

Title	大気環境モニタリングネットワークの最適配置に関する研究
Author(s)	荒木, 真
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/53972
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (荒木 真)

論文題名

大気環境モニタリングネットワークの最適配置に関する研究

論文内容の要旨

本研究では、日本における大気環境モニタリングネットワークの配置が科学的な根拠に乏しいこと、ならびに適正配置手法の検討が不十分であることを重要な課題であると捉え、適正配置の検討のために必要となる空間分布の推定手法を検討した上で、日本におけるネットワークの特徴を踏まえた最適化アルゴリズムを新たに開発することを目指し実施した。開発したアルゴリズムは優れた探索能力と汎用性を併せ持つことを明らかにし、実用問題への応用を通じて開発した手法の適用性を確認した。

第1章では、大気環境を監視する目的であるモニタリングネットワークに関して国が示す必要な数や配置方法には科学的な根拠や具体性が欠けていることを指摘し、ネットワークの最適配置や適正配置を検討する必要性を述べた。

第2章では、最適配置を検討するために必要である空間分布推定手法として、都市スケールを対象に簡易測定法であるパッシブサンプラー測定から得られたデータにkriging法を適用する手法を検討し、良好な予測精度が得られることを確認した。また、良好な予測精度を得るためには、測定地点の配置が極めて重要となることが示唆された。

第3章では、全国スケールを対象としてregression kriging法による空間分布推定手法を検討し、良好な予測精度が得られることを確認した。日本では都市部以外には測定局がほとんど配置されていないために、そこでの精度検証が不十分である可能性があるが、少なくとも都市部においてはregression kriging法が大気汚染物質の空間分布を十分な精度と空間解像度で予測できる実用的な手法であることが明らかになった。

第4章では、空間分布推定値に適用可能である最適化手法としてGAとSAを組み合わせて、双方の特長を融合したハイブリッド・アルゴリズム (HGS) を開発し、GAおよびSA単体との比較をランダムな複数回の試行を通じて行い、HGSアルゴリズムが最も優れた探索能力と汎用性を併せ持つことを示した。

第5章では、開発したアルゴリズムを用いて近畿地方のPM_{2.5}モニタリングネットワーク最適化を行い、開発した手法の適用性を確認した。アルゴリズムにより得た最適化ネットワークとの比較によって現状のネットワークの評価を行い、現ネットワークの空間代表性には向上の余地があり、それは既存測定局への再配置で実現可能であることを示した。

第6章は、以上の結果を要約し、残された課題と今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (荒木 真)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	近藤 明
	副 査	教 授	下田 吉之
	副 査	教 授	池 道彦

論文審査の結果の要旨

本論文は、大気環境モニタリングネットワークの最適化を目的として、大気中濃度空間分布推定手法、ネットワーク最適化アルゴリズム、およびそれらの実用問題への応用について検討した研究について論じている。

大気環境モニタリングネットワークには大気環境問題の現況把握や対策評価等において重要な役割が期待されるが、日本においてネットワークを構成する測定局の必要数や配置方法には科学的な根拠や具体性が欠けている。そこで本論文では、大気環境モニタリングネットワークを科学的な根拠に基づいて最適化するための手法を開発することを目的に研究を行っている。まず、ネットワークの最適化を検討するためには大気汚染物質濃度の空間分布推定が必要となるため、空間分布推定手法として kriging 法の適用を検討している。さらに、空間分布推定値を用いたネットワークの最適化手法として、遺伝的アルゴリズム (GA) と焼きなまし法 (SA) を組み合わせて、双方の特長を融合したハイブリッド・アルゴリズム (HGS) を開発し、その評価を行っている。また実用問題として、開発した HGS を用いた近畿地方の微小粒子状物質 (PM_{2.5}) モニタリングネットワークの最適化について検討を行っている。

これらの成果を要約すると以下ようになる。

- 1) 測定地点の大気汚染物質濃度を基に空間分布を推定するための手法として、都市スケールを対象に kriging 法を適用し、測定地点を適正に配置することで良好な予測精度が得られることを示している。また、日本全国を対象に kriging 法を拡張した regression kriging 法による空間分布推定を行い、regression kriging 法が大気汚染物質濃度の空間分布を十分な精度と空間解像度で予測できる実用的な手法であることを明らかにしている。
- 2) 空間分布推定値を用いたネットワークの最適化手法として、GA と SA を組み合わせた HGS を開発し、単体の GA および SA の適用結果と比較することで、開発したアルゴリズムを評価している。HGS は、検討した様々なケースにおいて最良の解を発見でき、優れた探索能力を持つことを明らかにしている。また、濃度空間分布の特徴が大きく異なる PM_{2.5}、二酸化窒素、オゾンのいずれについても、HGS は最良の解を発見でき、HGS の汎用性の高さを示している。
- 3) 開発した HGS を近畿地方の PM_{2.5} モニタリングネットワークの最適化に適用し、土地利用を考慮して測定局設置可能地点を詳細に設定し得られた最適化ネットワークと比較することで、現行ネットワークの評価を行っている。その結果、現行ネットワークは都市部での高濃度を把握できる配置ではあるが、対象領域全体の代表性には向上の余地があり、それは既存の大気環境測定局への PM_{2.5} 測定装置の再配置によって実現可能であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特に大気環境管理に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。