The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Study on Development of Tough and Reliable Instrument for Measurement of Radon Radioactivity in Atmosphere
Author(s)	Nidal, Khaled Mohammad Dwaikat
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49548
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【71】

氏　　名	Nidal Khaled Mohammad Dwaikat（ニダル ハルド ムハッマド ドワイカット）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２２９６２　号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科電気電子情報工学専攻
学　位　論　文　名	Study on Development of Tough and Reliable Instrument for Measurement of Radon Radioactivity in Atmosphere （大気中のラドン放射能測定用の高信頼度装置の開発に関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　飯田　敏行 （副査） 教　授　粟津　邦男　　教　授　田中　和夫　　教　授　上田　良夫 教　授　兒玉　了祐　　教　授　三間　圀興　　教　授　實野　孝久 准教授　村田　　勲

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は、大気中のラドンの放射能濃度を正確に測定するための高信頼度装置の開発についての研究成果をまとめたものである。論文は以下の全６章から構成されている。

第1章では、大気中のラドンの人体に与える影響、特に肺がん発生のリスク増加について述べ、大気中のラドン濃度測定の必要性とそのための高信頼度測定装置開発の意義について述べた。合わせて、従来の測定装置の問題点を指摘した。

第２章では、ラドンの発生源とラドンの大気中での拡散挙動について述べた。特に、居住空間におけるラドン濃度が様々な環境要因によって変動することを示した。また、基本となる地表近傍のラドン濃度が土壌に含まれるウランおよびラジウムの濃度と密接な関係にあることをシミュレーション計算により明らかにした。これらの結果は、第３章以降で述べる実際のラドン濃度測定法と高感度ラドン濃度測定装置の開発について多くの有用な示唆を与えた。

第３章では、大気中のラドン濃度の長時間平均値や、多数箇所でのラドン濃度の測定に用いられるカップ法の問題点とその改善法について述べた。ラドンのα線は飛跡検出器CR-39で検出することができ、その際の面倒な顕微鏡観察作業を、フィルムスキャナーと独自に開発した画像処理プログラムを導入することにより作業時間を従来の1/100以下に減らすことができた。合わせて、紫外線照射を併用することにより、解像度を落とさずにこれまでの化学エッチング作業を約半分の時間でできるようにした。また、強い電場を利用すれば、ラドン娘核の検出感度を1桁以上改善できることを示した。さらに、均一な薄いCR-39検出器の製作にも成功し、この薄膜検出器で飛程の違いからラドンとその娘核の識別を正確に行えることを示した。これらの改善方法により、ラドン濃度の長時間平均値の測定と多数点測定が非常に能率的に行えるようになった。

第４章では、屋内ラドン濃度を高感度で正確に測定するために開発した集合型空気比例計数管について述べた。太い肉厚アクリル管に独自に設計した31本の開放型空気比例計数管を挿入し、HEPAフィルターを通してサンプル空気を導入する高感度ラドン検出器を製作した。さらに、比例計数管のガス増幅を安定化させるためにシリカゲルフィルターとヒーターを取り付けた。これらの工夫によってラドンの崩壊核である^{214}Poのα線を非常に高感度で正確に測定できることを示した。ラドン濃度は放射平衡関係にある^{214}Poの濃度から求めることができる。

第５章では、屋外ラドン濃度を測定するために開発した双子型空気電離箱について述べた。多数の孔のある自然通気型電極を対称に配置、周期的なバックグラウンド雑音を効果的にキャンセルできるようにし、従来電離箱では検出が困難であった微弱なα線パルスを測定できるようにした。開発した検出器について湿度の影響を評価、野外での測定可能条件を明らかにすることにより、十分に屋外ラドンモニタリングができることを示した。

第６章では、本研究で得られたラドン濃度測定器についての開発成果を総括し結論を述べた。

論　文　審　査　の　結　果　の　要　旨

本論文は、大気中のラドンの放射能濃度を正確に測定するための高信頼度装置の開発についての研究成果をまとめたものであり、得られた成果を要約すると以下の通りである。

（１）居住空間におけるラドン濃度が様々な環境要因によって変動することを示すとともに、基本となる地表近傍のラドン濃度が土壌に含まれるウランおよびラジウムの濃度と密接な関係にあることをシミュレーション計算により明らかにしている。

（２）大気中のラドン濃度の代表的測定法であるカップ法の問題点を示すとともに、ラドンからのα線を固体飛跡検出器とフィルムスキャナーで検出する新しい濃度測定法を提案している。そして、従来の顕微鏡観察法に比べて、作業時間を 1/100 以下に減らせることを明らかにしている。合わせて、固体飛跡検出器への紫外線照射を併用することにより、エッチピット画像の解像度を落とさずに化学エッチング作業をこれまでの約半分に短縮できることを示している。また、強い電場を利用しラドン娘核の検出を行えば、測定感度を 1 桁以上改善できることを明らかにしている。さらに、均一な薄膜状の固体飛跡検出器の製作にも成功し、この薄膜検出器で飛程の違いからラドンとその娘核の識別を正確に行えることを示している。

（３）屋内ラドン濃度を高感度で正確に測定するために、新しい集合型空気比例計数管を開発している。真空排気のできるアクリル管に最適に設計した多数の開放型空気比例計数管を挿入し、HEPA フィルター、シリカゲルフィルターを取り付けることにより、ラドンの崩壊核である ^{214}Po のα線を高感度で正確に測定できることを明らかにしている。ラドン濃度は放射平衡関係にある ^{214}Po の濃度から求めることができる。

（４）屋外ラドン濃度を測定するために、新しい双子型空気パルス電離箱を開発している。多数の孔のある自然通気型電極を対称に配置、周期的なバックグラウンド雑音を効果的にキャンセルし、従来の電離箱では検出が困難であった微弱なα線パルスを測定できることを示している。また、湿度の影響を評価、野外での測定可能条件を明らかにすることにより、本パルス電離箱で十分に屋外ラドンモニタリングができることを示している。

以上のように，本論文は厳しい環境下でも大気中のラドン濃度を高信頼度で測定する新しい方法を確立したものであり，高感度ラドン放射能測定法と、従来の方法では得られなかったラドンの大気中の動態挙動についての多くの知見が得られている。これらの知見は当該分野の発展に寄与するところが大きく，よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。