

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 カムパナート シルワ

東京電力福島第一原子力発電所事故において、放射線の影響で亡くなった方は居なかったが、環境が大量に汚染され、多くの人々が生活と土地を失っている。国際原子力機構(IAEA)は、原子力安全の目的として、放射線の影響から「人と環境を守る」と定義している。しかしながら、従来の原子力発電所のリスク評価においては、放射線による人体への影響を評価する事が行われてきており、環境への影響に関する評価は、全く行われていなかったと言っても過言ではない。事故を受けて、環境を守る事を目的としたリスク評価の重要性が強く認識されるようになった。本論文においては、人と環境を守る事を目的とし、原子力発電所事故によって放出される放射性物質が、人と環境に与える影響を評価する総合的指標を提案するとともに、その特徴を分析し、重要なパラメータを明らかにすることを目的としている。併せて、提案した指標の定量的評価を行い、環境影響を含んだ、規制に応用するための技術的背景を与える事を目的としている。本論文は5章にて構成されている。

第1章では、原子力発電所のリスク評価に関する現状をレビューするとともに、現状のリスク評価、特にレベル3 PRA(確率論的リスク評価)が、放射線の人体への影響評価にとどまっている事を示している。さらに、福島第一原子力発電所事故で明らかとなった、環境への多大な影響に対する知見を元に、環境影響リスクを検討する事の重要性を示している。これらの背景を踏まえ、IAEAの原子力安全基本方針に示される、放射線の影響から「人と環境を守る」という基本的目標を考察し、環境を守るための研究の必要性を示すとともに、本研究の目的をまとめている。

第2章では、放射線の人への影響だけではなく、環境への影響を取り扱う事ができる新しい総合的指標として、NACI(Nuclear Accident Consequence Index)を提案し、その具体的な算出方法に関する議論を行っている。従来の人体への放射線影響だけではなく、土地汚染に伴う移住指標、汚染した土地を除染するための除染指標、風評被害の影響を表す風評被害指標など、10の個別

指標を提案し、これらを総合的に加算した指標としての NACI を提案している。レベル 3 PRA コードを用いて上記指標を定量化し、全電源喪失、LOCA(冷却水喪失事故)時給水失敗などの様々なシナリオに対して NACI 及び個別指標を、CFF(格納容器損傷確率)と比較する事などで考察している。これらの定量的評価の結果として、NACI が大きなシナリオに対しては、人体への放射線影響、移住指標、除染指標の 3 つが支配的となり、これらの 3 つの指標を考慮すれば NACI を推定できることを示している。また、感度解析を行い、NACI に影響を与えるパラメータを特定している。

第 3 章では、第 2 章の結果に基づき、NACI における重要な指標である除染指標の詳細分析を行っている。除染方法や廃棄物処分方法などをパラメータとして、感度解析を実施して、除染指標に与える重要な因子を明確化している。具体的には、除染終了を判定する汚染濃度(例えば目標除染濃度が 1mSv/y)が、NACI に大きな影響を与える事などを示している。

第 4 章では提案した NACI の応用として、規制において、事故時環境影響を簡易に推定するための方法を提案し検証している。具体的にはフィンランドで提案されている 100TBq の ^{137}Cs 放出量基準について、NACI を用いて評価を行い、環境影響を十分に小さく抑えるための指標として有効である事を示している。放出量や気象条件、放出高さなど、レベル 3 PRA コードを用いて評価を行い、どのような条件においても 100TBq であれば、環境影響が小さく抑えられることを定量的に示している。これは、100TBq 基準が「人と環境を守る」ための基準として適切であることを定量的に説明したものと考えられる。

さらに、より一般化を目指して、放出量をパラメータとして、NACI の傾向分析を行い、100TBq 以下であれば NACI が放出量の 0.8~1.0 乗に比例し、100TBq 以上であれば放出量の 1.3~1.4 乗比例する事を示している。この事からも、放出量を 100TBq 以下に抑える事が重要であることを示している。

第 5 章は、結論であり、本論文の成果をまとめている。

以上、本論文は、原子力発電所事故における人と環境への影響を評価する総合的指標として NACI を提案し、感度解析によって NACI に与える重要なパラメータを抽出するとともに、規制に応用を試み、100TBq ^{137}Cs 放出基準が人と環境を守る基準として用いる事ができる事を定量的に示すなど、原子力安全に関する重要な知見を与えるものであり、原子力工学の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。