

名古屋大学工学研究科 総合エネルギー工学専攻  
エネルギー安全工学講座

## エネルギー環境安全工学グループ

山澤弘実(教授)、森泉純(准教授)

博士後期課程 1名、博士前期課程 10名、学部 3名 (2021年度の実績)

---

### 研究分野と研究方針

#### 【概要】

エネルギーの生産・使用に伴う環境影響のメカニズムを理解し、将来予測のための技術を開発することを目指した研究を行っている。

電力、燃料等のエネルギーの生産・転換・消費の何れの段階でも環境影響は不可避であり、温暖化や原発事故等に代表されるように時代が進むにつれてその影響が顕在化かつ深刻化している。文明社会を維持するためには、環境負荷に対する地球環境システムの反応を合理的に予測評価する必要があり、そのためには主に大気中に放出される微量成分の動態の把握と予測が必要である。

当研究グループは、気象学、大気物理学、環境放射能学、保健物理学等を基盤として、大気中の天然及び人工放射性核種の測定と大気輸送モデルの開発・検証をとおして、局所スケールから全球スケールまでの大気中物質動態の高精度な予測を可能にするための研究を行っている。

#### 【キーワード】

放射性物質、温暖化物質、大気汚染物質、長距離輸送、乱流拡散、沈着、炭素循環、大気・土壌・植生複合系、ラドン及び壊変生成核種、宇宙線生成核種、トレーサ利用、大規模大気輸送シミュレーション、モデル相互比較、放出源逆推定、大気放出事故解析、不確かさ解析、緊急時対応、被ばく評価、空間線量率

#### 【主な研究と内容】

##### (A) 広域ラドン輸送及び空間線量率上昇の解析

大気中物質輸送のトレーサとして天然放射性核種の Rn-222 との壊変核種を対象にした観測、長距離輸送モデルによる再現計算、アジア大陸から太平洋上への物質輸送過程の解明、環境放射線監視施設で得られる線量率( $\gamma$ 線スペクトル)データの解析による Rn-222 壊変核種沈着過程の解明等を行っている。大気中輸送過程の理解を深め、それを再現する大気輸送モデルを改良することで、研究基盤の位置づけの重要な研究として長年取り組んでいる。特に、Pb-214、Bi-214 等の短半減期壊変核種と、Pb-210 等の長半減期核種の沈着過程のモデル化が、他の放射性核種及び一般汚染物質の沈着過程の理解につながる。

##### (B) 東電福島原発事故大気拡散解析

福島原発事故初期の大気中放射性核種の動態についての知見は、特に I-131 吸入による内部被ばくの評価のために必須であることと、点状放出源からの数百 km スケールでの大気輸送現象を捉えた他に類似事例がほとんど存在しない学術的に貴重な知見である。しかし、甚大な地震・津波災害との複合災害であったため、事故初期の大気中濃度に関する実測データは極めて少ない。本研究においては、下記テーマ(C)で得られる大気中濃度を用いた多核種ブルーム動態解析、大気拡散モデル沈着過程の検証・改良、世界の先端モデルの相互比較試験、大気中 I-131 動態解明、大気拡散モデル防災応用等の研究を進めている。

#### (C) モニタリングデータの高度利用及び放射能計測

福島原発事故以降、全国規模で環境放射線監視施設が拡充された。測定される空間線量率は降水によるラドン壊変核種の沈着により増加し、その大きさが気柱中のラドン存在量とよい相関を持つことが(A)の研究で明らかとなった。そこで、常設の監視施設で得られるデータ(モニタリングデータ)の解析及び降水中壊変核種濃度の測定等により、モニタリングデータを上空ラドン濃度評価の proxy として用いる準リモートセンシングの可能性を探る研究を進めている。また、モニタリングで得られる  $\gamma$  線波高分布解析から、地表面沈着量、土壌中深度分布、及び大気中濃度を評価する方法の開発を進めている。これを応用し、福島原発事故初期の測定データを解析して現在までほとんど得られていない多核種の大気中濃度評価を進めている。

## 2021 年度の研究・教育の概要

### 【 $^{210}\text{Pb}$ 降下量の分布】

アジア大陸で発生し日本に達したラドンから主に湿性沈着するラドン壊変生成核種で、日本人の内部被ばくの約 4 割を占める  $^{210}\text{Pb}$ (被ばくは子孫核種の  $^{210}\text{Po}$  による)の降下量分布を、空間分解能を上げた輸送モデルにより評価し、日本海沿岸の限られた範囲で顕著に降下量が多いことを示した。この計算結果は月単位の観測を良好に再現するが、いくつの観測値を過小評価することが明らかとなった。そこで、再現性向上を目指した検討をすすめ、沈着計算スキームの改良及び地形再現性向上により過小評価が大幅に改善されることを示した。

### 【降水中ラドン壊変生成物濃度測定法の開発】

降水中に含まれる  $\gamma$  線放出ラドン壊変生成核種( $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Bi}$ )濃度の高時間分解能測定を目的として、捕集フィルターと HPGe 検出器を一体化した降水流通式測定法を開発し、実測を開始した。これまで 30 分～1 時間毎の測定でも十分な測定精度を確保するのが困難であったが、10分毎の濃度をより高い精度で測定可能となった。実測データの蓄積を進めている。

### 【環境研究総合推進費による研究】

前年度まで 3 か年計画で実施してきた環境研究総合推進費による研究が前年度で終了し、その成果の取りまとめを行い、事後評価を受けた。この研究の中では、東電福島原発事故の環境影響を対象として大気拡散モデル国際比較試験、大気拡散モデル原子力防災利用法の検討、福島原発事故大気中核種挙動の解析を実施した。3 か年中に国際的に最先端の大気拡散モデル性能の顕著な向上が確認され

たことに加えて、事故当事国として将来に残すべき大気中濃度等の実測データが整備された。また、大気拡散モデルの原子力緊急時利用の有用性が示された。また、これら研究のフォローアップ研究を行った。これらの成果を受けて、事後評価では S 評価であった。

**【福島原発事故大気中核種挙動の解析】**

上記の推進費研究のフォローアップ研究として、事故直後の大気中放射性核種の挙動解明として、少数の実測データから放射性ヨウ素及びテルルのガス態・粒子態挙動モデルを用いて解析し、放出時点での性状を評価するとともに、サイト近傍での沈着挙動をモデル化して放出時の粒径および放出高度を評価する研究を行い、主要プルームについて放出時の粒子・ガス状割合等の重要な知見が得られた。

...

**【本年度の研究成果発表の概要】**

	国内会議発表	国際会議発表	国際会議予稿	学術論文
教員	5	1	1	1
学生	9	1	1	3

**本年度の卒業論文・修士論文・博士論文のタイトル**

**【卒業論文】**

- ・原子力防災利用での大気中放射性物質鉛直積分濃度の有用性検討
- ・日本周辺の Rn-222 壊変生成物沈着量の地域的・季節的特徴の解析
- ・ラドン壊変核種輸送モデルの湿性沈着計算スキームの検討

**【修士論文】**

- ・長距離大気輸送モデルによる 210Pb 沈着量再現性の検討
- ・ラドンフラックス変動が広域大気中濃度に与える影響の数値解析
- ・福島原発事故放出 <sup>131</sup>I, <sup>132</sup>I 及び <sup>132</sup>Te の挙動モデルを用いた大気中動態の解析
- ・福島第一原発近傍の Cs-137 沈着量分布を用いた 放出形態の推定
- ・Analysis of <sup>210</sup>Pb deposition distribution in winter at Rokkasho based on high resolution atmospheric transport/deposition model calculation

**その他・特記事項**

なし