

薬剤耐性菌感染症（スーパーバグ）との戦い： 過酸化水素蒸気除染におけるイノベーションと コラボレーション

2014年、英国により委託された第三者機関の報告によれば、2050年までに薬物耐性菌による感染症によって1,000万人が死亡し、損害額は100兆ドルを超えると推定されています（「Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nations」（『[抗微生物薬耐性：国家の健康および財務の危機に対する取り組み](#)』（英語）を参照）。薬物耐性菌、いわゆる「スーパーバグ」には、メチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）、バンコマイシン耐性腸球菌（VRE）、クロストリジウムディフィシル（C. difficile）、カンジダ・アウリスなどの耐性菌があります。この新たな問題に対応するために、2016年に国連事務総長により抗微生物薬の耐性に関する国際機関の調整グループ（IACG）が設立されました。IACGは、2019年4月に「No time to Wait: Securing the future from Drug-resistant Infections」（『[待ったなし：薬物耐性菌による感染症から未来を守る](#)』（英語））と題するレポートを国連に提出しています。



イノベーションとコラボレーション

このレポートでは、抗微生物薬耐性（AMR）の脅威と戦うために、「未来を守るためのイノベーションをおこすこと」や「より効果的な対策のために連携すること」など、5つのことが推奨されています。フィンランドでは、VTTフィンランド技術研究センター、ポータブル過酸化水素蒸気発生器メーカーのCleamix、産業計測システムおよびセンサメーカーのVaisala Oyjの間で、薬物耐性菌と戦うためのコラボレーションとイノベーションが行われています。

このイノベーションは、フィンランド空軍が生物毒素兵器や微生物兵器を破壊する方法を模索するところから始まります。すでに米軍が行った多くの初期研究により、過酸化水素蒸気が除染剤として有効である可能性が示されていました。

問題は、市販の H_2O_2 蒸気発生器のほとんどが大きすぎて、現場に配置できないことでした。そのため、フィンランド軍は持ち運び可能で費用対効果が高く、十分な量の過酸化水素蒸気を発生させることができる蒸気発生器を探すために、科学コミュニティに目を向けました。

フィンランドの機器メーカーであるCleamixは、この問題を研究するために設立され、必要な過酸化水素濃度の蒸気を発生させることができる、軽量の蒸気発生器を開発することに成功しました。しかし、蒸気によって効果的に微生物を破壊するために、 H_2O_2 蒸気の適切な濃度を指定された期間にわたってデバイスで特定する必要があります。したがって、過酸化水素蒸気の濃度だけでなく、水と過酸化水素蒸気の組み合わせから算出される湿度値である相対水分飽和度（RS%）や温度など、その他の重要なプロセスパラメータも計測できるセンサが必要になりました。



「コックピットや救急車、アイソレータ、または手術室（実際、汚染される可能性があるあらゆるエリア）のどこを除染する場合でも、 H_2O_2 蒸気だけでなく、相対水分飽和度の値も得ることができるインラインセンサが必要です。その場所の温度でいつ結露が発生するかがわかるからです。相対水分飽和度とは、水と過酸化水素蒸気の組み合わせから算出される湿度値を示すものです。」

Cleamix社
Panu Wilska氏

公益のために働く民間企業

2016年、原子核物理学からハイテクスタートアップ企業の経営まで幅広い分野で、25年を超える国際的な経験を持つPanu Wilska氏がCleamixに入社しました。同氏は、Cleamixの顧問、取締役、および取締役会長を歴任し、現在はCEOを務めています。

Cleamixは、ヴァイサラが H_2O_2 の濃度 (ppm) および温度に加えて、最も重要な飽和点も含めた複数の値を計測できる過酸化水素蒸気センサを開発していることを知りました。各パラメータ (温度、相対湿度、 H_2O_2 の濃度 (ppm)) の値を算定することは技術的には可能ですが、それでも別々のセンサが必要になります。

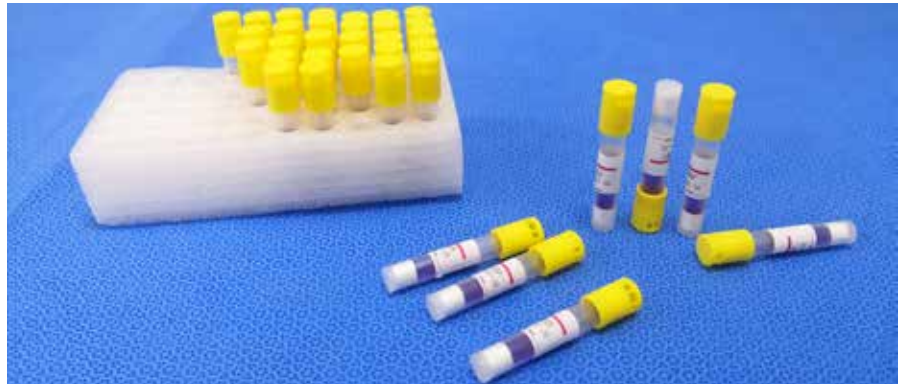
新しいテクノロジーの融合

ヴァイサラはPEROXCAP®技術を開発し、Cleamixは同シリーズの最初のプローブ (HPP270) をテストした企業の1つでした。このプローブは、蒸気発生器と一緒に使用することができ、除染条件を計測します。また、このプローブを統合して、プロセス要件に応じて蒸気の量を制御することもできます。ヴァイサラ HPP シリーズプローブはリアルタイムのプロセス制御が可能です。そのため、Cleamixの蒸気発生器がプロセス中の環境条件の変化に合わせて蒸気の量を調整する必要がある場合でも、プローブデータを使用して発生器を自動的に調整することができます。

Cleamixはその後も、必要な過酸化水素蒸気濃度を特定するために軍の研究センターで行われた、廃棄された軍事施設での過酸化水素蒸気を殺生物剤として使用するテストを行いました。

Cleamixは当初、2つのモデルのポータブル発生器を開発しました。大型のモデルの重量はわずか9.5kgで、10立方メートル以上のエリアを除染できます。

エリアが広い場合は、いくつかの蒸気発生器 (通常、100立方メートルあたりに1



台の蒸気発生器を使用) をネットワークで接続することができます。小さい方のモデルの重量は6kgで、1~20立方メートルのエリア (キャビネットおよび筐体、実験室のキャビネット、救急車など車両や航空機など) に理想的です。

Cleamix装置を利用した第三者のテストでは、蒸気効率比 (蒸気になった過酸化水素水の量) が80~90%であることが示されています。

効率的で効果的な除染

Cleamix製発生器は、5時間半全出力連続運転に約1Lの液体 H_2O_2 を消費します。現在、同社は、相転移法、大気圧以下および以上での加速蒸発、ならびに第三者機関により検証済みの有効性を組み合わせ、独自の技術で26件の特許を出願中です。

Cleamix蒸気発生器は、その持ち運びの良さに加えて、混合液体も気化させることができます。通常の用途では、50%の H_2O_2 水溶液が使用されますが、少量のアンモニアを足すことで、神経ガス兵器などのその他の病原菌も破壊することができます。Cleamix製 H_2O_2 蒸気発生器は、2つの異なる軍組織により別々にテストされており、VXガスやサリンを含むすべての神経ガスを十分に無力化できることがわかっています。

今年に入って、新しい危険なスーパーバグであるカンジダ・アウリス (C.Auris) を調査している研究室で、Cleamix装置がテストされました。

急速に出現したこの病原菌は、2009年に日本で初めて発見され、3つのすべてのクラスの抗真菌薬に対して耐性があるため、生命を脅かす感染症を引き起こす可能性があります。Cleamixのテストでは、酢酸を加えることで除染が速くなるが、高濃度の過酸化水素蒸気だけでもC. Aurisを破壊できることが示されています。

新たに出現した脅威と最先端の解決策

2019年4月、New York Times誌は、「[ひそかに世界に広がりつつある謎めいた感染症](#)」(原題: Infection, Spanning the Globe in a Climate of Secrecy) と題する C. Aurisに関する記事を掲載しました。この記事では、スペイン、英国、および米国の複数の州にある病院および医療センターで発生した最近の大流行について報じられています。米国疾病管理予防センターでは、C.Aurisを切迫した脅威と位置付けています。世界的にみると、インド、パキスタン、および南アフリカでC.Aurisの大流行が発生したことがあります。カナダ公衆衛生庁 (PHAC) と南アフリカ日和見性/熱帯性/院内感染症センター (COHI) では、C.Aurisの予防に関する暫定的な推奨事項を公表していますが、そこでは、その他の除染剤および除染方法に加えて、可能ならば過酸化水素蒸気を使用することが提案されています (『[カンジダ・アウリス: 消毒剤と感染予防への影響](#)』(原題: Candida Auris: Disinfectants and Implications for Infection Control))。

「C.Aurisは、 H_2O_2 蒸気を含む多くの殺生物剤に対して強い耐性がありますが、 H_2O_2 蒸気に他の薬剤を混ぜることで効果的に破壊することができます。使用するもう一方の液体は、過酢酸や酢酸など、もっと酸性の強い液体である必要があります。さまざまな研究所と共同でさらにテストを行っています。

Cleamixユニットの蒸発法では、混合液でも気化させることができることが重要です。

過酸化水素蒸気による除染は、対処的ではなく、予防的に使用することができます。これらの病原菌を死滅させるのは困難で、人に感染した場合、治療するのはもっと大変です。こまめに除染することで流行を食い止めることができますが、機器は持ち運び可能で、高効率で、手ごろな価格である必要があります。」

Cleamix社
Panu Wilska 氏

パラメータの誕生

Cleamixはヴァイサラとの連携を開始するまでに、すでにその他の過酸化水素センサをテストしていましたが、安定し、正確で、統合しやすい、必要なすべてのパラメータの計測が行えるセンサが必要でした。「弊社独自のテストでは、「ドライ方式」の除染を使用していたため、目に見えぬ結露を回避するために、水蒸気と H_2O_2 蒸気の混合気体の相対水分飽和度の値を得ることができるデバイスが必要でした」とWilska氏は述べています。

ヴァイサラのエンジニアたちは、除染中に最も重要なパラメータ（ H_2O_2 濃度（ppm）、湿度、および温度）を計測および制御することができるセンサを開発しました。これにより、新しいパラメータである相対水分飽和度が誕生したので、このパラメータは、オペレータがプロセスによって結露が生じないようにする（ドライ式蒸気除染）、または結露が生じるようにする（ウェットプロセス）のに役立ちます。

HPP270シリーズプローブに導入されたヴァイサラの新しいPEROXCAP®技術を備えたCleamixユニットでは、既知の H_2O_2 濃度値を計測することができます。

除染において重要なプロセスパラメータは、 H_2O_2 ppm濃度、温度、相対湿度、および暴露時間です。

薬剤の研究、開発、および生産において、製品の品質を維持するために、バッチまたはプロセスごとに除染することが重要です。多くの場合、異なる製品およびプロセスに同じ過酸化水素センサ装置が使用されます。

ヴァイサラHPP270シリーズプローブは、再現性の高い計測が可能のため多数のプロセスがある場合に理想的であるだけでなく、現場で簡単に校正することもできます。過酸化水素蒸気の除染からメリットを受ける他のライフサイエンスの用途には、薬剤の有効成分の処理、調剤薬局、流通センターなどがあります。

現在、Cleamixは、スタンドアロン式またはネットワーク接続モジュール式（広いエリアおよび空調システム向け）のユニットを提供しています。Cleamixの顧客には、除染サービスプロバイダー、病院、軍および防衛機関、農業および動物研究所、製薬会社などが含まれます。

Cleamix蒸気発生器の詳細については、[cleamix.com](https://www.cleamix.com)をご覧ください。

過酸化水素蒸気に関するヴァイサラのソリューションの詳細については、www.vaisala.com/ja/measurement/vaporized-hydrogen-peroxide-measurementsをご覧ください。



VAISALA

www.vaisala.com

詳細は以下よりお問い合わせください。
www.vaisala.com/contactus

Ref. B211874JA-A ©Vaisala 2021

本文書は著作権保護の対象となっており、すべての著作権はヴァイサラと関連会社によって保有されています。無断複写・転載を禁じます。本文書に掲載されているすべてのロゴおよび製品名は、ヴァイサラまたは関連会社の商標です。私的使用その他の法律によって明示的に認められる範囲を超えて、これらの情報を使用（複製、送信、頒布、保管等を含む）することは、事前に当社の文書による許諾がない限り、禁止されます。技術的仕様を含め、すべての仕様は予告なく変更されることがあります。