

氏名（本籍）	KHANDAKAR MD.HABIB AL RAZI（バングラデシュ）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第 440 号
学位授与日付	平成 25 年 3 月 25 日
専攻	環境エネルギーシステム専攻
学位論文題目	Assessment of local and regional air pollution impact by numerical air quality modeling (大気質数値モデルによる局所および地域大気汚染影響評価)
学位論文審査委員	(主査) 教授 小林 智 尚 (副査) 准教授 吉野 純 准教授 神原 信 志 教授 守富 寛

論文内容の要旨

日本では 1960 年代の経済高度成長期の地域公害問題に端を発し、NO_x、SO_x、煤塵などの厳しい大気環境規制が施行されている。排ガスに伴う新規工場建設に当たっては、周辺住民の環境および健康影響を考慮し、煙突からの排ガス中有害物質の濃度が規制対象となる。排ガス中有害物質の濃度ばかりでなく風向きや風速による有害物質の移動方向も重要であり、実測あるいはシミュレーション予測により煙突の高さを決めるなどの方法がとられている。最近では揮発性の高い水銀が地球環境汚染物質として扱われ、石炭火力発電、製鉄、セメント製造、廃棄物処理、非鉄金属製造等の施設からの水銀排出規制が国連環境計画から提案されており、各施設からの排出状況、大気輸送、周辺住民への健康影響、対策技術や法規制などの検討が始まっている。しかしながら、水銀自身は消失することがなく、施設周辺の局所大気汚染のみならず、広範囲の地域への影響、周辺国からの流入によるバックグランド濃度についても計測および予測する必要がある。本研究の目的は 5km 四方の局所の大気汚染への周辺の 50km 四方地域の影響を気象変動を考慮して計算できる大気汚染予測モデルを開発することにある。

本学位論文は第 1 章で大気汚染モデルの現状と本研究で使用している数値モデルの特長と計算手法について説明している。すなわち、産業施設周辺での着目物質の大気中濃度分布を計算する METI-LIS モデル、地域の大気中濃度分布を計算する AIST-ADMER モデル、大規模地域（バックグランド）での着目成分（粒子）の軌跡を追跡し発生地域を特定化するための HYSPLIT モデル、詳細な大気化学反応を含む WRF/Chem モデルである。METI-LIS および AIST-ADMER モデルはそれぞれ局所（5km 四方）および地域（50km 四方）の特定成分の大気濃度を予測するモデルであるが、ここでは METI-LIS の境界条件を与えるのに AIST-ADMER を用いるなどの特長を有している。

第 2 章では本研究で対象有害物質とした水銀の需要と供給、環境省から報告されている産業別の排出インベントリー、PRTR（環境汚染物質排出移動登録制度）データなど予測に必要な基礎データについて説明している。

第 3 章では中部 9 県を対象に石炭火力発電所、セメント製造施設周辺の水銀大気中濃度分布を AIST-ADMER および METI-LIS を組み合わせた新たな計算手法によるシミュレーション結果およびその水銀濃度と各県の人口を考慮した住民への暴露状況について述べている。ここでの計算結果からは一般住民地域では水銀大気規制濃度の 40 ng/m³ 以下、発生源周辺でも 5-10 ng/m³ であり、季節変動を含め水銀暴露被害はないとの結論を得ている。

第 4 章では愛知県内 9 カ所の水銀濃度モニタリングステーションにおける測定データに対し、独自に開発した大気水銀反応モデル（BOX モデル）により水銀形態、すなわち乾性水銀（主に元素水銀 Hg⁰）、湿性水銀（主に酸化水銀 Hg²⁺）、粒子吸着水銀（Hg^P）を AIST-ADMER モデルに組み込んで地上沈着量を予測している。その結果、定点測定された実測データと比較して年度別の沈着量傾向とよく一致し、雨量などの気象変化が地上水銀沈着量に与える影響を説明できるモデルであることを確認できた。これらの結果に基づき、対策技術として導入されている排ガス処理装置の種類による水銀排出量低減効果について述べている。

第 5 章はさらに地域を拡大するとともに、最も大気反応を詳細に組み込んだ大気質モデルである WRF/Chem 利用の可能性を検討するため、水銀の大気反応と密接に関係する大気中オゾン濃度を対象に計算を行った。対象としたのは日本海であり、関連成分排出データ（煤塵、海塩、バイオマス燃焼）、RETRO（対流圏化学組成解析）、GEIA（世界排出インベントリーデータ）、POET（対流圏オゾン前駆体）、RADM2（酸性雨由来

の粒子状物質濃度), MADE/SORGAM (2次有機エアロゾルモデル), 大気化学反応, 水性反応など組み入れ, 日本海周辺の気象データの得やすい2008年3月14日の沿岸部大気中オゾン濃度は30-55 ppbであり, 規制値の60 ppb下回ることが確認できた。この詳細なWRF/Chemを大気中水銀濃度予測に使用するための課題も明らかにしている。

第6章では局所および地域での大気中水銀の環境および健康影響を予測するための大気質数値モデルの有用性および本学位論文で明らかにした点をまとめて記述している。

論文審査結果の要旨

本学位請求論文は, 地域のみならず地球規模での大気環境汚染の拡がりから, 産業活動などによる発生源排出量や気象データから汚染物質の大気中濃度や地上落下する粒子沈着量を予測する数値モデルについて述べたものである。

第1章では人為発生源となる大気汚染物質, 特に本論文で対象としている水銀とオゾンの発生状況に述べ, 本論文で用いる大気質数値モデルのMETI-LES, AIST-ADMER, NOAA-HysplitおよびWRF/Chemの特長および新たに加えた大気反応モデルや粒子沈着モデルの概要について述べている。

第2章では本論文に関連する既往研究の大気拡散モデル, 光反応モデル, 気象モデルなどの特長について述べている。

第3章では上述の大気質数値モデルの計算範囲, 例えばMETI-LESでは5km四方の局所, AIST-ADMERでは50km四方の地域の特長, および各モデルが必要とする初期条件やデータベース, 例えば気象データであるAMeDASの取り扱い, さらにこれらのモデルを複合化させる場合の条件, 水銀の大気反応モデルなど, 大気汚染予測に必要な計算手法に検討した結果について述べている。

第4章は本論文で対象とした水銀の日本の排出状況, 特に大きな発生源となる中部地区の石炭火力発電所, 製鉄所, セメント製造工場からの大気への排出データについて整理し, 入力条件とする場合の課題について明らかにしている。

第5章では中部9県を対象に石炭火力発電所, セメント製造施設周辺の季節変動を含む水銀大気中濃度分布の計算し, 一般住民地域では水銀大気規制濃度の40 ng/m³以下, 発生源周辺でも5-10 ng/m³との結果から, 日本の大気環境基準以下であることおよび周辺住民の健康影響は極めて低いことを明らかにしている。

第6章では愛知県内9カ所の水銀濃度測定データに対し, 大気水銀反応モデルを組み込み, 雨量などの気象変化が地上水銀沈着量に与える影響を明らかにし, 数値モデルの妥当性を明らかにしている。

第7章では世界の研究者が合同で取り組んでいる大気反応を含む地球規模での大気汚染予測モデルとなるWRF/Chemが日本国内の汚染状況を予測できるか否かについて検討している。比較的モデル中の大気反応が充実し, 国内の実測データ(全国10地点)が充実し, 水銀や各種の大気汚染物質の反応に関わるオゾンを対象とした場合に, 例えば大気環境規制が60 ppbであるのに対し, 中国からの影響もあると思われる日本海沿岸域上空でも30から55 ppbであることを明らかにしている。

第8章では大気汚染を予測するモデルの政策的活用の課題について述べている。

第9章は本論文の総括と今後の課題について述べている。

以上, 本論文は大気汚染予測手法の学術的進歩をもたらすとともに, アジア圏での大気汚染物質の拡散状況予測などにも対応でき, 産業活動にともなう環境保全, 安全安心の分野への応用を可能にした意義は高く, 学位論文として高く評価できる。

最終試験結果の要旨

(1) 公表論文

論文草稿およびその基礎となる査読付論文（出版決定済み 5 編）および国際会議を含む学会発表（9 編）を慎重に検討した結果、提出された学位請求草稿は完成された内容を有していると認め、本審査に合格と判定した。

(2) 修得単位

指定された単位を取得していることを確認した。

(3) 公聴会

平成 25 年 2 月 5 日に公聴会を開催して審査し、本審査委員会にて最終試験に合格と判断した。