

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

|   |         |   |          |         |               |
|---|---------|---|----------|---------|---------------|
| 研究テーマ<br>(和文) AB  |         | 大気汚染物質である硫黄酸化物 SOx が生体表面に与える悪影響の分子レベルでの解明   |          |         |               |
| 研究テーマ<br>(欧文) AZ  |         | A molecular level understanding on the mechanism of interaction between sulfur oxides and biosurfaces |          |         |               |
| 研究氏<br>代表名<br>者   | カナ CC   | 姓)エナミ   | 名)シンイチ   | 研究期間 B  | 2011 ~ 2013 年 |
|   | 漢字 CB   | 江波  | 進一       | 報告年度 YR | 2013 年        |
|   | ローマ字 CZ | Enami   | Shinichi | 研究機関名   | 京都大学          |
| 研究代表者 CD<br>所属機関・職名   |         | 京都大学白眉センター・准教授  |          |         |               |
| 概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)   |         |   |          |         |               |
| <p>我々の健康問題と直接的に関連している大気汚染問題は、人類が直面している緊急に対策を要する課題である。人間が大気汚染物質を吸い込むと気管支や肺で炎症が起こることが知られているが、実際に気管支や肺の表面でどのような反応が起こっているのかはこれまでよくわかっていなかった。本研究ではこれまでにない斬新な界面反応測定装置を用いて、代表的な硫黄酸化物である二酸化硫黄 SO<sub>2</sub> が生体表面に含まれる代表的な抗酸化物質であるアスコルビン酸と気液界面でどのように反応をして取り込まれているか調べた。</p> <p>ネブライザーによってチャンバー内にアスコルビン酸を含む水のマイクロジェットを噴霧する。ここでマイクロジェット表面は肺の上皮被覆液などの生体表面のモデルとみなすことができる。噴霧されたマイクロジェットに含まれるアスコルビン酸は垂直方向から吹き付けられた SO<sub>2</sub> と気液界面で反応を起こす。反応が起きた後のマイクロジェットはすぐさま電荷を帯びた微小液滴になり、乾燥窒素によって急激に縮小し、最終的に気相にイオンを放出する。それを四重極型質量分析法で検出する。このようなプロセスの結果として、気体の SO<sub>2</sub>/液体のマイクロジェット境界相に生成するイオン生成物を検出することができる。上記の実験システムの構築を行った。また界面反応によって生成する気相成分を測定するために超高感度分光法であるキャビティリングダウン分光法の予備的セットアップも行った。</p> <p>実際の肺の上皮被覆液に含まれている濃度に近い 200μM のアスコルビン酸(AH<sub>2</sub>)を含む水のマイクロジェットに 0.08-0.4 ppmv の SO<sub>2</sub> ガスを吹き付けることによって気液界面に生成する生成物を検出した。反応時間は約 10 マイクロ秒である。その結果、アスコルビン酸アニオン (AH<sup>-</sup>) の減少に伴い、HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> が生成することが明らかになった。また AH<sup>-</sup> の減少の割合は酸性 (pH = 4.3) の時よりも、中性 (pH = 6.7) の時のほうが大きいことが明らかになった。この結果は水の界面が SO<sub>2</sub> ガスの吸着によって急激に酸性化していることを示唆している。</p> $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_2\text{-H}_2\text{O}(\text{interface, if})$ $\text{SO}_2\text{-H}_2\text{O}(\text{if}) \rightleftharpoons \text{HSO}_3^-(\text{if}) + \text{H}^+$ <p>また本結果から AH<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub> の気液界面における反応は SO<sub>2</sub> ガスの水表面への取り込みによる HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> の生成に比べて遅いことが明らかになった。これらの結果から人間が SO<sub>2</sub> を吸い込んだときには代表的な抗酸化物質であるアスコルビン酸は防御機能を果たしておらず、まず SO<sub>2</sub> の液相への取り込みが起こり、肺の表面が急速に酸化されていることが初めて示唆された。本研究成果は大気汚染物質 SO<sub>2</sub> が人間の肺や気管支、植物などの生体表面に与える影響評価につながる。これらの成果をもとに現在論文を執筆中である。</p> |         |   |          |         |               |
| キーワード FA  | 界面      | 毒性学   | 炎症       | 健康影響    |               |

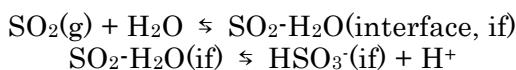
(以下は記入しないでください。)

|            |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 助成財団コード TA |  |  |  |  | 研究課題番号 AA |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 研究機関番号 AC  |  |  |  |  | シート番号     |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。） |                    |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|-----------------------------------|--------------------|---|-------------------|--|--|--|--|--------------------|--|
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 雑誌                                | 論文標題 <sup>GB</sup> |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 著者名 <sup>GA</sup>  |   | 雑誌名 <sup>GC</sup> |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | ページ <sup>GF</sup>  | ～ | 発行年 <sup>GE</sup> |  |  |  |  | 巻号 <sup>GD</sup>   |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |
| 図書                                | 著者名 <sup>HA</sup>  |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 書名 <sup>HC</sup>   |   |                   |  |  |  |  |                    |  |
|                                   | 出版者 <sup>HB</sup>  |   | 発行年 <sup>HD</sup> |  |  |  |  | 総ページ <sup>HE</sup> |  |

欧文概要 EZ

Environmental pollution, which directly impacts our health and quality of life, is one of the most urgent issues to be tackled. It has been recognized that the inhalation of gaseous sulfur dioxide SO<sub>2</sub> induces adverse health effects. However, why and how inflammation occurs in our body when we inhale SO<sub>2</sub> has been uncertain for long. Our lungs are protected by 0.1 – 0.5 μm thickness epithelium lining fluids (ELF), which contain ascorbic acid (vitamin C) as the main antioxidant. It has been assumed antioxidants prevent harmful SO<sub>2</sub> from entering cells. Using a novel interface-specific mass spectrometric technique, the heterogeneous reaction of aqueous ascorbic acid (AH<sub>2</sub>) with gaseous SO<sub>2</sub> was investigated. Our experiments approach the relevant SO<sub>2</sub>(g)/biosurface interactions in microjets generated by spraying 200 μM aqueous AH<sub>2</sub> solutions into 0.08-0.4 ppmv SO<sub>2</sub>(g) at atmospheric pressure. The composition of the interfacial layers of reacting microjets is directly monitored after 10 μs contact times by online electrospray mass spectrometry (ESMS) of electrostatically ejected anions. The HSO<sub>3</sub><sup>-</sup> product signal appears in the presence of SO<sub>2</sub>(g) and increases as a function of exposed SO<sub>2</sub>(g) concentration, while the AH<sup>-</sup> reactant signal shows the opposite tendency. The decrease of AH<sup>-</sup> is more prominent at neutral (pH = 6.7) condition than acidic (pH = 4.3) one. These results imply the accommodation of SO<sub>2</sub>(g) on aqueous surface is faster than the interfacial reaction with AH<sub>2</sub>.



The implication is that if we inhale SO<sub>2</sub>(g), ELF of our lungs are rapidly acidified and AH<sub>2</sub> may not defense against it, resulting in acute inflammation.