数値シミュレーションで環境を「みる」

環境エネルギー工学専攻　環境工学コース
教授　嶋寺　光

1. はじめに

2024 年 10 月 1 日付で工学研究科環境エネルギー工学専攻環境工学コースの教授を拝命し、環境システム学講座共生環境評価領域を担当することになりました。本研究室は、工学部環境工学科の創設に伴って 1969 年に環境工学第四講座（空気浄化工学）として発足し、1998 年に工学研究科環境工学専攻の気圏環境工学領域、2005 年に環境・エネルギー工学専攻への改組とともに共生環境評価領域へと名を変え、現在に至っています。私は、学部 4 年から博士後期課程まで学生として本研究室に在籍し、電力中央研究所の特別契約研究員（2011 年 4 月～）、大阪大学環境イノベーションデザインセンターの特任助教（2013 年 4 月～）、工学研究科グローバル若手研究者フロンティア研究拠点のテニュアトラック助教（2015 年 2 月～）を経て、工学研究科環境・エネルギー工学専攻の准教授（2019 年 10 月～）として本研究室に戻り、このたび、教授に昇任いたしました。

私の主な研究テーマは、数値シミュレーションによる環境動態解析です。数値シミュレーションは、目に見えない環境の状況を単に可視化する（見る）だけでなく、環境の時空間変動を俯瞰的に把握し（観る）、その変動要因を解明する（診る）ために重要なツールです。本稿では、これまでに取り組んできた様々な空間スケールにおける環境動態解析に関する研究の概要を紹介いたします。

2. 地球規模～建築内空間における環境動態解析

共生環境評価領域では、発足当初から一貫して、より良い空気・大気環境を創造するための研究を実施してきました。現在は、この研究を中心に対象を拡張し、地球規模から建築内空間に及ぶ広範なスケールの環境において、空気・水・熱エネルギーの環境循環や環境媒体内・媒体間における微量化学物質の動態の解析、人間活動が人々の生活環境および自然生態系に及ぼす影響の評価に関する研究を実施しています（図 1）。

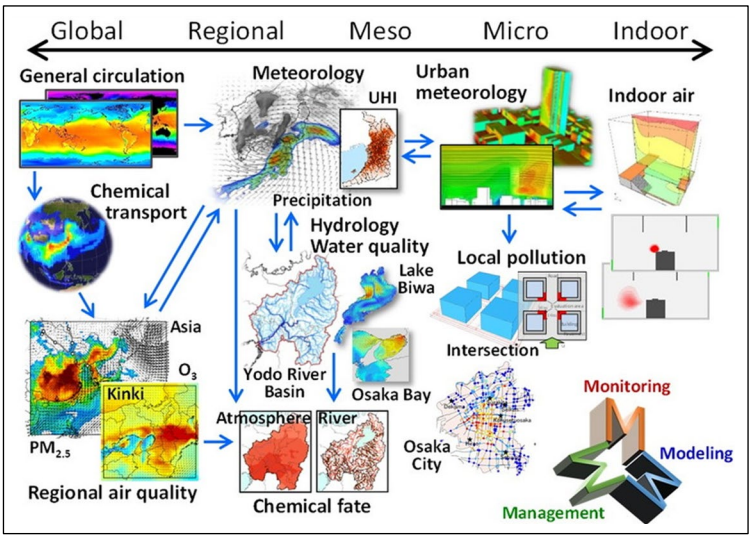

図 1　様々な空間スケールにおける環境動態解析
（大阪大学工学研究科 研究室総覧 より）

研究手法は、環境 Monitoring・Modeling 技術を用いた解析・評価とそれに基づく環境 Management 方策の提示を柱とし、

特に環境 Modeling、すなわち環境動態を表現するための数値シミュレーションモデルの構築・活用を中心としています。共生環境評価領域の主な研究テーマは、気象/大気質モデルを用いた大陸～地域スケールでの気候変動･都市ヒートアイランド影響や大気汚染の解析、数値流体力学モデルを用いた都市街区～室内空間スケールでの温熱環境や空気質の解析、水文/水質モデルや環境多媒体モデルを用いた流域スケールでの水循環/栄養塩動態の解析や残留性化学物質の動態解析などです。また、各空間スケールにおいて、データ同化、発生源逆推定などの Monitoring・Modeling を組み合わせた研究も実施しています。

3. アジアにおける短寿命気候強制因子の動態解析

上述の幅広い環境動態解析に関する研究の中でも、私は特に、大気中で時々刻々と変化する多種・多様な微量化学物質の挙動を表現できる 3 次元非定常型の大気化学輸送モデルを駆使して、健康だけでなく気候の観点でも重要な微小粒子状物質（$PM_{2.5}$）、対流圏オゾン（O_3）などの短寿命気候強制因子（SLCFs）の動態について研究してきました(図 2)。SLCFs およびその前駆物質の発生源が集中するアジアにおいて、SLCFs の動態・影響や発生源寄与を解析することで、健康被害・気候変動の緩和策立案への貢献を目指しています。また、物理モデルである大気化学輸送モデルと機械学習を用いた統計モデルの融合による SLCFs 濃度の高精度推計手法についても開発しています。これまでに開発した手法による高精度 $PM_{2.5}$ 濃度推計の成果は、環境省による「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)」における健康影響評価でも活用されています。

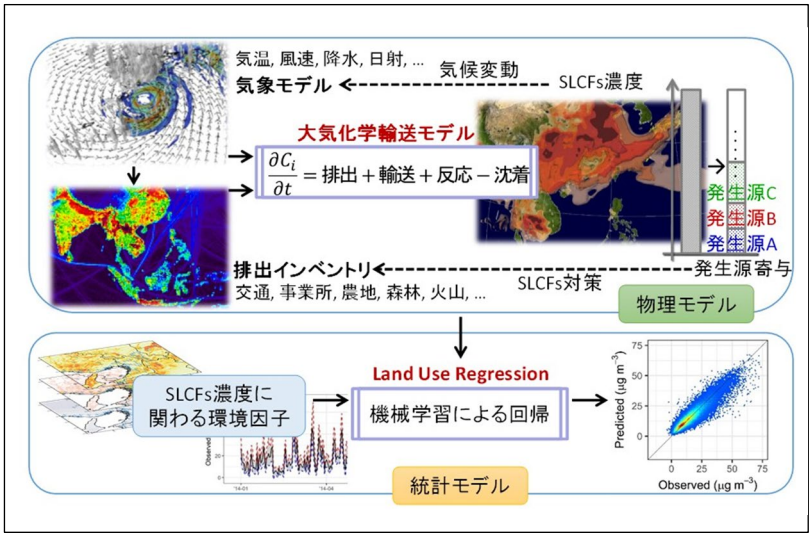

図 2　アジアにおける SLCFs の動態解析
（大阪大学大学院工学研究科附属フューチャーイノベーションセンター 研究シーズ集 より）

4. おわりに

私がこれまで重点的に研究に取り組んできた大気環境分野について、日本においては、過去 50 年以上にわたる対策推進により、大気汚染濃度の大幅な低減が達成されてきました。一方、アジア、アフリカ、中南米などの多くの国・地域で、いまだに高濃度大気汚染による深刻な健康被害が引き起こされています。また、気候変動対策は全世界で必要とされています。今後は国際共同研究や留学生教育により一層力を注ぎ、それらを通じて数値シミュレーション技術の国際展開を推進し、皆が健やかに生活できる大気環境の創造に貢献していく所存です。

（大阪大学 工学部 地球総合工学科 2007 年卒業
工学研究科 環境・エネルギー工学専攻 前期 2008 年修了 後期 2011 年修了）