

### 3. 分析法及び妥当性の確認

#### 3.1 全ベータ放射能測定

##### (1) 分析法

全ベータ放射能の測定は、放射能測定法シリーズ 1「全ベータ放射能測定法」（昭和 51 年改訂）に準じて行った。

前処理、放射能測定及び放射能濃度算出の概要は、次のとおりである。

##### 1) 前処理

採取量が 100mL 以下の場合は全量、100mL を超えた場合は 100mL を分取し、硝酸数滴、ヨウ素担体溶液 ( $I^-$ :1mg/mL) 1mL 及び 0.5M 硝酸銀溶液 1 mL を加えた。試料溶液を 2~3mL まで加熱濃縮した後、測定用試料皿に移し入れ、赤外線ランプで蒸発乾固して放射能測定試料とした。

##### 2) 放射能測定

測定試料は、低バックグラウンドベータ線測定装置で、採取後約 6 時間を経過してから 3600 秒間測定した。

なお、降雨が 1mm 以上を「降雨あり」、降雨が 1mm 未満及びなかった場合を「降雨なし」とし、測定結果が前月の「降雨あり」の測定結果の平均値の 3 倍を超えた試料については、ゲルマニウム半導体検出器による核種分析を行った。

##### (2) 妥当性確認

測定は、バックグラウンド試料(前)、測定試料、バックグラウンド試料(後)、チェック用線源の順に行い、バックグラウンド計数率及び計数効率の変動の有無を確認した。

### 3.2 ガンマ線放出核種の測定

#### (1) 分析法

放射能測定法シリーズ 16「環境試料採取法」(昭和 58 年)に準じて行った。試料の採取・前処理方法は次のとおりである。

##### 1) 大気浮遊じん

ロウボリウム・エアサンプラにダストモニターのろ紙(HE-40T)及び活性炭ろ紙(CP-20)を装着して吸引することで大気浮遊じんをろ紙上に捕集した。

なお、ろ紙は原則 1 週間毎に交換し、1 ヶ月分をプラスチック製測定容器(U9)に入れ、測定試料とした。

##### 2) 降下物

大型水盤(直径 80cm の円形、受水面積 5000cm<sup>2</sup>)を用い、1 ヶ月間の降下物を採取し、ストロンチウム担体を添加した後、蒸発濃縮した。これらをプラスチック製測定容器(U8)に入れ測定試料とした。

##### 3) 高感度分析用大気浮遊じん

大容量エアサンプラにガラス繊維ろ紙(570mm×460mm)を装着して、680m<sup>3</sup>/h の流量で約 3.5 日間の大気を連続吸引し、約 57000m<sup>3</sup>の大気浮遊じんをろ紙上に捕集した。捕集後のろ紙は専用のプレス機で整形して、プラスチック製測定容器(U8)に入れ測定試料とした。

##### 4) 粉乳

分析センターが購入した粉乳の灰化処理を行い、プラスチック製測定容器(U8)に詰めて測定試料とした。

##### 5) 測定方法

放射能測定法シリーズ 7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」(平成 4 年改訂)に準じて、ガンマ線スペクトロメトリーを行い、核種ごとに放射能濃度を算出した。

なお、測定時間は 70000 秒間以上とし、核データは原則として Evaluated Nuclear Structure Data File, NNDC, Brookhaven (2016 年 1 月)(<http://www.nndc.bnl.gov/ensdf/>)に従った。

#### (2) 妥当性確認

本調査を遂行するにあたり、測定の質の保証を担保するため、ゲルマニウム半導体検出器の安定性を以下の方法により確認した。

##### 1) 効率のチェック

月 1 回の頻度で標準線源を測定し、ゲルマニウム半導体検出器のピーク効率に変化の無いことを確認した。

ピーク効率は、1 年を通してその変動係数が基準(5%)以内であった。その結果を表 3-2-1 に示す。

2) バックグラウンドの測定

週1回の頻度で試料の無い状態で測定を行い、ゲルマニウム半導体検出器に汚染の無いことを確認した。また、 $^{40}\text{K}$  の測定結果等から機器が正常に稼動していることについても併せて確認した。

表 3-2-1 ゲルマニウム半導体検出器のピーク効率の変動（月1回の測定）

| 検出器番号 | 期間            | 変動係数 (%)                     |                              |                             |
|-------|---------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|       |               | $^{152}\text{Eu}$ (121.8keV) | $^{137}\text{Cs}$ (661.7keV) | $^{152}\text{Eu}$ (1408keV) |
| 28    | H30.2 ~ H31.1 | 0.30                         | 0.39                         | 0.99                        |
| 52    | H30.2 ~ H31.1 | 0.34                         | 0.39                         | 0.98                        |
| 53    | H30.2 ~ H31.1 | 0.45                         | 0.25                         | 0.73                        |
| 54    | H30.2 ~ H31.1 | 0.36                         | 0.25                         | 0.94                        |
| 57    | H30.2 ~ H31.1 | 0.34                         | 0.27                         | 1.1                         |

### 3.3 トリチウム分析

#### (1) 分析法

トリチウムの分析は、放射能測定法シリーズ9「トリチウム分析法」(平成14年改訂)に準じて行った。

前処理及び放射能測定の概要は、次のとおりである。

#### 1) 前処理

##### ① 月間降水中のトリチウム分析

採取した試料から約600 mLを分取し、過マンガン酸カリウム及び過酸化ナトリウムを添加して蒸留後、留出液500 mLに過酸化ナトリウムを添加して約60 mLになるまで電気分解し、電気分解終了後、再び蒸留を行った。留出液50 mLと乳化シンチレータ(Ultima Gold LLT、パーキンエルマー社製)50 mLを100 mLの測定容器(テフロンバイアル)に入れ、十分に振り混ぜ均質にし、測定試料とした。

採取した試料が少ない場合(0.6 L以下)は、過マンガン酸カリウム及び過酸化ナトリウムを添加して蒸留後、留出液50 mLと乳化シンチレータ(Ultima Gold LLT、パーキンエルマー社製)50 mLを100 mLの測定容器(テフロンバイアル)に入れ、十分に振り混ぜ均質にし、測定試料とした。

##### ② 生物試料中のトリチウム分析

採取した試料を凍結乾燥し、有機結合型トリチウムを含む乾物と組織自由水に分けた。

##### ②-1 非交換型の有機結合型トリチウム

乾物を粉碎後によく混合し、無トリチウム水を加え、凍結乾燥を行った。この操作を繰り返し、交換型の有機結合型トリチウムを取り除いた。得られた試料から燃焼法により燃焼生成水を回収し、過マンガン酸カリウムを加え、還流にて湿式分解の後、過酸化ナトリウムを加えて蒸留を行った。留出液と乳化シンチレータ(Ultima Gold LLT、パーキンエルマー社製)を100 mLの測定容器(テフロンバイアル)に入れ、十分に振り混ぜ均質にし、測定試料とした。

##### ②-2 組織自由水

試料に過マンガン酸カリウムを加え、還流による湿式分解を行った。これ以降は非交換型の有機結合型トリチウムと同様に精製を行い、留出液と乳化シンチレータ(Ultima Gold LLT、パーキンエルマー社製)を測定容器(POLYVIALS145 またはテフロンバイアル)に入れ、十分に振り混ぜ均質にし、測定試料とした。

#### 2) 放射能測定

測定試料を低バックグラウンド液体シンチレーションカウンタ(LSC)で、原則として500分間(50分×10回)測定した。

##### ① 月間降水中のトリチウム分析

測定結果よりバックグラウンド値を差し引き、正味計数率を求め、外部標準チャンネル比法により得た値とクエンチング補正曲線との関係により計

数効率を求めた。また、電解濃縮時に対照用として濃度既知のトリチウム溶液を同時に電気分解し、電解濃縮前後における対照試料の濃度変化や試料毎の体積変化から電解濃縮係数を求めた。正味計数率、計数効率、測定供試量及び電解濃縮係数よりトリチウム放射能濃度を算出した。分析結果は試料採取日に減衰補正した。

② 生物試料中のトリチウム分析

測定結果よりバックグラウンド値を差し引き、正味計数率を求め、外部標準チャンネル比法により得た値とクエンチング補正曲線との関係により計数効率を求めた。正味計数率、計数効率および測定供試量よりトリチウム放射能濃度を算出した。分析結果は試料採取日に減衰補正した。

(2) 妥当性確認

測定は、効率チェック用線源、バックグラウンド試料 1、測定試料、バックグラウンド試料 2 の順に行い、計数効率及びバックグラウンド計数率の変動の有無を確認した。

### 3.4 ストロンチウム 90 分析

#### (1) 分析法

$^{90}\text{Sr}$  の放射化学分析並びに安定カルシウム及び安定ストロンチウムの定量は、放射能測定法シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」(平成 15 年改訂) に準じて行った。

前処理、分離及び測定方法の概要は、次のとおりである。

#### ① 前処理方法

##### ・大気浮遊じん

ダストモニター用ろ紙(HE-40T 等)に捕集して送付された試料は 500℃ で灰化を行った。これにストロンチウム担体と塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

##### ・降下物及び陸水(源水、蛇口水、淡水)

蒸発乾固して送付された試料に硝酸と塩酸を加えて加熱し有機物を分解した。さらに硝酸を加えて有機物を十分に分解後、蒸発乾固した。これに塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

なお、鹿児島県より送付された降下物試料は、火山灰の影響により蒸発乾固して送付された試料の重量が多量であるため、全量を 500℃ に加熱して有機物を分解した。これに塩酸を加えて加熱浸出した後、不溶解物をろ別・洗浄し、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

##### ・土壌

送付された乾燥細土をそのまま分析試料とした。これらの試料の一定量を分取後、500℃ に加熱して有機物を分解した。これにストロンチウム担体と塩酸を加えて加熱浸出した後、不溶解物をろ別・洗浄し、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

##### ・海底土

送付された試料をそのまま分析試料とした。大阪府より送付された試料は、ろ過し、105℃ で乾燥後、粉碎して 2 mm のふるいを通し、分析試料とした。これらの試料の一定量を分取後、500℃ に加熱して有機物を分解した。これにストロンチウム担体と塩酸を加えて加熱浸出した後、不溶解物をろ別・洗浄し、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

##### ・精米、野菜類、茶、牛乳、粉乳、淡水産生物(魚類)及び海産生物(魚類、貝類、藻類)

精米は送付された生試料を、粉乳は購入した試料を 450℃ で灰化した。その他の試料は、各都道府県の環境センター等で灰試料とした後、送付された。灰試料の一定量を分取後、ストロンチウム担体と硝酸及び塩酸

を加えて加熱し、残存する有機物を分解した。さらに硝酸を加えて有機物を十分に分解後、蒸発乾固した。これに塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて分析試料溶液とした。

・海水

送付された試料の一定量を分取し、リンモリブデン酸アンモニウム (AMP) 粉末を加えてかくはんした。ろ別した AMP 沈殿は放射性セシウム分析に用いた。上澄み液をろ過後、イオン交換法でストロンチウムを予備濃縮し、溶出液を分析試料溶液とした。水酸化ナトリウムを加え塩基性とした。次いで炭酸ナトリウムを加えて加熱し、炭酸塩としてストロンチウムを沈殿させた。デカンテーションにより沈殿と上澄み液とを分離し、沈殿を塩酸で溶解した。以下、②のイオン交換法以降と同様に行った。

②  $^{90}\text{Sr}$  の分離方法

①で得られた分析試料溶液に水酸化ナトリウムを加え塩基性とした。次いで炭酸ナトリウムを加えて加熱し、炭酸塩としてストロンチウムを沈殿させた。デカンテーション及び遠心分離により沈殿と上澄み液とを分離し、沈殿を  $^{90}\text{Sr}$  分析に、上澄み液は廃棄した。沈殿に塩酸を加えて溶解し、次にシュウ酸塩としてストロンチウムを沈殿させた。シュウ酸塩沈殿を  $600^{\circ}\text{C}$  に加熱後、塩酸で溶解しイオン交換法によりストロンチウムを分離精製して硝酸ストロンチウム溶液とした。溶液に塩化鉄 (Ⅲ) 溶液とアンモニア水を加えて、 $^{90}\text{Y}$  及びラジウムの子孫核種を鉄とともに水酸化物として沈殿させ、ろ別した。ろ液から一定量を分取し、イットリウムを内標準とした ICP 発光分光分析法によりストロンチウムを定量し化学回収率を求めた。先のろ液を濃縮後、一定量の塩化鉄 (Ⅲ) を加え、2 週間以上放置した。この溶液にアンモニア水を加え、生成した  $^{90}\text{Y}$  を鉄とともに水酸化物沈殿として共沈させ、分離型ろ過器を用いてろ別・洗浄した後、沈殿を乾燥して放射能測定試料とした。

③ 安定カルシウム及び安定ストロンチウムの定量方法

降下物試料は、蒸発乾固して送付された試料の重量が 10g を超えるものについては、分析試料溶液の一部を分取し、安定ストロンチウム測定溶液とした。

土壌、海底土試料は、送付された試料の一定量を分取し、 $500^{\circ}\text{C}$  で有機物を加熱分解後、塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて安定ストロンチウム測定溶液とした。

灰試料 (精米及び牛乳を除く) は一定量を分取し、硝酸を加えて加

熱分解後、塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて安定カルシウム及び安定ストロンチウム測定溶液とした。精米及び牛乳の灰試料は一定量を分取し、硝酸を加えて加熱分解後、塩酸を加えて加熱浸出した。不溶解物をろ別・洗浄した後、ろ液及び洗液を合わせて安定カルシウム測定溶液とした。

陸水及び海水試料は、放射能分析試料とは別に送付された試料溶液（酸無添加）をろ過し、安定ストロンチウム測定溶液とした。

安定カルシウム及び安定ストロンチウムは測定溶液の一部を分取し、イットリウムを内標準とした ICP 発光分光分析法により定量した。

#### ④ 放射能の測定及び計算方法

低バックグラウンドベータ線測定装置により放射能測定を行った。

$^{90}\text{Sr}$  測定試料は原則として 60 分間測定した。測定試料の正味計数率を求め、計数効率、化学回収率等の補正及び分析供試量から試料中の  $^{90}\text{Sr}$  の放射能濃度を算出した。

なお、放射能濃度は測定時の放射能濃度であり、それぞれの試料に定められた分析目標レベルにかかわらず、計数値がその計数誤差の 3 倍を超えたものについて有効数字 2 桁または誤差の桁に合わせて示し、それ以下のものは検出下限値を示した。また、誤差は計数誤差のみを示した。

#### ⑤ 分析目標レベル

各種試料の分析目標レベルは、次のとおりである。

| 試料               | 大気<br>浮遊じん         | 降下物                 | 陸水    | 土 壤<br>海底土 | 海水    | 精米      |
|------------------|--------------------|---------------------|-------|------------|-------|---------|
| 単位               | mBq/m <sup>3</sup> | MBq/km <sup>2</sup> | mBq/L | Bq/kg 乾土   | mBq/L | Bq/kg 生 |
| $^{90}\text{Sr}$ | 0.004              | 0.07                | 0.4   | 0.4        | 2     | 0.04    |

| 試料               | 野菜類     | 茶        |         | 牛乳   | 粉乳       | 水産<br>生物 |
|------------------|---------|----------|---------|------|----------|----------|
| 単位               | Bq/kg 生 | Bq/kg 製茶 | Bq/kg 生 | Bq/L | Bq/kg 粉乳 | Bq/kg 生  |
| $^{90}\text{Sr}$ | 0.04    | 0.2      | 0.04    | 0.04 | 0.04     | 0.04     |



## (2) 妥当性確認

分析の工程管理のため、土壌・灰試料は種類別の所内標準試料及びブランク試料を、また、その他の試料についてはブランク試料を同時に分析し妥当性の確認を行った。結果を図 3-4-1～図 3-4-3 に示す。所内標準試料について、 $^{90}\text{Sr}$  の結果は基準の範囲内であった。また、ブランク試料から  $^{90}\text{Sr}$  の有意な検出はなかった。

したがって、分析には東京電力福島第一原子力発電所事故の影響はなかったと考えられる。

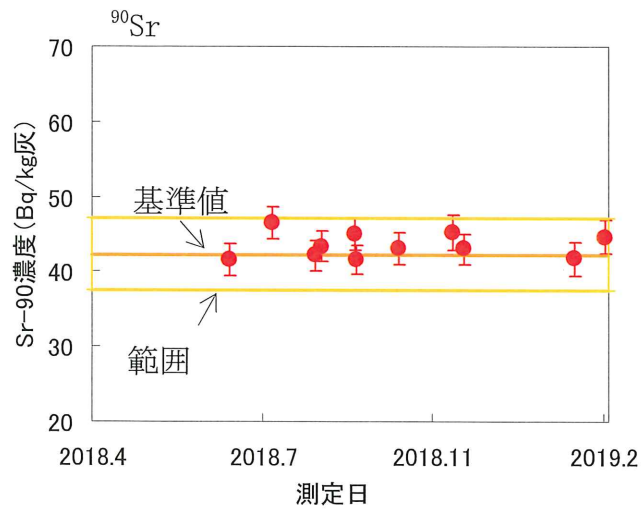


図 3-4-1 所内灰標準試料の分析結果

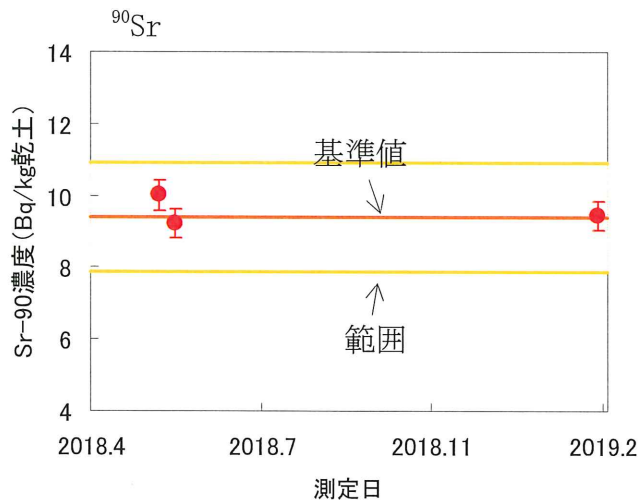


図 3-4-2 所内土壌標準試料の分析結果

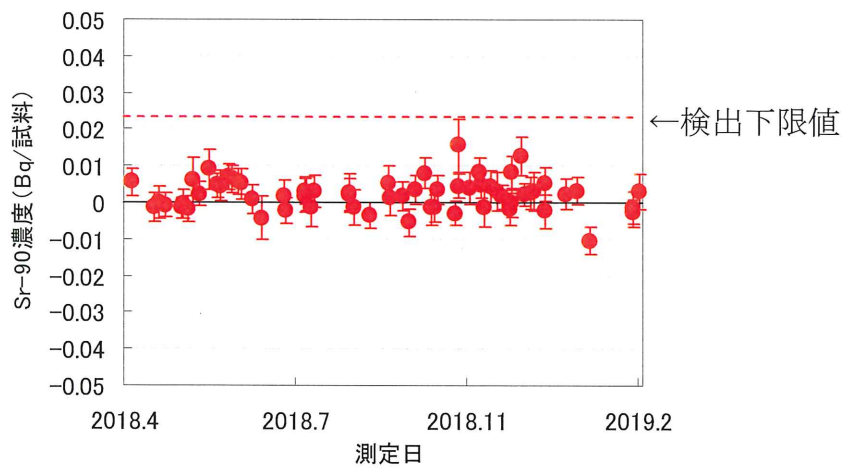


図 3-4-3 ブランク試料の分析結果

### 3.5 プルトニウム分析

#### (1) 分析法

分析対象核種は  $^{238}\text{Pu}$  及び  $^{239+240}\text{Pu}$  とし、放射能測定法シリーズ 12「プルトニウム分析法」（平成 2 年改訂）に準じて分析した。操作の概要は以下のとおりである。

##### 1) 前処理及び化学分離方法

送付された乾燥細土を縮分し 105°C で乾燥後、微粉碎した。この試料から 50g を分取し、500°C の電気炉で加熱処理後、 $^{242}\text{Pu}$  収率補正用トレーサーを一定量添加し、硝酸を加えてプルトニウムを加熱抽出した。残留物をろ別後、ろ液を蒸発濃縮し、硝酸(3+2)及び亜硝酸ナトリウム溶液を加えて加熱した。ろ過後、陰イオン交換樹脂カラムに通し、プルトニウムを吸着させた。

硝酸(3+2)、塩酸(5+1)で順次洗浄した。ヨウ化アンモニウム—塩酸溶液でプルトニウムを溶離後乾固し、さらに硝酸、過塩素酸を加えて乾固した。硫酸(1+9)で溶解し、pH を調製後、プルトニウムをステンレス板上に電着し、測定試料とした。

##### 2) 前処理及び化学分離方法

シリコン半導体検出器を用い、測定試料の  $\alpha$  線スペクトル及びバックグラウンドをそれぞれ原則として 80,000 秒間以上測定した。 $^{238}\text{Pu}$  及び  $^{239+240}\text{Pu}$  の正味計数率を求め、収率補正用トレーサーの計数率との比較、分析供試量等からそれぞれの放射能濃度を算出した。

$^{239+240}\text{Pu}$  の分析目標レベル

| 核種                    | 分析目標レベル(Bq/kg 乾土) |
|-----------------------|-------------------|
| $^{239+240}\text{Pu}$ | 0.04              |

#### (2) 妥当性確認

放射能濃度を算出するための  $^{242}\text{Pu}$  収率補正用トレーサー溶液は、国際的なトレーサビリティがとれた標準溶液を使用した。また、1 週間ごとにバックグラウンドを測定し、検出器に汚染がないことを確認した。

### 3.6 ヨウ素 129 分析

#### 3.6.1 前処理

前処理方法を表 3-6-1 に示す。

表 3-6-1 前処理方法

| 試料 | 調製方法      | 処理法 | 供試量          |
|----|-----------|-----|--------------|
| 土壌 | 湿土を 70℃乾燥 | 燃焼  | 1g<br>(乾土)   |
| 牛乳 | 凍結乾燥      | 燃焼  | 1.5g<br>(乾物) |
| 海藻 | 凍結乾燥      | 燃焼  | 0.5g<br>(乾物) |
| 野菜 | 凍結乾燥      | 燃焼  | 2.0g<br>(乾物) |

##### (1) 土壌

バットに広げて 70℃に調節した乾燥機で乾燥後、2mm のふるいを通し、ふるい下をよく混合して、分析試料とした。

##### (2) 牛乳

市販乳を冷凍庫で凍結後、真空凍結乾燥機で乾燥し、乾燥した試料を粉砕後よく混合して分析試料とした。

##### (3) 海藻

冷凍庫で凍結後、真空凍結乾燥機で乾燥し、乾燥した試料を粉砕後よく混合して分析試料とした。

##### (4) 野菜

冷凍庫で凍結後、真空凍結乾燥機で乾燥し、乾燥した試料を粉砕後よく混合して分析試料とした。

#### 3.6.2 分析方法

操作の概要は以下のとおりである。なお、ヨウ素 129 濃度を算出するため、安定ヨウ素 ( $^{127}\text{I}$ ) 分析も行った。

(1) ヨウ素 129 の定量 (加速器質量分析法)

土壌・牛乳・海藻・野菜試料から 0.5~2.0g をはかり取り、燃焼装置を用いて酸素の気流中で燃焼させ、発生したヨウ素を Tetramethylammonium Hydroxide (TMAH) 溶液に捕集した。その TMAH 溶液から一部分取し安定ヨウ素定量用試料とした。分取した残りの溶液にヨウ素担体を添加し、キシレンを用いた溶媒抽出によりヨウ素を精製した。

ヨウ素精製溶液に銀担体を添加し、生成したヨウ化銀沈殿を遠心分離した後に乾燥し、2.5 倍量のニオブ粉末を加えてよく混合した後、プレス成型して、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構青森研究開発センターの加速器質量分析装置 (AMS) を用いて  $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$  同位体比を測定した。得られた結果より  $^{129}\text{I}$  濃度を算出した。

(2) ヨウ素 127 の定量

安定ヨウ素定量用試料に、内標準としてインジウムを加え、硝酸(1+13)で希釈し、測定試料とした。測定試料溶液を誘導結合プラズマ質量分析装置に導入し、ヨウ素 127 及びインジウム 125 を測定した。得られた結果より、試料中の  $^{127}\text{I}$  濃度を算出した。

(3) 妥当性確認

加速器質量分析装置 (AMS) の測定では、キャリア試料を測定して測定状態を確認する必要がある。本調査で使用している国立研究開発法人日本原子力研究開発機構青森研究開発センターの AMS では、測定バッチ毎に必ずヨウ素 129 濃度既知のキャリアを測定し、測定結果 (同位体比) の安定性を確認している。

分析に係る妥当性確認として、分析工程毎にブランク試料を分析するとともに、濃度既知の標準試料の分析を行った。標準試料の分析結果及び参考データ (昨年度の分析結果及び文献値) を表 3-6-2~表 3-6-4 に示す。

表 3-6-2 平成 30 年度に実施した標準試料の分析結果<sup>※1</sup>

| 試料名          | 安定ヨウ素<br>mg/kg 乾物 | <sup>129</sup> I<br>mBq/kg 乾物 | <sup>129</sup> I/ <sup>127</sup> I 原子数比 | 乗数               |
|--------------|-------------------|-------------------------------|---|------------------|
| Peach Leaves | 0.31 ± 0.003      | 0.19 ± 0.007                  | (0.92 ± 0.030)                          | 10 <sup>-7</sup> |
| NIST-1547    | 0.33 ± 0.005      | 0.16 ± 0.005                  | (0.72 ± 0.020)                          |                  |

安定ヨウ素の誤差は繰り返し測定における標準偏差であり、<sup>129</sup>I の誤差は繰り返し測定で得られた総カウント数の相対誤差とシステムの変動を加えたものである。

※1：分析数 n=2

表 3-6-3 平成 29 年度に実施した標準試料の分析結果<sup>※2</sup> (参考)

| 試料名          | 安定ヨウ素<br>mg/kg 乾物 | <sup>129</sup> I<br>mBq/kg 乾物 | <sup>129</sup> I/ <sup>127</sup> I 原子数比 | 乗数               |
|--------------|-------------------|-------------------------------|---|------------------|
| Peach Leaves | 0.30 ± 0.002      | 0.21 ± 0.007                  | (1.04 ± 0.032)                          | 10 <sup>-7</sup> |
| NIST-1547    | 0.28 ± 0.002      | 0.18 ± 0.006                  | (0.97 ± 0.030)                          |                  |

安定ヨウ素の誤差は繰り返し測定における標準偏差であり、<sup>129</sup>I の誤差は繰り返し測定で得られた総カウント数の相対誤差とシステムの変動を加えたものである。

※2：分析数 n=2

表 3-6-4 文献値 (参考)

| 試料名                       | 安定ヨウ素<br>mg/kg 乾物        | <sup>129</sup> I<br>mBq/kg 乾物 | <sup>129</sup> I/ <sup>127</sup> I 原子数比 | 乗数               |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|---|------------------|
| Peach Leaves<br>NIST-1547 | 0.3 ± 0.01 <sup>※3</sup> | 0.20 ± 0.02 <sup>※4</sup>     | (1.23 ± 0.19) <sup>※4</sup>             | 10 <sup>-7</sup> |

安定ヨウ素の誤差は繰り返し測定における標準偏差であり、<sup>129</sup>I の誤差は繰り返し測定で得られた総カウント数の相対誤差とシステムの変動を加えたものである。

※3：分析証明書より引用 (参考値)

※4：JAEA-Conf 2010-001 より引用

標準試料の分析結果は文献値とよく一致しており、本調査において実施した分析工程の妥当性が確認された。

### 3.7 炭素 14 分析

#### (1) 分析法

##### 1) 試料の前処理

大気中二酸化炭素はオープン・エア法により捕集した。二酸化炭素の捕集材として用いる 4M 水酸化ナトリウム溶液を小型のバットに入れ、虫よけのネットを被せ床面から約 0.3~1m の高さに設置して約 2 週間放置した。この溶液に塩化アンモニウムを加え pH を 10.5 に調整した後、塩化カルシウムを加えて炭酸カルシウムの沈殿を生成した。沈殿を熟成後、ろ過・乾燥して分析試料とした。

精米はそのまま、野菜は対象部位を分取して冷凍し、真空凍結乾燥機で水分を除去した。乾燥した試料はミキサー等で均一にして分析試料とした。

##### 2) グラファイト化のための前処理

炭素量が約 2~3mg となるように分析試料から一定量を分取し、大気試料は専用の分解セルに、精米及び野菜試料は酸化銅とともに石英管に封入した。大気試料はリン酸を添加して二酸化炭素を発生させた。精米及び野菜試料は電気炉で燃焼して二酸化炭素を発生させた。二酸化炭素は炭素 14 前処理装置に導入してくり返し精製操作を行った後、グラファイト化して、加速器質量分析の測定試料とした。

##### 3) 加速器質量分析装置を用いた $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 同位体比の測定

測定試料を国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構東濃地科学センターへ送付し、加速器質量分析装置（ペレトロン年代測定装置）を用いて  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  同位体比を測定し、炭素 14 比放射能を算出した。

なお、バックグラウンド試料及び標準試料として IAEA C1 及び IAEA C6、NIST SRM 4990C を試料と並行分析・測定した。

##### 4) 炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) の測定

試料をスズカプセルに包み、元素分析計で燃焼・分離して得た二酸化炭素ガスを、オンラインで接続された安定同位体比質量分析計に導入し測定した。得られた結果は分析センターで調製した標準試料及び国立研究開発法人 海洋研究開発機構より提供された標準試料との比較により炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を算出した。

測定条件等は表 3-7-1 のとおりである。

表 3-7-1 炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) の測定条件

| 装置     | サーモフィッシャーサイエンティフィック製<br>・元素分析計：Flash2000 Organic Elemental Analyzer<br>・安定同位体比質量分析計：DELTA V Advantage |
|--------|---|
| 酸化炉温度  | 1050°C  |
| 還元炉温度  | 750°C   |
| カラム温度  | 40°C  |
| キャリアガス | He (100ml/min)  |
| 燃焼ガス   | O <sub>2</sub> (175 ml/min)   |
| 標準ガス   | CO <sub>2</sub> (純度 99.999%以上)  |
| 測定イオン  | 44, 45, 46 (m/z)  |

(2) 妥当性確認

得られた結果の妥当性を確認するため、標準試料 (NIST SRM 4990C 及び IAEA C6) を分析して参照値との比較を行い、それぞれ有意な差がないことを確認した。さらに、バックグラウンド試料として IAEA C1 を分析し、コンタミネーション等の無いことも併せて確認した。結果を表 3-7-2 に示す。

表 3-7-2 標準試料の分析結果

| 試料名                                     | NIST SRM 4990C       | IAEA C1                   | IAEA C6                     |
|---|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| pMC ( <sup>14</sup> C/ <sup>12</sup> C) |                      |                           |                             |
| 1                                       | 133.43 ± 0.73        | 0.78 ± 0.02               | 152.55 ± 1.12               |
| 2                                       | 134.72 ± 0.92        | 0.81 ± 0.02               | 150.75 ± 0.84               |
| 3                                       | 133.39 ± 1.55        | 0.87 ± 0.02               | 150.25 ± 0.58               |
| 4                                       | 134.56 ± 1.41        | 0.88 ± 0.03               | 150.00 ± 0.90               |
| 参照値 (1σ)                                | 134.07 <sup>1)</sup> | 0.00 ± 0.02 <sup>2)</sup> | 150.61 ± 0.11 <sup>2)</sup> |

1) Ugo Zoppi, Radiocarbon AMS data analysis: From measured isotopic ratio to <sup>14</sup>C concentrations, Radiocarbon, 52, 165-170 (2010)

2) IAEA reference sheet for quality control materials (2014)

以上の結果から、今回の結果は標準試料の結果は参照値とよく一致していることから、本調査の分析工程及び結果の妥当性が確認された。



### 3.8 大気中の放射性希ガス濃度測定

#### (1) 分析法

##### 1) 大気試料の捕集

大気試料の捕集は、図 3-8-1(1)及び(2)に示す捕集装置を用いて行った。捕集装置は、表 3-8-1 に示した機器からなり、その目的・機能に応じて装置内に配置されている。

大気中の希ガスを、液体窒素温度に冷却した希ガス吸着捕集容器に捕集した。図 3-8-2 に希ガス吸着捕集容器の構造を示す。希ガス吸着捕集容器内の上部は、フィンが 10 数枚取り付けられており、希ガス吸着捕集容器を液体窒素で冷却して大気を通すと、大気中の水分と二酸化炭素はそれぞれ凝固して氷とドライアイスとして除去される。希ガス吸着捕集容器内の下部には、活性炭が約 180g 充填してあり、上部のフィンを通じた大気のうち希ガス等の低融点成分は活性炭に吸着される。大気試料の捕集は負圧下で行われるため、主要大気成分である窒素や酸素は活性炭に吸着されにくくなっている。希ガス吸着捕集容器を通じた大気は、エアーポンプから排気される。

大気試料の捕集装置への導入は 1L/分の流速で、約 1 週間（三春町のみ 0.5L/分流速で約 2 週間）連続して行った。約 10m<sup>3</sup>の大気から活性炭に吸着した希ガスは、希ガス吸着捕集容器を加熱することにより脱着し、専用のアルミ缶に封入した。

表 3-8-1 捕集装置に使用する各機器

| 機器名       | 目的・機能               |
|-----------|---------------------|
| バッファー1    | 大気導入の脈動を抑制          |
| フィルター     | ほこり、ごみ等の除去          |
| 電子除湿器     | 大気中湿分の予備的な除去        |
| バイパス      | 流路内差圧の調整            |
| 圧力計 1     | 流路（取入口側）内の圧力（大気圧）表示 |
| 希ガス吸着捕集容器 | 大気中の希ガスを吸着捕集する容器    |
| デュワー瓶     | 希ガス吸着捕集容器冷却用        |
| 圧力計 2     | 流路（排出口側）内の圧力（負圧）表示  |
| バッファー2    | 大気導入の脈動を抑制          |
| エアーポンプ    | 大気の導入及び排出           |

##### 2) 希ガスの封入

捕集の終了後、希ガス吸着捕集容器内に捕集された大気中の水分、二酸化炭素及び活性炭に吸着した窒素や酸素を希ガス吸着捕集容器から排出した。希ガス吸着捕集容器をヒーターで 1 時間加熱（305℃）することにより、活性炭に吸

着した希ガスを脱着し、アルミ缶に封入した（図 3-8-3 参照）。試料ガス中には水分が多少含まれているので、シリカゲルを充填した水分除去筒を希ガス吸着捕集容器とアルミ缶の間に配置し、水分を除去した。

希ガスを確実にアルミ缶に封入するため、超高純度ヘリウムガスを希ガス吸着捕集容器に導入し、+0.4MPa に到達するまで加圧充填した。

アルミ缶内に封入された試料ガスの成分は、二酸化炭素、窒素、酸素、一酸化二窒素及び希ガスであるクリプトンとキセノン、ならびに充填ガスのヘリウムである。二酸化炭素、窒素、酸素は試料ガスの大部分を占めることから、ガスクロマトグラフにより希ガスを分離・精製した。

### 3) $^{85}\text{Kr}$ 分析

前処理装置（図 3-8-4 参照）及びガスクロマトグラフ 1（図 3-8-5 参照）を用いて、アルミ缶に封入したクリプトンからその他のガス成分を分離した。前処理装置とガスクロマトグラフのガス流路概略図を図 3-8-6(1)及び(2)に示す。

前処理装置を用いて、二酸化炭素、水分及び大部分の窒素、酸素を除去した。クリプトンを、約 $-85^{\circ}\text{C}$ のエタノールで冷却した活性炭（60mL）で吸着捕集したのち、 $400^{\circ}\text{C}$ で加熱することにより脱着して、ガスクロマトグラフ 1 に導入した。

ガスクロマトグラフ 1 に導入したクリプトンを、分離用の活性炭カラム（6mm  $\phi$ 、4m）により、その他ガス成分から分離・精製し、ガスフロー式 GM 管を含む閉鎖系のループに導入した。

閉鎖系ループに導入したクリプトンを、ループ内での濃度を均質にするため、ポンプによりかくはんした。濃度の均質達成後に、ガスフロー式 GM 計数管により  $^{85}\text{Kr}$  の  $\beta$  線を測定した。試料の測定は、計数値が 10,000 カウント以上となるように測定した。試料測定前後に閉鎖系ループ内をメタンガスで置換し、バックグラウンド測定を行い、試料のパーズを確認した。

$^{85}\text{Kr}$  放射線測定と同時に、閉鎖系ループ内ガスの一定容をガスクロマトグラフ 2（図 3-8-7 参照）に導入し、検量線法により全クリプトン量（mL）を定量した。

放射線測定及び全クリプトン量測定で得られる  $^{85}\text{Kr}$  比放射能（Bq/mL）に、大気中のクリプトン存在比（ $=1.14\text{mL}/\text{m}^3$ ）を乗ずることにより、大気中の  $^{85}\text{Kr}$  濃度（Bq/ $\text{m}^3$ ）に換算した。

### 4) $^{133}\text{Xe}$ 分析

二酸化炭素除去カラム及び分離・精製用ガスクロマトグラフ（図 3-8-8 参照）により、アルミ缶に封入したキセノンからその他のガス成分を分離した。

キセノンを含む試料ガスは、 $110^{\circ}\text{C}$ のモレキュラーシーブ（MS-5A）を充填した二酸化炭素除去カラムに導入され、試料ガスから二酸化炭素を除去した。続いて、試料ガスは活性炭を充填した U 字管に導入され、液体窒素温度で U 字管を冷却することにより、試料ガス中のキセノンを捕集した。同時に U 字管内を

真空ポンプで排気することにより、大部分の窒素、酸素を除去した。U 字管を 200°C に加熱して活性炭からキセノン脱着して、分離・精製用のガスクロマトグラフに導入した。

分離・精製用のガスクロマトグラフに導入したキセノンを、分離用のモレキュラーシーブカラムにより、その他ガス成分から分離・精製し、ガスフロー式比例計数管（図 3-8-9 参照）を含む閉鎖系のループに導入した。

ガスフロー式比例計数管により  $^{133}\text{Xe}$  の  $\beta$  線を測定した。大気中の  $^{133}\text{Xe}$  バックグラウンド濃度は、 $^{85}\text{Kr}$  濃度と比較して 1/1000 程度であるので、2 日間の長時間測定を行った。また、試料測定の前後にバックグラウンド測定を行い、試料のパーシを確認した。

$^{133}\text{Xe}$  放射線測定が終了した後に、比例計数管内のガスの一定容を精密分析用ガスクロマトグラフ（図 3-8-8 参照）に導入し、検量線法により全キセノン量（mL）を定量した。

放射線測定及び全キセノン量測定で得られる  $^{133}\text{Xe}$  比放射能（mBq/mL）に、大気中のキセノン存在比（ $=0.087\text{mL/m}^3$ ）を乗ずることにより、大気中の  $^{133}\text{Xe}$  濃度（mBq/m<sup>3</sup>）に換算した。

## 5) 放射性キセノン同位体分析

### ① $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 及び $^{135}\text{Xe}$ の分析

SAUNA-II（図 3-8-10）を用いて、大気試料の採集、キセノンの分離、精製、測定を自動（捕集開始から測定終了まで 30 時間）で行った。装置構成図を図 3-8-11 に示す。大気試料を流量約 20L/分で吸引し、水分離フィルターで除湿した後、サンプリングオープン（A、B で 6 時間ずつ）やプロセスオープン（1 及び 2）において、モレキュラーシーブカラムによる  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  等の不純物の除去、活性炭カラムへのキセノンの吸着および加熱（約 300°C）による脱着を繰り返し、キセノンを分離・精製した。その後、ガスクロマトグラフでさらに精製し、全キセノン量を定量した。精製したキセノンを  $\beta$ - $\gamma$  同時計数法（ガンマ線（及び X 線）は NaI(Tl) 検出器、 $\beta$  線（及び内部転換電子）はプラスチックシンチレータを使用）で 11 時間測定した。測定後の試料はアーカイブボトルに 7 日間保管した。プロセスオープン以降のキャリアガスはヘリウムを使用した。

### ② $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$ 及び $^{135}\text{Xe}$ 濃度の算出

SAUNA-II 付属の解析ソフトウェア（XECON）を用いて  $^{131\text{m}}\text{Xe}$ 、 $^{133}\text{Xe}$ 、 $^{133\text{m}}\text{Xe}$  及び  $^{135}\text{Xe}$  濃度（mBq/m<sup>3</sup>）、誤差並びに検出下限値（MDC：Minimum Detectable Concentration）を算出し、検出下限値未満のデータは不検出とした。

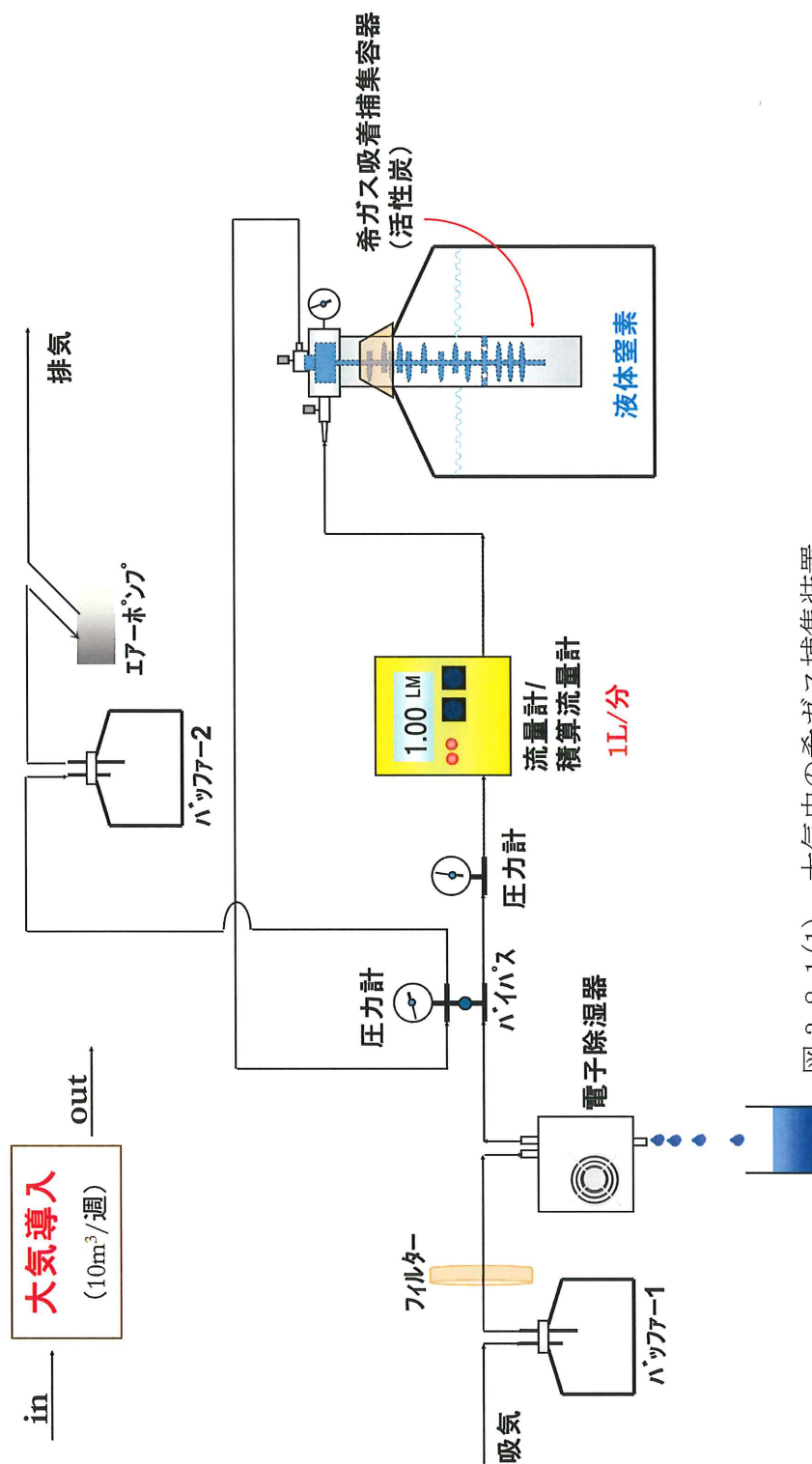


図 3-8-1 (1) 大気中の希ガス捕集装置



図 3-8-1(2) 大気中の希ガス捕集装置  
(写真は北海道立衛生研究所に設置した装置)

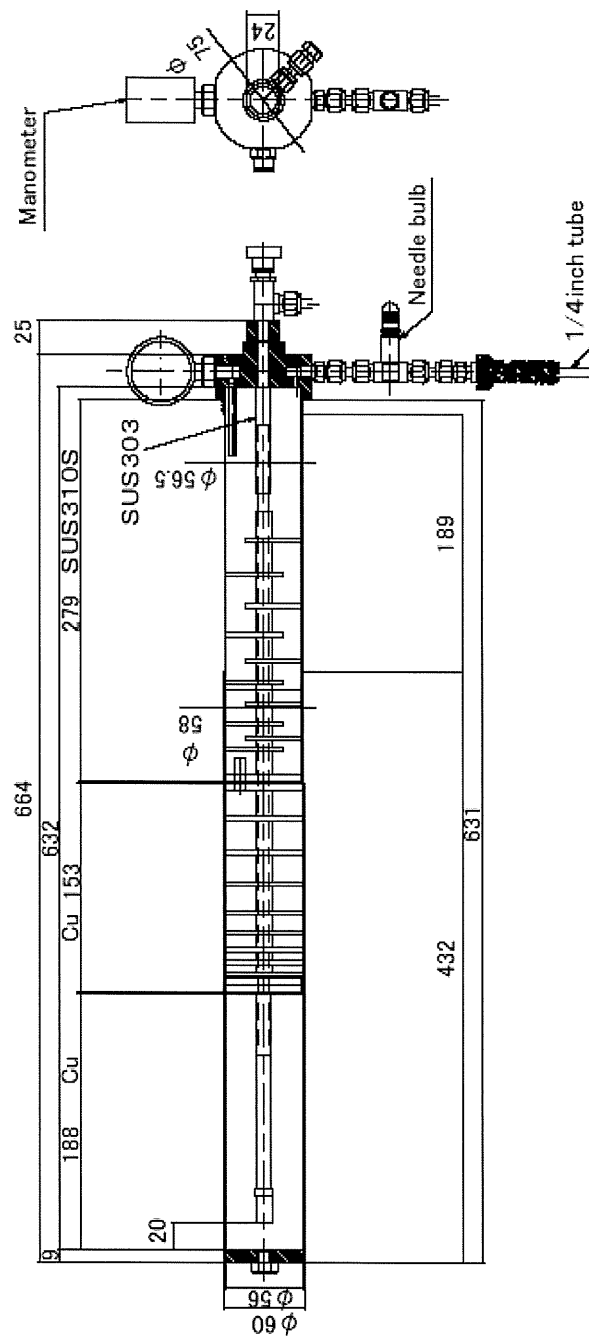


図 3-8-2 希ガス吸着捕集容器の構造

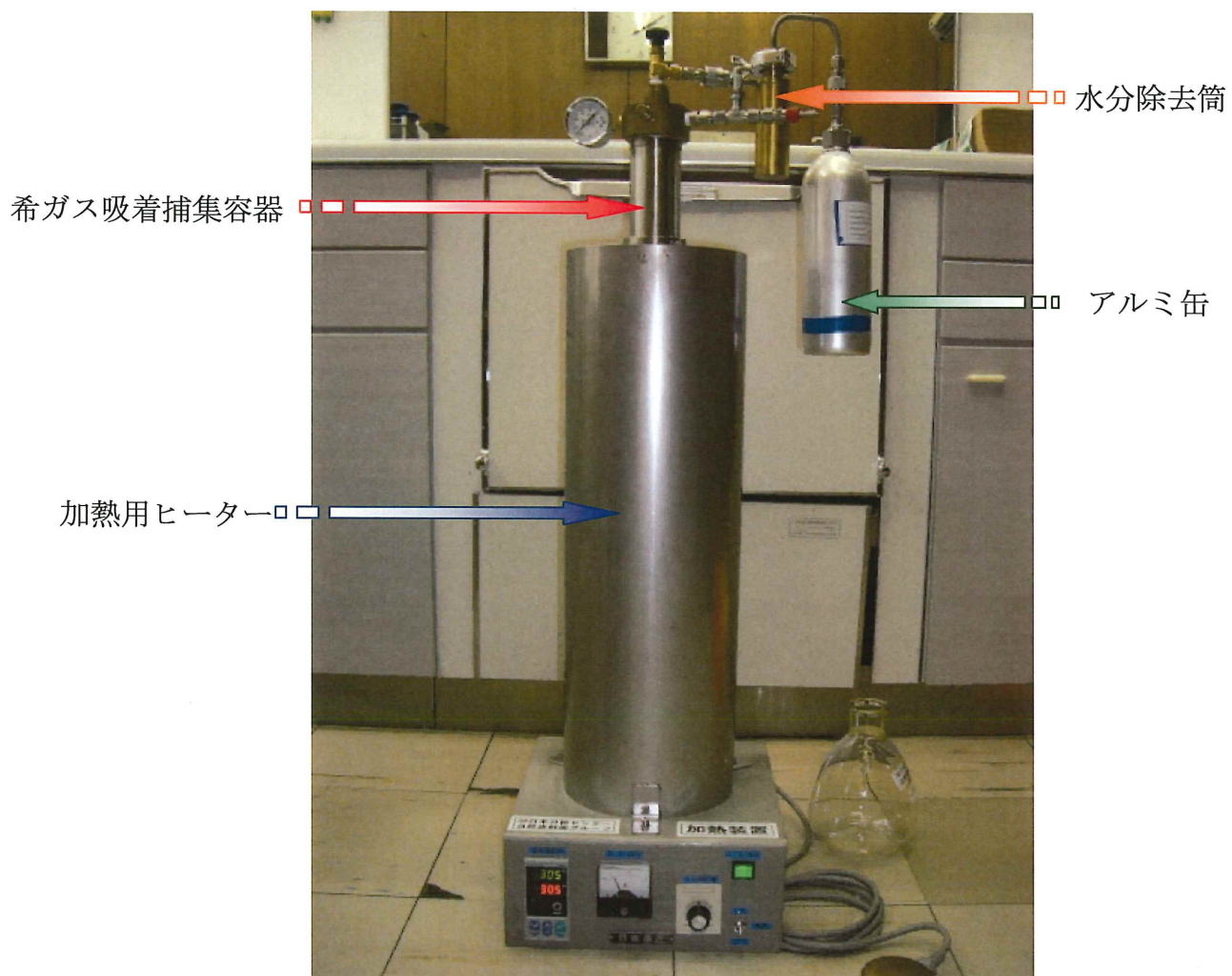


図 3-8-3 希ガスのアルミ缶への封入  
(写真は北海道立衛生研究所に設置した装置)



図 3-8-4 前処理装置



図 3-8-5 ガスクロマトグラフ 1 (クリプトン分離・精製用)



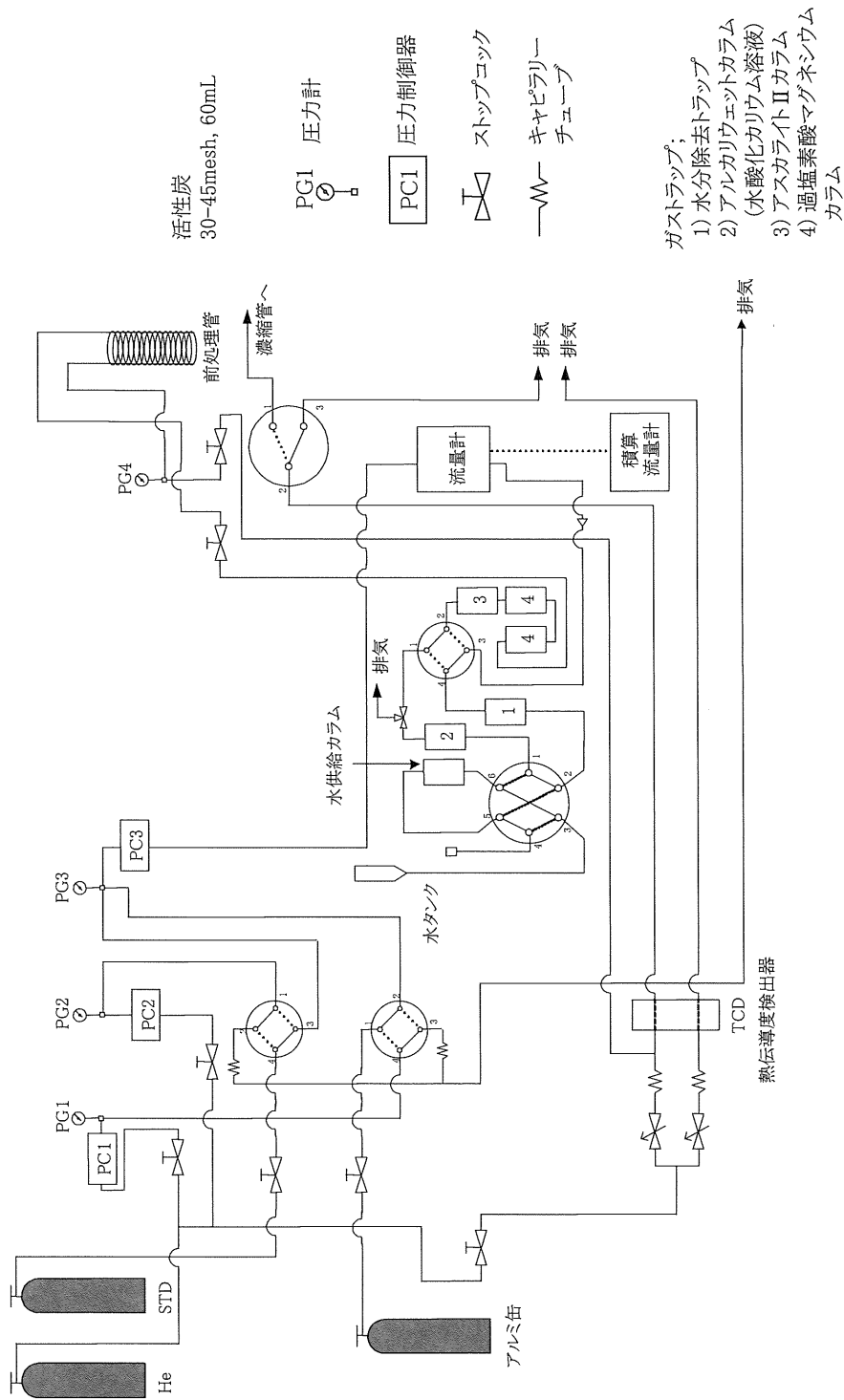
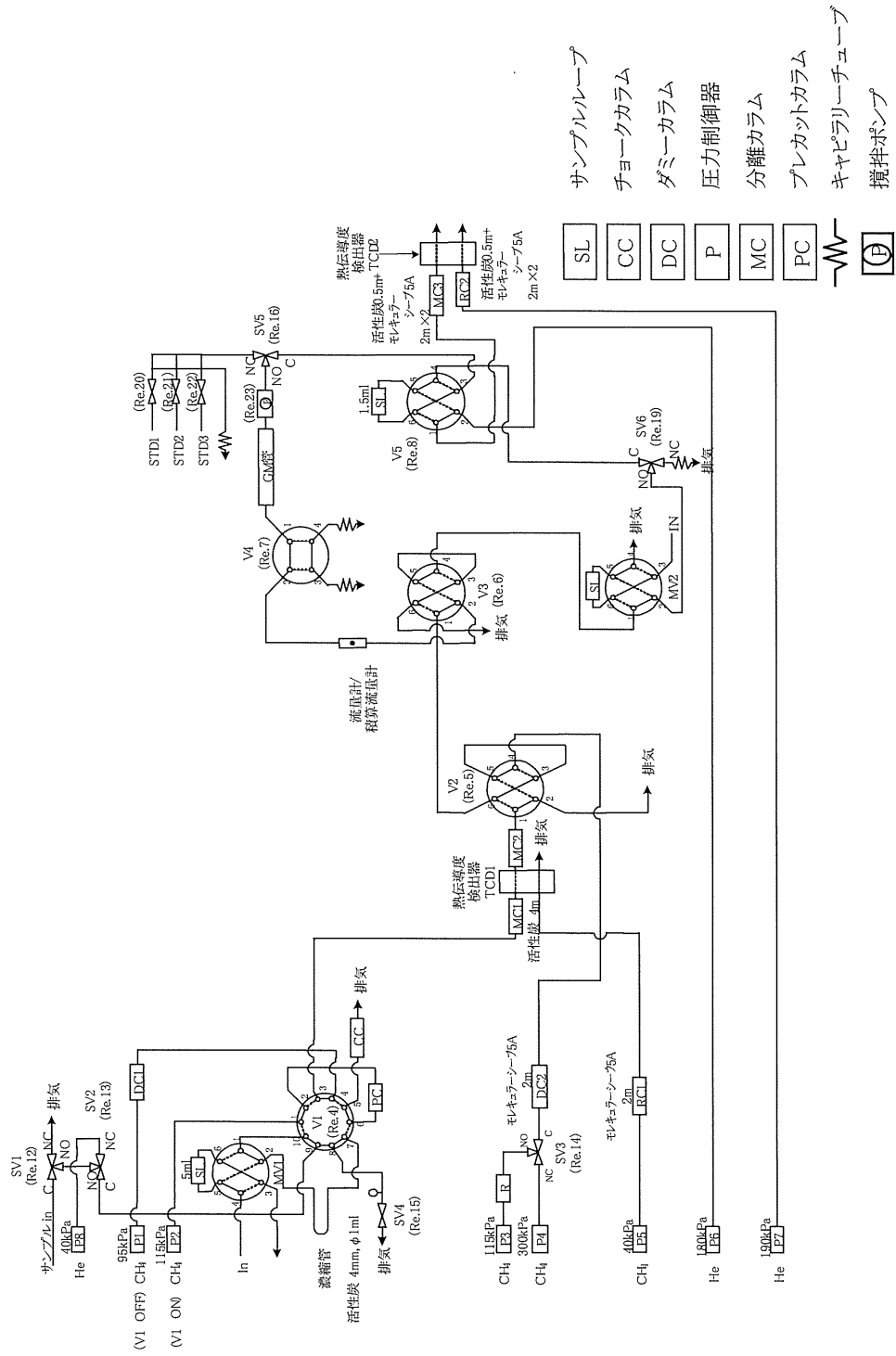


図 3-8-6(1) ガス流路概略図 (前処理装置)



サンプリルループ  
 チョークカラム  
 ダミーカラム  
 圧力制御器  
 分離カラム  
 プレカッタカラム  
 キャピラリーチューブ  
 攪拌ポンプ

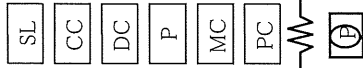


図 3-8-6(2) ガス流路概略図 (ガスクロマトグラフ)

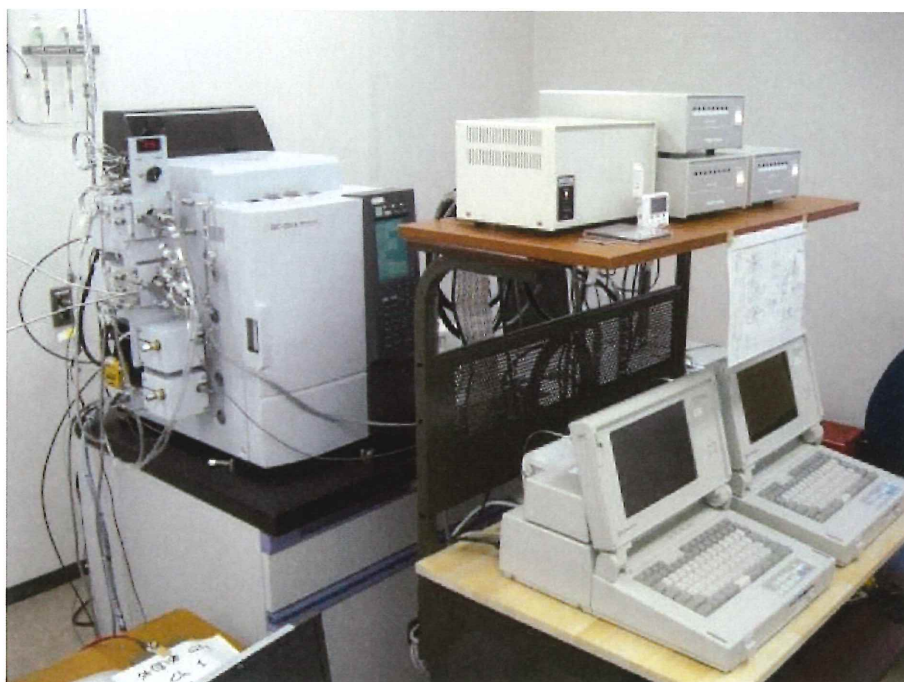


図 3-8-7 ガスクロマトグラフ 2 (全クリプトン定量用)

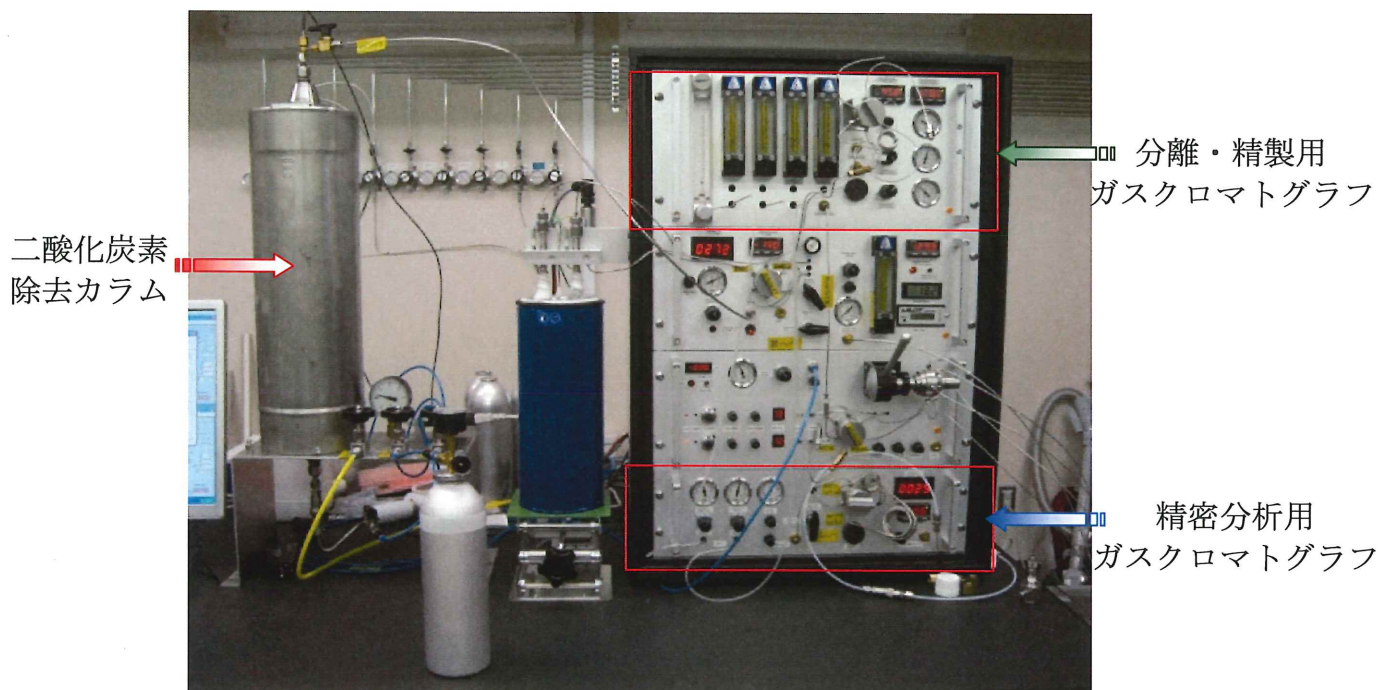


図 3-8-8  $^{133}\text{Xe}$  分析装置

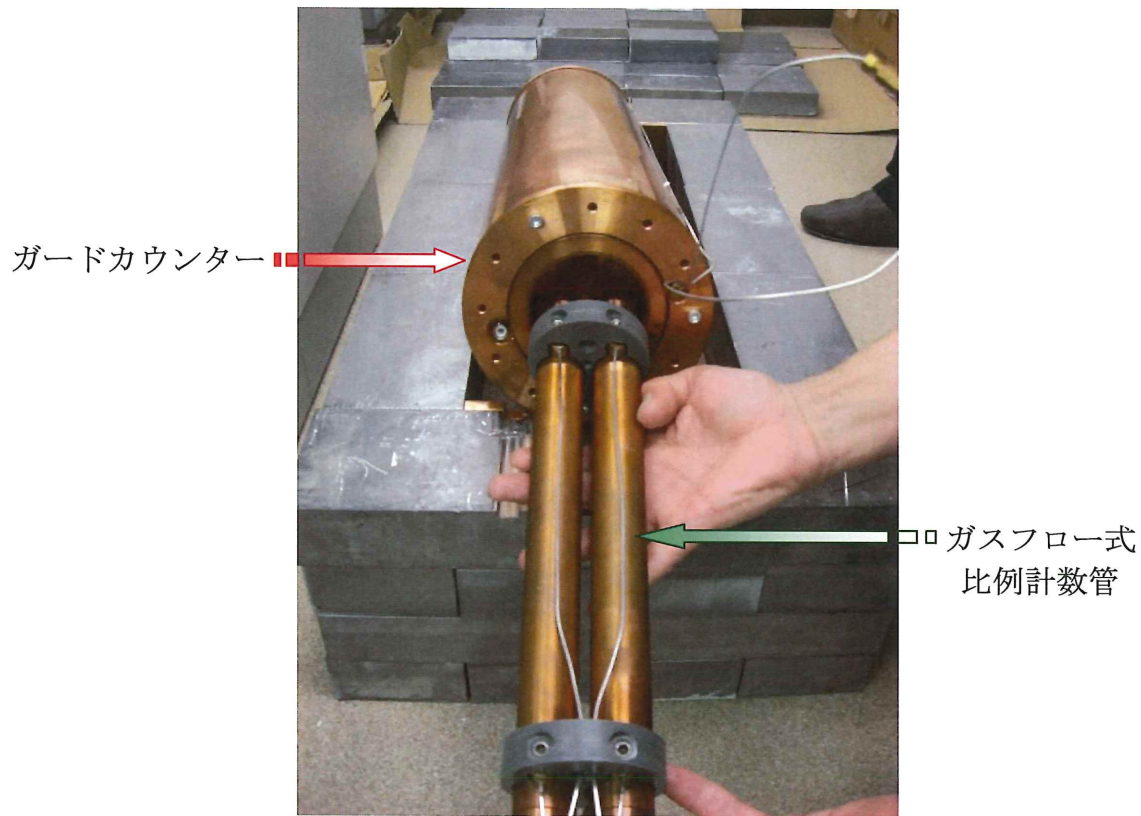


図 3-8-9 ガスフロー式比例計数管とガードカウンター



図 3-8-10 SAUNA-II

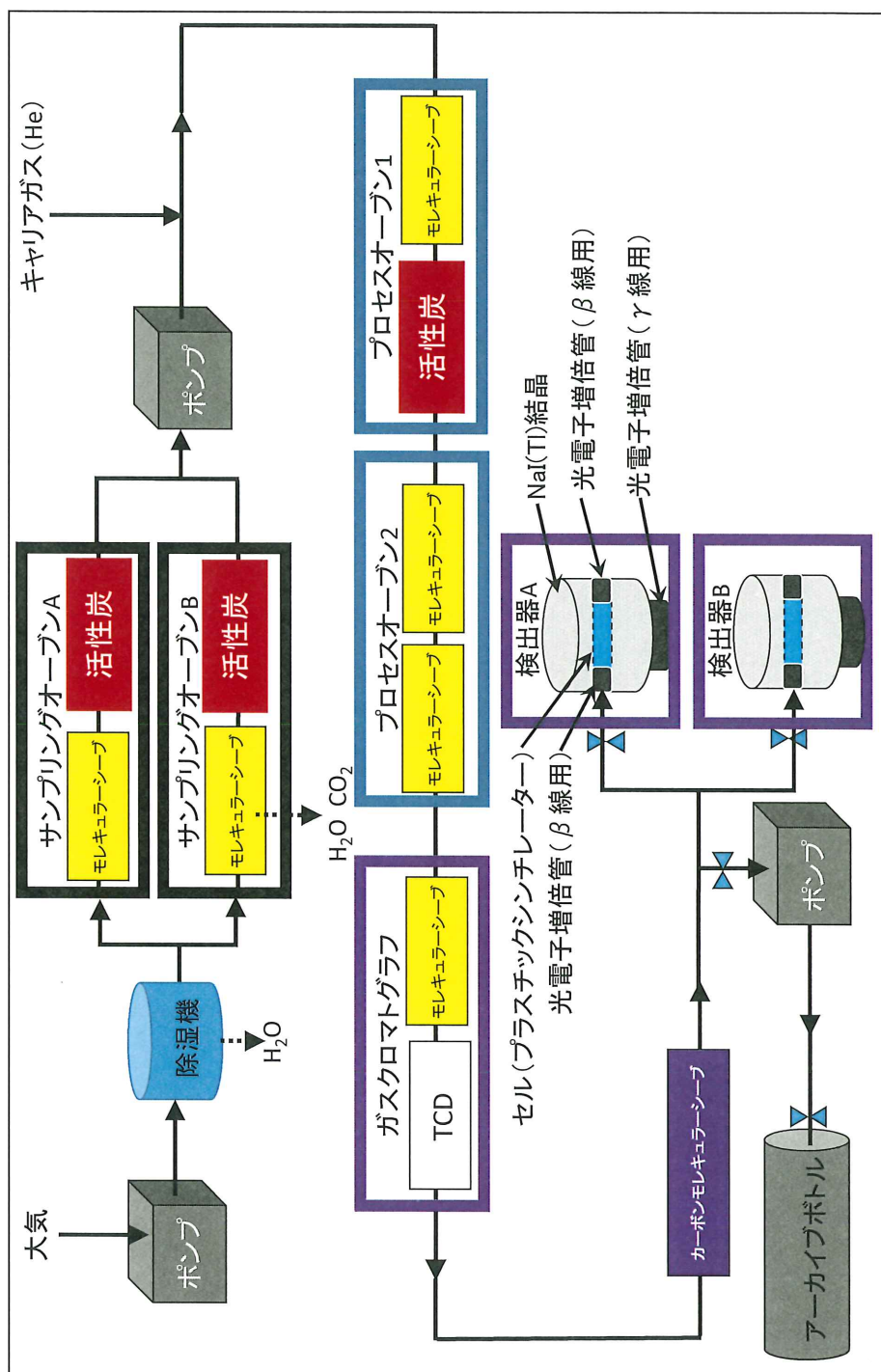


図 3-8-11 装置構成図 (SAUNA-II)

## (2) 妥当性確認

### 1) $^{85}\text{Kr}$ 分析

$^{85}\text{Kr}$  分析結果の妥当性を確認するために、 $^{85}\text{Kr}$  濃度既知の標準ガスを用いて、 $^{85}\text{Kr}$  分析装置の健全性を毎週確認した。また、千葉市において、同一期間大気捕集を行った試料を 2 試料用意し、一方を分析センターが分析し、他方をドイツ大気放射能研究所 (BfS : Bundesamt für Strahlenschutz) が分析することにより、相互比較分析を実施した。

#### ① $^{85}\text{Kr}$ 分析装置の健全性確認

クリプトンを含む 8 種類のガスを混合した標準ガスを用いて、前処理装置 (図 3-8-4 参照) で大部分の空気成分を粗分離した後、ガスクロマトグラフを用いてクリプトンピークの存在を目視により確認した。図 3-8-12 に空気成分の粗分離後のガスクロマトグラムを示す。

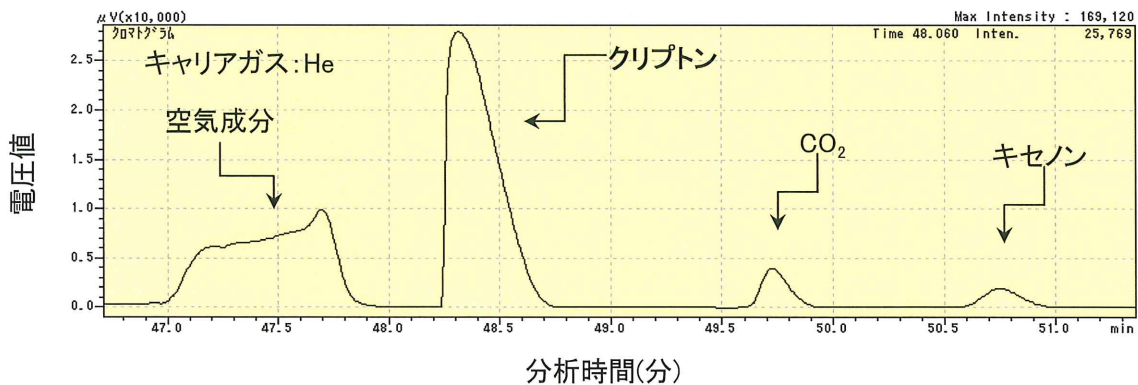


図 3-8-12 空気成分の粗分離後のガスクロマトグラム

続いて、クリプトン分離・精製用ガスクロマトグラフ (図 3-8-5 参照) により、クリプトンを分離・精製し、クリプトンピークがその他のガスピークと十分に分離されていることを目視により確認し、クリプトンの分離時間 (リテンションタイム) 並びに GM 管を含む閉鎖系ループの開閉時間内 (分離開始 7.0 分から 10.0 分までの間) に大部分のクリプトンピークが存在していることを確認した。図 3-8-13 にクリプトン分離・精製時のガスクロマトグラムを示す。

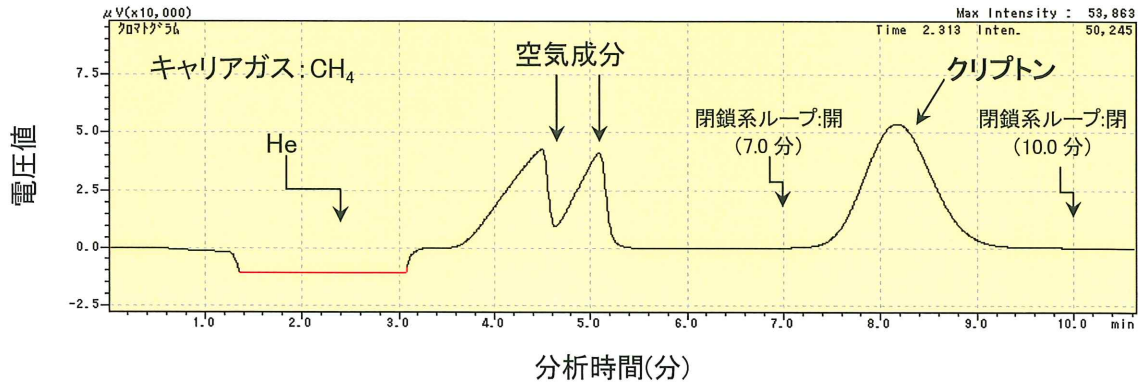


図 3-8-13 クリプトン分離・精製時のガスクロマトグラム

GM管を含む閉鎖系ループ内に導入されたクリプトンに含まれる<sup>85</sup>Krのβ線を測定し、測定結果より得られるGM計数効率が基準範囲（過去の変動を考慮）内であることを確認し、分析装置の健全性を確認した。図 3-8-14 に GM 計数効率の経時変化を示す。

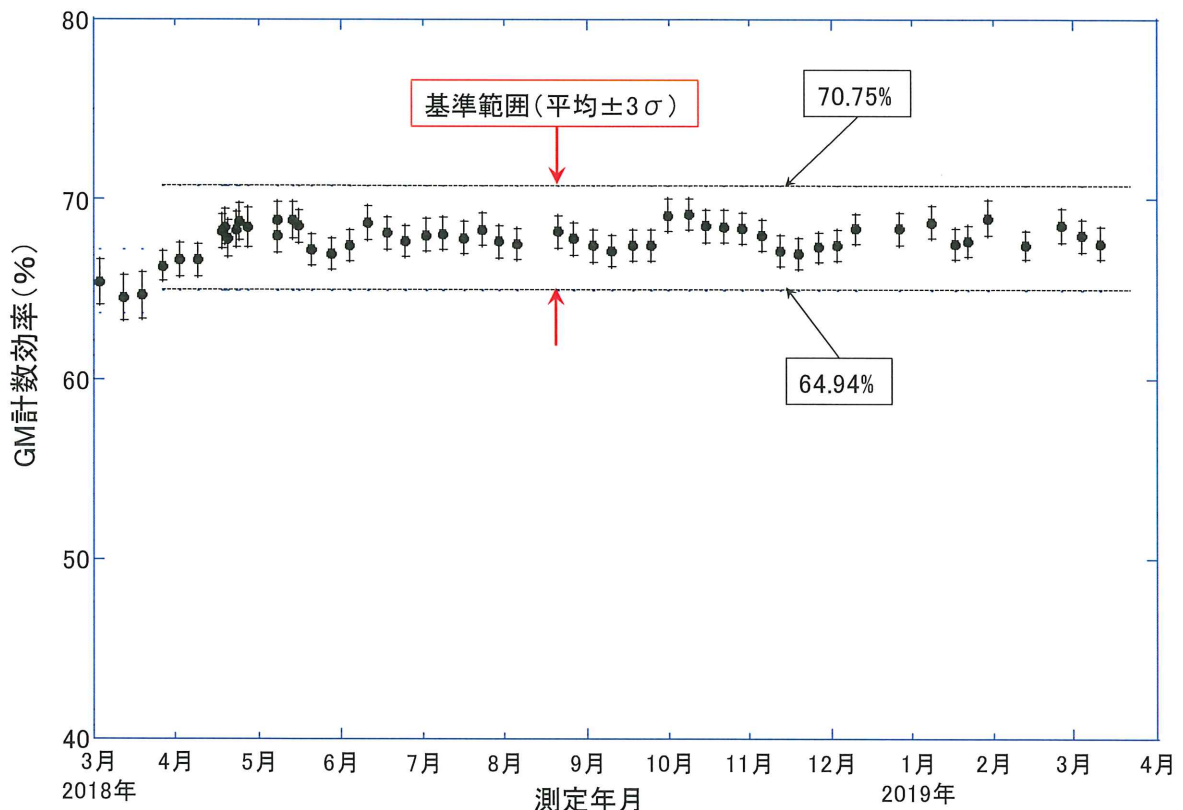


図 3-8-14 GM 計数効率の経時変化

② ドイツ大気放射能研究所 (BfS) との相互比較分析

千葉市において同一期間大気捕集を行った試料を用いて、ドイツ大気放射能研究所 (BfS) と相互比較分析を実施し、分析結果の妥当性を確認した。図

3-8-15 にドイツ大気放射能研究所（BfS）との相互比較分析結果を示す。

なお、平成 27 年度まではドイツ大気放射能研究所とクロスチェックを毎週実施していたが、平成 28 年 5 月からクロスチェック頻度を四半期に 1 回に変更した。

両機関の  $^{85}\text{Kr}$  分析結果は、分析結果比（JCAC / BfS）の平均、標準偏差及び変動係数が、それぞれ 1.00、0.02 及び 2.5% であり、よく一致した結果が得られた。

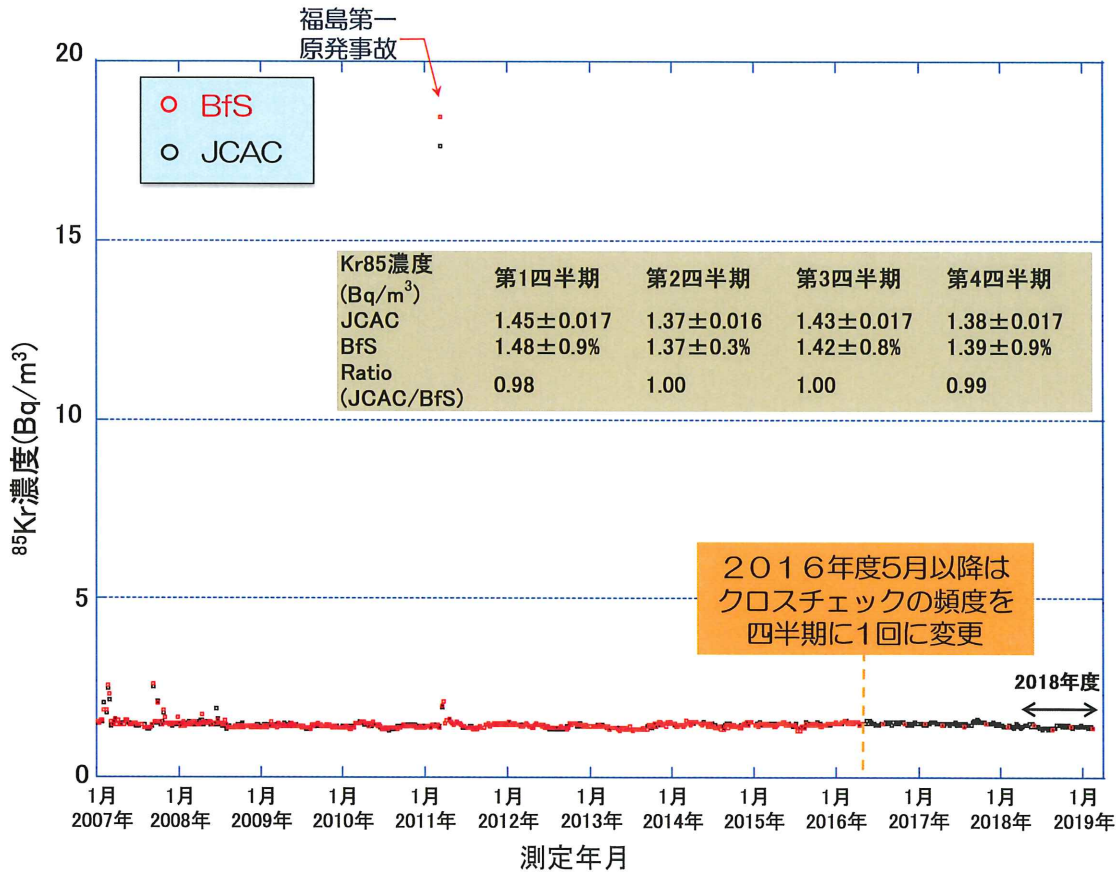


図 3-8-15 ドイツ大気放射能研究所（BfS）との相互比較分析結果

## 2) $^{133}\text{Xe}$ 分析

$^{133}\text{Xe}$  分析結果の妥当性を確認するために、ガスクロマトグラフによりキセノン分離の際に、ガスクロマトグラムを確認して、分析装置の健全性を確認した。また、 $^{133}\text{Xe}$  分析と系統分析が可能である  $^{85}\text{Kr}$  について、同一時期に採取した試料（千葉市）を、 $^{85}\text{Kr}$  分析装置により分析して得られた結果と比較することにより、比例計数管の計数効率の妥当性を確認した。

### ① $^{133}\text{Xe}$ 分析装置の健全性確認

大部分の空気成分を粗分離した試料を、分離・精製用ガスクロマトグラフ(図



3-8-8 参照) により、キセノンを分離・精製し、キセノンピークがその他のガスピークと十分に分離されていることを目視により確認し、比例計数管を含む閉鎖系ループの開閉時間内(分離開始後約 12 分から約 14 分までの間)に大部分のキセノンピークが存在していることを確認した。図 3-8-16 にキセノン分離・精製時のガスクロマトグラムを示す。

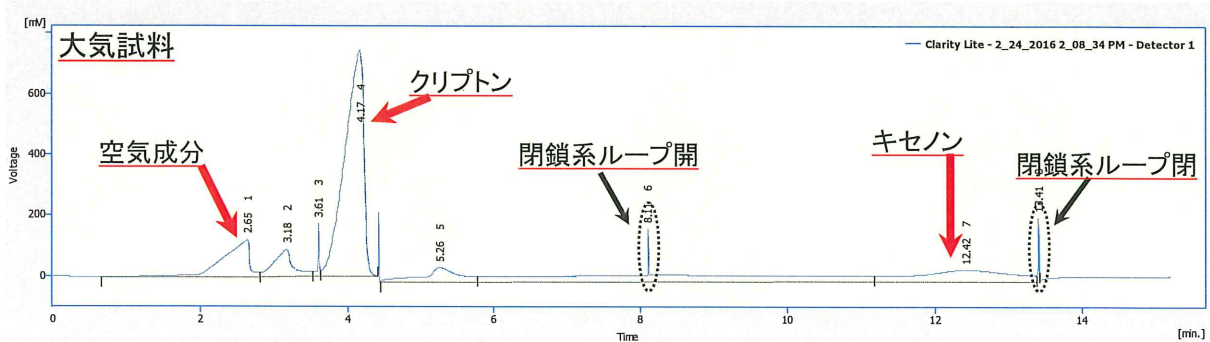


図 3-8-16 キセノン分離・精製時のガスクロマトグラム

## ② $^{85}\text{Kr}$ 分析装置との相互比較分析

千葉市において同一期間大気捕集を行った試料を用いて、 $^{133}\text{Xe}$  分析装置及び  $^{85}\text{Kr}$  分析装置で得られた  $^{85}\text{Kr}$  濃度を比較することにより、 $^{133}\text{Xe}$  分析装置の比例計数管の計数効率の妥当性を確認した。図 3-8-17 に  $^{85}\text{Kr}$  分析装置との相互比較分析結果を示す。

両装置の  $^{85}\text{Kr}$  分析結果は、分析結果比 ( $^{133}\text{Xe}$  分析装置 /  $^{85}\text{Kr}$  分析装置) の平均、標準偏差及び変動係数が、それぞれ 1.00、0.03 及び 2.7% であり、よく一致した結果が得られた。

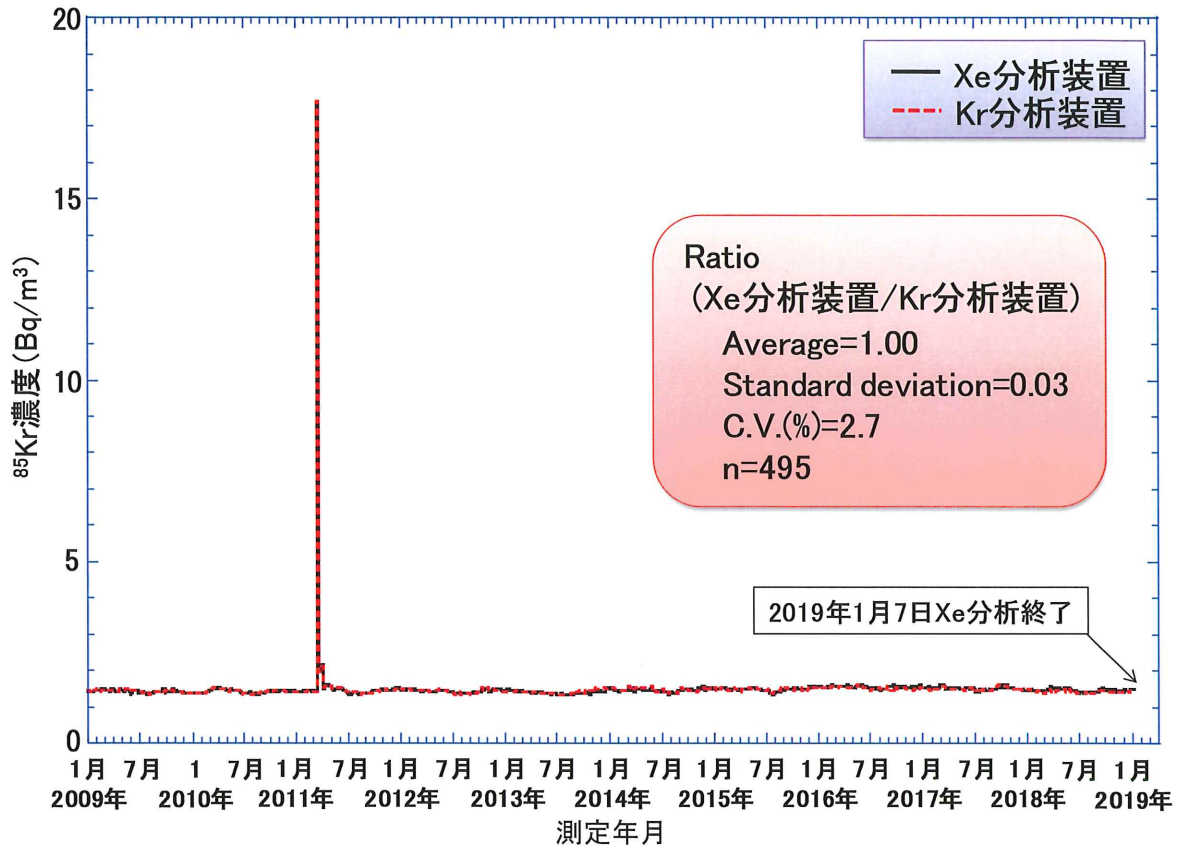


図 3-8-17  $^{85}\text{Kr}$  分析装置との相互比較分析結果

### 3) 放射性キセノン同位体分析

装置の健全性を以下の方法で確認した。

#### ① センサー値の変動確認

各種センサー（圧力、温度、流量、HV 電圧等）の 10 分値をプロットし、装置が正常に稼動している事を確認した。

#### ② QC 線源の測定

12 時間毎に QC 線源 ( $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{154}\text{Eu}$ ) の測定を行い、 $\gamma$  線及び $\beta$  線エネルギーのスペクトル（チャンネル）がシフトしていない事を確認した。

#### ③ キセノン収率の確認

異常（減少傾向等）がない事を確認した。（図 3-8-18 参照）

#### ④ キセノン体積の確認

異常（減少傾向等）がない事を確認した。（図 3-8-19 参照）

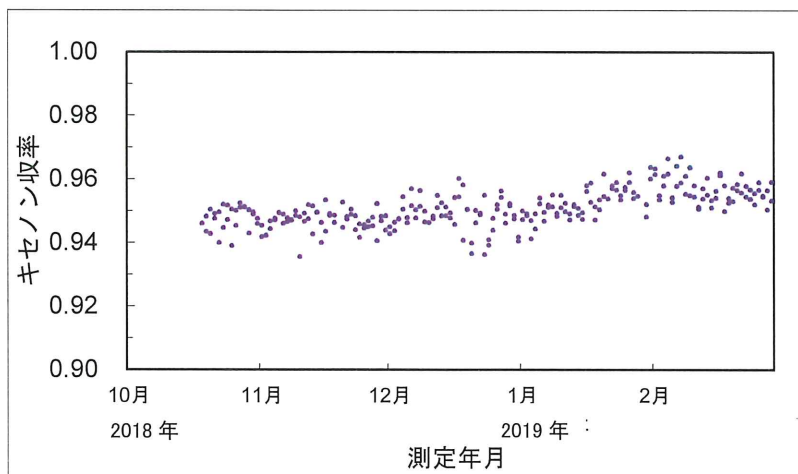


図 3-8-18 キセノン収率の経時変化

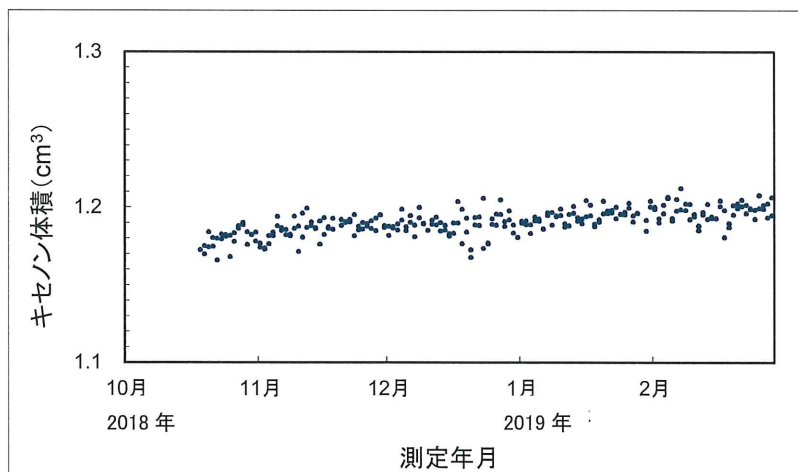


図 3-8-19 キセノン体積の経時変化

### 3.9 福島県下における空間線量の調査

#### (1) 妥当性の確認

##### 1) 点検・校正作業

国家標準とトレーサビリティの得られている $\gamma$ 線源( $^{137}\text{Cs}$ )を専用の線源照射治具を用いて対象測定器に照射し、その指示値が校正試験の判定基準(線源の照射値に対して、NaI検出器は $\pm 10\%$ 以内、シリコン半導体検出器は $\pm 20\%$ 以内)の範囲内となるよう調整、確認した。

その結果を表3-9-1に示す。点検・校正の結果、測定器が正常に稼働していることを確認した。

##### 2) 並行測定による指示値の確認

可搬型モニタリングポストの検出器位置において、サーベイメータで並行測定を行い、可搬型モニタリングポスト指示値とサーベイメータ指示値を比較した。

その結果を表3-9-2及び図3-9-1に示す。並行測定の結果、概ね可搬型モニタリングポスト指示値とサーベイメータ指示値は $\pm 20\%$ 以内で一致していた。

なお、 $\pm 20\%$ 以上の差が確認された一部地点については、モニタリングポスト周辺の四方において同一の測定を実施した結果、測定値間に差が確認された。このことから周辺汚染分布の偏在により、並行測定を実施する地点・向きに依存して可搬型モニタリングポスト指示値とサーベイメータ指示値の間に差が見られたと考えられた。

##### 3) 環境場測定法

現地において可搬型モニタリングポスト指示値がその場所の空間放射線量率を反映していることを確認するため、当該測定器の周辺を日本分析センターのNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて測定した。その結果から可搬型モニタリングポストが設置されている地点の空間放射線量率を内挿することにより算出し、同時間帯に測定した可搬型モニタリングポスト指示値と比較した。

平成30年度は、対象地点を4地点/80地点とし、空間放射線量率や測定条件の異なる白河市総合運動公園(白河市)、営団地区集会所(檜葉町)、比曽公民館(飯館村)、大堀小学校(浪江町)を選定し実施した。

その結果を表3-9-3、図3-9-2(1)~(4)に示す。

比較した結果、白河市総合運動公園ではモニタリングポストの空間放射線量率が23%高い値を示した。白河市総合運動公園は測定器にシリコン半導体を使用しており、かつ周辺の空間放射線量率が約100nSv/h程度の地点であ

る。このことから、NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータよりも宇宙線電離成分に対して感度を有するシリコン半導体検出器の場合、宇宙線寄与線量率が 30nSv/h 程度含まれるため、それを考慮すれば±15%以内で一致していた。他の3地点については両者の測定結果は±15%以内で一致していた。

確認の結果、可搬型モニタリングポスト 80 台の測定値は、周辺の線量率の偏在を考慮すると概ね妥当であると考えられた。



表 3-9-2 可搬型モニタリングポスト指示値と  
サーベイメータ指示値の比の比較  
(測定期間：平成 30 年 3 月 1 日～平成 31 年 2 月 28 日)

|      |       |
|------|-------|
| 平均   | 0.99  |
| n    | 513   |
| 最大   | 1.30  |
| 最小   | 0.53  |
| 標準偏差 | 0.100 |
| 変動係数 | 10.1% |

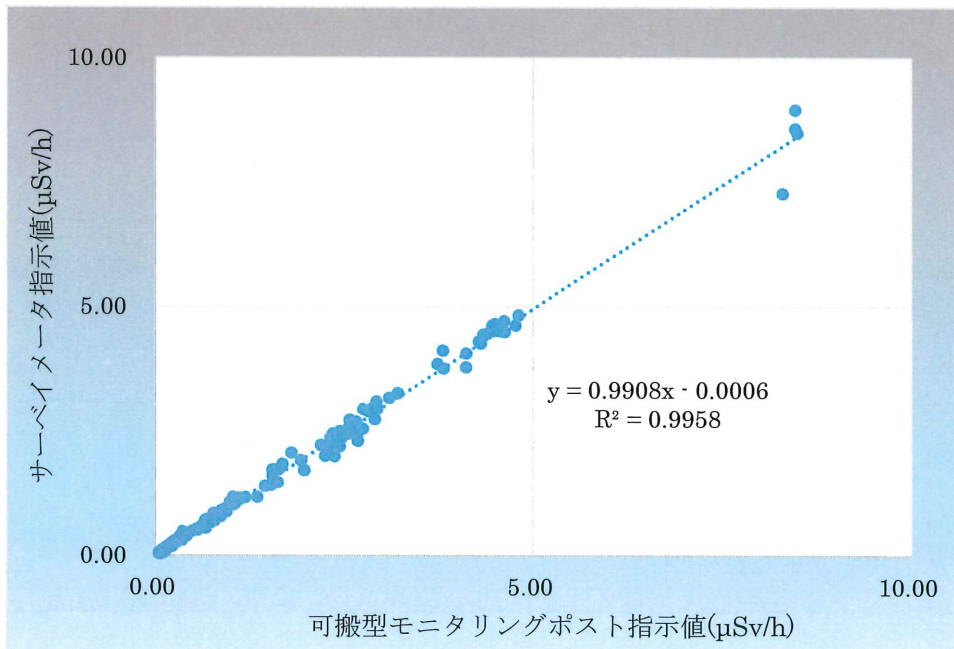


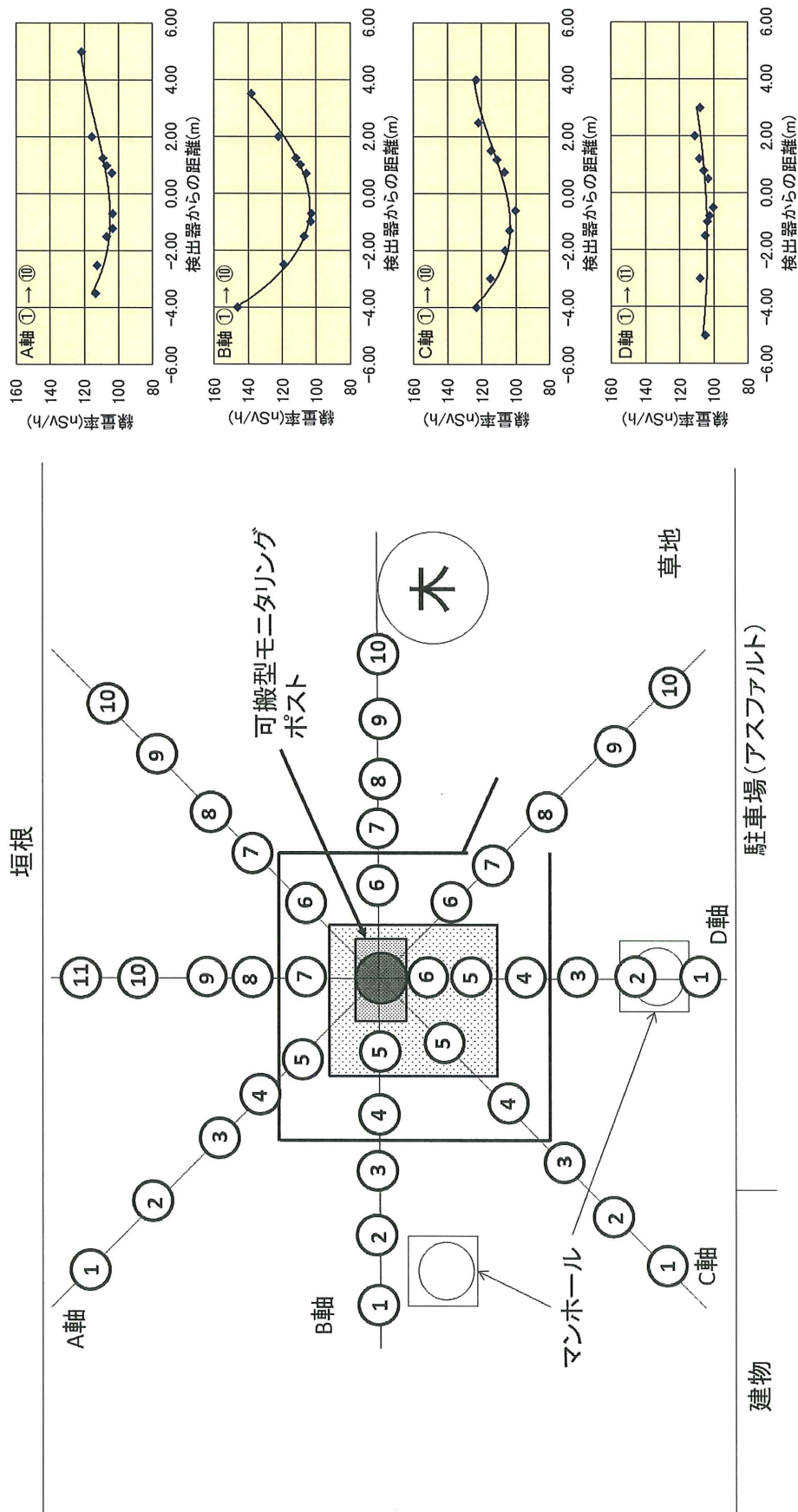
図 3-9-1 可搬型モニタリングポスト指示値と  
サーベイメータ指示値の比の比較

表 3-9-3 環境場測定法 測定結果比較一覧

| モニタリングポスト地点名    | [A]<br>モニタリングポスト<br>指示値<br>(nSv/h) | [B]<br>NaI(Tl)スペクトロメータ<br>測定結果からの推定値<br>(nSv/h) | [A] / [B]      |
|-----------------|------------------------------------|---|----------------|
| 白河市総合運動公園 (白河市) | 127 ± 6                            | 103<br>(133)                                    | 1.23<br>(0.95) |
| 営団地区集会所 (檜葉町)   | 121 ± 1                            | 135   | 0.90           |
| 比叢公民館 (飯館村)     | 237 ± 1                            | 271   | 0.87           |
| 大堀小学校 (浪江町)     | 622 ± 5                            | 666   | 0.93           |

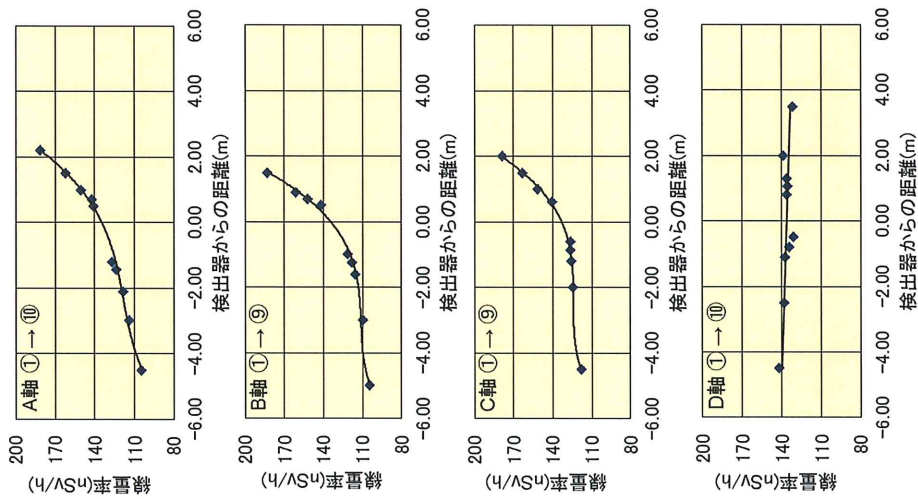
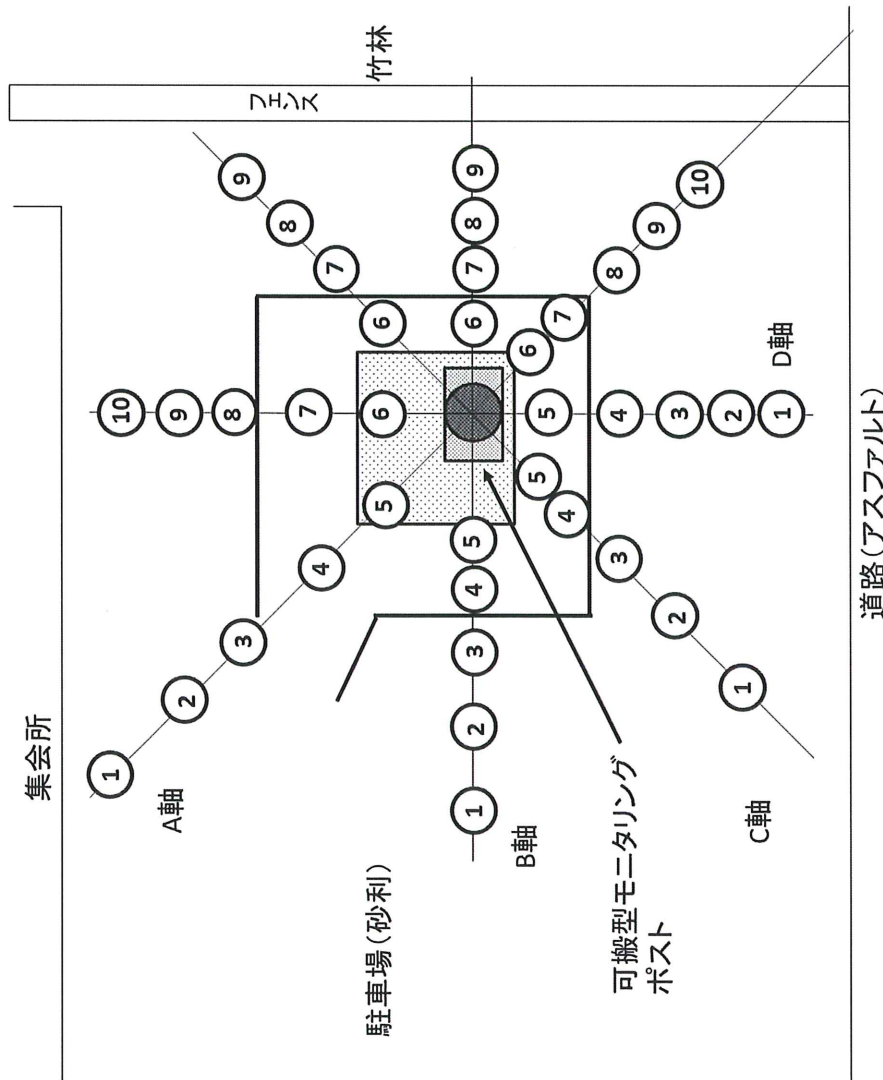
※ ( ) 内の数値は、宇宙線寄与線量率「30 nSv/h」を加えて評価した値である。





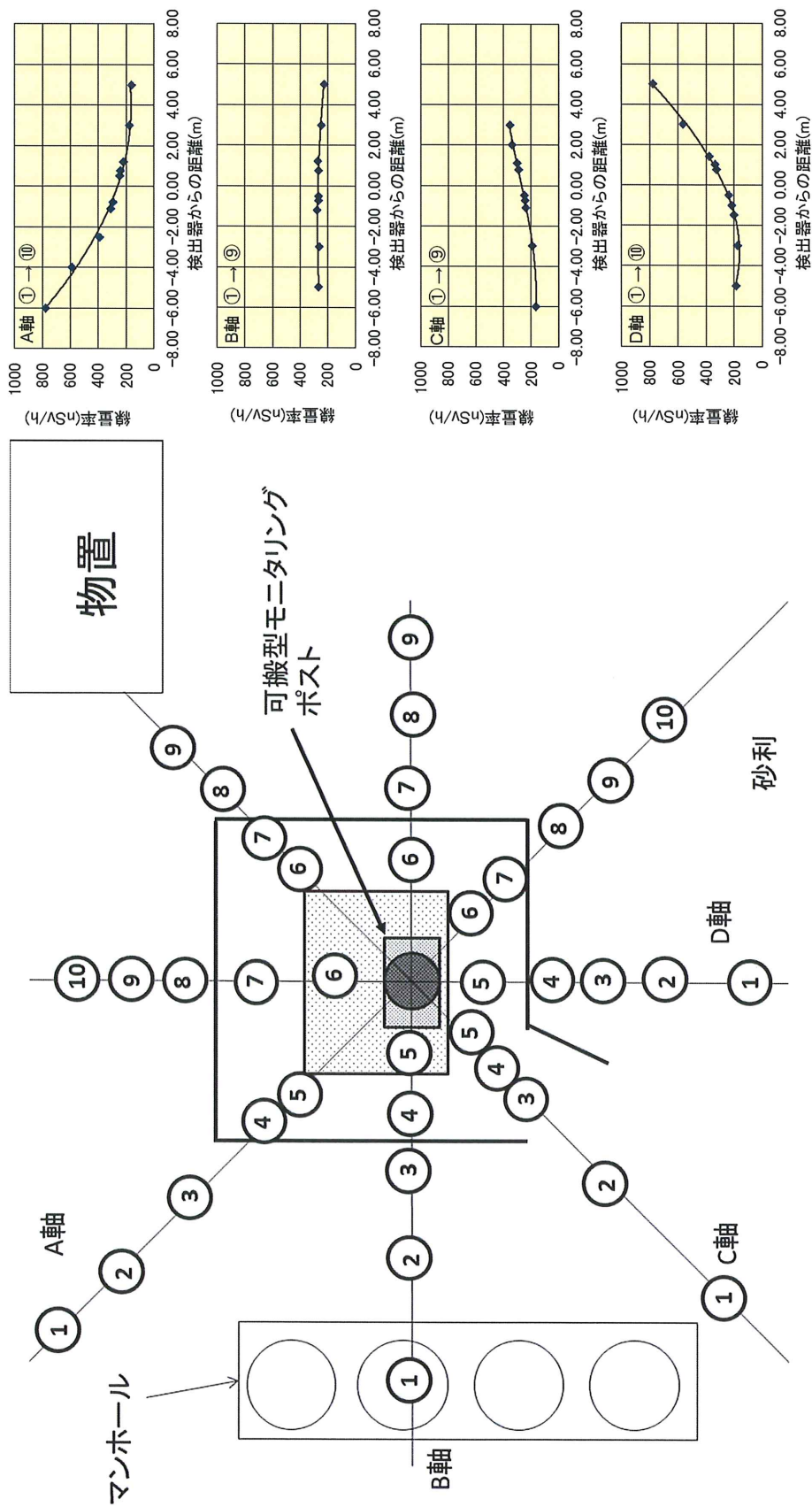
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 3-9-2(1) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(白河市総合運動公園 (白河市))



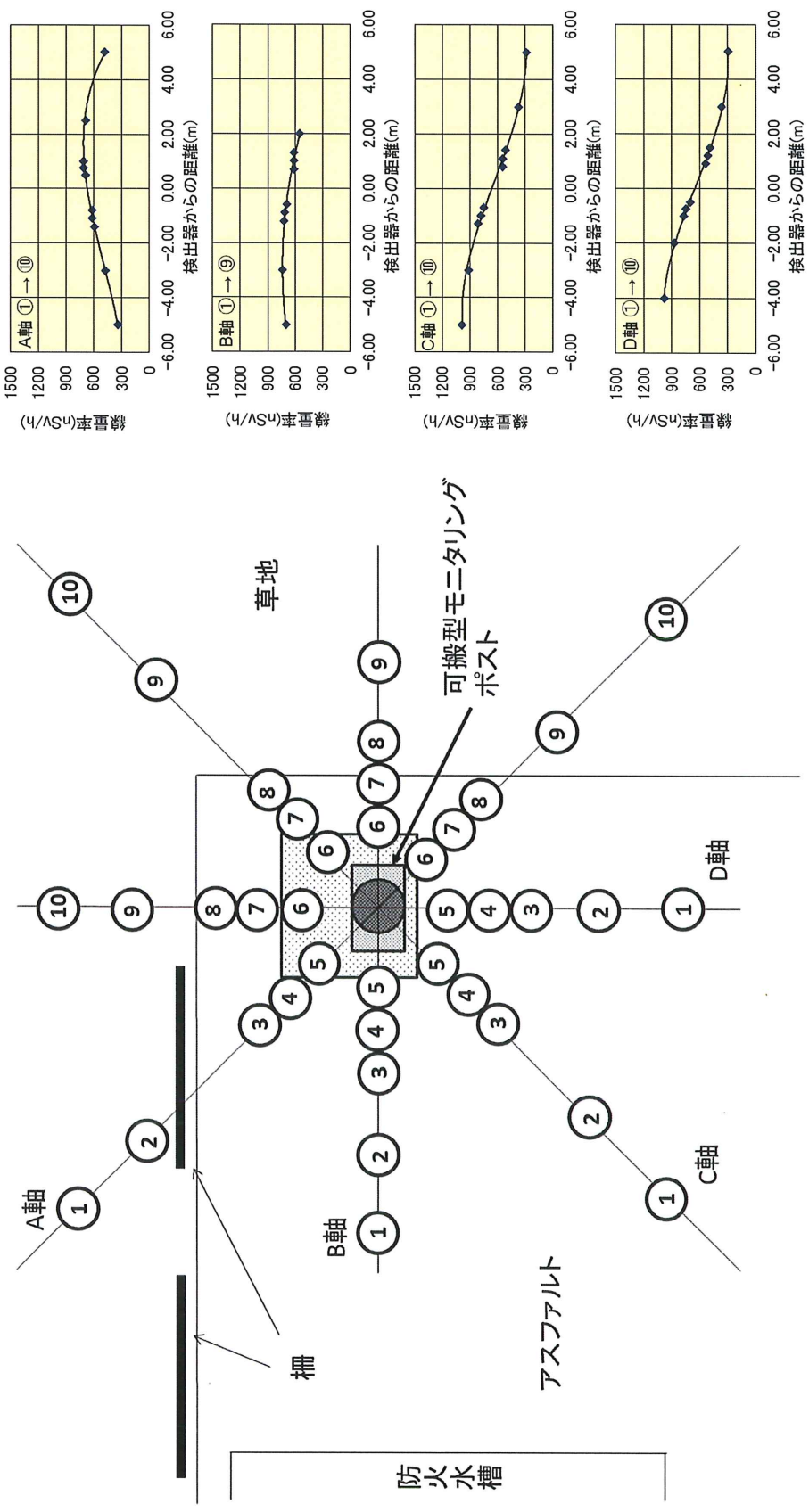
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 3-9-2(2) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(営団地区集会所 (檜葉町))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 3-9-2(3) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(比叡公民館 (飯館村))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 3-9-2(4) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(大堀小学校 (浪江町))

#### 4. 都道府県における環境放射能水準調査、放射線監視等交付金事業の精度管理

##### 4.1 環境試料の放射能測定における精度管理(環境放射能水準調査)

平成30年度原子力施設等防災対策等委託費(環境放射能水準調査(放射能分析))事業の「都道府県における環境放射能水準調査の精度管理」において、47都道府県が実施する環境放射能分析の信頼性・妥当性を確保することを目的に相互比較分析を実施した。実施内容について参考資料3に示す。

##### 4.2 環境試料の放射能測定における精度管理(放射線監視等交付金事業)

平成30年度原子力施設等防災対策等委託費(環境放射能水準調査(放射能分析))事業の「放射線監視交付金事業の精度管理」において、24道府県の放射線監視等交付金事業の信頼性・妥当性を確保することを目的に相互比較分析を実施した。実施内容について参考資料3に示す。

#### 4.3 モニタリングポストの測定に係る精度管理（環境放射能水準調査）

##### (1) 概要

モニタリングポスト（以下「水準ポスト」という。）の測定に係る精度管理として、in-situ 校正等の線源照射試験（以下「標準照射法」という。）、バックグラウンドでの比較測定試験（以下「環境場測定法」という。）及び水準ポスト近傍における核種組成確認測定（以下「核種組成確認測定」という。）を実施した。

実施場所は北海道、秋田県、茨城県、山梨県、福井県、滋賀県、山口県及び福岡県内の各1地点を選定した。

##### (2) 実施内容

###### 1) 標準照射法

###### ① in-situ 校正

校正線源を用いた水準ポストの校正の妥当性確認のため、国家標準とトレーサビリティのとれた日本分析センターの基準電離箱線量計を用いた in-situ 校正を実施した。

###### 照射条件

| 核種                | エネルギー (keV) | 照射した線量率 ( $\mu$ Gy/h) |
|-------------------|-------------|-----------------------|
| $^{137}\text{Cs}$ | 660         | 約 1                   |

###### ② エネルギー特性試験

$\gamma$  線エネルギー範囲 60~660keV の  $^{241}\text{Am}$ 、 $^{57}\text{Co}$ 、 $^{133}\text{Ba}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  の  $\gamma$  線源を用いて、水準ポスト及びその近傍に設置した日本分析センターの基準電離箱線量計に照射し、相互の測定結果を比較検討した。

なお、検討基準は、水準ポストの測定値と日本分析センターの測定値の差が日本分析センターの測定値に対して 20%以内とした。

###### 照射条件

| 核種                | エネルギー (keV) | 照射した線量率 ( $\mu$ Gy/h) |
|-------------------|-------------|-----------------------|
| $^{241}\text{Am}$ | 60          | 約 0.1                 |
| $^{57}\text{Co}$  | 124         | 約 0.1                 |
| $^{133}\text{Ba}$ | 340         | 約 0.4                 |
| $^{137}\text{Cs}$ | 660         | 約 1                   |

## 2) 環境場測定法

水準ポストによる環境 $\gamma$ 線量率測定と並行して、日本分析センターが NaI(Tl)スペクトロメータを用いて水準ポスト近傍の環境 $\gamma$ 線量率の測定を行い、その結果を比較検討した。

なお、検討基準は、水準ポストの測定値と日本分析センターの比較換算値\*の差が比較換算値に対して15%以内とした。

\*比較換算値は、水準ポストの測定値に含まれていると考えられる宇宙線寄与及びセルフドーズを考慮して、日本分析センターが周辺の測定結果から推定した値である。

## 3) 核種組成確認測定

日本分析センターが水準ポストの近傍に可搬型ゲルマニウム半導体検出器を設置して測定を行い、水準ポストで測定された線量率に寄与する放射性核種の組成を確認した。

### (3) 結果と考察

#### 1) 標準照射法

##### ① in-situ 校正

in-situ 校正の結果を表 4-3-1 に示す。

水準ポストの校正定数は 0.98~1.04 であり、メーカーによる機器調整が適切に実施されていると考えられた。

JCSS 校正証明書を福岡県以外の7道県に発行した。福岡県には、作業工程内の一部の項目で判断基準を満たせなかったことで、日本分析センターの規定上、校正証明書を発行していない。

##### ② エネルギー特性試験

エネルギー特性試験の結果を図 4-3-1 に示す。また、8地点の個別の結果を表 4-3-2(1)~(8)、図 4-3-2(1)~(8)に示す。

水準ポストの測定値は8地点全てにおいて、 $^{57}\text{Co}$  (124keV)、 $^{133}\text{Ba}$  (340keV) 及び $^{137}\text{Cs}$  (660keV) については日本分析センターの測定値と検討基準内で一致した。

$^{241}\text{Am}$  (60keV) については、8地点中4地点において検討基準よりも低めの結果であった。これは、水準ポストの検出器筐体や断熱カバー等が遮へいとなり、日本分析センターの測定値と比較して低めの結果となったものと考えられ、検出器の構造による影響が一因であると思われる。

なお、他のエネルギーについてはG(E)関数による線量率演算が適切に実施され、メーカーによる機器調整も適切に実施されていると考えられた。

## 2) 環境場測定法

環境場測定法の結果を表 4-3-3、図 4-3-3(1)～(8)に示す。

宇宙線及びセルフドーズの寄与を考慮して比較した結果、水準ポストの測定値は8地点全てにおいて、日本分析センターの比較換算値と比較して検討基準内で一致しており、周辺の環境 $\gamma$ 線量率が反映された測定値が得られているものと考えられた。

## 3) 核種組成確認測定

核種組成確認測定の結果を表 4-3-4(1)～(8)、図 4-3-4(1)～(16)に示す。

8地点のうち、水戸市 茨城県庁（茨城県）において人工放射性核種である $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ が検出された。また、岩見沢市 空知総合振興局（北海道）及び南部町 大気常時監視南部測定局（山梨県）の2地点で $^{137}\text{Cs}$ が検出された。茨城県については、放射性セシウムによる線量率寄与割合が約35%程度であったため、今後も物理減衰による線量率の低下が考えられる。また、北海道及び山梨県については、放射性セシウムによる線量率寄与割合が約1%程度であった。山口市 県環境保健センター大歳庁舎（山口県）でも $^{137}\text{Cs}$ が一部の測定地点で検出されたが、線量率寄与割合は0.1%未満であった。

それ以外の4地点については、人工放射性核種は検出されず、自然放射性核種による組成であることが確認できた。今後何らかの影響で線量率に変動があった場合に、人工放射性核種による影響または周辺環境の変化等を把握するための基礎データに資することができると考えられる。



表 4-3-1 in-situ 校正結果

|                             | 核種                | $\gamma$ 線<br>エネルギー<br>(keV) | 線量率<br>( $\mu$ Gy/h) | 校正<br>定数 | 不確かさ*<br>(%) |
|-----------------------------|-------------------|------------------------------|----------------------|----------|--------------|
| 岩見沢市 空知総合振興局<br>(北海道)       | $^{137}\text{Cs}$ | 660                          | 0.86                 | 1.03     | 6.7          |
| 能代市 山本地域振興局<br>(秋田県)        |                   |                              | 0.86                 | 1.04     |              |
| 水戸市 茨城県庁<br>(茨城県)           |                   |                              | 0.85                 | 1.02     |              |
| 南部町 大気常時監視南部測定局<br>(山梨県)    |                   |                              | 0.87                 | 1.04     |              |
| 大野市 大野市役所<br>(福井県)          |                   |                              | 0.85                 | 0.98     |              |
| 甲賀市 県甲賀保健所<br>(甲賀合同庁舎)(滋賀県) |                   |                              | 0.85                 | 0.98     |              |
| 山口市 県環境保健センター<br>大歳庁舎(山口県)  |                   |                              | 0.84                 | 0.98     |              |
| 太宰府市 県保健環境研究所<br>(福岡県)      |                   |                              | 0.85                 | 0.99     |              |

\*校正の不確かさは、拡張不確かさ( $k=2$ )を表す。

拡張不確かさは、ISO 国際文書” Guide to the expression of Uncertainty in Measurement (1995)” (「計測における不確かさの表現ガイド」)に基づき、合成標準不確かさと包含係数  $k=2$  から決定されたもので、約 95%の信頼の水準を持つと推定される区間を定めたものである。

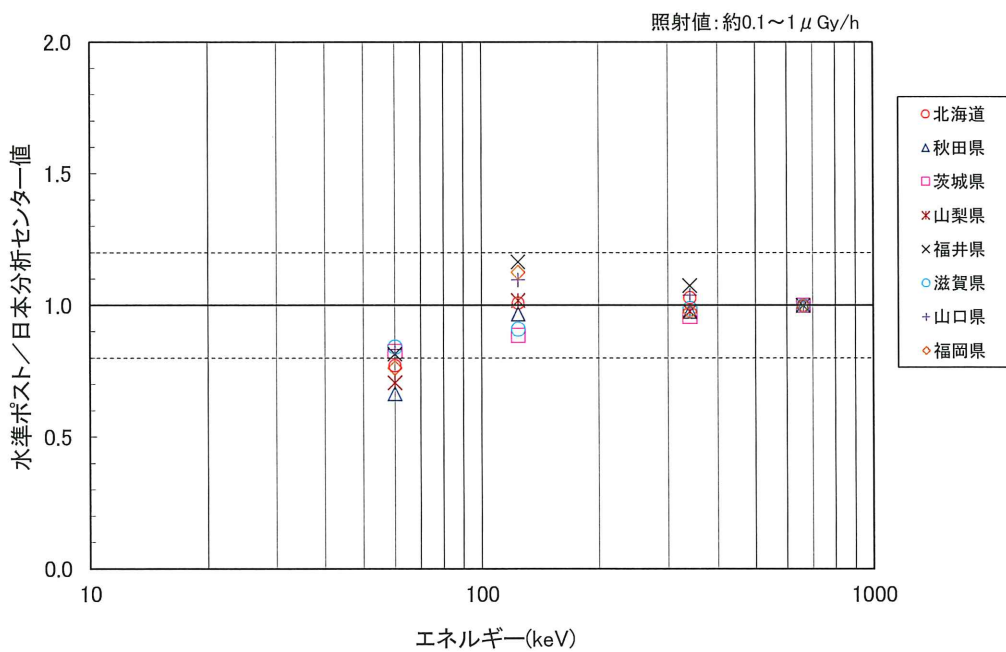
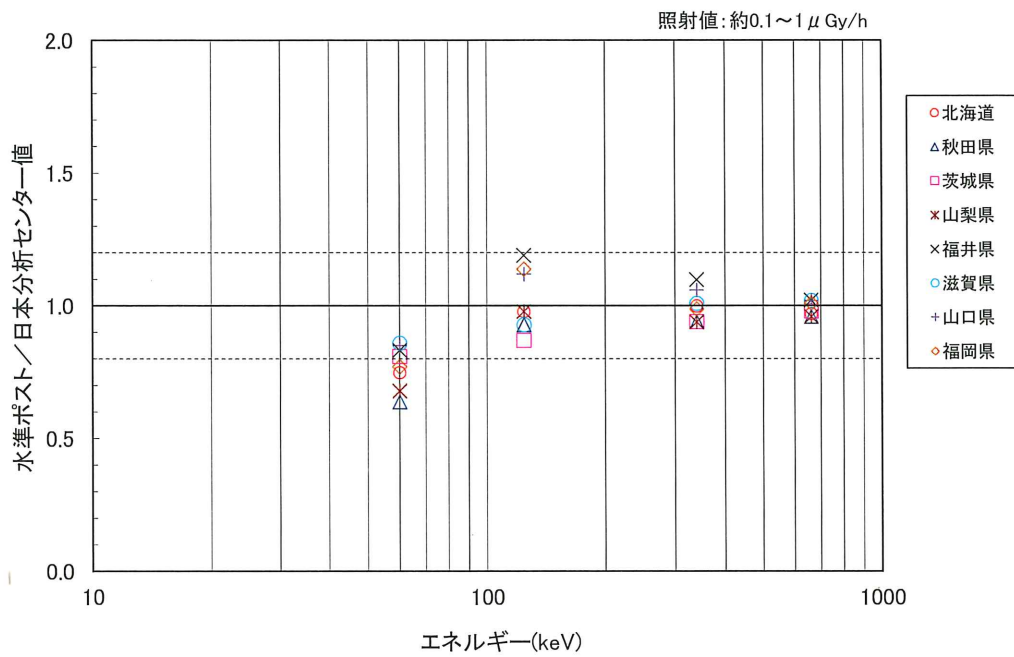


図 4-3-1 標準照射法比較結果

(上: 測定結果比較図、下: エネルギー特性図\*)

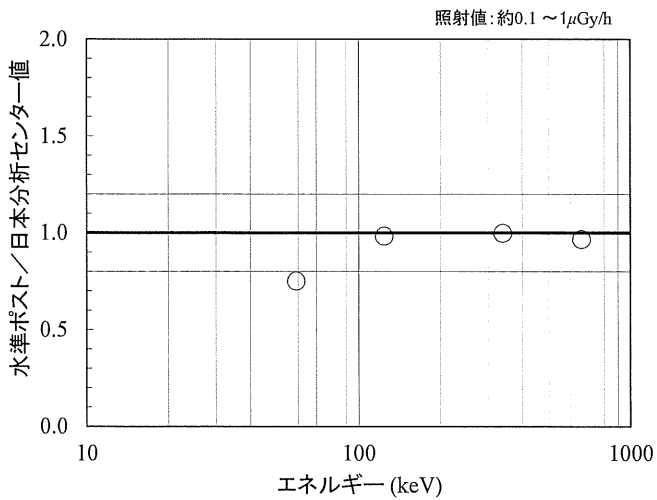
\*エネルギー特性図は、 $^{137}\text{Cs}$  の比較値で規格化した。

表 4-3-2(1) 標準照射法比較結果  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))

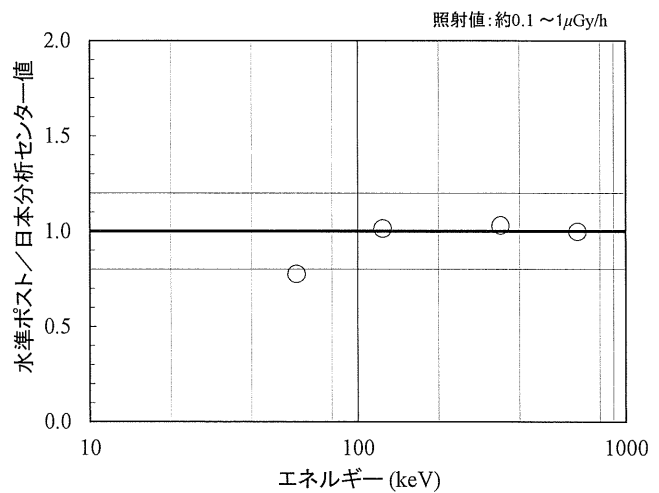
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0441              | 0.0586                         | 0.75  | 0.78          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.0744              | 0.0756                         | 0.98  | 1.02          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.361               | 0.361                          | 1.00  | 1.03          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.838               | 0.865                          | 0.97  | 1.00          |

\*1 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

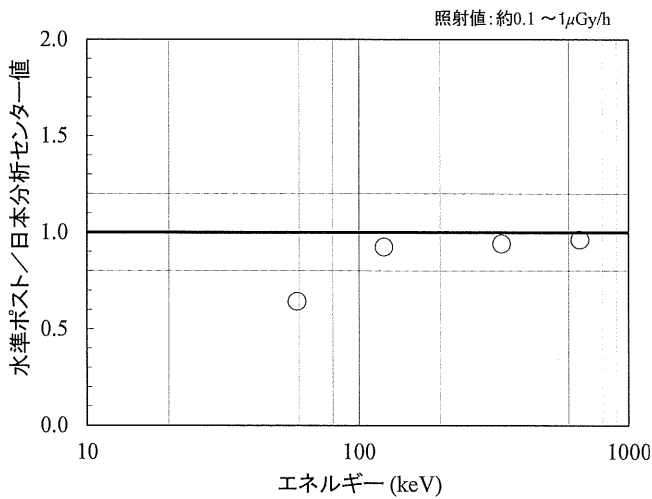
図 4-3-2(1) 標準照射法比較結果  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))

表 4-3-2(2) 標準照射法比較結果  
(能代市 山本地域振興局 (秋田県))

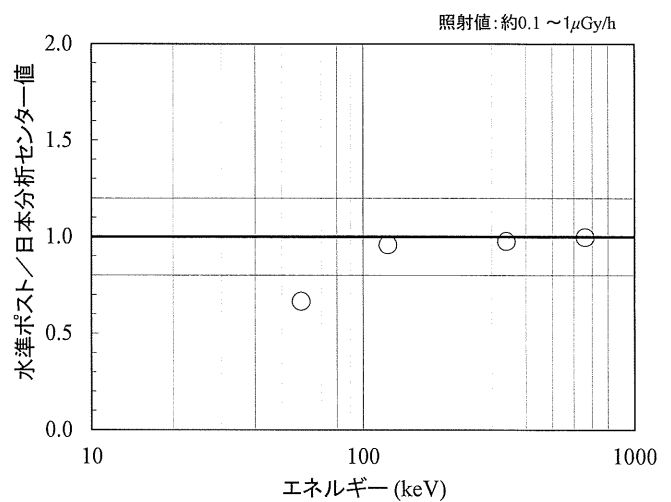
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト              | 日本分析<br>センター                  | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|--------------------|-------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μGy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μGy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0339             | 0.0526                        | 0.64  | 0.67          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.0792             | 0.0855                        | 0.93  | 0.96          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.350              | 0.371                         | 0.94  | 0.98          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.827              | 0.857                         | 0.96  | 1.00          |

\*1 水準ポスト／日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

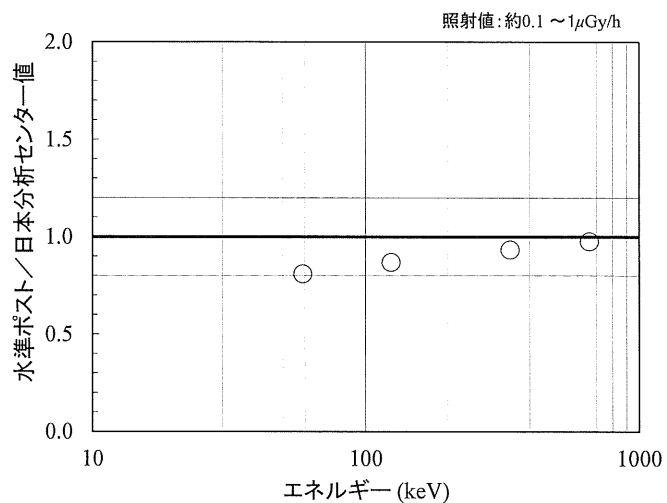
図 4-3-2(2) 標準照射法比較結果  
(能代市 山本地域振興局 (秋田県))

表 4-3-2(3) 標準照射法比較結果  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))

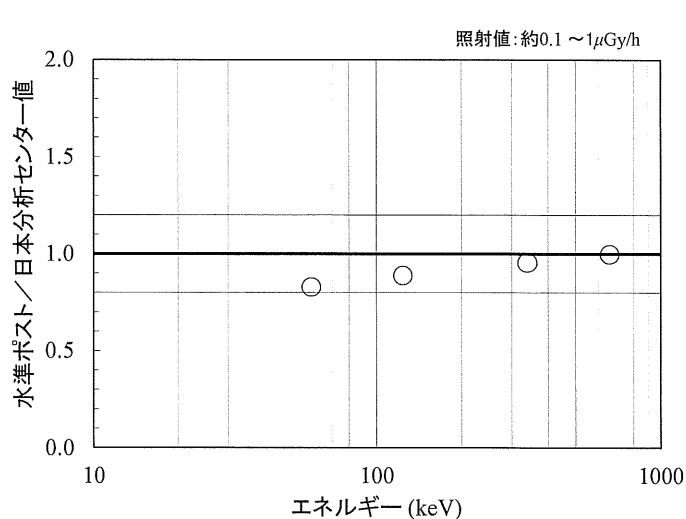
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0486              | 0.0598                         | 0.81  | 0.83          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.112               | 0.129                          | 0.87  | 0.89          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.333               | 0.356                          | 0.94  | 0.96          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.829               | 0.849                          | 0.98  | 1.00          |

\*1 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

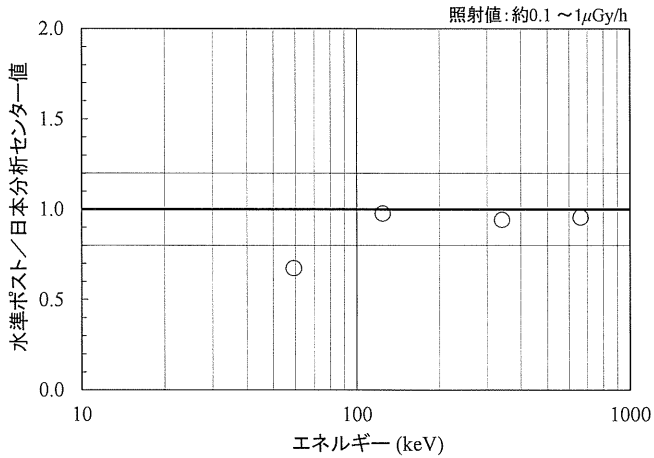
図 4-3-2(3) 標準照射法比較結果  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))

表 4-3-2(4) 標準照射法比較結果  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))

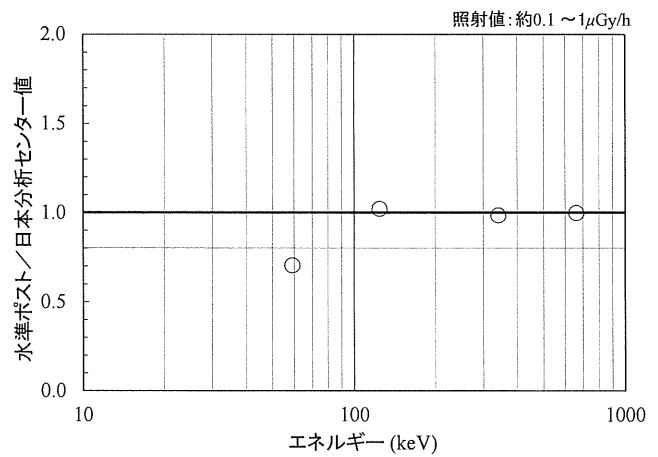
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値* <sup>1</sup> | エネルギー* <sup>2</sup><br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------|---------------------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |                   |                           |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0387              | 0.0573                         | 0.68              | 0.71                      |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.0716              | 0.0732                         | 0.98              | 1.02                      |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.348               | 0.369                          | 0.94              | 0.99                      |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.830               | 0.867                          | 0.96              | 1.00                      |

\*<sup>1</sup> 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*<sup>2</sup> <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

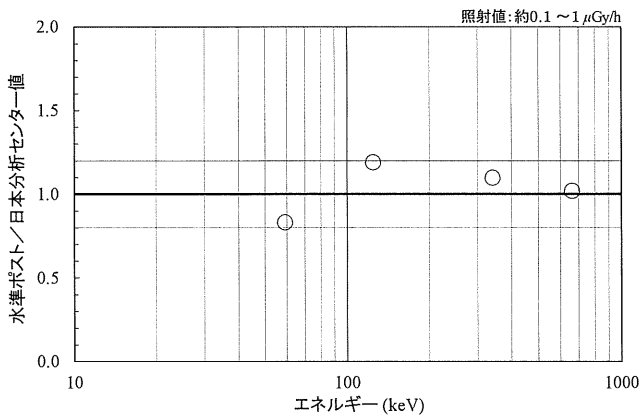
図 4-3-2(4) 標準照射法比較結果  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))

表 4-3-2(5) 標準照射法比較結果  
(大野市 大野市役所 (福井県))

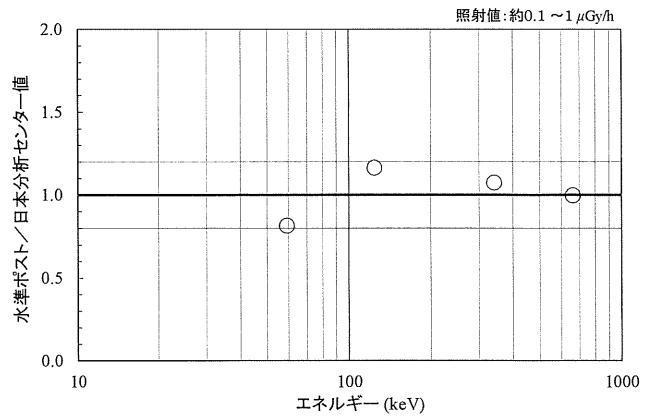
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0489              | 0.0586                         | 0.83  | 0.82          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.158               | 0.133                          | 1.19  | 1.17          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.393               | 0.357                          | 1.10  | 1.08          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.872               | 0.853                          | 1.02  | 1.00          |

\*1 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

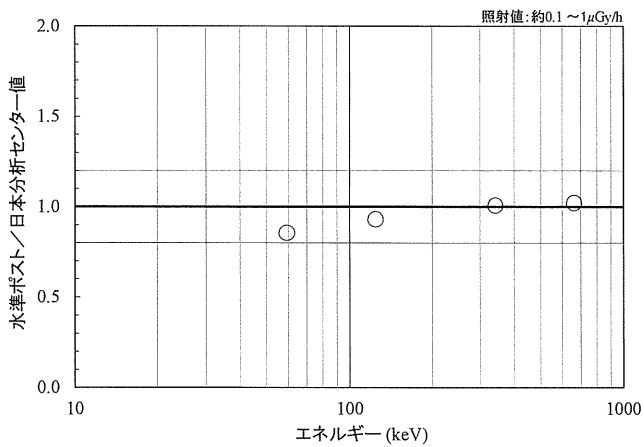
図 4-3-2(5) 標準照射法比較結果  
(大野市 大野市役所 (福井県))

表 4-3-2(6) 標準照射法比較結果  
 (甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))

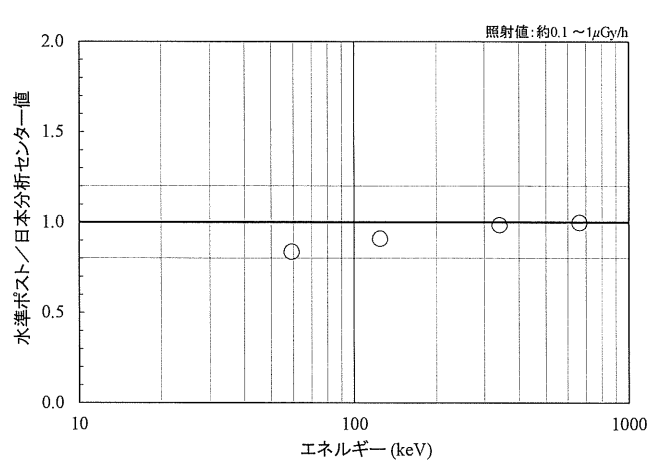
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0487              | 0.0568                         | 0.86  | 0.84          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.0620              | 0.0665                         | 0.93  | 0.91          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.356               | 0.353                          | 1.01  | 0.99          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.875               | 0.855                          | 1.02  | 1.00          |

\*1 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

図 4-3-2(6) 標準照射法比較結果  
 (甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))

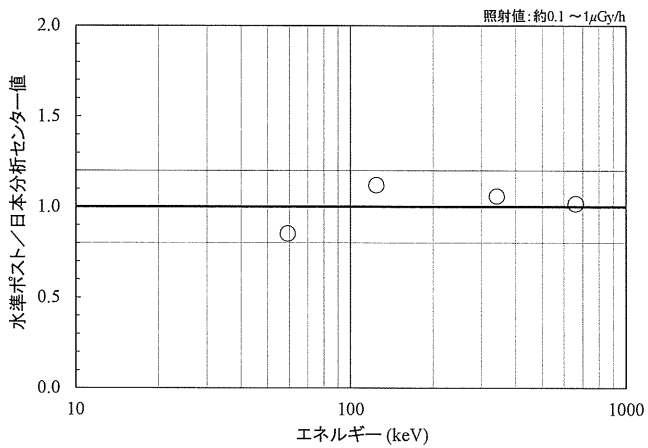


表 4-3-2(7) 標準照射法比較結果  
 (山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))

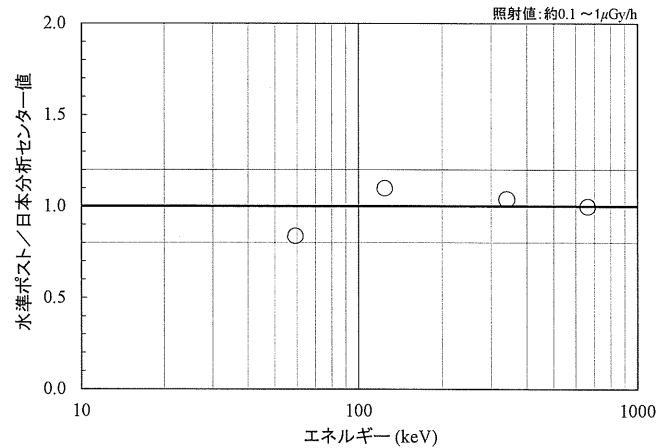
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0479              | 0.0561                         | 0.85  | 0.84          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.153               | 0.136                          | 1.12  | 1.10          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.371               | 0.350                          | 1.06  | 1.04          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.861               | 0.845                          | 1.02  | 1.00          |

\*1 水準ポスト／日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

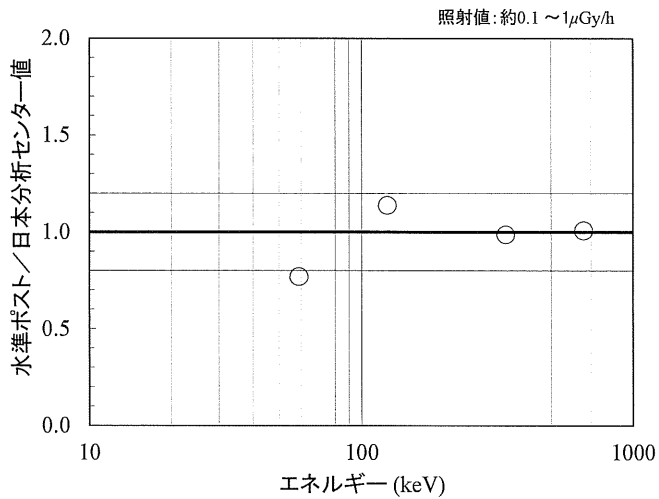
図 4-3-2(7) 標準照射法比較結果  
 (山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))

表 4-3-2(8) 標準照射法比較結果  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

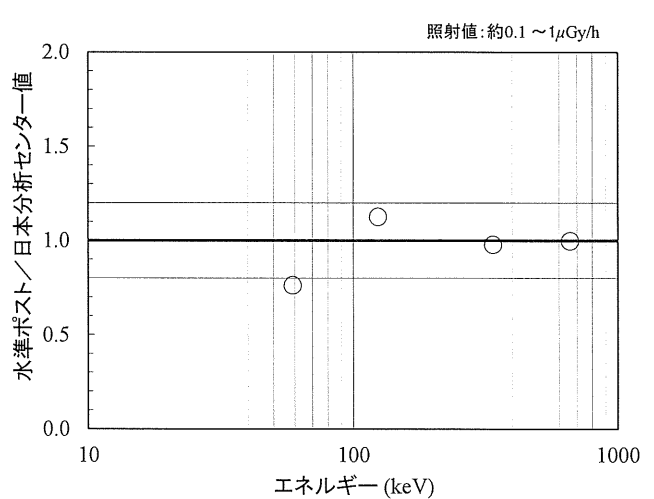
| 核種                | γ線<br>エネルギー<br>(keV) | 水準ポスト               | 日本分析<br>センター                   | 比較値*1 | エネルギー*2<br>特性 |
|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------|-------|---------------|
|                   |                      | NaI モニタ<br>(μ Gy/h) | 21L 空気等価<br>電離箱線量計<br>(μ Gy/h) |       |               |
| <sup>241</sup> Am | 60                   | 0.0515              | 0.0668                         | 0.77  | 0.76          |
| <sup>57</sup> Co  | 124                  | 0.142               | 0.124                          | 1.14  | 1.13          |
| <sup>133</sup> Ba | 340                  | 0.366               | 0.370                          | 0.99  | 0.98          |
| <sup>137</sup> Cs | 660                  | 0.855               | 0.847                          | 1.01  | 1.00          |

\*1 水準ポスト/日本分析センター測定値

\*2 <sup>137</sup>Cs の比較値で規格化した



測定結果比較図



エネルギー特性図

図 4-3-2(8) 標準照射法比較結果  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

表 4-3-3 環境場測定法 測定結果比較一覧

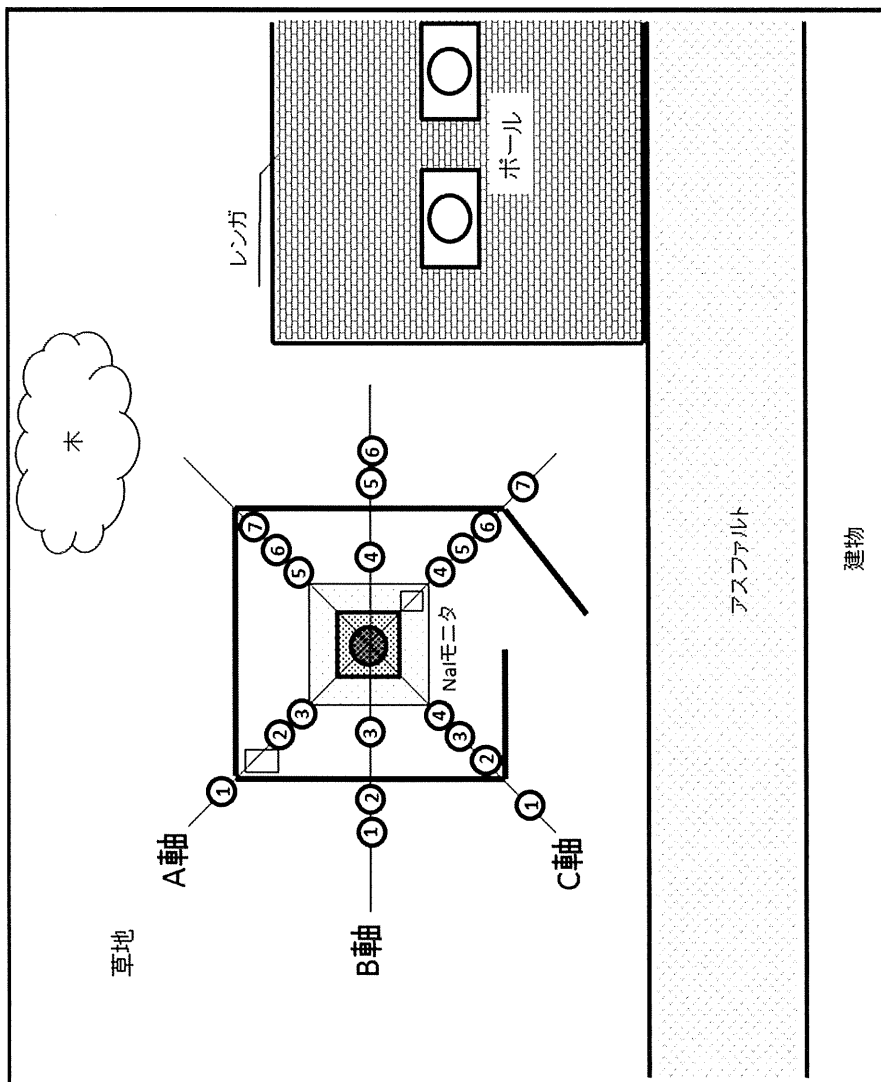
| 水準ポスト地点名                  | [A]<br>水準ポスト<br>指示値 <sup>1)</sup><br>(nGy/h) | [B]<br>NaI(Tl)スペクトロメータ<br>測定結果からの比較換算値 <sup>2)</sup><br>(nGy/h) | [A] / [B] |
|---------------------------|--|---|-----------|
| 岩見沢市 空知総合振興局 (北海道)        | 40.2 ± 1.1                                   | 37.7  | 1.07      |
| 能代市 山本地域振興局 (秋田県)         | 40.7 ± 1.1                                   | 37.8  | 1.08      |
| 水戸市 茨城県庁 (茨城県)            | 57.0 ± 1.7                                   | 58.1  | 0.98      |
| 南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県)     | 36.4 ± 1.1                                   | 35.3  | 1.03      |
| 大野市 大野市役所 (福井県)           | 50.6 ± 2.0                                   | 52.5  | 0.96      |
| 甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県) | 73.6 ± 2.4                                   | 79.4  | 0.93      |
| 山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県)   | 94.6 ± 2.0                                   | 85.7  | 1.10      |
| 太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県)       | 36.8 ± 1.0                                   | 32.6  | 1.13      |

<sup>1)</sup> 環境場測定法実施時間内の全データの平均値と標準偏差

<sup>2)</sup> 宇宙線寄与線量率及びセルドーズ寄与分を評価し、3軸の荷重平均値から差し引き、更に水準ポストの同寄与線量率を含めて推定した値

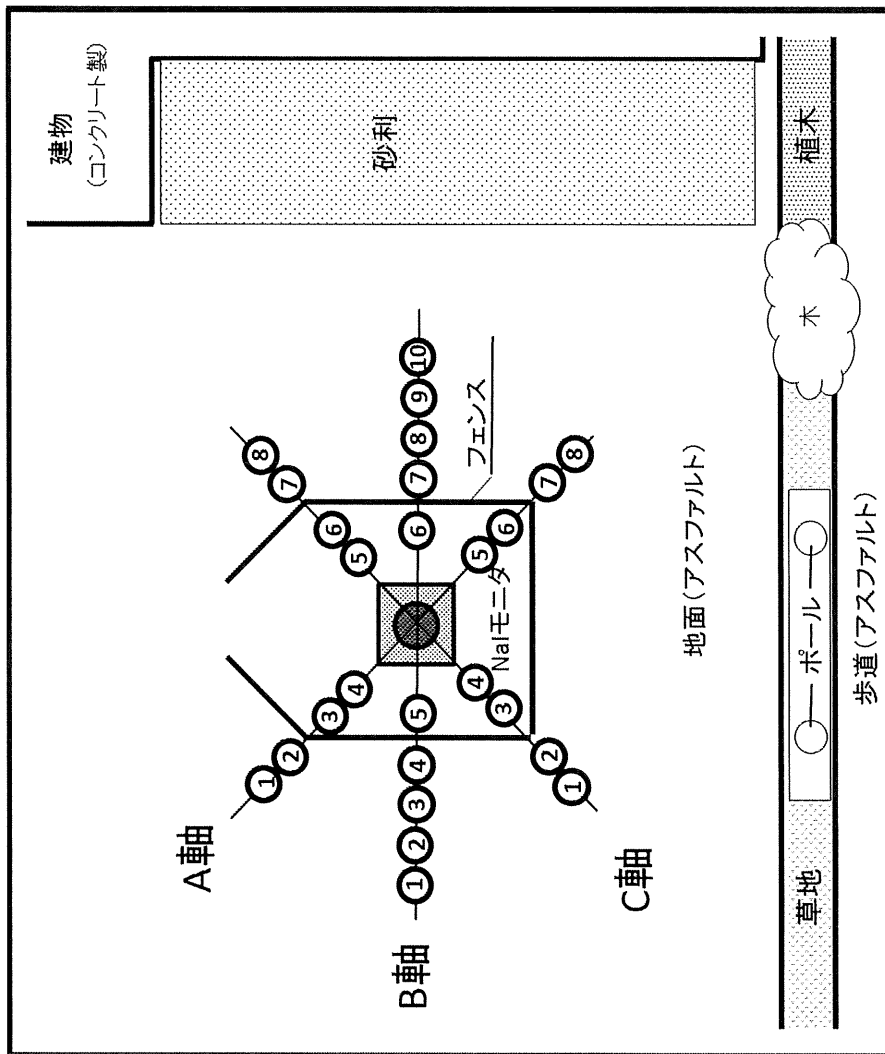
比較換算値 = 3軸の荷重平均値 - (NaI(Tl)スペクトロメータ：宇宙線寄与+セルフドーズ)

+ (水準ポスト：宇宙線寄与+セルフドーズ)



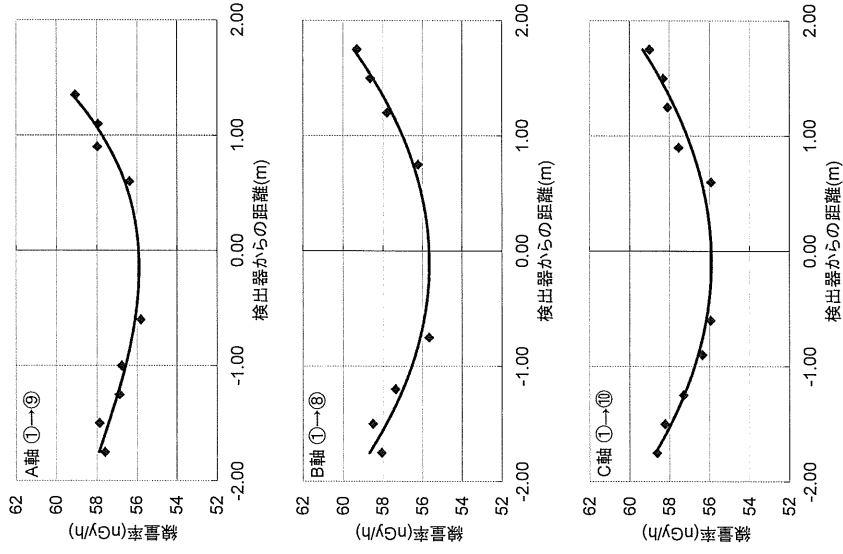
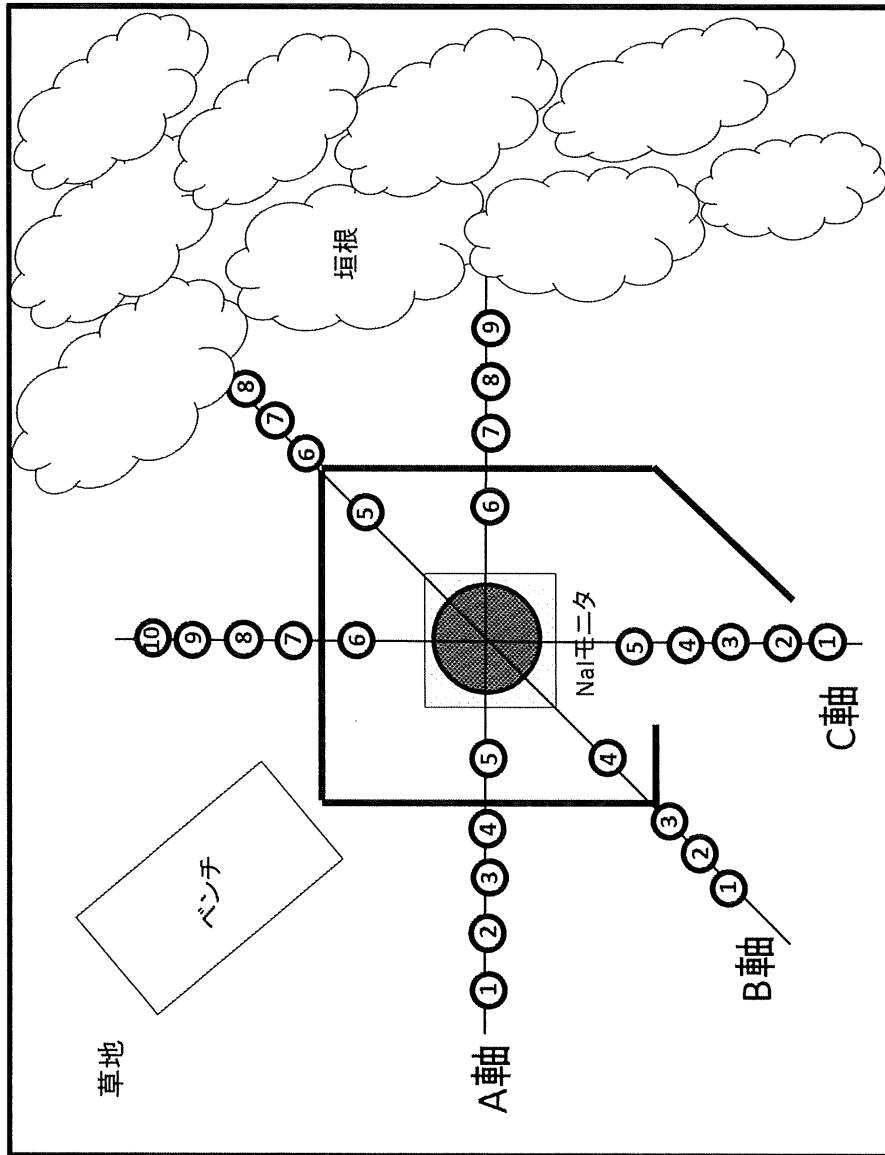
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(1) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))



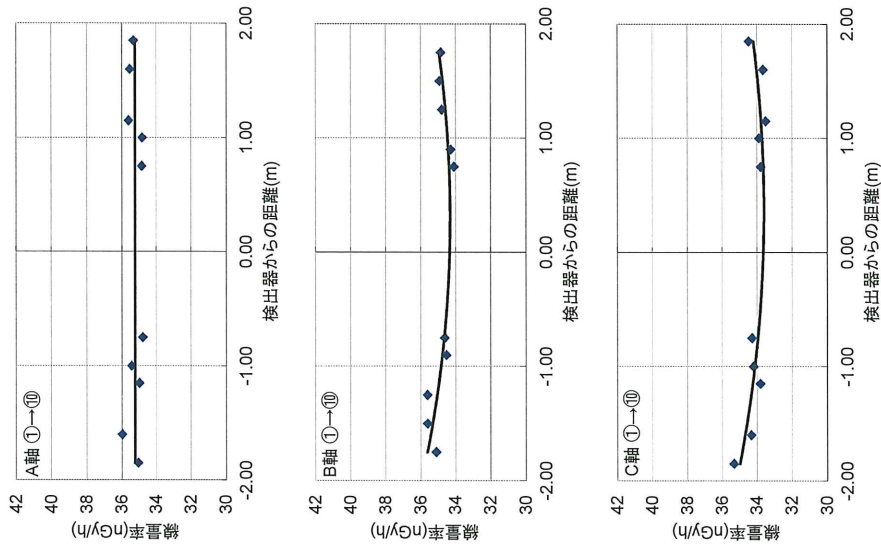
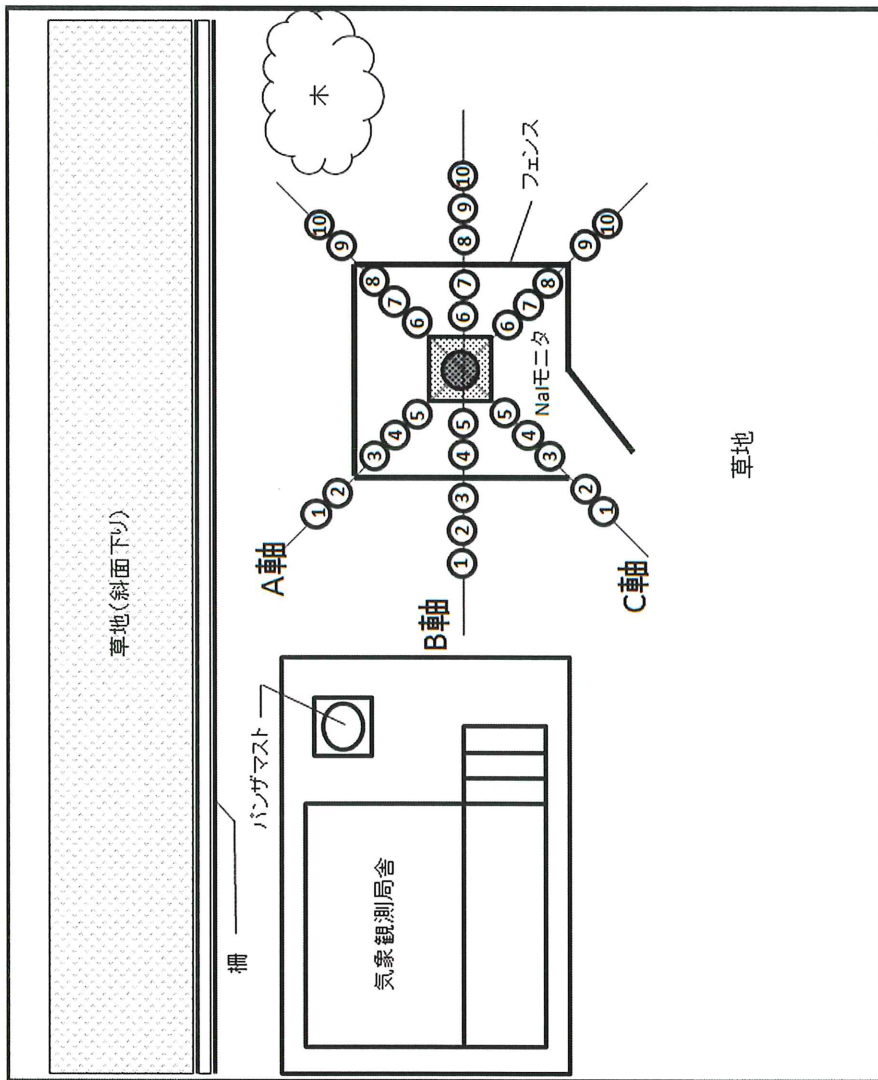
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(2) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(能代市 山本地域振興局 (秋田県))



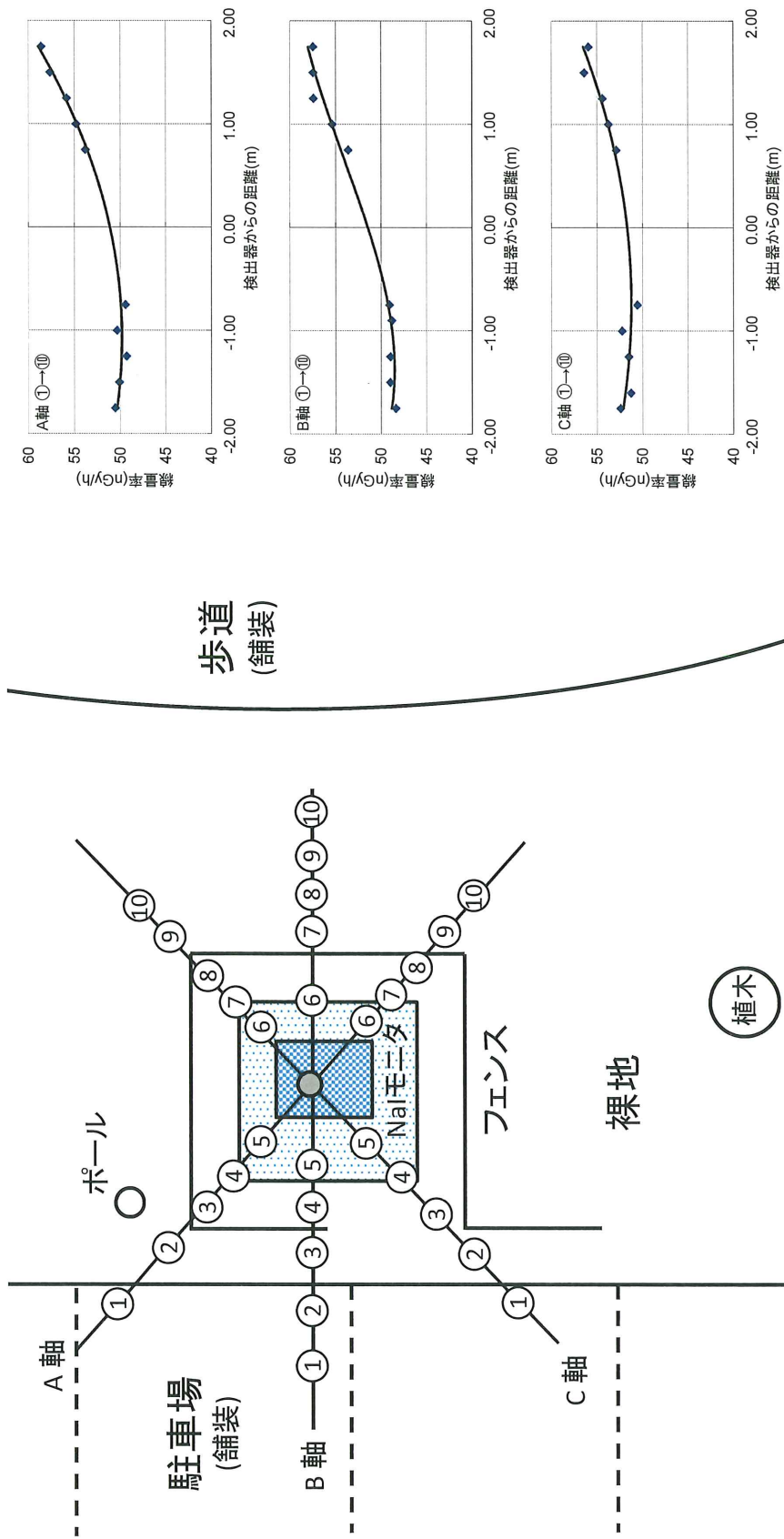
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(3) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

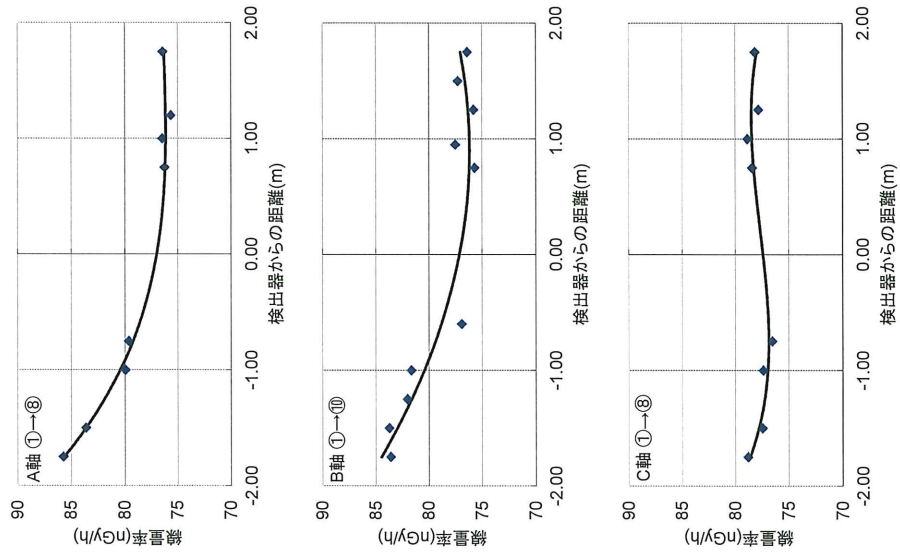
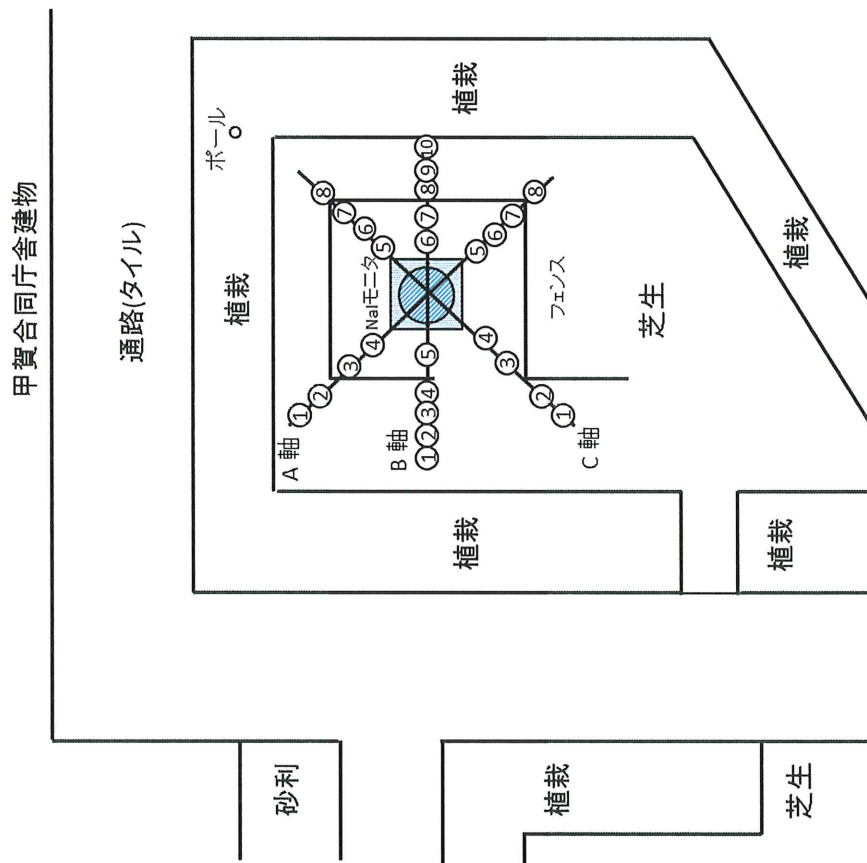
図 4-3-3(4) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

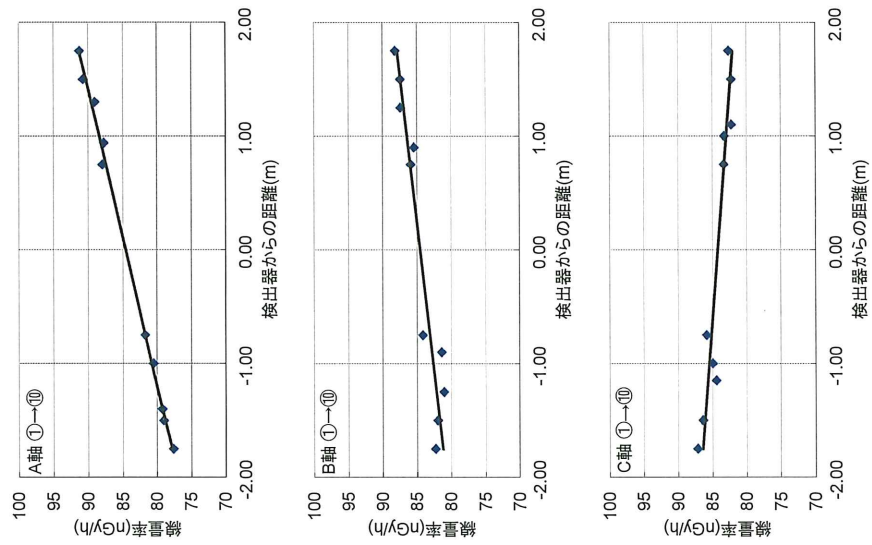
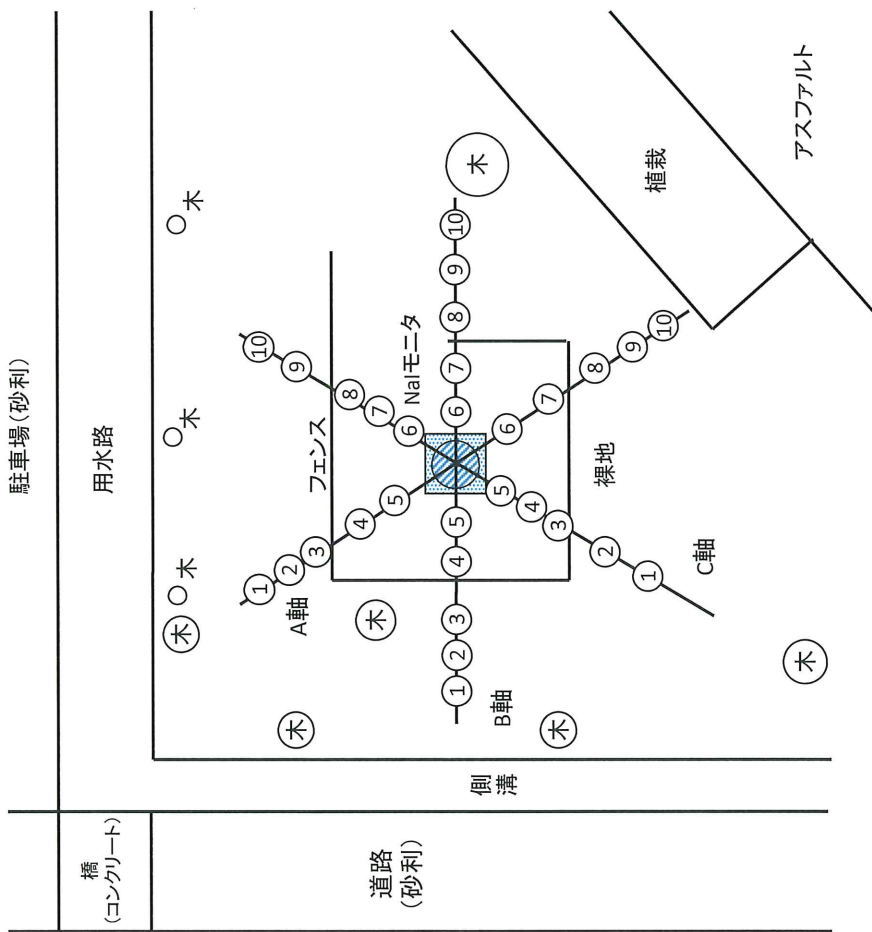
図 4-3-3 (5) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(大野市 大野市役所 (福井県))





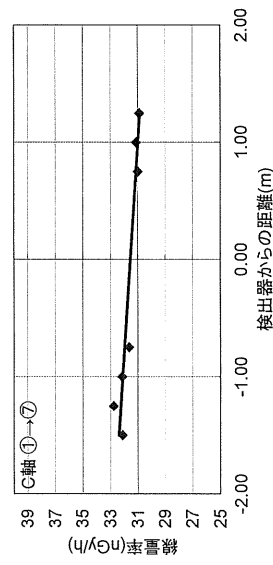
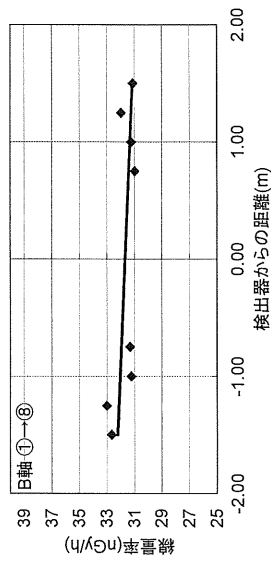
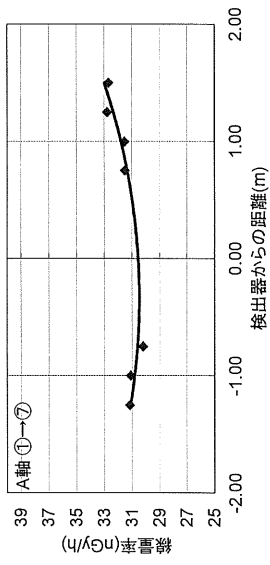
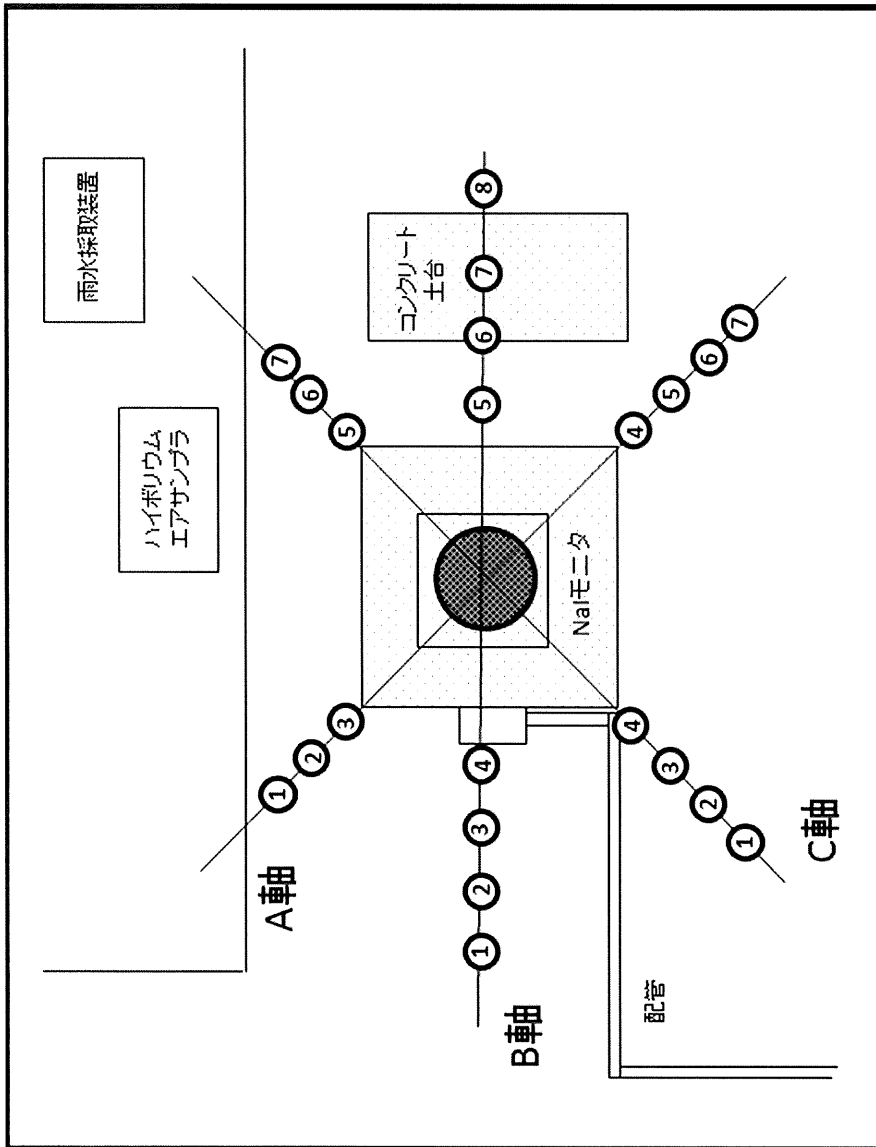
○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(6) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(7) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))



○付き数字は日本分析センターの測定番号を示す

図 4-3-3(8) 環境場測定法 測定地点と空間放射線量率分布図  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

表 4-3-4(1) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列        |           | トリウム系列       |           | <sup>40</sup> K |           | <sup>137</sup> Cs |           |
|------|---------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------------|-----------|-------------------|-----------|
|      |                     | 線量率<br>nGy/h | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h    | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h      | 組成比率<br>% |
| 1    | 32.4                | 6.86         | 21.2      | 11.2         | 34.6      | 14.1            | 43.5      | 0.230             | 0.7       |
| 2    | 32.3                | 7.18         | 22.3      | 11.1         | 34.4      | 13.8            | 42.8      | 0.180             | 0.6       |
| 3    | 33.7                | 8.11         | 24.1      | 11.4         | 33.8      | 14.1            | 41.8      | 0.100             | 0.3       |
| 4    | 31.6                | 6.95         | 22.0      | 11.0         | 34.8      | 13.5            | 42.7      | 0.152             | 0.5       |
| 平均   | 32.5                | 7.28         | 22.4      | 11.2         | 34.4      | 13.9            | 42.7      | 0.166             | 0.5       |

- \*全地点において、その他検出された人工放射性核種はなかった。
- \*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。

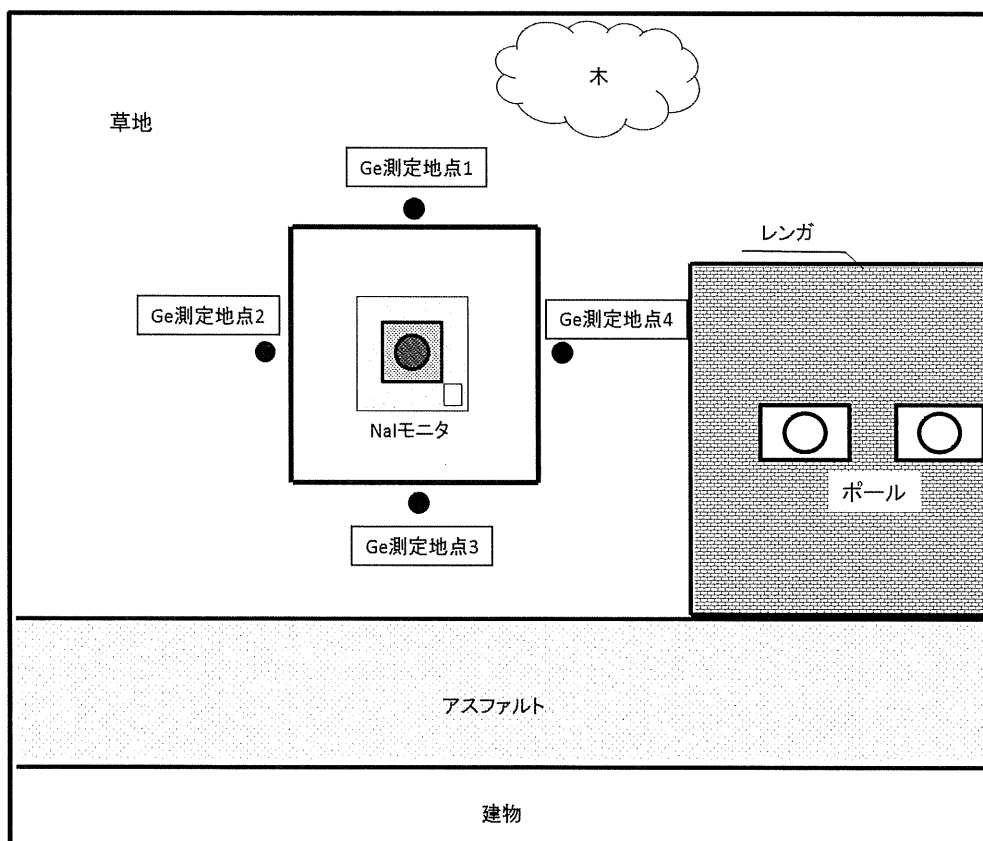


図 4-3-4(1) Ge 検出器測定地点  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))

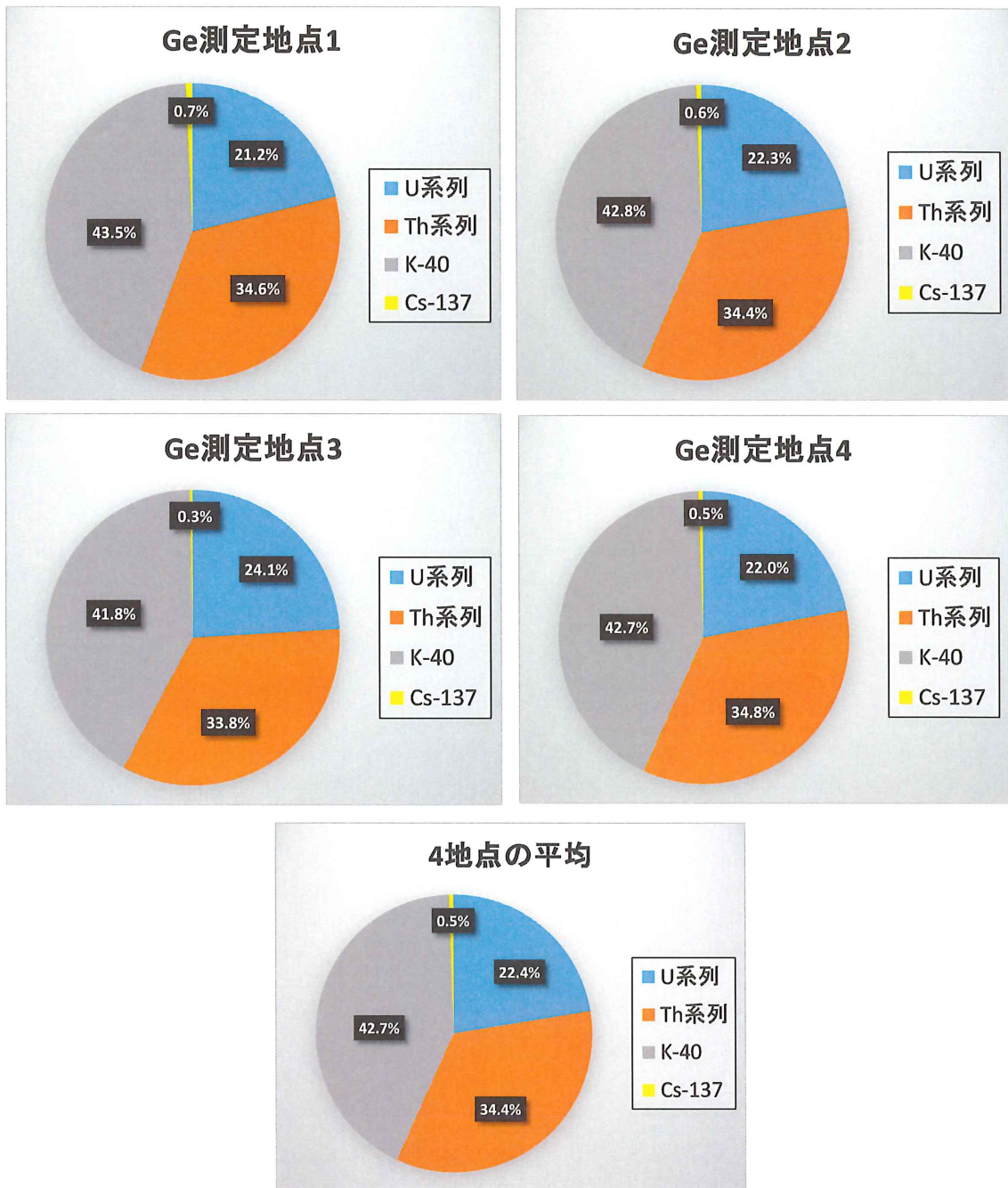


図 4-3-4(2) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(岩見沢市 空知総合振興局 (北海道))

表 4-3-4(2) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(能代市 山本地域振興局 (秋田県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    |
| 1    | 29.3                | 6.96  | 23.7 | 8.65   | 29.5 | 13.7            | 46.7 |
| 2    | 28.7                | 6.36  | 22.2 | 8.66   | 30.1 | 13.7            | 47.7 |
| 3    | 28.6                | 7.15  | 25.0 | 7.39   | 25.9 | 14.0            | 49.1 |
| 4    | 32.6                | 7.63  | 23.5 | 9.12   | 28.0 | 15.8            | 48.5 |
| 平均   | 29.8                | 7.03  | 23.6 | 8.45   | 28.4 | 14.3            | 48.0 |

\*全地点において、検出された人工放射性核種はなかった。

\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。なお、測定面は土壌とは異なるが、同一と仮定して解析した。

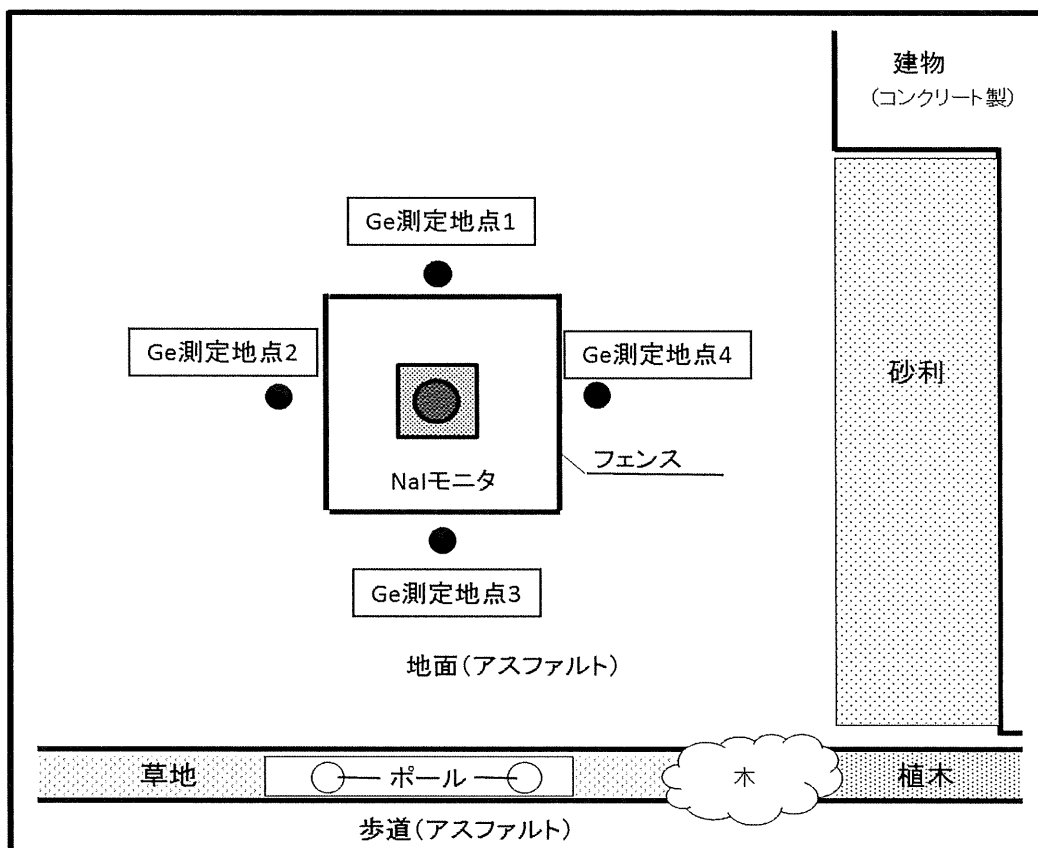


図 4-3-4(3) Ge 検出器測定地点

(能代市 山本地域振興局 (秋田県))

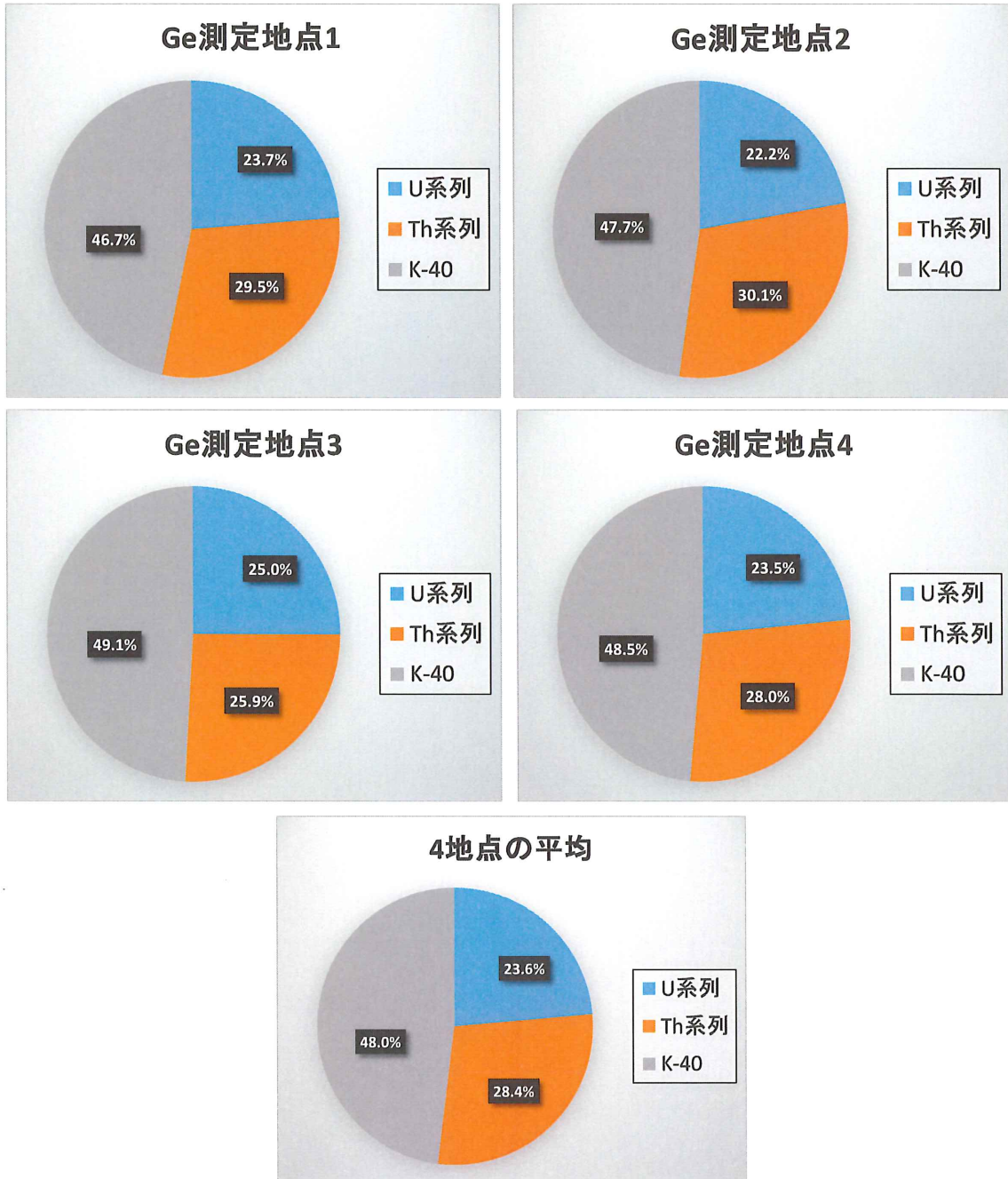


図 4-3-4(4) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(能代市 山本地域振興局 (秋田県))

表 4-3-4(3) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列        |           | トリウム系列       |           | <sup>40</sup> K |           | <sup>134</sup> Cs |           | <sup>137</sup> Cs |           |
|------|---------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|-----------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
|      |                     | 線量率<br>nGy/h | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h    | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h      | 組成比率<br>% | 線量率<br>nGy/h      | 組成比率<br>% |
| 1    | 52.6                | 7.54         | 14.3      | 12.5         | 23.8      | 14.7            | 28.0      | 3.66              | 6.9       | 14.2              | 26.9      |
| 2    | 50.4                | 5.77         | 11.4      | 12.4         | 24.6      | 14.4            | 28.6      | 3.75              | 7.5       | 14.0              | 27.9      |
| 3    | 51.0                | 5.75         | 11.3      | 11.6         | 22.8      | 14.1            | 27.7      | 4.11              | 8.0       | 15.4              | 30.1      |
| 平均   | 51.3                | 6.35         | 12.4      | 12.2         | 23.7      | 14.4            | 28.1      | 3.84              | 7.5       | 14.5              | 28.3      |

\*全地点において、その他検出された人工放射性核種はなかった。

\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。

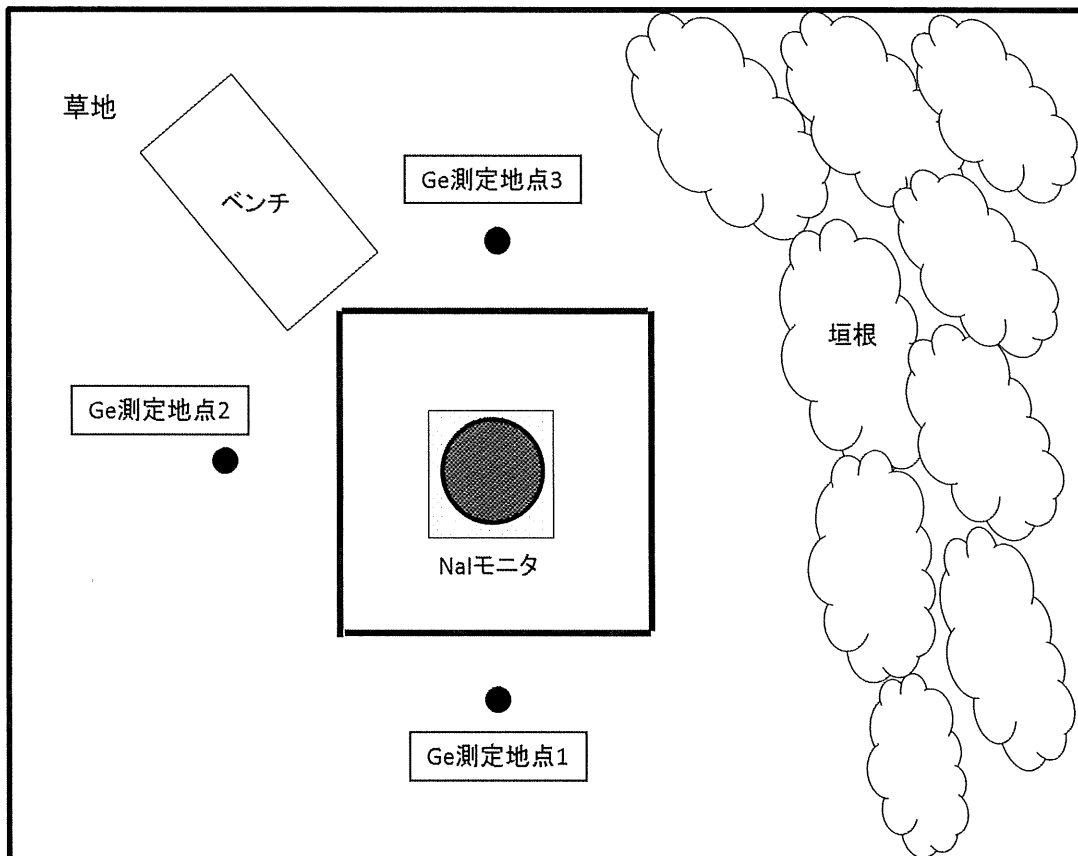


図 4-3-4(5) Ge 検出器測定地点  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))



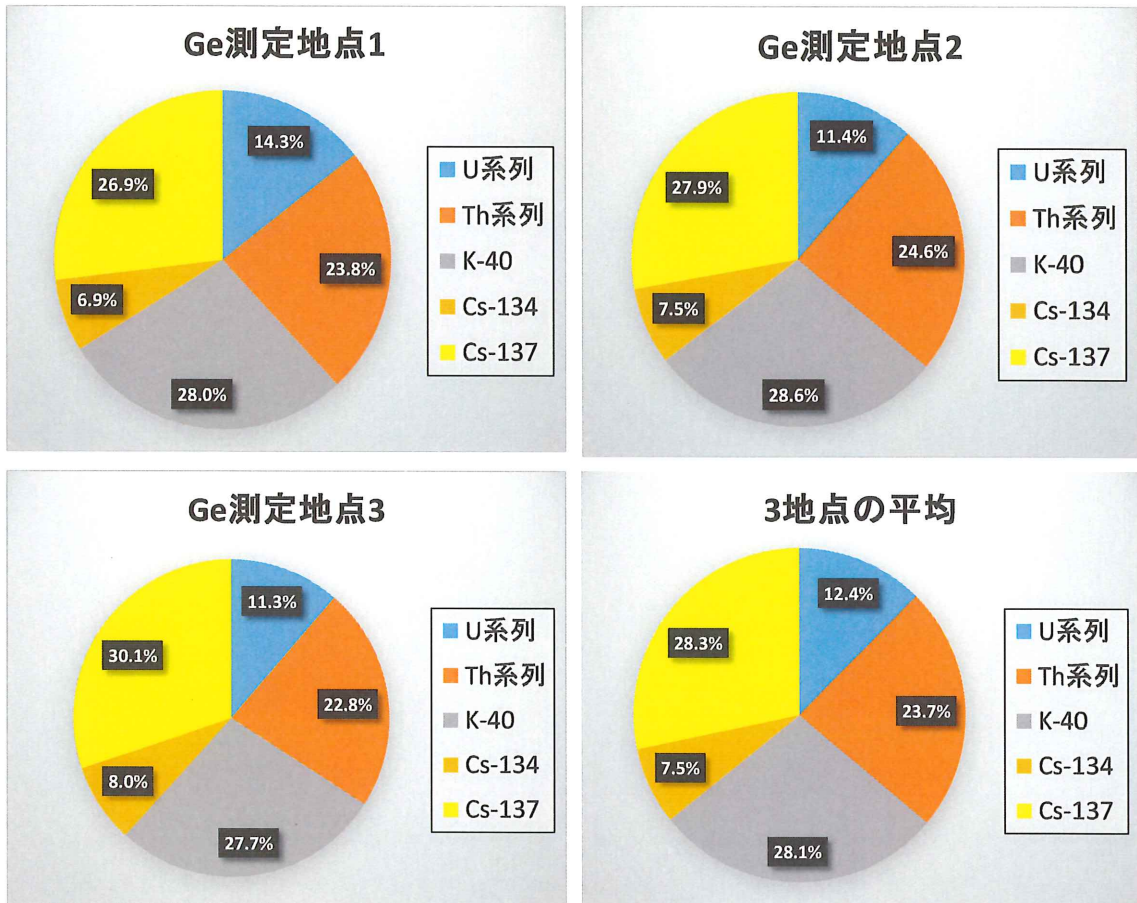


図 4-3-4(6) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(水戸市 茨城県庁 (茨城県))

表 4-3-4(4) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      | <sup>137</sup> Cs |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|-------------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 | 線量率               | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    | nGy/h             | %    |
| 1    | 32.8                | 6.65  | 20.3 | 10.9   | 33.4 | 14.9            | 45.4 | 0.303             | 0.9  |
| 2    | 32.2                | 6.58  | 20.4 | 10.9   | 33.9 | 14.4            | 44.8 | 0.264             | 0.8  |
| 3    | 33.1                | 6.44  | 19.4 | 10.6   | 32.0 | 15.8            | 47.6 | 0.321             | 1.0  |
| 4    | 32.9                | 5.98  | 18.2 | 11.6   | 35.4 | 14.9            | 45.4 | 0.360             | 1.1  |
| 平均   | 32.7                | 6.41  | 19.6 | 11.0   | 33.7 | 15.0            | 45.8 | 0.312             | 1.0  |

\*全地点において、その他検出された人工放射性核種はなかった。

\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。

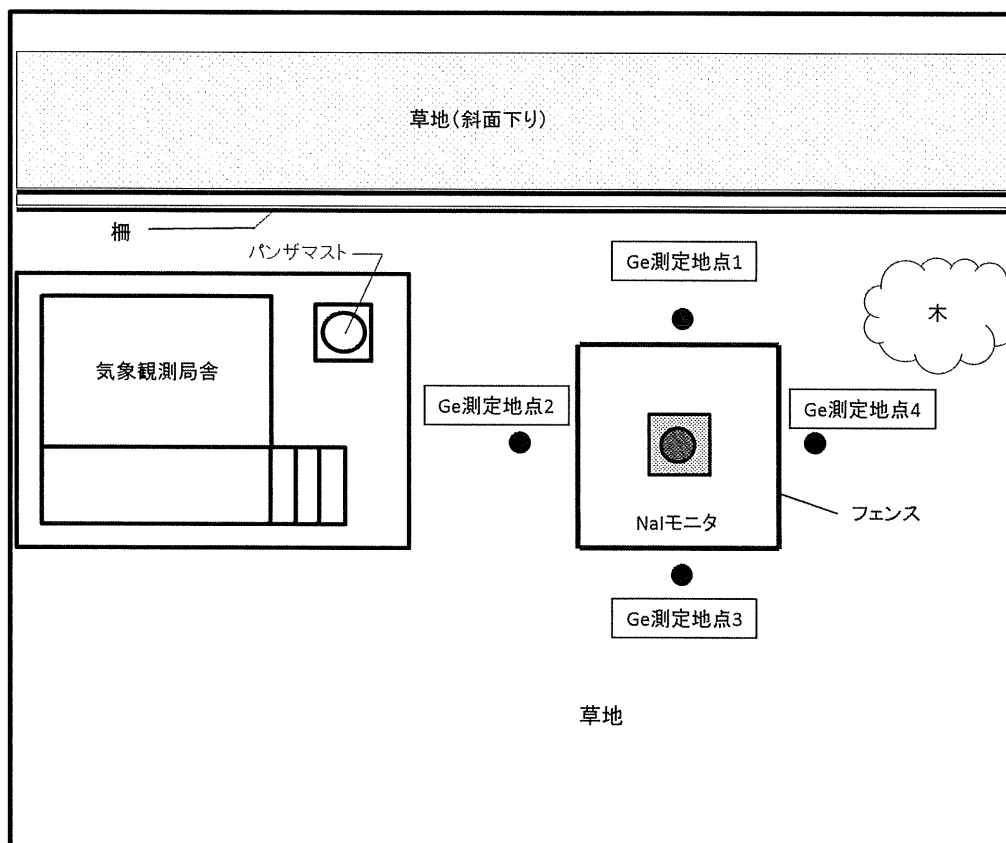


図 4-3-4(7) Ge 検出器測定地点  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))

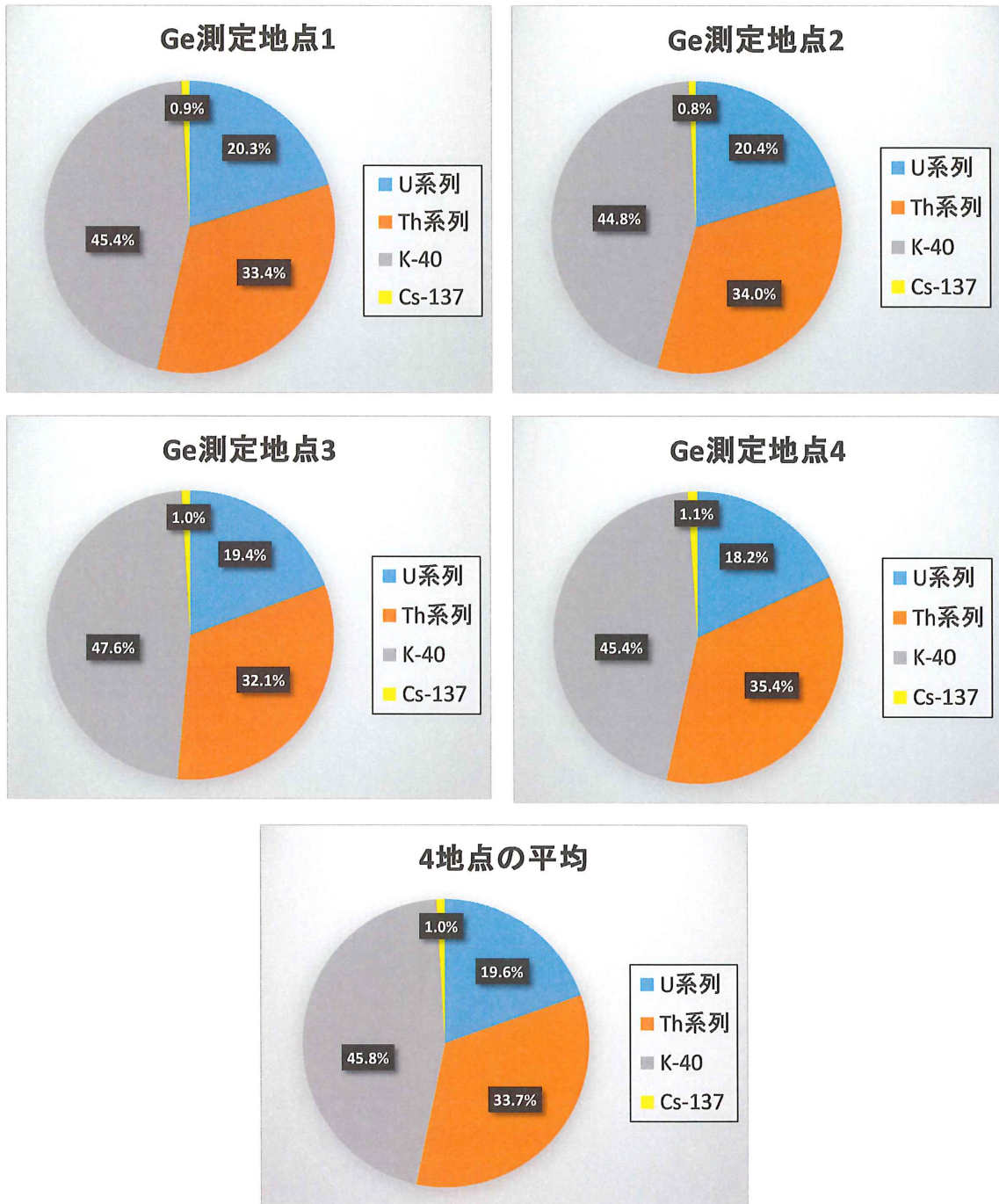


図 4-3-4(8) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(南部町 大気常時監視南部測定局 (山梨県))

表 4-3-4(5) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(大野市 大野市役所 (福井県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    |
| 1    | 59.0                | 12.5  | 21.2 | 23.4   | 39.7 | 23.1            | 39.2 |
| 2    | 54.1                | 10.5  | 19.4 | 20.9   | 38.6 | 22.7            | 42.0 |
| 3    | 55.8                | 11.8  | 21.1 | 21.2   | 38.0 | 22.8            | 40.9 |
| 4    | 44.4                | 10.4  | 23.4 | 15.6   | 35.1 | 18.4            | 41.4 |
| 平均   | 53.3                | 11.3  | 21.3 | 20.3   | 37.9 | 21.8            | 40.9 |

\*全地点において、検出された人工放射性核種はなかった。

\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。なお、測定地点 4 の測定面は土壌とは異なるが、同一と仮定して解析した。

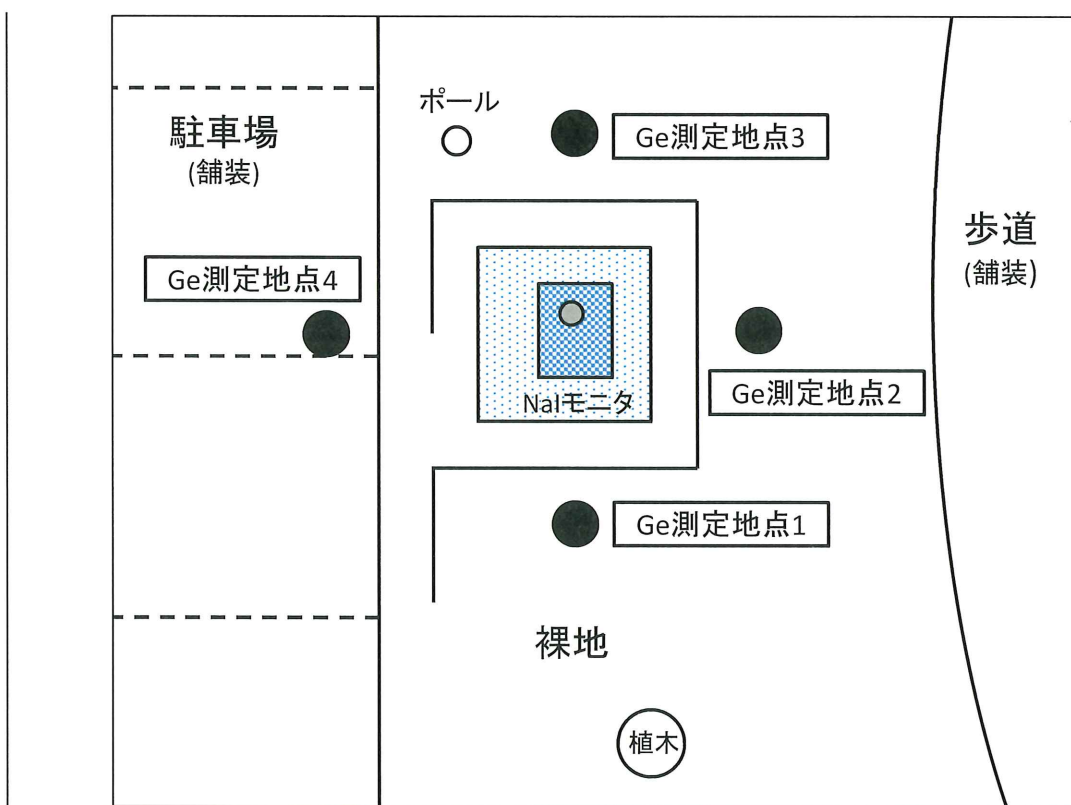


図 4-3-4(9) Ge 検出器測定地点  
(大野市 大野市役所 (福井県))

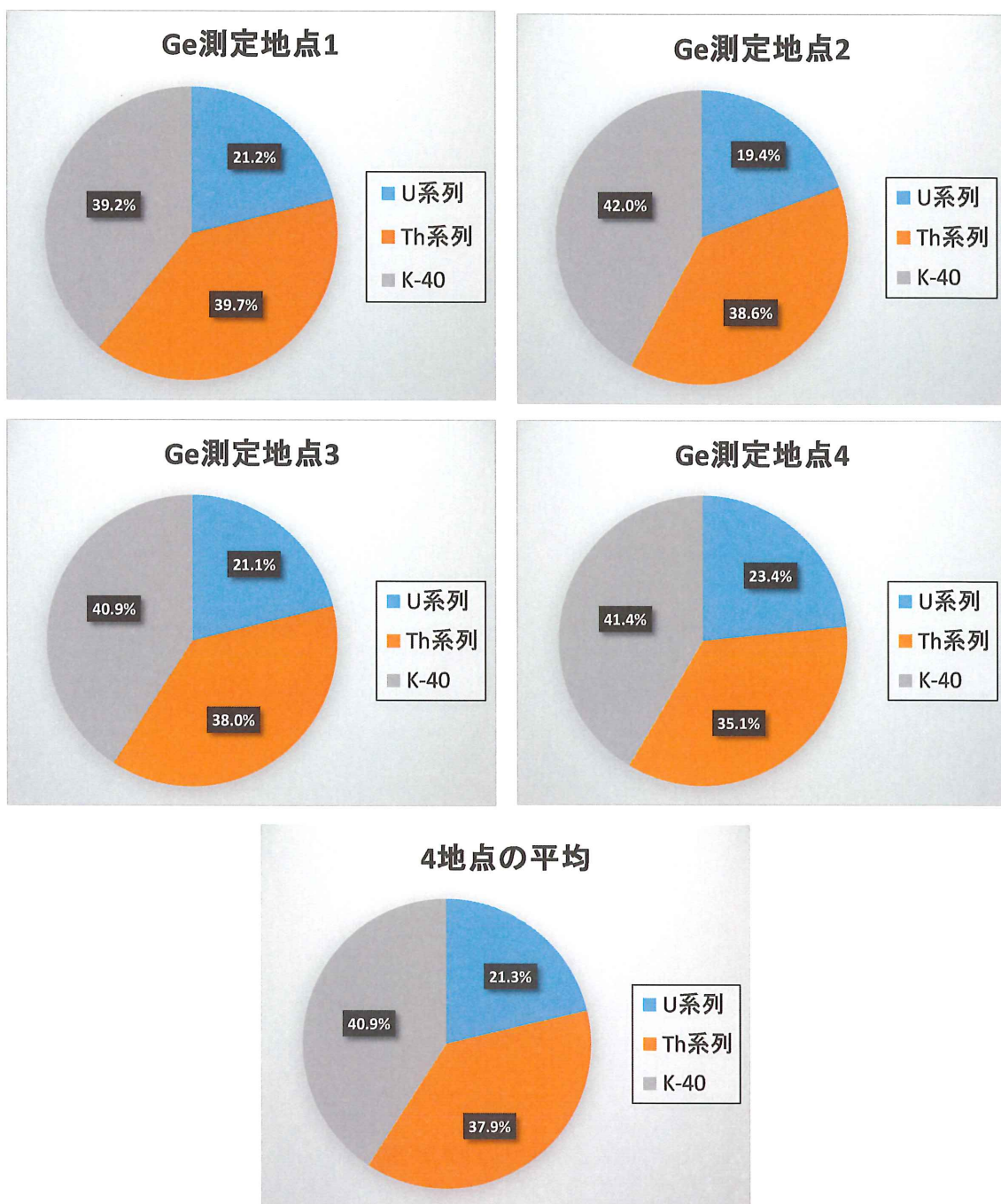


図 4-3-4 (10) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(大野市 大野市役所 (福井県))

表 4-3-4(6) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    |
| 1    | 81.7                | 16.2  | 19.9 | 30.8   | 37.7 | 34.6            | 42.4 |
| 2    | 76.0                | 15.0  | 19.7 | 28.6   | 37.6 | 32.4            | 42.7 |
| 3    | 76.9                | 14.9  | 19.3 | 29.9   | 38.8 | 32.1            | 41.8 |
| 4    | 81.5                | 15.8  | 19.4 | 32.5   | 39.9 | 33.1            | 40.7 |
| 平均   | 79.0                | 15.5  | 19.6 | 30.4   | 38.5 | 33.1            | 41.9 |

- \*全地点において、検出された人工放射性核種はなかった。
- \*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5\text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。

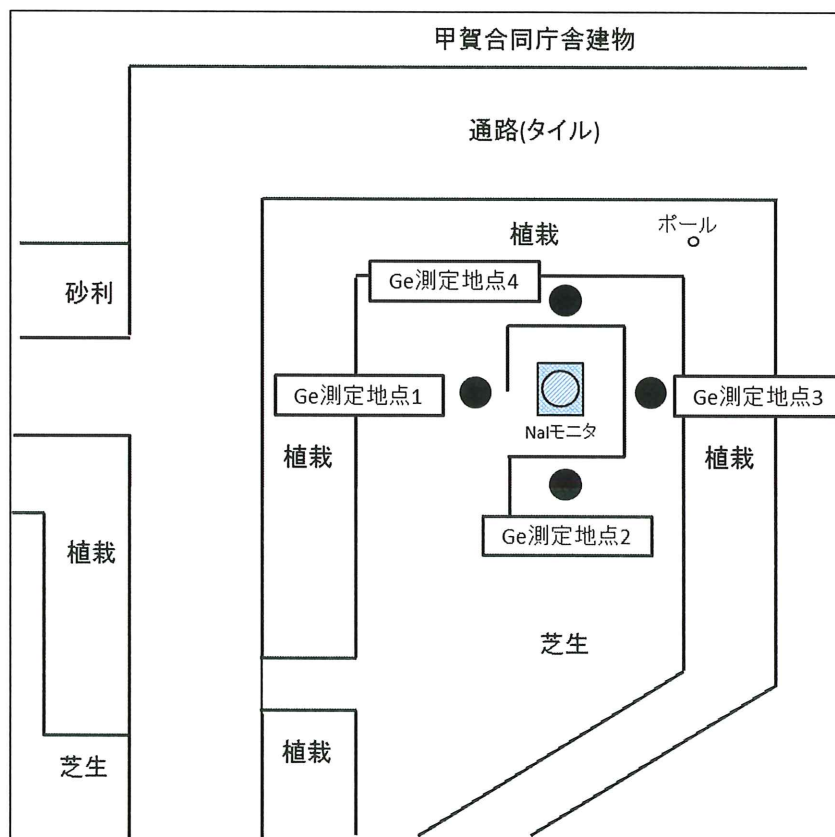


図 4-3-4(11) Ge 検出器測定地点  
(甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))

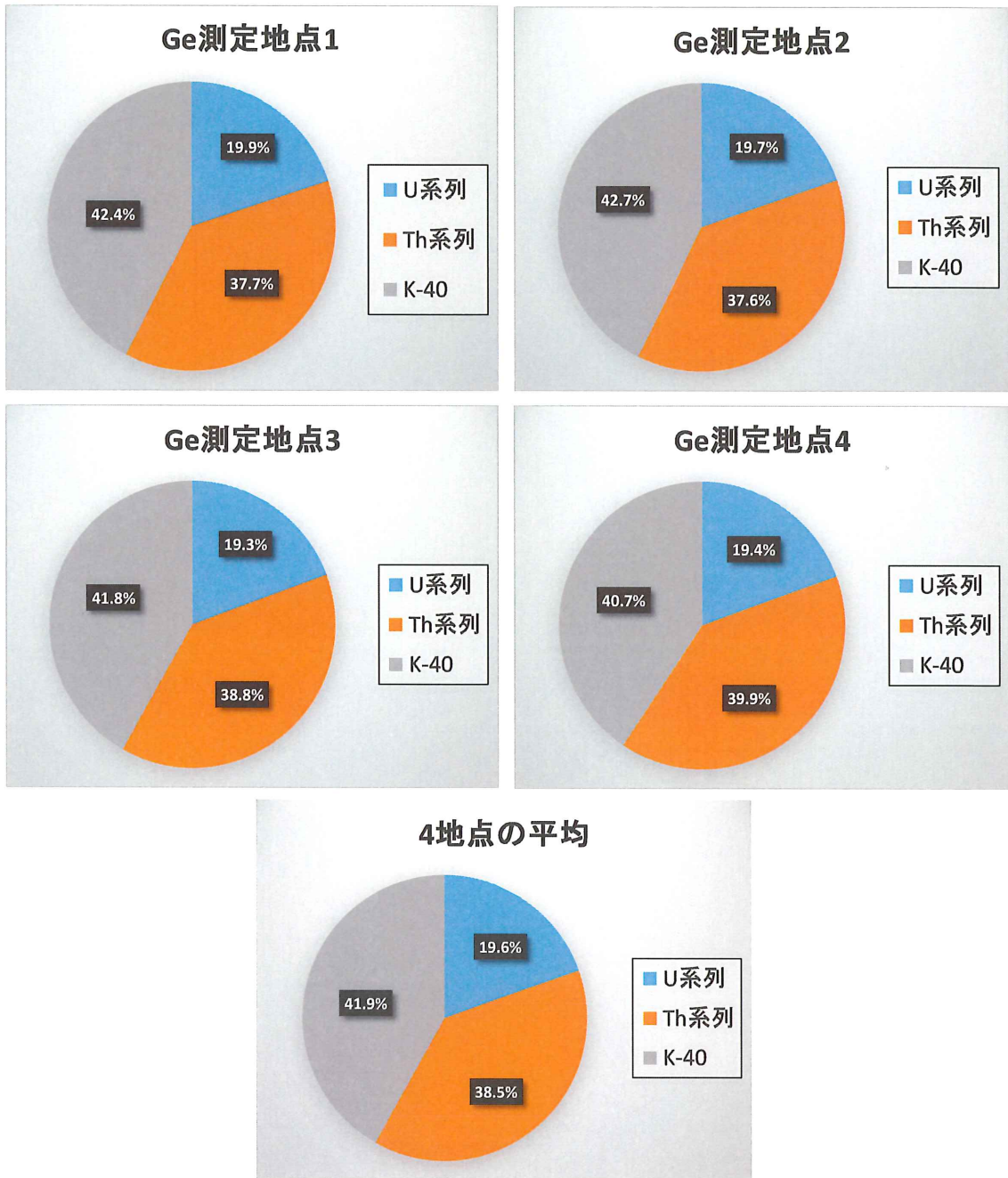


図 4-3-4(12) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(甲賀市 県甲賀保健所 (甲賀合同庁舎) (滋賀県))

表 4-3-4(7) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      | <sup>137</sup> Cs |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|-------------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 | 線量率               | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    | nGy/h             | %    |
| 1    | 88.0                | 14.5  | 16.5 | 37.6   | 42.7 | 35.9            | 40.8 | 0.0               | 0.0  |
| 2    | 90.9                | 15.1  | 16.6 | 38.8   | 42.6 | 37.1            | 40.8 | 0.0               | 0.0  |
| 3    | 106                 | 19.2  | 18.2 | 46.3   | 43.7 | 40.3            | 38.1 | 0.0               | 0.0  |
| 4    | 97.4                | 16.7  | 17.1 | 41.7   | 42.8 | 39.0            | 40.1 | 0.1               | 0.1  |
| 平均   | 95.5                | 16.4  | 17.1 | 41.1   | 43.0 | 38.1            | 39.9 | 0.0               | 0.0  |

\*全地点において、その他検出された人工放射性核種はなかった。  
\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。

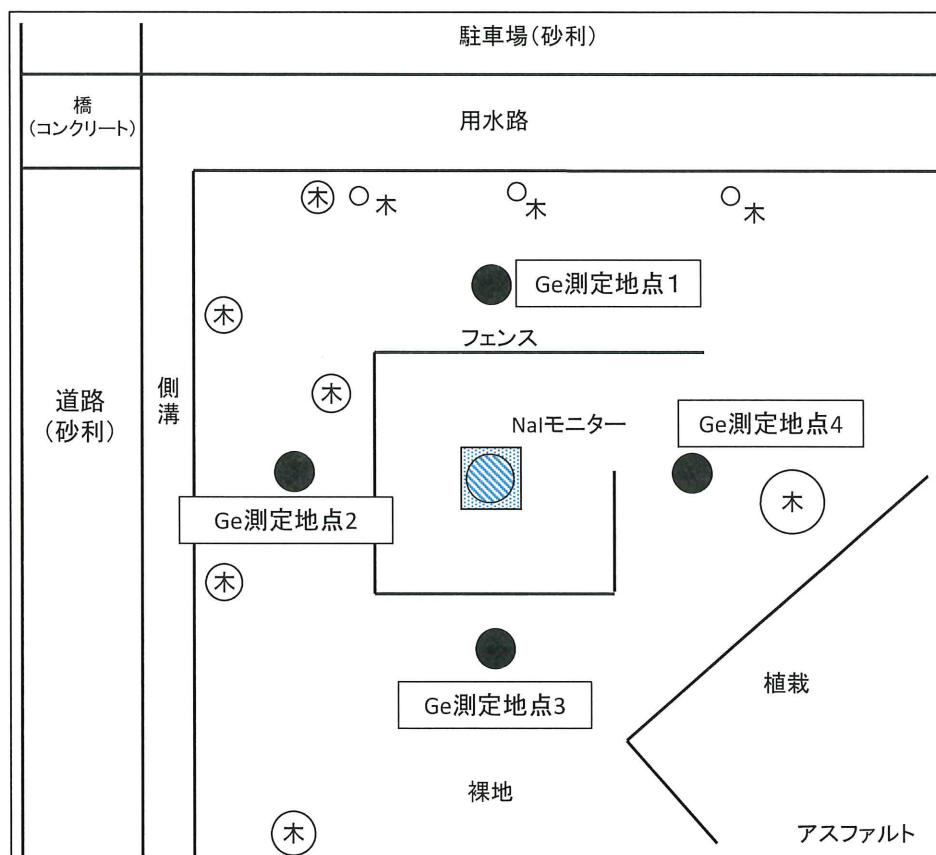


図 4-3-4(13) Ge 検出器測定地点  
(山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))



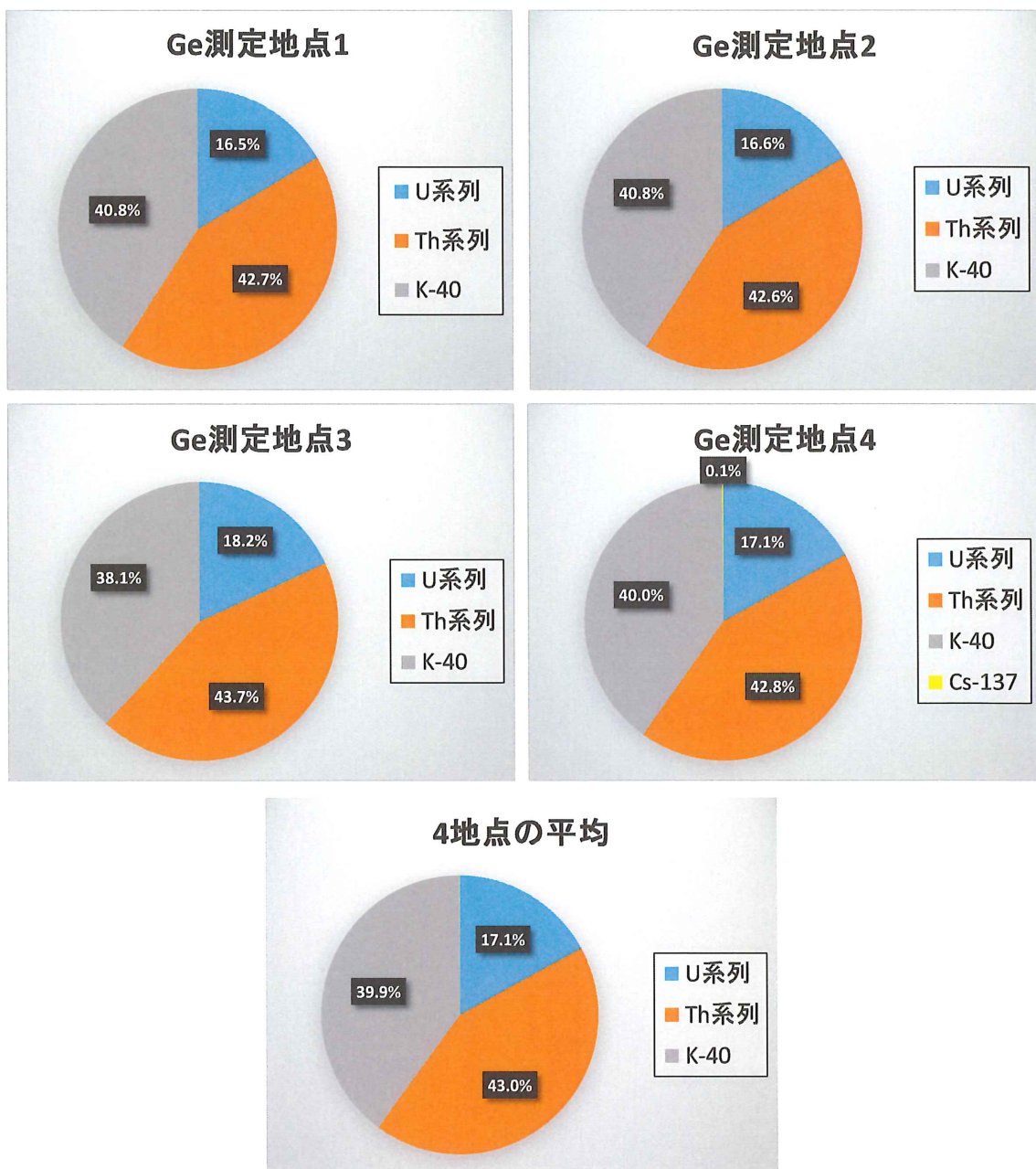


図 4-3-4(14) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(山口市 県環境保健センター大歳庁舎 (山口県))

表 4-3-4(8) 空間線量率 (Ge 検出器) 及び核種組成比率一覧  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

| 測定地点 | 空間線量率 (Ge)<br>nGy/h | ウラン系列 |      | トリウム系列 |      | <sup>40</sup> K |      |
|------|---------------------|-------|------|--------|------|-----------------|------|
|      |                     | 線量率   | 組成比率 | 線量率    | 組成比率 | 線量率             | 組成比率 |
|      |                     | nGy/h | %    | nGy/h  | %    | nGy/h           | %    |
| 1    | 29.7                | 6.11  | 20.6 | 7.40   | 24.9 | 16.2            | 54.5 |
| 2    | 31.2                | 6.93  | 22.2 | 7.60   | 24.4 | 16.6            | 53.4 |
| 3    | 30.3                | 6.61  | 21.8 | 7.23   | 23.9 | 16.5            | 54.3 |
| 4    | 46.5                | 23.1  | 49.6 | 7.80   | 16.8 | 15.6            | 33.6 |
| 平均*1 | 30.4                | 6.55  | 21.5 | 7.41   | 24.4 | 16.4            | 54.1 |

\*1 測定地点 1、2、3 の平均

\*全地点において、検出された人工放射性核種はなかった。

\*測定結果の解析には、重量緩衝深度  $\beta = 3.5 \text{g/cm}^2$  を使用した。 $\beta$  は放射能濃度が地表の 37% (1/e) になる重量深度であり、地表面分布の場合  $\beta$  は限りなく 0 に近づき、土壌中均質分布の場合無限大となる。なお、屋上の床面の材質は土壌とは異なるが、同一と仮定して解析した。

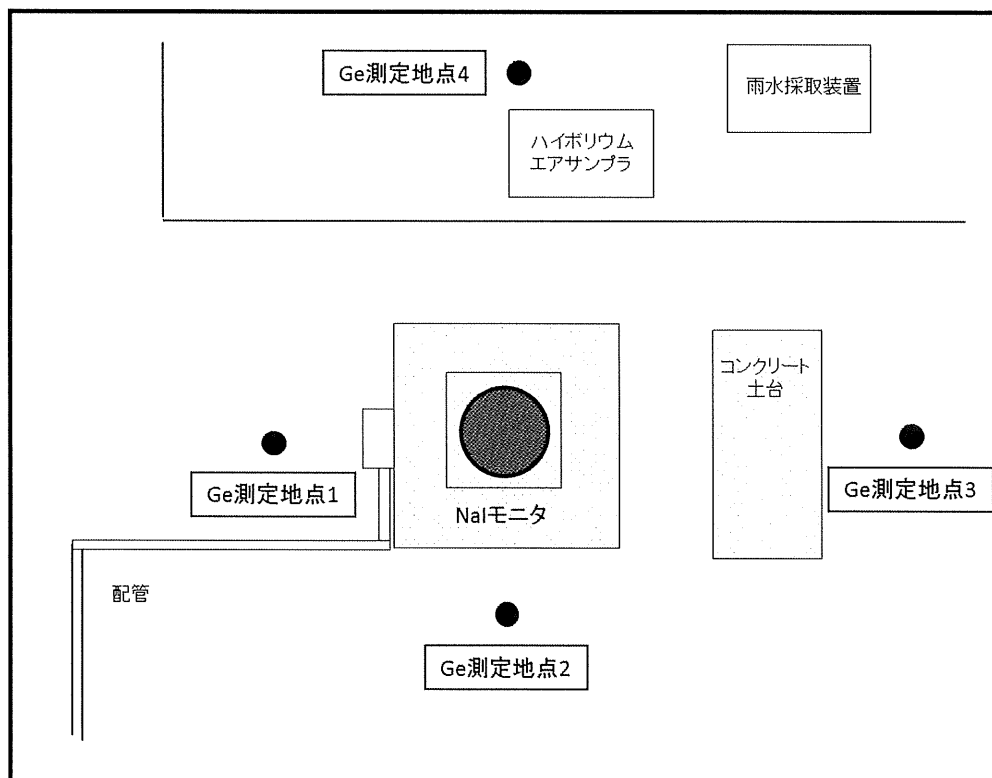


図 4-3-4(15) Ge 検出器測定地点  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

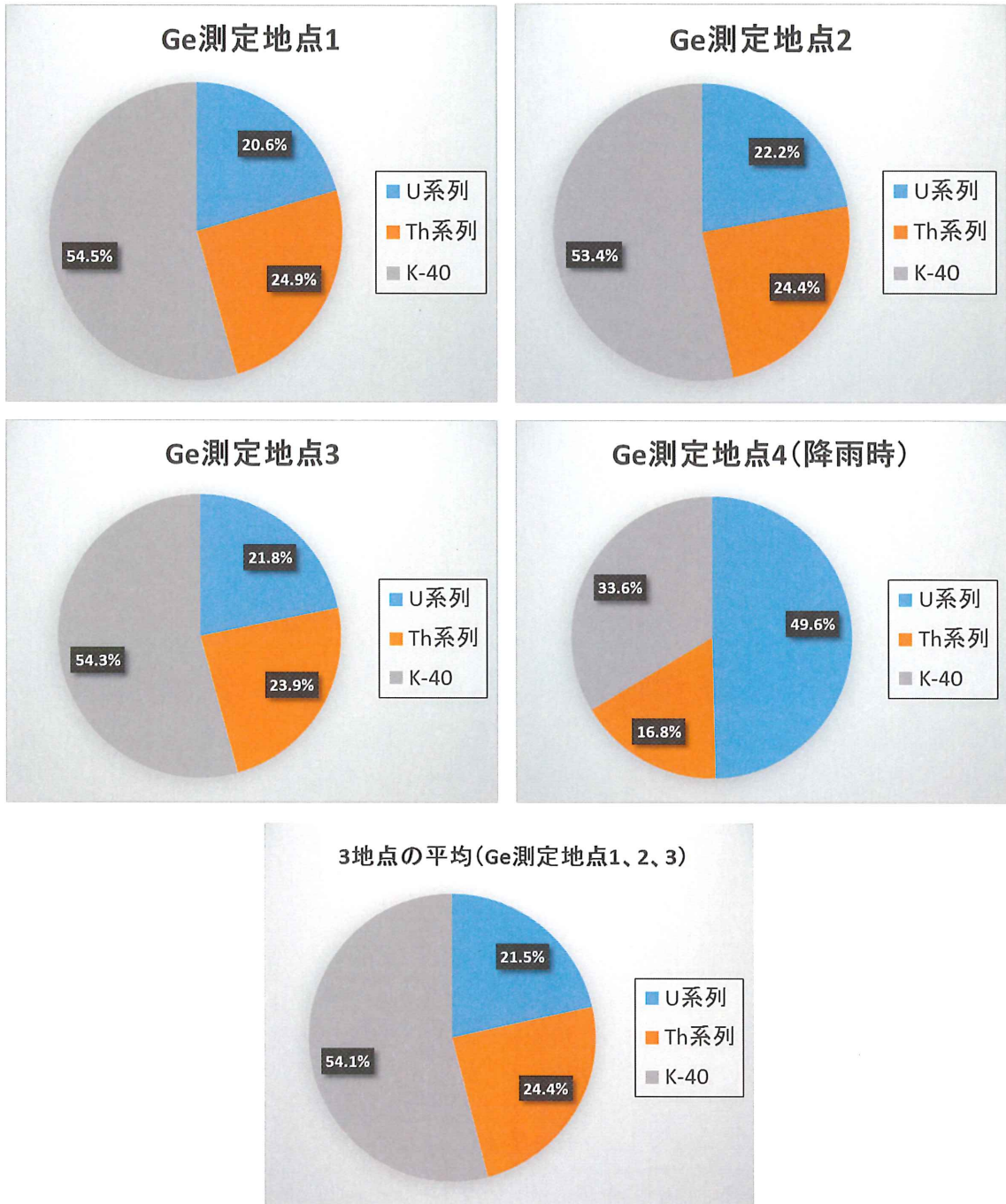


図 4-3-4(16) 測定地点別及び平均の核種組成比率  
(太宰府市 県保健環境研究所 (福岡県))

## 5. 環境放射能水準調査検討委員会

### 5.1 委員会構成

本調査の実施計画、調査結果等について、審議・助言を受けるため、学識経験者等から構成される委員会を設置した。平成30年度の環境放射能水準調査検討委員会の構成員を表5-1に示す。

表5-1 環境放射能水準調査検討委員会委員

| 委員名            | 所属及び職名   |
|----------------|--|
| (委員長)<br>飯田 孝夫 | 名古屋大学 大学院 工学研究科 名誉教授   |
| 青野 辰雄          | 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構<br>放射線医学総合研究所 福島再生支援本部<br>環境動態研究チーム チームリーダー |
| 木村 俊夫          | 公益社団法人日本アイソトープ協会<br>川崎技術開発センター<br>アイソトープ部 部長                     |
| 中村 尚司          | 東北大学 名誉教授<br>サイクロترونラジオアイソトープセンター 研究教授                          |
| 廣瀬 勝己          | 上智大学 理工学部 物質生命理工学科 客員教授  |
| 三浦 勉           | 国立研究開発法人産業技術総合研究所<br>物質計測標準研究部門 無機標準研究グループ グループ長                 |
| 望月 孝史          | 茨城県環境放射線監視センター<br>センター長  |
| 森田 貴己          | 国立研究開発法人水産研究・教育機構<br>中央水産研究所 海洋・生態系研究センター<br>放射能調査グループ グループ長     |

## 5.2 委員会開催日と議題

平成30年度は2回の委員会を開催した。以下に、審議した主な内容等を示す。

### (1) 平成30年度 第1回環境放射能水準調査検討委員会

1. 日時 平成30年6月14日(木) 9:30~12:00

2. 場所 航空会館 502 会議室

3. 出席者(敬称略)

委員長 飯田 孝夫 名古屋大学大学院

委員 青野 辰雄 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

木村 俊夫 公益社団法人日本アイソトープ協会

中村 尚司 東北大学

廣瀬 勝己 上智大学

三浦 勉 国立研究開発法人産業技術総合研究所

望月 孝史 茨城県環境放射線監視センター

森田 貴己 国立研究開発法人水産研究・教育機構

委託元 根木 桂三 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室

山下 恵太郎 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室

原田 経進 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室

事務局 磯貝、太田裕、岸本、渡邊賢、新田、太田智、田中博、小沼、金子、  
小林慧

### 4. 議題

(1) 平成29年度 第2回環境放射能水準調査検討委員会議事録について

(2) 平成30年度環境放射能水準調査の実施内容について

(3) 環境放射能水準調査委託実施計画書について

### 5. 配付資料

水準 1-1 平成30年度環境放射能水準調査検討委員会委員名簿

水準 1-2 平成29年度第2回環境放射能水準調査検討委員会議事録

水準 1-3 平成30年度環境放射能水準調査の実施内容

水準 1-4 環境放射能水準調査委託実施計画書(平成30年度)

水準参考 1-1 日本地球惑星科学連合2018年大会ポスター発表資料

「Mobile Noble Gas Background Observation System and Japanese  
Cooperation」(CTBT0:包括的核実験禁止条約機関)

### (2) 平成30年度 第2回環境放射能水準調査検討委員会

1. 日時 平成31年3月4日(月) 13:30~16:30

2. 場所 東京国際フォーラム G407 会議室

### 3. 出席者(敬称略)

|     |   |                     |
|-----|---|---------------------|
| 委員長 | 飯田 孝夫                                   | 名古屋大学大学院            |
| 委員  | 木村 俊夫                                   | 公益社団法人日本アイソトープ協会    |
|     | 中村 尚司                                   | 東北大学                |
|     | 廣瀬 勝己                                   | 上智大学                |
|     | 三浦 勉                                    | 国立研究開発法人産業技術総合研究所   |
|     | 望月 孝史                                   | 茨城県環境放射線監視センター      |
|     | 森田 貴己                                   | 国立研究開発法人水産研究・教育機構   |
| 委託元 | 根木 桂三                                   | 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室 |
|     | 松田 篤幸                                   | 原子力規制庁監視情報課放射線環境対策室 |
| 事務局 | 川原田、磯貝、太田裕、岸本、新田、太田智、王、田中博、大槻、小沼、金子、小林慧 |                     |

### 4. 議題

- (1) 平成 30 年度 第 1 回環境放射能水準調査検討委員会議事録について
- (2) 平成 30 年度環境放射能水準調査の実施結果について
- (3) 平成 31 年度環境放射能水準調査委託実施計画書案について

### 5. 配付資料

- |           |                                    |
|-----------|------------------------------------|
| 水準 2-1    | 平成 30 年度 第 1 回環境放射能水準調査検討委員会議事録    |
| 水準 2-2    | 全ベータ放射能測定結果                        |
| 水準 2-3-1  | ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線放出核種の測定結果       |
| 水準 2-3-2  | 大気浮遊じんの高感度分析結果(ガンマ線放出核種)           |
| 水準 2-4    | トリチウム分析結果                          |
| 水準 2-5    | ストロンチウム 90 分析結果                    |
| 水準 2-6    | プルトニウム分析結果                         |
| 水準 2-7    | ヨウ素 129 分析結果                       |
| 水準 2-8    | 炭素 14 分析結果                         |
| 水準 2-9    | 大気中の放射性希ガス濃度測定結果                   |
| 水準 2-10-1 | 空間線量の調査結果(福島県下における空間線量の調査)         |
| 水準 2-10-2 | 空間線量の調査結果(モニタリングポストの測定に係る精度管理)     |
| 水準 2-11   | 都道府県における環境放射能水準調査、放射線監視等交付金事業の精度管理 |
| 水準 2-12   | 精度管理の強化                            |
| 水準 2-13   | 平成 31 年度環境放射能水準調査委託実施計画書案          |

### 5.3 メール会合開催日と議題

ガンマ線放出核種の測定、トリチウム分析、ストロンチウム 90 分析、プルトニウム分析及び大気中の放射性希ガス濃度測定については、分析・測定結果の迅速な報告を目的として、メール会合を開催し、委員の了承を得たのち、原子力規制庁に速報した。平成 30 年度はメール会合を 1 回開催した。以下に、審議した主な内容等を示す。

#### (1) 平成 30 年度 環境放射能水準調査メール会合

1. 日時 平成 30 年 11 月 20 日（火）～ 11 月 26 日（月）

2. 出席者(敬称略)

委員長 飯田孝夫 名古屋大学

委員 青野辰雄 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構

木村俊夫 公益社団法人日本アイソトープ協会

中村尚司 東北大学

廣瀬勝己 上智大学

三浦 勉 国立研究開発法人産業技術総合研究所

望月孝史 茨城県環境放射線監視センター

森田貴己 国立研究開発法人水産研究・教育機構

事務局 磯貝、太田裕、渡邊賢、前山、新田、太田智、小林慧、金子

3. 議題

(1) 平成 30 年度前期分析分の環境試料の放射能分析結果について

(2) 平成 30 年度前期分析分の大気中の放射性希ガス濃度測定結果について

(3) 環境放射能水準調査委託実施計画書について

4. 配布資料

(1) 平成 30 年度原子力施設等防災対策等委託費（環境放射能水準調査（放射能分析））事業報告書（速報）案

(2) 平成 30 年度環境放射能水準調査（放射能分析）結果（速報）概要案

(3) 環境放射能水準調査委託実施計画書（平成 30 年度）

## 6. 都道府県の水準調査担当者を交えた精度管理に関する検討会

都道府県の担当者を交えた検討会を開催し、精度管理評価結果の講評を行った。

開催日 2019年3月19日(火) 10:00~16:45

開催場所 メルパルク東京

### 技術検討会内容

#### 第1部 都道府県における環境放射能水準調査、放射線監視交付金事業の精度管理

- (1) 都道府県における環境放射能水準調査、放射線監視交付金事業の精度管理について
- (2) 環境放射能水準調査検討委員会 委員長講評(飯田委員長)
- (3) 平成31年度 環境放射能水準調査について(原子力規制庁)

#### 第2部 都道府県における環境放射能調査の現状、課題等について

- (1) 栃木県における環境放射能測定結果(福島第一原子力発電所事故の影響について)  
栃木県保健環境センター 齋藤 由実子氏
- (2) 新潟県内の環境水中トリチウムの濃度レベル  
新潟県放射線監視センター 四柳 宏基氏
- (3) 精度管理に関する福井県の取り組み  
福井県原子力環境監視センター 加藤 大輝氏
- (4) 愛知県における環境放射能測定結果の推移  
愛知県環境調査センター 熊谷 禎晃氏
- (5) 原子力発電施設等が環境に与える放射能影響の調査結果

#### 第3部 特別講演及び講評

- (1) 福島第一原発事故後の森林における放射性Csの分布と移行挙動  
日本原子力研究開発機構 安藤 麻里子氏
- (2) 環境放射線情報検討委員会 委員長講評(小佐古委員長)



## 7. 精度管理の強化

### 7.1 相互比較分析の実施

分析、測定の精度管理の一環として IAEA が実施する技能試験に参加し、国際的な視点において分析技術を客観的に評価し、環境放射能水準調査の精度管理を行った。

#### (1) IAEA の技能試験参加実績

IAEA の技能試験参加実績を表 7-1 に示す。

表 7-1 IAEA の技能試験参加実績

| 技能試験                       | 対象試料        |
|----------------------------|-------------|
| IAEA-TEL-2018-03-WW PT     | 水、耕作土、フィルター |
| IAEA-TEL-2018-04-ALMERA PT | 水、耕作土、フィルター |
| IAEA-RML-2018-01           | 海水          |

#### (2) IAEA 技能試験実施内容

2018 年度に実施した技能試験の実施内容を表 7-2 に示す。

表 7-2 技能試験の実施内容

| IAEA-TEL-2018-03-WW PT                          |                |              |
|---|----------------|--------------|
| 対象試料  | 対象核種           | 分析方法         |
| <u>Sample 1</u> 水 1<br>(Spiked water1)          | γ 線放出核種        | γ 線スペクトロメトリー |
|   | Sr-89          | 放射化学分析       |
|   | Sr-90          | 放射化学分析       |
|   | Po-210         | 放射化学分析       |
|   | 全 α            | 放射化学分析       |
|   | 全 β            | 放射化学分析       |
| <u>Sample 2</u> 水 2<br>(Spiked water2)          | γ 線放出核種        | γ 線スペクトロメトリー |
| <u>Sample 4</u> 耕作土<br>(Agricultural soil)      | γ 線放出核種        | γ 線スペクトロメトリー |
|   | Po-210         | 放射化学分析       |
|   | Ra-226         | 放射化学分析       |
|   | Th-232         | 放射化学分析       |
|   | U-234          | 放射化学分析       |
|   | U-235          | 放射化学分析       |
| <u>Sample 5</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | β (Sr-90/Y-90) | 表面検査         |

| IAEA-TEL-2018-03-WW PT                          |   |      |
|---|---|------|
| 対象試料  | 対象核種                                    | 分析方法 |
| <u>Sample 6</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\alpha$ (Am-241)                       | 表面検査 |
| <u>Sample 7</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta, \alpha$<br>(Sr-90/Y-90, Am-241) | 表面検査 |

| IAEA-TEL-2018-04-ALMERA PT                      |   |                     |
|---|---|---------------------|
| 対象試料  | 対象核種                                    | 分析方法                |
| <u>Sample 1</u> 水1<br>(Spiked water1)           | $\gamma$ 線放出核種                          | $\gamma$ 線スペクトロメトリー |
|   | Sr-89                                   | 放射化学分析              |
|   | Sr-90                                   | 放射化学分析              |
|   | Po-210                                  | 放射化学分析              |
|   | 全 $\alpha$                              | 放射化学分析              |
|   | 全 $\beta$                               | 放射化学分析              |
| <u>Sample 2</u> 水2<br>(Spiked water2)           | $\gamma$ 線放出核種                          | $\gamma$ 線スペクトロメトリー |
| <u>Sample 4</u> 耕作土<br>(Agricultural soil)      | $\gamma$ 線放出核種                          | $\gamma$ 線スペクトロメトリー |
|   | Po-210                                  | 放射化学分析              |
|   | Ra-226                                  | 放射化学分析              |
|   | Th-232                                  | 放射化学分析              |
|   | U-234                                   | 放射化学分析              |
|   | U-235                                   | 放射化学分析              |
|   | U-238                                   | 放射化学分析              |
| <u>Sample 5</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta$ (Sr-90/Y-90)                    | 表面検査                |
| <u>Sample 6</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\alpha$ (Am-241)                       | 表面検査                |
| <u>Sample 7</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta, \alpha$<br>(Sr-90/Y-90, Am-241) | 表面検査                |

| IAEA-RML-2018-01        |                  |             |
|-------------------------|------------------|-------------|
| 試料                      | 対象核種             | 分析方法        |
| 海水<br>(Spiked Seawater) | H-3              | 放射化学分析      |
|                         | Co-60            | γ線スペクトロメトリー |
|                         | Sr-90            | 放射化学分析      |
|                         | Cs-134           | γ線スペクトロメトリー |
|                         | Cs-137           | γ線スペクトロメトリー |
|                         | γ線放出核種<br>(未知核種) | γ線スペクトロメトリー |

### (3) IAEA 技能試験の結果

#### 1) IAEA-TEL-2018-03-WW PT

IAEA から分析機関ごとの個別報告書 (Individual Evaluation Report for Laboratory Nr. 233) が送付された。個別報告書については、参考資料 4.1 に示す。この技能試験では、分析結果を正確さ (Accuracy)、精密さ (Precision) について評価し、最終的に総合評価 (Final Score) を示している。今回の技能試験では、Sample4 の Bi-214、Ra-226 及び U-235 以外のすべての対象試料、対象核種において満足な結果 (Accepted) であった。Sample4 の Bi-214、Ra-226 及び U-235 については不満足な結果 (Not Accepted) であった。

全 α、全 β、Th-232 及び表面検査については認証値がないため Z スコアによる評価を行っている。今回はすべてについて満足な結果であった。

不満足な結果であった核種については検討を行った。

技能試験の結果を表 7-3 に、不満足な結果に対する検討結果を表 7-4 に示す。

表 7-3 技能試験結果 (IAEA-TEL-2018-03-WW PT)

| 対象試料                            | 対象核種   | 評価結果  |
|---------------------------------|--------|-------|
| Sample 1 水 1<br>(Spiked water1) | Ba-133 | 満足な結果 |
|                                 | Co-60  | 満足な結果 |
|                                 | Cs-134 | 満足な結果 |
|                                 | Cs-137 | 満足な結果 |
|                                 | Po-210 | 満足な結果 |
|                                 | Sr-89  | 満足な結果 |
|                                 | Sr-90  | 満足な結果 |
|                                 | 全 α    | 満足な結果 |
|                                 | 全 β    | 満足な結果 |

| 対象試料  | 対象核種                                    | 評価結果   |
|---|---|--------|
| <u>Sample 2</u> 水2<br>(Spiked water2)           | Be-7                                    | 満足な結果  |
|   | Co-58                                   | 満足な結果  |
|   | Co-60                                   | 満足な結果  |
|   | Cs-134                                  | 満足な結果  |
|   | Cs-136                                  | 満足な結果  |
|   | Cs-137                                  | 満足な結果  |
|   | Mn-54                                   | 満足な結果  |
|   | Rb-86                                   | 満足な結果  |
|   | Sb-124                                  | 満足な結果  |
| <u>Sample 4</u> 耕作土<br>(Agricultural soil)      | Ac-228                                  | 満足な結果  |
|   | Ba-133                                  | 満足な結果  |
|   | Bi-214                                  | 不満足な結果 |
|   | Co-60                                   | 満足な結果  |
|   | Cs-134                                  | 満足な結果  |
|   | Cs-137                                  | 満足な結果  |
|   | K-40                                    | 満足な結果  |
|   | Pb-212                                  | 満足な結果  |
|   | Pb-214                                  | 満足な結果  |
|   | Po-210                                  | 満足な結果  |
|   | Ra-226                                  | 不満足な結果 |
|   | Tl-208                                  | 満足な結果  |
|   | U-234                                   | 満足な結果  |
|   | U-235                                   | 不満足な結果 |
| U-238   | 満足な結果                                   |        |
| Th-232  | 満足な結果                                   |        |
| <u>Sample 5</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta$ (Sr-90/Y-90)                    | 満足な結果  |
| <u>Sample 6</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\alpha$ (Am-241)                       | 満足な結果  |
| <u>Sample 7</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta, \alpha$<br>(Sr-90/Y-90, Am-241) | 満足な結果  |

表 7-4 検討結果 (IAEA-TEL-2018-03-WW PT)

| 対象試料                                | 対象核種   | 検討結果   |
|-------------------------------------|--------|--|
| Sample 4 耕作土<br>(Agricultural soil) | Bi-214 | 報告値が付与値に対して 23%低<br>めであったため、不満足の原因は<br>Rn-222 の揮散による放射平衡の未<br>達が考えられる。測定試料を密封<br>し 2 週間以上放置後測定を行った<br>結果、満足な結果が得られた。今<br>後は、状況に応じてより適した測<br>定方法を選択することとする。 |
|                                     | Ra-226 | 計算工程等に問題のないことを<br>確認した。原因については引き続<br>き検討を行う。   |
|                                     | U-235  | ピーク領域の設定、計算工程等<br>に問題はないことを確認した。並<br>行分析の結果は満足な結果である<br>ことから、特に是正の必要はない<br>と判断する。  |

2) IAEA-TEL-2018-04-ALMERA PT

IAEA から分析機関ごとの個別報告書 (Individual Evaluation Report for Laboratory Nr. 86) が送付された。個別報告書については、参考資料 4.2 に示す。この技能試験では、分析結果を正確さ (Accuracy)、精密さ (Precision) について評価し、最終的に総合評価 (Final Score) を示している。今回の技能試験では、Sample4 の Bi-214 及び Ra-226 以外のすべての対象試料、対象核種において満足な結果 (Accepted) であった。Sample4 の Bi-214 及び Ra-226 については不満足な結果 (Not Accepted) であった。2017 年度に実施した IAEA-TEL-2017-04-ALMERA PT において不満足な結果であった水試料中の Mo-99 については、2018 年度のプログラムにおいても対象核種として実施され、満足な結果であった。是正処置が適切であると判断できる。

全  $\alpha$ 、全  $\beta$ 、Th-232 及び表面検査については認証値がないため Z スコアによる評価を行っている。今回はすべてについて満足な結果であった。

不満足な結果であった核種については検討を行った。

技能試験の結果を表 7-5 に、不満足な結果に対する検討結果を表 7-6 に示す。

表 7-5 技能試験結果 (IAEA-TEL-2018-04-ALMERA PT)

| 対象試料                                | 対象核種       | 評価結果   |
|-------------------------------------|------------|--------|
| Sample 1 水 1<br>(Spiked water1)     | Ba-133     | 満足な結果  |
|                                     | Co-60      | 満足な結果  |
|                                     | Cs-134     | 満足な結果  |
|                                     | Cs-137     | 満足な結果  |
|                                     | Po-210     | 満足な結果  |
|                                     | Sr-89      | 満足な結果  |
|                                     | Sr-90      | 満足な結果  |
|                                     | 全 $\alpha$ | 満足な結果  |
|                                     | 全 $\beta$  | 満足な結果  |
| Sample 2 水 2<br>(Spiked water2)     | Be-7       | 満足な結果  |
|                                     | Br-82      | 満足な結果  |
|                                     | Co-58      | 満足な結果  |
|                                     | Co-60      | 満足な結果  |
|                                     | Cs-134     | 満足な結果  |
|                                     | Cs-136     | 満足な結果  |
|                                     | Cs-137     | 満足な結果  |
|                                     | I-131      | 満足な結果  |
|                                     | K-42       | 満足な結果  |
|                                     | Mn-54      | 満足な結果  |
|                                     | Mo-99      | 満足な結果  |
|                                     | Rb-86      | 満足な結果  |
|                                     | Sb-124     | 満足な結果  |
| Tc-99m                              | 満足な結果      |        |
| Sample 4 耕作土<br>(Agricultural soil) | Ac-228     | 満足な結果  |
|                                     | Ba-133     | 満足な結果  |
|                                     | Bi-214     | 不満足な結果 |
|                                     | Co-60      | 満足な結果  |
|                                     | Cs-134     | 満足な結果  |
|                                     | Cs-137     | 満足な結果  |
|                                     | K-40       | 満足な結果  |

| 対象試料  | 対象核種                                    | 評価結果   |
|---|---|--------|
|   | Pb-212                                  | 満足な結果  |
|   | Pb-214                                  | 満足な結果  |
|   | Po-210                                  | 満足な結果  |
|   | Ra-226                                  | 不満足な結果 |
|   | Tl-208                                  | 満足な結果  |
|   | U-234                                   | 満足な結果  |
|   | U-235                                   | 満足な結果  |
|   | U-238                                   | 満足な結果  |
|   | Th-232                                  | 満足な結果  |
| <u>Sample 5</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta$ (Sr-90/Y-90)                    | 満足な結果  |
| <u>Sample 6</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\alpha$ (Am-241)                       | 満足な結果  |
| <u>Sample 7</u> フィルター<br>(Contaminated surface) | $\beta, \alpha$<br>(Sr-90/Y-90, Am-241) | 満足な結果  |

表 7-6 検討結果 (IAEA-TEL-2018-04-ALMERA PT)

| 対象試料                                       | 対象核種   | 検討結果  |
|--|--------|---|
| <u>Sample 4</u> 耕作土<br>(Agricultural soil) | Bi-214 | 報告値が付与値に対して 23%低めであったため、不満足の原因は Rn-222 の揮散による放射平衡の未達が考えられる。測定試料を密封し 2 週間以上放置後測定を行った結果、満足な結果が得られた。今後は、状況に応じてより適した測定方法を選択することとする。 |
|  | Ra-226 | 計算工程等に問題のないことを確認した。原因については引き続き検討を行う。  |

3) IAEA-RML-2018-01

IAEA へ分析結果を報告し、現在、IAEA からの評価結果の送付待ちの状況である。この技能試験では、分析結果を正確さ (Accuracy)、精密さ (Precision)、

真度(Trueness)について評価し、最終的に総合評価 (Final Score) が示される。IAEA から評価結果が提示され次第、是正すべき事項はないかを確認する。

## 7.2 トリチウム OBT の精度管理について

平成 30 年度第 1 回環境放射能水準調査検討委員会において、OBT (Organically Bound Tritium) の精度管理の必要性についてコメントがあり、三浦勉委員(国立研究開発法人産業技術総合研究所) を中心に OBT を取り巻く状況調査等を行った。

- (1) 国内における OBT 標準試料の現状について
- (2) OBT 標準試料作製に向けた検討実験について
- (3) OBT ワークショップについて

### (1) 国内における OBT 標準試料の現状について

OBT 標準試料を取り巻く状況を把握するために国内の専門家及び分析・研究機関を訪問した。

#### 1) 訪問機関

- ・宮本霧子氏(公益財団法人海洋生物環境研究所) : 2018 年 7 月 25 日
- ・福島県環境創造センター : 2018 年 7 月 26 日
- ・日本原子力研究開発機構 : 2018 年 7 月 26 日

#### 2) OBT 標準試料についての意見

- ・OBT の標準試料を作製するのは大変意義深い。しかし、生物種の選択、配付形態等、検討すべき事項が多々ある。
- ・東京電力福島第一原子力発電所(1F)内で魚介類を飼育して標準試料とする場合、トリチウムを取り込ませる際の条件管理が難しい。(1F のトリチウム濃度は、現在は低めである。)
- ・1F 内の試料を標準試料とした場合、他の核種も含んでいるので、分析機関で分析を実施する際は細心の注意が必要である。
- ・試料の郵送及び分析の際の空気中水蒸気との交換汚染の可能性についても認識が必要である。
- ・標準試料が作製できた場合、実務的な部分(技能試験への参加等)では是非協力したい。
- ・国内では「トリチウム研究会」、国外では「OBT ワークショップ」がある。
- ・OBT ワークショップが毎年開催されており(30 機関程度が参加)、ワークショップ内で技能試験(粉末試料: 植物、魚等)を実施している。

### (2) OBT 標準試料作製に向けた検討実験について

「放射能測定技能試験魚粉末(キンギョ)」試料(三浦委員が 2013 年に作製した標



準試料) の全 OBT を分析し、値の確認を行った。

〔試料〕 放射能測定技能試験魚粉末(キンギョ)

〔分析対象〕 有機結合型トリチウム(全 OBT)

〔測定〕 液体シンチレーションカウンタ

〔分析結果〕

\* 基準日 : 2018 年 8 月 1 日

| 試料名     | 分析機関     | 測定日        | 放射能濃度   | 検出下限値 | 単位   |
|---------|----------|------------|---------|-------|------|
| NMIJ 29 | 機関 A     | 2018/9/28  | 検出下限値未満 | 0.33  | Bq/L |
| NMIJ 32 | 日本分析センター | 2018/10/31 | 検出下限値未満 | 0.4   | Bq/L |
| NMIJ 34 | 日本分析センター | 2018/10/31 | 検出下限値未満 | 0.4   | Bq/L |
| NMIJ 35 | 日本分析センター | 2018/10/31 | 検出下限値未満 | 0.4   | Bq/L |

キンギョ粉末試料の全 OBT は検出下限値未満であった。OBT 標準試料として適している試料の選定にはさらに検討が必要である。

### (3) OBT ワークショップについて

2012 年より Canadian Nuclear Laboratories (CNL) を中心に OBT ワーキンググループが設置され、ワークショップなどを開催している。日本分析センターも OBT ワーキンググループが主催する試験所間比較プログラムに参加する。

〔The 6<sup>th</sup> OBT inter-laboratory exercise on fruit samples〕

|         |   |
|---------|---|
| 試料名     | 乾燥果実 (マルメロ) カリン                           |
| 送付量     | 5 回の分析が可能な量                               |
| 対象核種    | トリチウム(全 OBT)                              |
| 試料の調製方法 | 乾燥、粉砕、均質化                                 |
| スケジュール  | 2019 年 3 月中に試料を配布<br>2019 年 6 月 30 日までに報告 |

**リサイクル適性 (A)**

この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。