

昭和48年度~

計測技術開発センター

教授 村上周三(平成元年度~平成9年度)
 教授 渡辺正(平成10年度~)

助教授 渡辺正(平成元年度~平成4年度)
 助教授 追田章義(平成4年度~平成9年度)
 助教授 加藤信介(平成10年度~)

1. センターの設立経緯と概要

本センターは、環境工学に要請される新しい計測技術の研究開発を使命として昭和48(1973)年に設立された附属施設であり、化学計測分野と物理計測分野から成る。

化学計測分野では、バイオセンサーを中心とする各種物質センシング技術の開発、化学環境(重金属など)に対する生体応答の解析を主体とする環境計測化学、地球規模炭素循環のモデル化、吸着現象の分子シミュレーション、環境水のバイオアッセイなどを行ってきている。

物理計測分野では、物理的環境に関する計測技術の開発を主眼に、計測方法・計測器そのものの開発から、都市空間・建物周辺・室内環境などの縮尺模型実験を用いたシミュレーション手法とCFD(数値流体力学)を応用した乱流シミュレーション予測の開発、さらにはその物理環境評価手法、制御手法の開発まで広い範囲にわたる研究を推進してきている。

センター長は、昭和48~60年度は早野茂夫教授、61年度~平成9年度は村上教授、平成10年度以降は渡辺教授が務めている。平成11年3月現在、教授・助教授・助手・技官・大学院生を含め総勢約20名の人員を擁する。

2. 化学計測分野の研究活動

2.1 電気化学センサーの開発

環境物質や生体成分の迅速かつ高感度な計測を目的に、イオノフォアや酸化還元酵素を認識素子とする電気化学センサーを開発している。酸化スズ電極の表面に酵素の単分子層またはヘテロ二分子層を共有結合させたセンサー、導電性高分子であるポリピロールの超薄膜に酵素分子を包括させたセンサーの開発により、応答時間が数十秒、検出限界が $10^{-8}M$ 内外、ダイナミックレンジが4桁を超す過酸化水素センサーを初めて実現した¹⁾。現在、安定性の向上を目指した検討を続けている。

2.2 生体の重金属応答解析にかかる環境化学計測

環境から重金属ストレスを受けた生物は、重金属イオンを捕捉する特殊なタンパク質やペプチドを体内で生合成してその無害化を図る。この生体応答は、重金属の濃縮回収を利用するバイオレメディエーション(汚染修復)技術の展開につながる。重金属応答の分子レベル解析を目的に、誘導結合プラズマ質量分析装置と高速液体クロマトグラフを直結した計測システムを開発し、ラン藻や高等植物の重金属応答について新規知見を集積している²⁾。

2.3 炭素循環における陸上生態系の機能の数理モデル化

人間活動圏から発生する二酸化炭素による地球規模の炭素循環の搅乱を的確に把握するためには、ひとつの要素として陸上生態系の果たす役割を定量的に記述する必要がある。陸上の植生ごとに植物の成長を記述するサブモデルを構築し、温度上昇、降雨量変化などが植生の活動にどう影響するか、また植生の遷移にどう影響するかを一連の数理モデルにより提示した³⁾。

2.4 吸着現象の分子シミュレーション

ある特定の目的に適した吸着剤を開発したいとき、吸着剤または固体表面と吸着分子の相互作用などを原子・分子レベルで理解し、理想的な微小構造・表面構造を理解することが第一歩となる。活性炭へのガス吸着、アルカロイドやタンパク質の水溶液から固体表面への吸着などを対象として、吸着平衡や吸着速度など工学に不可欠の基礎特性、さらに吸着分子の吸着相における挙動をなるべく簡単に予測できる手法を構築した⁴⁾。

2.5 净水処理評価のためのバイオアッセイ

今日の環境水は一般に多種多様の微量化学物質で汚染されている。種々の時定数で発現するそうした化学物質の人体影響を動物細胞などの生体応答から予測し、総括的な毒性という視点で浄水処理を評価する手法を構築するとともに、このような新しい指標に基づいた浄水処理法の提案・開発を行った⁵⁾。

主要論文(化学)

- 1) T. Tatsuma, M. Gondaira, T. Watanabe: *Anal. Chem.*, 64(10), 1183-87 (1992).
- 2) K. Takatera, N. Osaki, H. Yamaguchi, T. Watanabe: *Anal. Sci.*, 10(6), 907-12 (1994).
- 3) N. Goto, A. Sakoda, M. Suzuki: *Ecological Modelling*, 74, 183-204 (1994).
- 4) A. Sakoda, N. Oka, M. Suzuki: *Fundamentals of Adsorption*, 5, 781-8 (1996).
- 5) R. Shoji, A. Sakoda, Y. Sakai, M. Suzuki, H. Utsumi: *Water Sci. Tech.*, 38(7), 271-8 (1998).

3. 物理計測分野の研究活動

建物内外の物理環境を計測し、人体生理・感性の観点からこれを解析・評価しさらに合理的に制御する研究、地球環境において最も身近な問題となる室内空気環境汚染の計測と制御に関する研究、またグローバルな環境保全に大きくかかわる街区・建物における環境制御用エネルギーの計測と最適化研究、防災の観点から建物や都市の防災・煙性状の計測と予測の開発研究、さらにはこれら工学研究の基礎となる乱流現象の数値シミュレーション手法の開発ならびにシミュレーションで発生する大規模データを効率的に処理するための並列計算機利用技術などの開発研究を推進している。

3.1 建物内外の物理環境計測に関する研究

建物の通風性状に関する研究¹⁾、巨大ドーム空間内気候に関する模型実験法の開発、レーザ光を用いる流れの可視化手法の開発、室内的三次元乱流および乱流熱輸送性状の計測法²⁾などを開発している。とくにレーザ可視化手法は、半導体製造用クリーンルームの室内清浄度制御(図1)の基本技術になっている。また主流の不明確な三次元室内乱流における乱流性状および熱フラックスの計測結果は、室内気流や室内火災・煙流動の数値解析手法開発のパリデーションデータ³⁾となっている。

3.2 室内温熱・空気環境の計測と解析に関する研究

温度成層など非等方性の高い三次元流れに適応可能な乱流モデル⁴⁾を新たに開発するとともに、並列計算機を効率的に利用してこれを高速に解析する技術⁵⁾などを開発している。また得られた室内的温熱・空気環境性状を人間感性の観点から評価する換気効率指標、室内環境形成効率指標を開発している⁶⁾。これらの技術は、アトリウム、オフィスなどさまざまな室内的温熱空気環境の解析に応用されている(図2)。



図1 LLS(レーザーライトシート)による層流型クリーンルーム内気流の可視化

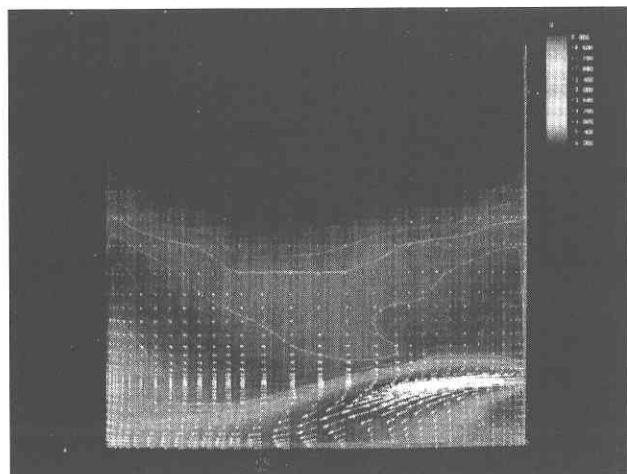


図2 CFD(流体数値シミュレーション)によるアトリウム内の気流・温度分布性状(アトリウム下部で水平に吹き出され冷房空気は上部にあまり拡散せず効率的にアトリウム下部を空調している)

3.3 建築と都市の環境感性の計測に関する研究

上述の環境シミュレーションに人間の生理・心理作用などの人間感性を組み込み、環境・人間系の総合シミュレーションにより検討を行っている⁷⁾。

3.4 建物エネルギー使用の計測に関する研究

風など自然エネルギーを有効活用して環境制御を行う際のエネルギー使用に関して研究を行っている⁸⁾。

3.5 火災・煙流動計測・予測研究

従来経験工学的要素が強い煙流動解析に対し、流体数値シミュレーション手法を適用してこれを合理的に行うための条件整備を進めている。

主要論文(物理)

- 1) S. Kato, S. Murakami, A. Mochida, S. Akabayashi, Y. Tominaga: J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 2575-86 (1992).
- 2) 村上周三, 加藤信介, 田中幸彦, 佐藤昌之: 日本建築学会計画系論文報告集, No.413, 1-9 (1990).
- 3) 加藤信介, 村上周三, 義江龍一郎: 日本建築学会計画系論文集, No.510, 45-52 (1998).
- 4) S. Murakami, S. Kato, T. Chikamoto, D. Laurence, D. Blay: Int. J. Heat Mass Transfer, 39(16), 3483-96 (1996).
- 5) S. Kato, S. Murakami, Y. Utsumi, K. Mizutani: J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., 393-400 (1993).
- 6) S. Kato, S. Murakami, H. Kobayashi: ASHRAE, Proc. of ISRACVE, 177-86 (1992).
- 7) S. Murakami, S. Kato, J. Zeng: ASHRAE Trans., 103(1), 12 (1997).
- 8) S. Kato, S. Murakami, K. Deguchi, T. Takahashi, I. Makimura, Y. Kondo: ASHRAE Trans., 10(1), 44-55 (1995).