

2023年8月4日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

超硫黄分子によるウイルスと慢性肺疾患の制御法を開発 ミラクル分子・超硫黄による病気のコントロールで未来型呼気医療を展開へ

【発表のポイント】

- 多彩な生理機能を持つミラクル分子である超硫黄^{注1}が新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症のみならず、肺気腫・COPDや特発性肺線維症などの難治性肺疾患^{注2}の制御因子・予防治療薬となる可能性があることを明らかにしました。
- 株式会社島津製作所との共同研究により、自然に吐く息（呼気）をサンプル（試料）とする「呼気オミックス」^{注3}による新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症の診断法を開発に成功しました。
- 今後、超硫黄分子と呼気オミックスを用いた、個別化医療、遠隔・在宅健康診断、各種疾病の診断・治療・未病予防などに応用し革新的な未来型医療を展開します。

【概要】

新型コロナウイルスやインフルエンザ感染症および慢性難治性肺疾患（COPDや肺線維症）などの病態解明、高精度な診断、病期・病状の評価、重症化のリスク判定、予後・合併症の予測と診断、予防・治療薬の開発は喫緊の課題です。

東北大学大学院医学系研究科環境医学分野の赤池孝章教授らの研究グループは、マウスを用いて超硫黄分子が新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症に対して強力な感染防御能を有し、難治性炎症性肺疾患であるCOPD・肺気腫・特発性肺線維症などの予防・治療効果を明らかにしました（図1）。

また、株式会社島津製作所との共同研究により、自然に吐く息（呼気）を用いた無侵襲呼気オミックス解析法を開発し、新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症の高精度な診断法を確立しました。今後、呼気オミックスを、心血管・肺疾患、生活習慣病、動脈硬化、糖尿病などの代謝性疾患やがんなどの診断、健康管理、未病予防の遠隔医療などに展開し、未来型呼気医療の確立を目指します（図2）。

本研究成果は2023年7月25日付けで国際学術誌 Nature Communications に掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

東北大学大学院医学系研究科環境医学分野 赤池孝章教授らの研究グループはこれまで、生体内に超硫黄分子を発見し、その多様な生理機能を探索・解明してきました。また、2020年からの新型コロナウイルスのパンデミックを契機に、ウイルスや超硫黄分子の代謝経路として呼気エアロゾルを用いた呼気オミックス分析の技術開発に取り組んできました。(2020年10月16日プレスリリース：

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2020/10/press20201016-03-breathomics.html>)

今回の取り組み

東北大学大学院医学系研究科環境医学分野の赤池孝章教授、同大学加齢医学研究所、熊本大学との共同研究により、ハムスターやマウスの新型コロナウイルスとインフルエンザウイルス感染モデルおよびマウスの COPD・肺気腫・肺線維症モデルを用いて、超硫黄分子が新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症に対して強力な感染防御能を有することを明らかにしました。また、難治性炎症性肺疾患として知られる COPD・肺気腫・特発性肺線維症などに対しても超硫黄分子は予防・治療効果を発揮することを明らかにしました(図1)。さらに、島津製作所との共同研究により、呼気オミックスによるウイルス診断や超硫黄代謝解析による多くの疾病の診断・未病予防・治療に資する無侵襲生体情報解析法を開発しました(図2)。

今後の展開

超硫黄分子にはエネルギー代謝改善や強力な抗酸化活性があることから、この成果を基盤にした「超硫黄ミラクル創薬」の社会実証が進んでいます。さらに、感染症や肺疾患のみならず、酸化ストレスが関わる心血管疾患、生活習慣病、動脈硬化、糖尿病などの代謝性疾患、アルツハイマー病などの神経変性疾患、がんなどの難治性疾患や加齢寿命制御による長寿医療への展開に期待が寄せられています。本研究成果により、新型コロナウイルスやインフルエンザウイルス感染症、および、がんを含めた全ての疾病の診断のみならず、呼気オミックスを活用した在宅での健康管理・健康診断など、遠隔医療による未病・予防と長寿に資する未来型呼気医療の開発の道が拓かれました。

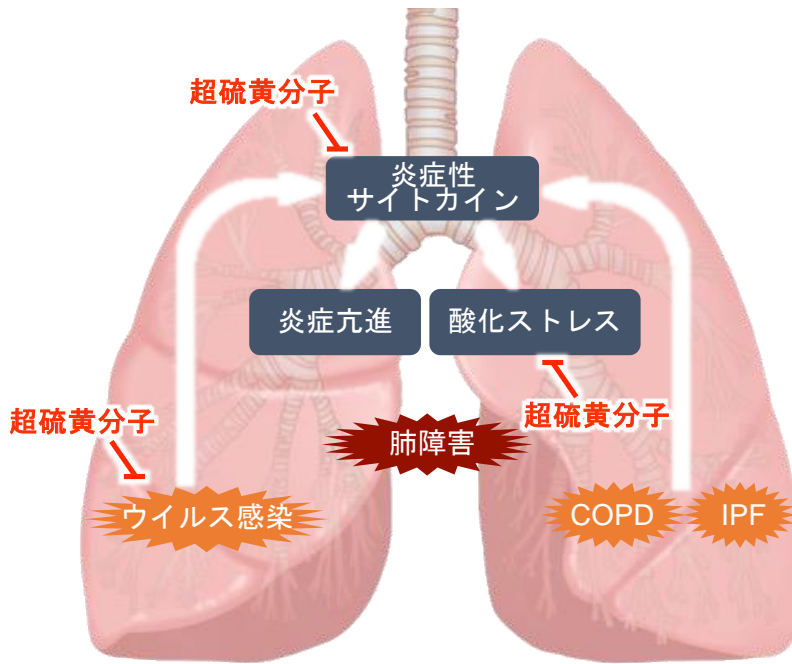


図 1. 超硫黄分子による様々な肺疾患に対する保護効果
 ウイルス感染症、慢性閉塞性肺疾患（COPD; 肺気腫）、特発性肺線維症（IPF）
 では、炎症性サイトカインによる慢性炎症と酸化ストレスがもたらされる。超硫黄分子は、抗ウイルス効果を発揮するだけでなく、炎症反応と酸化ストレスを強力に抑制し病態を制御することで、気道と肺に保護的役割を果たす。

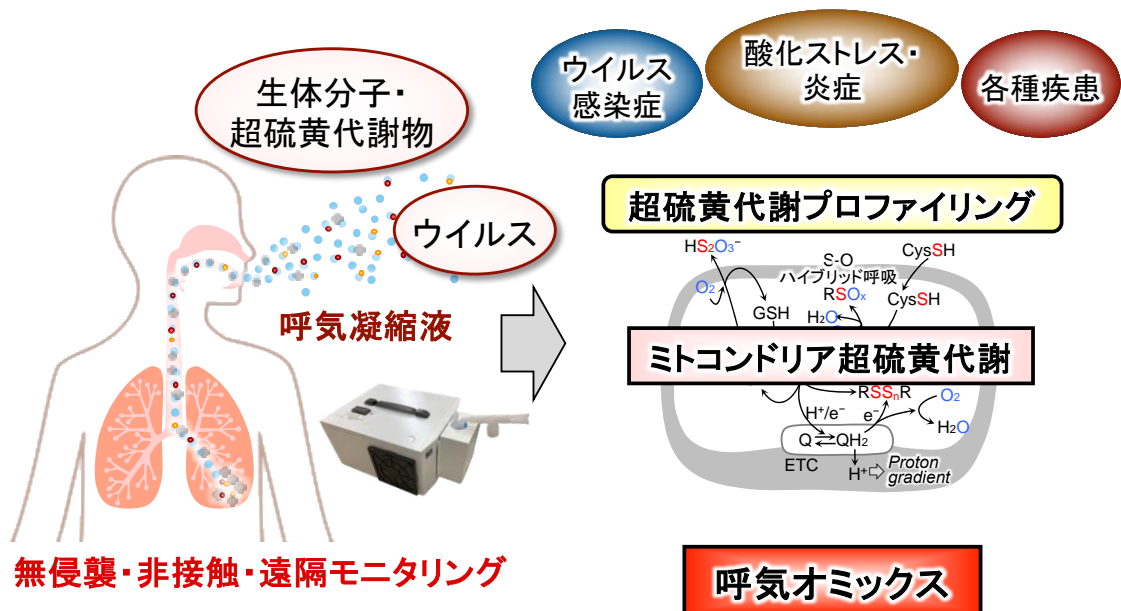


図 2. 呼気オミックスによる革新的な生体情報モニタリング技術の開発
 呼気中に含まれる超硫黄分子（ミトコンドリア超硫黄代謝）などの代謝物やウイルスを無侵襲・非接触的にモニタリングすることで日常的な健康管理のみならず感染症を含めた様々な病気をコントロールする未来型呼気医療を確立する。

【謝辞】

本研究は、2020年度文部科学省第1次補正予算による新型コロナウイルス感染症対策事業および内閣官房新型コロナウイルス感染症対策・AIシミュレーション事業、科学研究費助成事業 学術変革領域(A)「新興硫黄生物学が拓く生命原理変革」(硫黄生物学)、AMED ムーンショット事業「ミトコンドリア先制医療」、JST-CREST事業「多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出」(多細胞)の支援を受けて実施されました。

【用語説明】

- 注1. 超硫黄(supersulfides): ポリスルフィド構造を分子内に有する硫黄代謝物の総称。カテナーション・ポリスルフィド構造により、求核性と親電子性を併せ持ち、多彩な生物活性を示す。
- 注2. 難治性肺疾患: 肺気腫・慢性閉塞性肺疾患(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)や、病因や治療法が未だに確立されていない特発性肺線維症(idiopathic pulmonary fibrosis, IPF)などの肺疾患。
- 注3. 呼気オミックス: 従来の鼻や口(咽頭)からの試料採取・検査システムに替わる、自然に吐く息(呼気)を用いた無侵襲的な検査システムである。呼気オミックスは、呼気の中に存在するウイルスや、生体由来のタンパク質、代謝物を解析する最先端技術である。

【論文情報】

タイトル: Supersulphides provide airway protection in viral and chronic lung diseases

著者: T. Matsunaga, H. Sano, K. Takita, M. Morita, S. Yamanaka, T. Ichikawa, T. Numakura, T. Ida, M. Jung, S. Ogata, S. Yoon, N. Fujino, Y. Kyogoku, Y. Sasaki, A. Koarai, T. Tamada, A. Toyama, T. Nakabayashi, L. Kageyama, S. Kyuwa, K. Inaba, S. Watanabe, P. Nagy, T. Sawa, H. Oshiumi, M. Ichinose, M. Yamada, H. Sugiura, F.-Y. Wei, H. Motohashi & T. Akaike*

*責任著者: 東北大学大学院医学系研究科環境医学分野 教授 赤池孝章

掲載誌: Nature Communications 14, 4476 (2023)

DOI: 10.1038/s41467-023-40182-4

URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-40182-4#additional-information>

【問い合わせ先】

（研究に関すること）

東北大学大学院医学系研究科環境医学分野

教授 赤池 孝章（あかいけ たかあき）

TEL: 022-717-8164

E-mail: takaike@med.tohoku.ac.jp

（報道に関すること）

東北大学大学院医学系研究科 広報室

TEL: 022-717-8032

E-mail: press@pr.med.tohoku.ac.jp