

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6143219号
(P6143219)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int. Cl.

F 1

GO 1 T	1/17	(2006.01)	GO 1 T	1/17	C
GO 1 T	1/16	(2006.01)	GO 1 T	1/17	J
GO 1 T	1/167	(2006.01)	GO 1 T	1/16	A
GO 1 T	1/169	(2006.01)	GO 1 T	1/167	C
			GO 1 T	1/169	A

請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2013-15194 (P2013-15194)
 (22) 出願日 平成25年1月30日(2013.1.30)
 (65) 公開番号 特開2014-145700 (P2014-145700A)
 (43) 公開日 平成26年8月14日(2014.8.14)
 審査請求日 平成27年10月26日(2015.10.26)

特許法第30条第2項適用 特許法第30条第2項適用
 、平成24年12月10日東京都千代田区内幸町2丁目
 2番2号において開催された「福島第1原子力発電所事
 故後に伴う放射線物質の長期的影響把握手法の確立に向
 けた検討会(第5回)」で発表、配付資料「第3次分布
 状況調査進捗状況説明資料」「資料5-1-2号」(添
 付1)

(73) 特許権者 505374783
 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
 茨城県那珂郡東海村大字舟石川765番地
 1

(73) 特許権者 391017528
 日本放射線エンジニアリング株式会社
 茨城県日立市桜川町1丁目5番20号

(74) 代理人 100074631
 弁理士 高田 幸彦

(72) 発明者 鳥居 建男
 東京都千代田区内幸町二丁目2番2号 富
 国生命ビル19階 独立行政法人日本原
 子力研究開発機構 東京事務所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

事故後の原子力施設から3km圏内の原子力施設近隣を飛行する無人ヘリコプターに搭載された放射線検出器で検出されるガンマ線計数率を空間線量率の値に換算するための空間線量率換算計数を、原子炉施設から3km以上離れたテストサイトにおいて予め算出し、記憶するステップと、

前記テストサイトにおいて無人ヘリコプターによって測定された、予め特定された一地点における複数の対地高度とガンマ線計数率との関係から、空気によるガンマ線計数率の減弱係数を予め算出し、記憶するステップと、

前記無人ヘリコプターに搭載された放射線検出器およびGPSによって、前記事故後の原子力施設から3km圏内を或る対地高度で飛行中の或る時点でのガンマ線計数率と、その時点での位置情報を求めるステップと、

予め求められている前記減弱係数を用いてその位置における地表1mの空間線量率を算出するステップと、

地表面における放射性セシウムの沈着量と地表1m高さでの空間線量率の換算計数を用いて、地表面における放射性セシウムの沈着量を算出するステップとから成る、ことを特徴とする原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法。

【請求項2】

請求項1に記載の測定方法において、前記原子力施設近隣を或る対地高度で飛行中の或る時点での前記ガンマ線計数率から、予め求められている天然放射線核種による空間線量

率の影響を除去することを特徴とする原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の測定方法において、前記空気によるガンマ線計数率の減弱係数を、前記原子力施設近隣上空の対地高度 10m から 100m までを 10m 毎にホバリングし、各高度におけるガンマ線計数率を測定し、測定された高度毎のガンマ線計数率を基に、対地高度とガンマ線計数率との関係式を求めることを特徴とする原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の測定方法において、前記原子力施設近隣を或る対地高度で飛行中の或る時点でのガンマ線計数率と、その時点での位置情報を求めるステップを、予め定めた飛行経路に沿って定期的に繰り返すを行い、最終的に求められる地表の放射性セシウム沈着量の値を、その大きさごとに色分けしてマップ上に表示することを特徴とする原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原子力発電所等の原子力施設において発生した放射能漏れ等の事故後に、原子力施設近隣の地表等に沈着した放射性セシウムの沈着量を精確に測定する方法に関する

【背景技術】

【0002】

例えば、原子力発電所の設置地域においては、不測の事態を避けるため、原子力発電所から周辺地域への放射能の拡散を観測するための装置が、多数設置されている。しかし、これらの観測装置は非常に高価であることから、通常想定外である原子力発電所の大規模事故を想定して、すべての原子力発電所周辺に網の目状にこれらの観測装置を設置することは現実的ではないし、実際問題として山林、河川、ビル等との関係でそのような設置は不可能である。

【0003】

このため、原子力発電所が万一、想定外の事態に至った場合に備え、これまで飛行機やヘリコプターに放射線測定器を搭載し、原子力発電所周辺の空間線量を測定し、その値から地表付近の放射線量を推定するという方法が提案されて来ている。例えば、特許文献 1 には、次のような発明が開示されている。

【0004】

ヘリコプター搭載システムは、放射線探知器が上空での放射線強度や放射線方向および核汚染物質の組成を測定し、地図情報表示システムによって通信衛星からの位置信号で周辺の 3 次元地図画像を表示し、データ処理用コンピュータによって放射性物質を含む大気的位置と大きさを特定及び含まれる同位元素の組成を決定し、3 次元画像でリアルタイム表示する。地上移動観測システムは、原子力施設の周辺地域に移動して放射線探知とそのデータ処理する。地上側基地システムは、気象データとヘリコプター搭載システムからの測定情報から放射性物質の拡散状況及び放射能汚染状況を 3 次元地図画像で表示および気象データから拡散予測を行う（特許文献 1 の要約書より抜粋）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2001 - 153952 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、この方法では、パイロットの被爆の関係で原子力発電所の直近の空間線量を測

定することが出来ないという問題があった。また、この発明において、たとえ無人ヘリコプターを使用したとしても、空気によるガンマ線計数率の減衰を考慮していないため、地表の放射性セシウム沈着量の精確な測定が出来ないという問題がある。また、K - 40, U系列などの天然放射線核種による影響なども考慮していないため、地表の放射性セシウム沈着量の精確な測定が出来ないという問題もある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一つの観点にかかる原子力施設近隣の放射性セシウム沈着量の測定方法では、無人ヘリコプターに搭載された放射線検出器で検出されるガンマ線計数率を、空間線量率の値に換算するための空間線量率換算計数を予め算出し、記憶しておくと共に、予め特定された一地点における複数の対地高度とガンマ線計数率との関係から、空気によるガンマ線計数率の減弱係数を予め算出し、記憶しておき、前記無人ヘリコプターに搭載された放射線検出器およびGPSによって、ある対地高度で飛行中のある時点でのガンマ線計数率とその時点での位置情報を求め、予め求められている前記減弱係数を用いてその位置における地表1mの空間線量率を算出し、地表面における放射性セシウムの沈着量と地表1m高さでの空間線量率の換算計数から、地表面における放射性セシウムの沈着量を求めるステップを有する。

【0008】

したがって、本発明の目的は、事故後の原子力施設近隣における空間線量率の測定に影響を与える要因を考慮することで、測定の精度を上げ、地表の放射性セシウムの沈着量をより一層精確に測定することができる方法を提供することにある。

【発明の効果】

【0009】

本発明では、事故後の原子力施設近隣における空間線量率の測定に影響を与える要因を様々な観点から考慮しているので、地表の放射性セシウム沈着量をこれまで以上に精確に測定することができる。特に、海や湖のように地表に沈着した放射性セシウムからの放射線の影響を受けない、すなわち原子力施設から直接受ける空間放射線量のみを測定し、その値を考慮して地表の放射性セシウム沈着量を計算によって求めることによって、原子力施設の近隣、例えば3km圏内においても地表の放射性セシウムから受ける空間線量率を精確に測定でき、結果として地表の放射性セシウムの沈着量も精確に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】無人ヘリコプターで取得されたガンマ線量（計数率）を地上1m高さの空間線量率に換算する際の概略説明図。

【図2】地上上空と海上上空における、各放射性物質の沈着エネルギーと波高値との関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0011】

原子力施設近隣における地表の放射性セシウム沈着量の測定にあたっては、ヤマハ発動機株式会社製の自律飛行型無人ヘリコプターRMAXG1を使用した。飛行高度は50-80m程度、測線間隔は80m(一部50mで実施)程度で飛行しながら、地上からのガンマ線及び直達線や散乱線によるガンマ線(計数率)とエネルギースペクトルを1秒間に1回連続測定した。また、放射線検出器はLaBr3(Ce)(ランタンプロマイド)シンチレーション検出器(1.5" × 1.5" × 3本)を用いた。

【0012】

無人ヘリコプターを活用した、事故後の原子力施設から3km圏内の空間線量率及び放射性セシウムの沈着量の測定について以下に示す。

【0013】

10

20

30

40

50

(1)無人ヘリコプターによる測定でのデータの取得方法

無人ヘリコプターの飛行高度は対地高度で50～80m程度であり、その測定値は、無人ヘリコプター下部の半径50～80m程度(飛行高度により変化)の円内のガンマ線量を平均化したものである。

無人ヘリコプターの軌跡幅(測線間隔)は、50mまたは80mとする。

無人ヘリコプターの飛行速度は、8m/s(=28.8km/h)程度である。

取得データは、放射線検出器で測定される1秒毎のガンマ線量のデータ(計数率)とエネルギースペクトル及びそれに対応するGPSによる位置情報を記録する。

【0014】

(2)無人ヘリコプターで取得された測定データの空間線量率への換算

10

【0015】

無人ヘリコプターを用いた空間線量率、放射性セシウムの沈着量の解析のイメージを図1に示す。

【0016】

上空で測定されたガンマ線量を空間線量率の値に換算するための係数を算出するため、警戒区域内において空間線量率の勾配が小さく、平坦な場所をテストサイトとして設定し、NaIサーベイメータを用いて、テストサイトを中心とした半径100mの円内における地上から1m高さの空間線量率の平均値を求める。

【0017】

次に、無人ヘリコプターで、テストサイト上空の対地高度80m付近をホバリングし、この高度(基準高度)で取得されたガンマ線量(計数率)と上述したテストサイト周辺の地上における空間線量率とを比較し、空間線量率換算係数CD(cps/ μ Sv/h)を算出する。

20

【0018】

その後、テストサイト上空の対地高度10mから100mまでを10m毎にホバリングし、各高度におけるガンマ線(計数率)を測定する。測定された高度毎のガンマ線計数率を基に、対地高度とガンマ線(計数率)との関係式を求め、空気によるガンマ線計数率の減弱係数 μ を算出する。

【0019】

最後に、実際のフライトで取得されたガンマ線計数率を上述した空間線量率換算係数CDから空間線量率(μ Sv/h)に換算するとともに、対地高度と空気によるガンマ線量の減弱係数 μ により、高度補正を行う。なお、対地高度はGPSにより測定した海拔高度から国土地理院が作成した10mメッシュの数値標高モデル(DEM: Digital Elevation Model)のデータを差し引いて、測定地点の対地高度を求める。

30

【0020】

(3)無人ヘリコプターで取得された測定データの放射性セシウムの沈着量への換算

【0021】

警戒区域内で独立行政法人日本原子力研究開発機構がゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定の結果を基に、天然放射性核種(K-40、U系列、Th系列)による空間線量率の平均値(43 ± 20 rSv/h=誤差=標準偏差)を評価し、前に求められた空間線量率から、この値を差し引くことにより、放射性セシウム(Cs-134,137)のみによる空間線量率を算出する

40

【0022】

その後、文部科学省「ゲルマニウム半導体検出器を用いたin-situ測定法」(p8-84)に記載されている緩衝深度($=1.0g/cm^2$)の場合の地表面における放射性セシウムの沈着量と地上1m高さでの空間線量率の換算係数を使用し、地表面におけるセシウム134及びセシウム137の沈着量を算出する。無人ヘリコプターの検出器で測定されたガンマ線のエネルギースペクトルの例を図2に示す。図2において、紙面に向かって上側にあるスペクトルが地上高度80mのもので、下側が海上高度100mのものを示している。

【0023】

(4)空間線量率及び放射性セシウムの沈着量の測定結果の一定時点への換算(減衰補正)

50

【0024】

各地点の測定結果は測定日が異なるため、各測定地点における地上1m高さの空間線量率及び地表面への放射性セシウムの沈着量の値は、放射性セシウムの物理的減衰を考慮し、今回の原子力施設から3km圏内の無人ヘリコプターの測定最終日の値に換算する。

【0025】

(5)無人ヘリコプターを活用した、空間線量率及び放射性セシウムの沈着量を記したマップの作成

【0026】

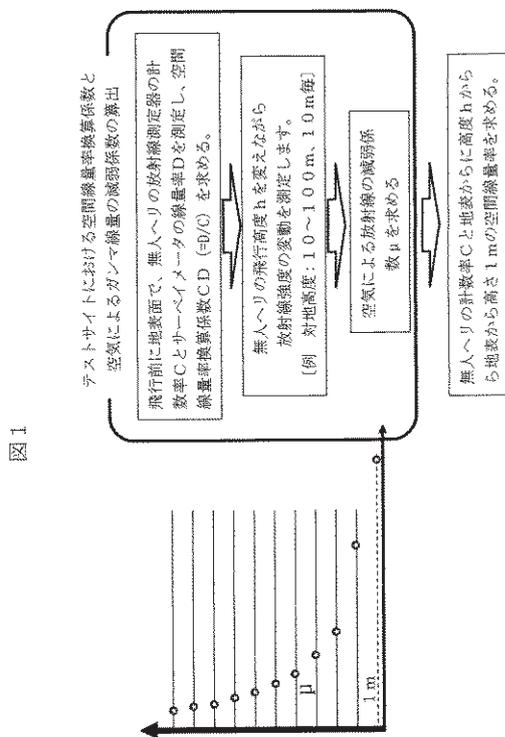
測定されていない地域の空間線量率及び放射性セシウムの沈着量の値は、各測定地点の空間線量率及び放射性セシウムの沈着量の測定結果を基に、内挿法(クリギング法)を用いて内挿補間する。

10

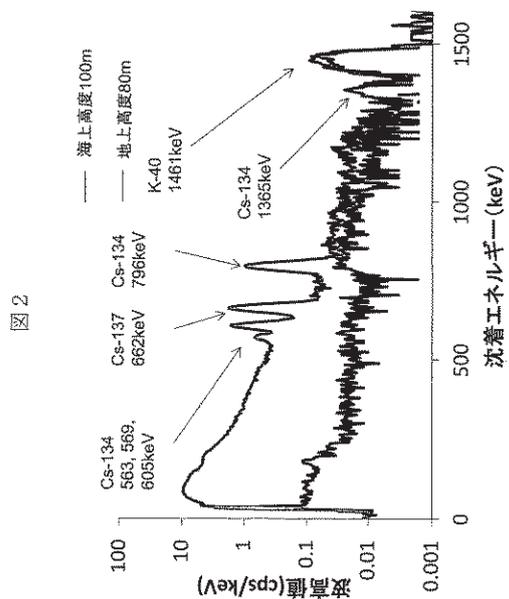
【0027】

空間線量率及び放射性セシウムの沈着量を記したマップの作成にあたっては、補間したデータを含め、文部科学省が実施している航空機モニタリングの空間線量率及び放射性セシウムの沈着量の大きさごとに色分けしてマッピングする。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 眞田 幸尚
東京都千代田区内幸町二丁目2番2号 富国生命ビル19階 独立行政法人日本原子力研究開発
機構 東京事務所内
- (72)発明者 斉藤 義彦
茨城県日立市桜川町1-5-20 日本放射線エンジニアリング株式
会社内

審査官 林 靖

- (56)参考文献 特開2012-251918(JP,A)
特開昭61-193091(JP,A)
特開2001-141829(JP,A)
特開昭55-166066(JP,A)
特開平04-081684(JP,A)
特開2001-153952(JP,A)
特開2001-208848(JP,A)
特表平09-510032(JP,A)
特開2002-006076(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01T 1/00 - 1/16
G01T 1/167 - 7/12
G21C 17/00 - 17/14