

環境アセスメント技術の取り組み

地球温暖化、オゾン層破壊、酸性雨、廃棄物の増大、環境ホルモン、ダイオキシン、大気水質汚染など広範囲の問題の解決が必要ですが、まず身の回りの環境を調べることから始めて、将来の予想を立てるためのツールとして環境モニタリング・アセスメント技術を開発提案しています。

街角スケールでの 環境アセスメントを目指して

環境モニタリングシステムは、自動車排気ガス中で問題となる二酸化窒素（NO₂）、浮遊粒子状物質（SPM: Suspended Particulate Matters）、およびオゾン等を観測する小型センサをネットワークで結んで、街角スケール（数百m）でのきめ細かい環境情報を収集することができます。また気象データを基に、交通量、ビルなどの地物、地形、熱、路面等の影響も考慮して流体力学計算を行う大気環境シミュレータにより、センサの実証実験で観測したストリートキャニオン現象*1など、街角スケールでの環境情報の解析が可能になりました。モニタリング技術とシミュレーション技術とを組み合わせることで、街角レベルでの大気汚染の予測も可能になります。

都部部の大気環境の改善に向け、環境省中央環境審議会は本年夏をめどに新基準を固め、世界最強の排気ガス規制を行う方向にあります。また東京都を中心にディーゼル車の規制が強化されます。ディーゼル排気ガス等沿道大気汚染の三物質であるNO₂、

SPM、オゾンなどは、酸性雨、光化学スモッグ、喘息の一因と考えられている汚染物質です。汚染物質の種類やその濃度のレベルが場所によって大きく変化するために、道路際など同所的には健康に深刻な影響を及ぼす濃度になっていると考えられ、よりきめ細かいモニタリングが必要となります。現状では、自治体で用いている大気環境測定装置が高価かつ大型で測定場所が限られるため、身近な環境でのこれらの濃度を知り、健康へのアセスメントをする方法がありません。

NTT環境エネルギー研究所では、小型可搬で自立電源により作動するセンサをネットワークで結ぶことにより、身近な環境である街角スケールについて大気汚染物質の3次元での空間分布を評価するためのシミュレーション技術の開発を行っています。これらの技術を融合することにより、自治体による大気汚染物質のリアルタイムでの監視・予測および、住民の健康へのアセスメントへの応用が期待されます。

局所大気環境モニタリング

車など排出源の大気汚染物質の濃度に対して、それが希釈された環境レ

たなか とらふ ばん ひろし
田中 融 / 伴 弘司
あがわ しげお まるお やすこ
小川 重男 / 丸尾 容子
Delaunay, J.J. / 家保 具太

NTT環境エネルギー研究所

ベルを測定するためには高感度（例えばガス種ではppb*²レベル）なセンサが必要です。本研究では、高感度であることを前提として、さらに小型、低消費電力のシステムを目指しています。監視項目として重要性が増大している大気汚染物質（NO₂、SPM、オゾン）の低消費電力センシング評価技術を先行して確立し、リアルタイムの多項目のデータ収集を可能とするマルチモニタリングシステムの開発技術の確立を目指しています。

高感度小型二酸化窒素 モニタリングシステム

NTT環境エネルギー研究所では、ポラスガラスと呼ばれる内部に小さな穴が無数にあいたガラスの中に、特定のガスのみと化学反応をする試薬を入れ、その化学反応を利用してNO₂ガスを検出するセンサ素子を利用したセンサを開発しました。センサ素子について一定時間ごとに反応の量を測定し、その差分を取ることで大気中のガ

*1 ストリートキャニオン現象：建物に挟まれた道路上方に生ずる渦状の大気の流れにより、道路の風上側の建物に沿って大気汚染物質の高濃度領域が出現する現象。

*2 ppb：濃度、存在比を表す一種の単位で、10億分の1を意味します。同様に使われるppmは100万分の1を意味します。

ス濃度の時間変化を高感度、高選択性な測定ができます。この小型かつ軽量化した複数のセンサ端末と、それら端末のデータを収集、解析および表示を行うセンタPCをネットワークで結び、遠隔地での多地点の測定が可能な高感度小型二酸化窒素モニタリングシステムを開発しました^{(1),(2)} (図1)。

センサ端末には電源用の2次電池が接続されて全体が簡単な百葉箱風の箱に収められるため、屋外設置の場合、この箱のまま測定したい場所に設置すれば、電力線や通信回線などは不要です(図2)。

センタPCでは収集したNO₂濃度を時間変化を示すグラフ表示と、ある時間での複数地点の濃度分布を示す地図に表示できます。センサを沿道の電柱等に設置することにより、沿道の大気環境のきめ細かいモニタリングが可能です。札幌市および川崎市の大気環境測定実験では、これらシステムにより沿道で大気汚染物質が局所的に分布するストリートキャニオン現象を確認しています。

ネットワークマルチセンシング 大気環境モニタリングシステム

前述のNO₂のシステムを、NO₂にSPMおよび光化学オキシダント(オゾン)を加えて交通公害で問題となっている3つの大気汚染物質を機動的に計測できる自立型の計測端末よりなる測定システムへ拡張したものが、ネットワーク型マルチセンシング大気環境モニタリングシステムです⁽³⁾ (図3)。開発した端末装置は、30×25×60cmの百葉箱型筐体の中に、NO₂センサ(NTT開発)、SPMセンサ、半導体オゾンセンサおよび温・湿度センサ、そして制御/通信(有線/無線)をするデータ通信ロガー^{*3}が収められていて、公設測定局に比較して、計測端末装

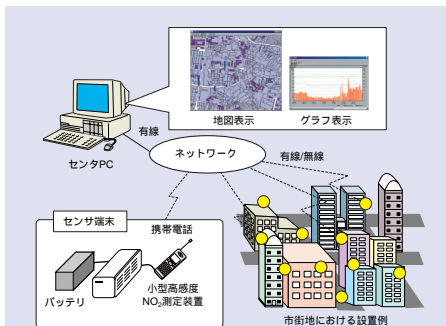


図1 高感度小型二酸化窒素モニタリングシステム



図2 NO₂センサ設置例

置の大幅な小型化が図れました。

開発した計測端末は小型のため必要地点に機動的に設置できるので、多数の計測端末でシステムを構成してリアルタイム測定することにより、交通公害で問題となっている前述の物質のリアルタイムな動態調査が可能となり、沿道環境のアセスメントに役立つと考えています。今後は、交通公害の著しい地区でもご利用いただくための高濃度SPM対応型のSPMセンサを搭

載するとともにより多くのセンサを開発して多機能化していく予定です。

局所大気環境シミュレーション

街角スケールでの局所環境アセスメントを考えるうえで、建物や地形の起伏の影響を考慮した汚染物質分布の解析、評価、予測が不可欠だと考え、

*3 データ通信ロガー：各種センサからのデータを蓄積し、通信時にまとめてデータを送信するための装置。

3Dでの検討を行ってきました。GIS^{*4}利用によるデータ入力および表示系の開発も行っています。

3D局所大気環境シミュレータ

近年の大気環境問題は、旧来の広域公害から住民の住環境や健康被害に重心が移りつつあります。そのため街角スケールの環境アセスメントを目的として、0.1～1km程度の局所大気環境を評価するための3D局所大気環境シミュレータを開発しました。流体力学的手法に基づいて大気中の移流拡散を3D計算するため、従来の2D技術では不可能であった建物の構造や配置も組み込むことができ、風の流

れが複雑になりがちな都市環境における暑さ涼しさ、自動車排気ガス分布、ビル排熱など、さまざまな計算が可能になりました。

シミュレータは、風シミュレータを数値演算の基本として、GISのファイルの取り込み機能、温度、湿度、大気汚染物質等の移流拡散シミュレーションのアプリケーションなどを開発したものです(表)。流体力学的手法に基づいた解析のため、風の流れ場の計算精度が高くなっています。また今回開発したGISのファイル取り込み機能により、評価エリアの建造物のデータ入力が従来の手入力に比べて

格段にスピーディになりました。入力により得られた3D都市モデルより、自動車排気ガス分布、ビル排熱分布、川面上の湿度分布等が容易に計算可能になりました(図4)。汚染物質等は同時に10種類まで評価できます。スーパーコンピュータを使わず、PC単体で動くため、取り扱いも簡単です。ただし、計算時間は空間の分割数(セル: $10^4 \sim 10^6$)に応じて、30分間～場合により1日程度かかります。

*4 GIS (Geographical Information System) : 地図情報システム。地図と種々の情報を連動させてデータベース作成や表示等を行うシステム。

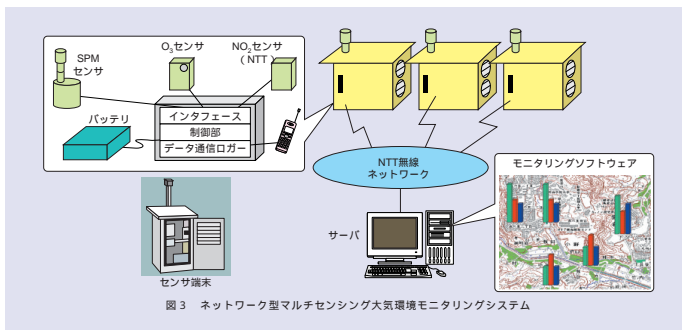


図3 ネットワーク型マルチセンシング大気環境モニタリングシステム

表 3D局所大気環境シミュレータ開発のポイント

所 在	具 体 的 な 課 題		対 応
インタフェース	入 力	・GISデータのインポート機能(地図、標高、土地利用情報)	新 規
	出 力	3D表示	既 存
計算要素	風	流体力学計算(CFD)	専用ソルバが必要 建築設計用ツールあり
	・ガス ・沈降性物質 ・温湿度	・移流 ・拡散、沈降、上昇	既存機能の改造
	地物の影響	・建物、地表面等の熱特性、排出設定処理 ・樹木における風の半透過処理	新 規

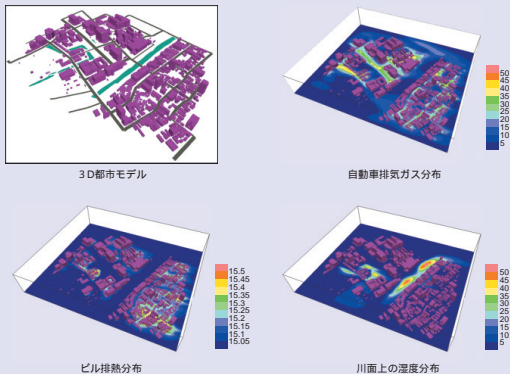


図4 3D局所大気シミュレーション例

適用分野として、都市型環境の快適性評価や局所公害問題、沿道公害などの解析に有用なほかに、例えばダイオキシン^{*5}などの毒性の高い物質の排出にかかわるアセスメントでの利用が考えられます。また自治体、研究機関、建築設計関連企業、環境アセスメント企業などへのシステムの提供が考えられます。今後は代表的な化学反応モデルを追加し、計算精度の向上やオキシダントなどの2次生成物のシミュレーションを検討する予定です。

環境情報予測技術へ展開

住民の生活環境スケールにおける高密度・リアルタイムな大気環境評価技術の確立を目指して、より小型、低消費電力でのマルチセンシング技術の開発

発および大気化学反応モデルを追加した3D計算に基づく高精度シミュレーション技術の開発を進めていきます。大気モニタリング・アセスメント技術と組み合わせることで、光化学オキシダントシステムなどの大気汚染の予測へと研究開発を進めていきます。

参考文献

- (1) Y. Y. Maruo, S. Ogawa, T. Ichino, N. Murao and M. Uchiyama: "Measurement of local variations in atmospheric nitrogen dioxide levels in Sapporo, Japan, using a new method with high spatial and high temporal resolution," Atmospheric Environment 37/8 pp.1065-1074, 2003.
- (2) Y. Y. Maruo, T. Tanaka, T. Ohyama and T. Hayashi: "A network of systems for detecting environmental ppb-level NO₂," Proceedings of the 10th International Conference on Solid-state Sensors and Actuators, Sendai, Japan 7-10, pp.142-145, 1999.
- (3) 小川・丸尾・阪田・市野・内山・村尾: "マルチセンシング大気汚染モニタリングシステムの開発," 第43回大気環境学会講演要旨集, p.509, 2002.



(後列左から) 丸尾 容子/ Delaunay, J. J. / 家保 具太
(前列左から) 田中 融/ 伴 弘司/
小川 重男

身近な環境への関心を高め、地域環境保護に貢献するシステムを目標に研究開発を行っています。

問い合わせ先

NTT環境エネルギー研究所
環境情報流通プロジェクト
TEL 046-240-3108
FAX 046-270-2320
E-mail ttanaka@aec1.nntt.co.jp

*5 ダイオキシン: 塩素を含む物質を焼却炉で燃やす際に発生する有毒物質です。その体内への蓄積による毒性が問題となっています。