



知られざる銅のパワー

2021年6月16日

一般社団法人 日本銅センター
事務局長 和田 正彦

目次

①一般社団法人 日本銅センターについて

②銅の優れた特徴と安全性について

③銅の超抗菌性能について

- ・ 試験データ
- ・ メカニズム

④銅の超抗菌製品の性能基準と認証制度

日本銅センターとは

1964年11月に設立されました。

- 銅の用途開発・需要拡大に力を注いでいます。
- 銅に関するさまざまな調査・研究・技術開発を行っています。
- 銅の優れた特性や機能を多くの方に知っていただくために、幅広い広報活動を展開しています。

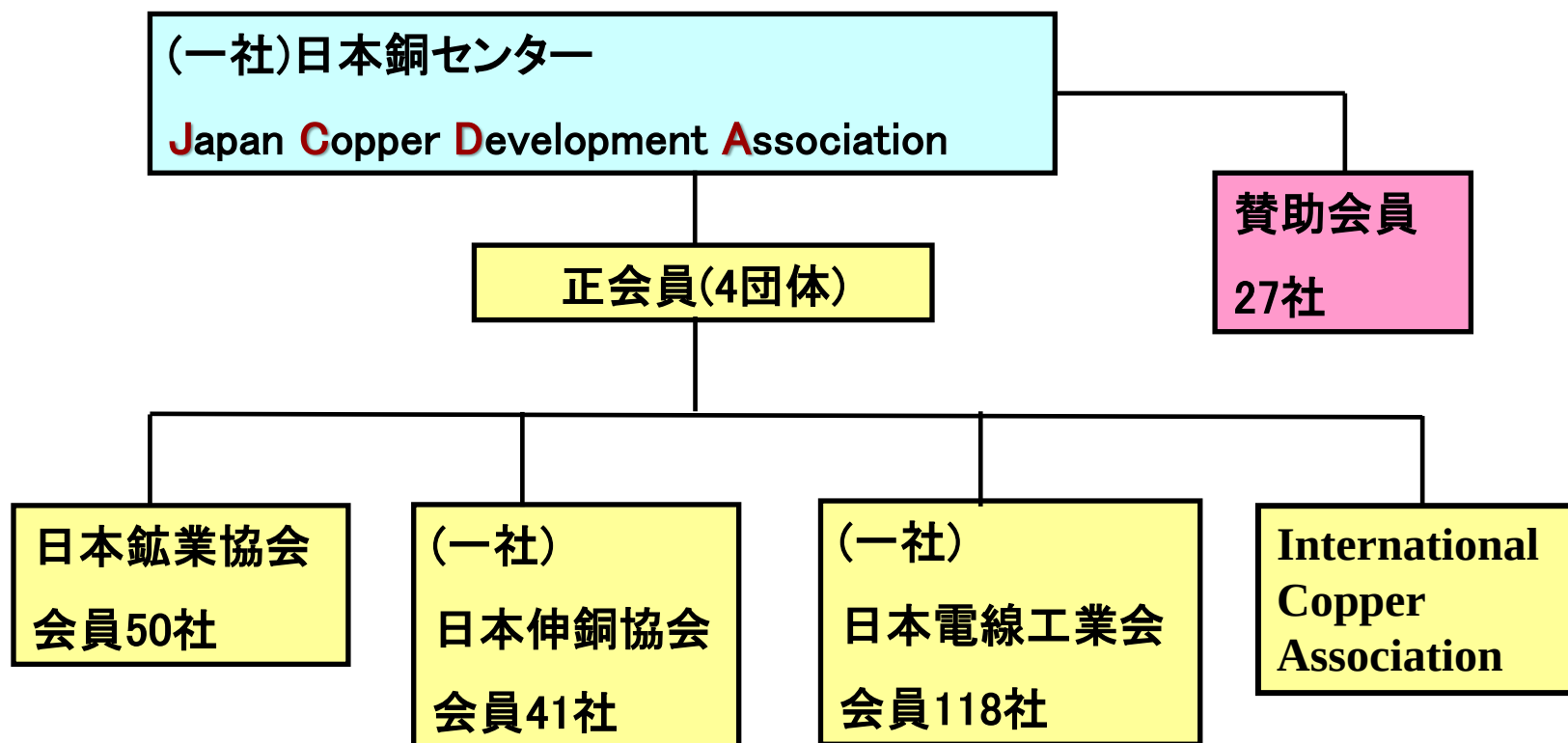
正会員 国内銅産業3団体 日本鋳業協会

一般社団法人日本伸銅協会

一般社団法人日本電線工業会

国際銅協会 (ICA, International Copper Association)

日本銅センター 組織図



日本銅センターの主な事業

- 銅に関する技術研究
- 銅の流通及び消費の改善に関する研究
- 銅に関する知識の普及
- 銅に関する規格の作成
- 銅に関する資料の収集と公表、会誌等の発行
- 国内外の関係機関との交流 など

目次

①一般社団法人 日本銅センターについて

②銅の優れた特徴と安全性について

③銅の超抗菌性能について

- ・ 試験データ
- ・ メカニズム

④銅の超抗菌製品の性能基準と認証制度

銅の優れた特徴について

銅は多くの優れた性質を持っており、日常生活に欠かせない素材です。



日本国政府が現在発行中の通常硬貨の内、アルミニウム製の1円硬貨以外はすべて、銅を含む銅合金でできています。

銅の優れた特徴について

銅は多くの優れた性質を持っており、日常生活に欠かせない素材です。

○電気をよく通す

○熱をよく伝える

○耐食性が良い

○展延性に富んでいる

○加工性が良い

○抗菌性能

※本日のテーマ

銅の安全性について

銅は人間や動植物すべての生命と健康にとってなくてはならない**栄養成分**です。

また銅板屋根に生じる「**緑青**」については長い間“有毒なもの”と信じられていました。



銅の安全性について

銅は人間にとって大事な**栄養成分**

- 健康に欠かせない「ミネラル・銅」
- 「栄養機能食品」の栄養成分の一つとしての銅
- 新生児の発育を助ける「粉ミルクに銅を添加」

知ってましたか？

「銅は大事な栄養素」

健康に欠かせない「ミネラル・銅」

ヒト成人の体内には70～100mgの銅が含まれ、健康に不可欠の栄養成分で「微量必須元素」と言われています。銅は血液や骨を造る他に、血管や脳の働きを正常に保つ大切な役割を果たしています。一般人の1日摂取量は2～5mgで、バランスよく食事を摂れば自然に補うことができます。ちなみに銅が多く含まれる食品にはカキ（約30mg/kg）、牛レバー（約20mg/kg）、穀類や豆類、果実などがあります。

ミネラル・銅

「栄養機能食品」の栄養成分の一つとしての銅

2001年3月、厚生労働省は銅を「栄養機能食品」の栄養成分の一つとしてその機能表示を承認しました。栄養機能食品とは、高齢化や食生活の乱れ等により、1日に必要な栄養成分が摂れない場合、その補給・補完のために利用する食品のことです。その栄養成分として機能表示できる成分には、銅や鉄、亜鉛など6種類のミネラル類と13種類のビタミン類があります。

栄養機能食品

新生児の発育を助ける「粉ミルクに銅」

発育が盛んな新生児は成人よりたくさんの銅の摂取が必要です。出産後1か月の母乳中に含まれる銅濃度は45 μ g/dLと報告されています。そのため、人工乳である粉ミルクの銅添加量は、標準的な14%の調乳液にすると45 μ g/dLになるように320 μ g/100gとなっています。非常にわずかな量ですが、この銅が赤ちゃんの健やかな発育に役立つのです。

粉ミルクへの添加



17



銅は人間にとって大事な栄養素

○健康に欠かせない「ミネラル・銅」

ヒト成人の体内には70～100mgの銅が含まれ、
健康に不可欠の栄養成分で「微量必須元素」

銅は人間にとって大事な栄養素

○「栄養機能食品」の栄養成分の一つとしての銅

1日に必要な栄養成分が摂れない場合、

その補給・補完のために利用する食品銅。

「栄養機能食品」ミネラル類、6種類の内の1つ。

1日当たりの摂取目安量は0.27～6.0mg

銅は人間にとって大事な栄養素

○新生児の発育を助ける 「粉ミルクに銅を添加」

出産後1か月の母乳中に含まれる銅濃度は $45\mu\text{g}/100\text{ml}$

粉ミルクには同量摂取できるよう銅を添加しています

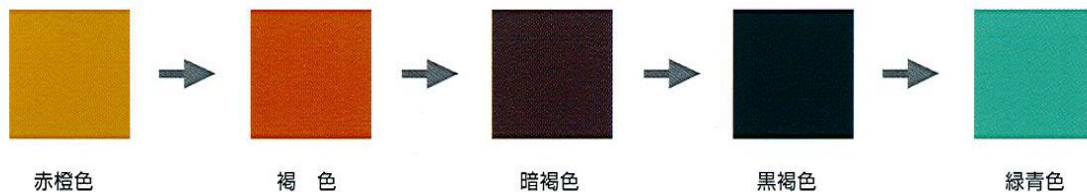
銅の安全性について

緑青は猛毒ではない

・緑青とは

銅及び銅合金が大気中の酸素・炭酸ガス・水分・塩分などと反応し、銅の表面に生成される青緑色の化合物（銅塩）。

緑青は様々なこれらの化合物の混合物です。



緑青は猛毒ではない

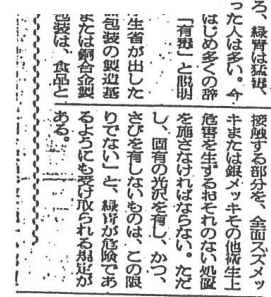
- ・日本銅センターは東京大学医学部に依頼し、緑青に関する動物実験を6年間にわたって行い、その結果、緑青は**無害同様の物質**であることが確認された。
- ・この結果を受けた厚生省（現厚生労働省）も1981年から国立衛生試験所等で動物実験に着手。そして3年間にわたる研究の結果、過去に疑われてきたような毒性は少なく、1984年8月、「**緑青は無害に等しい**」との見解をだし、NHKニュースや新聞各紙で報道された。

緑青は猛毒ではない

「緑青は無害」を伝える新聞報道



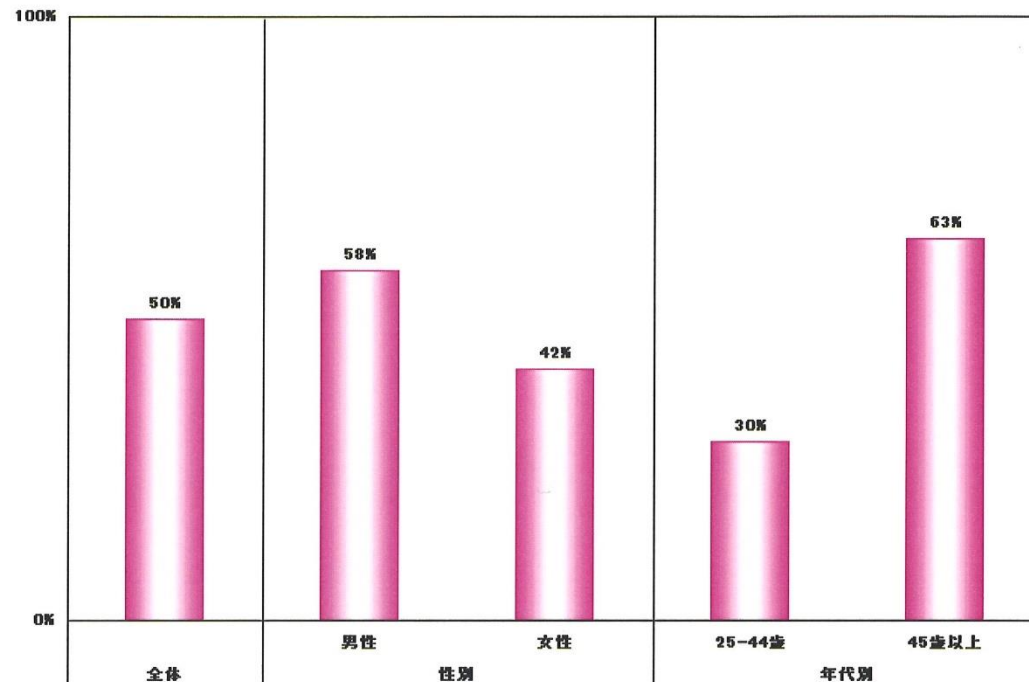
昭和59年8月7日付け読売新聞



昭和59年8月7日
付け朝日新聞

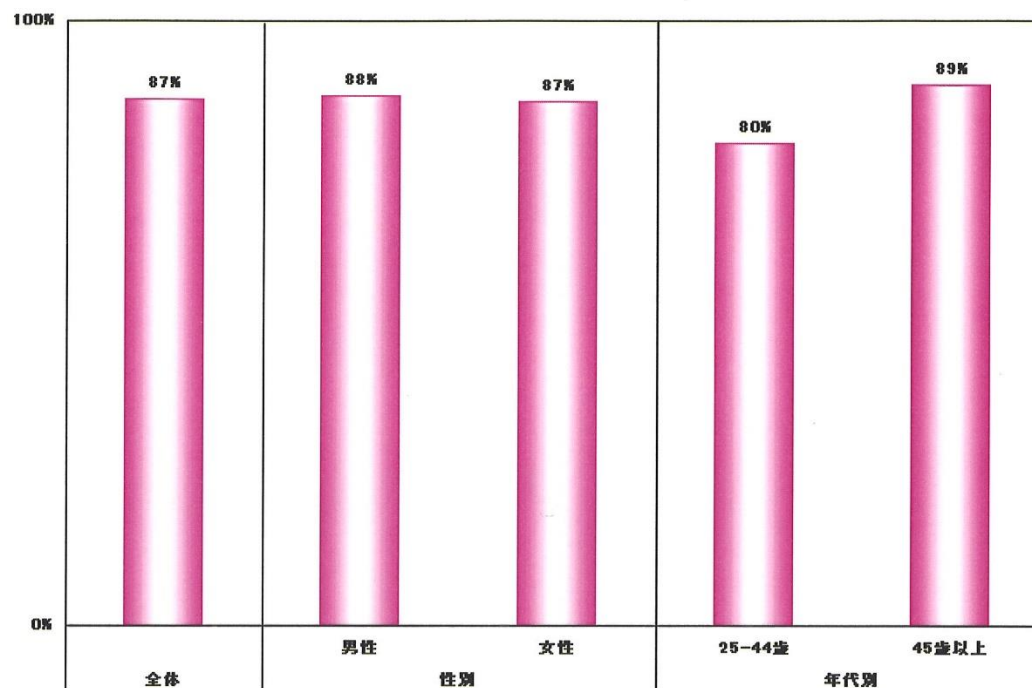
昭和59年8月7日付け毎日新聞

設問14 「あなたは「緑青」という用語を聞いた事がありますか？」



- ・「緑青」への認知度は全体で50%であり、男性の方が認知度が高い（男性58%半数以上、女性42%）
- ・年代別で比較すると45歳以上のほうが認知度が高い。

設問15 「緑青」は有毒だと思いますか？」



- ・ 有毒と認識している傾向がある。
- ・ 男女両方とも有毒と認識している傾向がある

設問16 「なぜ「緑青」は有毒だと思いますか？できるだけ具体的にご回答下さい」

多いものから上位の回答は以下の通り。

- | | |
|------------------------|------|
| 1.そう聞いた気がする、そう習ったので | 9.7% |
| 2.銅のさび、カビだから | 9.1% |
| 3.なんとなく、イメージで、理由はわからない | 6.9% |
| 4.昔からそういわれているから | 4.0% |

目次

①一般社団法人 日本銅センターについて

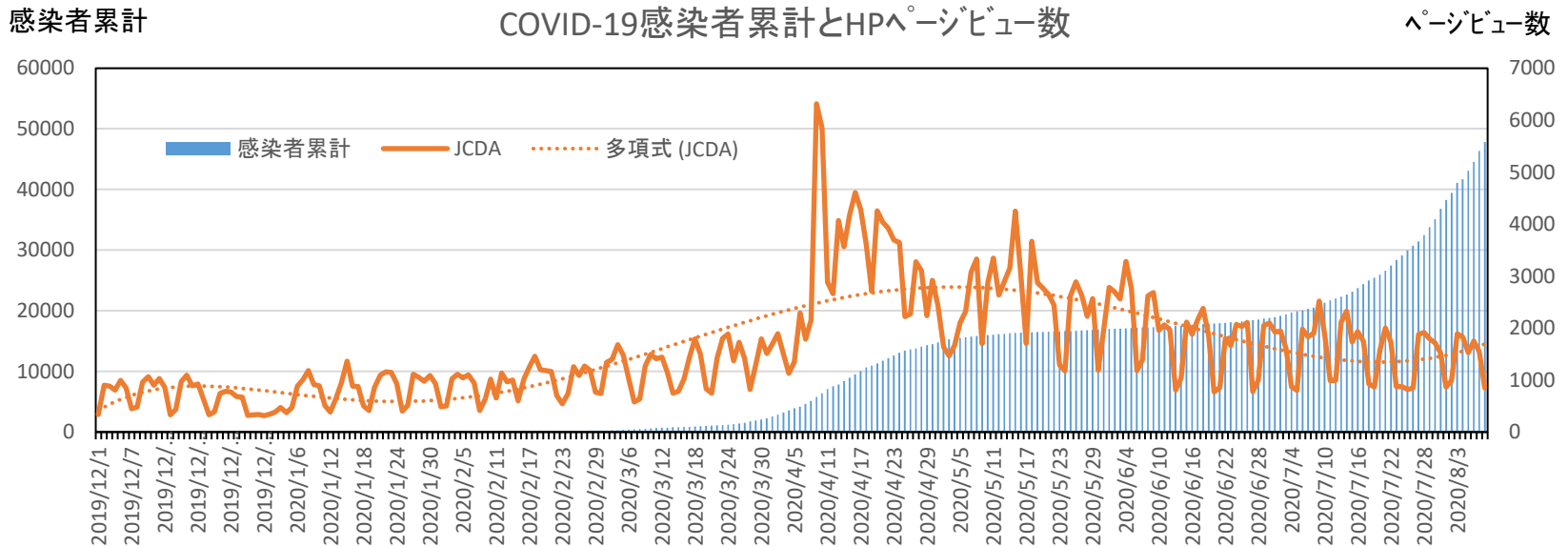
②銅の優れた特徴と安全性について

③銅の超抗菌性能について

- ・ 試験データ
- ・ 抗菌メカニズム

④銅の超抗菌製品の性能基準と認証制度

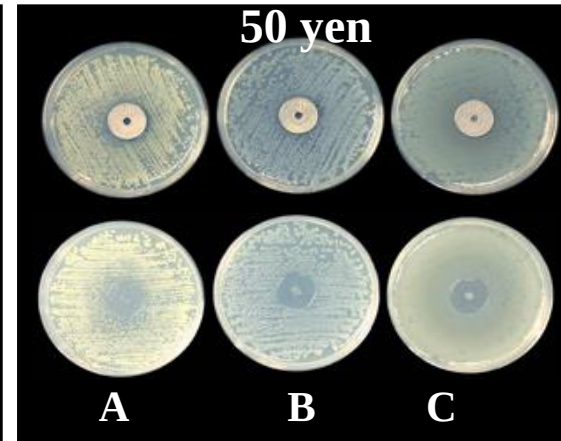
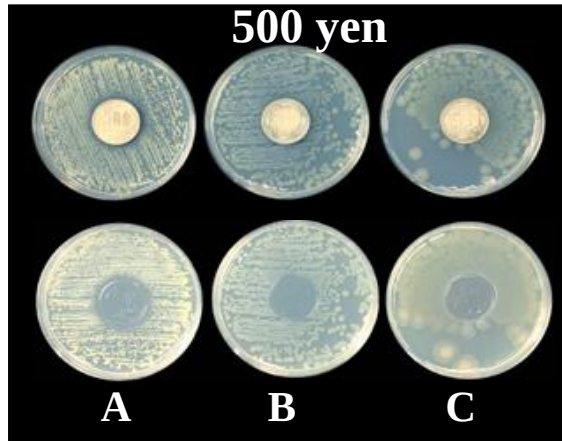
銅の持つ「抗菌性能」への関心



参照: 都道府県別新型コロナウイルス感染者数マップ
<https://gis.jag-japan.com/covid19jp/>

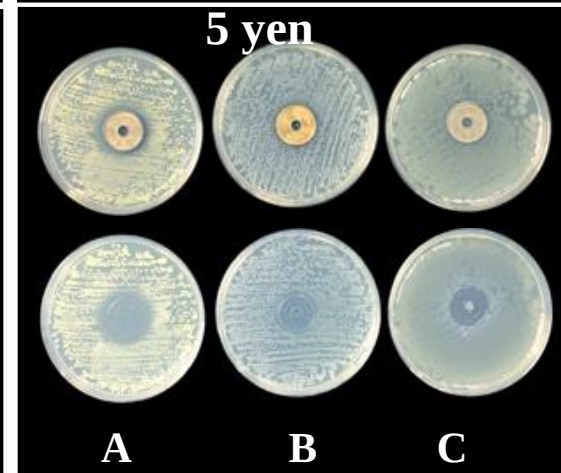
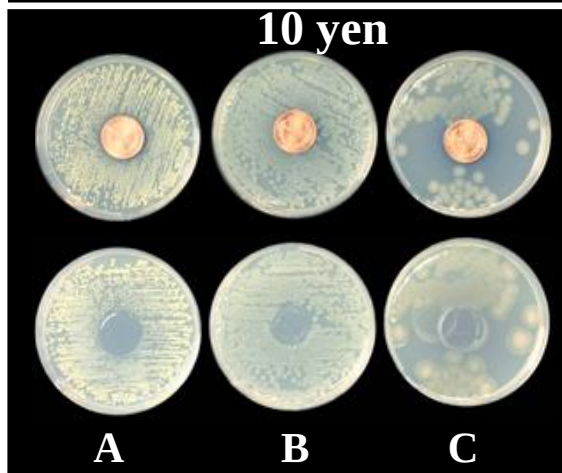
各硬貨の抗菌性試験

Cu72Zn20Ni8
洋白



Cu75Ni25
白銅

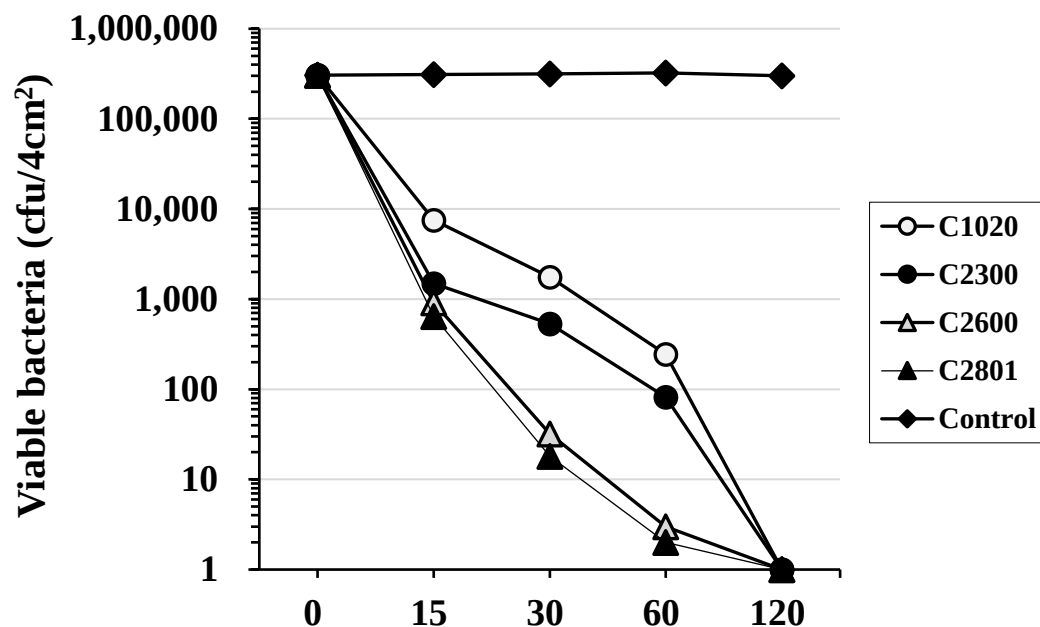
Cu95Zn3Sn2
青銅



Cu60-70Zn30-40
黄銅

A: *S. aureus* B: *E. coli* C: *P. aeruginosa*

黄色ブドウ球菌に対する抗菌効果



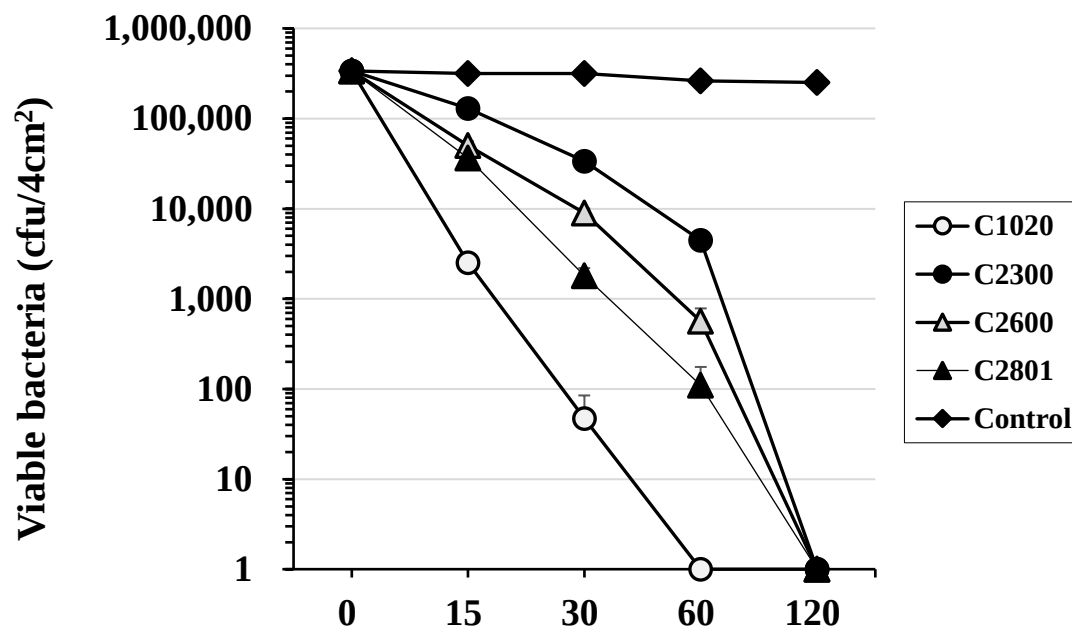
C1020 無酸素銅 (銅分99.96% 純銅)
 C2300 丹銅3種 (銅分85% 亜鉛15%)
 C2600 黄銅1種 (銅分70% 亜鉛30%)
 C2801 黄銅3種 (銅分60% 亜鉛40%)

7/12/2018 done
Staphylococcus aureus
 NBRC12732株

	生菌数 (cfu/4cm ²)				
	0min.	15min.	30min.	60min.	120min.
C1020	304,000	7,533	1,750	244	0
C2300	304,000	1,492	533	82	0
C2600	304,000	913	32	3	0
C2801	304,000	643	18	2	0
Control	304,000	309,000	314,000	323,667	301,000

Control: Polyethylene film

大腸菌に対する抗菌効果



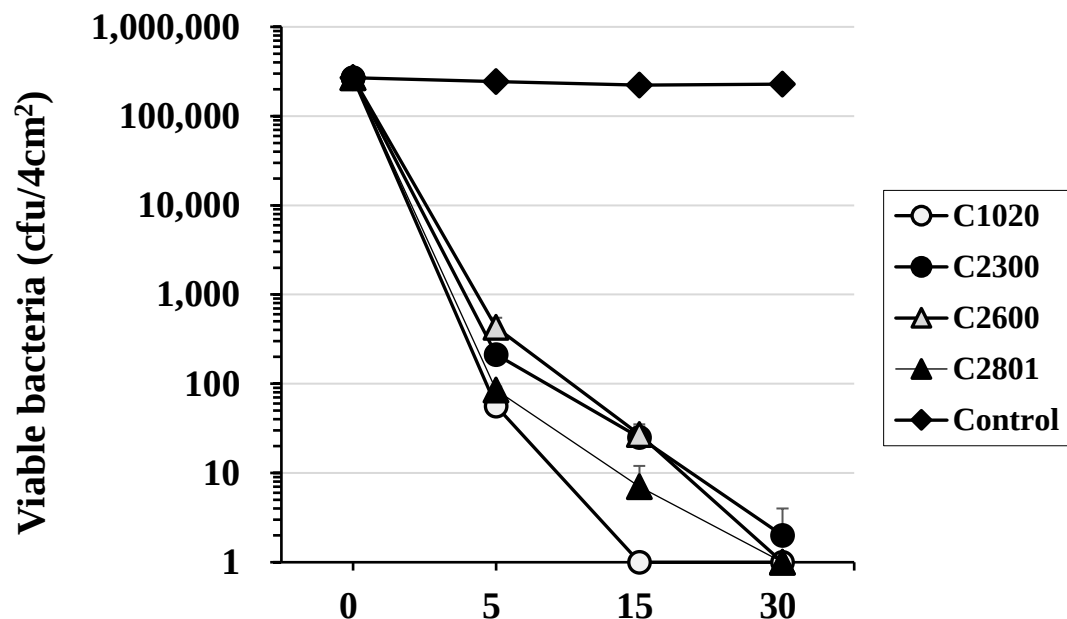
C1020 無酸素銅 (銅分99.96% 純銅)
 C2300 丹銅3種 (銅分85% 亜鉛15%)
 C2600 黄銅1種 (銅分70% 亜鉛30%)
 C2801 黄銅3種 (銅分60% 亜鉛40%)

8/3/2018 done
Escherichia coli
 NBRC3872株

	生菌数 (cfu/4cm ²)				
	0min.	15min.	30min.	60min.	120min.
C1020	338,333	2,530	47	0	0
C2300	338,333	129,667	33,667	4,487	0
C2600	338,333	50,300	8,967	567	0
C2801	338,333	36,500	1,800	110	0
Control	338,333	316,000	315,333	262,000	252,667

Control: Polyethylene film

腸管出血性大腸菌O-157に対する抗菌効果



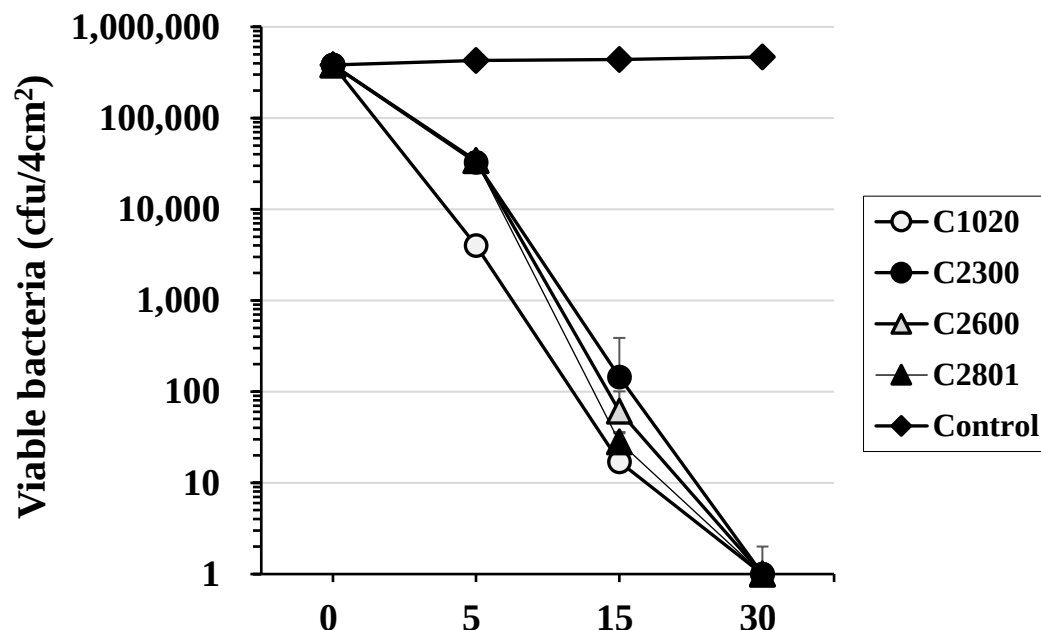
C1020 無酸素銅 (銅分99.96% 純銅)
 C2300 丹銅3種 (銅分85% 亜鉛15%)
 C2600 黄銅1種 (銅分70% 亜鉛30%)
 C2801 黄銅3種 (銅分60% 亜鉛40%)

7/18/2018 done
 enterohemorrhagic
 Escherichia coli
 RIMD509939株

	生菌数 (cfu/4cm ²)			
	0min.	5min.	15min.	30min.
C1020	268,333	56	0	0
C2300	268,333	213	25	2
C2600	268,333	430	27	0
C2801	268,333	85	7	0
Control	268,333	244,000	222,667	227,333

Control: Polyethylene film

緑膿菌に対する抗菌効果



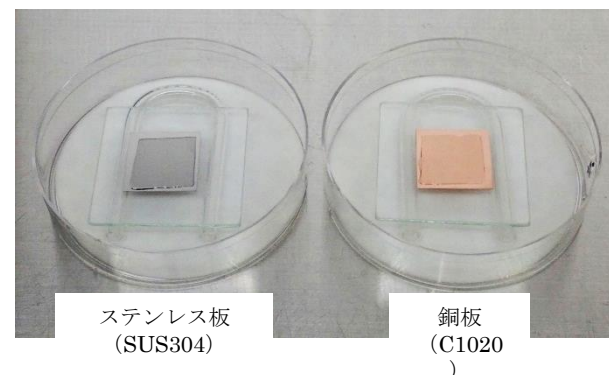
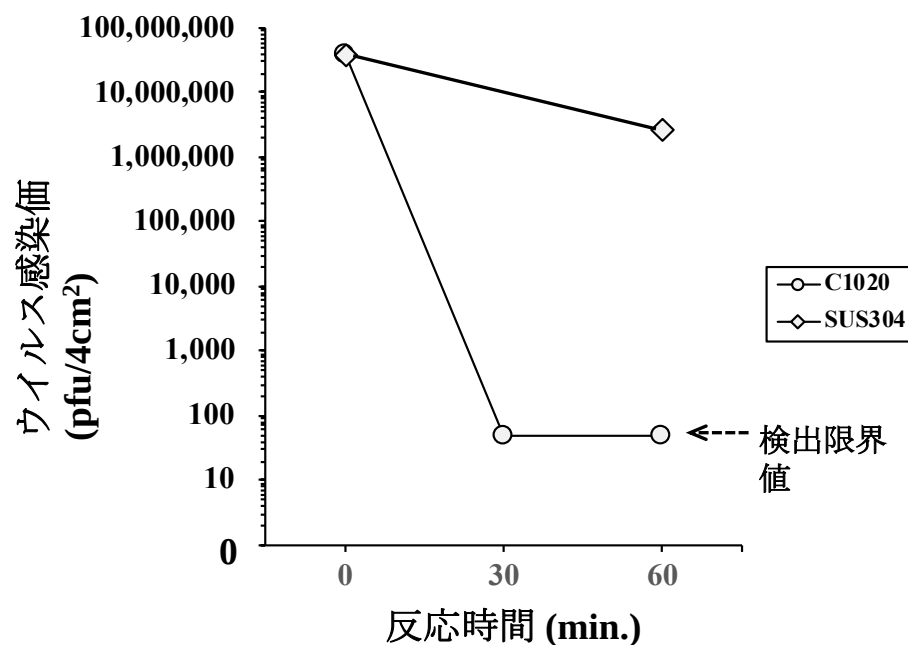
C1020 無酸素銅 (銅分99.96% 純銅)
 C2300 丹銅3種 (銅分85% 亜鉛15%)
 C2600 黄銅1種 (銅分70% 亜鉛30%)
 C2801 黄銅3種 (銅分60% 亜鉛40%)

10/20/2018 done
Pseudomonas aeruginosa
 ATCC13275株

	生菌数 (cfu/4cm ²)			
	0min.	5min.	15min.	30min.
C1020	268,333	56	0	0
C2300	268,333	213	25	2
C2600	268,333	430	27	0
C2801	268,333	85	7	0
Control	268,333	244,000	222,667	227,333

Control: Polyethylene film

A型インフルエンザウイルスに対する抗菌効果



**Influenza A virus H1N1
A/PR/8/34株 ATCC VR-1469**

	ウイルス感染価 (pfu/4cm²)		
	0 min.	30 min.	60 min.
C1020	40,000,000	<50	<50
SUS304	40,000,000	ND	2,800,000

試験片

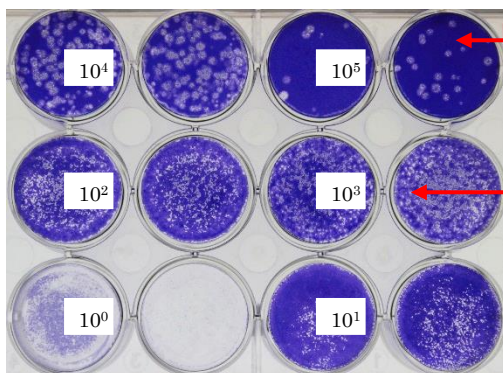
作用時間

0 (初期)

30 分間

60 分間

ステンレス板
(SUS304)



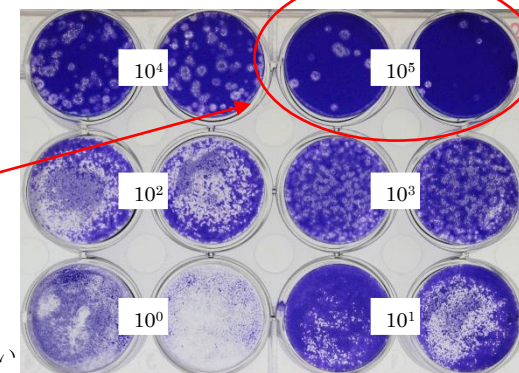
1. 初期

プラーク
ウイルスの増殖により
細胞が死滅した痕

希釈倍率

10⁵ 倍希釈した感染価測定用試料から
プラークが検出されている。

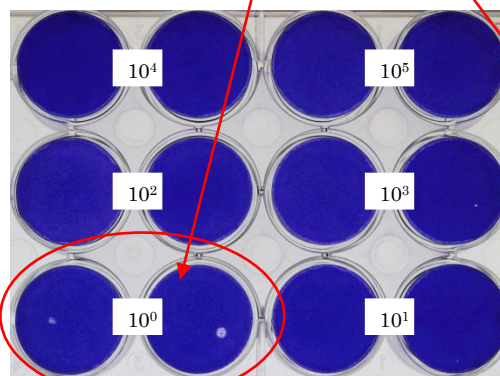
10⁰ 倍 (洗い出し液の原液)
でプラークほとんど検出されていない



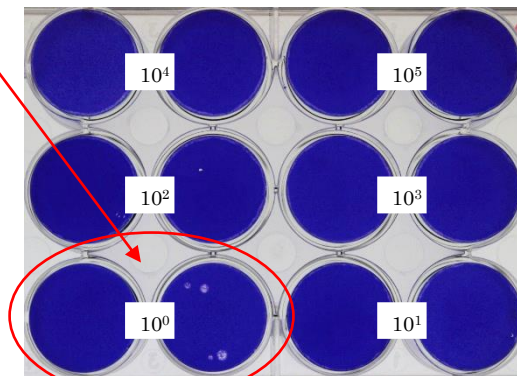
2. ステンレス板 (SUS304) _60min

銅板 (C1020)

ステンレス板では高い希釈倍率でプラークの形成が見られるが、
銅板では、低い希釈倍率でプラークの形成がほとんど認められない。
ウイルス不活化効果が高いことを示している。



3. 銅板 (C1020) _30min



4. 銅板 (C1020) _60min

米国環境保護庁(EPA)が銅の殺菌性表示を認可

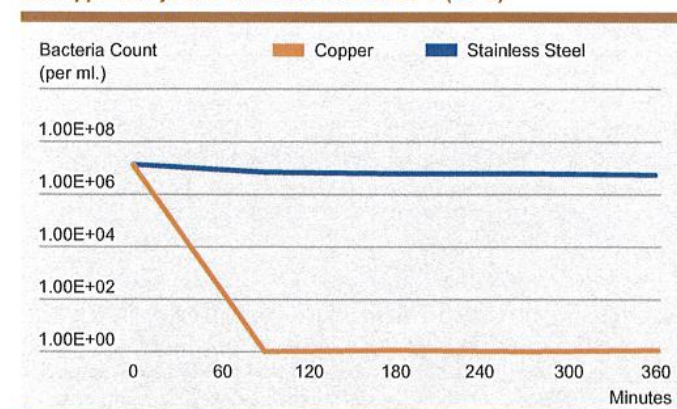
2008年3月、米国環境保護庁(EPA)より、「銅、真鍮、ブロンズなどは人体に有害な致死性のある病原体を殺菌し、公衆衛生に効果がある」という表示が法的に認可されました。

認可された物は、60質量%以上の銅を含有する銅および銅合金材料やそれを用いた製品。

Antimicrobial Copper Alloys 508種類の銅合金が登録されています。



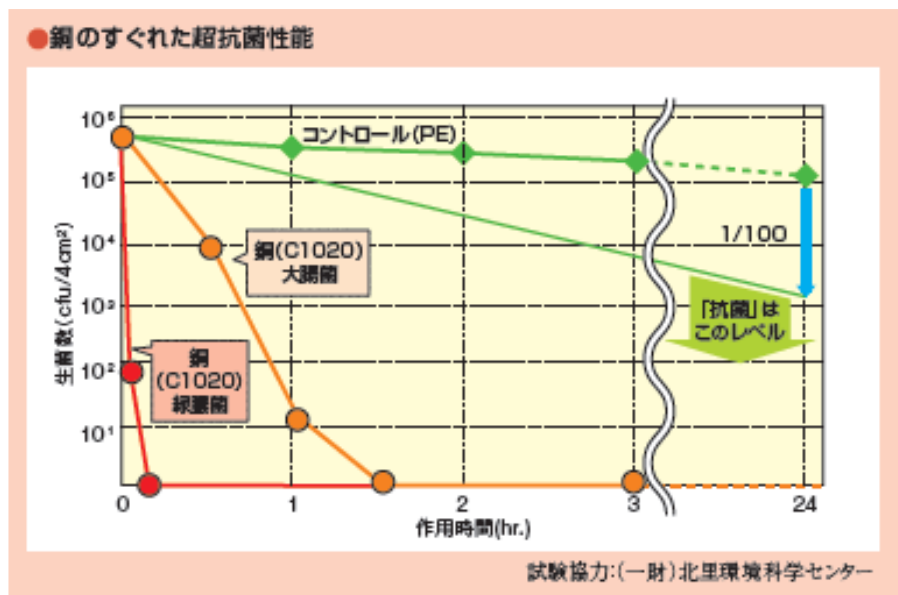
FIGURE 7: MRSA Viability on Copper Alloys and Stainless Steel at 68°F (20°C)**



日本国内では薬機法により“殺菌”という言葉がつかえない？

銅及び銅合金は、世間で「抗菌性がある」と言われるレベルより、はるかに優れた抗菌性能を発揮

「銅の超抗菌性能」と呼ぶことにします

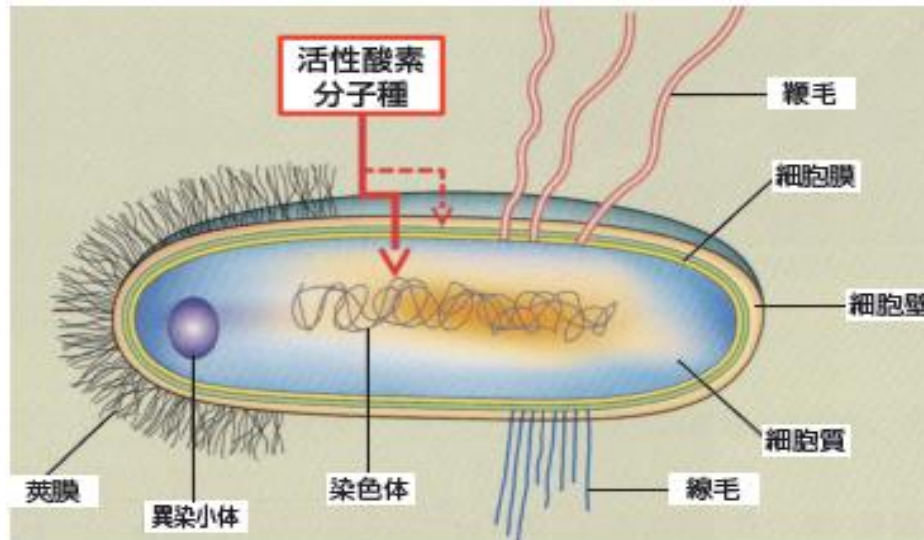


銅の抗菌メカニズムについて

銅は水分と反応し、強い酸化力をもつ活性酸素分子種が生成します。

活性酸素分子種が下図に示す細菌等の標的分子を分解します。

この作用により、銅と接触している細菌等の増殖を抑える効果となります。



フェントン反応

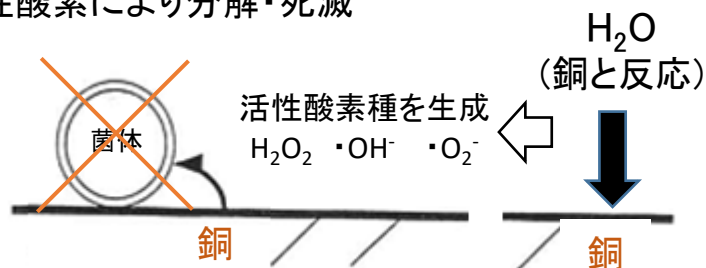
過酸化水素 (H_2O_2) と金属イオンによって **ヒドロキシラジカル ($\cdot\text{OH}$)** とヒドロキシイオン (OH^-) に分解する反応

銅の表面において水分との反応により、 Cu^+ と H_2O_2 を生成します。



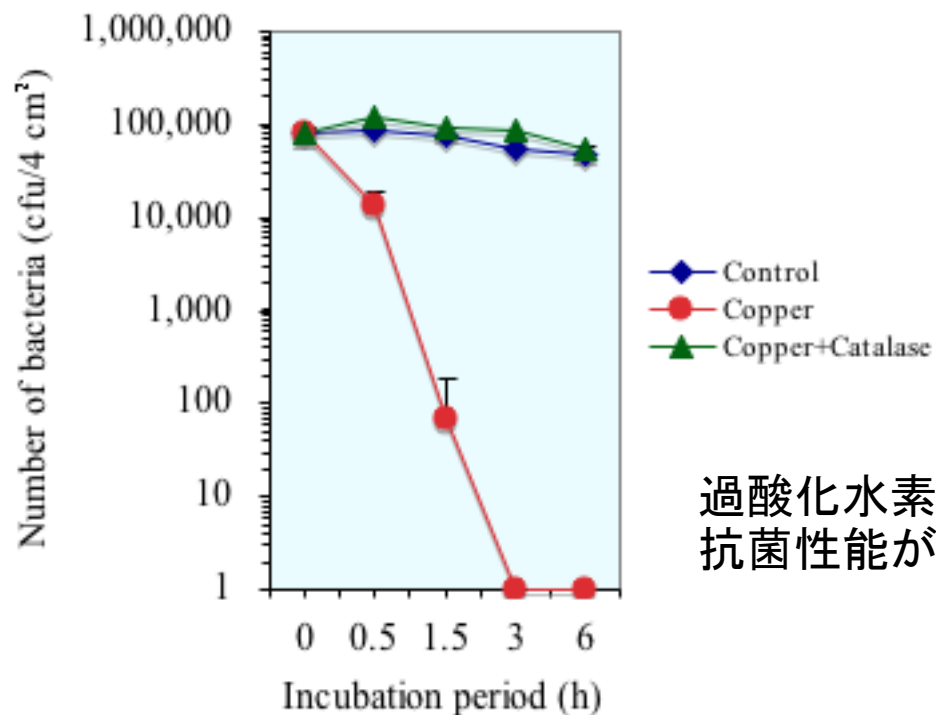
フェントン反応によって生じた **$\cdot\text{OH}$ (ヒドロキシラジカル)** をはじめとする活性酸素群によって、細胞内の標的分子を分解し、死滅させます。

表面に付着した菌体は
活性酸素により分解・死滅



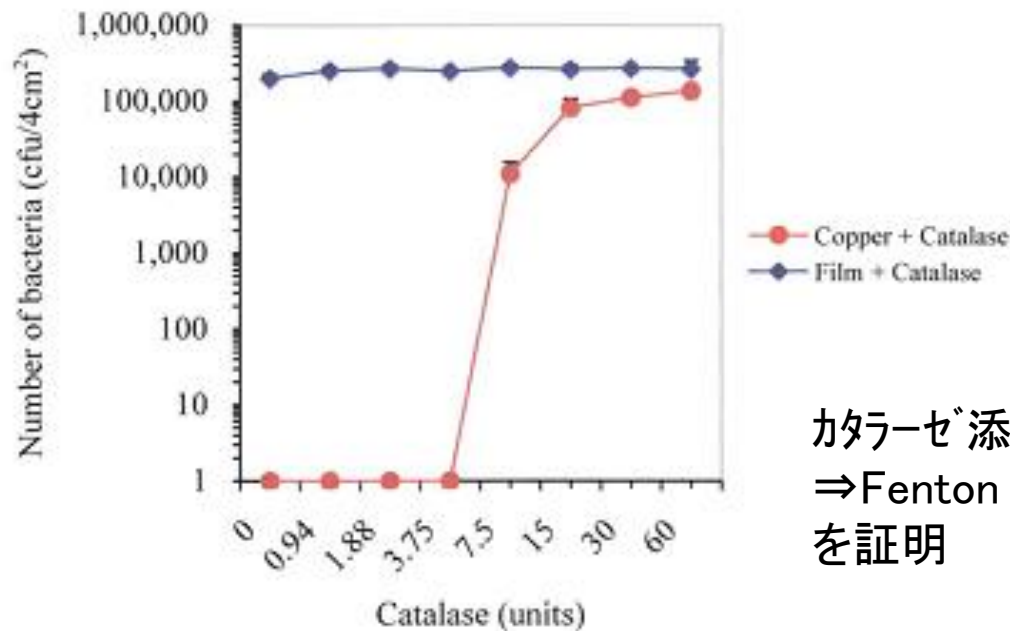
銅の表面における H_2O_2 と Cu^+ の生成は銅の超抗菌作用にとって極めて重要な役割をはたします。

H₂O₂を分解する酵素で抗菌効果が無くなる



過酸化水素の分解酵素カタラーゼを添加すると抗菌性能がなくなります。

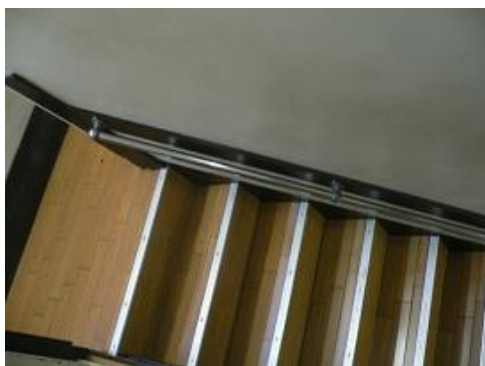
H₂O₂分解酵素Catalase添加と抗菌効果との関係



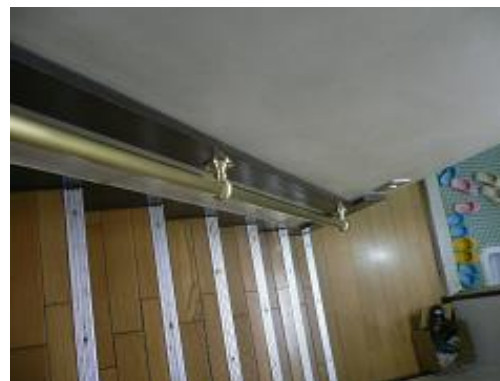
カタラーゼ添加量vs抗菌性能 相関性大
⇒Fenton 反応が主メカニズムであることを証明

子どもを守る安全安心プロジェクト

目的：保育園・幼稚園への銅の超抗菌性能利用を進める



従来のステンレス製階段手摺

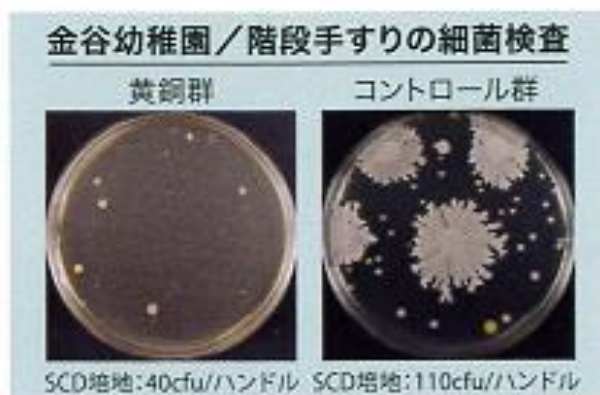


新しく設置した黄銅製階段手摺



金谷幼稚園・小島保育園へ導入、効果あり

銅合金とステンレスとの比較



銅繊維によるミズカビ病・エラ病の予防

採用養魚場（ニジマス、サケ、イワナ、ヤマメ、ウナギ等）で広がる



環境汚染防止よりマラカイトグリーン使用禁止
代替品として普及（全国約145事業所で採用）

目次

- ①一般社団法人 日本銅センターについて
- ②銅の優れた特徴と安全性について
- ③銅の超抗菌性能について
 - ・ 試験データ
 - ・ メカニズム
- ④銅の超抗菌製品の性能基準と認証制度

日本銅センターでは、銅の超抗菌性能に対する性能基準設定と認証制度を行っています

○規格JCDA0501 超抗菌銅材料及び超抗菌銅製品の性能基準

銅及び銅合金を用いた材料・製品に対する抗菌性能基準を規定。

銅及び銅合金を含む複合材についても規定。

○CU STAR

銅の超抗菌性能を生かした材料、製品を世の中に広く普及させる目的で、日本銅センターが独自に行っている認定制度。

JCDA0501の規定を満足する物に対し認証を行う。

規格JCDA0501 超抗菌銅材料及び超抗菌銅製品の性能基準

超抗菌銅材料及び超抗菌銅製品の種類

申請区分		説明
超抗菌銅材料	(1) 超抗菌金属銅材料	超抗菌性能を有する銅及び質量分率60%以上の銅を含有する銅合金の材料
	(2) 超抗菌複合銅材料	材料表面の一部又は全部に、超抗菌金属銅材料が用いられている複合材料
超抗菌銅製品	(3) 超抗菌金属銅製品	材料表面の一部又は全部が、超抗菌金属銅材料で作成された製品
	(4) 超抗菌複合銅製品	材料表面の一部又は全部が、超抗菌金属銅材料で作成された複合製品

JCDA0501の求める性能基準

JIS Z 2801 抗菌加工製品－抗菌性試験方法・抗菌効果

試験結果で得られた“**抗菌活性値**”

抗菌加工した製品上の24時間後の試験菌の生菌数が
無加工品に対しどのくらい増殖をおさえられたか

$$R=U_1-A_1$$

R : 抗菌活性値

U_1 : 無加工試験片の24時間後の生菌数の対数値の平均値

A_1 : 抗菌加工試験片の24時間後の生菌数の対数値の平均値

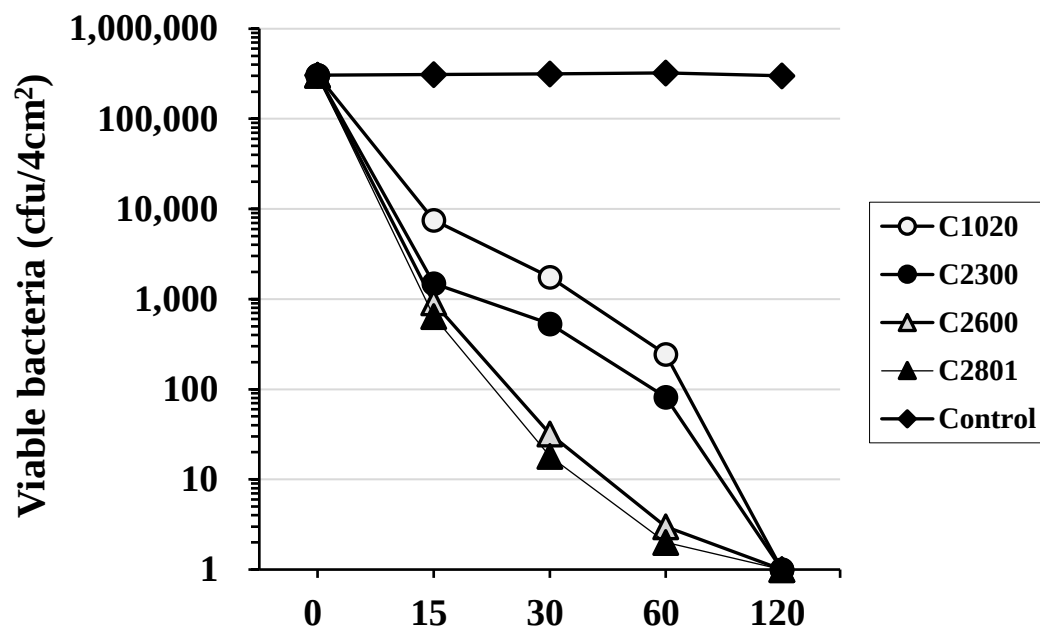
JCDA0501の求める性能基準

JIS Z 2801 1%以下になったものを“抗菌効果あり”
抗菌活性値 2.0以上

JCDA 0501 銅及び銅合金
0.001%以下になったものを“超抗菌効果あり”
抗菌活性値 5.0以上

銅及び銅合金を含む複合材
0.1%以下になったものを“超抗菌効果あり”
抗菌活性値 3.0以上

黄色ブドウ球菌に対する抗菌活性値



C1020 無酸素銅 (銅分99.96% 純銅)
 C2300 丹銅3種 (銅分85% 亜鉛15%)
 C2600 黄銅1種 (銅分70% 亜鉛30%)
 C2801 黄銅3種 (銅分60% 亜鉛40%)

7/12/2018 done
Staphylococcus aureus
 NBRC12732株

	生菌数 (cfu/4cm ²)				
	0min.	15min.	30min.	60min.	120min.
C1020	304,000	7,533	1,750	244	0
C2300	304,000	1,492	533	82	0
C2600	304,000	913	32	3	0
C2801	304,000	643	18	2	0
Control	304,000	309,000	314,000	323,667	301,000
Control: Polyethylene film					

左記試験結果から
 抗菌活性値を算出

銅及び銅合金 5.4

CU STAR認証件数 46件 (2021年6月11日現在)

「超抗菌金属銅材料」使用 40件

「超抗菌複合銅材料」使用 6件



超抗菌性能を持つ商品の例



新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) に関する情報

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINEに掲載された

新型コロナウイルスとSARSウイルスを比較した論文
「Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2
as Compared with SARS-CoV-1」より

新型コロナウイルスの感染力価をTCID₅₀試験法で確認

純銅板	4時間で感染性は消失
段ボール	24時間
ステンレス鋼板	48時間
プラスチック	72時間

CORRESPONDENCE

Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2
as Compared with SARS-CoV-1

TO THE EDITOR: A novel human coronavirus that is now named severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) (formerly called HCoV-19) emerged in Wuhan, China, in late 2019 and is now causing a pandemic.¹ We analyzed the aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 and compared it with SARS-CoV-1, the most closely related human coronavirus.²

We evaluated the stability of SARS-CoV-2 and SARS-CoV-1 in aerosols and on various surfaces and estimated their decay rates using a Bayesian regression model (see the Methods section in the Supplementary Appendix, available with the full text of this letter at NEJM.org). SARS-CoV-2 nCoV-WA1-2020 (MN985325.1) and SARS-CoV-1 Tor2 (AY274119.3) were the strains used. Aerosols (<5 μ m) containing SARS-CoV-2 ($10^{3.25}$ 50% tissue-culture infectious dose [TCID₅₀] per milliliter) or SARS-CoV-1 ($10^{6.75-100}$ TCID₅₀ per milliliter) were generated with the use of a three-jet Collision nebulizer and fed into a Goldberg drum to create an aerosolized environment. The inoculum resulted in cycle-threshold values between 20 and 22, similar to those observed in samples obtained from the upper and lower respiratory tract in humans.

Our data consisted of 10 experimental conditions involving two viruses (SARS-CoV-2 and SARS-CoV-1) in five environmental conditions (aerosols, plastic, stainless steel, copper, and cardboard). All experimental measurements are reported as means across three replicates.

SARS-CoV-2 remained viable in aerosols throughout the duration of our experiment (3 hours), with a reduction in infectious titer from $10^{3.5}$ to $10^{2.7}$ TCID₅₀ per liter of air. This reduction was similar to that observed with SARS-CoV-1, from $10^{4.3}$ to $10^{3.5}$ TCID₅₀ per milliliter (Fig. 1A).

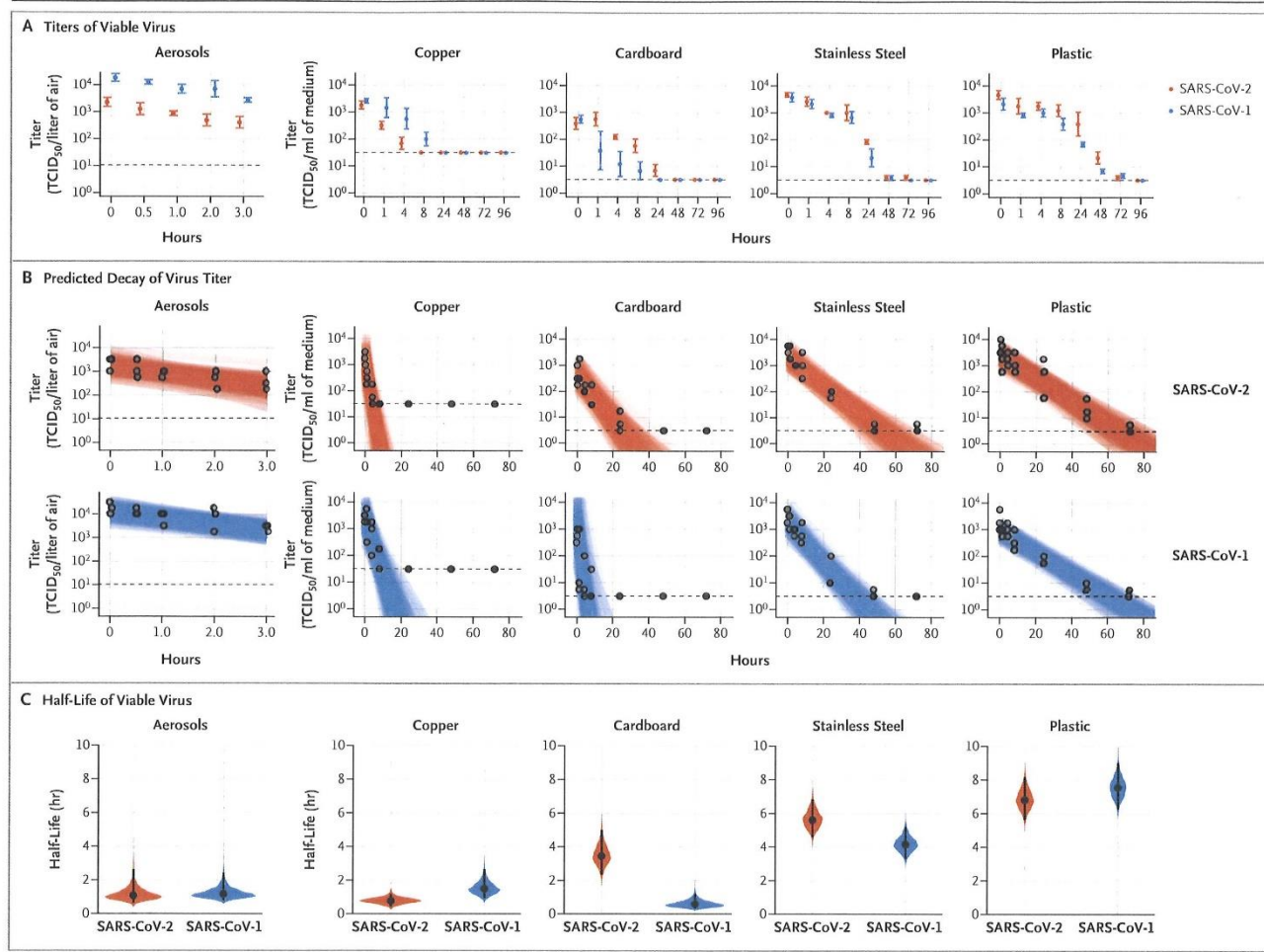
SARS-CoV-2 was more stable on plastic and stainless steel than on copper and cardboard, and viable virus was detected up to 72 hours after application to these surfaces (Fig. 1A), although the virus titer was greatly reduced (from $10^{3.7}$ to

$10^{0.6}$ TCID₅₀ per milliliter of medium after 72 hours on plastic and from $10^{3.7}$ to $10^{0.6}$ TCID₅₀ per milliliter after 48 hours on stainless steel). The stability kinetics of SARS-CoV-1 were similar (from $10^{3.4}$ to $10^{0.7}$ TCID₅₀ per milliliter after 72 hours on plastic and from $10^{3.6}$ to $10^{0.6}$ TCID₅₀ per milliliter after 48 hours on stainless steel). On copper, no viable SARS-CoV-2 was measured after 4 hours and no viable SARS-CoV-1 was measured after 8 hours. On cardboard, no viable SARS-CoV-2 was measured after 24 hours and no viable SARS-CoV-1 was measured after 8 hours (Fig. 1A).

Both viruses had an exponential decay in virus titer across all experimental conditions, as indicated by a linear decrease in the log₁₀TCID₅₀ per liter of air or milliliter of medium over time (Fig. 1B). The half-lives of SARS-CoV-2 and SARS-CoV-1 were similar in aerosols, with median estimates of approximately 1.1 to 1.2 hours and 95% credible intervals of 0.64 to 2.64 for SARS-CoV-2 and 0.78 to 2.43 for SARS-CoV-1 (Fig. 1C, and Table S1 in the Supplementary Appendix). The half-lives of the two viruses were also similar on copper. On cardboard, the half-life of SARS-CoV-2 was longer than that of SARS-CoV-1. The longest viability of both viruses was on stainless steel and plastic; the estimated median half-life of SARS-CoV-2 was approximately 5.6 hours on stainless steel and 6.8 hours on plastic (Fig. 1C). Estimated differences in the half-lives of the two viruses were small except for those on cardboard (Fig. 1C). Individual replicate data were noticeably "noisier" (i.e., there was more variation in the experiment, resulting in a larger standard error) for cardboard than for other surfaces (Fig. S1 through S5), so we advise caution in interpreting this result.

We found that the stability of SARS-CoV-2 was similar to that of SARS-CoV-1 under the experimental circumstances tested. This indicates that differences in the epidemiologic characteristics of these viruses probably arise from other factors, including high viral loads in the upper

2



新型コロナウイルス感染症（COVID-19）に関する 日本銅センターの取り組み

新型コロナウイルス（COVID-19）の研究をするための研究所は「バイオセーフティーレベル（BSL）」が3以上に対応する実験施設が必要です。

日本国内では施設が限られておりますが、日本銅センターとしては銅および銅合金の超抗菌性の実証試験の要請を行っております。

試験が実施されましたらホームページ等でご報告させていただきます。

日本銅センターでは「銅の超抗菌性能」などを掲載したパンフレットを配布しております。

ご希望の方はホームページの「[お問い合わせフォーム](#)」よりお申し込み下さい。

(PDFファイル版はホームページTOPのContentsで閲覧可能です。)



ご清聴ありがとうございました

一般社団法人 日本銅センター <https://www.jcda.or.jp/>