

論文の内容の要旨

論文題目 Study on Severe Accident Consequence Index Aiming
for Protection of People and the Environment
(人と環境を守るための過酷事故影響指標に関する研究)

氏 名 カムパナート シルワ (Kampanart Silva)

国際原子力機関の安全の基本原則では、安全の基本方針は人と環境を電離放射線による悪影響から守ることであるとしている。東京電力福島第一原子力発電所事故は人と環境に多大な影響を与え、この安全の基本方針の有効性を示している。人と環境を放射線の悪影響から守るためには、放射性物質を発電所の敷地外に放出し人と環境への悪影響を与え得る過酷事故を選出し、その事故の人と環境への影響を評価し、それらの影響を低減する措置を講じる必要がある。しかし、現在に至るまでの過酷事故の影響評価は放射線被曝による人々の健康への影響に注目しており、人と環境への影響を体系的かつ定量的に評価した例は稀である。これを受け、本研究は想定され得る定量化可能な過酷事故の人と環境への影響を網羅できる「原子力事故影響指標」を開発することを目的とする。本指標の包括性は過酷事故の影響の全体像を把握することを可能にし、ひいては人と環境を放射線の悪影響から守ることに貢献する。本研究の具体的な目的は(1)原子力事故影響指標を開発し、それをを用いて想定される過酷事故の影響を評価すること；(2)原子力事故影響指標の重要な要素の一つである除染指標に関する更なる議論を可能にするために、除染モデルを改良すること；(3)100 TBqのセシウム-137の環境への放出が過酷事故の影響の安全基準として使用できることを、簡略原子力事故影響指標を用いてその放出の影響を評価することで確認すること；(4)原子力事故影響指標と放出パラメータの相関を示し、過酷事故の影響評価の単純化を図ることである。

開発された原子力事故影響指標は、人への影響、環境への影響、人及び環境への影響を代表する、合計10の指標によって構成されている。放射線影響指標と精神的影響指標は人への影響を代表する。廃止措置指標と除染指標は環境への影響を代表する。残りの6つの指標：屋内退避指標、避難指標、移転指標、食物摂取制限指標、代替電源指標および風評被害指標は、人と環境の両方へ影響を与える。原子力事故影響指標を用いて1, 100 MWeのBWR-5の想定される過酷事故の影響を評価した。ほぼ全ての想定事故におい

て、放射線影響指標、除染指標および移転指標は、原子力事故影響指標を支配する3つの指標であることが分かった。これらの指標のみで過酷事故の人と環境への影響を代表できるため、これらを用いて簡略原子力事故影響指標を形成した。感度解析を実施したところ、感度の高いパラメータを3つ特定した。移転先からの帰還の可否を判断するための線量レベル、発電所内の原子炉の基数、放射性廃棄物の減容である。最初のパラメータは移転に関する線量レベルの注意深い検討の重要性を示唆している。2つ目のパラメータは複数基における同時事故の評価を実施する必要性を示す。3つ目のパラメータは放射性廃棄物の処理処分の検討の重要性を強調している。

次に、簡略原子力事故影響指標を用いた過酷事故影響評価のための除染モデルが開発された。チェルノブイリ原子力発電所事故および東京電力福島第一原子力発電所事故での除染に関するデータを用いて、放射線影響指標、除染指標及び移転指標を改良した。モーリスの方法を用いて感度解析を実施し、簡略原子力事故影響指標への影響が大きいパラメータを抽出した。簡略原子力事故影響指標への影響が大きいパラメータを4つ特定した。除染対象地域を決定する線量レベル、放射性廃棄物処分の是非、放射線廃棄物処分の単位指標、除染に携わる従業員数である。この結果は、意思決定者は除染対象地域を決定する線量レベル、放射性廃棄物処理の工程、汚染地域の除染の実施計画等を注意深く検討してから決定しなければならないことを意味している。感度解析の結果から、除染パラメータと放射線影響指標の相関が非常に弱いことが分かった。これは汚染地域の汚染除去だけでなく人々の被曝の低減も目的としている除染は、最終的には人々の被曝の低減へ寄与しない可能性があることを示唆している。簡略原子力事故影響指標への影響が無視できるほど小さいパラメータを分布として扱わずに中央値に固定することで簡略除染モデルを形成し、もとのモデルの結果との一致を確認することで簡略モデルの有効性を実証した。これを用いて簡略原子力事故影響指標を計算し旧モデルと比較したところ、除染指標が著しく大きくなり、簡略原子力事故影響指標も倍ほどになった。これは前述の除染対象地域を決定する線量レベルの重要性を強調している。

新しく開発された簡略原子力事故影響指標は、比較的少ない資源で包括的に過酷事故の人と環境への影響を評価できるが、原子炉設計認証の段階では事業者は事故影響評価の費用を節約したいはずである。その上、この段階ではサイトや原子炉に関する多くのデータもまだ収集されていなかろう。したがって、放出パラメータと簡略原子力事故影響指標の相関を明らかにすることで、資源をかけて簡略原子力事故影響指標を評価せずに想定事故による放出の評価のみで事故の影響を評価できる。まず、100 TBqのセシウム-137の環境への放出による事故影響を簡略原子力事故影響指標を用いて評価した。どのような計算条件においてもその放出の簡略原子力事故影響指標は極めて小さく、すなわち人と環境への影響は限られており、原子炉設計認証の段階での事故の影響を代表する安全基準として使用可能であることが分かった。次に、放出と事故の影響の関係を一般化するために、放出量、放出期間、放出開始時間の3つの放出パラメータと、簡略原

原子力事故影響指標とそれを構成する指標との関係を調べた。放出量と比べると、放出期間と放出開始時間の簡略原子力事故影響指標との関係は無視できるほど小さい。放出量と簡略原子力事故影響指標との関係はべき関数 ($y = ax^b$) に従い、その指数が関係の鍵であることが分かった。放出量と健康影響指標・移転指標・除染指標・簡略原子力事故影響指標との相関式の指数は順に、0.8から1.0、1.4から1.5、1.4から1.5、1.3から1.4である。

以上のように、原子力事故影響指標は過酷事故の人と環境への影響を網羅的に評価できる。この指標は日本や原子力の平和利用をする世界各国が、電離放射線の悪影響から人と環境を守るという国際原子力機関の安全の基本方針を遵守するための手助けとなる。