

審査の結果の要旨

氏名 チャン ノック トアン

ベトナムでは放射線利用の急増、原子力発電所計画もあり、質の高い放射線安全の確立が喫緊の課題である。放射線安全の目標は放射線作業員や公衆の放射線健康リスクを抑制することであるが、特に、公衆の安全は、自然・人工起源の環境放射線の評価、環境モニタリング・警報システムの整備、放射線医療の線量学的品質管理により達成される。本論文の目的はベトナムにおける放射線安全の質の向上を達成するための線量学的アプローチを達成することである。本論文は8章からなり以下にそれを示す。

第1章では、本研究の背景、目的、本論文の構成を示している。

第2章では、ベトナムの放射線、原子力利用の現状と将来計画を示す。放射線、放射性核種利用は、特に医療分野で大きく増加しており、2020年までの原子力発電所の導入もあり、放射線、原子力の安全管理体制、線量評価の高度化が喫緊の課題であるとしている。

第3章では、ベトナムの放射線安全の規制機構、職業被曝管理、医療被曝管理、公衆被曝管理、放射性廃棄物管理、緊急時体制、人材養成、原子力発電計画についての現状とその分析をまとめている。

第4章では、ベトナムでの自然起源の放射線源からの外部被曝評価(宇宙線と土壌中の放射性核種による被曝)を行っている。宇宙線線量の解析を、大気中宇宙線スペクトル計算コード EXPACS を用いて評価、全土の詳細な宇宙線線量マップを初めて作成した。電離成分は $24.4-62.7 \text{ nSvh}^{-1}$ 、中性子成分は $6.4-54.6 \text{ nSvh}^{-1}$ の線量率と評価された。他方、土壌中の自然放射性核種からの外部被曝量評価には、全国464個の土壌試料を測定した。放射能強度は ^{238}U が $43.6 \pm 19.0 \text{ Bqkg}^{-1}$ 、 ^{232}Th $59.7 \pm 19.8 \text{ Bqkg}^{-1}$ 、 ^{40}K $403 \pm 244 \text{ Bqkg}^{-1}$ で、人口荷重吸収線量は $71.6 \pm 30.3 \text{ nGyh}^{-1}$ であった。これは世界平均の 59 nGyh^{-1} より高めである。

第5章では、ベトナムでの人工起源の放射線被曝量を評価した。線源は、医療分野、フォールアウト、放射線源などであり、各々についての検討をした。特に、診断用放射線医療による被曝は人工放射線源からの国民線量の大半を占める。

第6章では、環境モニタリング線量評価について検討した。環境放射線モニタリングシステムの検討を行い、環境放射線線量評価の質を保証するトレーサ

ビリティを有する校正システムにつき述べた。線量計の校正法のプロトコルを述べ線量評価上の検討を加えている。標準線源法では、空気カーマ率との比で ^{137}Cs と ^{60}Co 線源で5%以下、 ^{226}Rn で2–10%と評価、標準放射線場が約5%以下の精度で確立できた。又、線量計システムを構成するサーベイメータに対して、検出器と遮蔽体を様々に配置し種々の外部環境放射線成分に対する応答を決定した。熱蛍光線量計システムではIEC等の国際標準書に則って整備した。ソフトウェアを装備したNa(Tl)シンチレータは、宇宙線に低感度で、応答の角度依存性が少なく、低レベルの環境放射線線量率の連続的なモニタリング、主要な核種同定を行う手法として有効で、これを整備、実証した。ベトナム全土の総合環境放射線・緊急時モニタリングシステムの配置計画、ネットワークとデータ収集系についても検討した。ベトナム原子力研究所(VAED)内の中央局、ハノイ、ホーチミン(この2者には原子力事故時の緊急時対応チームを配置)、他2つの地方局(計4局)、地域境界での地方モニタリングポイントから構成される。

第7章では、放射線医療分野の計測器の品質管理や、患者の線量管理を通じた線量評価システムの検討を行う。放射線診断は人工放射線の主要因であるが、その被曝はX線イメージング手法とその使用の最適化により抑制できる。患者の検査の適正化の為、ハノイ病院でのX線検査の標準プロトコルを決定した。さらにベトナム2次標準線量施設(SSDL)での線量管理確立の為、国際基準との整合をとり、医療用X線装置の特性決定や臨床X線線量評価のための標準体系を整え、校正システムのトレーサビリティを確立した。国際相互比較でも他国のSSDLの値と2%以内の精度で一致する良好な結果を得た。ハード面でも、画質と患者の被曝双方に影響するX線管の印加電圧制御をkVpメータの校正法の詳細な検討により改良、線量管理の品質を向上させた。この成果はベトナム全土の放射線治療施設の定期的な品質管理プログラムに適用、参加する全施設間のバラツキを5%以下にできた。

第8章は、本論文の結論で全体をまとめた。

以上のように、本論文は放射線・原子力利用の急伸するベトナムにおける放射線安全の質の向上のための熟達した線量学的アプローチを論じたもので、自然及び人工の放射線源の影響を評価し、環境モニタリングシステムの検討を加え、医療放射線の線量評価システムを考察した。これらはベトナムにおける放射線安全の高度化、進展に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。