



Title	CG技術を用いた輻射計算の高速化手法の開発と実環境への応用に関する研究
Author(s)	池島, 薫
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/27633">https://hdl.handle.net/11094/27633</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	いけ じま かおる 池 島 薫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 4 5 9 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科環境・エネルギー工学専攻
学 位 論 文 名	CG技術を用いた輻射計算の高速化手法の開発と実環境への応用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 准教授 近藤 明 (副査) 教 授 下田 吉之 教 授 加賀有津子

## 論 文 内 容 の 要 旨

本研究は、CFD解析において輻射および日射の影響を考慮する際に必須となる輻射形態係数、日射の日向・日陰判定を従来よりも高速に求めることのできる汎用的な計算手法の確立を目指して実施した。従来から一般的に用いられてきたモンテカルロ法に代わる新たな計算手法としてCG技術を用いた輻射・日射の解析手法を提案し、その原理を示すとともに、誤差評価および実用問題への応用を通して提案する手法が汎用的に適用できる技術であることを明らかにした。

第1章では、省エネルギー対策やヒートアイランド現象に代表される温熱環境検討においては、輻射・日射は非常に大きな影響をもつにも関わらず、多大な計算機負荷を必要としているため、多くの場合のCFD解析ではその影響は考慮されていないことを指摘し、高速で汎用的に用いることのできる輻射・日射の解析手法の必要性を述べた。

第2章では、CG法による輻射計算手法である角錐投影法の原理を述べ、従来のモンテカルロ法と角錐投影法を比較し、1000倍以上の高速化が可能でかつ、十分実用的な精度を有することを示した。

第3章では、CG法を用いた日射解析手法である平行投影画像の原理を述べ、散乱日射や直達日射の反射に対しては、第2章で述べた形態係数を用いてその影響を解析できることを示し、従来の光線追跡法との比較により、1000倍以上の高速化が可能でかつ、十分実用的な精度を有することを示した。

第4章では、第2章および第3章で示した手法により得られる、要素間毎の輻射形態係数の情報ならびに日射到達面の情報を、実際のCFDによる温熱環境解析に組み込む際に必要となる基礎方程式を示した。

第5章では、本研究にて提案した手法の実用性を確認するため、大阪市中央区にある実在街区を対象として、輻射・日射を考慮した屋外環境における24時間の非定常気流・温熱環境の解析を行い、輻射・日射の影響を考慮したCFDの解析結果がより定性的に都市ヒートアイランドの特徴を再現することを明らかにした。

第6章では、本研究にて提案した手法の実用性を確認するため、東側一面がガラス面で

覆われたアトリウム空間を対象に、建物壁面、およびガラス面の反射特性が屋内環境に与える影響を解析し、また温熱快適性指標SET\*の評価も行い、本手法の有用性を明らかにした。

第7章は、以上の結果を要約し、今後残された課題について述べた。

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

都市の街区空間あるいはアトリウム空間の快適性を支配する要因として、温度、風速、湿度および放射熱がある。CFD (Computational Fluid Dynamics) 技術の進歩により、正確な温度、風速、湿度場の計算が可能になってきた。長波放射熱を計算するための形態係数の計算、あるいは短波放射熱（日射）の日向/日陰判定の計算は、膨大な時間を要するために、設計段階のCFD解析では放射熱計算は無視されてきた。しかしながら、快適性評価において、放射熱は、最も重要な要因であり高速な計算手法が必要とされている。本論文は、形態係数の高速な計算手法と短波放射熱（日射）の日向/日陰判定の高速計算法を開発し、計算誤差評価から実際の問題へ適用性を検討し、都市の街区空間とアトリウム空間へ応用した一連の研究成果をまとめたものであり、その成果を要約すると以下ようになる。

- (1) 形態係数の高速計算法であるCG(Computer Graphic)を用いた角錐投影法の原理を述べ、従来のモンテカルロ法と比較して1000倍以上の高速化が可能であること、および誤差評価から十分実用的な精度を有することを明らかにしている。
- (2) 直達日射の日向/日陰判定の高速計算法であるCGを用いた平行投影画像の原理を述べ、従来の光線追跡法と比較して1000倍以上の高速化が可能であること、および誤差評価から十分実用的な精度を有することを明らかにしている。また、散乱日射や直達日射の反射に対しては、(1)の形態係数を用いて解析できることを示している。
- (3) 提案した上記手法を大阪市中央区にある実在街区を対象として、24時間非定常解析を実施し、非定常解析を行うことが都市ヒートアイランドの気流、温熱場の特徴をよりよく再現できることを明らかにしている。
- (4) 提案した上記手法を東側一面がガラス面で覆われたアトリウム空間を対象として、建物壁面およびガラス面の反射特性が屋内環境に与える影響を明らかにし、温熱快適性指標SET\*を高速に計算できることも明らかにしている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特にCFD分野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。