

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24246156

研究課題名(和文) 加速器質量分析法を用いた人為起源の長寿命放射性核種分析による環境影響評価

研究課題名(英文) Environmental impact assessment with analyses of anthropogenic long-lived radionuclides by accelerator mass spectrometry

研究代表者

笹 公和 (Sasa, Kimikazu)

筑波大学・数理物質系・准教授

研究者番号：20312796

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 28,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、環境中に生成・放出された人為起源の長寿命放射性核種であるC-14, Cl-36, I-129等について、加速器質量分析法(AMS)による高感度検出法を開発して、環境影響評価に適用した。特に、福島第一原発事故に関連して、福島県周辺の環境試料採取と人為起源放射性核種の環境移行調査研究を実施した。福島第一原発事故起源のI-129については、土壌への浸透状況と河川への移行過程を明らかにした。表層土壌のI-129/I-131比は、 $26.0 \pm 5.7$  (2011年3月11日換算)となり、計算結果とよく一致した。これらの結果を基に、長寿命放射性核種分析のためのAMS装置を筑波大学において開発した。

研究成果の概要(英文)：We developed accelerator mass spectrometry of anthropogenic long-lived radionuclides such as C-14, Cl-36, I-129 and others for environmental impact assessment. Radioiodine is one of the most important radionuclides released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident. We have clearly articulated the environmental fate of radioiodines on terrestrial environment. After the FDNPP accident, the average isotopic ratio of I-129/I-131 is estimated to  $26.0 \pm 5.7$  as at March 11, 2011. On the basis of these results, we developed the rare-particle detection system to be able to measure environmental levels of long-lived radionuclides at the University of Tsukuba.

研究分野：加速器質量分析法

キーワード：長寿命放射性核種 アランスレベル 加速器質量分析法 環境放射能 環境影響評価 ヨウ素129 塩素36 炭素14 クリ

### 1. 研究開始当初の背景

大気上層において2次宇宙線による核破砕反応等で生成される天然の長寿命放射性核種<sup>10</sup>Be(半減期 $T_{1/2}=1.36 \times 10^6$  yr), <sup>14</sup>C(5,730 yr), <sup>26</sup>Al( $7.1 \times 10^5$  yr), <sup>32</sup>Si(140 yr), <sup>41</sup>Ca( $1.03 \times 10^5$  yr), <sup>36</sup>Cl( $3.0 \times 10^5$  yr), <sup>129</sup>I( $1.57 \times 10^7$  yr)等は、降水などと共に地上に降下する。これらの長寿命放射性核種は、核燃料再処理工場などの原子力関連施設や原子力発電所事故及び大気核実験等でも人為的に生成され、天然のものと混合する。

長寿命放射性核種の自然界同位体比は $10^{-10} \sim 10^{-14}$ 程度であり、放射線検出器による計測は実用的ではない。研究代表者らは、長寿命放射性核種を筑波大学(12 MV タンデム加速器)や東京大学(5 MV タンデム加速器)の大型の加速器質量分析(Accelerator Mass Spectrometry: AMS)装置を用いて計測する手法を開発して、年代測定や地球環境研究に利用してきた。そして、福島第一原発事故の影響もあり、AMSを用いた人為起源の長寿命放射性核種分析の必要性が高まっていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、核実験や原子力関連施設及び原子力発電所事故等で環境中に生成・放出された人為起源の長寿命放射性核種である<sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, <sup>129</sup>I等をAMS法で高感度に検出する手法を開発して、環境影響評価に適用することを目指す。特に、福島第一原子力発電所事故での放射性核種の放出により、人為起源の長寿命放射性核種の環境動態調査が今後重要になると考えられる。土壌、地下水、降水等の環境試料中での長寿命放射性核種の環境動態研究を総合的に実施する。

### 3. 研究の方法

研究期間の前半2年間で、環境試料中に存在する長寿命放射性核種の加速器質量分析による検出手法を確立する。後半2年間で環境試料中の長寿命放射性核種分析を進展させ、基礎データの蓄積を図る。最終的に人為起源の長寿命放射性核種である<sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, <sup>129</sup>I等について、環境中での分布状況を明らかにして、環境動態研究の総合的な進展を図る。

研究期間内に、以下の研究項目を実施する。

(1) 大型加速器質量分析装置による人為起源の長寿命放射性核種の検出手法について、開発を進展させる。また、測定対象となる核種の試料化学処理方法の効率化と妨害元素の除去方法を検討する。

(2) 筑波大学及び東京大学の大型加速器質量分析装置において、<sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, <sup>129</sup>I等の測定手法の確認を行う。また、試料処理機器の準備及びAMS測定法を検討する。<sup>14</sup>C測定用に試料処理装置とグラフィート生成用電気炉を開発する。加速器質量分析装置による環境試料測定手法を確立して、長寿命放射性核種の土壌・河川・地下水等への移行を調査する。

(3) 人為起源の長寿命放射性核種の環境動

態調査研究において、AMSによる<sup>129</sup>I測定により<sup>131</sup>I被ばく線量推定を実施する。放射性核種拡散シミュレーションを組み合わせた検証を行う。また、福島県周辺の長寿命放射性核種の分布状況を明らかにして、長期的な環境影響に関する評価と対策法を検討する。

(4) 筑波大学での新たな大型加速器質量分析装置の開発を実施する。最新鋭の大型加速器質量分析装置により、人為起源の長寿命放射性核種の高精度分析による核種の環境移行研究手法の確立と新たな環境動態研究分野の開拓をおこなう。

### 4. 研究成果

#### (1) AMS測定試料の化学処理法の開発

福島第一原発事故後の表層土壌での<sup>129</sup>I測定では、予備試験より土壌試料の取り扱いが問題となった。<sup>129</sup>IのAMS測定では土壌が0.1g程度で済むため、土壌試料を均質化する必要がある。その為、ボール粉砕機で<sup>129</sup>I測定用土壌試料を均質化することを試みた。その他、<sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, <sup>90</sup>Sr等の試料処理方法を開発した。

<sup>129</sup>I測定では、土壌を約0.1~0.5g分取して、土壌と同質量のV<sub>2</sub>O<sub>5</sub>とともに酸素気流中において約1000℃で燃焼させた。トラップしたヨウ素を最終的にAgIとして沈殿させ、東京大学のAMS装置を用いて約300試料の測定を行った。また、ICP-MSにより安定ヨウ素(<sup>127</sup>I)の測定を行い、<sup>129</sup>I濃度を算出した。

#### (2) 加速器質量分析による<sup>14</sup>C, <sup>36</sup>Cl, <sup>129</sup>Iの測定手法の確認と試料処理機器の開発

人為起源の<sup>14</sup>Cの加速器質量分析研究に関して、炭素試料処理装置の開発を進めた。<sup>14</sup>C用の炭素試料前処理システムについては、自動AAA処理装置、元素分析計・CO<sub>2</sub>精製装置、およびグラフィート化装置から成るシステムを開発した。

長寿命放射性核種のAMS測定において、試料化学処理方法の効率化と妨害元素除去方法の検討を実施した。東京大学の5MVタンデム加速器を用いて、多電極型ガス検出器による<sup>36</sup>Cl及び<sup>90</sup>Srの加速器質量分析の試験測定を実施した。多電極型ガス検出器による<sup>36</sup>Cl及び<sup>90</sup>Srの加速器質量分析の試験測定では、最適条件を粒子・重イオン輸送計算コードPHITSを用いて探査した。Srについては、0.5μAのSrF<sub>3</sub>ビームの取り出しに成功し、パイロットビームとして同重体の<sup>90</sup>Zrの観察に成功した(引用文献①)。

#### (3) 長寿命放射性核種の環境動態調査研究

人為起源の長寿命放射性核種では、主に<sup>129</sup>Iを測定対象核種とした。福島県及びその周辺地域の環境試料の採取と<sup>129</sup>I, <sup>137</sup>Cs, <sup>110m</sup>Ag等の環境中の人為起源放射性核種の分布状況と環境移行調査を実施して基礎データを取得した。また、環境試料のAMS測定の為の試料前処理方法を検討した。

福島第一原発事故前の表層土壌中(表面から深さ5cmまで)の<sup>129</sup>I平均濃度は、(2.7 ±

1.4)  $\times 10^8$  atoms/g であった。これが福島第一原発周辺の  $^{129}\text{I}$  バックグラウンド値と推定される。福島第一原発事故起源の表層土壌中の  $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比について、筑波大学と東京大学で相互検証を進めた。筑波大学グループでの  $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比は、 $26.0 \pm 5.7$  (2011年3月11日換算)であった(図1)。また、東京大学グループの  $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比は  $26.1 \pm 5.8$  となり(引用文献)、よく一致した結果となった。また、 $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比の結果と ORIGEN2.2 コードによる福島第一原発の各炉内の燃料組成評価(引用文献)と比較して、福島第一原発事故時の原子炉内の状態解析と福島県内の放射性核種分布に基づく地域ごとの放射源の推定を進展させた。図1において、 $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比の相関は、 $R^2 = 0.98$  となった。また、ORIGEN2.2 コードによる計算では、福島第一原発1号機の  $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比は 31.4 となり、2号機は 21.9、3号機では 20.8 であった。

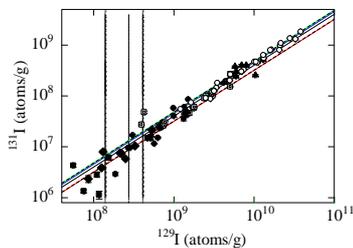


図1 筑波大学グループによる  $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$  比の関係 ( $R^2=0.98$ ) (実線は ORIGEN2.2 コードによる計算結果)。

土壌中の  $^{129}\text{I}$  深度分布については、福島第一原発から西 4.2 km と西 8.4 km の地点について、事故前(2008年5月)と事故後(2012年11月)に採取した土壌コアを比較した。事故後では、 $^{129}\text{I}$  の全インベントリーは西 4.2 km 地点で  $1.91 \text{ Bq m}^{-2}$ 、西 8.4 km 地点で  $0.71 \text{ Bq m}^{-2}$  であった。図2に福島第一原発から西 4.2 km 地点における、 $^{129}\text{I}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の事故前後の土壌深度分布を示す(引用文献)。

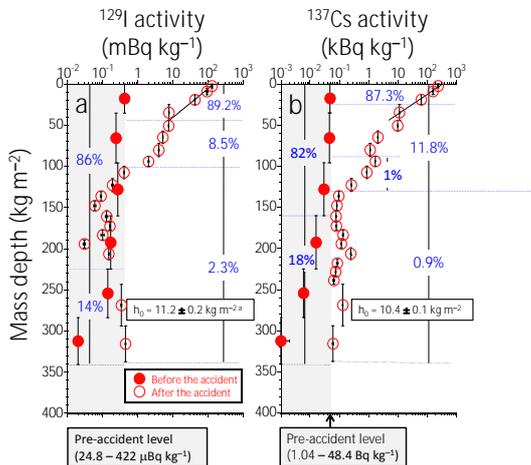


図2 福島第一原発から西 4.2 km 地点における、 $^{129}\text{I}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の事故前後の土壌深度分布。

福島県内の河川の  $^{129}\text{I}$  濃度変動は、河川底質土壌と溶存態では、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比について溶存態が平均的に低く表れる傾向があり、安定ヨウ素による希釈が考えられた。また、河川周辺の表層土壌と河川底質土の間でも、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比が異なる結果となり、福島第一原発事故起源の  $^{129}\text{I}$  蓄積の状況が異なると考えられる。福島第一原発から 10 km 圏内において事故前に採取した土壌コアの  $^{129}\text{I}$  濃度と  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比は、深度と共に減少した。事故後においては、最表層で高い  $^{129}\text{I}$  濃度 ( $40.2 - 130 \text{ mBq/kg}$ ) と  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  比 ( $0.9-9.3 \times 10^{-6}$ ) が認められ、それらは深度と共に指数関数的に減少した。なお、沈着した  $^{129}\text{I}$  のおよそ 90% が、深度  $37.4 \text{ kg m}^{-2}$  (4.3 cm) 及び  $50.5 \text{ kg m}^{-2}$  (4.1 cm) よりも上層に存在していた。

その他、福島第一事故起源の  $^{36}\text{Cl}$  の表層土壌での検出(引用文献)および  $^{14}\text{C}$  の樹木年輪中の測定を実施した。環境中の人為起源  $^{14}\text{C}$  では、福島第一原発の原子炉内(1-3号機)では、核分裂に伴って生成される  $^{14}\text{C}$  が  $^{129}\text{I}$  とほぼ同レベルの  $(2.02-2.45) \times 10^{11} \text{ Bq core}^{-1}$  生成していることが ORIGEN2.2 の解析によって見積られている。福島第一原発事故前後の年輪試料について、開発した炭素試料前処理システムでグラファイトを作製し、 $^{14}\text{C}$  の試験測定を行った。福島県浪江町で採取した年輪試料からは、福島第一原発事故起源の  $^{14}\text{C}$  は、明確に検出されなかった。

(4) 6MV タンデム加速器質量分析装置の開発  
筑波大学において、人為起源の長寿命放射性核種の高感度測定を目指した 6 MV タンデム加速器質量分析装置の開発を行なった。

6 MV タンデム加速器質量分析システムには、40 試料を装填できる Cs スパッタ型負イオン源が 2 台備わっている。極微量核種検出ラインは、 $22.5^\circ$  静電分析器と 5 電極型のガス E-E 検出器からなっている。図3に本研究で開発を行なった 6 MV タンデム加速器質量分析システムの概略図を示す。国内最大規模となる加速器質量分析専用ビームラインにより、 $^{10}\text{Be}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、 $^{26}\text{Al}$ 、 $^{36}\text{Cl}$ 、 $^{41}\text{Ca}$ 、 $^{129}\text{I}$  等の多核種の高感度 AMS 測定が可能な設計とした(引用文献)。

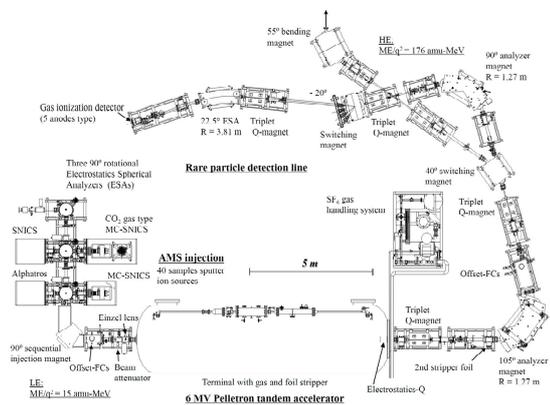


図3 本研究で開発した 6 MV タンデム加速器質量分析システムの概略図。

<引用文献>

Y. Satou et al., Technological developments for strontium-90 determination using AMS, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 361 (2015) 233-236.

Yasuto Miyake et al., Measurement of long-lived radionuclides in surface soil around F1NPP accident site by Accelerator Mass Spectrometry, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 361 (2015) 627-631.

Kenji NISHIHARA et al., 福島第一原子力発電所の燃料組成評価, JAEA-Data/Code2012-018 (2012).

Tetsuya Matsunaka et al., Pre- and post-accident  $^{129}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  levels, and  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  and  $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$  ratios in soil profiles near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Japan, Journal of Environmental Radioactivity, 151 (2015) 209-217.

Kimikazu Sasa et al., The new 6 MV multi-nuclide AMS facility at the University of Tsukuba, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 361 (2015) 124-128.

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 17 件)

Tetsuya Matsunaka, Kimikazu Sasa, Keisuke Sueki, Hiroyuki Matsuzaki et al., Pre- and post-accident  $^{129}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  levels, and  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  and  $^{129}\text{I}/^{137}\text{Cs}$  ratios in soil profiles near the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Japan, Journal of Environmental Radioactivity, 査読有, 151 (2015) 209-217.

Kimikazu Sasa et al., The new 6 MV multi-nuclide AMS facility at the University of Tsukuba, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 361 (2015) 124-128.

Tetsuya Matsunaka, Kimikazu Sasa, Keisuke Sueki, Hiroyuki Matsuzaki et al., Post-accident response of near-surface  $^{129}\text{I}$  levels and  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  ratios in areas close to the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Japan, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 361 (2015) 569-573.

Yasuto Miyake, Hiroyuki Matsuzaki, Kimikazu Sasa et al., Measurement of long-lived radionuclides in surface

soil around F1NPP accident site by Accelerator Mass Spectrometry, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 361 (2015) 627-631.

Yukihiko Satou, Keisuke Sueki, Kimikazu Sasa, Hiroyuki Matsuzaki et al., Technological developments for strontium-90 determination using AMS, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 361 (2015) 233-236.

S. Sekimoto, Y. Matsushi, H. Matsuzaki, H. Matsumura et al., Measurements of production cross sections of  $^{10}\text{Be}$  and  $^{26}\text{Al}$  by 120 GeV and 392 MeV proton bombardment of  $^{89}\text{Y}$ ,  $^{159}\text{Tb}$ , and natCu targets, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 361 (2015) 685-688.

S. Akiyama, Y. Matsushi et al., Dissolution rates of subsoil limestone in a doline on the Akiyoshi-dai Plateau, Japan: an approach from a weathering experiment, hydrological observations, and electrical resistivity tomography, Geomorphology 査読有, 247 (2015) 2-9.

M. Honda, H. Matsuzaki, et al., Depth profile and mobility of  $^{129}\text{I}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in soil originating from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power accident, Journal of Environmental Radioactivity, 査読有, 146 (2015) 35-43.

Y. Muramatsu, H. Matsuzaki et al., Analysis of  $^{129}\text{I}$  in the soils of Fukushima Prefecture: preliminary reconstruction of  $^{131}\text{I}$  deposition related to the accident at Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP), J. Environ. Radioact., 査読有, 139 (2015) 344-350.

松四雄騎, 松崎浩之 他, 宇宙線生成核種による流域削剥速度の決定と地形方程式の検証, 地形, 査読有, 35 (2015) 165-185.

松四雄騎, 松崎浩之 他, 宇宙線生成核種による山地流域からの長期的土砂生産量の推定, 応用地質, 査読有, 54 (2014) 272-280.

Yukihiko Satou, Keisuke Sueki, Kimikazu Sasa et al., Vertical distribution and formation analysis of the  $^{131}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{129\text{m}}\text{Te}$ , and  $^{110\text{m}}\text{Ag}$  from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant in the beach soil, J Radioanal Nucl Chem, 査読有, 303, 2 (2014) 1197-1200.

S. Sekimoto, Y. Matsushi, H. Matsuzaki,

H. Matsumura et al., Measurements of cross sections for production of light nuclides by 300 MeV proton bombardment of Cu and Y. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 査読有, 294 (2013) 475-478.

Kimikazu SASA, The 6 MV tandem accelerator project for nuclear physics and ion beam applications at the University of Tsukuba, AIP, 査読無, 1533 (2013) 184-188.

S. Sekimoto, H. Matsumura, Y. Matsushi, H. Matsuzaki et al., Measurement of high energy neutron induced cross sections for chromium. Journal of the Korean Physical Society, 査読有, 59 (2012) 1916-1919.

Y. Miyake, H. Matsuzaki et al., Isotopic ratio of radioactive iodine ( $^{129}\text{I}/^{131}\text{I}$ ) released from Fukushima Daiichi NPP accident, Geochemical Journal, 査読有, 46 (2012) 327-333.

Yuki Tosaki, Kimikazu Sasa, et al., Measurement of  $^{36}\text{Cl}$  deposition flux in central Japan: Natural background level and its seasonal variability, Journal of Environmental Radioactivity, 査読有, 106 (2012) 73-80.

[学会発表](計 27件)

K. Sueki, K. Sasa, H. Matsuzaki et al., T. Oki et al., Time variation of iodine-129 and radioactive cesium in river water at Ohori River. The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies, 15-20 December, 2015, Honolulu (USA).

Y. Satou, K. Sueki, K. Sasa, H. Matsuzaki et al., Sample preparation for  $^{90}\text{Sr}$ -AMS using solid phase extraction. 6th East Asia AMS Symposium, October 5-8, 2015, Taipei (Taiwan).

T. Matsunaka, K. Sasa, K. Sueki, H. Matsuzaki et al., Migration behavior and flux of particulate  $^{129}\text{I}$  in the river system of Fukushima. 6th East Asia AMS Symposium, October 5-8, 2015, Taipei (Taiwan).

M. Matsumura, K. Sasa, K. Sueki, H. Matsuzaki et al., Environmental impact of the Fukushima accident on iodine-129 levels in meteoric water. 6th East Asia AMS Symposium, October 5-8, 2015, Taipei (Taiwan).

K. Sasa, H. Matsuzaki, K. Sueki et al., Estimation of  $^{131}\text{I}$  deposition from  $^{129}\text{I}$  analysis in surface soils released from the Fukushima Daiichi Nuclear

Power Plant accident, International Conference on Environmental Radioactivity, September 21st to 25th, 2015, Thessaloniki (Greece).

T. Matsunaka, K. Sasa, K. Sueki, H. Matsuzaki et al., Migration behavior of particulate  $^{129}\text{I}$  in the Niida River system. International Symposium on Radiological Issues for Fukushima's Revitalized Future, 30-31 May, 2015, Paruse Iizaka, Fukushima (Japan).

松中哲也, 笹公和, 末木啓介, 松崎浩之他, 福島原発事故起源ヨウ素 129 の陸域から海洋環境への移行研究, 第16回「環境放射能」研究会, 2015年3月9日, KEK (茨城県つくば市).

佐藤志彦, 末木啓介, 笹公和, 松崎浩之他,  $^{90}\text{Sr}$ -AMS のための固相抽出を用いた試料調製の検討, 第17回 AMS シンポジウム, 2015年3月2-3日(火), 筑波大学 (茨城県つくば市).

泉大希, 笹公和, 末木啓介, 松崎浩之他, PHITS を用いた  $^{36}\text{Cl}$ -AMS 測定条件の評価と宇宙線生成核種の測定, 第17回 AMS シンポジウム, 2015年3月2-3日(火), 筑波大学 (茨城県つくば市).

末木啓介, 笹公和, 松崎浩之他, 福島第1原発事故起源の I-129 の分布と陸域での I-131 の汚染影響推定, 日本放射線安全管理学会第13回学術大会, 2014年12月3-5日, 徳島大学 (徳島県徳島市).

笹公和, 末木啓介, 松崎浩之他, 福島第一原子力発電所事故起源 I-129 の陸域環境での移行と分布, 日本原子力学会 2014年秋の大会, 2014年9月8-10日, 京都大学 (京都府京都市).

松村 宏, 末木啓介, 笹公和 他, 宇宙線表面照射年代測定のためのマグネタイト試料のシュウ酸溶液への溶解方法の検討, 2014 日本放射化学会年会/第58回放射化学討論会, 2014年9月11-13日, 名古屋大学 (愛知県名古屋市).

末木啓介, 笹公和, 松崎浩之他, 河川中のセシウム 134, 137 とヨウ素 129 の挙動, 2014 日本放射化学会年会/第58回放射化学討論会, 2014年9月11-13日, 名古屋大学 (愛知県名古屋市).

Kimikazu Sasa, Keisuke Sueki et al., The new 6 MV multi-nuclide AMS facility at the University of Tsukuba, Thirteenth Accelerator Mass Spectrometry Conference, 24-29 August 2014, Aix-Marseille (France).

笹公和, 末木啓介, 松四雄騎, 松崎浩之他, 最終退氷期から完新世初期にかけての南極氷床コア中の宇宙線生成核種  $^{36}\text{Cl}/^{10}\text{Be}$  比, 日本地球惑星科学連合 2014年大会, 2014年4月28日-5月2日, パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市).

笹公和, 末木啓介, 松崎浩之 他,

福島第一原発事故により放出された  $^{129}\text{I}$  の分布と  $^{131}\text{I}/^{129}\text{I}$  比の評価, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 2014 年 4 月 28 日-5 月 2 日, パシフィコ横浜 (神奈川県横浜市).

笹 公和, 末木 啓介 他, 筑波大学 6 MV AMS システムの導入状況, 第 16 回 AMS シンポジウム, 2014 年 3 月 19-20 日, 東京大学大気海洋研究所(千葉県柏市).  
末木啓介, 笹公和, 松崎浩之他, 河川中のヨウ素 129 と放射性セシウムの挙動, 第 16 回 AMS シンポジウム, 2014 年 3 月 19-20 日, 東京大学大気海洋研究所(千葉県柏市).

K. Sasa, K. Sueki et al., Future prospects of the 6 MV AMS project at the University of Tsukuba, 5th East Asia AMS Symposium, October 15-18, 2013, Daejeon (Korea).

H. Matsuzaki et al., Current status and future plan of MALT, The University of Tsukuba(招待講演), 5th East Asia AMS Symposium, October 15-18, 2013, Daejeon (Korea).

⑳ Y. Satou, K. Sueki, K. Sasa, H. Matsuzaki et al., Production of Strontium (Sr) negative molecule ions for  $^{90}\text{Sr}$ -AMS. 5th East Asia AMS Symposium, October 15-18, 2013, Daejeon (Korea).

㉑ 笹 公和, 末木 啓介, 松崎 浩之 他, 福島第一原発事故により放出された  $^{129}\text{I}$  の陸域環境での分布状況と  $^{131}\text{I}$  降下量の復元, 2013 年度日本地球化学会第 60 回年会, 2013 年 9 月 11-13 日, 筑波大学 (茨城県つくば市).

㉒ 笹公和, 末木啓介, 高橋努, 松村万寿美, 佐藤志彦, 松崎 浩之 他, 福島第一原発事故により放出されたヨウ素 129 の環境中での分布 -ヨウ素 131 との相関と炉内の放射能比との比較-, 日本原子力学会「2013 年春の年会」, 2013 年 3 月 26-28 日, 近畿大学 (大阪府東大阪市).

㉓ 笹 公和, 末木 啓介, 高橋 努, 松村 万寿美, 佐藤 志彦, 松四 雄騎, 松崎 浩之 他, 福島第一原発事故により放出されたヨウ素 129 の陸域環境における輸送と沈着, 第 15 回 AMS シンポジウム, 2013 年 3 月 9-10 日, 名古屋大学(愛知県名古屋市).

㉔ 佐藤志彦, 末木啓介, 笹公和, 松崎浩之他, AMS による環境中放射性ストロンチウムの迅速定量法の検討, 第 15 回 AMS シンポジウム, 2013 年 3 月 9-10 日, 名古屋大学(愛知県名古屋市).

㉕ 末木啓介, 笹公和, 柴山尚大, 佐藤志彦, 高橋努, 松村万寿美, 松崎浩之 他, 千葉県東葛地域大堀川流域における  $^{137}\text{Cs}$  及び  $^{129}\text{I}$  の放射能濃度の経時変動, 第 15 回 AMS シンポジウム, 2013 年 3 月 9-10

日, 名古屋大学(愛知県名古屋市).

㉖ 笹公和, 末木啓介, 高橋努, 松村万寿美, 佐藤志彦, 松崎浩之 他, 福島県東部地域における福島第一原発事故由来のヨウ素 129 の表層土壌分布, 2012 年日本放射化学会年会・第 56 回放射化学討論会, 2012 年 10 月 3-5 日, 東京工業大学(東京都目黒区).

〔図書〕(計 1 件)

笹 公和, 松崎浩之 他 共著, 丸善出版株式会社『原子力・量子・核融合事典』第 分冊 量子ビームと放射線医療、1.2.8 節 バンデグラフ・タンデム加速器 P22-23, 3.1.9 節 イオンビームによる材料のキャラクタリゼーション P112-114, 3.1.10 節 加速器粒子線を用いた年代測定 P115-117, 2014 年 12 月.

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

筑波大学 AMS グループ

<http://www.tac.tsukuba.ac.jp/~ams/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

笹 公和 (SASA, Kimikazu)

筑波大学・数理物質系・准教授

研究者番号: 20312796

(2) 研究分担者

末木 啓介 (SUEKI, Keisuke)

筑波大学・数理物質系・教授

研究者番号: 90187609

松崎 浩之 (MATSUZAKI, Hiroyuki)

東京大学・総合研究博物館・教授

研究者番号: 60313194

松四 雄騎 (MATSUSHI, Yuki)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号: 90596438

松村 宏 (MATSUMURA, Hiroshi)

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・放射線科学センター・准教授

研究者番号: 30328661

(3) 研究協力者

松中 哲也 (MATSUNAKA, Tetsuya)

松村 万寿美 (MATSUMURA, Masumi)

高橋 努 (TAKAHASHI, Tsutomu)

佐藤 志彦 (SATOU, Yukihiko)

本多 真紀 (HONDA Maki)