

【論文博士用】

学 位 審 査 報 告 書

(ふりがな) 氏 名	にいそえ たもん 新添 多聞
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	論 理 博 第 号
学位授与の日付	平成 年 月 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
(学位論文題目) 生体試料を活用した大気中有害化学物質拡散シミュレーション に関する研究	
論 文 調 査 委 員	(主査) 石川 裕彦 教授 高橋 けんし 准教授 向川 均 教授

理 学 研 究 科

(続紙 1)

京都大学	博 士 (理 学)	氏名	新添 多聞
論文題目	生体試料を活用した大気中有害化学物質拡散シミュレーションに関する研究		
(論文内容の要旨)			
有害化学物質の大気による物質拡散シミュレーションにおいて、大気観測データの少ない物質や近年着目されるようになったため過去の観測データ蓄積がない物質に関しては、これまでは十分な検証ができなかった。一方、環境衛生学分野では環境中化学物質への一般ヒト集団の曝露評価の目的で、広範囲な地域において長期にわたりヒト生体試料が採取蓄積されてはきたが、これを活かした曝露評価は行われていなかった。本研究では大気輸送モデルとヒト体内動態 (PK) モデルを結合したモデル体系を作成し、これを用いて放出源から受容体としてのヒト体内への物質の流れを一貫して計算評価し、計算された化学物質の血中濃度を、生体試料における実測値と比較するという新たな手法を開発した。 まず、東アジア諸国での鉛の人体蓄積を対象とした研究を行った。気象客観解析データを用いる格子間隔 1.25 度の全球物質輸送モデルを作成し、放出/観測データの整備されている欧州地域を対象にモデルの検証を行った後、放出源情報/測定情報の乏しい東アジア地域の長期シミュレーションに適用した。中国、ベトナムは経済統計から推定した放出量分布を用い、日本、韓国については既存の排出データを用いた。いずれの場合も絶対量に乗じる補正係数を導入し、これを变化させた計算を行い、PK モデルを介して血清中の濃度まで求めた。これを生体試料中の鉛濃度と比較して試料と調和的な放出量を求めた。濃度計算結果は、存在する限られた地上サンプル濃度とよく一致した。シミュレーション結果からは、日本や韓国の放出量は法的申告制度に基づく公称値よりはるかに大きいこと、中国から排出される鉛が東アジアの広い範囲に移流拡散して影響を与えていて、特に冬期の季節風により周辺地域に輸送されることなどが示された。 次に、関西地方におけるパーフルオロオクタン酸汚染を対象とした研究を行った。ごく最近問題が指摘されたため過去に遡った大気サンプルが存在しない事例であるが、対象地域で過去に収集された血液サンプル中の濃度を測定し、これを大気輸送体内動態結合モデルの結果と比較することで、想定される放出源から人体蓄積にいたる過程を明らかにしたものである。空間スケールが小さいため、メソ気象モデルと結合した大気輸送モデル WRF/Chem を援用し、別の手法で精度良く推定された放出源情報を用いた。大気モデルで計算されたパーフルオロオクタン酸の地表面付近の大気中濃度は、近年になって得られた実測値とよく一致した。生体試料の保存されている関西の 4 地域 (摂津市、京都市、西宮市、大阪府) について、モデルで算出された血清中濃度の計算値と生体試料中の実測値とを比較すると、地点間の濃度差や年々変動の様子が両者間で概ね一致した。これにより、想定された放出源と血清中濃度間に関連があることを示した。			

(論文審査の結果の要旨)

気象学は地球流体力学という純粋科学的側面と共に、人間生活に日々直接関わる現象を扱う応用的側面を持つ。その応用の重要な一つが、大気による各種物質輸送の解明であり、大気汚染の予測をはじめ、火山灰や黄砂など様々な物質を対象にモデル研究が進められてきた。申請者の研究は、人体へ取り込まれた有害化学物質を記録する貴重な生体資料である血液を活用して、これまで概念的にしか提示されていなかった有害物質の大気への放出から人体への蓄積にいたる一貫した物質移動を、鉛とパーフルオロオクタン酸の事例について世界で初めて明らかにしたものである。

東アジアにおける鉛輸送シミュレーションでは、申請者自らが組み上げた全球大気輸送モデルを用いている。モデルの構成要素は既存の成果をパーツとして集めてきたもので特に新規性はないが、ごく近年になって利用可能になった長期にわたる気象再解析データを最大限に活用するようにモデルを組み上げており、これにより計算精度が向上した事が本研究を可能にした。すなわち、精度の担保されたモデルを用いることで、大気サンプルの少ない地域の影響を、時空間的に離れた地域の大気サンプル、生体試料から一定の精度で推定できるようになった。

関西地方のパーフルオロオクタン酸汚染の研究では、申請者は対象物質の化学物理特性を考慮するよう、既存モデルに必要な修正を加えた計算を行った。この事例では放出源情報が別の手法で精度良く得られているので、結合モデル体系で計算された血清中濃度が生体サンプル中濃度とおおよそ一致したことにより、放出源と受容者の対応関係の蓋然性が示された。申請者の構築したシミュレーション体系の特徴がよく発揮されている。

申請者がこの論文で提示した大気輸送モデルとヒト体内動態モデルを繋げたモデル体系は、その概念は提案されていたが実例に適用して成果を得たのは申請者が始めてである。そして東アジアにおける鉛と関西における PF0(A) の 2 つの事例に適用して長期シミュレーションを行い、上述の成果を得た。これは、大気中物質拡散シミュレーションの新たな応用を提示するものとして評価できる。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 24 年 10 月 24 日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行った。その結果合格と認めた。