

金沢大学理学部附属

低レベル放射能実験施設 研究概要・年次報告

1984.4～1985.3

Annual Progress Reports of

Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University

目 次

辰口の精霊, LLRL (理学部長)	2
各地での測定, 観測状況	2
波高選別サーベイメーターによる環境 γ 線中の宇宙線寄与成分の評価	3
In-Situ γ -スペクトロメトリーによる環境放射能調査 - 第9報 -	4
近畿大原子炉照射による ^{151}Eu の放射化とその利用	5
やまと隕石の非破壊 γ 線測定	6
南極の水試料中のウラン濃度と $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比	6
北西太平洋海域海水のRa同位体	7
活性炭吸着法によるラドン放射能レベルの簡易測定	8
大気中のフォールアウト核種濃度及び粒度分布の測定	9
タバコ葉中と喫煙にともなう ^{210}Pb , ^{210}Po - 第3報 -	10
表層土壌からのプルトニウムの再浮遊	11
低レベル環境トリチウムの測定法の検討	12
西太平洋サンゴ礁海域における表層海水中の放射性炭素濃度の経年変化	13
日本酒醸造過程の放出 CO_2 と遺跡出土木炭試料の ^{14}C 測定	14
昭和59年度・施設備品・運営人事関係諸資料; 研究報告	15
昭和59年度・会合・調査出張・見学来訪記録等	16

辰 口 の 精 霊, LLRL

理学部長・施設運営委員会委員長 青 野 茂 行

川北大橋を渡って手取川を越えると、山あいにはさしかゝる。すでに人影はなく、やがて右手に辰口の集落が一瞬見えてまた登り坂になる。すると右手の崖の上、木立の間にLLRLの建物が姿をあらわす。こゝに到ると地球の重力も力を弱めるらしい。天水のなかの極めて微量な元素の息吹きが聞えてきて測定器がそれを拡大する。ツーリングワゴンが軽やかに動いて、能登の海岸から若狭の海まで、鮮やかな色に染めわけてゆく。これは低レベル放射能の分布図である。ある時は、人影が御母衣ダムの底深いところに動いて、地層を通り抜けた宇宙線のつぶやきに耳傾けている。と思うと同じ人影が、南極はドライバレイの鹹湖の水をすくっている。時には天安門の傍に人間が立ち、奏の時代のC-14の物語りを始め、平原の彼方に未来都市の蜃気楼を画いてみせる。遠い国から訪れる人も稀ではない。西欧のメルヘンを幼児体験にもつ人も、東洋の神秘を体現する人も、ここではうっすらと息をつき、静かに話をして新しい力を身につける。そして時の彼方に飛立ってゆく。

「大空のはてのはて、水素さへもあまりに稀薄な気圏のうえに、私は世界一切である、地球はうつろう私の青い影である、などこのようなことすらも、余りにあわくて考えられぬ透明で純粋な生物が棲む。」(宮沢賢治)。



エアーボーンによる宇宙線観測γ線サーベイを行ったさいの機中の状況(日航DC8)(p.3)

白山・不動滝を望む中飯場での
INSITUγスペクトロメトリー



(p.3,4)



12月に入ってオニックス川の流入が始まり湖岸の氷がとけた南極・バンダ湖畔。水位の連続記録装置の前で。



御母衣ダム地下トンネル内の極低バックグラウンド放射能測定用設備(LLRL-AR-8, p.7 参照)と本年度の設置の無停電電源用装置(手前中央)

波高選別サーベイメーターによる環境 γ 線中の宇宙線寄与成分の評価

Estimation of Cosmic-Ray Component in Environmental γ -Ray by using Survey Meter with Discriminator

昨年度報告(LLRL-AR-8p.6)にも使用した4"φ×4"のNaI(Tl)検出器に3つのシングルチャンネル波高選別器を備えたサーベイメーターを用い、本年度はとくに宇宙線寄与成分を評価するため、3 MeV以上の空間 γ 線計数率の測定を、かなり高度の異なる石川県南部白山周辺道路上でカーボンおよび、1985年2月27日に行われた理研宇宙線観測飛行でのエアボーンにより行った。

i) 毎年行っている石川県内環境放射能測定が本年度は、海拔約1500mにも達する自動車道路のある白山周辺で行われた(Ge検出器による測定は本年次報告p.4参照)。サーベイメーターの測定条件を×1 GAIN 100, 選別レベル46~ ∞ として測定される3 MeV以上の γ 線に相当する宇宙線寄与成分については、記録紙への連続記録のみでなく走行中の一定時間間隔でのスケーラーによる計数の積算、さらに特別な地点では車を停止させて一定時間の積算計数を行った。このようにして得られた高度の異なる種々の個所での宇宙線成分の計数率を図示したのがFig 1である。同図で○印は走行中に、●印は停止して計数したデータである。この図から海拔高度により宇宙線成分がはっきりと変化していることがうかがわれ、海拔0mに近い安

宅海岸での線量率を3.4 μ R/hrとすると海拔1500mでは約6 μ R/hrと評価され、Ge検出器使用 γ 線スペクトロメトリーによる結果(昭和59年度石川県環境放射能報告書参照)と同様である。なお詳細にみると高度と計数率が一本の直線にのらず、同一高度でも計数率のやや少ない個所があるが、これは山際や谷間などで、宇宙線遮蔽効果がきいているためと考えられる。例えば、スーパー林道岐阜県側の下りや、釈迦岳分岐・大曲駐車場では道路が山際に沿っているため高度のわりには宇宙線計数率が低くなっている。

ii) 宇宙線観測飛行の経路はFig 2の通りである。サーベイメーターの測定条件を×1 GAIN 500, 選別レベル100~ ∞ として測定される3 MeV以上の γ 線に相当する宇宙線寄与成分の飛行中の変化はFig 3の通りである。地上と比較して16000 feet および 37000 feetにおける宇宙線寄与成分の計数率はそれぞれ7.1倍、46.8倍であった。なおこの他にエネルギー0~80 MeV相当までの γ スペクトロメトリーも3"φ×3"のNaI(Tl)検出器により行い、地上では μ 中間子寄与がほとんどで見掛けエネルギー30 MeV相当の付近になだらかな肩を生ずるが、高空では高エネルギーまで広がるなだらかなスペクトルを観測した。

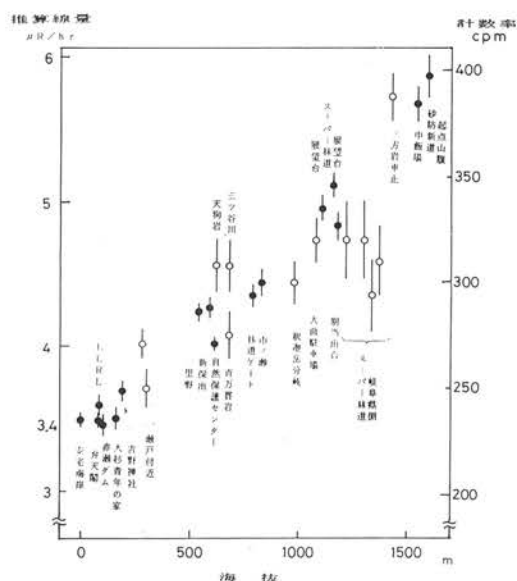


Fig 1. Count rate variation of cosmic ray with altitude during car-borne survey.

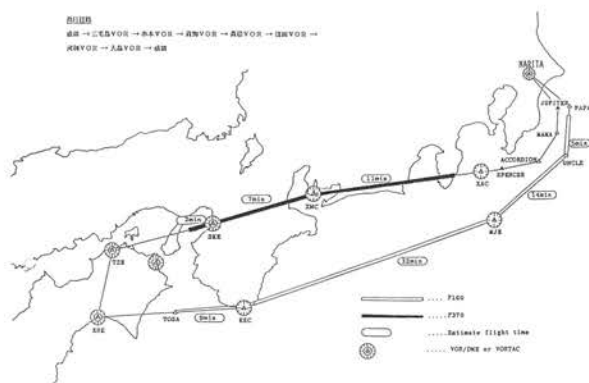


Fig 2. Flight route of air-borne survey.

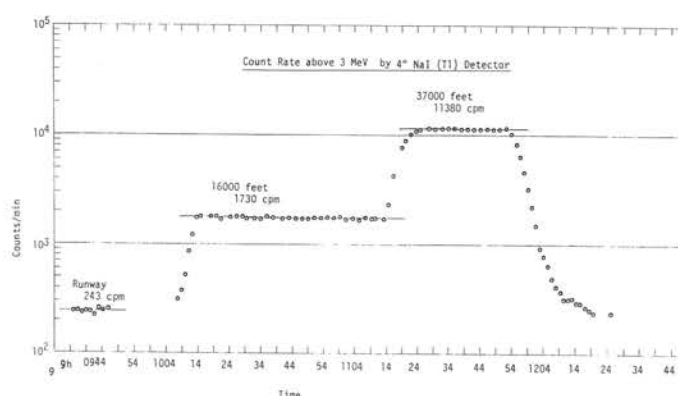


Fig 3. Count rate above 3 MeV during air-borne survey.

[本研究は、昭和59年度石川県委託研究の一部および、昭和59年度理研宇宙線観測飛行による研究をまとめた。]

In-Situ γ -スペクトロメトリーによる環境放射能調査—第9報—

Measurements of Environmental Radioactivity by In-Situ γ -Spectrometry

本年度は可搬型 Ge 検出器による環境放射能の in-situ 測定を、当施設周辺、名大プラズマ研の建屋と構内及び移転を予定している岐阜県土岐市周辺（83年5月9－10日、6月8－9日）、石川県下白山麓・小松地域（59年7月3日－6日）で実施した。

測定には石川県衛公研及び名大プラズマ研で新しく購入した高純度 Ge 検出器を使用し、野外での測定に先立って検出器の γ 線検出効率とその角依存性を精密に測定し、in-situ 測定に必要な諸パラメータを求めた。

野外測定の結果を Table 1 に示す。当施設と周辺での測定は、以前の測定と新しい検出器との比較及び農業用の磷酸肥料や複合肥料に比較的多量に含まれているウラン系列核種やカリウムによる γ 線線量がどの程度のものであるかを評価するために行った。当施設建屋のほぼ同一地点で行った測定結果(1)~(6)は以前の値と比較的良好一致した。肥料を重ね、その約30cm上で測定した線量は $20\mu\text{R/h}$ を超える(9)が、 γ 線被曝の点では問題ないことが分った。Fig. 1 に肥料倉庫内の γ 線スペクトル例を示す。

名大プラズマ研は屋外で4~7 $\mu\text{R/h}$ (15)~(19)、本館4階の室内(11)は比較的高く約10 $\mu\text{R/h}$ であるが、同じく室内でもトリチウム棟(12, 13)は約1/2であり、コンクリート材の放射能の違いを反映している。実験棟内のJIPPT-II(14)が著しく低いのは、プラズマ閉じ込め用の金属容器の遮蔽によるものである。一方、土岐地域では花コウ岩砂質の中沢(28)と土岐市役所(27)、サイト予定地の道路切り通しのH地点(22)の線量が高く、サイトのB(20)、F地点(21)及び土岐北高校(23)は低い。月吉ウラン鉱の抗口(26)のU-系列核種の寄与が比較的高いことが特記される。

白山麓・小松地域では白山スーパー林道の犬曲駐車場、三方岩岳トンネル入口、砂防新道の中飯場（いずれも海拔1,000m以上）で10 μ R/h前後の高い線量が観測される一方、大日川上流の新保と新保出ではフォールアウト¹³⁷Csの寄与を加えても3 μ R/h以下と低い値であった。核種別の寄与では吉野神社境内の¹³⁷Csの寄与が特に高いのが注目される。

Table 1. Exposure rates measured by in-situ γ -spectrometry.

Location	Exposure Rate (uR/h)				Total
	U-ser.	Th-ser.	K-40	Cs-137	
[LLRL]					
1. 2nd Meas. Room('76)	1.51	2.82	3.90	----	8.23
2. " Eiken-Ge	2.06	3.30	4.17	----	9.53
3. " IPP-Ge	1.83	2.85	4.44	----	9.31
4. South of Bldg.('78)	0.85	1.11	0.78	0.04	4.56
5. " Eiken-Ge	0.88	2.85	0.78	0.05	4.46
6. " IPP-Ge	0.88	2.74	0.89	0.03	4.54
7. Front of Bldg.	1.59	2.48	3.54	0.07	6.68
8. Northern Hill	0.73	1.72	0.50	0.60	3.55
[Tatsunokuchi]					
9. Fertilizer Warehouse	9.33	2.13	13.34	0.04	24.84
10. Outside of Warehouse	1.40	2.00	2.61	0.02	6.03
[Institute of Plasma Physics, Nagoya Univ. May 9-15,'84]					
11. 4F Indoor	1.97	3.49	4.44	----	9.90
12. Tritium Lab. Red Zone	1.40	1.57	1.98	----	4.94
13. Tritium Lab. Gr. Zone	1.59	1.58	2.10	----	5.26
14. ZIPTT-II (bkg)	0.19	0.30	0.40	----	0.89
15. Monit. Point-21	0.89	1.74	1.79	0.09	4.51
16. " -23	0.74	1.41	1.81	0.01	3.97
17. " -24	0.87	1.85	3.00	0.02	5.74
18. " -25 (roof)	0.80	1.28	1.58	----	3.66
19. " -26 (near bldg)	0.31	2.40	3.20	0.06	6.97
[Toki City, June 8-9, '84]					
20. Site, B-point	0.49	0.76	0.41	0.24	1.90
21. " , F-point	0.70	1.37	0.98	0.03	3.08
22. " , H-point	1.30	3.56	3.28	0.01	8.15
23. Tokitaka High Sch.	0.69	1.41	0.77	0.18	3.05
24. PNC Office	1.08	2.01	1.45	0.02	4.56
25. Seiryu J.High Sch.	1.25	3.01	2.26	0.04	6.56
26. Tsukiyoshi Mine	2.69	2.27	2.78	0.01	7.75
27. Toki City Hal	1.37	3.44	3.20	0.03	8.12
28. Nakazawa	1.43	4.53	5.07	0.04	11.07
[Foot of Mt. Hakusan and Komatsu: July 3-5, '84]					
29. Yoshino Shrine	0.92	1.85	2.42	1.09	6.28
30. Hakusanroku Museum	0.85	1.88	3.00	0.47	6.20
31. Nakahanba	1.95	4.23	4.52	0.03	10.76
32. Ichirino-so	1.44	2.20	3.07	0.25	9.66
33. Tedorigawa Dam	1.38	2.19	2.63	0.02	6.22
34. Hakusan Hogocenter	1.95	2.90	2.29	0.02	6.08
35. Sogawari Park	1.67	2.74	3.03	0.02	7.18
36. Sampei Tunnel	1.88	3.89	4.99	0.06	10.92
37. Akase	0.70	1.48	1.47	0.41	4.06
38. Osugui Shrine	0.77	1.78	2.40	0.10	5.05
39. Maruyama	1.27	2.16	2.67	0.07	6.17
40. Shinbo Shrine	0.60	0.85	0.96	0.42	2.84
41. Shinbo-de	0.42	1.01	0.99	0.42	2.84

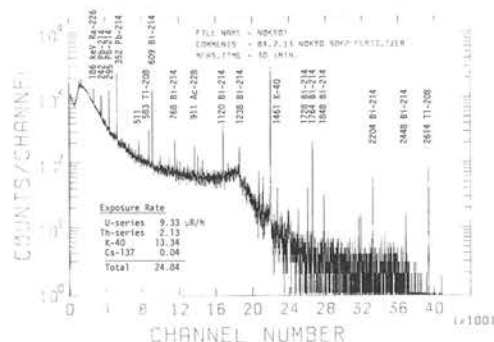


Fig. 1. In-situ γ -spectrum measured in the fertilizer warehouse.

〔石川県下の測定は県からの委託研究として、また名大プラズマ研関係の測定は客員研究の一環として行った。
農協倉庫での肥料の測定には当町の山ト農協国造支所の協力を戴いた。〕

やまと隕石の非破壊 γ 線測定Non-destructive γ -ray Measurements of Yamato Meteorites

前回の報告 (AR-6, p.3) 以降, 18箇のやまと隕石中の非破壊 γ 線測定を行い宇宙線生成核種 ^{26}Al と天然 ^{40}K の濃度及び ^{137}Cs 汚染を測定した。測定精度の向上をはかるため, 今回の測定では粘土とニッケル金属粉末を混合して隕石試料とほぼ同一の密度を持つ模擬線源を作製して γ 線検出効率を求めた。

Table 1 に測定結果を示す。 ^{26}Al の放射能は 33~75dpm/kg の範囲にあるが 70dpm/kg を超える高い値はいずれも, Si 含有量の多い diogenite と eucrite で, これらの隕石は落下年代が新しいものと推定される。Yamato-75108, -75111, -75112, -75113 は同一いん石のシャワーであり, 今回の ^{26}Al データを他のデータとを比較検討することにより, 各隕石の母隕石中での位置の推定が可能と考えられ, また, 同じ宇宙線生成核種である ^{53}Mn の測定値とから隕石の照射年代・落下年代の推定にも有用である。

^{26}Al 及び ^{53}Mn の飽和放射能は母隕石の大きさや, 隕石中での深さ等によってかなり異なることが知られているが, 簡単のため ^{26}Al については L 及び LL-type に対して 60dpm/kg, H-type は 57dpm/kg, diogenite と eucrite は 72dpm/kg と仮定し, ^{53}Mn に対しては飽和放射能を 430dpm/kg-(Fe+1/3Ni) として, 前回 (AR-6) 提案したグラフ法による解析を試みた。

南極の水試料中のウラン濃度と $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比Uranium Contents and $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ Ratios of Water Samples Collected from Antarctica

南極の露岩地帯には多くの塩湖が存在しており, その塩の起源については種々の説が提案されている。前回報告したドライバレーのバンダ湖, ドンファン池その他の水試料の測定の結果, 異常に高いウラン濃度や $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比を持つ水が見出され, ウラン同位体の測定が塩の起源を解明するためのアプローチとして有効なことを示した (AR-7, p.6)。

その後行ったスコット基地周辺, ドライバレー各地, 昭和基地周辺の水試料の測定結果を Table 1 に示す。ウラン濃度は雪や氷河氷の融水のように極めて低いものから, 海水の 100 倍近い濃いものまで極めて広い範囲にわたっている。ボニー湖では狭いチャンネルで結ばれている東西両湖について深度別の水試料を測定したが, 深さ 10m までは両湖はほとんど等しいウラン濃度・同位体比を示し共通の歴史を持っているが, 15m 以深は全く異なり別の進化をたどって来たことが分る。

一方, 昭和基地周辺でウラン濃度の高い舟底池, いちじく池は同位体比が海水の値 (1.15) とほぼ一致しており海水起源のウランの濃縮で説明される。その他の池も試料量の不足で精度は悪いが海水起源のウランと考えて矛盾しない。

Table 1 Cosmogenic ^{26}Al , natural K and fallout ^{137}Cs in Yamato Meteorites.

Meteorite	Type	Weight* (g)	^{26}Al (dpm/kg)	K (%)	^{137}Cs (cpm)
Yamato-74080	L6	249.63	38±2	0.069±.003	0.103±.006
74192	H5	347.33	60±4	0.059±.003	0.216±.010
74193	H5	128.23	33±3	0.065±.007	0.294±.010
74374	H6	113.30	61±5	0.074±.008	0.137±.005
74640	H6	125.97	43±4	0.064±.004	0.076±.006
74646	LL6	183.81	43±4	0.074±.004	0.427±.011
74647	H5	100.82	52±4	0.071±.011	0.252±.007
74650	L6	160.50	51±4	0.074±.009	1.131±.022
74663	LL6	99.96	40±4	0.077±.013	0.147±.007
Yamato-75011	Euc.	62.88	72±6	0.043±.001	0.583±.014
75015	Euc.	77.17	75±6	0.040±.002	0.578±.011
75028	L3	112.66	50±4	0.076±.008	0.266±.006
75032	Dio.	104.86	73±4	0.012±.002	0.977±.019
75097	L6	247.15	56±3	0.075±.012	0.327±.011
75109	L6	428.40	55±2	0.075±.019	0.607±.012
75111	L6	103.00	41±3	0.073±.006	0.260±.006
75112	L6	114.47	48±5	0.081±.009	0.333±.009
75113	L6	153.29	45±3	0.072±.007	0.531±.012

* Sample weight is actual weight of the meteorite sample counted, not the original weight.

〔測定したやまと隕石は国立極地研究所所有のもので, 測定は主として陳 国龍 (M2) が行った。第28回放射化学討論会 (甲南大学) 及び第9回, 第10回の南極いん石シンポジウム (国立極地研究所) で発表した。〕

Table 1 Uranium contents and $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratios.

Sample Location	Depth (m)	U content (ug/liter)	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratio (dpm/dpm)
[Scott Base]			
Drinking water (ice melt)		0.011 ± 0.002	1.31 ± 0.33
Snow melt water		0.004 ± 0.002	0.89 ± 0.43
[Taylor Valley]			
Melt Water	surface	0.32 ± 0.01	1.99 ± 0.04
Lake Bonney East	5	1.49 ± 0.10	2.34 ± 0.13
	10	10.2 ± 0.7	3.39 ± 0.13
	15	24.0 ± 0.9	3.22 ± 0.07
	20	55.6 ± 1.4	3.68 ± 0.06
	25	53.6 ± 1.4	3.89 ± 0.05
	30	45.2 ± 1.4	3.85 ± 0.06
	33	47.9 ± 1.6	3.83 ± 0.07
Lake Bonney West	5	1.80 ± 0.16	2.52 ± 0.19
	10	8.67 ± 0.40	3.39 ± 0.12
	15	16.4 ± 0.5	4.00 ± 0.08
	20	24.7 ± 0.8	4.27 ± 0.09
	22.5	24.1 ± 0.8	4.36 ± 0.11
	25	17.3 ± 0.5	4.40 ± 0.09
	30	13.7 ± 0.5	4.35 ± 0.13
	35	22.3 ± 1.1	4.12 ± 0.15
[South Fork, Wright Valley]			
No. 1 Pond ('83)	surface	0.48 ± 0.01	1.49 ± 0.03
" ('71)	surface	0.24 ± 0.09	1.75 ± 0.78
No. 3 Pond ('71)	surface	0.57 ± 0.16	1.54 ± 0.55
No. 4 Pond ('74)	surface	274 ± 8	1.36 ± 0.05
No. 5 Pond ('83)	surface	0.035 ± 0.004	1.54 ± 0.55
[North Fork, Wright Valley]			
No. 2 Pond ('83)	surface	9.69 ± 0.35	1.07 ± 0.02
[Shawa Station]			
Funazoko Pond ('72)	1	87 ± 3	1.16 ± 0.02
	8.5	87 ± 3	1.15 ± 0.02
Ichijiku Pond ('72)	1	17.7 ± 1.2	1.10 ± 0.06
Nurume Pond ('72)	2	0.55 ± 0.07	1.40 ± 0.19
	16	0.46 ± 0.12	0.76 ± 0.28
Akebi Pond ('72)	2	0.24 ± 0.03	0.95 ± 0.13
	5	0.44 ± 0.09	1.04 ± 0.30

〔今回測定したドライバレー各地の古い水試料のは中谷 周氏 (弘前大) より昭和基地周辺の試料は村山 治太氏 (横浜国大) より戴いた。ウランの分析は山本政儀氏, 林巧 (現名大DC), 陳 国龍 (M2) の協力による。〕

西北太平洋海域海水のRa同位体

Radium Isotopes in Sea Water of the Western North Pacific

海水に可溶性のラジウムの放射性同位体 ^{226}Ra （半減期1600年）と ^{228}Ra （半減期5.7年）は水塊の水平および鉛直方向の移動混合のトレーサーとしての意義が深い。東大海洋研白鳳丸の諸研究航海に金沢大の研究者、大学院生が参加し、種々の海域で海水を採取し、水酸化鉄共沈によりPuなどアクチノイド人工放射性核種を捕集するのみならず、 Ba^{2+} イオンを添加して硫酸バリウム共沈によるRa同位体の捕集を船上で行い、実験室に沈殿を持帰った。それをアクチノイド分析のため酸処理したのち残存していた BaSO_4 沈殿につき、当施設の重遮蔽した低バックグラウンドγスペクトロメトリーで ^{214}Bi の609keV、 ^{228}Ac の911keVのピーク計数率を求め、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 濃度を測定した。

同様な方法による研究成果はすでにAR-1 p.12, AR-8 p.8にも報告したが、本年度測定を行ったKH-78-3, KH-79-3, KH-82-1研究航海での表面海水採取個所とその ^{226}Ra および ^{228}Ra 濃度の定量値(dpm/100l)を下図に示す、 ^{226}Ra 濃度は海域によりあまり大きな変動はない(異常に高い値のNP4は再検討を要す)。一方採水時の濃度に補正されている ^{228}Ra 濃度は、検出限界以下から、対馬海峡や日本海大和堆では20~10 dpm/100lと高く、鹿児島湾、九州南東沿海の値もかなり高く、新しい溶出 ^{228}Ra の寄与の大きいことを示す。なお深度別採水が行われた個所での各深度のラジウム同位体濃度は右表に示す。 ^{226}Ra は日本海SJ4、鹿児島湾KBなどでかえって深部で増加し、海底からの溶出寄与を示すが、 ^{228}Ra は表面水に比し、深部の水は濃度が低く、表面水との拡散混合にはその半減期よりも長期間を要することが日本海などでうかがわれる。

Concentrations of Ra-226 and Ra-228 for the surface and subsurface seawaters collected from the Sea of Japan, the Kagoshima Bay and the northern Pacific Ocean during the KH-79-3 Altaire Expedition in 1979. The concentrations are expressed in dpm/100 liter. The errors given are statistical counting errors.

Sample	depth	Location	Date of Sampling	Concentration in dpm/100 liter	
				Ra-226*	Ra-228**
SJ1	44.25°N 138.98°E	Jun 29	5.67 ± 0.32	4.94 ± 0.93	
	1000 m	"	8.06 ± 0.80	6.72 ± 2.03	
	2400 m	"	8.08 ± 0.66	bdl	
SJ4	37.75°N 135.25°E	Jul 2	5.88 ± 0.21	5.24 ± 0.51	
	500 m	"	8.24 ± 0.74	0.57 ± 1.10	
	1000 m	"	7.55 ± 0.81	bdl	
	2000 m	"	4.10 ± 0.82	2.45 ± 1.27	
	2930 m	"	10.43 ± 0.87	0.93 ± 1.35	
SJ538.40°N 132.84°E	Jul 3	6.63 ± 0.34	10.26 ± 1.15		
	2000 m	Jul 4	7.00 ± 1.57	4.03 ± 3.97	
	2800 m	"	9.92 ± 1.83	bdl	
KB	31.66°N 130.78°E	Jul 13	4.03 ± 0.34	4.06 ± 1.05	
	190 m	"	10.35 ± 0.05	10.54 ± 1.99	
NP4	32.26°N 137.49°E	Jul 18	59.84 ± 2.76	26.52 ± 6.72	
	500 m	Jul 19	15.87 ± 1.09	0.39 ± 2.37	
	700 m	"	18.05 ± 2.08	14.59 ± 5.47	
	1200 m	"	16.35 ± 1.68	6.52 ± 4.23	
	2000 m	"	24.34 ± 1.82	bdl	
	3000 m	"	16.03 ± 0.88	bdl	
	4000 m	"	41.63 ± 3.49	bdl	
NP6	30.00°N 145.75°E	Jul 23	6.13 ± 0.23	0.53 ± 0.17	
	300 m	Jul 25	5.76 ± 0.68	0.69 ± 2.11	
	600 m	Jul 23	8.53 ± 1.04	bdl	
	1000 m	"	18.38 ± 1.53	3.45 ± 3.67	
	1400 m	"	17.92 ± 0.87	bdl	

SJ: Sea of Japan.
KB: Kagoshima Bay.
NP: Northern Pacific Ocean.
*: these are concentrations at the time of counting.
**: these values have been corrected for decay to give the concentrations at the time of sampling.
bdl: below detection limit.

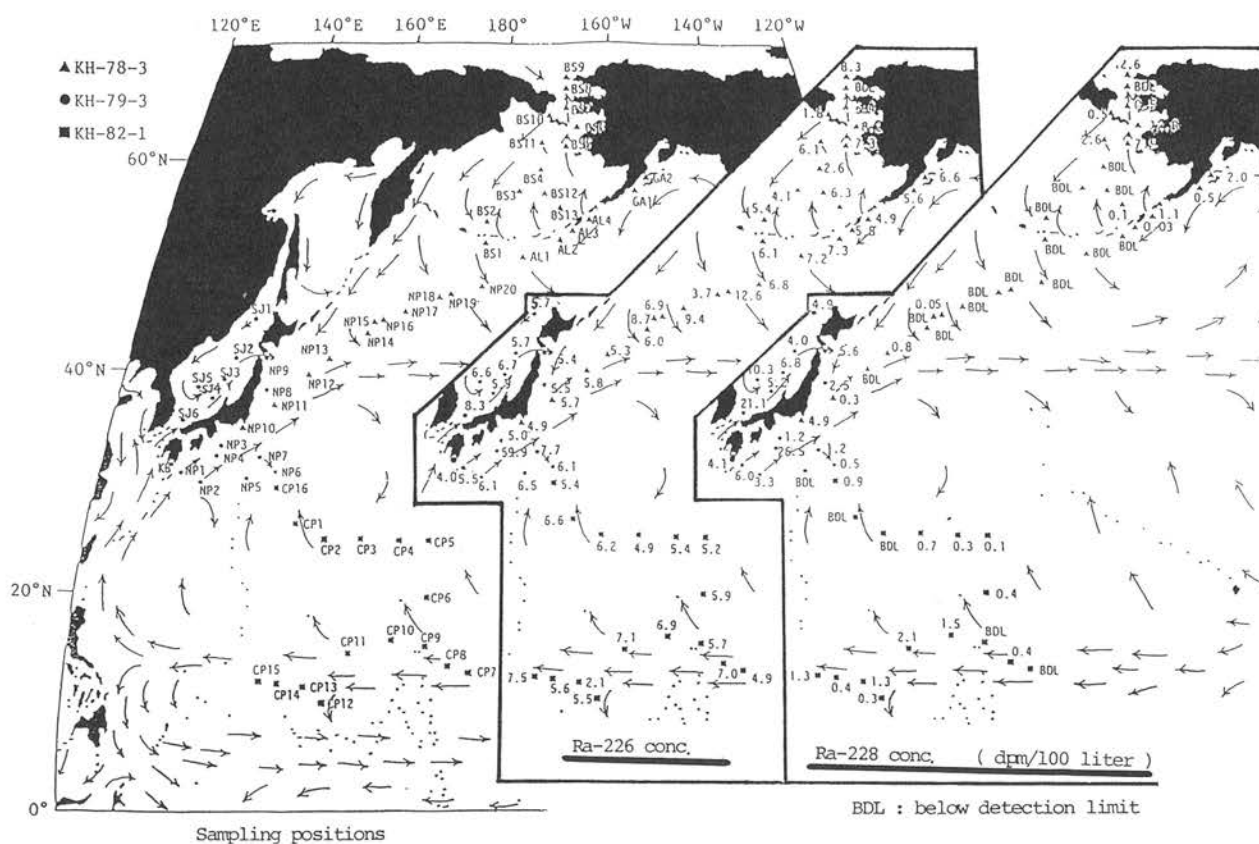


Fig. 1 Sampling positions of sea water and their radium isotopes contents

〔本研究の測定は当施設の大学院生陳 国龍によって行われ、同修士論文に詳細な記載があり、また科研費特定研究「海洋の動的構造」研究成果「海洋の動態」（恒星社厚生閣）（1985）p.39~43にも報告されている。〕

大気中のフォールアウト核種濃度及び粒度分布の測定

Concentration and Size Distribution of Airborne Nuclides in Surface Air

大気中のフォールアウト核種濃度を測定するため、当施設屋上にアンダーセンハイボリウムサンプラーを設置し、粒度別に大気浮遊塵を採取した。粒度範囲は $7\mu\text{m}$ 以上、 $7-3.3\mu\text{m}$ 、 $3.3-2.0\mu\text{m}$ 、 $2.0-1.1\mu\text{m}$ 、 $1.1\mu\text{m}$ 以下の5段階に分けて毎分566ℓの流量でろ過し、約1か月毎の浮遊塵を採取した。サンプリングの後、捕集紙をデシケータで乾燥し各粒度フラクションの重量を求め、その3/4を用いてGe(Li)検出器及びGe-LEPSにより非破壊 γ 線測定を行った。一部については化学分離を行い、 α スペクトロメトリにより ^{210}Po 、U、Th及びPu同位体も測定した。

【大気浮遊塵の濃度】

大気中の浮遊塵濃度は $8-58\mu\text{g}/\text{m}^3$ で平均は約 $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。最大値は黄砂現象のあった83年5月前半、最小値は雪降の多かった84年1月に観測された。粒度別では、一般的傾向として $1.1\mu\text{m}$ 以下 $>7\mu\text{m}$ 以上 $>3.3-7.0\mu\text{m}>2.0-3.3\mu\text{m}\approx 1.1-2.0\mu\text{m}$ のフラクションの順になっており、空気力学的質量中央径は約 $2-3\mu\text{m}$ であった。

【フォールアウト核種濃度と粒度分布】

^7Be と ^{210}Pb は大気中の濃度が高く非破壊 γ 線測定で容易に検出されるが、 ^{137}Cs の濃度は2桁以上低いので、82年と83年には検出されたものの最近では1か月のサンプリング(約 $24,000\text{m}^3$)では検出限界以下のレベルになっている。Fig. 1に測定結果を示す。

途中にサンプラーの故障による欠測もあるが ^7Be 濃度は $30-100\text{fCi}/\text{m}^3$ ($1-3\text{mBq}/\text{m}^3$)、 ^{210}Pb は $8-40\text{fCi}/\text{m}^3$ ($0.3-1.5\text{mBq}/\text{m}^3$)と約3~5倍の変動が見られる。両核種とも、春先にやや増加の傾向があるように見えるが、秋季にも高い値が観測されており、明瞭な周期的変動は確認出来なかった。84年より平行して行っている2~4日の短時間のサンプリングによる測定で、 ^7Be 、 ^{210}Pb 濃度が数日間に2~3倍変動することも観測されており、気団の影響による変動もかなり大きいように思われる。

測定データは少ないが、1982~1983年当時の大気中の ^{137}Cs 濃度は $0.1-0.2\text{fCi}/\text{m}^3$ の範囲にあり、1983年1月から7月までの平均の $^{239,240}\text{Pu}$ 濃度は $1.92\text{aCi}/\text{m}^3$ であった。Fig. 2は粒度分布の測定値を確率紙にプロットしたもので、これから空気力学的放射能中央径(AMAD)を求めると ^{210}Pb は $0.5\mu\text{m}$ 、 ^7Be は $0.8\mu\text{m}$ 、 $^{239,240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs は前述の質量中央径に近い約 $1.6\mu\text{m}$ 及び $2\mu\text{m}$ となった。AMADの違いはこれらフォールアウト核種の起源の違いを反映しているものと考えられ、AMADの大きい $^{239,240}\text{Pu}$ と ^{137}Cs はもととも成層圏からの降下粒子の径が大きい他に土壌からの舞い上り成分の寄与も相当あることを示唆している。

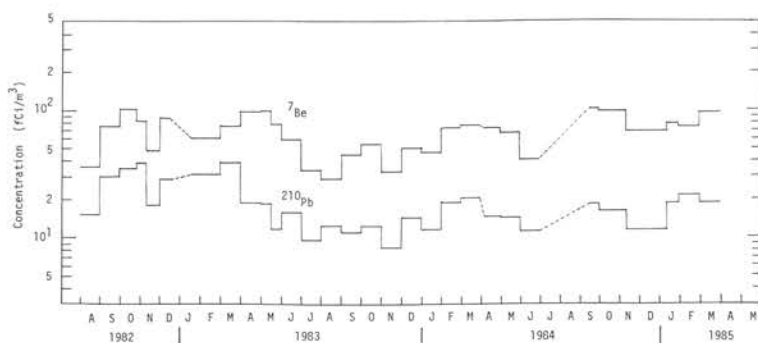


Fig.1 Concentrations of airborne ^7Be and ^{210}Pb in surface air.

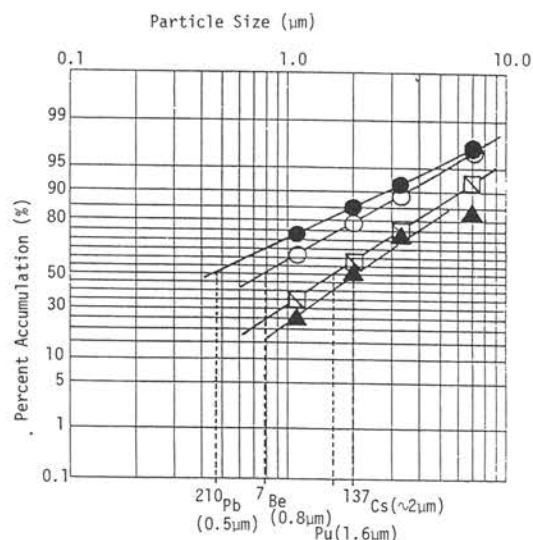


Fig.2 Particle size distributions and AMAD of airborne nuclides.

[本研究は原子力安全研究協会からの委託研究として行われたもので、北陸大・山本 政儀ならびに卒研究生・田方 秀次らの協力により行われた。]

タバコ葉中と喫煙にともなう ^{210}Pb , ^{210}Po 一第3報一 ^{210}Pb and ^{210}Po in Tobacco Leaves and Their Behaviors by Smoking -III-

本年度も疫学的にみとめられている喫煙による肺ガン増加の原因究明に、化学諸物質以外の要因として関心のもたれる揮発性 α 放射体 ^{210}Po と、その親核種として半減期が22年と長い ^{210}Pb についての研究を発展させた。既報(LLRL-AR-7 p.5, AR-8 p.10)と同様に ^{210}Pb の定量は当施設の重遮蔽低バックグラウンドのLEPS(低エネルギー光子スペクトロメーター)により、その放出する46.5keVの γ 線測定で行い、 ^{210}Po の定量は ^{209}Po をトレサーとして試料に添加後、放射化学分離により銀板上に析出させ、 α スペクトロメトリーにより行った。本年度の成果を研究項目別に示す。

A) タバコ生葉

本邦産タバコ生葉については第1報AR-7で石川県産と岡崎産の黄色エムシー種についての知見を示したが、本年度は専売公社より提供された昭和59年産、下記の4種について比較測定した。その結果をTable 1に示す。降雨雪が多く人工フォールアウト降下量の多い秋田産のバーレー種では、天然フォールアウト核種 ^{210}Pb の含有量が多く、またその娘核種 ^{210}Po も、採取後の期間が短く放射平衡には未達成であるものの、含有量は他に比し多い。一方徳島産エムシー種では両核種含有量ともに少ないことが注目される。なお ^{210}Po についてはその定量値の再現性を検討するため、同一品種につき湿式灰化分離定量を2回行ったのでその2つの定量値を示す。

Table 1 The Contents of ^{210}Pb and ^{210}Po in tobacco leaves.

	秋田バーレー種	米子エムシー種	鹿児島コーカー種	徳島エムシー種
$^{210}\text{Pb}(\text{pCi/g})$	1.852 ± 0.081	0.991 ± 0.065	1.264 ± 0.066	0.585 ± 0.044
$^{210}\text{Po}(\text{pCi/g})$	1.045 ± 0.051 0.888 ± 0.050	0.703 ± 0.032 0.847 ± 0.058	0.672 ± 0.032 0.777 ± 0.037	0.393 ± 0.020 0.375 ± 0.020

B) タバコ葉のTrichome (トライコーム)

タバコ生葉表面にはTrichomeとよばれる繊毛が密生しており、粘着性の液を分泌し、タバコの香りの原因であるとともに放射性核種も付着しやすいといわれている[E.A.Martell, Nature **249**, 215(1974)]。AR-7で報告した石川県珠洲産エムシー種中葉約17枚分47.84gを歯ブラシ刷毛でBrushingして、なるべくTrichomeを集め、0.225gを得た。その ^{210}Pb および ^{210}Po 含有量を定量して、それぞれ2.34pCiと2.53pCiであった。一方Trichomeを除去した生葉の一部を用い両核種の定量を行い、そのg当たり含有量からTrichome除去に用いた生葉の全重量に換算すると、 ^{210}Pb 29.73pCi, ^{210}Po 37.27pCiを得た。これらの結果より、Trichome中にはもとの生葉の全平均濃度に比し、 ^{210}Pb が約15.5倍、 ^{210}Po が13.5倍の濃度で濃縮して存在することが判明し、タバコ葉に ^{210}Pb と ^{210}Po の多い原因がそのTrichomeにあることが確認できた。

C) 市販外国タバコ

すでに日本製市販タバコ8種、米国製2種、ソ連製2種の結果は報告したが、本年度中国訪問のさい購入した中国産市販タバコの結果をTable 2に示す。同一種についての2~3回の分析結果を並記した。明らかに雲南省産のものに ^{210}Pb および ^{210}Po 含有量の多いことは同地域の地質や気象状況を考えると興味がある。

Table 2 The contents of ^{210}Pb and ^{210}Po in commercially available Chinese tobacco products.

	雲南省昆明産BIJI碧鷄	山西省太原産JINYE晉叶
$^{210}\text{Pb}(\text{pCi/g})$	1.089 ± 0.059 1.005 ± 0.065	0.818 ± 0.051 0.834 ± 0.050
$^{210}\text{Po}(\text{pCi/g})$	0.747 ± 0.037 0.844 ± 0.033 0.938 ± 0.044	0.728 ± 0.035 0.816 ± 0.054

D) 自動喫煙装置による実験結果

主流煙のみならず副流煙にともなう ^{210}Po および ^{210}Pb についての知見を得るために、紙巻タバコ一本を自動喫煙できる装置を購入して日本製マイルドセブンを20本分を喫煙させる実験を数回行い、主流煙および副流煙をそれぞれケンブリッジ・フィルターを通して汙過吸引し、各フィルターおよび生じた灰、吸い残しについて ^{210}Pb , ^{210}Po を定量した。それらの結果をまとめてみると、 ^{210}Pb と ^{210}Po それぞれについては、原試料の52%と11.6%が灰に、20.4%と20%が主流煙フィ、ルターに約1%と24.6%が副流煙フィルターに捕集され、残部は吸い残しおよびフィルターに到達するまでの副流煙採集用のおおい表面に付着しているものと推算され、副流煙への ^{210}Po の寄与が大きいことが認められた。

[本研究は旧日本専売公社の委託研究として、八木篤子の協力により行われた。]

表層土壌からのプルトニウムの再浮遊

Resuspension of Plutonium from Ground-Surface Soil

核燃料サイクルの進展と共に、これら施設から環境中に放出される可能性のある長寿命放射性核種の“環境中における挙動”や“被曝評価”問題が増々重要になっている。 α -放射体のPuなどは、経口摂取よりも土壌表面からの再浮遊も含めて大気中に存在するものの吸入による肺への沈着が、重要な被曝経路になる。この再浮遊は、フォールアウトや放出に直接起因する大気中の濃度が低い場合はとくに重要であり、土壌表面でのこれら核種の分布挙動とも関連して、なお研究の余地が多い。ここでは、フォールアウト降下量の極度に少なくなっている現在の大気中Puへの再浮遊からの寄与を、粒度別の大気浮遊塵を採取し、その試料中の浮遊塵量(TSP)、Pu、さらにU、Al(主に土壌粒子に由来)の測定を通じて検討した。

粒度別の大気浮遊塵試料は、LLRL屋上(地上約10m)にアンダーセン・エアサンプラーを設備して1カ月毎に採取した。TSP重量測定後、半年分毎にそれぞれの粒度フラクションを合わせて、Pu、Uの逐次放射化学的分離・精製を行ない α -スペクトロメトリーにより $^{239,240}\text{Pu}$ 、 ^{238}U (^{234}U)を定量した。Alは、原子吸光光度計を用いて定量した。

このようにして得られた測定結果をFig. 1(濃度と放射能比)とTable 1(各粒度分画への寄与%)に示す。これらの図、表から明らかなように、Puは細かいフラクションに、逆にUとAlは粗いフラクションにおいて濃度、存在割合ともに高い。「空気力学的放射能(あるいは質量)中央径(AMAD)」は、Fig. 2に示すように、Puで約 $1.6\mu\text{m}$ 、TSPで約 $3\mu\text{m}$ 、UとAlはほぼ等しく $4\mu\text{m}$ 前後であった。土壌表面からのPuの再浮遊程度は、空気中への土壌負荷量とその土壌のPu濃度をFig. 3に示すように仮定して試算した。表層土壌中の平均Pu濃度 0.02 pCi/g を用い、再浮遊に最も関与する $10\mu\text{m}$ 以下(普通 $100\mu\text{m}$ 以下)の土壌粒子のPu濃度を推定すると $0.03\sim 0.05\text{ pCi}$

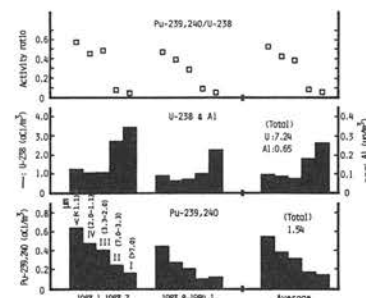


Fig. 1 Concentration of Pu, U and Al among each size fraction of particles in surface-air collected at LLRL during the period from Jan. 1983 to Jan. 1984 and their Pu/U activity ratios.

Table 1 Contribution among each size fraction for Pu, U, Al and TSP.

Particle Size (μm)	Pu-239,240 (%)	U-238 (%)	Al (%)	TSP Matter (%)
I (>7.0)	9.1	37.0	40.5	28.6
II (7.0-3.3)	11.0	25.4	26.7	21.1
III (3.3-2.0)	20.1	11.1	12.3	10.2
IV (2.0-1.1)	24.4	12.3	7.7	9.4
V (<1.1)	35.4	14.2	12.8	30.7

*: Activity **: Mass

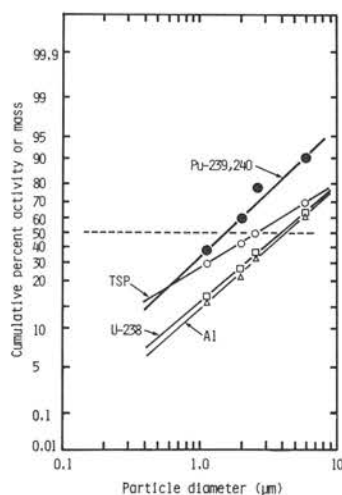


Fig. 2 Log probability plot of size distributions for Pu, U, Al and TSP.

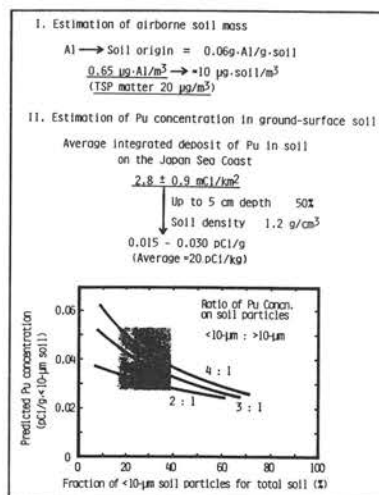


Fig. 3 Evaluation of mass loading of soil particulates in the air and its soil Pu concentration.

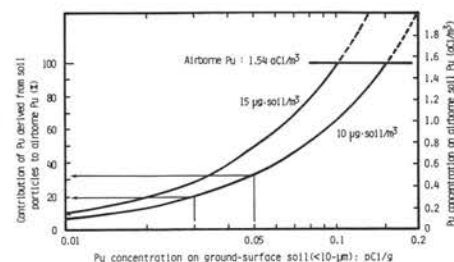


Fig. 4 Estimation of resuspended Pu from ground-surface soil.

[本研究は、昭和58年度文部省科学研究費・総合研究(A)(代表者：滝澤行雄(秋田大医))の分担課題の一部として、北陸大学薬学部山本政儀の協力で行われ、小村、阪上と連名で第27回日本放射線影響学会(S.59.9.27)の席上口頭発表された。]

低レベル環境トリチウムの測定法の検討

Studies on the Measurement of Low Level Environmental Tritium

低バックグラウンドシンチレーションカウンタを用いる低レベルトリチウムの測定では、現在の環境中のトリチウム濃度が低いために、測定試料の正味の計数率に比べて相対的に大きなバックグラウンド(B.G.)を付随し、さらに、トリチウムの β 線エネルギーが低いために、測定試料の物理的・化学的条件の違いによる計数率の変動が大きい。その結果、データの信頼性に疑問が生じることも稀ではない。今回、測定精度の向上のために、(1)B.G.水の選択 (2)測定機器の温度や環境条件による計数率の変動 (3)測定バイアルの種類及び個体差に起因する測定値のばらつきについて検討を行った。以下に結果を述べる。

(1) B.G.水としてはトリチウムフリーの水は得難いため、通常極低レベルトリチウム濃度の地下水や温泉水を利用する。このためトリチウム濃度の低い試料を測定する場合には、B.G.水によって測定値が大きく影響を受ける。Table 1は各地の陸水中のトリチウム濃度の測定結果であるが、金沢市笠舞の地下水(-150m)が最も低レベルであることが明らかであり、これをB.G.水として供した。

(2) 温度変動に伴う同一B.G.水の計数率変動をFig. 1に示した。同一B.G.水でも、測定機器中の温度が10℃上昇すると、計数率の増加は2倍にも達することが認められた。この現象は、光電子増倍管のサーマルノイズとの関連を示唆しているが、今後詳細な検討を要する。この結果を考慮して、試料の測定は、12℃の恒温状態で行うことに留意した。

(3) クエンチャーとして用いたB.G.とシンチレータ(Instagel)との混合比をさまざまに変えて、測定バイアルの種類及び個体差が、計数効率及び外部線源チャンネル比(ESCR)に及ぼす影響を調べた結果がFig. 2である。実際のサンプルの組成に近い3種類の試料を、それぞれ同一の測定バイアル中に入れて測定した時の、ESCRの変動域を矢印で示し、同一測定バイアルを使用しない場合の、各試料中の含水量に対応するESCRの変動巾を、下部に示した。これから、低カリガラスバイアルは、テフロンバイアルより計数効率が高く、さらに個体差に起因するばらつきが小さい特徴を持つことが明らかとなった。しかし、B.G.が高いという欠点を併せ持つため、低カリガラスに似た特徴を有し、しかも、 ^{40}K を含有しないためB.G.が低いと予想される石英に注目し、Figure of Meritを指標として、テフロンバイアルとの性能比較を行った。その結果をTable 2に示した。B.G.を比較すると、石英バイアルの方が約0.7cpm高い。この原因として、石英中に混入した不純物の影響が考えられよう。このため、石英バイアルのFOMは、高い計数効率にもかかわらず、テフロンバイアルのそれと同程度まで低下してしまい、両バイアルの性能は、ほぼ同じという結果が得られた。前記の結果と、石英バイアルが高価であることを考慮すると、肉厚にむらのないテフロンバイアルを事前を選別し、これを測定に用いるのが最も良い方法であると考えられる。

このほか、測定精度をあげるために必要な電解濃縮のさいの冷却効率化について検討を行い、また、御母衣ダム地下測定室における液シンスペクトロメトリーについても検討を始めている。

Table.1 Tritium concentrations of ground water in Japan.

採取地点	採取年月日	濃度 (pCi/l)	試料の種類
岩手県 (山形県)	79-12-22	104.1 ± 3.45	地下水
岩手県 (山形県)	83-5-23	85.1 ± 9.70	地下水
岩手県 (山形県)	81-7-21	81.1 ± 6.24	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-24	81.7 ± 8.45	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-15	72.7 ± 2.88	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	69.2 ± 8.30	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-12	65.0 ± 7.68	地下水
岩手県 (山形県)	82-2-5	62.4 ± 10.9	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	57.4 ± 3.74	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-23	53.0 ± 6.30	地下水
岩手県 (山形県)	84-7-4	51.3 ± 8.51	地下水
岩手県 (山形県)	84-6-10	50.5 ± 6.18	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	49.1 ± 5.33	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-2	43.2 ± 2.96	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-23	41.5 ± 7.68	地下水
岩手県 (山形県)	83-12-27	41.3 ± 3.59	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-8	39.7 ± 2.91	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	36.8 ± 5.85	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-12	30.4 ± 7.88	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	30.0 ± 2.53	地下水
岩手県 (山形県)	84-7-4	24.6 ± 8.96	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	21.2 ± 5.85	地下水
岩手県 (山形県)	84-5-15	18.4 ± 1.78	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-7	16.7 ± 2.43	地下水
岩手県 (山形県)	84-6-10	10.1 ± 5.54	地下水
岩手県 (山形県)	83-9-5	5.39 ± 2.84	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	4.99 ± 4.89	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	1.82 ± 2.48	地下水
岩手県 (山形県)	83-3-28	1.34 ± 1.34	地下水
岩手県 (山形県)	81-11-5	1.32 ± 2.18	地下水
岩手県 (山形県)	84-7-8	0.55 ± 2.28	地下水
岩手県 (山形県)	84-10-6	0.9 ± 5.44	地下水
岩手県 (山形県)	84-7-4	0.0 ± 2.48	地下水
岩手県 (山形県)	84-7-1	0.0 ± 2.35	地下水
岩手県 (山形県)	84-9-12	0.0 ± 2.48	B.G.

測定値の0.0は統計誤差の範囲内でB.G.に一致
 ※印は、以前に当研究室でU・Ra同位体比を測定

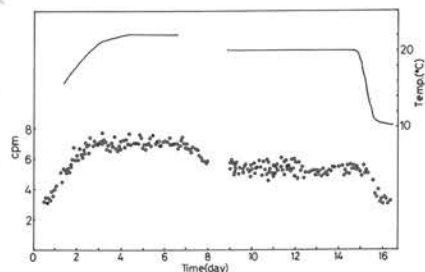


Fig.1 Variation of count rate of background sample on temperature.

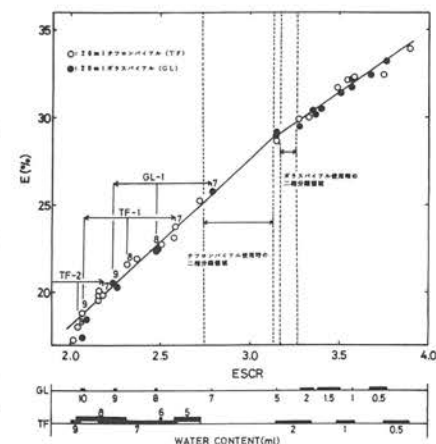


Fig.2 Dependence of efficiency on ESCR.

Table 2 Comparison of FOM.

バイアル	材質	石英	テフロン	低カリガラス
	容量	100ml	100ml	20ml
試料水容量 [V] (ml)		40	40	8
^{3}H バックグラウンド [B] (cpm)		3.76 ± 0.94	3.03 ± 0.86	1.98 ± 0.85
効率 [E] (%)		17.2	16.2	20.1
FOM [(E/V) ² /B]		12600	13900	13100

[本研究はエネルギー特別研究(核融合)トリチウム班の研究として、当施設専攻生 山田芳宗、卒研 生 飯 幹夫の協力により行われた。]

西太平洋サンゴ礁海域における表層海水中の放射性炭素濃度の経年変動

Secular Variation of Radiocarbon Concentration in Surface Seawater of Coral Reef Regions in the Western Pacific

過去の海洋表層水中の放射性炭素濃度の経年変動は、イシサンゴ骨格年代学を用いて効果的に解析できる。沖縄本島の那覇新港内と瀬底島周辺から採取したハマサンゴ群体で、中部琉球海域の過去67年間（1913～1979, '80A.D.）と東カロリン諸島ポナペ島の同様群体で中部太平洋熱帯海域の過去11年間（1970～1980A.D.）について解析した結果は、年次報告 LLRL-AR-5(1981, p. 14) に記した通りである。（詳しくは KONISHI, K., TANAKA, T. and SAKANOU, M., 1981, Secular variation of radiocarbon concentration in seawater; sclero-chronological approach. Proc. 4th Int'l Conf. Reef Symp. (Manila), 1, 181-185 参照のこと）

その後、

- 琉球列島鹿児島県大島郡喜界島中熊沖（28°20' 08" N; 129°50' 09" E）（水深 1 m）（解析年代1931～1983A.D.）
 - マリアナ諸島グアム島のアブラ港内（13°27' 37" N; 144°38' 57" E）（水深 3 m）（解析年代1957～1980A.D.）
 - パラオ群島コロール島とその北のベルダウ島との間のトアゲル水道（7°21' 37" N; 134°30' 43" E）（水深 1 m）（解析年代1971～1983A.D.）
- の3地点（Fig. 1）から採取したハマサンゴ群体（*Porites lutea*）につき、同様の解析を行ったので、その結果の一部を報告する。

(1) 喜界・グアムとも放射性炭素濃度の経年変動はFig. 2 に示されるように、その上昇は1953年に始まり、1973年頃に最大値に達し、その増加量は、それぞれ 226 ‰と 216 ‰となり、沖縄（那覇）の場合の 219 ‰に近い。

そして1953年から1980年までの変動のパターンは、喜界・グアム・沖縄の3地点では一貫している。

(2) グアムとパラオはともに西部太平洋熱帯海域にあるが、東部同海域に比べると、放射性炭素濃度が高く、しかも西に行くにしたがい、次第に増加する傾向を示唆する。ポナペ島に比べて放射性炭素濃度が約50 ‰高く、ポナペ島付近海域は、赤道湧昇流の影響下にある一方、グアム付近では、北西太平洋のジャイロを中心に回って南下する中緯度帯の海水との水平方向の混合の影響が考えられる。

(3) 喜界とグアムの試料から得た変動曲線から、グラフ法(Druffel, 1982)で、大気-海洋間交換速度を求めたが、その結果はFig. 3に示す通り、両地域で、1964～1980（又は'81）A.D.まで、交換速度がほぼ一定で、それぞれ、 0.12yr^{-1} と 0.10yr^{-1} であった。この値は、Oeschger *et al.*, (1975)による box diffusion モデルから理論的に導き出された計算 0.14yr^{-1} に極めて近い。

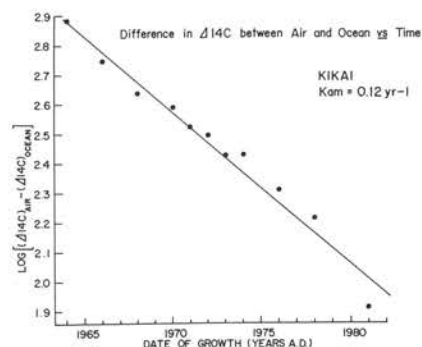


Fig.3 a Plot of $\log(^{14}\text{C}_{\text{air}} - ^{14}\text{C}_{\text{coral}})$ versus time, 1964-1981. $\Delta^{14}\text{C}_{\text{coral}}$ values are based on data from Kikai coral. $\Delta^{14}\text{C}_{\text{air}}$ values are based on data from Nydal *et al.*, (1983). Rate constants representative of the exchange of $^{14}\text{CO}_2$ between the atmosphere and the surface seawater can be calculated from the slope of this line.

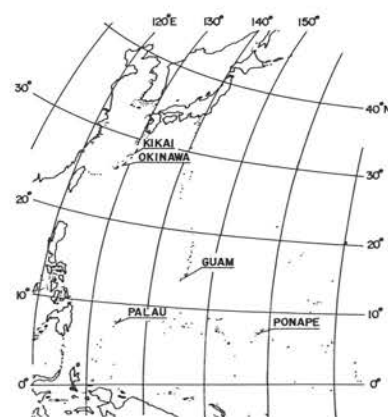


Fig.1 Index map showing sample location.

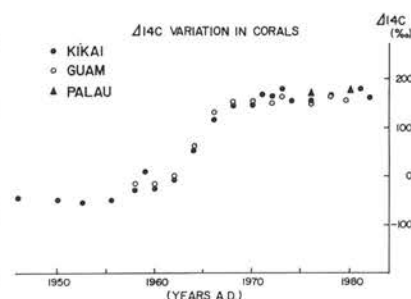


Fig.2 Radiocarbon measurements for *Porites lutea* that grew at Kikai, Guam and Palau.

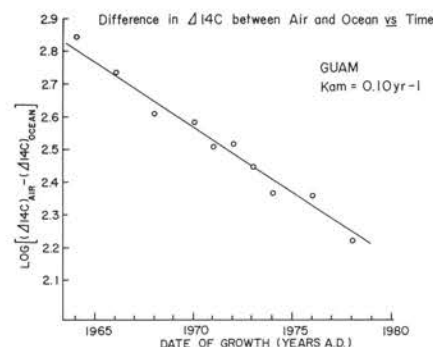


Fig.3 b Plot of $\log(^{14}\text{C}_{\text{air}} - ^{14}\text{C}_{\text{coral}})$ versus time, 1964-1978. $\Delta^{14}\text{C}_{\text{coral}}$ values are based on data from Guam coral. $\Delta^{14}\text{C}_{\text{air}}$ values are based on data from Nydal *et al.*, (1983).

〔この研究に用いた試料の一部は東京大学海洋研究所白鳳丸によるKH80-3次とKH84-1次の航海の際に採取されたもので、両航海の主席研究員小林和男教授ほか乗船研究者と田玉一郎船長以下白鳳丸乗組員の各位に感謝する次第である。パラオ試料は井口真仁（金沢大・理・大学院生）の採取による。この研究は、大学院生 佐藤野広が修士課程の研究課題の一部としておこなったもので、1985年度日本古生物学会年会（東京大学）において佐藤・今井敏夫・小西健二「イシサンゴ骨格を用いた海洋の放射性炭素濃度測定」として、その一部が口頭発表された。〕

日本酒醸造過程の放出CO₂と遺跡出土木炭試料の¹⁴C測定

¹⁴C Measurement in CO₂ Evolved During the Fermentation of Rice for Japanese "Sake" and ¹⁴C Dating for the Sample from Cultural Remains.

ベンゼン合成・液体シンチレーション測定法を適用して、現代産米の¹⁴Cレベルを知るため数年来実施している日本酒の醸造過程で放出されるCO₂中の¹⁴Cにつき、生物化学的同位体効果がないか検討するとともに、須恵器窯跡出土の炭質物の年代測定を行った。なお炭質試料の燃焼、CO₂の捕集は本施設で開発した方法(LLRL-AR-6, p13)によった。

1. 日本酒醸造過程で放出されるCO₂

環境大気中の年平均¹⁴C比放射能の知見を得る試みとして、数年前から日本酒の醸造（発酵）過程で放出されるCO₂の¹⁴C比放射能の測定を行ってきたが、その発酵過程で生物化学的同位体効果があるのではないかという疑問が生じてきたのでその検討を行なった。小堀酒造店（石川県鶴来町）では、発酵タンク一基につき、蒸し米3トンに麴、醗、水を加え容量約7500ℓとして発酵を行っており、その期間は3週間である。その初期、中期、後期にタンクに蓋をし、ビニールホースで放出CO₂を液体N₂温度に冷却した捕集容器に導いて捕集した。¹⁴C測定結果をFig. 1に、発酵タンク内の温度と共に示す。統計誤差を考慮してもそれ以上に、発酵後期において明らかに¹⁴C放射能が高くなること

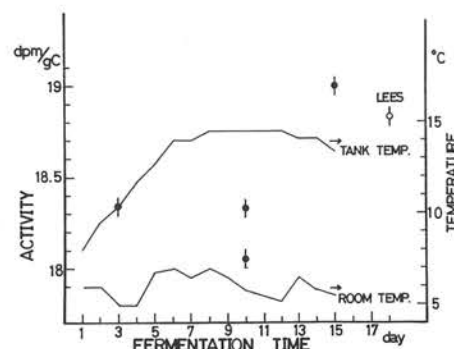


Fig. 1 ¹⁴C specific activities at different times during fermentation.

が判明した。また酒粕（このタンクより得たものでないが）の値(LEES)も高い。このような同位体効果によって1dpm/g-C程度の差が生ずることには注意しなければならない（NBSシュウ酸を(15.3/0.95) dpm/g-Cとして）。なお、発酵10日目のCO₂についても2つのサンプルにつき差を認めるが、CO₂捕集時の同位体効果の存在もうかがわれる。

2. 遺跡出土木炭資料の¹⁴C測定——特に7～9世紀須恵器窯跡の¹⁴C年代について——

考古学の年代決定においては、土器がもっとも良い決め手になる。そのうち、須恵器は、生産遺跡の窯跡出土試料が編年体系の基準になっている。窯跡では木炭も大量に出土し、¹⁴C年代測定の良好な試料を得やすい。そのため、考古学年代と¹⁴C年代を比較する上で、須恵器窯跡は、最良の機会を提供してくれる。

本年度測定した北陸地域須恵器窯跡の¹⁴C年代を右表上

北陸の須恵器窯の考古学年代とC14年代の相違 (半減期=5568年)			
試料	考古学年代	C14年代	
KL-470 石川・馬屋B-1号窯下層	7世紀後半	1600 ± 100 BP	(AD 350)
KL-469 " " " " 上層下	" "	1810 ± 80 BP	(AD 140)
KL-468 " " " " 上層上	" "	1680 ± 80 BP	(AD 270)
KL-486 富山・山王興地窯	" "	1760 ± 100 BP	(AD 190)
KL-492 石川・桃の木山1号窯	7末～8初	1505 ± 100 BP	(AD 445)
KL-494 "・二ツ窪B号窯	8世紀前半	1535 ± 100 BP	(AD 415)
KL-496 "・戸津43号窯構築材	" "	1455 ± 100 BP	(AD 495)
KL-491 "・後山谷2号窯	8世紀後半	1415 ± 100 BP	(AD 535)
KL-489 "・小谷窯	9世紀初頭	1485 ± 100 BP	(AD 465)
KL-493 "・二ツ窪A号窯	9世紀前半	1345 ± 90 BP	(AD 605)
京都			
KL-473 京都・小愛橋1号窯最終構築	7世紀後半	1440 ± 120 BP	(AD 510)
KL-471 "・"・3号窯	" "	1390 ± 80 BP	(AD 560)
KL-472 "・"・2号窯	" "	1340 ± 90 BP	(AD 610)

部に示した。これらの年代は考古学年代と異なり、300～500年程古くでている。中でも、7世紀後半が特に古く、9世紀のものはやや新しい。このように古くでる傾向は、学習院大学が測定した富山県小杉流団内遺跡群の3基の窯跡、九州大学が測定した福井県諏訪間2号窯でも認められ、やはり、400～500年程古い（『小杉流団内遺跡群第6次緊急発掘調査概要』富山県教育委員会，1984。『諏訪間古窯跡群2号窯発掘調査報告書(1)』永平寺町教育委員会，1973）。ところが、京都では、表下部に示すように考古学年代より150年程古くなるにすぎない。この¹⁴C年代は、京都産業大学が測定した周山窯のものとほぼ一致する（『丹波周山窯址』京都大学文学部考古学研究室，1982）。なおこれら、試料の前処理はアルカリと酸で各3～10時間ほど溶液を1時間毎に交換しながら煮沸して行なったにもかかわらず、上記の結果となり、なおかつ、他の測定施設の結果とも良く一致したのである。また、7～9世紀須恵器窯の考古学年代は、文献史料や紀年銘のある遺物などで確立されており、半世紀以上の年代差・地域差は想定できない。

北陸と京都の比較によって、¹⁴C年代が時間的・空間的にまとまりをもつらしいことがわかった。¹⁴C濃度の一時的・局地的な変動が起こった可能性がある。その原因などは今後の研究課題である。

〔本研究のうち、醸造過程¹⁴Cは大学院生岩田悦夫が、考古学年代は金沢大学文学部考古学専攻聴講生木立雅朗が当施設で行なったものである。〕

人
事

《施設職員》

施設長(併)
(教授) 阪上正信

教授 阪上正信

助教授 小村和久

技官 加藤岩夫

事務補佐員 中本美智代

《運営委員》 (任期 58年5月～60年5月)

理学部 小西健二 梅鉢幸重

医学部 久田欣一 米山良昌

薬学部 二階堂修 正宗行一

工学部 平井英二 山本善一

教育学部 矢倉公隆

教養部 定塚謙二

医療技術 安東醇

短大

《文部省留学生》

Tan Kok Leong (陳国龍) (マレーシア)

58.1～60.3

新規納入設備

(委託研究費等による)

使用量

自動車

スバル 1800ST

ツーリングワゴン 4WD

低バックグランド液体シンチレーションシステム

アロカ LSC-LB 1

自動喫煙器: 中央産商(株)

クールニクスサーキュレーター

ヤマト科学 CTE-24W

電源装置: 古河電池(株) P127-20B

マントルヒーター

井内盛栄堂 EUR-3-4

液体窒素 7,200ℓ

A 重油 3,217ℓ

電気 160,393KWH

水道 2,290m³研
究
報
告

阪上正信, 円尾好宏, 小村和久, 原爆被曝誘導放射能のシミュレーションによる研究, 昭和55年度近畿大学原子炉共同利用研究経過報告書, p. 9-11 (1981)。

阪上正信, 小村和久, 塚本政樹, 可搬型 Ge(Li) 検出器による UTR 炉室とその周辺の In-Situ γ 測定, 昭和56年度近畿大学原子炉共同利用研究経過報告書, p. 9-11 (1982)。

阪上正信, 柳沢美樹男, 松崎 栄, 小村和久, 青山 喬, 池淵 誠, 米原英典, 生物試料に誘導生成する放射能とそれによる内部被曝線量評価, 昭和57年度近畿大学原子炉共同利用研究経過報告書, p. 23-27 (1983)。

阪上正信, 小村和久, 石川県における放射性核種分布に関する調査研究, 昭和57年度石川県委託研究“環境放射能調査報告書”, p. 15-31 (1983)。

H. M. Lau MIPM, M. Sakanoue, and K. Komura, A Practical Method of Calibrating High Resolution Gamma Spectrometer, Bull. Phys. Malaysia 4, p. 199-206 (1983)。

T. Nakanishi, M. Yajima, M. Senaga, M. Takei, A. Ishikawa, K. Sakamoto and M. Sakanoue, Determination of $^{239,240}\text{Pu}$ in Seawater, Nucl. Instr. Meth., 223, p. 239-242 (1984)。K. Komura, M. Sakanoue and M. Yamamoto, Determination of $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ Ratio in Environmental Samples Based on the Measurement of Lx/ α -Ray Activity Ratio, Health Phys., 46(6), p. 1213-1219 (1984)。K. Komura, T. Torii, M. Yanagisawa and M. Sakanoue, $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ Chronology of Mirabilite from Cape Barne in Ross Island, Antarctica, Memoirs of Natl. Inst. Polar Res., Special Issue 33, p. 218-223 (1984)。

K. Komura, T. Torii, M. Yamamoto and M. Sakanoue, Natural and Artificial Radionuclides in Environmental Samples Collected from the McMurdo Sound Region in South Victoria Land, Antarctica, Memoirs of Natl. Inst. Polar Res., Special Issue 33, p. 224-236 (1984)。

S. Hisamatsu and M. Sakanoue, New Spectrometric Technique for the Determination of the Isotopic Ratio of $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$, Nucl. Instr. Meth., 226 (2,3), p. 482-486 (1984)。

陳 国龍, 小村和久, 阪上正信, 広島原爆誘導核種 Eu-152 とウラン系列・トリウム系列核種との相関, 昭和58年度近畿大学原子炉共同利用研究経過報告書, p. 56-58 (1984)。

阪上正信, 小村和久, 近畿大炉による大型試料の照射および In-Situ γ 線測定, 近畿大学原子炉等共同利用研究会報告書, p. 58-61 (1984)。

阪上正信, 小村和久, 石川県における放射性核種分布に関する調査研究, 昭和58年度石川県委託研究“環境放射能調査報告書”, p. 25-58 (1984)。

阪上正信, 榊田武史, タバコ葉中と喫煙に伴う ^{210}Pb , ^{210}Po の定量, 日本専売公社昭和58年度喫煙と健康に関する委託研究報告概要, (1984)。

阪上正信, ベンゼン合成液体シンチレーション法による年代測定, とくに炭質物試料への適用, 古文化財編集委員会編「古文化財の自然科学的研究」, 同朋舎出版, p. 787-793 (1984)。

小村和久, 非破壊 γ 線測定による化石試料等の年代測定, 古文化財編集委員会編「古文化財の自然科学的研究」, 同朋舎出版, p. 822-828 (1984)。

阪上正信, 時間的, 局地的にみたトリチウムの動態と化学形の研究, 昭和59年度文部省科学研究費エネルギー特別研究(核融合)“トリチウム理工学・環境動態・生物影響班研究成果報告集” p. 3-4 (1985)。

堀部純男, 高島良正, 蒲生俊敏, 野崎義行, 阪上正信, 長屋 裕, 化学トレーサーからみた海水混合, 梶浦欣二郎編「海洋の動態」, 恒星社厚生閣発行, p. 9-53 (1985)。

解
説

阪上正信, 自然(人工)放射線による被曝; 原爆被曝線量再評価, 菅原 努編「被曝・日本人の生活と放射線」, マグロス出版, (1984)。

阪上正信, インドの放射能関連の2学会出席と諸施設等を訪ねて, Isotope News, 1980年5月号, p. 10-15 (1980)。

小村和久, 南極と放射能, 極地, 39, p. 46-51 (1984)。

阪上正信, 高分解能 In-Situ 測定, 日本原子力学会“環境放射線研究の現状と展望”, p. 252-265 (1984)。

阪上正信, 奥野久輝先生と山岡 望伝, 化学史研究, 1984年第2号, p. 29-32 (1984)。

阪上正信, 電気化学的分離法, 日本アイソトープ協会編「改訂3版アイソトープ便覧」, 丸善, p. 69-72 (1984)。

阪上正信, 中国放射防護研究所などを訪ねて, Isotope News, 1985年3月号, p. 38-42 (1985)。

阪上正信, 放射能測定と文化財研究のあゆみのなかで, 日本文化財科学学会会報, 7, p. 3-8 (1985)。

阪上正信, 書評「医師の証言・長崎原爆体験, 調 来助, 吉沢康雄著」日本原子力学会誌, 26(6), p. 536 (1984)。

昭和59年度 見学来訪・調査出張の記録

- 昭和59. 4.11 富士フィルム(株)足柄研究所織田昌平氏, 井駒秀人氏研究打ち合せのため来所 (高感度ASA1600)
- 5.29~30 ファイルムの自然放射線による感光)
- 4.26~27 名古屋大学プラズマ研究所小平純一氏測定のため来所
- 5.17 薬学部学生40名見学・実習
- 5.18 辰口町教職員16名見学
- 5.28 薬学部学生45名見学・実習
- 6.18 文学部史学科貞末堯司教授, 学生10名見学
- 6.22 工学部工業化学科学生27名見学・講義
- 7.3~6 [白山周辺環境放射能調査]
- 7.8 教育学部学生15名見学・講義
- 7.15~31 阪上教授「放射線防護研究所及び原子能研究所における講演並びに諸科学者との討論」のため中国へ研修旅行
- 7.31 勸電力中央研究所恩地健雄氏, 福島正法氏, 塚本正樹氏, 韓国エネルギー研究所 Pak Chan Karl 氏来所
- 8.10 日本分析センター上杉正樹氏来所
- 8.14 神戸商船大学大久保 隆氏研究打ち合せのため来所
- 8.17 理学部化学科本浄高治助教授, 山梨大学工学部木羽信敏助教授, 新潟大学教養部藤崎千代子氏見学
- 9.17 原子力安全研究協会副島忠邦氏研究打ち合せのため来所
- 10.7 ~ 小村助教授「南極マクマード地域における地球化学的研究」のため南極大陸及びニュージーランドへ出張
- 60.1.8
- 59.10.17 元名古屋市教育委員長長谷川三一氏来所見学
- 10.26 エネルギー特別研究(核融合)総合総括班評価委員, 元遺伝研究所田島弥太郎博士, 東京工業大学河村和孝教授, 東海大学高山一男教授, 名古屋大学早川幸男教授来所
- 10.29 Dr. Merrill Eisenbud, (New York University Medical Center, U. S. A.) 見学・ゼミ
- 11.10 北海道大学環境科学学生山本憲志郎氏測定のため来所
- 11.10 医療技術短期大学学生40名見学
- 11.12 理学部化学科3年生35名見学・実習
- 11.28 富山考古学会西井龍儀氏見学
- 11.30 高エネルギー物理学研究所加藤和明教授来所, 見学, ゼミ.
- 12.22~24 [福井県三方郡美浜町にて環境放射能調査]
60. 1.21 福井県公害センター水質課沢田稔之佑氏来所
- 2.25~28 [宇宙線観測飛行(2月27日・成田-高知-成田)]
59. 5/30, 6/25~26, 8/1~2, 9/14, 9/27, 10/17, 10/27, 10/30, 12/4~5, 12/26,
60. 1/21, 2/15~16, [岐阜県御母衣グム地下測定室にて放射能測定点検]
60. 3. 6 ◎昭和59年度運営委員会(於 理学部)
3. 8 北陸学院高木友雄教授, 東京大学理学部中嶋 悟氏見学
- 3.8~9 島根県衛生公害研究所寺井邦雄氏研究打ち合せのため来所
- 3.20 神戸商船大学原子力学科小宮山千代氏見学
- 3.23~24 [能登環境放射能試料採取・調査, 埴路金沢市中央部カーボン]

低レベル放射能実験施設 昭和59年度研究概要・年次報告 1985年5月8日発行

〒923-12 石川県能美郡辰口町和気 TEL (0761) 51-4440

Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, Wake, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-12, JAPAN