

平成29年度
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業
戦略的基盤技術高度化支援事業

「純銅を凌ぐリン青銅の最高抗菌値及びその高抗菌値を効果的に
発揮させるための薄膜化・表面加工法技術の確立」

研究開発成果等報告書

平成30年5月

担当局	東北経済産業局
補助事業者	公益財団法人 みやぎ産業振興機構

目 次

第1章 研究開発の概要

- 1－1 研究開発の背景・研究目的及び目標
- 1－2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）
- 1－3 成果概要
- 1－4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 本論

- 2－1 抗菌性を発揮する合金組成の決定
- 2－2 リン青銅合金の抗菌性試験結果
 - i) ハロー法
 - ii) フィルム法
- 2－3 抗菌メカニズムの検証
- 2－4 リン青銅の薄膜化板状品の製造技術の確立とクラッド技術の確立
 - i) 薄膜化板状品製造技術の確立
 - ii) クラッド技術の確立（相対金属 アルミニウム、ステンレス）
- 2－5 リン青銅合金粉状品製造技術の確立とその用途の多様化
- 2－6 表面処理に伴う色調変化の検討結果
- 2－7 既存品への施工技術の確立
 - i) ラッキング方式
 - ii) 電磁成形、拡散接合

第3章 全体総括

- 3－1 研究開発結果まとめ
- 3－2 研究開発後の課題
- 3－3 事業化展開について

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

研究開発の背景

・現在、日本のみならず多くの諸外国において各国のボーダーがなくなる、即ちグローバル化の波が止まらず、1日に7500万人の人々が国境を越えて、隣国、他国へ観光旅行、ビジネス、出稼ぎ、海外留学等で往来している。我が国でも2017年度において、2800万人が海外諸国から入国している（実に76712人/日）。政府も声高にインバウンド効果が経済に与える影響を企図しており、2020年東京オリンピックの年には4000万人の入国者（出国者はその1/3の1300万人）を見込んでおり、出入国で実に5300万人、実に145000人/日 が出入国することになる。米国では実に190万人（世界全体の2.5%）近くの人が日本と同様に観光旅行、ビジネス、出稼ぎ、留学（ハワイ、サンフランシスコ、ニューヨーク、ラスベガス、ロスアンゼルス、米国メキシコ国境）で出入国をしている。人間が動けば物品も激しく動き、世界中に感染症の原因となる病原菌、ウィルスがばらまかれる。米国は、直近の2年間で平均寿命が1.5歳短縮している。理由は薬物中毒と、感染症の蔓延だと言われている。米国政府、EU 諸国、日本、韓国等は、感染症の蔓延防止対策に20年前から、米国では狂牛病、日本ではO-157を機に乗り出している。

我が国では各省庁が、水際防止作戦を敢行し防いでいるものの全部がうまく行っている訳ではない。少子高齢化の中で最も甚大な悲劇は、感染症の特徴として直ぐに合併症を引き起こし、後期高齢者、幼少時などに重篤な症状が現れ、死に至ることである。。

・一方、1970年代の初頭に始まったキッチン革命（システムキッチン）により、シンクがタイルからステンレス、1980年後半からトイレ革命（和式→洋式 洋式→ウォシレット）が日本では起きた。しかしながら、未だに菌、ウィルスは減少していない。

鉄鋼メーカーが1990年代にステンレス、ニッケルメッキで抗菌性をキッチン、トイレ、水回りなどに担保しようとしたが、銅、銀以外には抗菌性殆どないと結論付けられ、鉄鋼メーカーは本抗菌テーマから完全に引き上げた。ニッケルメーカーも同様である。

研究目的及び目標

（株）原田伸銅所が研究開発を進めているリン青銅合金は、上記の世界中における環境の変遷（ボーダーレス化：菌、ウィルスの繁殖 → 越境、蔓延）に対し、銅合金が本来有している抗菌性をフルに活用することにより、越境、蔓延する菌、ウィルスの未然防止の

一助となる。

今後少子高齢化が、都会・地方を問わずますます進む中で、菌、ウィルス等による幼小児の身体を守ることが国、自治体にとって責務となってくるため、自治体、病院、介護施設、その他建設会社（バリアフリー、シェアハウス、リフォーム）と密な連携を取りながら上記目的の完遂にあたりたい。

そのために下記の内容について、銅合金の抗菌性に関して多くの機関及び企業の協力を得て調査検討した。

銅合金の抗菌・抗ウィルス性について（１）

私たち人間の周りには、実に多くの菌、ウィルスが実在しています。故に、カテゴリーを３種類に分けて調査検討し、弊社銅合金が下記のウィルス、菌、カビに対し抗菌性を有する結果を得ました。

	ウィルス	菌	カビ
おもな病原体	<u>ノロウイルス</u> 、ロタウイルス、 <u>インフルエンザウイルス</u> 、アデノウイルス、 コロナウイルス、麻疹ウイルス、風疹ウイルス、肝炎ウイルス、ヘルペスウイルス、HIVなど	<u>ブドウ球菌</u> 、 <u>大腸菌</u> 、サルモネラ菌、 <u>緑膿菌</u> 、コレラ菌、 赤痢菌、炭疽菌、結核菌、ボツリヌス菌、破傷風菌、レンサ球菌など <u>レジオネラ菌</u> <u>O-157</u>	白癬菌、カンジダ、アスペルギルスなど <u>アオカビ</u> 、 <u>アカカビ</u>

上記、ウィルス、菌、カビ中 名称に赤線を引いているものについて調査いたしました。結果、上記の赤線を引いているウィルス、菌、カビについてはすべて銅合金 板状品、粉状品が抗菌、抗ウィルス、防カビを表していることが判明しました。実験結果等を滋養以降に記載いたします。

目標

① リン青銅合金において最高抗菌値を発揮させる合金組成

ピンポイント組成ではなくリン青銅製造時の公差も考慮したうえで製品の組成を決定する

② 銅合金薄膜化品の自立を図るクラッド材

アルミニウム板、ステンレス板との冷間接合

③ 表面加工による、3つの効果を検討

i) 表面の粗面化により、抗菌性の増幅をどこまで上げることができるか

ii) 表面を粗面化することによる人間の皮脂等で表面の黒ずみ、或いは手の指紋跡をどこまで防止・改善できるか

iii) 需要家ニーズとして、光沢度を抑える 公共乗物（バス、地下鉄）現状の1/15

手摺、大学病院系 医療周辺機器 1/3

④ マスクを最終製品に設定し、粉状品を布＜ガーゼ＞に一律担持させた場合の抗菌性を確認

⑤ デザイン性 銅色以外の色の発色

化学的処理、化成処理、物理処理、熱処理 等

⑥ 製作物

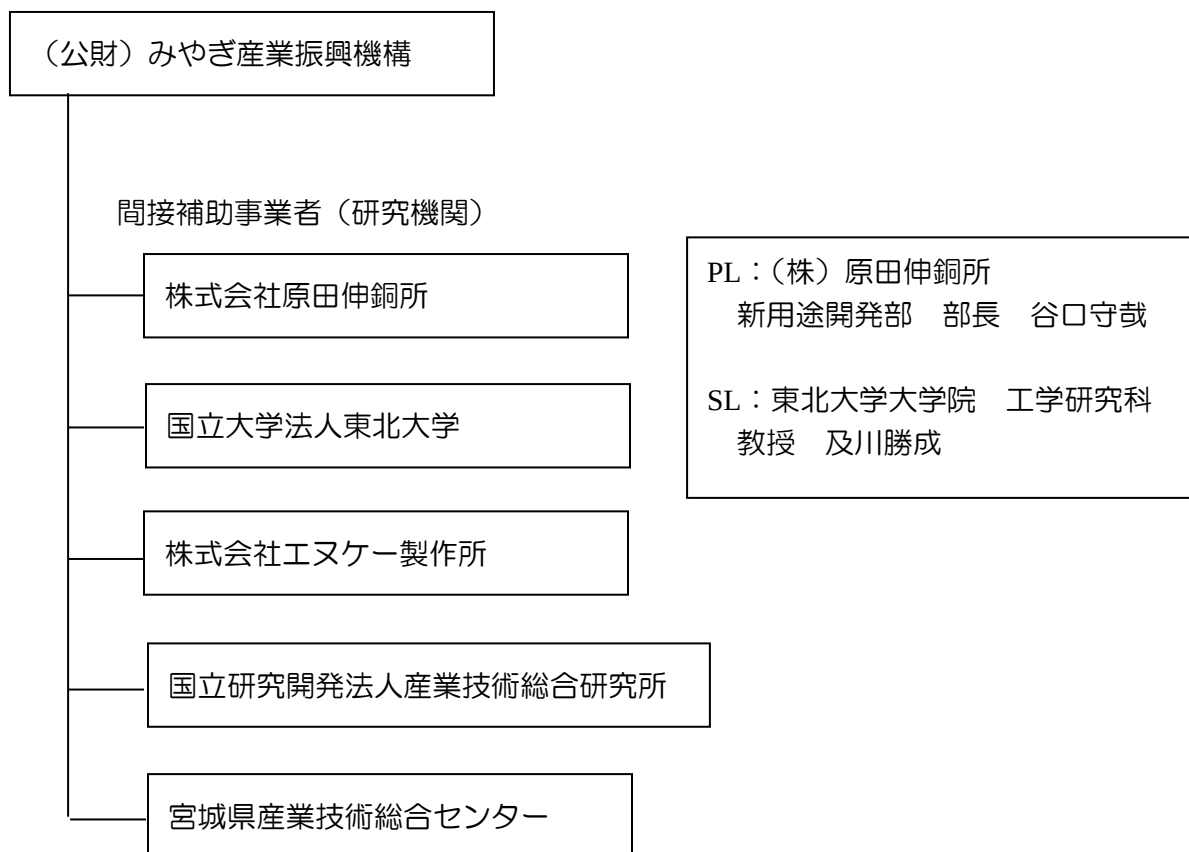
手摺3種類、マスク用ガーゼ、銅合金薄膜化品、クラッド、色調変化品、

粉状品（水アトマイズ、マイクロ波粉）

1－2 研究体制

1－2－1

補助事業者（事業管理機関）



1－2－2 管理員及び研究員

【補助事業者】 公益財団法人みやぎ産業振興機構

氏名	所属・役職
熊谷 実	産業育成支援部 部長
清正 真砂	産業育成支援部 地域連携推進課 課長
石川 仁	産業育成支援部 地域連携推進課 課長補佐
小野寺 桂三	産業育成支援部 地域連携推進課 技術力向上専門員

【間接補助事業者】（研究機関）

株式会社原田伸銅所

氏名	所属・役職
谷口 守哉	新用途開発部 部長
小浴 和博	新用途開発部 担当課長
佐藤 仁	新用途開発部 主任
二村 典昌	新用途開発部 兼仙台工場総務課長
貝田 武志	新用途開発部 兼新合金プロジェクト

會田 泰寛	品質保証部 検査課長
成田 智	品質保証部

国立大学法人東北大学

氏名	所属・役職
及川 勝成	大学院 工学研究科 教授
上島 伸文	大学院 工学研究科 助教
金澤 敏昭	大学院 工学研究科 技術職員

株式会社エヌケー製作所

氏名	所属・役職
石川 宏幸	産業機械開発部 部長
西片 弘治	産業機械開発部 係長
五十嵐 信二	産業機械開発部 係長
山谷 辰美	産業機械開発部 係員

国立研究開発法人産業技術総合研究所

氏名	所属・役職
松崎 邦男	製造技術研究部門 構造・加工信頼性研究グループ 上級主任研究員
原田 祥久	製造技術研究部門 構造・加工信頼性研究グループ グループ長

宮城県産業技術総合センター

氏名	所属・役職
伊藤 利憲	規格・事業推進部 商品開発支援班 班長 副主任研究員

【アドバイザー】

氏名	所属・役職
鴨下 信司	銅金株式会社 代表取締役社長
山田 公一	三協立山株式会社 三協マテリアル社 製品技術部 製品技術課 課長
井手重 尚	阪和工材株式会社 北東北営業所 所長
鈴木 孝和	有識者
松本 和巳	一般財団法人ふくしま医療機器産業推進機構 事業化支援部 部長
河村 真也	株式会社 CX メディカルジャパン コンサルティング事業部 マネージャ

1-3 成果概要

研究開発の成果

① リン青銅合金において最高抗菌値を発揮させる合金組成

4種の菌（黄色ブドウ球菌、大腸菌、緑膿菌、病原性大腸菌 O-157）が、下記の
Sn 値 1.05%、P 値 0.09%にて最高値となることを見出した。（ $n \geq 30$ ）

但し、製造時の公差、低コスト化を考え次の通りとした。

	スズ値	リン値	備 考
抗菌性銅合金・最高 抗菌組成	※1 1.05%	0.09%	原田では、呼称 HAVB105
低コスト化を考慮し 数値に幅を設けた	※2 0.95~2.00%	0.03~0.10%	
実機にて、製造指図 書に記載する数値	※3 1.05±0.10%	0.03~0.10%	製造上、これ以 上の幅は不可

※1. 原田では、これを HAVB105 (Harada Antibacterial & Virus Bronze 105) にて商標化している。

※2. 幅の取り方は、 $n=3$ でスズ値 0.80~2.50%間にて、0.1 ずつ差を設け抗菌性を計測した結果に基づき取り決めたものです。

※3. 原田では、製造指図書に基づいて製造する。したがって幅は最小単位に抑えられる。

② 銅合金薄膜化品の自立を図るクラッド材 基板 決定

基板については、アルミニウム（1000番台）とステンレス（SUS304 非磁性）を中心とする。

③ 表面粗面化加工の方法選択とその成果

表面粗面化方法	抗 菌 性	量産方式/非量産方式	光沢度	コスト
ダルロール加工	増幅効果 大	量産方式に合致	$\Delta 1/6 \sim 1/4$	ワークロールの ダルロール化料 金のみ 安価
バイブレーション ショットブラスト ヘアライン	増幅効果 中 増幅効果 大 増幅効果 小	機械次第 チャンバー次第 機械次第	$\Delta 1/6 \sim 1/4$ $\Delta 1/15 \sim 1/8$ $\Delta 1/3 \sim 1/2$	機械の規模次第 チャンバー規模 機械次第
※1 陽極酸化	増幅効果特大	機械が大型化 量産方式に合致	◎ $1/25 \sim 1/20$	チャンバー規模 陽極酸化温度と 薬品代

※1 陽極酸化では、抗菌性のみならず色調変化も期待できる。

④ 粉状品の抗菌性（粉状品を布くガーゼ）に一律担持させた場合の抗菌性を計測）

粉状品は、需要家ニーズが高く28年度に新規研究開発項目>とした

比表面積が大きく、板状品の抗菌性と比較し数倍の抗菌値が得られる。

下表は、リン青銅合金板状品、粉状品①水アトマイズ粉②マイクロ波微粉の3種類の抗菌性をハロー法によるハロー幅で計測した数値表である。（ハロー幅：mm）

	銅合金板状品	水アトマイズ粉	マイクロ波微粉
黄色ブドウ球菌	3. 58	8. 42	※1 7. 8
大腸菌	2. 67	3. 83	計測せず

※1 マイクロ波微粉は、できた量が少なく分析サンプルを厚み1～2mm×28mm×28mmにできなかった。厚み2mm、約直径3. 2mmの円柱状の試験体にてハロー幅を計測した。予測数値 同様に28mm×28mmであれば13～18mm程度のハローが出ていた（JFE テクノリサーチ㈱分析担当者）

⑤ デザイン性—銅色以外の発色試験

需要家のニーズに合わせる各種試験を実施し、下記の内容を得た。

発色試験法：熱処理、化成処理、陽極酸化、物理的処理の4種類

発色試験 / 場所	病 院 系	介護福祉系	官公庁・遊技場	一般住宅	旅館ホテル
希 望 色	寒色 灰、白、青	暖色 赤、茶、黄	中間色 緑、黄緑、黒	暖色、中間色 茶、黄緑、紺	暖色、中間色 茶、黄緑、
熱 処 理（酸化膜）	青	茶、赤紫		茶	茶
化成処理	白、青、銀	茶、赤紫、紫	茶、赤紫、紫	黄緑	茶、赤紫
陽極酸化（NaOH液）	現在2種類 青、濃紺		黒	黒	黒
物理的処理 ショットブラスト		梨地		梨地	梨地

（宮城県産業技術総合センターの協業で上記色を作成）

⑥ 製作物の成果概要

	製作物名称	色調/梨地	コーティング	成果
手 摺 棒	一般手摺（ダルジ）	○	○	◎
	長尺手摺	○	○	◎
	リハビリ（太棒）	○	○	○
3 種類				
クラッド	アルミ、ステンレス	○	○	○
マスク用ガーゼ	銅粉一律担持品	○	○	◎
薄膜化銅合金	20μ、30μ、40μ	—	—	◎
色調変化品	顧客ニーズ対応	—	—	○
水アトマイズ	10～20μm品	—	—	◎
マイクロ波粉	10nm～100nm	—	—	◎

1－4 当該研究開発の連絡窓口

【事業管理機関】

公益財団法人 みやぎ産業振興機構

産業育成支援部 地域連携推進課 小野寺 桂三

〒982-0011

宮城県仙台市青葉区上杉 1 丁目 14 番地 2 号

TEL：022-225-6638 FAX：022-263-6923

E-mail：koudo@joho-miyagi.or.jp

【研究機関】

株式会社原田伸銅所

新用途開発部 部長 谷口守哉

〒981-3606

宮城県黒川郡大衡村桔梗平 2

TEL：022-344-2883 FAX：022-347-1064

第2章 本論

2-1 抗菌性を発揮する合金組成の決定

折れ線グラフ 横軸にスズ値を取り、縦軸（左）にハロー幅（ハロー法）を取った。

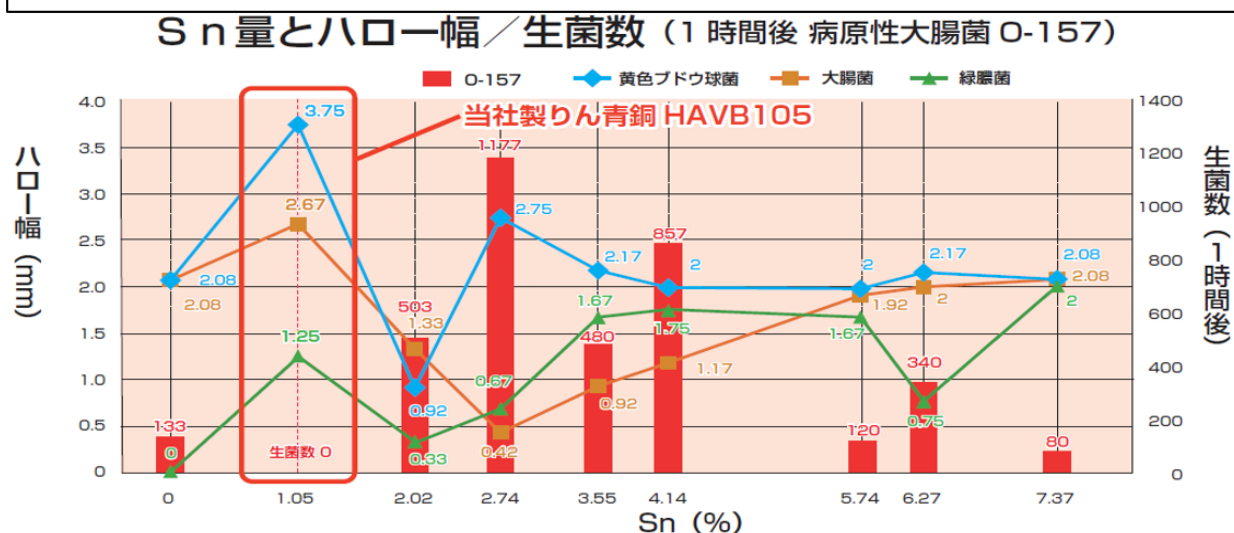
スズ値1.05%のところで黄色ブドウ球菌、大腸菌、緑膿菌のハロー幅が上昇し、3つの菌の合計がスズ値1.05%のところで最大となっている。

棒グラフ 横軸にスズ値を取り、縦軸（右）に生菌数（フィルム法）を取った。

スズ値1.05%のところで生菌数は0となった。

■ 高抗菌性 一般的に金属は、ハロー幅0～0.04mm前後（鉄 0）

すず1.05%の配合比による当社製りん青銅『HAVB105』（特許技術）は、外部検査機関におけるJIS試験法での検査の結果、O-157・黄色ブドウ球菌・大腸菌に特に高い抗菌性を示しました。



上表の横軸の左端は、純銅（スズ値0）を表している。即ち、リン青銅のスズ値1.05%のところでハロー法、フィルム法共に抗菌性が最大化している。

1-3の成果概要については、コスト及び製造公差を考え、スズ値を0.95～2.00%とし、リン値を0.03～0.10%とした。

2-2 リン青銅合金の抗菌性試験結果

分析はハロー法並びにフィルム法両方或いは片方で実施している。

類似する各社の抗菌銅合金の分析結果（ハロー法で実施した）

また弊社品の特徴は、抗菌性が高社品と比較し大幅に高く、加えて大きな特徴は高度管理

医療機器Ⅲ類、Ⅳ類がひしめく MRI 室、CT 室、集中看護室等にも非磁性であるが故に持ち込めることである。下記に M 社、K 社との抗菌性の相違並びに磁性について記載する。

<類似技術を有する M、K 社との比較>

- 両社共に、合金組成金属として銅、ニッケル、亜鉛を選択し抗菌性銅合金を製造している。(表 2) 両社共にニッケルを選択している理由は、変色変化防止を挙げている。しかしながら、ニッケルを 10%以上使用しているため高価とならざるを得ない。

表 2 他社製りん青銅との比較 (2 時間後)

Ⓐ	化学組成表示Ⓐ	磁性Ⓐ	用途Ⓐ	抗菌性 (ハロー幅) Ⓐ
原田伸銅所 Cu-1.05Sn-PⒶ	Sn:1.05% P:0.08% 残 CuⒶ	非磁性Ⓐ	手術室も可。高度精密機器計測可Ⓐ	1.65mm
M社材	Ni:11-13% Zn:13-15% 残 CuⒶ	弱磁性Ⓐ	病室まで。高度精密機器計測不可Ⓐ	0.33mm
K社材	Ni:16.5-19.5% Cu:62-66%Ⓐ	弱磁性Ⓐ	病室まで。高度精密機器計測不可Ⓐ	—Ⓐ

※K 社材は表面コーティングされており、抗菌性は無い。

- 医療機関において、「非磁性」は病院使用における重要なキーワードである。原田伸銅所製独自りん青銅は、非磁性であるため用途に制限がないが、**他社品**は弱磁性であり、MRI 室、CT スキャナー室等の管理医療器機 (クラスⅡ)、高度管理医療器機 (クラスⅢ、クラスⅣ) が設置してある**診断室、治療室では使用できない**。
- 同様にステンレス製品もフェライト、マルテンサイト系は使用できず、SUS304 系を代表とする、オーステナイト系しか使用できない。

<他社製品との抗菌性における差異>

- 上記の試験で高い抗菌性を示した 1.05%Sn りん青銅と他社の抗菌銅合金の抗菌性比較試験を行った。試験はハロー試験法で、黄色ブドウ球菌を使用した。下表に示すように原田伸銅所材が高い抗菌性を示している。
- これまでの評価にて、りん青銅は人へのアレルギーが少なく (金属アレルギー)、加えて、りん青銅が露出している限り、抗菌性が維持されることも確認されている。

(東北大学大学院工学研究科との共同研究の成果であり、昨年 5、7 月に日本鋳造学会論文発表大会京都大会及び、東北大会にて発表済)

表 3 他社抗菌銅合金と当社抗菌りん青銅のハロー試験結果 (n=4, 3 回)

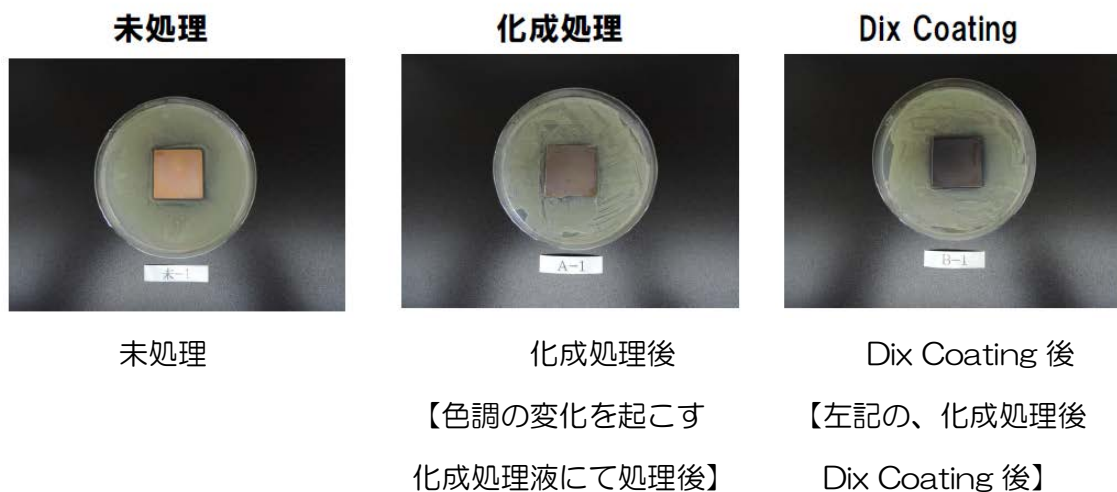
サンプル名Ⓐ	平均ハロー幅 mmⒶ	最大ハロー幅 mmⒶ
原田伸銅所 Cu-1.05Sn-PⒶ	1.65	3
M社製抗菌銅合金	0.33	2

現在、多くの病院では少なからず医療過誤を恐れ、非磁性品以外には高度管理医療機器が備え付けられている部屋には持ち込めない。

次に金属表面を、未処理のもの、化成処理したもの、化成処理後コーティングしたものに於いて抗菌性分析を実施した。

抗菌性試験の結果の評価

Y1701583	ハローの有無	ハロー幅の平均値 (mm)
未処理	有	3.6
化成処理	有	3.5
Dix Coating	有	4.2
対照	無	—



結果まとめ

上記の3種類の銅合金、ア) 未処理品何もしていないもの、イ) 表面を化成処理したもの、ウ) 化成処理後 Dix Coating したものの3種類のハロー試験を実施したところ、殆ど差異が見られなかった。加えてDix Coating の抗菌性値は、未処理品を上回った。このことから、Dix Coating (蒸着) 後の比表面積が大きくなっていると予想される。

2-3 抗菌メカニズムの検証

課題は、銅合金の抗菌性メカニズムを検証し、本リン青銅板状品の高抗菌性及びその製造方法を明らかにし、リン青銅の高抗菌性を活用し得る用途を多様化させ提案を拡大することにある。

本課題に於いて、抗菌性増幅のパラメーターと考えられるものを、リン青銅板状品の製造時に於いて、圧延回数(パス回数)の変更及び最終仕上げに高温焼鈍・その後急冷するのではなく徐冷を施すなど創意工夫し、検討した結果、抗菌性の増幅が確認された。

即ち、下表のとおり、1.08%のスズと、0.094重量%のリンとを含み、残部が銅と不可避の不純物からなり、圧延加工と焼鈍処理が施され、最初の厚みが

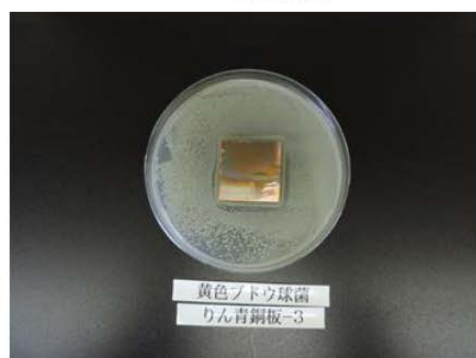
1.0mm、圧延後の厚みが0.197mm以上、1.17mm以下、1.0mmからの圧延であり、硬度がO材（オー材 ナマシ）或いは1/4H（1/4エイチ材 H:Hardness=硬度）（ビッカース硬度（HV） O材（オー材 下限値 55 ≤ 1/4H材 上限値 120 ≤ 即ち 硬度については、55 ≤ Hardness（HV） ≤ 120）であり、かつ結晶粒径が200 μm以上、800 μm以下であることを特徴とする抗菌性リン青銅合金である。

前記圧延加工が、1パスあたりの圧下率を30%～31%に設定した圧延加工を、6パスないし11パス行い、トータルの圧下率が、88.3%以上、98.03%以下であり、前記焼鈍処理は、700℃以上、900℃の温度範囲で、2時間以上、4時間以下保持した後、徐冷を実施することを特徴とする、前記の抗菌性を有するリン青銅合金の製造方法である。

上記製造方法に基づいて、製造されたリン青銅板のハロー試験結果を下表に示す。

Y1701062	ハローの有無	ハロー幅の平均 (mm)
りん青銅板	有	2.9
対照	無	—

りん青銅板



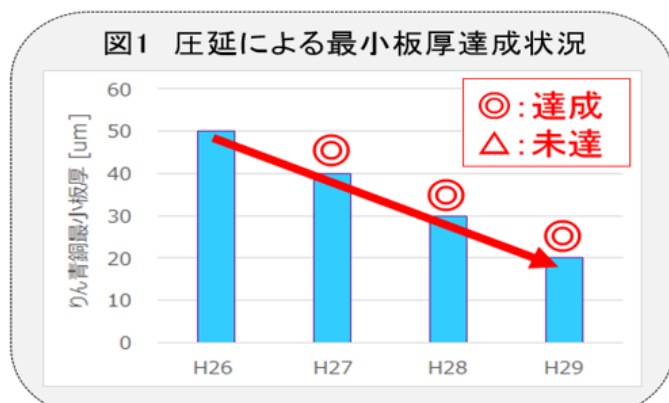
圧延、焼鈍繰り返し後最後に900℃で2時間焼鈍を実施したりん青銅板の
ハロー試験結果とその写真

2-4 リン青銅の薄膜化板状品の製造技術の確立とクラッド化技術の確立

i) 薄膜化板状品技術の確立

条件出しに相当の時間を要したが、3年間で目標であった薄膜化板状品の製造に成功した。

1) 20 μ m厚品の圧延結果



原田伸銅所と東北大で条件出しを行い、圧延と焼鈍を繰り返して20 μ mの厚みに成功



商業生産では、50 μ mまでしか製作してこなかったため、40 μ m→30 μ m→20 μ mまで圧延回数（パス回数）、圧下力、ロールの回転スピード等を決定するために、実に多くの試行錯誤を繰り返した。一般に箔は、12 μ m以下であるがそこまで近づいたといつて過言ではないところまで達成。

ii) クラッド技術の確立

一般的に、銅、それも薄膜化状品とのクラッド、加えて冷間では困難であるとされる。クラッド化についても薄膜化同様、条件出しが非常に難しい。熱間、或いは薄膜でなければ圧下力及び拡散接合でうまく行くとされている。

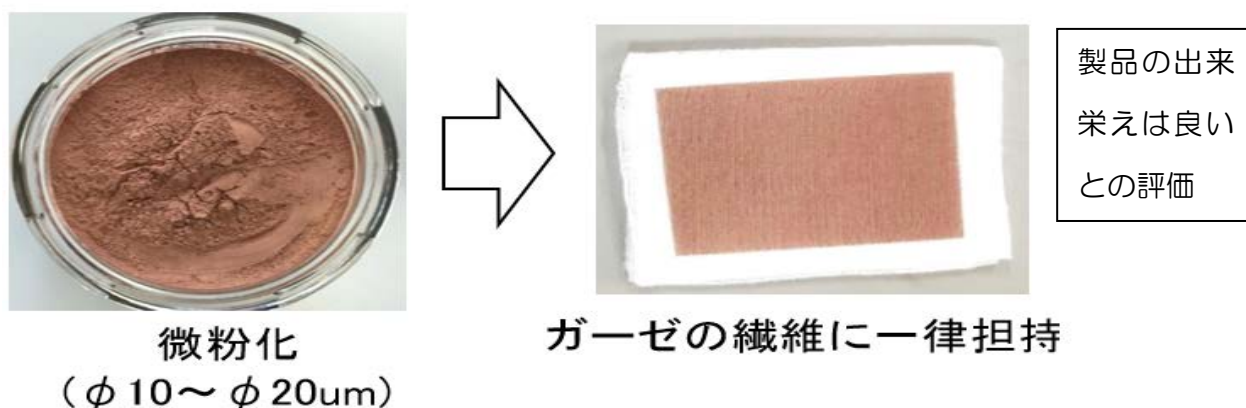
本課題に対し、全てが100%うまく行った訳ではないが、超音波付与をしながら新生面に対して圧下、加えて接合材としてアルミニウム箔膜板、或いはリン青銅薄膜板状品をインサートすることに拠り、圧下接合及び拡散接合の両方式で冷間圧延下でのクラッド化に成功。

相対金属（接合基板金属）については、現状は最顧客ニーズの高いアルミニウムとステンレスに絞った。

2-5 リン青銅合金粉状品製造技術の確立とその用途の多様化

粉状品の製造はできたが粒径にバラツキがあり、粉状品を顧客ニーズに合わせ分級することにした。

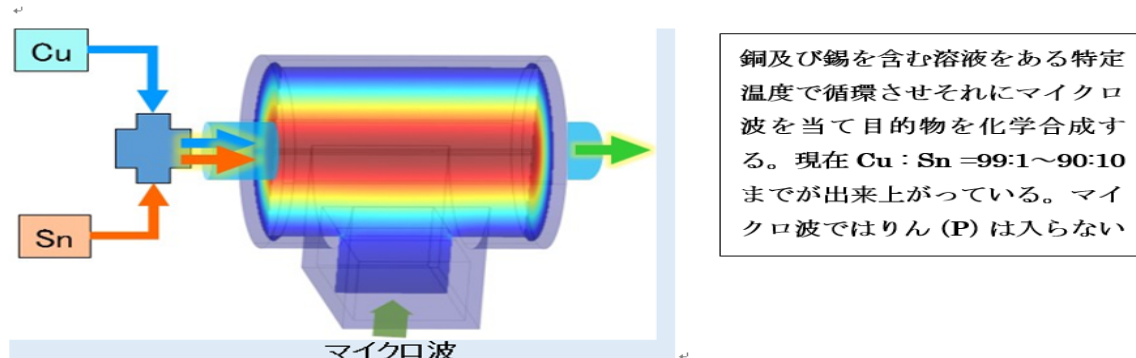
製作物をマスク用ガーゼ1本に絞り、医療用マスクの生地が 5μ 故、経口しない粒径 $10\sim 20\mu$ とした。結果、吊鐘状の正規分布（中央値 $10\sim 8\sim 12\mu$ 間に 85% ）となった。実験は、水アトマイズ法で銅合金を再度溶湯化し、高圧の冷却水で μ （ミクロン）品を製造。 $1\sim 140\mu$ までばらついたものをエアー（空気 真空状態）分級し、下限 $10\sim 20$ 上限とした。下図は、 $10\sim 20\mu\text{m}$ に分級した銅合金粉状品を医療用ガーゼに一律担持させたものである。 銅合金粉の医療用ガーゼへの一律担持



ミクロンサイズ銅粉（分級品）のニーズは、高く又多様性を保有している。上記の医療用マスクガーゼに限らず、多くの方々から多くの使用法に関するアイデアを既に頂いている。

1 年前から、更にサイズの微粉化を検討し、産総研東北センターとマイクロ波合成粉も検討中である。

【マイクロ波装置 概念図】



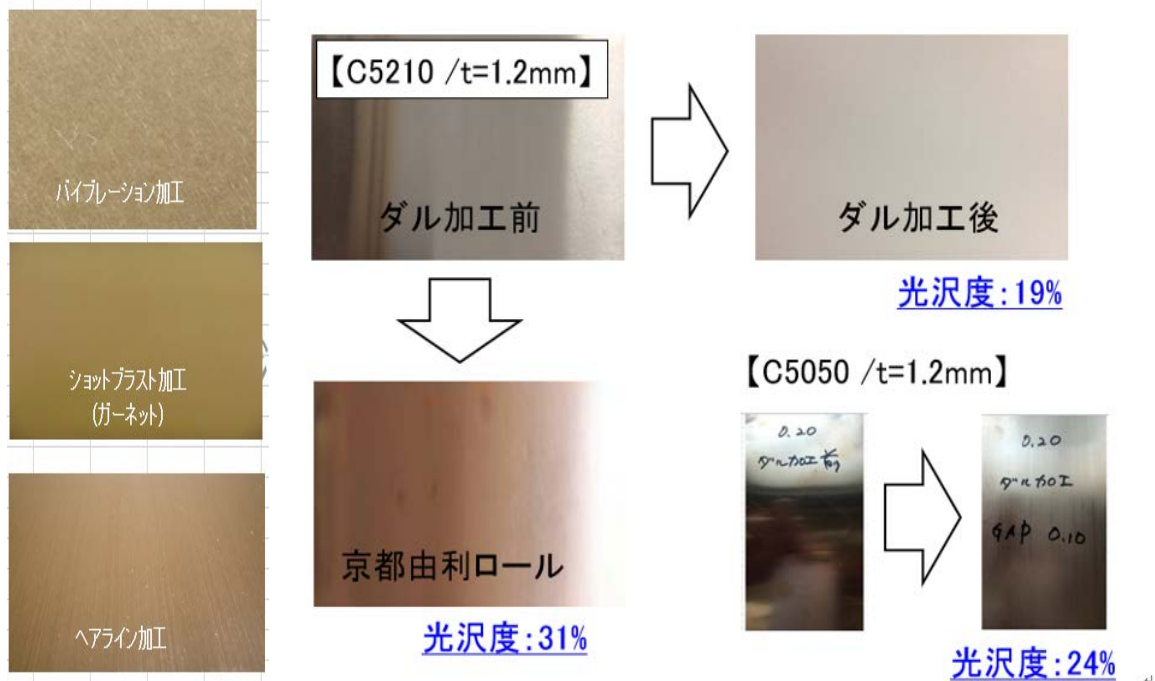
2－6 表面処理に伴う色調変化の検討結果

光沢度を抑え、目に優しい金属を製造する1stステップとして、銅合金薄板表面を粗面化することが最も容易であり、コストも抑えることができる。

2nd ステップとして、化成処理、熱処理（酸化被膜）、陽極酸化等がある。

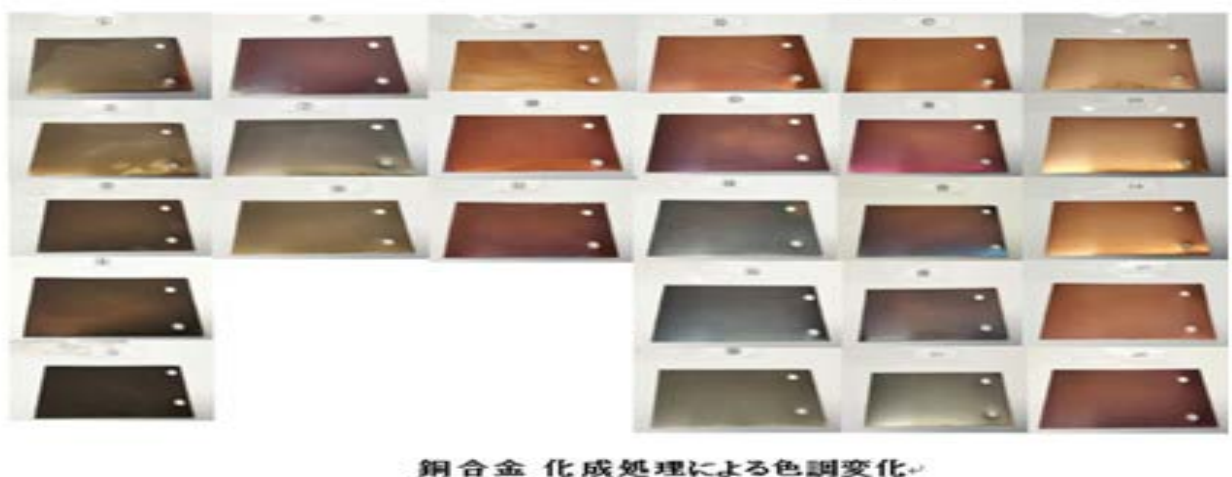
(1) 物理的处理

3方式 バイブレーション加工、ショットブラスト加工（下図ではガーネットを使用）、ヘアライン加工、これに加えて量産加工法としてダルロール加工がある。いわゆる物理的変色
或いは艶消し加工法である。下図をご覧ください。綺麗にすべてが仕上がっている。



次に、色調を完全に変化させる方法として、熱処理、化成処理、陽極酸化の3法がある。

(2) 化成処理

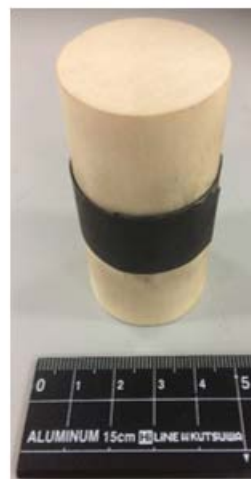
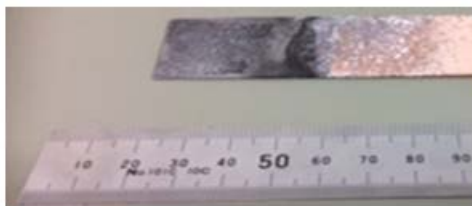
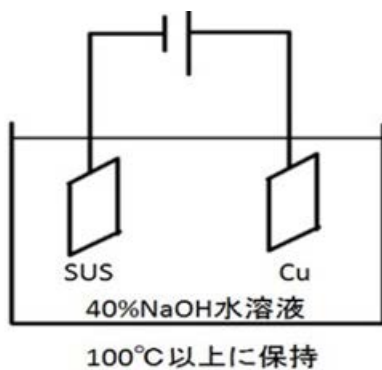


(3) 熱処理（酸化膜処理）



上図のように2番目を除いては、再現性のある発色が得られている。但し、抗菌性については、化成処理品については調査済であるが、熱処理発色についての抗菌性実験は未だ実施していない。

(4) 陽極酸化による発色



陽極酸化により、左図の通り黒色と、中間過程で濃紺色（青）が得られる。

2-7 既存品への施工技術の確立

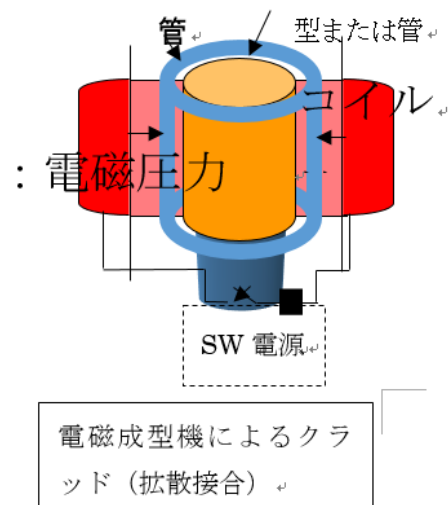
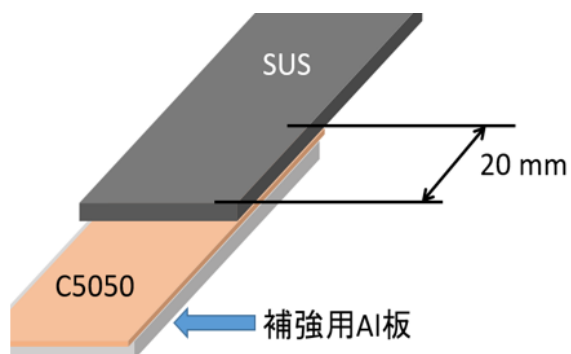
- i) ラッキング法 既存の手摺等を活かしその上部にラッキング機（改良型）を用いて、銅合金板状品を巻き付ける。次頁の機械は株式会社エヌケー製作所にて製作（ABB ロール改良型）したもので半自動化となっている。
- ii) 電磁成形機＋拡散接合機でもラッキング機と同様に、既存品の手摺等へ銅合金を巻き付けることができるが、電磁成型機は 1000mmの手摺等にうまく巻き付けるとなると相当大きな機械となり量産性は良いものの可搬ができない。

ラッキング装置;ABBロールの半自動化



上記設備は、一般にハゼを折るために使用されている ABB ロールの改良機であり、原材料を投入（インプット）するところ及び、ハゼを折る部分だけが自動化されていない。半自動機器である。小型アクチュエータを使ってロールを上下させることでラッキング動作を自動化した。

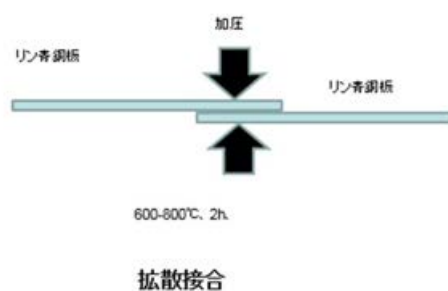
下図の左は電磁成形と拡散接合を同時に実施している概念図である



8

拡散接合 概念図

薄膜化銅をインサート



電磁成形及びバルジ加工の応用

ディンプル材との複合化



従来の接合(半田接合部)部を綺麗に仕上げるために拡散接合を検討する。

第3章 全体総括

3-1 研究開発結果まとめ

本研究成果により、以下の成果を得ることができた。

- ① 抗菌性を発揮するりん青銅の組成範囲を、製造公差も考慮の上決定した。
- ② 銅合金の保有する抗菌性のメカニズムについて、略理解ができ、加えて抗菌性値を増幅させる手段、或いは制御できる方法を構築できた。
- ③ 表面粗度が、抗菌性、光沢度に与える影響については、多くの実験を重ねた結果、明確に理解できるようになった。
- ④ 銅合金の薄膜化板状品 20μmまで、できたことで多くの需要家のニーズ（薄膜であるが故の自由度、コスト低減）に応えることが可能となった。
- ⑤ クラッドは、今後多くの精密機器分野、自動車、航空機、医療機器等での小型化・軽量化に役立つことを多くの需要家からの要望で理解できた（マーケティング結果）。
- ⑥ 粉状品について、製造ばかりでなく用途開発にも一部成功した。
非常に大きな成果となった。

3-2 研究開発後の課題

本研究開発により、抗菌性メカニズム及びハード部分については、殆ど成功に導くことができた。今後の課題は、弊社が最も弱いソフト面での強化、即ちデザイン性も含め需要家が喜んで使用する内容にする必要がある。例、既存品への応用 簡易な脱着方法、マスク用ガーゼ等については安全性（絶対に経口しない）を担保する技術への信頼度が要求される。光沢度等についても100%、顧客の信頼に応えることのできるものを造り出すことが重要である。

3-3 事業展開について

本業での強みを生かしながら進めて行くが、従来はB→B、今回の開発品はどちらかといえばB→Cに近い。従って、生産・販売の形態を良く考えた上で、市場の要望に応えられるように体制を整えていく。

2015年度の特許の追加特許を現在出願中であり、今後についても特許化することで他社との差別化、マーケットにおける先発組となるよう事業化内容を明確にしスケジュールリングしたい。