

平成 21 年 5 月 10 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
研究期間：2007～2008
課題番号：19510034
研究課題名 (和文) 国際機関を通じた環境協力と健康評価高度化を目的とする多試料同時分析システムの開発
研究課題名 (英文) International cooperation on environmental problems cooperating with international organizations, and development of highly effective analytical methods and systems for evaluating the state of health of people.
研究代表者
世良 耕一郎 (SERA KOICHIRO)
岩手医科大学・医学部・教授
研究者番号：00230855

研究成果の概要：

技術的成果としては、生きた試料・液体試料を分析可能な分析法である「大気 PIXE」において、初めて正確な定量分析法を開発、また学術研究を主に行う「真空 PIXE」と「大気 PIXE」を同時に効率良く行う新しい方法が開発された。国際協力として、アジア住民の有害元素暴露評価のために数千の試料分析を行い、また海外の多くの国際機関において講演・議論を行い、有害元素広域的汚染問題解決のための国際協力ネットワークを確立した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価

キーワード：健康影響評価

1. 研究開始当初の背景

- (1) 広域にわたる有害元素による人民の健康影響を総合的に評価するためには、毛髪・尿など数千の試料の分析が要求されるが、従来の分析方法は膨大な時間・手間を要し、目的に沿わなかった。
- (2) 我々は毛髪・血液・尿・爪試料など、有害元素による曝露・健康影響評価のために採取される試料に対し「無標準法」を確立し、国内外の有害元素汚染地域住民から採取された数万試料の分析を行ってきた。しかしその強力な分析法である PIXE (イオン励起 X 線分光分析法) は加速器を要し、全国共同利用施設である我々の施設 (30 以上の課題で PIXE を用いた研究が行われて

いる) のマシンタイム不足が大きな障害となっていた。

- (3) 従来、有害元素による環境問題に関しては、個々の研究者、国際機関が手掛けてきたが、ネットワークを持つ国際機関は分析手段を持たず、個々の研究者の成果を人民救済に反映させるための国際協力システムが確立されていなかったため、研究成果が人民救済にまで結び付けられていない。

2. 研究の目的

- (1) 本研究は世界に数億といわれる有害元素中毒症に苦しむ人民の実態を調査し、具体的解決策を立案するために、効率的な健康影響評価法を確立することを目的とする。

- (2) そのための高効率分析システムの開発は急務であり、限られたマシンタイムで成果を上げるために、学術研究を「真空 PIXE」で行うと同時に、国際環境協力のための分析を「大気 PIXE」で行う方法を確立する。
- (3) 研究成果を人民救済に反映できる国際ネットワークの確立を、国際機関の協力を得て行う。研究機関と国際機関が相補的に協力し、具体的な「問題解決型」の研究を推進するための国際協力ネットワークを確立する。

3. 研究の方法

- (1) 「真空・大気同時分析システム」を開発するために。まず「大気 PIXE」における照射装置の改良を行い、定量法を確立する。次に同時分析のためのビーム輸送系の改良、最適条件の決定、さらに同時分析時における分析の精度・感度の確認を行う。
- (2) すでに協力関係にある CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）を通し、小規模金鉱山従事者から毛髪等の試料を採取・分析し、有害元素曝露の実態を調べる。また、試料の収集から送付、結果の解釈とその人民への通知、改善策の立案まで行うシステムを構築する。
- (3) 他の国際機関にも働きかけを行い、バングラデッシュ・中国におけるヒ素汚染問題、中国におけるフッ素汚染問題等の解決に、いかに貢献できるか検討し、調査研究を開始する。

4. 研究成果

(1) 技術的成果

- ① 大気 PIXE におけるビーム照射装置の作成
2008 年度には大気 PIXE において安定した照射を可能とする大気 PIXE 散乱槽が設計・製作され、ビーム輸送ラインに組み込まれた。これにより、He 雰囲気中での照射などの自由度が確保された。

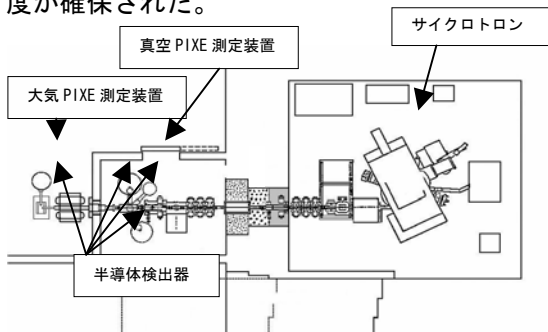


図 1. 真空・大気 PIXE 同時分析システム

② 大気 PIXE における定量法の開発

オイルなどの液体試料や考古学試料、生きたままの生物試料の分析を可能とする大気 PIXE において、あらゆる試料に適用可能な普

遍的定量法は、世界のどの施設でも確立されていない。2007 年度には、大気 PIXE データ解析に必要な種々の物理量を測定もしくは計算により求め、多種試料の定量分析法が初めて開発され、その精度が確認された。

③ 真空・大気同時分析システムの確立

真空及び大気 PIXE を同時に行うためのビーム輸送系の改良が行われ、輸送法が確立され、両 PIXE 分析に必要なビームの質・量が保証された。分析時のバックグラウンド X 線の発生も極限に抑えられた。また多種の試料を同時分析法により分析し、その精度・再現性が確認された。また、同時分析に必要な波高分析器等の電子機器も 2007 年度に整備された。

④ 大気 PIXE における無標準分析法の開発

有害元素による曝露評価において最も多く分析が行われる毛髪試料に対し、真空 PIXE と同様な「無標準法」の開発が行われた。それにより、手を加えない毛髪試料に対し、真空 PIXE と同様な精度・感度で定量分析を行うことが可能となった。

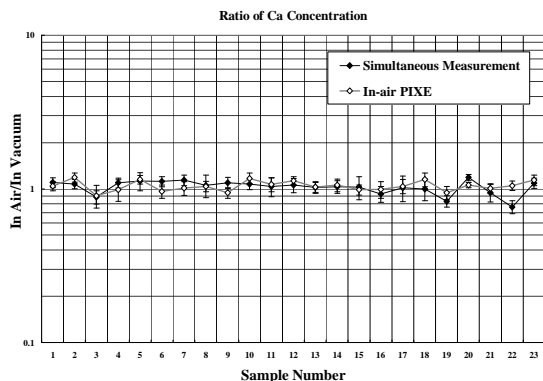


図 2. 23 の毛髪試料に対し、真空 PIXE で求めた Ca 濃度に対する、大気 PIXE・同時分析時の大気 PIXE により求めた Ca 濃度の比を表す。従来の真空 PIXE と同様な精度が得られている。

(2) 国際環境協力における成果

- ① CCOP 加盟各国において採取された毛髪試料、さらに曝露経路同定のための植物・農作物・飲料水・灌漑用水・土等の試料分析が行われ、人体曝露の実態評価、改善策の立案に大いに貢献した。
- ② 試料の収集から輸送、結果の解釈とその人民への通知、改善策の立案まで行うシステム確立に向けて雛型が整えられた。
- ③ 2008 年 11 月バンコク CCOP 本部で開催された国際研究会「CCOP-CASM Asia-Pacific-FAO Colloquium on PIXE Analysis Designed for International Cooperation of Environmental Studies」において PIXE に関する講演を CCOP、タイ地質調査所その他のスタッフに対して行い、今後の研究協力推進に

関する打合せを行った。

④ 同、バンコクにおいて ESCAP (国連アジア太平洋経済社会委員会)、FAO (国際食料農業機構)、日本大使館を訪問し、国際環境問題解決に対する協力関係の構築に努めた。特に FAO との協力により、バングラデッシュにおけるヒ素に汚染された灌漑用水から農作物へのヒ素移行を軽減するための研究を、共同で遂行する方針を定めた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 19 件)

- (1) 飲泉に用いる温泉水中ヒ素の毒性学的な考察: 千葉啓子、高田礼子、片桐裕史、山内博: 臨床環境医学(査読あり), 17-1, (2008) 47-53
- (2) Studies on Changes of Elemental Concentration in a Human Body by Means of Analyses of Long Hairs on the Basis of the Standard-Free Method. : Sera, K., Terasaki, K., Sasaki, T., Goto, S., Saitoh, Y. and Itoh, J., : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 19-1,2, (2009) 印刷中
- (3) Extant Contents of Chromium, Copper and Arsenic in Waste CCA-Treated Timber. : Chiba, K., Uchida, S., Honma, Y., Sera, K. and Saitoh, K. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 19-1,2, (2009) 印刷中
- (4) PIXE Analysis of Peanuts Planted in Japan and Imported from Anroad. : Terakawa, A., Ishii, K., Arikawa, J., Kawamura, Y., Fujikawa, M., Matsuyama, S., Takahashi, Y., Yamazaki, H., Sasaki, H., Maeda, K. and Sera, K., Int'l Journal of PIXE, Vol. 18 -3, 4 (2008) 253-259
- (5) PIXE Analysis of Atmospheric Nano- to Micrometer-size Particles in Roadside Atmosphere. : Saitoh, K., Sera, K., Fushimi, A., Fujitani, Y., Hasegawa, S., Takahashi, K., Kobayashi, S. and Tanabe, K., : Int'l Journal of PIXE Vol. 18 -3, 4 (2008) 175-186
- (6) Data Mining Analysis of Serum Trace Elements in Hospitalized Patients Supported by Nutrition Support Team. , Miura, Y. Suwabe, A., Endo, R., Tomisawa, Y., Ikeda, K., Sera, K. and Yokoyama, S., Int'l Journal of PIXE Vol. 18 -3, 4 (2008) 157-165
- (7) Quantitative and Qualitative Analysis of Fluorine and Multi Elements of Shark Teeth by PIXE. : Sakurai, S., Asakawa, R., Hirota, F., Sato, T., Sera, K. and Itoh, J. : Int'l Journal of PIXE Vol. 18 -3, 4 (2008) 123-129
- (8) Quantitative Analysis of Very Small Quantity of Organs Taken from Patients and Experimental Animals: Standard-free Method for Organ Samples. : Sera, K., Itoh, J., Goto, S., Saitoh, Y., Fujimura, A., Nosaka, Y., Noda, Y., Nishizuka, S. and Wakabayashi, G., Int'l Journal of PIXE Vol. 18 -3, 4 (2008) 111-122
- (9) Development of Sample Preparation Method for Honey Analysis Using PIXE. : Saitoh, K., Chiba, K. and Sera, K. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 18-1,2, (2008) 31-38
- (10) Serum Trace Elements as Nutritional Markets in a Case with Acute Aortic Dissection. : Miura, Y., Suwabe, A., Tawara, M., Endo, R., Ikeda, K. and Sera, K. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 18-1,2, (2008) 61-67
- (11) Standard-free Method for Hair Samples in In-Air PIXE. : Sera, K., Terasaki, K., Itoh, J. and Sakurai, S. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 18-1,2, (2008) 21-30
- (12) Simultaneous Measurement of Two Different Targets by Means of Vacuum and In-Air PIXE. : Sera, K., Sasaki, T., Itoh, J., Saitoh, Y. and Futatsugawa, S. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 18-1,2, (2008) 1-12
- (13) Mineralogical evolution of indium in high grade tin-polymetallic hydrothermal veins - A comparative study from Tosham, Haryana state, India and Goka, Naegi district, Japan, S. Murao S., Debb, M. Furuno, C. : Ore Geology Reviews (査読有) Vol. 33-3,4, (2008) 490-504
- (14) バイオマス発電燃え殻の元素適特徴-荷電粒子励起X線分析法による多元素同時分析- : 山内繁、齊藤勝美、世良耕一郎、和田佳久、栗原正章: 木材工業(査読有), 62-4 (2007) 157-162
- (15) PIXE法による山菜中微量元素濃度の分析-土壌中濃度との関係- : 伊藤じゅん、齋藤義弘、ニツ川章二、石井慶造、世良耕一郎 : (査読有) RADIOISOTOPES, 56-6 (2007) 291-301
- (16) Presumed Cause of Mass Deaths of Rooks (*Corvus Frugilegus Pastinator*) Using PIXE Analysis. : Saitoh, K., Kobayashi, T., Sera, K., Yasuda, M. and Kakino, J. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 17-1,2, (2007) 47-52
- (17) Construction of PIXE Database for Supporting PIXE Studies. - Database of Experimental Conditions and Elemental Concentration for Various samples. - : Itoh, J., Saitoh, Y., Futatsugawa, S. Ishii, K. and Sera, K. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 17-3,4, (2007) 85-118
- (18) Elemental Analysis of Edible Plants in

natural Environment. - Trace elements in wild plants-. : Itoh, J., Saitoh, Y., Futatsugawa, S., Ishii, K. and Sera, K. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 17-3, 4, (2007) 119-127

(19) Physical Quantitative Analysis in In-Air PIXE. : Sera, K., Terasaki, K., Itoh, J., Saitoh, Y. and Futatsugawa, S. : Int'l Journal of PIXE, (査読有) Vol. 17-1, 2, (2007) 1-10

〔学会発表〕(計 10 件)

(1) 国内学会

①長い毛髪試料を用いた体内元素濃度経日変化の測定: 世良耕一郎、寺崎一典、佐々木敏秋、伊藤じゅん、後藤祥子、斉藤義弘、ニッ川章二: 第 25 回 PIXE シンポジウム: 2008 年 9 月、前橋

②PIXE 研究支援のためのデータベースの構築: 伊藤じゅん、斉藤義弘、ニッ川章二、石井慶造: 第 24 回 PIXE シンポジウム: 2007 年 9 月、東京

③真空中・大気中 PIXE 同時分析システムの開発: 世良耕一郎、伊藤じゅん、斉藤義弘、ニッ川章二: 第 24 回 PIXE シンポジウム: 2007 年 9 月、東京

他、2007、2008 年同シンポジウムにおいて本研究に関連する 6 題の発表を行った。その他、第 44 回・45 回アイソトープ放射線研究会、第 57 回日本木材学界等の多数の学会において発表を行い、日本核医学技術学会第 14 回東北地方会において特別講演を行った。さらに NMCC 全国共同利用研究成果報告会において、本研究課題に関する十数件の報告を行っている。

(2) 国際学会

①Target Preparation for PIXE. : Sera, K. : CGOP-CASM Asia-Pacific- FAO Colloquium on PIXE Analysis Designed for International Cooperation of Environmental Studies. : Nov. 2008, Bangkok (特別招待講演)

②PIXE, As a Powerful Tool to Cope with Environmental Problems. : Sera, K. : CGOP-CASM Asia-Pacific- FAO Colloquium on PIXE Analysis Designed for International Cooperation of Environmental Studies. : Nov. 2008, Bangkok (特別招待講演)

③PIXE Analysis of Atmospheric Nano- to Micrometer-size Particles in Roadside Atmosphere. : Saitoh, K., Sera, K., et al. : 6th International Symposium on Bio-PIXE, June, 2008, Richland, USA (招待講演)

その他、同国際シンポジウムにおいて 2 題の

一般発表を行った。

④Medical Applications of Particle-Induced X-ray Emission (PIXE). : Harada, S., Ehara, S., Ishii, K., Sera, K. et al. : 6th International Symposium on Bio-PIXE, June, 2008, Richland, USA (招待講演)

⑤Quantitative Analysis of Very Small Quantity of Organs Taken from Patients and Experimental Animals. : Sera, K., Itoh, J., Saitoh, Y., Fujimura, A. et al. : 6th International Symposium on Bio-PIXE, June, 2008, Richland, USA (招待講演)

⑥Status Report of Sasaki Taro Memorial PIXE Center. : Terakawa, A., Sasaki, T., Ishii, K., Sera, K. and Sasaki, H. : 6th International Conference on PIXE and Its Analytical Applications., Puebla, Mexico, May, (2007)

⑦Daily Changes of Elemental Concentration in a Human Body over 218 Days Obtained by Quantitative Analysis of Beard Samples. : Sera, K., Itoh, J., Saitoh, Y. and Futatsugawa, S. : 6th International Conference on PIXE and Its Analytical Applications., Puebla, Mexico, May, (2007)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

世良 耕一郎 (SERA KOICHIRO)
岩手医科大学・医学部・教授
研究者番号 : 00230855

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

村尾 智 (MURAO SATOSHI)
産業技術総合研究所・総括主幹
研究者番号 : 10358145
千葉 啓子 (CHIBA KEIKO)
岩手県立大学・盛岡短期大学部・准教授
研究者番号 : 90197137