産のほとんどが黄銅などの汎用合金中心であったものが、現代では、フレキシブルプリントサーキットに使用される圧延銅箔や高級コネクタに使用されるチタン銅やコルソン合金など、高機能な製品が生産量の7割以上を占めています。また、半導体材料の分野でも薄膜材料として使用されるスパッタリングターゲットにおいて、半導体の微細化が進む中で、技術的なブレイクスルーもあり、アルミから銅への材料の置換が一気に進みました。いまやスマートフォンやパソコンの性能向上はもとより、話題のデータセンターにおいても銅は欠かせない材料となっています。

このように、銅は古代文明の基盤素材でありながら、現代の高度な技術社会でも不可欠な存在となっています。当社の動きや製品を例にその変化を紹介しましたが、銅を扱うすべての方々も同様の変化を感じておられると思いますし、電動化・情報化・データセンターの巨大化といった社会の大きな変化の中で、銅の重要性は今後もさらに高まっていくことは間違いありません。銅という素材に関わることできたことに感謝するとともに、我々の様な事業者を始め銅に関わるすべての関係者の知恵と努力が今後さらに試されることとなり、日本銅センターの役割もこれまで以上に大きくなっていくものと考えています。



使用済みの電子基板



N-net (南海トラフ海底地震津波観測網) 観測データ公開開始

国立研究開発法人 防災科学技術研究所 (NIED)



稼働中の MOWLAS を解説する青井センター長。観測網内遅延は約 0.5 秒という“ほぼリアルタイム”で地震を捉えるという



実物大の観測装置



海底伝送ケーブルの断面



さまざまなご説明をいただいた、地震津波火山観測研究センター長 青井 真氏

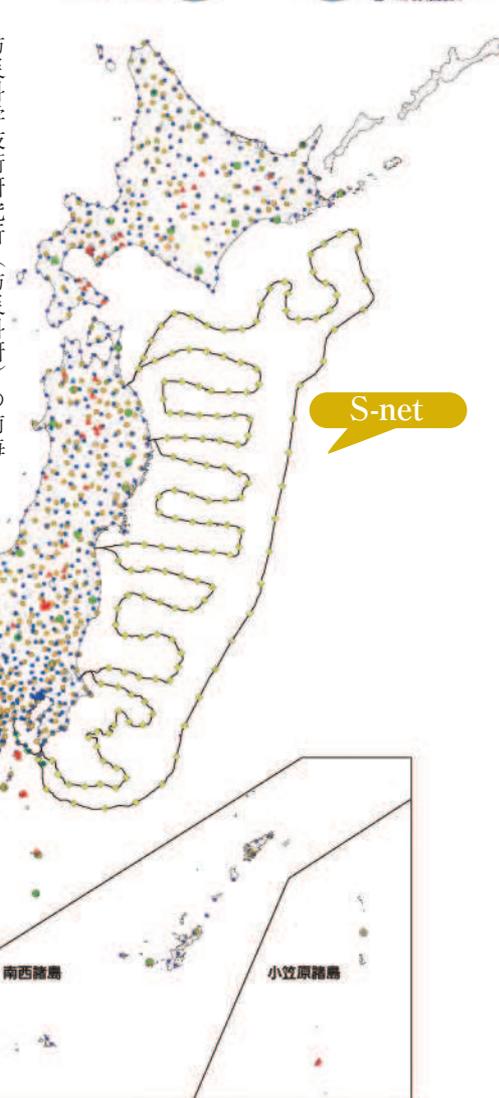


稼働中の MOWLAS を解説する青井センター長。観測網内遅延は約 0.5 秒という“ほぼリアルタイム”で地震を捉えるという

海底で長期間動かし続ける装置を支える、緑の下として欠かせないのが材料設計だ。観測装置の筐体には、厚さ約 3 cm のベリリウム銅合金 (JIS C1700 系) の厚肉チューブを採用し、8000 m 級の水圧でも潰れない耐潰性能を狙った。さらに、回転低減装置なども同じベリリウム銅で統一して異種金属による電蝕を避けられている。海底伝送ケーブルにも導体として銅が使われ、深海の水圧と腐食に耐えている。見えない海底で、銅が今日も日本の安全を支えている。

取材時、東北沖で地震が発生して警告音が鳴った。震度自体は大きくなかったが、その音を発したモニター群こそ、日本中をリアルタイムで監視する防災科研の陸海統合地震津波火山観測網「MOWLAS—モウラス—」の一端だった。MOWLAS は地震・津波・火山を常時監視する枠組みで、全国 2200 箇所超の観測点を網羅する陸上の高感度地震観測網 (Hi-net) をはじめ、東日本の太平洋沖を見張る日本海溝海底地震津波観測網「S-net (海底ケーブル総延長約 5500 km)」など、陸と海の観測網を束ねている。そして、Nine net は、南海トラフ沿いの観測空白域を補う新しい海底観測網として位置付けられている。

防災科学技術研究所 (防災科研) の南海トラフ海底地震津波観測網「Nine net」は、2025 年 6 月に整備が完了し、運用段階に入った。室戸 (高知) と串間 (宮崎) の陸上局を結ぶ 2 系統 (沖合システム・沿岸システム、総延長約 1640 km) で、海底に計 36 台の観測装置を配置する。より震源に近い沖合の海域で観測することで、地震は最大 20 秒、津波は最大 20 分程度早く直接検知できる見込みだ。



- Hi-net/KIK-net
- K-NET
- F-net
- V-net
- S-net
- DONET
- N-net

since.1960 History of 銅

—銅誌の歴史—

1986 「銅」発刊 ⑤



「銅 COPPER&BRASS」昭和 61 年 (1986) 10 月発刊。全 29 号 (通算 112 ~ 140)。B5 サイズ。「銅と技術」は「銅・技術情報」として分離。「銅と衛生」「古代人の銅と音色」「銅の保存科学」「大仏科銅記」など連載物が充実。

1980 日本銅センター 15 周年記念号 ④



「銅 COPPER&BRASS」第 26 号 (通算 87)、昭和 55 年 (1980) 5 月発刊。日本銅センター 15 周年記念号。銅業界 P R 活動の創成期から日本銅センターの歴史、21 世紀の銅を志向するなど、興味深い内容。後に発行される記念誌「二十五年の歩み (1989)」「50 年のあゆみ (2015)」「60 年のあゆみ (2024)」につながる。

1995 「銅」発刊 ⑥



「銅 COPPER&BRASS」平成 7 年 (1995) 9 月発刊。発行中 (通算 141 ~)。A4 サイズ (オールカラー)。平成 10 年 (1998) 2 月発行号より号数を「プラス」からの通算に変更。第 146 号とした。銅 1 号 (141) から第 189 号まで「銅の歴史物語」を連載。新型コロナウイルス感染症蔓延により取材活動が制限されるなか第 190 号・第 191 号を発刊。



1960 「プラス」創刊 ①

「プラス」昭和 35 年 (1960) 3 月発刊。全 31 号。B5 サイズ。第 1 号~第 28 号は日本銅協会。第 29 号 (昭和 39 年 (1964) 11 月)~31 号は日本銅センターが発行。第 1 号から連載された「銅ものがたり」は昭和 42 年 (1967) 9 月単行本として出版。巻頭の詩や随筆は随想・巻頭言等をへて現在のカバーロマンに継承されている。



1965 「銅」創刊 ②



「銅 COPPER&BRASS」昭和 40 年 (1965) 創刊。全 30 号 (通算 32 ~ 61)。B5 サイズ。銅に関する総合 P R 誌として産銅・産銅・伸銅品に至るまで幅広くニュースを扱う。P R 研究会主催「P R 誌コンクール」で 5 回上位入賞を果たした。

1973 「銅」 銅と生活 / 銅と技術 発刊 ③



「銅 COPPER&BRASS」昭和 48 年 (1973) 1 月発刊。全 50 号 (通算 62 ~ 111)。A4 レターサイズ。従来の「銅と技術」(昭和 40 年 (1965) 1 月創刊) を合併し「銅と生活 / 銅と技術」として表裏両面から読むことができる。表題の銅字は女流書道家望月表氏による。オイルショックの影響で第 13 号~第 16 号はカラーページ無し。

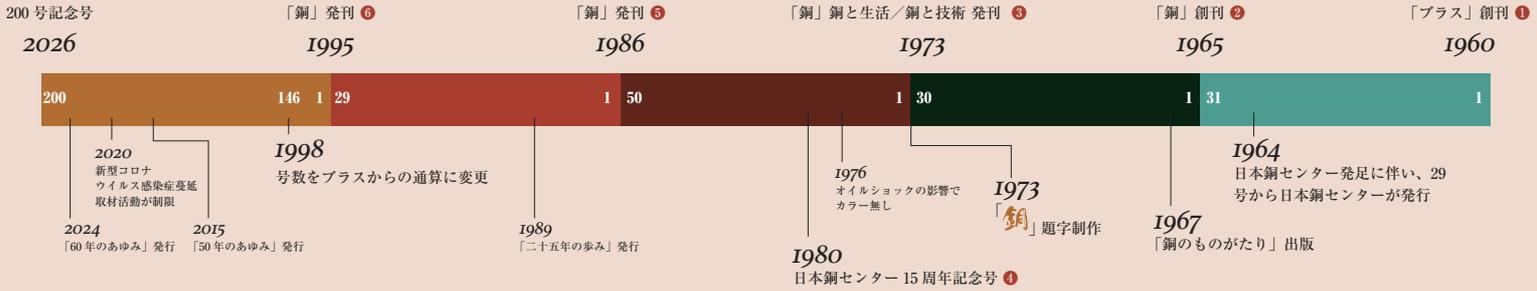


●題字制作のことば
「銅」の題字は女流書道家望月表氏による。オイルショックの影響で第 13 号~第 16 号はカラーページ無し。



日本における銅産業の P R 活動は、産銅会社の団体である「水曜会」が正 11 年 (1922) に「銅製品」の需要振興について具体的な活動を行うため、「銅製品研究会」をつくり、銅の需要調査の目的も兼ねてスタートした。定期刊行物として「銅製品時報」を発行し、銅製品の P R 活動を始めた。昭和 12 年 (1937) 11 月「銅製品研究会」並びに、「水曜会」は解散、P R 活動は終止符を打つに至った。

昭和 23 年 (1948) 4 月 1 日、日本銅協会が設立され、昭和 34 年 (1959) 4 月日本銅協会 P R 委員会が発足し、昭和 35 年 (1960) 3 月 1 日、P R 誌「プラス」を創刊。昭和 39 年 (1964) 9 月 4 日、日本銅センター発足により日本銅協会の P R 活動は発展的に日本銅センターに移行し、日本銅センター P R 委員会により事業が継承されるに至った。



銅 第177号 (2014年3月発行)
うさぎや 銅製さわり

バックナンバーはこちらから



うさぎや四代目店主 谷口 拓也氏に、実際にさわりをお持ちいただき撮影。これでも中サイズの大きさとなる。



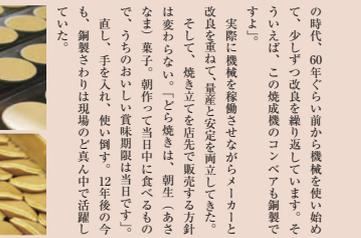
銅 第177号で紹介したのは、上野の老舗和菓子店「うさぎや」の縮つくりを支える銅の大鍋「さわり」だ。毎日あんこを練り続けたい銅は、底が薄くなり穴も開いた。頼ったのは日本銅センター。大匠で銅器の製造・修理を手がける有限会社「西村かがや」(谷守弘氏)にたどり着き、底を切り取って叩き出した新しい銅板を溶接し、さらにステンレスの丸棒を心材に巻き込んで補強する。職人技で、巨大な「さわり」は半月ほどで見事に復活した。

そして12年後、再び、うさぎや四代目店主 谷口拓也氏に聞く、さわりは今も工程の中心にいた。「用途によつて大きさはいろいろですけど、さわりは三、四種類ぐらいかな。とにかく大きいのは、あんこを作ることに据え付けて使っています。あんこ炊き用の銅鍋は銅板が厚く巨大だ。「あんこ作りは、銅製のさわりじゃなければダメ。熱伝導性の良い銅だから、鍋のどの場所でも均一な温度で煮て、蒸らすことで、小豆の美味しさを閉じ込められるんです」。

あんこの攪拌には機械も併用するが、任せきりではない。「回しながらでも、底で焦げが入ると、もう焦げ臭くなっちゃって使えない。タイミングを見て人の手を入れながら煮ています。機械で安定させつつ、最後の「におい」と「舌触り」は人が守る。銅から焼きの焼成も同じ流れだ。昔は銅の平鍋で焼くのが当たり前だったが、「先代

の時代、60年くらい前から機械を使い始めて、少しずつ改良を繰り返しています。そういうのは、この焼成機のコンベアも銅製ですよ」。

実際に機械を稼働させながらメーカーと改良を重ねて、異種と安定を両立してきた。そして、焼き立てを店先で販売する方針は変わらない。「この焼きは、朝生(あさなま)菓子。朝作って当日中に食べるもので、うちのおいしい賞味期限は当日です。直し、手を入れ、使い倒す。12年後の今も、銅製さわりは現場のど真ん中で活躍していた」。



銅 第21号(1970年4月発行 通算52)
日本万国博覧会EXPO'70
銅彫金「鳥獣彫金画」



1970年に開催された日本万国博覧会のお祭り広場VIPラウンジ(別名ロイヤル控室)の壁面には、「国宝・鳥獣人物戯画」を銅彫金で再現した「鳥獣彫金画」が展示された。当時、日本銅センターは万国博覧会参加の一環として、縦1.2m、横25・2m(実際には7分割されている、厚さ5mm)の銅板を提供し、彫金は河西一明氏が制作した。

現在、この作品は万博記念公園内のEXPO'70パビリオンの「見える収蔵庫」にて保管されている(非公開)。写真提供・万博記念公園マネジメント・パートナーズ

銅 第19号(1963年3月発行)
堂平観測所ドーム



銅(銅と生活)第45号(1985年1月発行 通算106)
羽村市郷土博物館



銅は優れた特性により、建材として広く用いられている。美しい色彩や光沢に加え、経年による色調変化は建築物に深みを与え、意匠性を高める。加工性にも優れ、多様な形状への対応が可能である。さらに耐食性が高く、風雨にさらされる建築物を保護する機能性外装材としての役割も担う。銅誌ではこれまで多くの銅板屋根を紹介してきたが、銅板は数十年を経て、も建物を守り続ける素材であることが証明された。

※名称は現在のものを使用。比較写真は2026年1月撮影。

200号 特別企画
あの銅は今

銅誌刊行200号特別企画。過去の誌面を彩ってきた取材先を再訪問。あのかの「銅」は、令和8年の「今」いったいどうなっているのだろうか。

大阪・関西万博で走った次世代モビリティ 銅が支える未来の交通インフラ



「EXPO 2025 大阪・関西万博」では、最先端の技術やシステムを展示するだけでなく、実際に来場者が利用できるかたちで実証実験が行われた点も大きな特徴だ。そのひとつが、「走行中ワイヤレス給電 (DWPT)」システムを搭載した、電気自動車 (EV) のバスである。



大阪・関西万博の会場を周回し、実証実験に用いられたEVバス。ボディには、ワイヤレス給電システムが搭載されていることを示す説明書きがある。

万博に登場した未来のEVバス

大阪・関西万博では、DWPTシステムを搭載した6台のEVバスが、来場者の移動手段として広大な会場を巡回した。しかし、これらのEVバスは単なる輸送に留まらず、国内最大規模とみられるDWPT実証実験の舞台としても活用されていたのである。

EVバスのプロジェクトでは、電力機器などを手掛けるタイヘンがDWPTシステムの開発・設計・製造・設置までを担当した。大阪メトロがEVバスの運行計画や予約システムを整備。大林組が道路の施工、さらに関西電力がEVバス向けの電力供給を調整するシステムを構築するなど、複数の企業が協力し計画がスタートした。また東京大学などの研究グループは、EVバスに搭載する「ばね下方式」の受電装置を開発。産学が連携し、ピッチングロジックが進められた。

走行中ワイヤレス給電 (DWPT)

DWPT (Dynamic Wireless Power Transfer) の仕組みは非常にシンプルである。道路の下に埋め込まれた送電コイルが磁界を発生させ、その磁界をバスの底部に取り付けられた受電コイルが受け取り、電力として利用するという

ものだ。走行中に給電が可能となるため、停車して充電する必要がなく、移動の合間に自然に充電が行われる点が大きな特徴である。

タイヘンによると、実証実験においては、車両の走行位置が多少ずれたり、速度が変化したりしても安定して電力を供給できるよう、「磁界共鳴方式」と呼ばれる高効率電力伝送技術が採用された。この方式はおよそ95%という非常に高い効率を実現しており、システム全体としては最大で85%の効率、従来のプラグイン式充電に匹敵する性能を発揮することが確認されている。エネルギーの無駄を抑えたり運用コストを低減したりするため、低損失なコイル材や配線材を採用したことが、高効率な送電を可能にしたという。

今回の実験では、送電コイルが、東ゲート付近の停留所、また会場を周回する片側ルート約100メートル区間に埋設 (※実証実験では、このうち約30メートル区間の送電コイルを稼働)。受電コイルはEVバスの左右車輪付近に1基ずつ、合計2基設置された。送電コイルは1基あたり最大15キロワットの出力が可能で、1台の車両では最大30キロワットの給電を受けられる設計となっている。

従来のEVは航続距離を確保するため大容量バッテリーを搭載せざるを得ず、その結



幾何学的な意匠を凝らしたEVバスの停留所。近未来を想起させるデザインが、来場者の目を引いていた。



EVバスの内部には、ワイヤレス給電の仕組みなどを記載した説明書きが貼られている。



地中に埋設されたコイルによってEVバスが充電される仕組みが、立体的に見えるトリックアートで分かりやすく表現されている。



充電コイルが埋設されている道路をEVバスが走る様子。白く塗られた箇所の地中に、設備が埋められている。



ワイヤレス給電の仕組みを説明するため、停留所に設置された設備。



東ゲート南停留所に設置されていた電光掲示板。乗客に向けて、EVバスの巡回ルートなどを掲載している。

果として車両の重量増加やコスト上昇が課題となっていた。しかし、DWPTシステムを導入すれば、車両に大きなバッテリーを積む必要がなくなるため、軽量化や製造コストの削減が期待できる。さらにバッテリーの小型化は重量低減につながり、タイヤや道路への負担を減らす効果もある。その結果、部品の摩耗が抑えられ、メンテナンスの頻度を下げることが可能になると見込まれている。

見えないインフラを支える銅

DWPTシステムを技術面から支えている不可欠な要素のひとつが銅である。送電コイルや受電コイルには大量の銅線が用いられており、その優れた導電性によって、高効率で安定した電力供給が可能になっている。

今回、道路に埋設されたプレキャスト (現場で直接コンクリートを打設するのではなく、工場で製造されたコンクリート製の部材) の内部には、太さの異なる銅線が束ねられて組み込まれている。普段は目に触れることはないが、バスが通過するたびに、その銅線が確実にエネルギーを伝達しているのだ。

銅は古くから電気を伝える代表的な素材として利用されてきたが、その役割は未来のモビリティにおいても変わらぬ。むしろ電動化の進展に伴い、需要はさらに拡大し、社会インフラを支える資源としての重要性はますます高まっていくと見込める。

例えば都市全域にDWPTシステムが導入されるのであれば、道路の下には膨大な量の銅コイルが敷設され、その規模は既存の送電配線網に匹敵する巨大インフラとなる。銅の

持つ高い導電性はエネルギーロスを抑え、結果的に持続可能な社会の実現に大きく寄与するだろう。このように考えると、銅は単なる素材に留まらず、未来社会をかたちづくる基盤技術を支える重要な存在であることがわかる。

万博から未来社会へ

大阪万博で実証されたDWPTは、一過性のショーケースではなく、社会実装への重要なステップだ。将来的に都市交通網に導入されれば、バスやタクシーだけではなく物流トラックにも応用可能であり、エネルギー効率や運行コストの低減に寄与するとみられる。また、再生可能エネルギーとの親和性が高いため、地産地消のエネルギー自立や経済安全保障の観点からも大きな意義を持つだろう。

EV普及のボトルネックであった「充電インフラ不足」を克服し、走りながら給電するという新たな概念を社会に根付かせることは、環境負荷低減と利便性向上を両立させる未来社会の姿を示している。そして、銅は見えないところで電気とモビリティをつなぎ、人々の生活を支える基盤であり続ける。

大阪・関西万博の実証は、次世代モビリティの可能性を世界に示した。DWPTが描く「走りながら充電する社会」は、利便性と環境性能を両立させる大きな転換点である。そして、その基盤を支える銅は、見えない場所での未来の交通とエネルギーを結び、持続可能な社会を実現するための不可欠な存在であり続けるだろう。

銅は古くから電気を伝える代表的な素材として利用されてきたが、その役割は未来のモビリティにおいても変わらぬ。むしろ電動化の進展に伴い、需要はさらに拡大し、社会インフラを支える資源としての重要性はますます高まっていくと見込める。

例えば都市全域にDWPTシステムが導入されるのであれば、道路の下には膨大な量の銅コイルが敷設され、その規模は既存の送電配線網に匹敵する巨大インフラとなる。銅の



サンプルの電気銅の前で。電気銅は電気分解により銅品位99.99%以上に精製されている。



ご案内いただいたJX金属の方々と見学の記念写真。



アノード製造。保護メガネにマスク越しでも満面の笑みなのがわかる。



貨物船に積まれた銅精鉱は港から直接コンベアで工場内へ。



電解工場の電気分解槽。アノードとカソードを交互挿入している。



リサイクル原料となる小型家電や配電線など。



完成した電気銅は、まとめられフォークリフトで運搬される。



目をキラキラ輝かせて、精製炉の様子を見惚れる。

サイエンスエンターテイナー 五十嵐美樹 **JX金属グループ 佐賀関製錬所**



「Cu again (シーユー アgain)」プロジェクト 電気銅 (Cu) が、社会での役割を終えてスクラップとして使われ、リサイクルを経て再び使 (again) 本来の社会を元気づけていくという願いが込められたもの。製造工程は、銅の精製と銅に銅を戻す工程である。ともに銅製 (Cu) の循環を目指すイメージを表現している。

Profile
いざらし 美樹
五十嵐 美樹
准教授

佐賀製錬所の銅精鉱サンプル

見学の後の銅精鉱は特別！

サイエンスエンターテイナー。東京都大学 教育開発機構 准教授。科学コミュニケーションを専門に、実験ショーや授業、メディア出演でSTEAM教育を推進。著書・講演多数。サイエンスアゴラ2025の科学への要を叫ぶ企画で「銅山に行きたい!」と叫んだほどの銅愛を誇る。

取材の様子はポッドキャスト「ドタバタ科学ラジオ」で配信中!



五十嵐美樹先生 @佐賀関製錬所見学

大分県佐賀は秋晴れの快晴。別府湾を挟み、対岸にそびえる大煙突が空を刺すまでに見える。五十嵐先生はついに、ここまて来た……と興奮冷めやらぬ様子。銅山に行くという長年の夢に、一歩近づいた感覚だという。その高揚を抑えつつ、佐賀関製錬所見学に臨んだ。

受け入れヤードでは、ナリから銅精鉱を運んできた5万トン級の積み貨物車が接岸中だった。荷は粉じんのまき散らさぬよう配慮された設備からベルトコンベアで場内へ搬送される仕組みで、その丁寧な運用に感心。ここで荷揚げされた銅精鉱は貯蔵倉に運ばれ、複数機を配合したのち自溶炉で溶解される。その後は転炉、精製炉へと工程が進む。精製炉の迫力はひときり印象深かったよ

うで「作業員が溶けた銅の表面をならす作業を見つめながら、先生は「笑の色が緑色!まさに銅の黄色反応……この規模で銅の黄色反応が見られるなんて感動。すごい綺麗です」と素直な感想を口にしていた。理科の教科書で見た現象が、産業スケールで立ち上がる瞬間に圧倒されていた。リサイクル原料の保管エリアでも粉砕された基板などのスクラップの山が整然と置かれ、先生は「もとは携帯電話らしき部品がまた戻ってくる……!」とつぶやいた。最終段の電解工場では、カソードとして仕上がる電気銅と対面した。純度は99.99%以上で、先生も満足な笑みで電気銅とツーショットをパシャリ。

見学後のミーティングでは、JX金属の担当者に対し、銅リサイクルの循環スキームについて具体的な質問が相次いだ。大満足の佐賀関製錬所見学であった。

大分県大分市・佐賀関 大分空港からもはつきりと見える125メートルの丘の上にはそびえ立つ200メートルの大煙突は、佐賀関のシンボルでもある。かつて大煙突は2本並んで立っていたが、「銅の大煙突」と呼ばれた初代は1916年の操業開始時に壊れ、2013年に解体された。現在の煙突は1973年に建設された代目となる。JX金属グループ 佐賀関製錬所は100年を超える歴史、世界トップクラスの技術力と生産能力を誇る製錬所だ。

今回は「銅山に行くことを見学」サイエンスエンターテイナーの五十嵐美樹さんの製錬所見学に帯同した。

JX金属グループ 佐賀関製錬所とは

佐賀関製錬所は、世界各地から届く銅精鉱に、使用済み家電や基板、廃電線など都市鉱山由来の原料を組み合わせて、自溶炉・転炉・精製炉・電解精製の工程で純度99.99%以上の電気銅を生産する。粗銅生産能力は年間45万トン。また、副産物として貴金属・レアメタルや硫酸も回収し、日本アジアを中心に安定供給している。この製錬所の社長は、鉱石中の純度が最も低い反応を最大限に活用し、高効率に銅を取り出す点にある。自溶炉では銅精鉱を酸素還元炉とともに吹き込み、酸化熱で溶時に溶解銅品位約65%のマットとスラックに分け、転炉で品位約99%の転炉粗銅へ、精製炉ではLDG(ラタン)を選元剤として酸素を抜き、アノード製造・電解精製へとつなげる。JX金属グループはこの高効率プロセスを土台に、化石燃料使用を抑えつつリサイクル原料の増産を進める一ツ

年にはリサイクル原料の投入比率50%を目標に掲げている。鉱石自ら発する酸化反応を活用することで、リサイクル原料が効率的に銅や貴金属、レアメタルを回収・再生している。拡大し続ける銅需要を支える安定供給と、脱炭素・資源循環の両立を実現している。さらに、これまでに培った焼酎・溶接技術を応用した難処理産業廃棄物の無害化(ゼロエミッション化)にも取り組む、資源を無駄にしない。設計を広げている。

また、リサイクルされた銅を由来の証明とともに市場へ届けるのが、「Cu again(シーユーアgain)」プロジェクトだ。製錬工程では原料が混ざるため見た目では区別できないが、マスバランス方式・特性の異なる原料が混合される場合、ある特性を持つ原料の投入比率に応じて、生産する製品の一部にその特性を割り当てて手法を用いた100%リサイクル電気銅(相当)を実現。顧客が使用済み製品のリサイクル原料を預かって水平リサイクルし、100%リサイクル電気銅として返還する「再創型」の供給スキームの導入も予定している。シリーズ名には、社会で役割を終えた銅(Cu)がリサイクルを経てまた「戻ってくる」願いが込められている。

佐賀関製錬所は、高効率な製錬リサイクル拡大」を宣言する所であり、「Cu again」はその価値を、証明責任で社会に届渡す仕組みだ。鉱石と都市鉱山を賢く配合し、工程熱を活かし、品質、安定供給・環境配慮を同時に満たす。銅需要が伸び続けるこの時代に、資源の循環と脱炭素を同時に進める製錬の世界最先端が、ここ佐賀関にあった。

最先端の銅加工技術を生み出す「青色半導体レーザー」研究 大阪大学 接合科学研究所 レーザープロセス学分野 塚本・佐藤研究室



加工ヘッドの中心から金属粉末を供給し、周囲から複数本のレーザーを照射することで基板への入熱を最小限に留めながら高品質な皮膜を形成する。

銅皮膜の形成に適用

大阪大学 接合科学研究所のレーザープロセス学分野 塚本 佐藤研究室は、レーザーを用いた接合、切削、表面改質、分離除去といった材料加工を、現象の基礎理解から装置化・実用化まで一貫して研究している。なかでも同研究室が重点を置いているのが、さまざまな用途で需要が高まる「銅」の加工だ。塚本雅裕教授は、青色半導体レーザーの高輝度化により銅を積層造形できる3Dプリンターを世界で初めて開発したことから「青の錬金術師」の異名を持つ。佐藤二雄教授は研究室の中枢として、銅をはじめとする材料とレーザーの相性を見極めつつ、加工プロセスの最適化と実用への橋渡しを推進している。大阪大学を訪れ、佐藤准教授に研究室案内を案内いただいた後、両氏が取り巻く「青色レーザー加工」について塚本教授に話をうかがった。



塚本教授



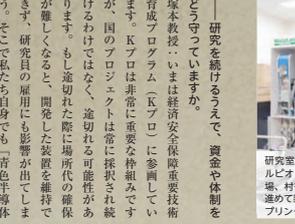
高輝度レーザーを用いた半導体世界の金属3Dプリンター（PPF方式）。左は実態など鉄板の上に文字などの形状を銅で積層造形したものだ。

接合工学研究所を起点として発展してきた。社会に貢献し、産業界の役に立つこと、そして産業界だけでは難しい課題に挑むことが、研究所の根っこにありま。市販装置を導入して3Dプリンターや溶接に取り組み、自らは有効ですが、それは企業でも実施できる領域です。私たちが重視するのは、先行する技術を生から開発し、現象を数値化し、さらに装置として成立させることまで持つていくことです。技術にとどまらず、装置化までを見据える点が私たちの特徴だと考えています。

——先生が言う「社会実装」は、どういう状態を指しますか。
塚本教授「社会実装」という言葉はアカデミアでも頻りに使われますが、定義が曖昧なまま語られることも少なくありません。私たちが考える社会実装は、技術を装置として形にし、販売を通して社会に行き渡らせることです。言い換えれば、現場で使われ、継続的に運ばれる状態にならなければ実装とは呼べない。一定の価格で提供できることまで含めて設計する必要があります。つまり、「製品化」ですね。連携先は大企業だけでなく、中堅・中小企業まで幅広く取り組んでいます。

——最近の動きとして、「製品化」に近い状態を指しますか。
塚本教授「赤銅機械製作所さんとの連携で、PPF Powder Bed F

——研究を続けるうえで、資金や体制をどう守っていますか。
塚本教授「いまは経済安全保障重要技術育成プログラム（KIPRO）に参画しています。KIPROは非常に重要な枠組みですが、国のプロジェクトは常に採択され続けるわけではなく、途切れる可能性がります。もし途切れた際に場所の確保が難しくなるので、開発した装置を維持できず、研究員の雇用にも影響が出てしまう。そこで私たちが自身で「青色半導体レーザー加工共同ソリューション」を立ち上げました。青色半導体レーザーと加工技術に関する情報提供や技術交流を進め、普及促進と社会実装を目指して



研究室に設置されている「ALPION（アルピオン）」大阪大学、石川興工業試験場、村谷機械製作所の3者が共同研究で開発した青色半導体レーザーを用いた金属3Dプリンター（DED方式）。

——学生や若い世代に伝えたいことは？
塚本教授「私の研究室の目標設定として、全員が「賞をもらう」ことを掲げています。賞は狙っても取れないことがある一方、狙わなければ届かない。研究室ではコアタイムを設けていません。いつ来ても構いません。その代わりに、目標を定めたら責任を持ってやり切る、というスタイルです。国際会議の経験も早い段階から積むことを勧めます。発表して帰るだけではなく、現地を見て、物言や文化の違いを体感することも極めて学びになります。

リクワ3 理系女子の音〜塚本・佐藤研究室大学院生〜

- Q: 研究室の雰囲気は？
A: 学生同士で相談しやすく、周囲に聞きながら前に進められるのが心強いです。
- Q: いま取り組んでいる研究テーマは？
A: 今年から最大50kWのファイバーレーザーが使える環境になったので、銅板の溶接をテーマに研究しています。
- Q: この分野に興味を持ったきっかけは？
A: 高校時代に「実物として形に残るものづくり」がたくて機械系を選びました。
- Q: 将来やってみたいことは？
A: 自分の考えたことが社会のどこかで使われ、楽しいと思える働き方を目標としています。

- Q: 研究室の特徴は？
A: 先生も学生も行動的で出張が多く、議論も盛んな雰囲気です。
- Q: いまの研究内容を教えてください。
A: 粉末を供給しながらレーザーを照射して基板上に皮膜する手法で、抗菌性付与のための高品質な銅薄膜コーティング技術を開発しています。
- Q: 今後の道は？
A: 医療機器分野へ進みます。
- Q: 新入生のメッセージを。
A: 視野を広げて多分野に触れ、新しい出会いを大切にしてください。

浦川梢さん (M1) 吉田環さん (M2)



左から塚本雅裕教授、浦川梢さん（機械工学専攻博士前期課程1年）、吉田環さん（機械工学専攻博士前期課程2年）、佐藤二雄教授

銅×芸術

COPPER ART

カバーワールド
Copper World

銅版画の世界



池田俊彦さんの作品。
タイトル:
The melting self portrait
サイズ:
イメージサイズ
500×325mm
シートサイズ
789×545mm
技法: etching drypoint
制作年: 2023



17世紀型ロール式木製版画プレス機の復元(複製)。



The melting lord -After light after time after gravity
2021 エッチング、アルシュ紙 102×198cm ed.10



前号で取り上げた窪谷圭章さん作品も特別展示。窓の外は熊本県大町が見える。



遠辺千尋氏の作品「無辺」。
2007年エングレービング。



左の遠辺千尋氏の作品「無辺」の銅板も展示されている。その微細な線に感嘆。

日本の銅版画発祥地の芸術拠点「南島原市アートビレッジ・シラキノ」



入口の門には「白木野小学校」の看板——長崎県南島原市の「アートビレッジ・シラキノ」は、2015年に廃校となった小学校を再利用した芸術拠点だ。掲げるキーワードは「廃校・版画・再生」。旧校舎に、銅版、木版、リトグラフ・シルクスクリーンを扱う工房を整備し、若手作家を招聘するアーティスト・イン・レジデンス(AIR)を毎年実施している。取材時にはイギリスの版画家、ドリス・デ・サドさんとテキスタイルアーティストの山本達さんが滞在しており、工房で制作に励んでいる様子を見学できた。滞在する芸術家は制作と並行して成果展やワークショップを行っている。1階はギャラリー、2階は滞在若用の宿泊室、3階は版画上房とアトリエ。社会教育施設としての公開性を保ちながら、制作—展示—交流を一棟の中で循環させる設計で運営されている。

取付障を受け入れ、館内を案内してくれたのは、シラキノの運営を担うエデュケーターの池田俊彦さんだ。銅板に極小の点を刻み、腐食で黒の階調を立ち上げる緻密な表現で知られ、「死を拒絶し永遠に生き老い続けるもの」をテーマにした作品づくりをしている銅版画家でもある。現在は、このアートビレッジ・シラキノに居住し、工房運営、AIR運営、展示企画、講座設計などを担っている。

入館すると、展示は1枚の銅版画(セピアの聖母)から始まった。これこそが日本における最古の銅版画。16世紀末、南島原のセマリヨ(イエズス会の教育機関)で、日本人が制作したとされる日本史上初の銅版画だ。シラキノはこの銅版画技術発祥の地・南島原の歴史と文化を継承し、地域と芸術を活性化することを施設ミッションとしている。

池田さんに腐食銅版画(エッチング)の技法を解説してもらった。銅板に薄く均一に塗ったグラウンド(防蝕膜)をニードルで引っかき、塩化第二鉄で腐食させ、水洗と乾燥させた後、インクを詰め、雁皮紙などを重ねてプレス機で刷る——というのが一連の工程だ。銅版の表面の曇りや汚れは専用の研磨剤で、研磨剤を使用して磨き上げる。グラウンドは松蝋・蜜蝋・アスファルトなどを混合し6時間くらい煮込む。季節で蝋の量を調整。夏は柔らかくなりすぎないように減らし、冬はひび割れを防ぐため増やすという。腐食の止め方は日本では重曹中和が一般的で、ヨーロッパでは希硝酸リンスを使う例が多いとのこと——アートとはいえ、銅版画の制作現場は化学反応と実験に支えられた、職人気質を要する仕事場なのかもしれない。

最後に池田さんに「銅に対する思い」をうかがった。「私の銅に対する思いはかなり強い。銅版画は中世ヨーロッパから始まり、当時の錬金術と関連する腐食技術から発展しました。腐食しないもの、いわゆる貴金属というのは「金」だけで、西洋世界では金が貴金属とされ、他は単金属とされていますが……、卑金属とは加工できる素晴らしい金属で、その中でも一番加工に適しているのが銅だと思っています。この「銅」を使わないうとできない銅版画の世界があるということも、伝えていきたいと思っています。ちょっと敷居が高い方になるかもしれませんが、銅の良さ、銅版画の良さを見極めるのは難しいことです。100mを10秒で走るのと9秒90で走る、この違いがわかりにくいように、銅の美しさは、銅に関わり続けないとわかりません。だからこそ、私はこれからも銅に関わり続けていきます。」

16世紀末、南島原のセマリヨ(イエズス会の教育機関)で、日本人が制作したとされる日本史上初の銅版画だ。シラキノはこの銅版画技術発祥の地・南島原の歴史と文化を継承し、地域と芸術を活性化することを施設ミッションとしている。

入口の門には「白木野小学校」の看板——長崎県南島原市の「アートビレッジ・シラキノ」は、2015年に廃校となった小学校を再利用した芸術拠点だ。掲げるキーワードは「廃校・版画・再生」。旧校舎に、銅版、木版、リトグラフ・シルクスクリーンを扱う工房を整備し、若手作家を招聘するアーティスト・イン・レジデンス(AIR)を毎年実施している。取材時にはイギリスの版画家、ドリス・デ・サドさんとテキスタイルアーティストの山本達さんが滞在しており、工房で制作に励んでいる様子を見学できた。滞在する芸術家は制作と並行して成果展やワークショップを行っている。1階はギャラリー、2階は滞在若用の宿泊室、3階は版画上房とアトリエ。社会教育施設としての公開性を保ちながら、制作—展示—交流を一棟の中で循環させる設計で運営されている。

銅版を刻む体験と銅版画実演



エングレービング(自刻)、メゾチントなどさまざまな銅版画の技法を解説、実際に銅版を刻む体験も。

《セピアの聖母》複製版



廃校になった校舎をそのまま利用している。そのため校門には「白木野小学校」の看板がそのままある。



池田俊彦 Toshihiko Ikeda

1980年、東京都八王子市生まれ。銅版画家。2003年多摩美術大学絵画科油画専攻(福沢一郎記念賞)、2005年東京藝術大学大学院版画専攻。2013年文化庁在外研修でロンドン滞在。点描と腐食による緻密な表現で「死を拒絶し永遠に生き老い続けるもの」を主題とする。アートビレッジ・シラキノのエデュケーター。教育普及・AIR運営・展示などを担当。

第3回

「銅のすごい力を調べてみよう！」
夏休み自由研究コンテスト」開催



各賞の授賞式。TKP秋葉原カンファレンスセンターにて

第3回夏休み自由研究コンテスト

日本銅センターは、全国の小学4～6年生および中学1～3年生を対象に、「第3回 銅のすごい力を調べてみよう！」夏休み自由研究コンテストを開催した。銅の性質を探求し、若い世代の自然科学への関心を高める教育支援を目的に、「銅」の主な3つの特徴（熱伝導・超抗腐・加工性・導電性・リサイクル性）をヒントに銅全般に関する自由研究を、夏休み期間を含め約1か月間募集した。応募作品は5万6千点以上が寄せられ、厳正な審査の結果、最優秀賞2作品、優秀賞7作品、審査員特別賞2作品、団体賞1作品の計13作品を選出し、11月17日に結果を発表した。

最優秀賞は、小学生の部・豊田里佳さん（大阪府）「銅が水の腐敗と小松菜の成長に与える影響」、中学生の部・栗田千歳さん（静岡県）「ひずむと熱が発生する？～銅で探る金属の不思議～」が受賞した。団体賞では昆虫体内の銅の働きを検証する研究「昆虫体内の銅の抗菌・防カビパワーを検証する」が選ばれた。11月29日（TKP秋葉原カンファレンスセンター）において表彰式が執り行われた。表彰式には受賞した小・中学生が全国から集まり、表彰状は日本銅センター専務理事の桑山広司氏、日本銅業協会の

事の大川広三氏より授与された。表彰式の後には、受賞者から自身の研究の発表が行われた。小学生、中学生の皆さんは、この日の為に準備をして、しっかりと発表。保護者の方からは、研究発表について「貴重な経験をされた」「たくさん練習していた」などの感想をいただいた。日本銅センターからは、それぞれの研究に対するコメントが贈られた。最後に群馬大学大学院理学部教授、副学長 橋本英之氏が祝辞演説を行った。橋本氏は間伐材のチップに銅イオンなどを吸着させ、セメントに混ぜた「ラッドチップブロック」の開発を紹介し、また、受賞者に向けて、「AI」にできないことをやる為に、知識や技術を身につけて、将来ワークするための進歩を手に入れよう」とコメント。会場は学びと発見に満ちた時間となった。



最優秀賞 中学生

柴田 千歳 静岡県

「ひずむと熱が発生する？～銅で探る金属の不思議～」

菅官のコメント
ひずむと熱が出る現象を銅で確かめ、ほかの金属とも比べました。最優秀賞をいただけて嬉しいです。今後は条件をそろえて、研究をさらに発展させたいです。



最優秀賞 小学生

園田 里佳 大阪府

「銅が水の腐敗と小松菜の成長に与える影響」

菅官のコメント
昨年の取り組みを応用して、植物を育ててみました。二年連続で受賞できて、驚きと嬉しさでいっぱいです。来年も工夫しながら挑戦していきたいです。



●優秀賞 中学生

堀内 俊治 (千葉県)
「銅の殺菌効果の研究2-予防策としての観点から-」

高井 真帆 (愛知県)
「古代の鏡、青銅鏡を作ろうー家庭で作る青銅器ー」

上野 葉太 (東京都)
「電導力の殿堂入り！？～銅の導電性に関する実験～」



●優秀賞 小学生

神谷 すみれ (愛知県)
「災害時に役立つ！？熱伝導対決実験！」

村上 博亮 (京都府)
「貝は銅に触れるとどのような反応をするだろうか？」

淺野 ふみ香 (愛知県)
「銅をきれいにする研究」

園田 泉美 (大阪府)
「べっこうあめ作り 銅なべvs ステンレス鍋」



●審査員特別賞

群馬大学理工学部選出
細見 仁一朗 (京都府) 「銅はサビでも強かった！？～緑青の防菌作用と抗菌力を調べてみた～」

日本銅業協会選出
井之上 理紗 (兵庫県) 「銅がないとエアコンが使えない？」

日本伸銅協会 (古河電気工業) 選出
北野 瑞実 (和歌山県) 「銅なる？みかん」



●団体賞 小学生

大久保 奈月 (東京都) 大久保 由良 (東京都)
「昆虫体内の銅の抗菌・防カビパワーを検証する」



News 01 「めざせ！銅博士」出前講座実施

日本銅センターは、6月に北里環境科学センターと共同で開催した相模原みのり塾での出前講座の第2回（8月31日）、第3回（9月21日）を実施した。第2回は講座名「銅ってどう（銅）なってんの？」として、地球温暖化問題に銅が貢献していること、銅の製造方法とリサイクルについての講義を実施。第3回は講座名「銅を使って電池のしくみを学ぼう」として、銅と亜鉛を使った「レモン果汁電池」のしくみと実験を行った。北里環境科学センターでは生命活動に必要な金属、銅を使った金属触媒作用などの実験講座を実施した。



News 02 「片平まつり 2025」に参加

日本銅センターは、2025年10月11日、東北大学片平キャンパスにて開催された「片平まつり 2025」東北大学多元物質科学研究所のブースに、住友金属鉱山、日本鉱業協会と共に参加した。当ブースの出展プログラムは「銅ってすごい！活躍する金属：銅となかまたち」で、日本銅センターでは「銅の作り方を学ぼう、資源とリサイクル」と学生さん達が主体となった「素材の違いを調べよう」「銅の熱伝導を体感する実験」を実施した。当日は悪天候にもかかわらず、多くの方々が来場。銅の優れた特性を体感していただいた。



東北大学 多元物質科学研究所
公式キャラクター「RAMちゃん」

News 03 日本銅学会 第65回講演大会 特別講演

日本銅センターは、2025年11月1日に開催された日本銅学会 第65回講演大会にて、中山宏明事務局長による特別講演を行った。

題名は「持続可能な社会実現に向けた銅材料の貢献と銅リサイクルの実際」。講演では環境課題に向けた諸対策への銅材料の優位性や素材そのもののリサイクル性・現状の課題などについて解説された。

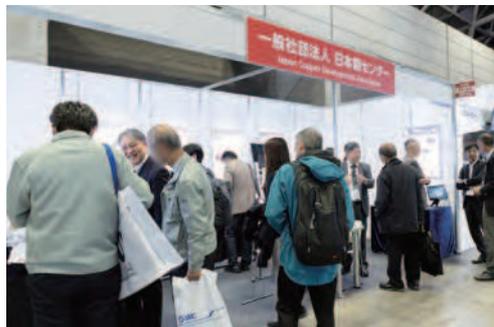


News 04

「第12回高機能金属展 -METAL JAPAN- 東京展」に出展

日本銅センターは、2025年11月12日～14日、幕張メッセで開催された「第12回高機能金属展 -METAL JAPAN- 東京展」に出展した。

展示内容は「銅の超抗菌・抗ウイルス性能」「銅のリサイクルの現状」「銅素材・加工品に関する最新情報」の3項目。CU STAR 認証製品、銅のフロー図とリサイクル原料、銅管・銅電線・銅加工品等を揃え、PRを行った。



News 05

「HVAC&R JAPAN 2026 第44回冷凍・空調・暖房展」に出展

日本銅センターは、2026年1月27日～30日、東京ビックサイトで開催された「HVAC & R JAPAN 2026 第44回冷凍・空調・暖房展」に出展した。

展示内容は「空調機器に使われる銅管」「エコキュートのエネルギー効率のカギを握る『銅』」「銅のリサイクルの現状」「日本銅センター規格」の4項目。各種銅管・エコキュートの実物展示等を行った。



Topics

東京藝術大学大学院 永濱颯太さんの修士制作

東京藝術大学大学院建築専攻 永濱颯太さんの修士制作が「伝統的建築板金技術を用いた極薄銅板シェルの研究」だ。

職人の経験と勘を持って扱われる「しぼり」「たたき」の二つの加工技術を、デジタル技術を介して定量化することで、コンピューター上で設計した形状から逆算をし、加工ピッチ、回数を含む設計図を導き出すアルゴリズムを作成している。

銅の特性を活かした二つの技法が、形の成り立ちから構造、意匠までも横断することで生まれる銅素材100%の本制作は、伝統的板金技術を基にデジタル技術を融合させることで引き出される、銅という素材の「ふるまい」そのものが形となった作品であるといえる。



編集後記

銅誌は前身の「プラス」から数えて200号、創刊66年となりました。これまで銅誌に携わった関係者の方々、読者の皆様に改めて御礼申し上げます。

本号は歴史・現在・未来をテーマにしております。歴史は銅誌の歴史と過去の記事の再訪。現在は災害に対する観測網整備に使われる銅、製錬所におけるリサイクル、銅版画家の取り組みを。そして未来は大阪・関西万博、大学の研究室、子供達に科学の楽しさを伝える先生、夏休み自由研究コンテストの受賞者のご紹介です。

今号の編集では、過去の誌面を振り返ることで、当時の担当者が環境変化に適応しつつ銅誌のバトンをつないできた苦労を改めて実感し、深い感謝の念を抱きました。

また、弊センターに所蔵がない号について、この機会に全国の図書館の御協力を得てすべての発行号の内容を揃えることができました。これを貴重な財産として保存・活用できるように整備したいと考えております。

編集デスク 小澤 隆 (日本銅センター)

情報発信委員会

(委員長) 宇佐見隆行 (古河電気工業株)
(委員) 鉦山/和田久行 (バンパシフィック・カッパー株)、
牛久和彦 (三菱マテリアル株)、吉本俊 (日本鋳業協会)
伸銅/原田宗和 (株神戸製鋼所)、根本優一 ((一社)日本伸銅協会)
電線/坂井有生 (株フジクラ)、若月英機 ((一社)日本電線工業会)
<<(一社)日本銅センター>> 桑山広司、波多野英明、岩谷恵美子



第200号を記念して、銅誌のシンボル「銅」の文字に「ブラス」1号から「銅」199号までのすべての表紙を集め、歴史の重みを重ねてみた。

表紙のことば

<https://www.jcda.or.jp>

この銅誌のバックナンバーは、上記HPでご覧いただけます。

「銅」第200号（昭和39年11月創刊）

令和8年3月31日発行／発行人・桑山 広司

発行所・一般社団法人日本銅センター

東京都台東区上野 1-10-10（うさぎヤビル） TEL／03(3836)8821 FAX／03(3836)8828

（一社）日本銅センターホームページ <https://www.jcda.or.jp>

無断転載禁

編集 日本印刷（株）

