

ドローンによる大気汚染収集と XAFS 解析

○岡本 渉^{A)}、八木 伸也^{B)}、堀井 樹^{C)}

^{A)}名古屋大学 宇宙地球環境研究所

^{B)}名古屋大学未来材料・システム研究所

^{C)} 先進的 UAV 事業 Aero Flex

Abstract

The author, together with AeroFlex, an advanced UAV research project, has been developing an aerosol collector that can be mounted on a UAV, and collected samples in the Kokai River and Sugo Swamp field in Japan. This opens and closes an electromagnetic valve at a certain altitude, and the aerosol is sucked in by a fan. Currently, gauze is used as a filter to adsorb the aerosol. The collected samples were analyzed at the Aichi Synchrotron Light Facility BL6N1. Interesting findings have been obtained so far. AeroFlex has begun to provide various aircraft for the development of Japanese-made UAVs. Here we introduce those activities.

1. エアロゾル収集の背景と経緯

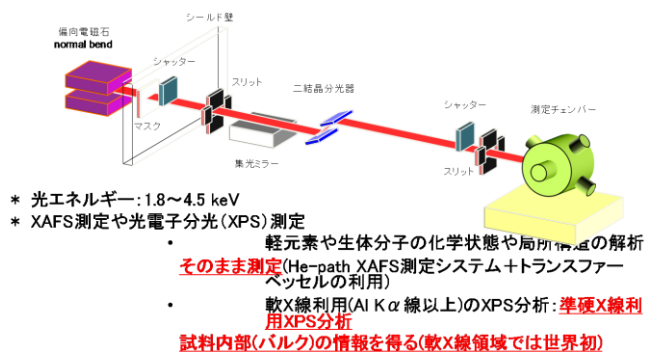
大気中のエアロゾルの化学分析にあたっては、元素分析に近い大まかな科学分析とその分類研究がなされているのみである。

エアロゾルの低減や健康影響を解明するうえで、エアロゾルに含まれている様々な成分の化学形態を解明することが大きな要因になる。また、エアロゾルの発生源や変質過程を探るうえで化学形態の解明は不可欠である。例えばエアロゾル中の硫黄が酸化型であるのか還元型であるのかを調べることで、発生源や大気中の変質過程を解明することが可能になる。化学形態を調べるには、放射光による X 線吸収微細構造 (XAFS) を測定すれば明確になる。

放射光施設(本研究ではあいちシンクロトロン光施設(あいち SR)を利用)で大気エアロゾルを測定するには、分析に必要なエアロゾルの収集量や化学形態を変質させないようなエアロゾルのサンプリング法を確立する必要がある。そこで、本研究では放射光分析に適したエアロゾルのサンプリング法の開発を行った。また、空間的な化学形態の違いの解明を行うためにドローンを用いた 3 次元的なサンプリング法の開発を行っている。

2. エアロゾルの捕集方法

エアロゾルの捕集については、4 ローター型ドローンにエアポンプを活用した捕集装置をぶら下げる形で取り付けたものを設計し取り付けを行った。



ユニークなXAFS測定やXPS測定が可能なビームラインで、他のビームラインでも同一の試料分析が可能なシステムが構築されている

図1 あいちシンクロトロン BL6N1



図2 筑波ドローンフィールドでのテスト風景

この捕集装置は、リモートでエアロゾルの捕集時間を制御することが可能である。

エアロゾルの捕集は、小貝川周辺（茨城県常総市の大和橋下流）で 2022 年 1 月 23 日に実施された「野焼き場所」で行った。



図 3 野焼きの様子

捕集高さは、地上「15-20 ft」と「300 ft」の 2 か所を選び、その位置で 3 分間のエアロゾル捕集を行った。

また、エアロゾルの捕集は、コットンパフを捕集フィルタとして用いた。



図 4 AeroFlex 製国産小型ドローン Ibis

3. XAFS 測定の結果：

エアロゾルについては、野焼きによって放出された物質の硫黄成分に注目したため、XAFS 測定は硫黄 K 吸収端についてスペクトルの取得を目指し、あいち SR の軟 X 線分光ビームラインである BL6N1 にて行った。分析試料は、先述したコットンパフであり、絶縁体のため、He-パスシステムを利用し、蛍光 X 線収量法により実施した。

この測定手段により、絶縁体試料に対してもチャージアップすることなく XAFS スペクトルの取得が可能である。

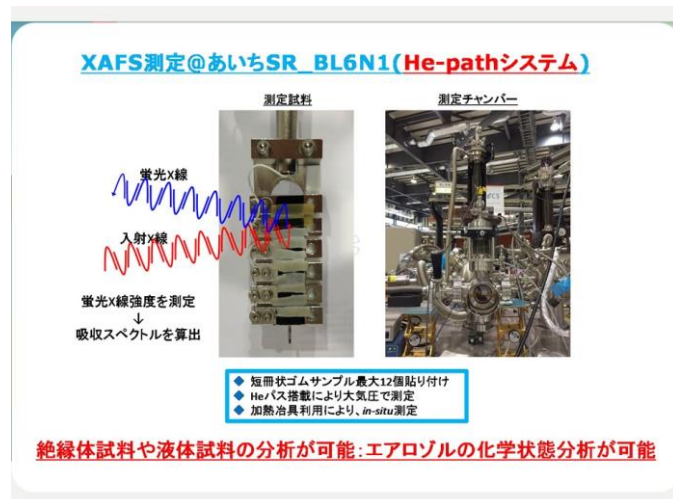


図 5 BL6N1 ヘリウムチャンバーの様子

図 6 に先述した 2 つの高度にて捕集したエアロゾルに対する XAFS スペクトルを示す。

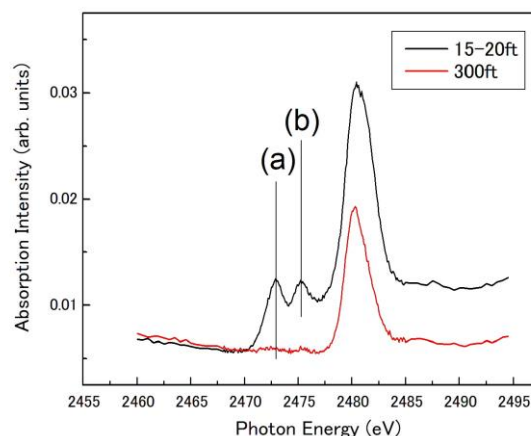


図 6 小貝川サンプル NEXAFS スペクトル

図 6 に見られるピークは、(a)硫化炭素、(b)二酸化硫黄に起因するピークである。一方で、2481 eV 付近に見られる大きなピークは、硫酸(SO₄)に由来するピークであり、コットンパフを漂白する製造過程で使用された硫酸の残渣であると考えられる。

4 今後の展望

実際に小貝川・菅生沼の探査を行ったのは 2022 年の 1・2 月であった。3 月には伊豆の大室山山焼きへ探査に行ったものの、ホームポイントの設定にとまどり、機器のトラブルが起きている間に山焼きが終了している。そして、6 月から国土交通省航空局の ID 申請が始まり、8 ヶ月の間審査中のまま本年度が終わってしまった。

今後の予定としては、放射光のみならず電子顕微鏡によるエアロゾル解析を目指している



図 7 CAVE での飛行実験

また、野焼き・山焼きだけではなく、火山や工場の煤煙など様々な発生源を対象にしたい。そして、CAVEや氷河などの極限環境での大気観測を視野に入れている。

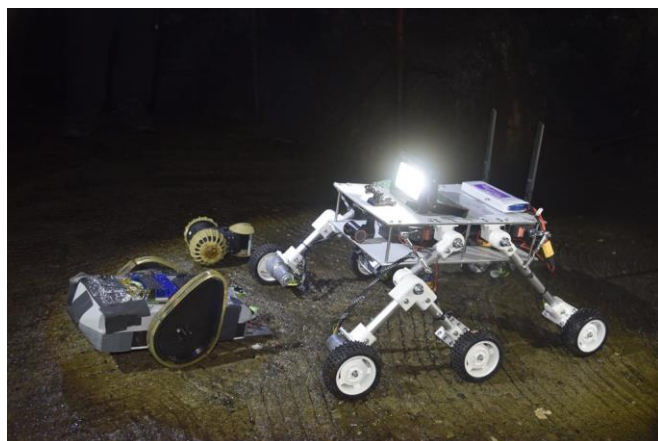


図 8 CAVE での試験をこなす宇宙 UGV たち

5 謝辞

岐阜大学津田教授を始め関係者の協力の元、小貝川・菅生沼の野焼きを観測することが出来ました。また、ユーザータイムを譲ってくださったあいちシンクロトロン関係者の皆様にも感謝申し上げます。

6 参考

『野島掩体壕の現況把握を目的とした視察、計測探査実験及び 継続的な観察プログラムの検討』

眞部 広紀, 毛利 聡, 堀井 樹, 濱 侃, 大山 聖, 岡本 渉, 由良 富士雄, 久間 英樹, 岡崎 泰幸
佐世保工業高等専門学校研究報告第 59 号, pp86 - 95,
発行 2023-01-31

<http://id.nii.ac.jp/1416/00000913/>

『UZUME 計画のための縦孔-地下空洞類似地形・環境における 多段階模擬探査実験プログラム』

眞部 広紀, 久間 英樹, 稲川 直裕, 吉森 聖貴, 岡本 渉, 毛利 聡, 上寺 哲哉, 前田 貴信, 堀江 潔, 大浦 龍二, 阿依 ダニシ, 堀井 樹

佐世保工業高等専門学校研究報告第 59 号, pp114 - 121,

発行 2023-01-31

<http://id.nii.ac.jp/1416/00000916/>

『グローバルリテラシーを培う分野横断融合教材 ～縦孔-地下空洞の地球アナログ地形と地下文化遺産～』

眞部 広紀, 堀江 潔, 大浦 龍二, 前田 貴信, 毛利 聡, 久間 英樹, 岡本 渉,

松広 航, 阿依 ダニシ, 堀井 樹

佐世保工業高等専門学校研究報告第 59 号, pp122 - 131, 発行 2023-01-31

<http://id.nii.ac.jp/1416/00000917/>

宇科連 66 プログラム :

<https://branch.jsass.or.jp/ukaren66/wp-content/uploads/sites/38/2022/11/ba04dd2f4d8a81221932c4ddf0edfad8.pdf>

23 ページ目

4A05『縦穴、横穴、洞窟周辺地形における各種探査実験のための汎用プラットフォームドローン』

堀井 樹, 眞部 広紀, 堀江 潔, 岡本 渉,

武若 聡
第 66 回宇宙科学技術連講演会(熊本大会) OS-18 月惑星の縦孔・地下空洞探査 UZUME 計画
2022 年 11 月 4 日 (金) OS-18-5

4A07『縦孔-地下空洞類似地形の探査実験サイトと形状計測』

眞部広紀, 久間英樹, 稲川直裕, 吉森聖貴, 岡本渉, 毛利聡, 上寺哲哉, 前田貴信, 堀江潔, 大浦龍二, 阿依ダニシ, 堀井樹

第 66 回宇宙科学技術連講演会(熊本大会) OS-18 月惑星の縦孔・地下空洞探査 UZUME 計画

2022 年 11 月 4 日 (金) OS-18-5

「グローバルリテラシー」涵養を目指すドローン・3Dモデリング講習の実践

<<https://researchmap.jp/ky40509691/presentations/41266095>>

堀江 潔, 眞部 広紀, 大浦 龍二, 久間 英樹, 堀井 樹, 岡本 渉

第28回高専シンポジウム in 米子 2023年1月28日

針尾送信所・片島魚雷発射試験場跡の3Dモデル化と観光資源としての活用

<<https://researchmap.jp/ky40509691/presentations/41802643>>

稲岡 航, 藤沢 光, 堀江 潔, 岡本 渉, 堀井 樹

旧軍港市日本遺産活用推進協議会主催

旧軍港四市鎮守府日本遺産シンポジウム in 佐世保(佐世保市民文化ホール) 2023年3月20日

・AGU 2022 iPoster

Air pollution collection and XAFS analysis by drone

Wataru Okamoto, Shinya Yagi 1), Tatsuki Horii 2)

1) Nagoya University 2) AeroFlex