



銅の抗菌効果を有した透明フィルム

小石川 敦史*

Transparent Film with the Antibacterial Effect of Copper

Atsushi Koishikawa*

1. はじめに

近年、医療機関では院内感染が社会的な問題となっており、細菌やウイルスなどの感染は有害微生物に起因して発生する。これら微生物の主な感染ルートには接触感染、飛沫感染および空気感染があるが、院内感染では医療機器を介した接触感染が度々発生している。また、抗生物質の多用により薬剤耐性 (antimicrobial resistance : AMR) を有する細菌やウイルスも増加している。2013年のAMRに起因する世界の死者数は年間70万人であるが、何も対策を取らない場合、2050年には年間1000万人にのぼると推計されている¹⁾。世界保健機構 (World Health Organization : WHO) はAMRに対するグローバル・アクション・プランを採択し、抗菌薬の研究・開発に力を入れている。しかし、相次ぐ薬剤耐性菌の出現により新たな抗菌薬の開発が難しくなっているのが現状であり、抗菌薬に頼らない感染対策が望まれている。

銅には古くから高い抗菌作用や抗ウイルス作用を有することが知られており、これまでに様々な病原菌やウイルスに対する効果が認められている。現在、当社では銅の高い抗菌性を活かした製品開発として、院内感染の発生起因として考えられている病棟内の手摺やドアノブ、医療機器のタッチパネルやPCキーボードなどに適用可能な抗菌銅製品の開発を行い、銅箔シールや透明な銅フィルムの製品化を進めている。

そして、2020年は新型コロナウイルス (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 : SARS-CoV-2) のパンデミックにより日常生活は大きく変化し、人々をウイルスの感染から守ることが社会の課題となり、抗菌および抗ウイルス分野への関心が一層高まった。日本国内では同年3月頃からの新型コロナウイルスの感染拡大に伴い、医療現場では感染から身を守るための

マスクや手袋などの感染防護具が不足する事態に至った。そのため、当社では開発中の銅フィルムの技術をフェイスシールドに展開し、わずか3ヶ月後には開発したフェイスシールドを社会貢献活動の一環として、医療機関に寄付する取り組みを行った。本報では、銅の抗菌効果を有した透明フィルムについて、開発の経緯とともに製品を紹介する。

2. 開発経緯

本製品の開発プロジェクトは2017年名古屋市立大学大学院医学研究科へのニーズ調査から始まった。医療現場では、複数の人が手に触れる手摺やドアノブ、医療機器のPCキーボード、タッチパネルなどが接触感染による院内感染のリスクが高く、医療関係者からの感染対策のニーズが高かった。UACJ製箔では、電子部品などに使用する圧延銅箔を製造販売しており、この銅箔を応用して手摺やドアノブなどへ貼ることができる粘着剤付の抗菌銅箔シールの開発を進めた。しかし、銅箔には光透過性がないため、PCキーボードやタッチパネルに貼付すると文字や画像が視認できない。そこで、我々は薄膜を作製するスパッタリング技術に着目し、透過性を有する銅薄膜フィルムの開発に着手した。本製品の開発にあたっては、透明な銅フィルムの開発をUACJが、抗菌性能の調査および臨床での試験導入を名古屋市立大学が行い、文部科学省科学研究費助成事業 (科研費) の助成を受け、産学共同で研究開発を進めている。

3. 銅の抗菌作用

銅の抗菌作用はこれまでの研究によると、銅表面で銅イオンは水分子と結合して水和銅イオンとなり、酸

* (株)UACJ R&Dセンター 第五開発部
Development Department V, Research & Development Division, UACJ Corporation

化する際に過酸化水素 (H_2O_2) を発生し、さらに銅表面で起きるフェントン反応 ($\text{Cu}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{OH}^- + \text{OH}\cdot$) によって生成されるヒドロキシラジカル ($\text{OH}\cdot$: 活性酸素と呼ばれる分子種) が病原体表面の細胞壁に損傷を与えているものと考えられている²⁾。このように、銅は表面に付着する微生物を活性酸素によって物理的に破壊するため、微生物の種類や薬剤耐性の有無を問わない。銅の抗菌作用は、一般的な試験株である大腸菌 (*Escherichia coli*) や黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*) で認められており、院内感染の原因となる多剤耐性菌のメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) や多剤耐性緑膿菌 (MDRP) での効果も証明されている³⁾。その他にも銅の抗菌作用は、ノロウイルスやインフルエンザウイルスでも効果が得られている。

4. 抗菌銅フィルムの特徴

開発した抗菌銅フィルム表面には、銅がスパッタリングによって数nm～数十nmの厚みでドライコーティングされている。コピー機のタッチパネルモニターおよびPCキーボードに銅フィルムを貼付した写真をFig. 1に示す。本製品の可視光透過率は、重量換算値として

の膜厚5 nmで78%、膜厚20 nmで50%であり、高い光透過性を有しつつ、銅の薄褐色を帯びているのが特徴である。一般的な抗菌加工とは異なり抗菌性能を持つ銅の色によって抗菌素材の存在を視覚で認知でき、人々に安心感を与えることができる。適応用途に応じて、基材となるフィルムにはPETやPP、ウレタンなどの素材を採用している。

名古屋市立大学での銅フィルムの抗菌性試験結果をFig. 2に示す⁴⁾。ISO 22196に則った試験では膜厚5 nmの銅を成膜させたフィルムにおいて大腸菌は30分以内、黄色ブドウ球菌は50分以内で完全な死滅が確認されており、これは銅の高い抗菌性によるものである。今後は、これら細菌2種以外の院内感染の原因となる薬剤耐性菌やウイルスへの効果検証ならびに臨床での試験を実施する予定である。

5. 抗菌銅フィルムの応用

2020年、SARS-CoV-2のパンデミックにより、医療機関ではマスクや手袋などの感染防護具が不足し、感染患者の増加とともに医療従事者の感染や院内感染が大きな問題となった。この時期に出されたアメリカ衛



(a) Touch panel monitor type.



(b) Keyboard type.

Fig. 1 Appearance of the copper film. (a) touch panel monitor type, (b) keyboard type.

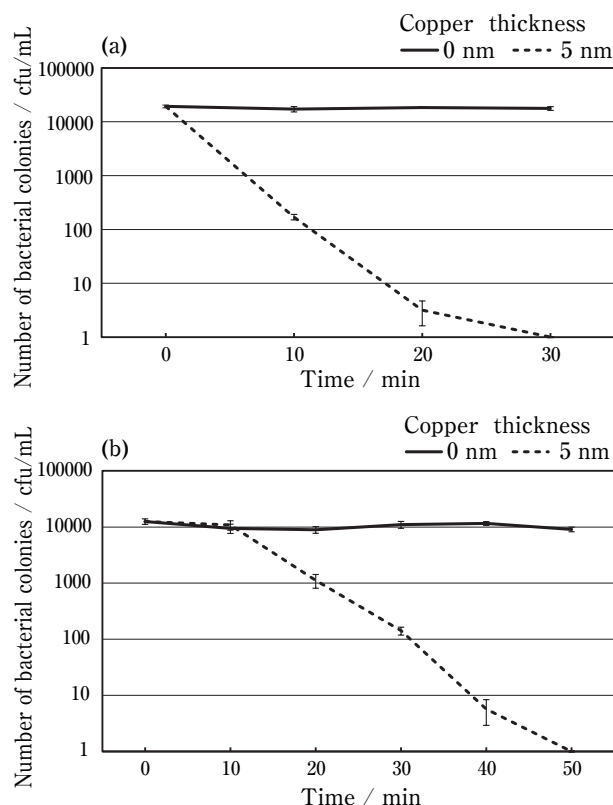


Fig. 2 Number of bacterial colonies on the copper film over time³⁾. (a) *Escherichia coli*, (b) *Staphylococcus aureus*.

生研究所らの論文により、プラスチックやステンレスの表面ではウイルスが約3日間活性を有するのに対し、銅の表面では4時間以内に活性を失うことが報告された⁵⁾。そこで、当社は社会貢献として開発中の抗菌銅フィルムを医療機関へ寄付することとした。SARS-CoV-2の感染は飛沫感染が原因であることが多いため、銅の抗菌フィルムを用いたフェイスシールドを新たに開発した。開発したフェイスシールドをFig. 3に示す。フェイスシールドのフレームには当社のアルミニウム加工技術を用いたアルミニウム製フレームを使用している。当社と銅スパッタリングのフィルム加工を担う尾池工業株式会社は6月30日、名古屋市立大学病院、名古屋市立東部医療センターおよび名古屋市立西部医療センターの3機関に、飛沫感染対策用フェイスシールド1000個とフェイスシールド向け透明銅フィルム3000枚、タッチパネルおよびキーボード向け透明銅フィルム400枚を寄付し、7月7日に名古屋市立大学病院および名古屋市病院局より感謝状を拝受した。

寄付品は医療現場で使用されており、今後もこうした試験的な導入を重ね、全国の介護・保育現場などでの導入を視野に入れ、開発・販売計画を進めていく。



Fig. 3 Appearance of the face shield.

参考文献

- 1) TACKLING DRUG-RESISTANT INFECTIONS GLOBALLY : https://amr-review.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf
- 2) 笹原武志：銅と銅合金, **47** (2008) 1-6.
- 3) 笹原武志：銅と銅合金, **46** (2007) 12-16.
- 4) Asako Matsushima, Shinichiro Shibata and Hirotaka Ohara: *Acute Med Surg*, **7** (2020), e543.
- 5) N. Doremalen, T. Bushmaker, D. H. Morris, et al.: *N Engl J Med*, **382** (2020), 1564-1567.

お問い合わせ

(株)UACJ 製箔 営業本部 加工箔販売部
日用品営業課
〒103-0026 東京都中央区日本橋兜町 6-5
兜町第6平和ビル 7F
TEL : 03-3249-1189 FAX : 03-6855-5886

UACJ Foil Corporation, Marketing & Sales
Division, Daily Necessaries Sales Section
6-5 Nihonbashi Kabutocho, Chuo-ku,
Tokyo 103-0026, Japan
TEL: +81-3-3249-1189 FAX: +81-3-6855-5886



小石川 敦史 (Atsushi Koishikawa)
(株)UACJ R&D センター 第五開発部,
現 第三開発部