

## 地質調査総合センターにおけるエアロゾル中の天然及び人工放射性核種の長期観測 (2011年 - 2014年)

金井 豊<sup>1,\*</sup>

Yutaka Kanai (2015) Long-term observation (2011 – 2014) of natural and artificial radionuclides transported with aerosols at the Geological Survey of Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol.66 (5/6), p.143–157, 12 figs, 3 tables, 1 Appendix.

**Abstract:** In order to obtain the geochemical knowledge of material cycle and to contribute the concern of inhabitant about safety after the accident of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP), the aerosol observation at the GSJ was continued and the new data in 2014 as well as those from 2011 are reported in this paper. The Cs radioisotopes in aerosols in October 2011 decreased to  $10^{-4}$  Bq/m<sup>3</sup>, one thousandth of those in April. In spring of each year, the concentration of Cs-137 decreased stepwise, to about  $10^{-5}$  Bq/m<sup>3</sup> in January 2015, probably owing to the change of climate conditions. Natural Pb-210 and Be-7 activities correlated each other and decreased in summer and winter. Traces of Ce-141, Ce-144 and Sb-125 were observed in some samples taken in 2011.

**Keywords:** Aerosol, Radionuclides, Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, Cs-134, Cs-137, Pb-210, Be-7, Geological Survey of Japan, Observation

### 要 旨

物質循環に関する地球化学的知見を得ると同時に、福島第一原子力発電所事故後の地域住民の不安感の払拭にも貢献するため、地質調査総合センターにおいてエアロゾル中の放射性核種の観測を2011年から2015年1月まで継続して行ってきた。前報告に引き続き2014年1月から2015年1月までの観測データを報告すると同時に、これまでの長期にわたる観測結果を総括した。更に、2013年の途中から1年半以上にわたるエアロゾルの重量測定結果も報告した。放射性Cs同位体のエアロゾル濃度は、2011年10月には4月時点より3桁ほど低下して $10^{-4}$  Bq/m<sup>3</sup>前後を推移し、2012年、2013年、2014年の春季に段階的に低下傾向を示し、2015年1月のCs-137濃度は $10^{-5}$  Bq/m<sup>3</sup>前後となった。このような春季における濃度低下は、気象条件の変化が変動因子の一つと考えられた。Pb-210とBe-7は、お互いに相関を有しながら夏季と冬季に低濃度となる傾向が見られた。また、微量のCe-141, Ce-144, Sb-125等も2011年における一部試料で検出された。

### 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日14時46分, M 9.0)とその後の大津波によって、東北地方の太平洋岸地域を中心に、これまでにない甚大な被害を被った。また、太平洋岸に位置する東京電力株式会社福島第一原子力発電所(FDNPP)においては、これに伴う電源喪失によって原子炉の冷却機能が失われ、翌日には核燃料の溶融、水素爆発などが起こり(山崎, 2014; Baba, 2013)、ヨウ素-131(I-131)やセシウム-137(Cs-137)などの大量の人工放射性核種が環境中に放出された(内閣官房内閣広報室, 2011; 経済産業省, 2011)。我が国の原子力事故としてはこれまで経験の無いことで、国際原子力機関(IAEA)の国際原子力事象評価尺度(INES)では最高レベルの7で、放出量では及ばないが旧ソ連ウクライナ共和国のChernobyl原子力発電所事故と同等レベルの深刻な事故であった。このため、放射線影響の評価に必要な放射線観測が日本各地で開始され、産総研でも事故直後に降下物の調査、空間線量率のモニタリングなどが行われて公表された(産業技術総合研究所, 2011)。

<sup>1</sup> 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門(AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

\*Corresponding author: Y. Kanai, Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: y.kanai@aist.go.jp

第1表 GSJにおける2014年のエアロゾル採取日とエアロゾル中の放射性核種の濃度。核種濃度の誤差は放射線の計数誤差による。

Table 1 Aerosol sampling dates and radioactive nuclide concentrations in aerosols collected at the GSJ in 2014. Errors of concentration are calculated from statistic counting errors.

No.*	Start		Stop		Volume (m <sup>3</sup> )	Activity (Bq / m <sup>3</sup> )			
	Y / M / D	H : M	Y / M / D	H : M		Cs-134	Cs-137	Be-7	Pb-210
						605 keV	662 keV	478 keV	46.5 keV
127	2013/12/26	10:39	2014/1/9	15:49	20470	6.5E-06 ± 6E-07	1.44E-05 ± 9E-07	3.77E-03 ± 2E-05	6.4E-04 ± 2E-05
128	2014/1/9	15:52	2014/1/24	16:17	21625	8.3E-06 ± 7E-07	1.94E-05 ± 9E-07	2.87E-03 ± 2E-05	6.2E-04 ± 2E-05
129	2014/1/24	16:19	2014/2/11	22:30	26291 1)	7.5E-06 ± 5E-07	1.72E-05 ± 7E-07	3.20E-03 ± 2E-05	5.3E-04 ± 1E-05
130	2014/2/13	10:52	2014/2/26	15:48	19016	1.98E-05 ± 9E-07	4.8E-05 ± 1E-06	8.23E-03 ± 5E-05	1.46E-03 ± 3E-05
131	2014/2/26	15:52	2014/3/14	13:56	22924	6E-06 ± 1E-06	1.9E-05 ± 2E-06	4.65E-03 ± 4E-05	1.11E-03 ± 3E-05
132	2014/3/14	13:59	2014/3/27	15:17	18798	1.38E-05 ± 9E-07	3.1E-05 ± 1E-06	5.14E-03 ± 3E-05	8.7E-04 ± 3E-05
133	2014/3/27	15:19	2014/4/10	12:02	19963	6.1E-06 ± 7E-07	1.4E-05 ± 1E-06	5.90E-03 ± 3E-05	7.2E-04 ± 2E-05
134	2014/4/10	12:03	2014/4/24	15:06	20343	6.9E-06 ± 7E-07	1.6E-05 ± 1E-06	6.85E-03 ± 3E-05	7.8E-04 ± 2E-05
135	2014/4/24	15:08	2014/5/8	13:58	20090	5.3E-06 ± 6E-07	1.41E-05 ± 9E-07	6.37E-03 ± 3E-05	8.4E-04 ± 2E-05
136	2014/5/8	14:00	2014/5/22	11:05	19985	7.1E-06 ± 6E-07	1.92E-05 ± 9E-07	4.13E-03 ± 2E-05	6.0E-04 ± 2E-05
137	2014/5/22	11:07	2014/6/5	9:48	20081	4.2E-06 ± 6E-07	1.28E-05 ± 9E-07	5.65E-03 ± 3E-05	7.5E-04 ± 2E-05
138	2014/6/5	9:50	2014/6/19	11:47	20277	2.9E-06 ± 5E-07	9.2E-06 ± 7E-07	3.26E-03 ± 2E-05	5.1E-04 ± 1E-05
139	2014/6/19	11:49	2014/7/2	9:16	18567	3E-06 ± 1E-06	1.1E-05 ± 1E-06	3.76E-03 ± 2E-05	4.4E-04 ± 2E-05
140	2014/7/2	9:18	2014/7/14	10:46	17368	2.4E-06 ± 6E-07	1.00E-05 ± 8E-07	3.38E-03 ± 2E-05	4.8E-04 ± 2E-05
141	2014/7/14	10:48	2014/7/23	11:21	12993	4E-06 ± 1E-06	1.1E-05 ± 1E-06	2.49E-03 ± 2E-05	6.4E-04 ± 3E-05
142	2014/7/23	11:23	2014/8/6	12:07	20204	6.6E-06 ± 4E-07	1.90E-05 ± 7E-07	3.23E-03 ± 2E-05	5.2E-04 ± 1E-05
143	2014/8/6	12:09	2014/8/20	9:25	19996	4.9E-06 ± 9E-07	1.65E-05 ± 6E-07	2.99E-03 ± 1E-05	4.2E-04 ± 1E-05
144	2014/8/20	9:27	2014/9/4	11:18	21711	5.4E-06 ± 6E-07	1.34E-05 ± 8E-07	3.52E-03 ± 2E-05	4.4E-04 ± 2E-05
145	2014/9/4	11:20	2014/9/17	11:30	18730	3.6E-06 ± 7E-07	1.4E-05 ± 1E-06	5.14E-03 ± 3E-05	9.4E-04 ± 2E-05
146	2014/9/17	11:32	2014/10/2	10:07	21515	4.0E-06 ± 6E-07	1.15E-05 ± 8E-07	6.48E-03 ± 3E-05	9.98E-04 ± 2E-05
147	2014/10/2	10:09	2014/10/15	10:23	18734	3E-06 ± 1E-06	1.1E-05 ± 1E-06	4.94E-03 ± 3E-05	6.3E-04 ± 2E-05
148	2014/10/15	10:25	2014/10/29	11:30	20225	3.7E-06 ± 6E-07	1.0E-05 ± 1E-06	6.33E-03 ± 3E-05	8.7E-04 ± 2E-05
149	2014/10/29	11:34	2014/11/12	11:30	19494 2)	3.8E-06 ± 7E-07	1.1E-05 ± 1E-06	5.67E-03 ± 3E-05	8.4E-04 ± 2E-05
150	2014/11/12	11:33	2014/11/27	10:31	21538	4.5E-06 ± 6E-07	1.1E-05 ± 1E-06	4.44E-03 ± 3E-05	7.7E-04 ± 2E-05
151	2014/11/27	10:33	2014/12/10	14:35	18962	5.0E-06 ± 8E-07	1.4E-05 ± 1E-06	2.92E-03 ± 2E-05	4.5E-04 ± 2E-05
152	2014/12/10	14:38	2014/12/24	14:59	20181	4E-06 ± 2E-06	1.6E-05 ± 1E-06	2.87E-03 ± 3E-05	5.9E-04 ± 4E-05
153	2014/12/24	15:02	2015/1/7	13:43	20081	4.1E-06 ± 6E-07	1.08E-05 ± 9E-07	3.40E-03 ± 2E-05	8.0E-04 ± 2E-05
154	2015/1/7	13:45	2015/1/17	5:05	13881 3)	4.1E-06 ± 9E-07	1.5E-05 ± 1E-06	2.31E-03 ± 3E-05	4.7E-04 ± 2E-05

\* "No." continues from Tables in the previous reports (Kanai, 2012a; Kanai et al., 2013; Kanai, 2014)

1) Stop time was estimated from the air volume

2) High volume sampler stopped during electric power failure on 8 November 2014

3) Stop time of high volume sampler and the air volume were estimated because of machine failure

地質調査総合センター (GSJ) では、事故後の放射性核種のモニタリングとして、また環境中の放射性核種の動態を解明する研究の一環として、事故後20日経過した3月末から大気中エアロゾル中の放射性核種の観測を開始した。これまでに、2011年、2012年および2013年の観測データをそれぞれ地球化学的な検討も加えて報告してきた(Kanai, 2012; 金井, 2012a; 2012b; 2013; 金井ほか, 2013; 金井, 2014)。

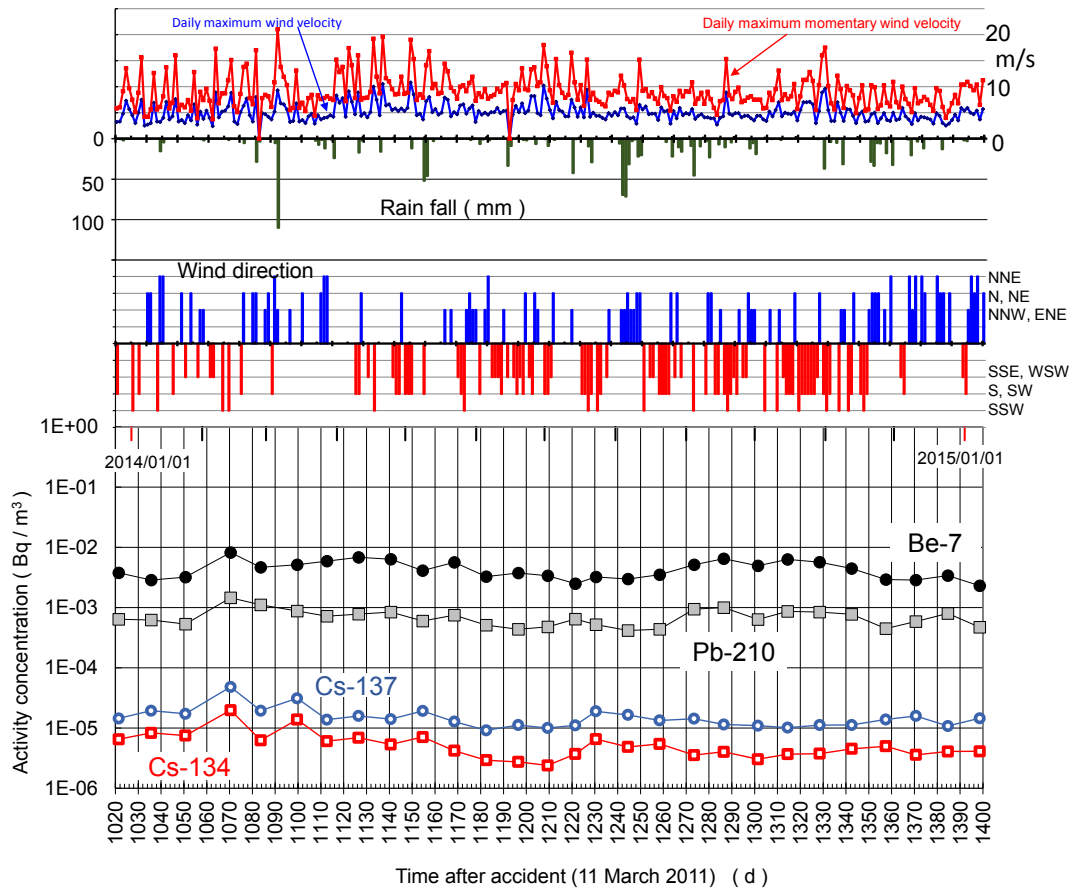
これまでの前報においては、エアロゾル中の人工放射性核種濃度は発生源での放出量変化やサンプリング期間中の雨量・風向などの気象条件によって変動すると考えて検討し、その影響を明らかにした(金井, 2012a)。さらに、濃度の変動要因をより明らかにするため、後方流跡線解析の適用を試みた(金井, 2013; 金井ほか, 2013)。また、一度堆積したダストが再浮遊・飛散する可能性についても検討した(金井, 2014)。

本報告では、エアロゾル観測を2014年も継続して2015年1月で終了した経緯を踏まえ、2014年の観測結果にこれまでの観測結果を全て総括して報告する。それと共に、一部の試料ではダスト濃度も測定したので、それらの報告も合わせて行い、エアロゾル中の放射性核種の挙動特性についての検討結果を報告する。

## 2. 試料と実験装置

2014年の試料採取や測定に用いた手法・装置等は、それまで行ってきた前報(Kanai, 2012; 金井, 2012a; 2012b; 2013; 金井ほか, 2013; 金井, 2014)と同様であるため、簡単な記述にとどめる。ポリフロンフィルター(ADVANTEC製PF040; 約25 cm × 20 cm × 0.95 mm厚)を、産業技術総合研究所つくばセンター第7事業所7-8棟の屋上(地上14 m)に設置されたハイボリュームエアサンプラー(HV-1000F, Shibata Scientific Co., Ltd.)にセットし、試料採取時間を2週間前後に設定して採取した。各試料の採取開始時間、終了時間、採取空気量などを第1表の左欄に示した。なお、No.129とNo.154ではサンプラーが途中で自動停止したため、その終了時間と採取空気量は停止時に表示されていた採取空気量表示値から推定した。

エアロゾルを採取したフィルターは、1/16のサイズに折りたたんでポリエチレン袋に封入し、更にポリエチレン容器に入れて放射能測定試料とした。一部の試料については、使用前と使用後のフィルターの重量を電子天秤で秤量し、ダストの重量を算出した。放射線測定は、井戸型Ge半導体検出器を備えたMCA7600システム(金井,



第1図 GSJにおいて2014年に採取したエアロゾル中の放射性核種(Be-7, Pb-210, Cs-134, Cs-137)の濃度と気象条件の変動。

Fig. 1 Temporal variation on the concentrations of radionuclides (Be-7, Pb-210, Cs-134, Cs-137) collected at the GSJ in 2014 and the weather condition (Wind direction, velocity and rain fall).

2012a)を使用し、概ね1日から4日間測定した。測定されたBe-7, Pb-210, Cs-134, Cs-137について、それぞれ605 keV, 662 keV, 478 keV, 46.5 keVのピークを用い、サンプリングの開始時間に崩壊補正して、開始時間における空気中核種濃度(Bq/m<sup>3</sup>)として定量した。

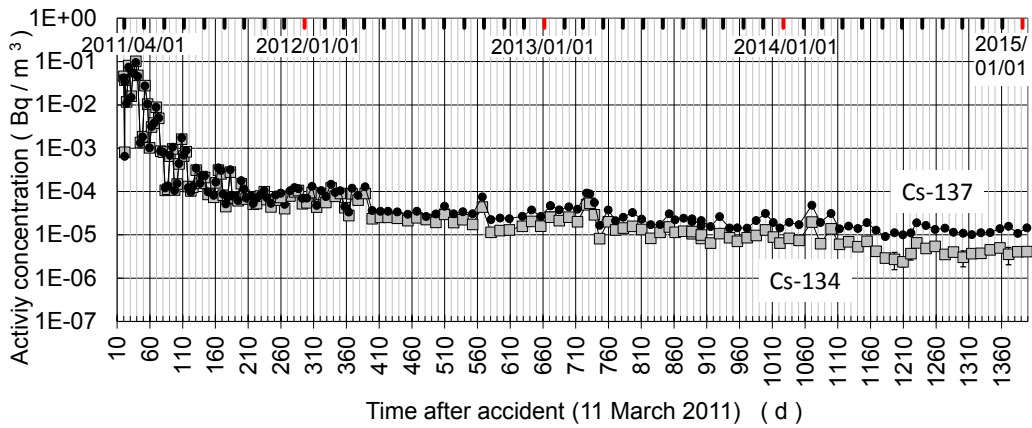
### 3. 結果と考察

#### 3.1 2014年におけるエアロゾル中の人工放射性核種の観測結果と長期変動

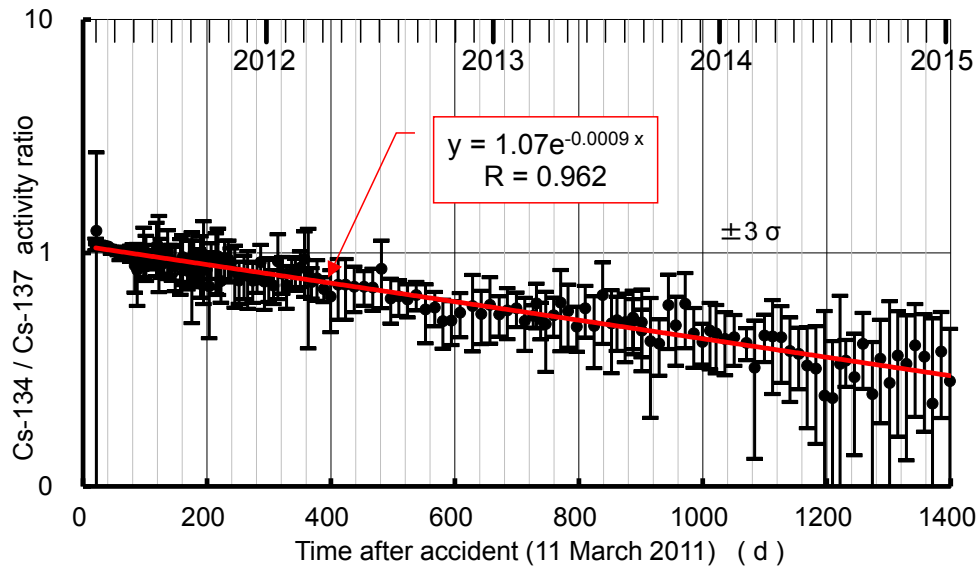
原発事故由来の人工放射性核種Cs-134とCs-137について、2014年から2015年1月までにおける観測結果を、第1表及び第1図に示す。なお、これまでの観測データ(2011-2013)を誤差範囲も含めて、付表1に一覧表示した(金井, 2012a; 金井ほか, 2013; 金井, 2014)。第1図には、日々の気象条件の変化(つくば(館野)における降雨量, 最大風向, 最大風速, 最大瞬間風速など; 気象庁, 2014)も合わせて示してある。この期間でのCs-134とCs-137の観測

データはほぼ安定しており、それぞれ2-20 μBq/m<sup>3</sup> (平均4 μBq/m<sup>3</sup>), 9-48 μBq/m<sup>3</sup> (平均8 μBq/m<sup>3</sup>)の範囲を変動した。全体として2月-3月の冬季に高濃度となる傾向が見られており、これは前報でも報告した結果と同様である。また、事故からの日数との相関係数も-0.55, -0.48と、負の弱い相関が認められる。これは、冬季に高濃度となる傾向と関係するのかわからないが、事故の影響が時間と共に次第に減少しつつあることも示唆しているものと考えられる。

長期変動を明らかにするために、第2図に観測開始時からのCs-134, Cs-137の濃度変化(付表1を参照)を示した。2011年の4月には10<sup>-1</sup> Bq/m<sup>3</sup>レベルであったものが、2015年1月の時点でCs-137は10<sup>-5</sup>レベルと、約10<sup>4</sup>分の1に減少している。また、当初Cs-134とCs-137とは同レベルの放射線濃度であったが、原発事故による核反応の停止後は半減期の違いから時間と共に前者が速く減衰し、エアロゾル中の両者の放射能比Cs-134/Cs-137は、第3図のように時間と共に減衰して、事故後約4年以上経過し



第2図 GSJにおける2011年から2014年までのCs-134及びCs-137核種の長期変動。  
Fig. 2 Long-term variations of Cs-134 and Cs-137 at the GSJ from 2011 to 2014.



第3図 2011年から2014年までGSJで採取したエアロゾル中のCs-134/Cs-137放射能比の変化 (Rは相関係数を示す)。  
Fig. 3 Variations of activity ratios of Cs-134/Cs-137 in aerosols collected at the GSJ from 2011 to 2014 (R indicates the coefficient of correlation).

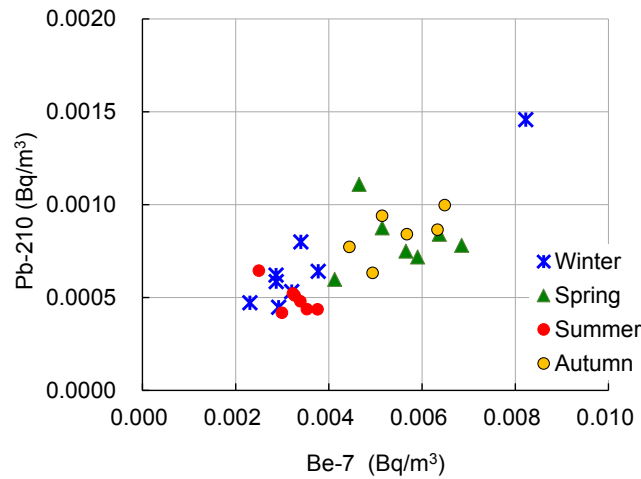
た現在ではその比が1/4近くとなっている。第3図に示した放射能比Cs-134/Cs-137の対数における時間に対する傾きは、 $-0.00091$ であり、物理的な崩壊定数の差( $\lambda_{137} - \lambda_{134} = -0.00086$ )と良い一致を見せた。これは、環境に放出後の移動・拡散・降下・沈降・堆積などの事象において、お互いに分別することなく、同じセシウム同位体として類似した地球化学的挙動をとっているためと考えられる。

2011年からの長期変動における詳細な変化に関しては、

前報(金井, 2014)に記述したように、2011年の秋頃から2012年、2013年、2014年の春頃から、それぞれ段階的に低下している様子が第2図から読み取れる。2014年も季節的な気象条件が濃度変化に影響しているものと考えられる(金井, 2015)。

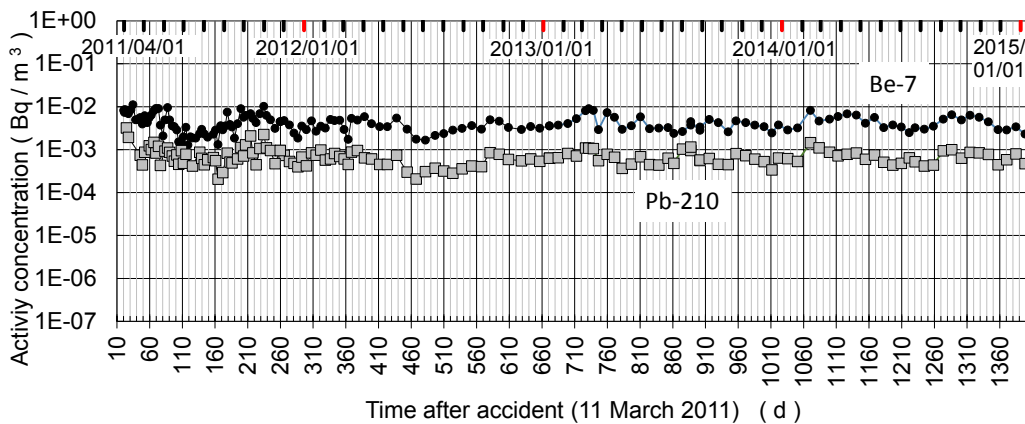
### 3.2 2014年の天然放射性核種の観測結果と長期変動

2014年における天然放射性核種のBe-7及びPb-210の観測結果を、Cs-134、Cs-137と同様に第1表及び第1図



第4図 2014年GSJにおいて観測されたBe-7及びPb-210の季節ごとの濃度変化。  
夏：6-8月，秋：9-11月，冬：12-2月，春：3-5月。

Fig. 4 Seasonal variations of Be-7 and Pb-210 observed at the GSJ in 2014. Summer: from June to August, Autumn: from September to November, Winter: from December to February, Spring: from March to May.



第5図 GSJにおける2011年から2014年までのBe-7, Pb-210の長期変動。

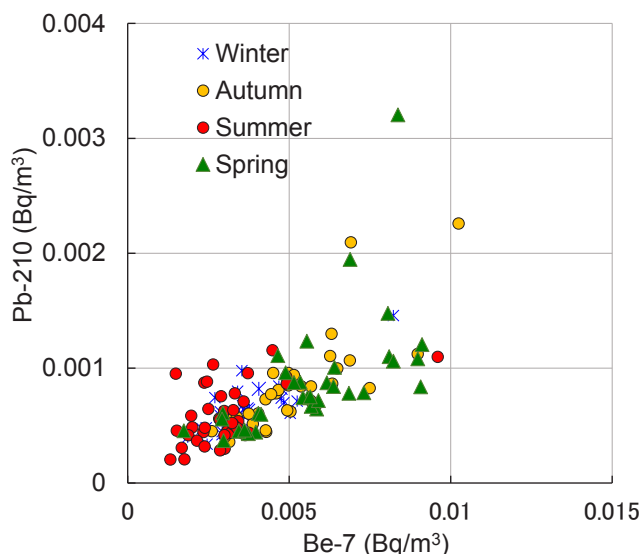
Fig. 5 Long-term variations of Be-7 and Pb-210 at the GSJ from 2011 to 2014.

に示した。Be-7は、地球の大気上空において酸素(O)および窒素(N)が宇宙線による核破碎反応を受けることによって生じ、一方のPb-210は地殻中のU-238の壊変で生成するRn-222が大気中に放出され、その壊変で生じており、Be-7は大気由来でPb-210は陸起源という違いがある。これらについても、それぞれ2-8 mBq/m<sup>3</sup> (平均4 μBq/m<sup>3</sup>)、4-15 μBq/m<sup>3</sup> (平均7 mBq/m<sup>3</sup>)の範囲を変動するのみで、大きな変動は見られなかった。また、時間との相関係数を見ると、いずれも-0.24, -0.22とその絶対値は

小さく、Cs放射性同位体と違い、自然由来の放射性核種であるため、単純に季節間変動もしくは気象条件によるばらつきを表す。

この様子をもう少し明らかにするために、3月から5月までを春季、6月から8月までを夏季、9月から11月までを秋季、12月から2月までを冬季として、2014年の測定結果を分類して第4図に図示した。2月末の試料No.130は特異的であるが、それを除くと夏季と冬季では両者の濃度は低く、春季と秋季に高まっていることがうかがえる。





第6図 GSJで2011年から2014年まで採取したエアロゾル中のBe-7とPb-210の季節変動。  
夏：6-8月，秋：9-11月，冬：12-2月，春：3-5月。

Fig. 6 Seasonal variations between Be-7 and Pb-210 in aerosols collected at the GSJ from 2011 to 2014.  
Summer: from June to August, Autumn: from September to November, Winter: from December to February, Spring: from March to May.

同様に、これまで観測したBe-7及びPb-210の長期に渡る観測結果を第5図に示した。これまでの観測結果の平均は、それぞれ $(4.4 \pm 2.1) \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$ 、 $(7.4 \pm 4.2) \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ となり、49-57%の相対標準偏差であったが、これは主に季節変動によるものと考えられた。第6図には季節に伴う濃度変動をまとめて示した。それぞれの起源が異なるものの、お互いに正の相関関係を有し(相関係数 $R=0.69$ )、夏季と冬季では両者の濃度は低く、春季と秋季に高まっている傾向も確認できた。

### 3.3 エアロゾル濃度の変動

前報(金井, 2014)では、一度降下したエアロゾル等が再飛散してCs-137濃度を高める可能性を検討し、そのパラメータとしてCs-137濃度とCs-137/Pb-210比の関係を提案しつつ、より多くの情報を加味する必要性を指摘した。そのパラメータの一つとして、2013年の途中から1年半以上にわたり、エアロゾルの重量測定も同時に行った。エアロゾル濃度の観測結果を第2表、及び第7図の太丸マーク(●)で示した。第7図では、同一地点で行われた2001年から2005年までのエアロゾル観測結果(Kanai *et al.*, 2005)も季節表示と併せて示した。エアロゾル濃度は、2002年や2004年のような春季の顕著な増大は見られなかったが、それでも春季の増加傾向が認められている。その他の時期でもその時々気象条件などに応じて変動しているようである。エアロゾル濃度について今回同時観測されたBe-7、Pb-210、Cs-134、Cs-137等との濃度変動と比較したところ(第8図)、第3表及び

第9図で示されるように、前2者は弱い正の相関関係が認められるが、後者の人工放射性核種では明瞭な傾向が認められない。観測期間中のBe-7、Pb-210はダスト粒子そのものと強く関連しているが、Cs-134やCs-137では天然起源のエアロゾル粒子とは別の因子がその挙動を支配しており、核種固有の特性(半減期の違いや起源)や人為的な影響が作用しているものと考えられる。核種間では、Be-7とPb-210間、Cs-134とCs-137間、ならびにPb-210とCs-137間で有意の相関係数が得られた(第3表参照)。

前報(金井, 2014)で、Cs-137濃度とCs-137/Pb-210比の関係を再飛散の指標の一つとして提案した。本研究での関係図をエアロゾル濃度も加味したバブル散布図として第10図に示した(バブルの幅がエアロゾル濃度に対応)。前報でNo.125が再飛散の可能性があったとしたが、本研究ではエアロゾル質量濃度でも幾分高め傾向を示した。しかし、エアロゾル濃度が高くてもCs-137濃度が低い試料も多い。本研究でのエアロゾル濃度測定の精度は、同一期間でも約 $5 \mu\text{g/m}^3$ 程度の変動が見られていることから(第2表の117aと117b、118aと118bを比較)それほど高くないものの、エアロゾル濃度が高いことと再飛散による放射性核種の高濃度とは必ずしも対応するとは限らないことに注意すべきである。

### 3.4 観測されたエアロゾル中放射性核種の特徴

2011年に起こった原発事故で数多くの放射性核種が観測されたが、その主たるものは長寿命核種のCs-134、Cs-137と放出量の多かったI-131等であった。これらの核種

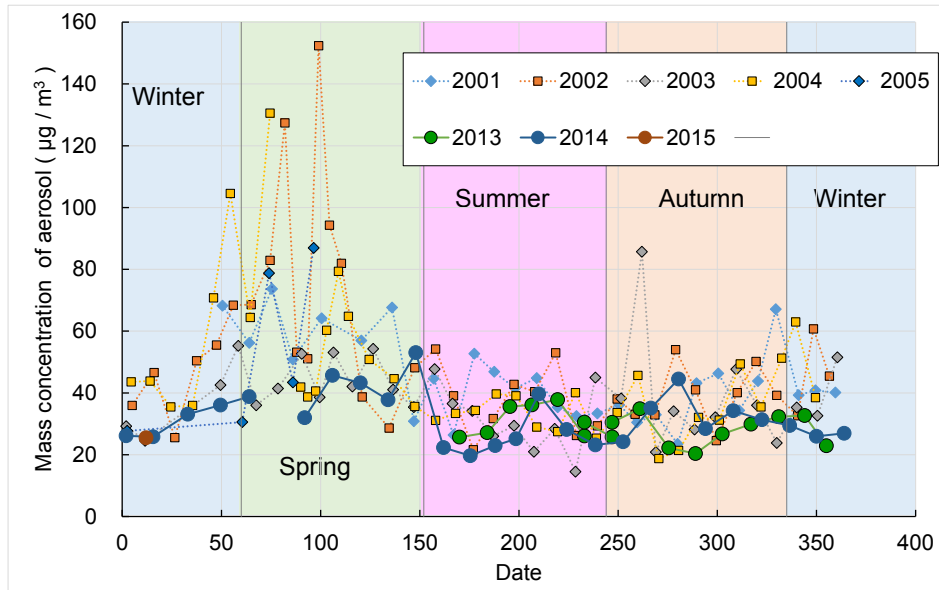
GSJにおけるエアロゾル中の天然及び人工放射性核種の長期観測（金井）

第2表 GSJにおいて2013年6月から2015年1月まで採取されたエアロゾル濃度。  
Table 2 Aerosol mass concentrations collected at the GSJ from June 2013 until January 2015.

No.*	Start		Stop		Air volume (m <sup>3</sup> )	Dust	
	Y / M / D	H : M	Y / M / D	H : M		Mass (g)	Concentration (µg / m <sup>3</sup> )
112	2013/6/12	11:53	2013/6/26	9:45	20032	0.514	25.7
113	2013/6/26	10:00	2013/7/10	14:42	20442	0.554	27.1
114	2013/7/10	14:44	2013/7/19	11:26	12762	0.454	35.6
115	2013/7/19	11:28	2013/8/1	17:08	19060	0.689	36.1
116	2013/8/1	17:10	2013/8/14	10:27	18317	0.693	37.8
117a	2013/8/14	10:29	2013/8/28	11:53	20244 1)	0.528	26.1
117b	2013/8/14	11:56	2013/8/28	11:57	20161 1)	0.615	30.5
118a	2013/8/28	11:55	2013/9/11	14:05	20290 1)	0.522	25.7
118b	2013/8/28	12:14	2013/9/11	14:08	20274 1)	0.618	30.5
119	2013/9/11	14:07	2013/9/25	10:42	19955	0.696	34.9
120	2013/9/25	10:44	2013/10/10	14:43	21325 2)	0.473	22.2
121	2013/10/10	14:44	2013/10/22	13:21	16528 3)	0.337	20.4
122	2013/10/22	13:23	2013/11/6	13:51	21628	0.578	26.7
123	2013/11/6	13:52	2013/11/20	10:15	19945	0.596	29.9
124	2013/11/20	10:17	2013/12/4	13:20	20340	0.657	32.3
125	2013/12/4	13:21	2013/12/16	11:45	17184	0.561	32.7
126	2013/12/16	11:47	2013/12/26	10:38	14331	0.328	22.9
127	2013/12/26	10:39	2014/1/9	15:49	20470	0.535	26.1
128	2014/1/9	15:52	2014/1/24	16:17	21625	0.558	25.8
129	2014/1/24	16:19	2014/2/11	22:30	26291 4)	0.871	33.1
130	2014/2/13	10:52	2014/2/26	15:48	19016	0.685	36.0
131	2014/2/26	15:52	2014/3/14	13:56	22924	0.889	38.8
132	2014/3/14	13:59	2014/3/27	15:17	18798	-	-
133	2014/3/27	15:19	2014/4/10	12:02	19963	0.639	32.0
134	2014/4/10	12:03	2014/4/24	15:06	20343	0.929	45.7
135	2014/4/24	15:08	2014/5/8	13:58	20090	0.869	43.2
136	2014/5/8	14:00	2014/5/22	11:05	19985	0.755	37.8
137	2014/5/22	11:07	2014/6/5	9:48	20081	1.066	53.1
138	2014/6/5	9:50	2014/6/19	11:47	20277	0.453	22.3
139	2014/6/19	11:49	2014/7/2	9:16	18567	0.365	19.7
140	2014/7/2	9:18	2014/7/14	10:46	17368	0.399	23.0
141	2014/7/14	10:48	2014/7/23	11:21	12993	0.327	25.2
142	2014/7/23	11:23	2014/8/6	12:07	20204	0.802	39.7
143	2014/8/6	12:09	2014/8/20	9:25	19996	0.564	28.2
144	2014/8/20	9:27	2014/9/4	11:18	21711	0.503	23.1
145	2014/9/4	11:20	2014/9/17	11:30	18730	0.453	24.2
146	2014/9/17	11:32	2014/10/2	10:07	21515	0.755	35.1
147	2014/10/2	10:09	2014/10/15	10:23	18734	0.833	44.5
148	2014/10/15	10:25	2014/10/29	11:30	20225	0.576	28.5
149	2014/10/29	11:34	2014/11/12	11:30	19494 5)	0.667	34.2
150	2014/11/12	11:33	2014/11/27	10:31	21538	0.674	31.3
151	2014/11/27	10:33	2014/12/10	14:35	18962	0.559	29.5
152	2014/12/10	14:38	2014/12/24	14:59	20181	0.524	26.0
153	2014/12/24	15:02	2015/1/7	13:43	20081	0.540	26.9
154	2015/1/7	13:45	2015/1/17	5:05	13881 6)	0.353	25.5

\* "No." continues from Tables in the previous reports (Kanai, 2012a; Kanai *et al.*, 2013; Kanai, 2014)

- 1) Two samples were taken nearly at the same time using two high volume samplers (Kanai, 2014)
- 2) High volume sampler stopped during electric power failure on 6 October 2013
- 3) High volume sampler stopped during electric power failure on 20 October 2013
- 4) Stop time was estimated from the air volume
- 5) High volume sampler stopped during electric power failure on 8 November 2014
- 6) Stop time of high volume sampler and the air volume were estimated because of machine failure



第7図 GSJで採取したエアロゾル重量濃度の変動.

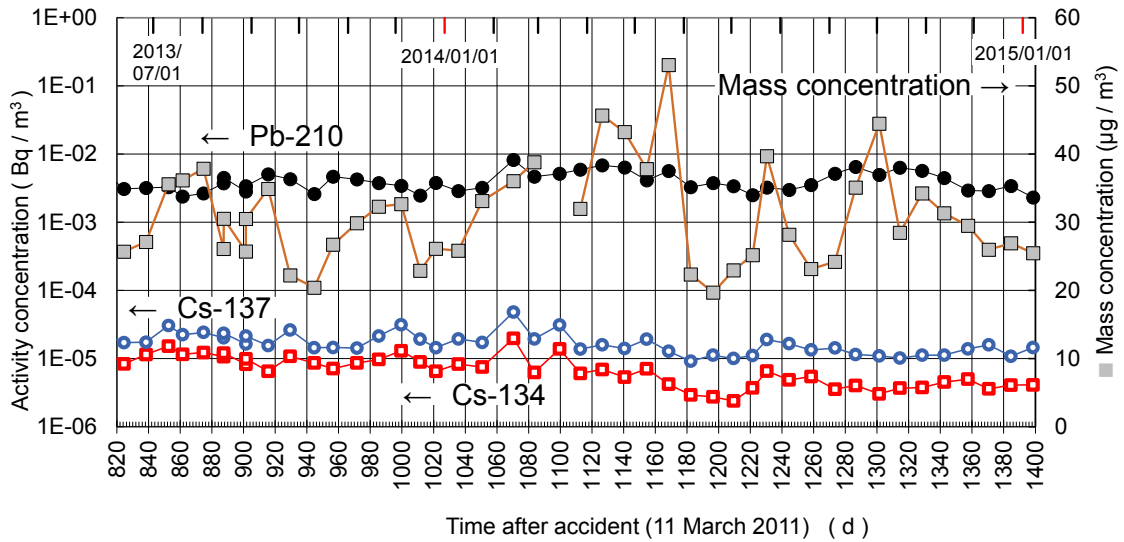
Fig.7 Variations of aerosol mass concentrations collected at the GSJ.

第3表 2013年6月から2015年1月まで採取されたエアロゾルの質量濃度・放射性核種濃度・放射能比における相互の相関係数. 影のマスは98%の信頼度で相関があることを示す.

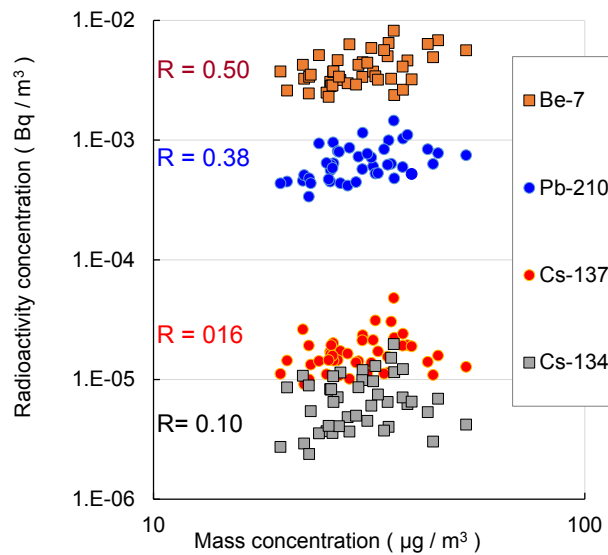
Table 3 Coefficients of correlation among mass concentration, radionuclide concentration and activity ratio of aerosols taken from June 2013 until January 2015. Shaded cell indicates positive correlation with 98% confidence.

	Mass ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb-210 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Be-7 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Cs-134 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )	Cs-137 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ )
n=	44	45	45	45	45
Mass	1				
Pb-210	0.38	1			
Be-7	0.50	0.68	1		
Cs-134	0.10	0.29	0.05	1	
Cs-137	0.16	0.36	0.15	0.92	1
Cs-137/Pb-210	-0.18	-0.51	-0.44	0.58	0.58

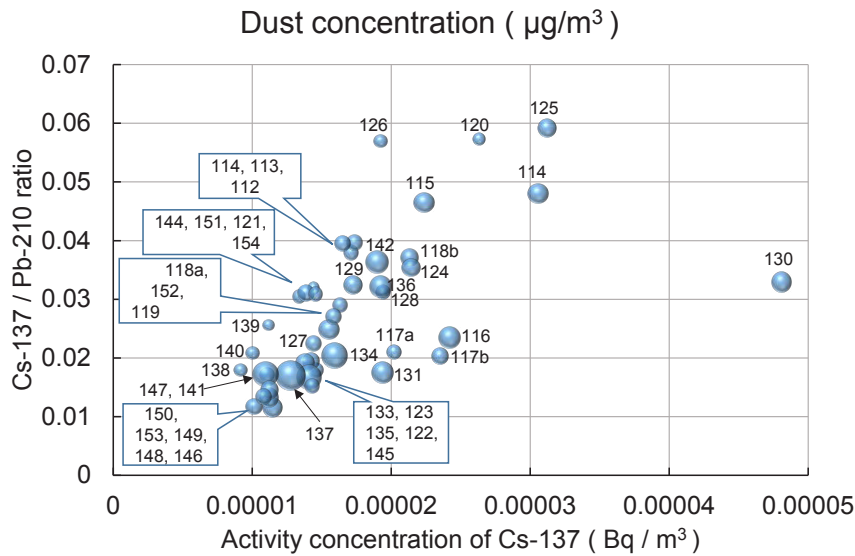




第8図 GSJで2013年から2014年に採取したエアロゾルの重量濃度(右軸)と放射性核種濃度(左軸)の変化.  
 Fig. 8 Variations of mass concentration (right axis) and radioactive nuclide concentration (left axis) in aerosols collected at the GSJ from 2013 to 2014.



第9図 2013年から2014年に採取したエアロゾルの重量濃度と放射性核種濃度との関係(Rは相関係数を示す).  
 Fig. 9 Correlations between mass concentration and radionuclide concentrations in aerosols collected from 2013 to 2014 (R indicates the coefficient of correlation).



第10図 2013年から2014年におけるCs-137濃度とCs-137/Pb-210比の関係とエアロゾル重量濃度(球の幅で示す)。

Fig. 10 Diagram of Cs-137 concentrations and Cs-137/Pb-210 activity ratios with mass concentration (indicated by the width of sphere) for aerosols collected from 2013 to 2014.

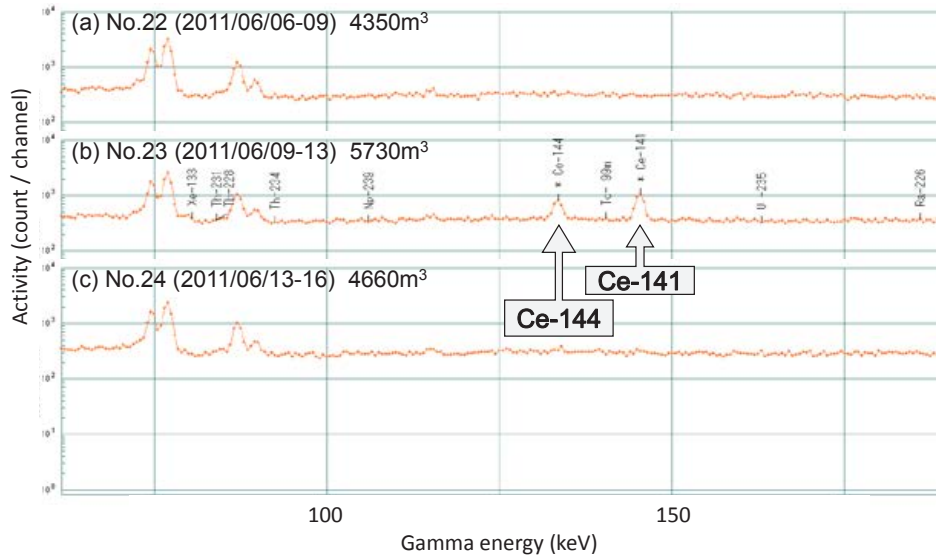
は放射線量や人体への影響度からも重要な核種であるため、日本各地の観測点で精力的に観測されたが、事故の詳細な状況把握のためにはこれらの核種以外にどのような核種がどの地点に到達していたかということも重要な情報である。そこで、観測を総括する意味でGSJでこれまでに観測された核種について触れておく。

GSJで観測されたこの他の核種としては、事故後の検出器汚染として、最初にXe-133, Te-132/I-132, I-131, Cs-137, Cs-134が検出され、その後Tc-99m, Cs-136, Te-129m/Te-129, Ba-140/La-140などが検出された(金井, 2012a)。その他に3月15日の産総研における降下物中から短寿命のI-133が検出された(産業技術総合研究所, 2011)。エアロゾルでは、Ag-129m, Mo-99/Tc-99m, Nb-95等も検出された。このような短寿命核種の多くは2011年の6月までに検出限界以下のレベルとなった(Kanai, 2012; 金井, 2012a; 2012b)。

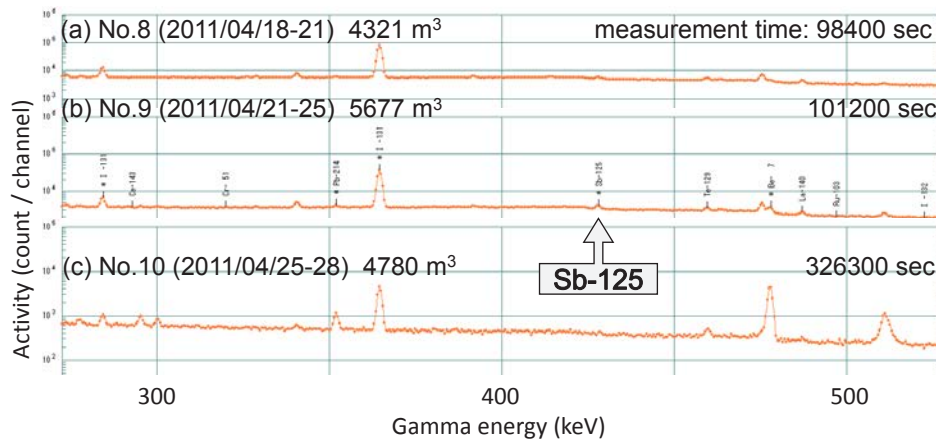
これらのうち主たる核種は1日のサンプリング時間で検出されるが、低濃度核種の場合には検出困難である。このため、一連の本研究においては低濃度核種にも焦点を当て、通常よりもサンプリング期間を長くして、低濃度核種も含めて観測を行ってきた。このような低濃度の短寿命核種の中で、特に注目したいのがセリウムで、Ce-141, Ce-144が6月の1試料で検出された(Kanai, 2012)。Ce-141とCe-144は、それぞれ $^{140}\text{Ce}$  ( $n, \gamma$ )  $^{141}\text{Ce}$ やU ( $n, f$ )  $^{144}\text{Ce}$ などで生じる核反応生成物、核分裂生成物であり、

それぞれ32.5日と284日の半減期である。事故後の3月にCe-144が原子炉タービン建屋の水に高濃度であったために作業員が被ばくしたというニュース報道(NHK, 2011)があったが、セリウムは原子力発電所近傍以外で報告されたことはほとんど無かった。本研究においては、6月9日から13日にかけて採取した1試料(No.23)のみCe-141とCe-144が有意に観測された(それぞれ $(1.54 \pm 0.08) \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ ,  $(3.7 \pm 0.3) \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ )。測定されたガンマ線スペクトルを前後の測定スペクトルと並べて第11図に示した。同一試料を106日後に再測定した結果、半減期の短いCe-141では時間経過に伴う減衰が確認できた(金井, 2015)。

もう一つの注目すべき核種はアンチモンで、半減期が2.7年のSb-125である。これは、No.9 (2011年4月21日-25日)の試料で有意に検出された( $(5.8 \pm 0.9) \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ )。Ceと同様に、測定スペクトルをNo.8とNo.10と並べて第12図に示した。サンプル量が5700 m<sup>3</sup>を超えたNo.5やNo.7の試料でもピークらしきものは観察されたが、有意には検出されなかった( $< 3.9 \times 10^{-4} \text{ Bq/m}^3$ )。アンチモンは、福島第一原子力発電所のタービン建屋ならびにその周辺の放射性核種を含む滞留水に存在していたが、炉心から滞留水への放出率はセシウムより3桁小さいと評価されている(西原ほか, 2012)。しかし、微量ではあるもののエアロゾル中でもGSJにおいて検出されており、新潟県でもアンチモンの報告例がある(大野ほか,



第11図 Ce-141, Ce-144が観測されたガンマ線スペクトル(b)とその前後の観測データ。  
Fig. 11 Gamma-ray spectrum of the sample (b) in which Ce-141 and Ce-144 were detected.



第12図 Sb-125が観測されたガンマ線スペクトル(b)とその前後の観測データ。  
Fig. 12 Gamma-ray spectrum of the sample (b) in which Sb-125 was detected.

2011).

CTBTO (Comprehensive Test Ban Treaty Organization) でエアロゾルから検出された放射性核種には、これらの他に Ru-103 (半減期: 39 d), Rb-86 (18.6 d), Sn-113 (115 d), Te-127 (9.3 h) 等が挙げられている (Thakur *et al.*, 2013) が、本研究では観測されなかった。Shozugawa *et al.* (2012) は、事故1ヶ月後に35 kmほど離れた飯舘村で微量の放射化生成物である Np-239 を報告しているが、本研究では観測されていない。活動中の原子炉には多くの核種が存在していたが、事故後1ヶ月以降にエアロゾルによって遠方まで輸送されてくる核種は、ある程度限定されていたものと考えられる。

#### 4. まとめ

大気中エアロゾルの放射性核種のモニタリングは、物質循環や環境変動評価のためのトレーサーとして地球科学的に有用であると同時に、FDNPP 事故による地域住民の放射線被曝に対する不安感の払拭、万が一の場合の線量評価にも貢献する。このため、2014年も継続して観測し2015年1月に終了したので、2011年以降のこれまでの観測結果を総括した。

環境中に放出された人工放射性核種の Cs-137 は、2011年10月あたりから観測開始時より3桁ほど低下して  $10^4$  Bq/m<sup>3</sup> 前後を推移し、2012年、2013年、2014年の春季に

段階的に低下傾向を示して、2015年の1月には $10^5$  Bq/ $m^3$ 前後のレベルとなった。このような春季における濃度低下は、南よりの風のような気象条件の変化が変動因子の一つと考えられる。また、天然放射性核種であるPb-210とBe-7は、お互いに相関を有しながら夏季と冬季に低濃度となる傾向が見られた。

また、2013年の途中から1年半以上にわたるエアロゾルの重量濃度測定を行った。その結果から、エアロゾル濃度とBe-7、Pb-210との良い相関関係は認められたが、粒子の再飛散・移動によるCs-137濃度の上昇との明確な因果関係は明確にはならなかった。

GSJにおける長期にわたるエアロゾルの観測の中で、事故後に微量のCe-141、Ce-144、Sb-125等が特異的に観測された試料が有り、事故時の状況把握や検証、事故のモデリングに有用な情報を提供するものと考えられた。

## 文 献

- Baba, M. (2013) Fukushima accident: What happened? *Radiat. Meas.*, **55**, 17-21.
- Kanai, Y. (2012) Monitoring of aerosols in Tsukuba after Fukushima Nuclear Power Plant incident in 2011. *J. Environ. Radioact.*, **111**, 33-37.
- 金井 豊 (2012a) エアロゾルにより輸送された放射性核種の観測 (2011) -福島第一原子力発電所事故に関連して-。地質調査研究報告, **63**, 107-118.
- 金井 豊 (2012b) エアロゾル中の人工放射性核種に関する観測・測定の試み。Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity. *KEK Proceedings*, 2012-6, 108-116.
- 金井 豊 (2013) 地質調査総合センターにおけるエアロゾル中放射性核種の継続観測。Proceedings of the 14th Workshop on Environmental Radioactivity. *KEK Proceedings*, 2013-7, 57-62.
- 金井 豊 (2014) GSJにおけるエアロゾル中放射性核種の2013年観測と再飛散に関する検討。地質調査研究報告, **65**, 145-155.
- 金井 豊 (2015) 原発事故後の地質調査総合センターにおけるエアロゾル中の放射性核種の長期観測。第16回「環境放射能」研究会 要旨論文集, p.46.
- Kanai, Y., Ohta, A., Kamioka, H., Imai, N., Shimizu, H., Takahashi, Y., Kai, K., Hayashi, M. and Zhang, R. (2005) Observation of mass concentration and particle size of atmospheric aerosol in east Asia and dry deposition in Tsukuba in combination with optical particle counter observation. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **56**, 273-301.
- 金井 豊・土井妙子・榊本和義 (2013) GSJにおけるエアロゾル中放射性核種の2012年観測と環境要因の再検討。地質調査研究報告, **64**, 139-150.
- 経済産業省 (2011) 添付2 福島第一原子力発電所における現状の放射性物質の放出量評価及び敷地境界における被ばく線量評価について, <http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/pdf/111216e.pdf> (2015年7月1日 参照)
- 気象庁 (2014) 気象統計情報, 過去の気象データ検索, <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2015年7月1日 参照)
- 内閣官房内閣広報室 (2011) VI. 放射性物質の環境への放出。内閣官房内閣広報室, <http://www.kantei.go.jp/jp/topics/2011/pdf/06-kankyo.pdf> (2015年7月1日 参照)
- NHK (2011) NHK NEWS WEB, 40年後の未来へ 福島第一原発の今, 東京電力 福島第一原発事故 関連ニュース, 3月25日のニュース, 原因の水から高濃度の放射性物質 (3月25日7時15分), <http://www3.nhk.or.jp/news/genpatsu-fukushima/20110325/saishin03.html> (2015年7月1日 参照)
- 西原健司・山岸 功・安田健一郎・石森健一郎・田中 究・久野剛彦・稲田聡・後藤雄一 (2012) 福島第一原子力発電所の滞留水への放射性核種放出。日本原子力学会和文論文誌, **11**, 13-19. doi:10.3327/taesj. J11.040
- 大野峻史・鈴木直樹・土田智宏・春日俊信・黒崎裕人・霜島達雄・丸田文之・山崎興樹 (2011) 福島第一原子力発電所事故の影響により新潟県において検出された人工放射性核種について。新潟県放射線監視センター年報, **9**, 19-29.
- 産業技術総合研究所 (2011) つくばセンター放射線測定結果, <http://www.aist.go.jp/taisaku/ja/measurement/index.html> (2015年7月1日 参照)
- Shozugawa, K., Nogawa, N. and Matsuo, M. (2012) Deposition of fission and activation products after the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant accident. *Environ. Pollut.*, **163**, 243-247.
- Thakur, P., Ballard, S. and Nelson, R. (2013) An overview of Fukushima radionuclides measured in the northern hemisphere. *Sci. Total Environ.*, **458-460**, 577-613.
- 山崎秀夫 (2014) 環境放射能汚染の現状と今後の見通し。ぶんせき, 2014, 531-534.

( 受 付 : 2015年7月7日 受 理 : 2015年9月25日 )

GSJにおけるエアロゾル中の天然及び人工放射性核種の長期観測（金井）

付表1 2011年から2013年までの観測データ一覧(金井, 2012a; 金井ほか, 2013; 金井, 2014).

Appendix 1 All observation data from 2011 to 2013 (Kanai, 2012a; Kanai *et al.*, 2013; Kanai, 2014).

No.	Start		Stop		Volume (m <sup>3</sup> )	Activity (Bq / m <sup>3</sup> )			
	Y / M / D	H : M	Y / M / D	H : M		Cs-134	Cs-137	Be-7	Pb-210
						605 keV	662 keV	478 keV	46.5 keV
1	2011/3/31	9:30	2011/3/31	15:30	360	4.60E-02 ± 6E-04	4.23E-02 ± 6E-04	8E-03 ± 2E-03	< 1E-02
2	2011/4/1	9:32	2011/4/1	15:59	387	8E-04 ± 2E-04	7E-04 ± 2E-04	7.4E-03 ± 7E-04	< 4E-03
3	2011/4/1	16:03	2011/4/4	9:44	3941	3.75E-02 ± 1E-04	3.40E-02 ± 1E-04	8.5E-03 ± 4E-04	< 2E-03
4	2011/4/4	9:46	2011/4/7	9:48	4322	1.178E-02 ± 5E-05	1.077E-02 ± 5E-05	8.4E-03 ± 3E-04	3.2E-03 ± 5E-04
5	2011/4/7	9:50	2011/4/11	9:50	5760	8.11E-02 ± 1E-04	7.44E-02 ± 1E-04	6.9E-03 ± 5E-04	1.9E-03 ± 6E-04
6	2011/4/11	9:52	2011/4/14	10:55	4383	1.589E-02 ± 6E-05	1.491E-02 ± 6E-05	8.5E-03 ± 3E-04	< 2E-03
7	2011/4/14	10:58	2011/4/18	10:30	5732	5.93E-02 ± 1E-04	5.52E-02 ± 1E-04	1.11E-02 ± 4E-04	< 2E-03
8	2011/4/18	10:31	2011/4/21	10:32	4321	1.016E-01 ± 2E-04	9.51E-02 ± 2E-04	5.0E-03 ± 6E-04	< 2E-03
9	2011/4/21	10:35	2011/4/25	9:12	5677	4.84E-02 ± 1E-04	4.551E-02 ± 9E-05	5.0E-03 ± 4E-04	< 1E-03
10	2011/4/25	9:14	2011/4/28	16:54	4780	1.37E-03 ± 1E-05	1.33E-03 ± 1E-05	5.56E-03 ± 7E-05	7.4E-04 ± 8E-05
11	2011/4/28	17:00	2011/5/2	11:40	5440	1.87E-03 ± 1E-05	1.83E-03 ± 1E-05	3.96E-03 ± 6E-05	4.4E-04 ± 7E-05
12	2011/5/2	11:42	2011/5/6	9:20	5618	2.808E-02 ± 4E-05	2.744E-02 ± 4E-05	6.2E-03 ± 2E-04	9E-04 ± 2E-04
13	2011/5/6	9:22	2011/5/9	10:27	4385	1.048E-02 ± 5E-05	1.048E-02 ± 6E-05	4.3E-03 ± 2E-04	< 1E-03
14	2011/5/9	10:35	2011/5/12	10:06	4291	1.02E-03 ± 2E-05	1.02E-03 ± 2E-05	5.5E-03 ± 1E-04	1.2E-03 ± 2E-04
15	2011/5/12	10:08	2011/5/16	10:02	5754	3.10E-03 ± 2E-05	3.19E-03 ± 2E-05	6.4E-03 ± 1E-04	1.0E-03 ± 2E-04
16	2011/5/16	10:05	2011/5/19	10:25	4340	3.83E-03 ± 3E-05	3.82E-03 ± 3E-05	8.1E-03 ± 2E-04	1.5E-03 ± 3E-04
17	2011/5/19	10:27	2011/5/23	10:07	5740	8.84E-03 ± 4E-05	8.88E-03 ± 4E-05	9.1E-03 ± 2E-04	8E-04 ± 2E-04
18	2011/5/23	10:09	2011/5/26	9:59	4310	4.93E-03 ± 3E-05	5.02E-03 ± 3E-05	9.1E-03 ± 2E-04	1.2E-03 ± 2E-04
19	2011/5/26	10:00	2011/5/30	11:31	5851	8.6E-04 ± 2E-05	8.6E-04 ± 1E-05	3.73E-03 ± 9E-05	4E-04 ± 1E-04
20	2011/5/30	11:35	2011/6/2	9:25	4190	8.1E-04 ± 1E-05	8.0E-04 ± 2E-05	2.10E-03 ± 9E-05	< 5E-04
21	2011/6/2	9:26	2011/6/6	10:26	5820	1.07E-04 ± 6E-06	1.21E-04 ± 6E-06	4.90E-03 ± 9E-05	9E-04 ± 1E-04
22	2011/6/6	10:28	2011/6/9	10:58	4350	1.14E-04 ± 8E-06	1.4E-04 ± 1E-05	9.6E-03 ± 1E-04	1.1E-03 ± 2E-04
23	2011/6/9	11:00	2011/6/13	10:30	5730	6.6E-04 ± 1E-05	6.9E-04 ± 1E-05	4.9E-03 ± 1E-04	9E-04 ± 1E-04
24	2011/6/13	10:39	2011/6/16	16:19	4660	9.7E-04 ± 2E-05	1.06E-03 ± 2E-05	3.6E-03 ± 1E-04	7E-04 ± 2E-04
25	2011/6/16	16:21	2011/6/20	9:23	5342	1.09E-04 ± 6E-06	1.05E-04 ± 6E-06	3.42E-03 ± 8E-05	5E-04 ± 1E-04
26	2011/6/20	9:25	2011/6/23	11:02	4417	1.50E-04 ± 8E-06	1.54E-04 ± 8E-06	2.89E-03 ± 9E-05	8E-04 ± 2E-04
27	2011/6/23	11:04	2011/6/27	10:01	5697	4.4E-04 ± 1E-05	4.4E-04 ± 1E-05	1.52E-03 ± 7E-05	5E-04 ± 1E-04
28	2011/6/27	10:02	2011/6/30	10:34	4352	1.63E-03 ± 2E-05	1.73E-03 ± 2E-05	1.5E-03 ± 1E-04	1E-03 ± 2E-04
29	2011/6/30	10:36	2011/7/4	10:11	5735	6.6E-04 ± 1E-05	6.9E-04 ± 1E-05	1.99E-03 ± 8E-05	5E-04 ± 1E-04
30	2011/7/4	10:13	2011/7/7	10:45	4352	8.3E-04 ± 1E-05	8.9E-04 ± 2E-05	3.3E-03 ± 1E-04	8E-04 ± 2E-04
31	2011/7/7	10:47	2011/7/11	9:21	5674	1.31E-04 ± 7E-06	1.22E-04 ± 8E-06	1.29E-03 ± 7E-05	< 4E-04
32	2011/7/11	9:22	2011/7/14	10:37	4395	1.04E-04 ± 7E-06	9.8E-05 ± 1E-05	1.98E-03 ± 8E-05	< 5E-04
33	2011/7/14	10:39	2011/7/19	10:45	7206	1.26E-04 ± 5E-06	1.31E-04 ± 6E-06	1.87E-03 ± 6E-05	4.16E-04 ± 1E-04
34	2011/7/19	10:47	2011/7/25	10:22	8615	3.13E-04 ± 7E-06	3.46E-04 ± 8E-06	1.86E-03 ± 6E-05	< 3E-04
35	2011/7/25	10:24	2011/7/28	11:36	4392	1.55E-04 ± 8E-06	1.53E-04 ± 9E-06	2.4E-03 ± 1E-04	8.74E-04 ± 2E-04
36	2011/7/28	11:38	2011/8/1	10:00	5662	2.23E-04 ± 7E-06	2.36E-04 ± 9E-06	2.98E-03 ± 7E-05	6.28E-04 ± 1E-04
37	2011/8/1	10:02	2011/8/6	15:42	7540	2.11E-04 ± 8E-06	2.3E-04 ± 1E-05	2.34E-03 ± 8E-05	4.44E-04 ± 1E-04
38	2011/8/6	15:45	2011/8/15	10:02	12617	8.6E-05 ± 4E-06	9.9E-05 ± 5E-06	1.96E-03 ± 5E-05	5.9E-04 ± 9E-05
39	2011/8/15	10:03	2011/8/18	15:57	4674	8.4E-05 ± 4E-06	6.4E-05 ± 6E-06	2.45E-03 ± 7E-05	8.8E-04 ± 7E-05
40	2011/8/18	16:00	2011/8/22	11:56	5516	1.59E-04 ± 8E-06	1.7E-04 ± 1E-05	2.8E-03 ± 1E-04	6E-04 ± 2E-04
41	2011/8/22	11:58	2011/8/26	15:12	5954	3.13E-04 ± 5E-06	3.54E-04 ± 6E-06	1.32E-03 ± 4E-05	2.1E-04 ± 6E-05
42	2011/8/26	15:14	2011/8/29	14:54	4300	2.6E-04 ± 1E-05	3.1E-04 ± 1E-05	3.6E-03 ± 1E-04	< 5E-04
43	2011/8/29	14:56	2011/9/2	16:43	5867	8.2E-05 ± 4E-06	8.7E-05 ± 5E-06	2.90E-03 ± 5E-05	2.9E-04 ± 6E-05
44	2011/9/2	16:45	2011/9/5	14:34	4189	4.5E-05 ± 4E-06	5.2E-05 ± 5E-06	3.59E-03 ± 9E-05	< 2E-04
45	2011/9/5	14:36	2011/9/9	15:08	5792	6.9E-05 ± 3E-06	7.5E-05 ± 4E-06	7.49E-03 ± 6E-05	8.3E-04 ± 8E-05
46	2011/9/9	15:09	2011/9/12	17:19	4450	2.82E-04 ± 8E-06	3.2E-04 ± 1E-05	3.87E-03 ± 9E-05	5E-04 ± 1E-04
47	2011/9/12	17:21	2011/9/16	16:24	5703	6.9E-05 ± 3E-06	7.9E-05 ± 3E-06	3.36E-03 ± 4E-05	4.9E-04 ± 6E-05
48	2011/9/16	16:29	2011/9/21	11:22	6893	7.2E-05 ± 4E-06	7.9E-05 ± 6E-06	1.86E-03 ± 6E-05	< 3E-04
49	2011/9/21	11:24	2011/9/26	13:12	7308	6.1E-05 ± 5E-06	6.2E-05 ± 6E-06	4.04E-03 ± 8E-05	6E-04 ± 1E-04
50	2011/9/26	13:13	2011/9/30	13:28	5775	1.52E-04 ± 5E-06	1.79E-04 ± 7E-06	8.98E-03 ± 8E-05	1.1E-03 ± 1E-04
51	2011/9/30	13:31	2011/10/3	13:18	4307	8.3E-05 ± 8E-06	1.1E-04 ± 1E-05	5.7E-03 ± 1E-04	7E-04 ± 2E-04
52	2011/10/3	13:21	2011/10/11	9:59	10781 1)	6.7E-05 ± 3E-06	7.2E-05 ± 3E-06	6.31E-03 ± 5E-05	1.30E-03 ± 7E-05
53	2011/10/11	10:01	2011/10/14	16:32	4711	7.6E-05 ± 4E-06	8.1E-05 ± 6E-06	6.90E-03 ± 8E-05	2.1E-03 ± 1E-04
54	2011/10/14	16:33	2011/10/19	16:31	7198	5.1E-05 ± 3E-06	5.3E-05 ± 4E-06	5.37E-03 ± 6E-05	8.4E-04 ± 8E-05
55	2011/10/19	16:32	2011/10/25	9:42	8230	5.3E-05 ± 2E-06	7.0E-05 ± 3E-06	4.29E-03 ± 4E-05	4.5E-04 ± 4E-05
56	2011/10/25	9:46	2011/10/31	11:06	8210 2)	7.9E-05 ± 3E-06	8.3E-05 ± 4E-06	6.87E-03 ± 6E-05	1.07E-03 ± 9E-05
57	2011/10/31	11:08	2011/11/4	10:10	5702	9.9E-05 ± 5E-06	1.06E-04 ± 5E-06	1.024E-02 ± 9E-05	2.3E-03 ± 2E-04
58	2011/11/4	10:12	2011/11/10	16:54	9042	6.5E-05 ± 2E-06	7.2E-05 ± 3E-06	6.26E-03 ± 5E-05	1.11E-03 ± 4E-05
59	2011/11/10	16:56	2011/11/17	16:30	10054	4.4E-05 ± 3E-06	4.5E-05 ± 4E-06	4.97E-03 ± 7E-05	9.6E-04 ± 6E-05
60	2011/11/17	16:32	2011/11/25	16:25	11513	6.4E-05 ± 3E-06	8.3E-05 ± 4E-06	3.12E-03 ± 5E-05	4.7E-04 ± 5E-05
61	2011/11/25	16:27	2011/12/1	15:49	8602	7.4E-05 ± 4E-06	9.2E-05 ± 5E-06	4.50E-03 ± 7E-05	9.6E-04 ± 6E-05
62	2011/12/1	15:52	2011/12/9	16:36	11564	4.0E-05 ± 3E-06	5.1E-05 ± 3E-06	4.75E-03 ± 6E-05	7.4E-04 ± 5E-05
63	2011/12/9	16:38	2011/12/16	15:46	10028	7.9E-05 ± 4E-06	1.04E-04 ± 5E-06	3.77E-03 ± 6E-05	5.3E-04 ± 6E-05
64	2011/12/16	15:48	2011/12/22	14:35	8567	9.8E-05 ± 4E-06	1.24E-04 ± 4E-06	2.43E-03 ± 5E-05	4.8E-04 ± 5E-05
65	2011/12/22	14:37	2011/12/28	14:24	8627	1.06E-04 ± 4E-06	1.16E-04 ± 6E-06	1.85E-03 ± 5E-05	4.0E-04 ± 6E-05



付表1 (続き)  
Appendix 1 (Continued)

No.	Activity ( Bq / m <sup>3</sup> )					
	Ag-110m 885 keV	Te-129m 696 keV	I-131 364 keV	Te-132 228 keV	Cs-136 819 keV	Nb-95 766 keV
1	< 7E-05	1.8E-02 ± 4E-03	4.49E-02 ± 5E-04	4.1E-03 ± 2E-04	2.3E-03 ± 2E-04	9E-04 ± 2E-04
2	< 4E-05	< 6E-03	2.04E-02 ± 2E-04	7.9E-04 ± 9E-05	2.6E-04 ± 8E-05	< 1E-04
3	3.9E-04 ± 3E-05	1.17E-02 ± 8E-04	7.28E-02 ± 1E-04	1.92E-03 ± 4E-05	1.48E-03 ± 3E-05	9.0E-04 ± 4E-05
4	1.4E-04 ± 1E-05	3.4E-03 ± 4E-04	2.152E-02 ± 7E-05	3.8E-04 ± 2E-05	4.1E-04 ± 2E-05	2.6E-04 ± 2E-05
5	1.9E-03 ± 3E-05	1.97E-02 ± 9E-04	3.225E-02 ± 9E-05	1.10E-03 ± 5E-05	2.36E-03 ± 3E-05	1.01E-03 ± 4E-05
6	2.3E-04 ± 2E-05	4.5E-03 ± 4E-04	1.395E-02 ± 5E-05	1.1E-04 ± 2E-05	4.6E-04 ± 2E-05	1.7E-04 ± 2E-05
7	3.4E-04 ± 2E-05	9.1E-03 ± 6E-04	7.87E-02 ± 1E-04	< 1E-04	1.41E-03 ± 2E-05	8.2E-04 ± 3E-05
8	5.5E-04 ± 3E-05	9.0E-03 ± 9E-04	3.69E-02 ± 1E-04	1.8E-04 ± 5E-05	2.08E-03 ± 3E-05	1.26E-03 ± 4E-05
9	1.9E-04 ± 2E-05	5.6E-03 ± 5E-04	1.280E-02 ± 6E-05	< 9E-05	8.8E-04 ± 2E-05	8.5E-04 ± 3E-05
10	< 9E-06	4.5E-04 ± 9E-05	6.26E-04 ± 8E-06	< 2E-05	2.4E-05 ± 3E-06	< 1E-05
11	< 9E-06	3.5E-04 ± 9E-05	3.09E-04 ± 7E-06	< 2E-05	2.7E-05 ± 3E-06	2.9E-05 ± 4E-06
12	< 3E-05	2.0E-03 ± 3E-04	5.37E-03 ± 3E-05	< 5E-05	3.14E-04 ± 8E-06	6.3E-04 ± 1E-05
13	< 4E-05	1.3E-03 ± 4E-04	8.8E-04 ± 3E-05	< 6E-05	1.1E-04 ± 1E-05	2.5E-04 ± 2E-05
14	< 2E-05	< 6E-04	2.5E-04 ± 1E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 2E-05
15	< 3E-05	8E-04 ± 2E-04	< 5E-05	< 3E-05	2.8E-05 ± 6E-06	9.7E-05 ± 9E-06
16	< 3E-05	1E-03 ± 3E-04	5.9E-04 ± 2E-05	< 4E-05	< 3E-05	1.4E-04 ± 1E-05
17	< 3E-05	9E-04 ± 2E-04	3.89E-03 ± 3E-05	< 4E-05	3.8E-05 ± 7E-06	2.4E-04 ± 1E-05
18	< 2E-05	< 8E-04	1.58E-03 ± 2E-05	< 4E-05	< 3E-05	1.7E-04 ± 1E-05
19	< 1E-05	< 4E-04	< 3E-05	< 2E-05	< 1E-05	3.4E-05 ± 6E-06
20	< 2E-05	< 6E-04	2.7E-04 ± 1E-05	< 3E-05	< 2E-05	5.5E-05 ± 7E-06
21	< 2E-05	< 4E-04	< 3E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
22	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05
23	< 2E-05	7E-04 ± 1E-04	< 3E-05	< 2E-05	< 1E-05	4.2E-05 ± 6E-06
24	< 2E-05	< 6E-04	< 4E-05	< 3E-05	< 2E-05	9.3E-05 ± 9E-06
25	< 2E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
26	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05
27	< 2E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
28	< 3E-05	1.1E-03 ± 2E-04	< 3E-05	< 4E-05	< 2E-05	< 4E-05
29	< 2E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
30	< 2E-05	< 6E-04	< 3E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 4E-05
31	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 3E-05	< 1E-05	< 3E-05
32	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 3E-05
33	< 1E-05	< 3E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 9E-06	< 2E-05
34	< 1E-05	< 3E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
35	< 2E-05	< 6E-04	< 3E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 4E-05
36	< 1E-05	< 3E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 1E-05
37	< 2E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
38	< 9E-06	< 3E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 9E-06	< 1E-05
39	< 3E-05	< 7E-04	< 3E-05	< 4E-05	< 2E-05	< 4E-05
40	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 2E-05	< 3E-05
41	< 8E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 1E-05	< 7E-06	< 9E-06
42	< 2E-05	< 5E-04	< 2E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05
43	< 9E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 1E-05	< 7E-06	< 9E-06
44	< 3E-05	< 7E-04	< 3E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05
45	< 9E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 7E-06	< 1E-05
46	< 2E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
47	< 8E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 1E-05	< 6E-06	< 1E-05
48	< 1E-05	< 3E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
49	< 1E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
50	< 1E-05	< 3E-04	< 1E-05	< 1E-05	< 1E-05	< 2E-05
51	< 2E-05	< 6E-04	< 3E-05	< 3E-05	< 2E-05	< 3E-05
52	< 7E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 6E-06	< 1E-05
53	< 1E-05	< 3E-04	< 2E-05	< 2E-05	< 1E-05	< 2E-05
54	< 9E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 1E-05	< 7E-06	< 1E-05
55	< 5E-06	< 1E-04	< 8E-06	< 1E-05	< 5E-06	< 7E-06
56	< 9E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 8E-06	< 1E-05
57	< 1E-05	< 4E-04	< 2E-05	< 3E-05	< 1E-05	< 2E-05
58	< 5E-06	< 1E-04	< 8E-06	< 2E-05	< 5E-06	< 5E-06
59	< 8E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 3E-05	< 8E-06	< 8E-06
60	< 7E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 7E-06	< 8E-06
61	< 8E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 3E-05	< 9E-06	< 8E-06
62	< 7E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 7E-06	< 7E-06
63	< 8E-06	< 2E-04	< 1E-05	< 2E-05	< 8E-06	< 9E-06
64	< 8E-06	< 3E-04	< 3E-05	< 2E-04	< 1E-05	< 8E-06
65	< 9E-06	< 3E-04	< 2E-05	< 8E-05	< 1E-05	< 1E-05



GSJにおけるエアロゾル中の天然及び人工放射性核種の長期観測（金井）

付表1 (続き)

Appendix 1 (Continued)

No.	Start		Stop		Volume (m <sup>3</sup> )	Activity (Bq / m <sup>3</sup> )			
	Y / M / D	H : M	Y / M / D	H : M		Cs-134	Cs-137	Be-7	Pb-210
						605 keV	662 keV	478 keV	46.5 keV
66	2011/12/28	14:27	2012/1/4	16:14	10187	5.3E-05 ± 3E-06	7.0E-05 ± 4E-06	3.55E-03 ± 6E-05	6.7E-04 ± 5E-05
67	2012/1/4	16:16	2012/1/12	11:05	11209	5.5E-05 ± 3E-06	7.1E-05 ± 4E-06	2.92E-03 ± 5E-05	4.2E-04 ± 5E-05
68	2012/1/12	11:08	2012/1/19	11:50	10122	9.5E-05 ± 4E-06	1.32E-04 ± 5E-06	4.68E-03 ± 7E-05	8.4E-04 ± 6E-05
69	2012/1/19	11:52	2012/1/26	14:26	10234	4.4E-05 ± 3E-06	4.8E-05 ± 4E-06	2.70E-03 ± 6E-05	7.4E-04 ± 5E-05
70	2012/1/26	14:27	2012/2/2	10:56	9869	8.6E-05 ± 4E-06	1.06E-04 ± 5E-06	3.53E-03 ± 6E-05	9.8E-04 ± 6E-05
71	2012/2/2	10:59	2012/2/10	13:35	11676	5.6E-05 ± 3E-06	7.7E-05 ± 4E-06	3.18E-03 ± 6E-05	5.7E-04 ± 5E-05
72	2012/2/10	13:59	2012/2/16	16:53	8814	1.22E-04 ± 5E-06	1.48E-04 ± 6E-06	5.03E-03 ± 8E-05	6.1E-04 ± 7E-05
73	2012/2/16	16:55	2012/2/24	15:05	11409	7.8E-05 ± 3E-06	9.5E-05 ± 4E-06	4.77E-03 ± 6E-05	8.2E-04 ± 5E-05
74	2012/2/24	15:06	2012/3/2	9:37	9751	9.0E-05 ± 4E-06	1.05E-04 ± 4E-06	4.83E-03 ± 7E-05	7.0E-04 ± 6E-05
75	2012/3/2	9:40	2012/3/8	14:42	8942	4.3E-05 ± 3E-06	4.5E-05 ± 4E-06	2.94E-03 ± 5E-05	6.1E-04 ± 6E-05
76	2012/3/8	14:44	2012/3/13	15:07	7223	2.8E-05 ± 3E-06	3.4E-05 ± 5E-06	1.74E-03 ± 6E-05	4.6E-04 ± 7E-05
77	2012/3/13	15:09	2012/3/22	15:01	12952	8.9E-05 ± 3E-06	1.19E-04 ± 4E-06	5.34E-03 ± 6E-05	8.8E-04 ± 5E-05
78	2012/3/22	15:03	2012/4/2	8:53	15469	6.4E-05 ± 3E-06	8.2E-05 ± 4E-06	4.89E-03 ± 6E-05	9.6E-04 ± 7E-05
79	2012/4/2	8:54	2012/4/13	7:42	15768	9.1E-05 ± 3E-06	1.29E-04 ± 3E-06	5.85E-03 ± 6E-05	6.4E-04 ± 4E-05
80	2012/4/13	7:45	2012/4/25	17:17	17852	2.4E-05 ± 2E-06	3.6E-05 ± 2E-06	4.04E-03 ± 5E-05	6.1E-04 ± 4E-05
81	2012/4/25	17:19	2012/5/7	11:44	16945	2.6E-05 ± 2E-06	3.5E-05 ± 2E-06	3.44E-03 ± 5E-05	4.5E-04 ± 4E-05
82	2012/5/7	11:45	2012/5/21	10:36	19674 3)	2.6E-05 ± 2E-06	3.5E-05 ± 2E-06	3.44E-03 ± 5E-05	4.5E-04 ± 4E-05
83	2012/5/21	10:38	2012/6/6	13:21	23203	2.4E-05 ± 1E-06	3.4E-05 ± 2E-06	5.42E-03 ± 4E-05	7.4E-04 ± 4E-05
84	2012/6/6	13:23	2012/6/20	10:26	19983	2.13E-05 ± 9E-07	3.0E-05 ± 1E-06	2.99E-03 ± 2E-05	3.0E-04 ± 2E-05
85	2012/6/20	10:29	2012/7/4	15:13	20444	2.5E-05 ± 1E-06	3.5E-05 ± 2E-06	1.75E-03 ± 2E-05	2.1E-04 ± 3E-05
86	2012/7/4	15:18	2012/7/19	8:44	21206	2.3E-05 ± 2E-06	2.7E-05 ± 2E-06	1.67E-03 ± 3E-05	3.1E-04 ± 4E-05
87	2012/7/19	8:46	2012/8/1	14:40	19074	1.9E-05 ± 1E-06	3.0E-05 ± 2E-06	2.14E-03 ± 2E-05	3.7E-04 ± 2E-05
88	2012/8/1	14:42	2012/8/15	10:52	19930	3.0E-05 ± 1E-06	4.6E-05 ± 2E-06	2.38E-03 ± 3E-05	3.2E-04 ± 3E-05
89	2012/8/15	10:54	2012/8/29	14:39	20385	1.93E-05 ± 8E-07	3.1E-05 ± 1E-06	2.85E-03 ± 2E-05	2.8E-04 ± 2E-05
90	2012/8/29	14:42	2012/9/13	14:37	21595	2.25E-05 ± 8E-07	3.4E-05 ± 1E-06	3.14E-03 ± 2E-05	3.6E-04 ± 1E-05
91	2012/9/13	14:39	2012/9/28	10:35	21356	1.8E-05 ± 1E-06	3.1E-05 ± 2E-06	3.64E-03 ± 4E-05	4.2E-04 ± 3E-05
92	2012/9/28	10:42	2012/10/11	15:03	18981	4.4E-05 ± 2E-06	7.5E-05 ± 2E-06	3.01E-03 ± 4E-05	4.0E-04 ± 4E-05
93	2012/10/11	15:10	2012/10/25	11:21	18853 4)	1.15E-05 ± 8E-07	2.25E-05 ± 8E-07	4.97E-03 ± 2E-05	8.5E-04 ± 2E-05
94	2012/10/25	11:23	2012/11/8	11:19	20156	1.25E-05 ± 8E-07	2.45E-05 ± 8E-07	4.59E-03 ± 2E-05	7.8E-04 ± 2E-05
95	2012/11/8	11:22	2012/11/28	9:47	28705	1.31E-05 ± 8E-07	2.36E-05 ± 9E-07	3.29E-03 ± 2E-05	5.9E-04 ± 2E-05
96	2012/11/28	9:50	2012/12/12	11:55	20285	1.6E-05 ± 2E-06	2.7E-05 ± 2E-06	2.94E-03 ± 4E-05	5.5E-04 ± 5E-05
97	2012/12/12	11:57	2012/12/26	10:43	20086	2.0E-05 ± 1E-06	3.7E-05 ± 2E-06	3.45E-03 ± 4E-05	6.1E-04 ± 4E-05
98	2012/12/26	10:45	2013/1/10	11:01	21616	1.6E-05 ± 1E-06	2.7E-05 ± 2E-06	3.16E-03 ± 3E-05	5.4E-04 ± 4E-05
99	2013/1/10	11:03	2013/1/23	15:28	18985	2.6E-05 ± 1E-06	4.7E-05 ± 2E-06	3.59E-03 ± 4E-05	6.4E-04 ± 3E-05
100	2013/1/23	15:30	2013/2/7	10:12	21282	2.1E-05 ± 1E-06	3.8E-05 ± 2E-06	3.72E-03 ± 4E-05	6.5E-04 ± 4E-05
101	2013/2/7	10:14	2013/2/20	14:57	19003	2.6E-05 ± 1E-06	4.4E-05 ± 1E-06	4.06E-03 ± 3E-05	8.2E-04 ± 3E-05
102	2013/2/20	14:58	2013/3/6	12:03	19985	2.0E-05 ± 1E-06	3.9E-05 ± 2E-06	5.24E-03 ± 5E-05	7.1E-04 ± 4E-05
103	2013/3/6	12:05	2013/3/11	11:50	7185	5.0E-05 ± 2E-06	9.2E-05 ± 2E-06	8.09E-03 ± 4E-05	1.10E-03 ± 3E-05
104	2013/3/11	11:52	2013/3/18	10:15	9983	5.4E-05 ± 3E-06	8.8E-05 ± 4E-06	8.98E-03 ± 8E-05	1.08E-03 ± 9E-05
105	2013/3/18	10:18	2013/3/26	10:17	11519	2.9E-05 ± 1E-06	5.6E-05 ± 2E-06	8.22E-03 ± 5E-05	1.06E-03 ± 4E-05
106	2013/3/26	10:19	2013/4/8	10:20	18721	8.2E-06 ± 9E-07	1.7E-05 ± 1E-06	2.92E-03 ± 3E-05	5.6E-04 ± 2E-05
107	2013/4/8	10:23	2013/4/19	15:09	16126	2.0E-05 ± 1E-06	3.7E-05 ± 1E-06	7.31E-03 ± 4E-05	7.9E-04 ± 3E-05
108	2013/4/19	15:13	2013/5/1	11:05	17032	1.3E-05 ± 1E-06	2.1E-05 ± 2E-06	5.68E-03 ± 6E-05	6.7E-04 ± 4E-05
109	2013/5/1	11:07	2013/5/15	16:25	20478	1.4E-05 ± 1E-06	2.6E-05 ± 1E-06	2.97E-03 ± 3E-05	3.7E-04 ± 3E-05
110	2013/5/15	16:28	2013/5/29	9:58	19770	1.6E-05 ± 1E-06	3.3E-05 ± 1E-06	3.62E-03 ± 3E-05	4.6E-04 ± 2E-05
111	2013/5/29	10:00	2013/6/12	11:52	20272	1.34E-05 ± 9E-07	2.3E-05 ± 1E-06	5.84E-03 ± 3E-05	6.9E-04 ± 3E-05
112	2013/6/12	11:53	2013/6/26	9:45	20032	8.3E-06 ± 8E-07	1.7E-05 ± 1E-06	3.08E-03 ± 3E-05	4.5E-04 ± 2E-05
113	2013/6/26	10:00	2013/7/10	14:42	20442	1.1E-05 ± 1E-06	1.7E-05 ± 2E-06	3.19E-03 ± 3E-05	4.4E-04 ± 3E-05
114	2013/7/10	14:44	2013/7/19	11:26	12762	1.5E-05 ± 1E-06	3.1E-05 ± 3E-06	3.26E-03 ± 4E-05	6.4E-04 ± 5E-05
115	2013/7/19	11:28	2013/8/1	17:08	19060	1.15E-05 ± 8E-07	2.2E-05 ± 1E-06	2.38E-03 ± 3E-05	4.8E-04 ± 2E-05
116	2013/8/1	17:10	2013/8/14	10:27	18317	1.2E-05 ± 1E-06	2.4E-05 ± 2E-06	2.64E-03 ± 3E-05	1.03E-03 ± 4E-05
117a	2013/8/14	10:29	2013/8/28	11:53	20244 5)	1.07E-05 ± 9E-07	2.0E-05 ± 1E-06	3.72E-03 ± 3E-05	9.6E-04 ± 3E-05
117b	2013/8/14	11:56	2013/8/28	11:57	20161 5)	1.20E-05 ± 7E-07	2.4E-05 ± 1E-06	4.48E-03 ± 3E-05	1.16E-03 ± 2E-05
118a	2013/8/28	11:55	2013/9/11	14:05	20290 5)	8.2E-06 ± 9E-07	1.6E-05 ± 1E-06	2.83E-03 ± 3E-05	5.6E-04 ± 3E-05
118b	2013/8/28	12:14	2013/9/11	14:08	20274 5)	9.9E-06 ± 6E-07	2.13E-05 ± 9E-07	3.38E-03 ± 2E-05	5.7E-04 ± 2E-05
119	2013/9/11	14:07	2013/9/25	10:42	19955	7E-06 ± 1E-06	1.6E-05 ± 1E-06	5.04E-03 ± 4E-05	6.2E-04 ± 3E-05
120	2013/9/25	10:44	2013/10/10	14:43	21325 6)	1.08E-05 ± 9E-07	2.6E-05 ± 1E-06	4.27E-03 ± 4E-05	4.6E-04 ± 2E-05
121	2013/10/10	14:44	2013/10/22	13:21	16528 7)	8.6E-06 ± 8E-07	1.4E-05 ± 1E-06	2.60E-03 ± 2E-05	4.5E-04 ± 2E-05
122	2013/10/22	13:23	2013/11/6	13:51	21628	7.1E-06 ± 6E-07	1.5E-05 ± 1E-06	4.66E-03 ± 3E-05	8.1E-04 ± 2E-05
123	2013/11/6	13:52	2013/11/20	10:17	19945	8.6E-06 ± 8E-07	1.4E-05 ± 1E-06	4.26E-03 ± 3E-05	7.3E-04 ± 2E-05
124	2013/11/20	10:20	2013/12/4	13:20	20340	9.7E-06 ± 8E-07	2.1E-05 ± 1E-06	3.75E-03 ± 3E-05	6.0E-04 ± 2E-05
125	2013/12/4	13:21	2013/12/16	11:45	17184	1.30E-05 ± 7E-07	3.1E-05 ± 1E-06	3.42E-03 ± 2E-05	5.3E-04 ± 2E-05
126	2013/12/16	11:47	2013/12/26	10:38	14331	8.9E-06 ± 8E-07	1.9E-05 ± 1E-06	2.46E-03 ± 2E-05	3.4E-04 ± 2E-05

- 1) High volume sampler stopped during electric power failure on 10 October 2011
- 2) High volume sampler stopped during electric power failure on 30 October 2011
- 3) High volume sampler stopped during electric power failure on 20 May 2012
- 4) High volume sampler stopped during electric power failure on 13 and 21 October 2012
- 5) Two samples were taken nearly at the same time using two high volume samplers
- 6) High volume sampler stopped during electric power failure on 6 October 2013
- 7) High volume sampler stopped during electric power failure on 20 October 2013

