

# 木造密集街区における都市気象・建物エネルギーモデルによる 室内熱環境の再現精度の検証

20T7-056 西原 瑛和子

指導教官：亀卦川 幸浩

## 1. 研究の背景

地球温暖化による気温上昇の影響は、熱中症など人体への健康被害の増加をももたらしている。環境省は、熱中症予防のため屋外の「暑さ指数」を予報しているが、発症場所別の熱中症救急搬送状況<sup>1)</sup>によると、屋外で発症した熱中症の割合は30.3%であるのに対し、住宅で発症した割合は41.3%となっており、熱中症の多くが発症している住宅内の熱環境については予報されていない。

以上の問題に対して、近年、都市スケールの気象計算において大気と建物の熱交換までを計算対象とし、屋外だけでなく室内熱環境をも予測可能とする数値気象モデルが発展を遂げている。そのような気象モデルを用いる事で、熱中症など人体への健康被害についても予測可能となる事が期待されている。しかし、それらのモデルについて、室内熱環境の再現性に関する検証は十分に行われていない状況にある。

## 2. 気象モデル(WRF-CM-BEM)に関して

上述した室内熱環境までを予測可能とする都市気象モデルとして、本研究では領域気象モデル(WRF)、都市キャノピーモデル(CM)、建物エネルギーモデル(BEM)を結合した都市気象モデル WRF-CM-BEM を用いる事とした。WRF は気象予測を行う領域気象モデルである。CM は都市キャノピーの大気層における気温、湿度、風速等を計算可能な街区スケール気象モデルである。BEM は空調熱負荷を含む建物の熱収支計算を行うことが可能なモデルである。

## 3. 先行研究

気温・日射量に加え地域電力需要量の都市気象

モデル WRF-CM-BEM による再現性の検証を目的とした先行研究<sup>2)</sup>では、気温の再現精度は米国の類似モデルの再現精度を上回る結果が得られた。一方、日射量や地域電力需要量に大きな誤差が生ずる問題が確認されたことから、石橋他<sup>3)</sup>では、BEM の改良および電力需要量の再検証が行われた。その結果、住宅街区での電力需要の予測誤差は軽減された。一方で、住宅街区で実測された室温の再現性については、非空調スペースで室温が過大評価された問題を受け、谷口他<sup>4)</sup>ではさらに BEM への入力パラメータである空調稼働スケジュール及び壁体構造パラメータをより現実的な設定に改める改良がなされた。その結果、非空調室での室温の過大評価は改善されたが、空調室の特に2階部分での実測値に空調が稼働していないような振る舞いが見られたため、実測値の妥当性への懸念が示唆された。

## 4. 研究目的

本研究は先行研究<sup>3),4)</sup>で行われた室温の予測精度検証の後継研究となる。先行研究<sup>4)</sup>にて指摘された上述の実測値の妥当性に関わる課題も踏まえ、東京都大田区蒲田で観測された実測値<sup>5)</sup>と先行研究<sup>4)</sup>での改良を経た最新の WRF-CM-BEM による室温の計算結果とを比較することで WRF-CM-BEM による室温表現の精度を再検証する。その結果からさらなるパラメータ改良の可否を明確化し、追加的な改良による精度向上を目指す。

## 5. 研究方法

東京都大田区蒲田の住宅街を対象とした室内観測<sup>5)</sup>に基づく室温データを WRF-CM-BEM の検証に用いた。解析期間は2018年7月30日か

ら8月31日までの33日間のうち、降水日を除いた22日間とした。検証に先立ち、先行研究<sup>5)</sup>で観測された室温データを精査し、典型的な室温変化をしている部屋を特定し解析に用いた。室温のモデル計算値については、先行研究<sup>6)</sup>で上述の解析期間と関東広域圏を対象に実施された最新のWRF-CM-BEMによるシミュレーション値および電力起源内部発熱や換気量などのパラメータを変更した後のCM-BEM単独でのシミュレーション値を解析に用いた。解析にはモデルの予測性能を測るRMSEとシミュレーション値と観測値の平均値における差異を表現するMBEの2つの誤差指標を用いた。

## 6. 解析結果

空調室と非空調室の室温(1時間値)について実測と計算値を比較した結果を以下の図1に示す。

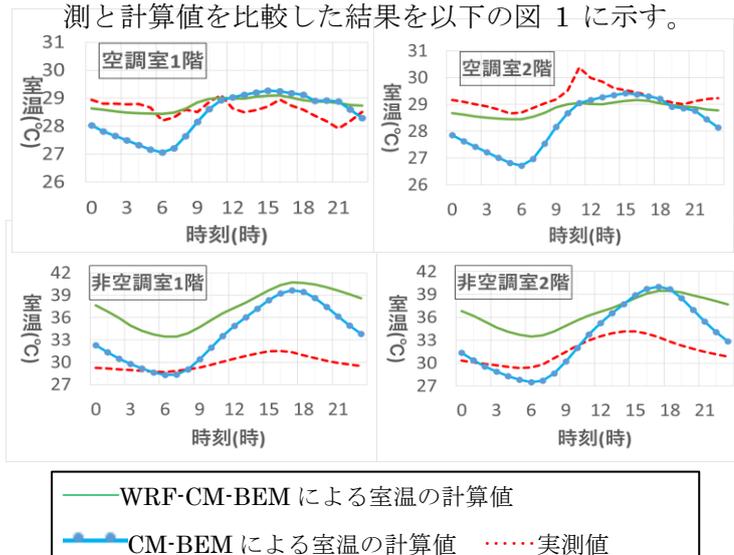


図1 空調室・非空調室における室温の再現性

WRF-CM-BEMによる室温再現性を先行研究<sup>4)</sup>と比較した結果を右の表2、表3に示す。

## 7. まとめ

空調室においてはMBEの2階を除き、RMSE・MBEともに室温再現性の改善が確認できた。一方、非空調室ではMBEの2階を除き、RMSE・MBEともに先行研究と比べ誤差が増加する結果となった。

表2 先行研究と比較したRMSE(°C)の解析結果

	空調室 1階	空調室 2階	非空調室 1階	非空調室 2階
先行研究 <sup>4)</sup>	1.40	1.60	2.43	2.15
WRF-CM-BEM	1.04	1.24	7.50	5.37
CM-BEM	1.14	1.39	4.55	3.72

表3 先行研究と比較したMBE(°C)の解析結果

	空調室 1階	空調室 2階	非空調室 1階	非空調室 2階
先行研究 <sup>4)</sup>	0.90	-0.26	3.03	2.23
WRF-CM-BEM	0.20	-0.42	7.25	5.10
CM-BEM	0.22	-0.94	3.48	1.84

## 8. 課題

非空調室において顕著であった室温過大予測の原因として、現在のモデルは単純化して計算している。そのため、実際の住宅と条件が異なっていることが計算結果に影響している可能性が考えられる。空き家などシミュレーション環境に近い住宅の観測を行い、室温の再現性について再検証する必要がある。

## 参考文献

- 1) 東京消防庁、令和4年(6月～9月)の熱中症による救急搬送状況
- 2) 亀卦川他6名、日射と電力需要の再現性に着目した都市気象・建物エネルギー連成数値モデルの検証、土木学会論文集G(環境 Vol.73, No.2, 5769, 2017.
- 3) 石橋、室内熱環境の再現性に着目した都市気象・建物エネルギー連成数値モデルの検証、2017年度明星大学卒業研究論文
- 4) 谷口、都市気象・建物エネルギーモデルによる室内熱環境の再現精度の検証、2022年度明星大学卒業研究論文
- 5) 李、木造密集街区における住宅内熱環境の統計的予測、2019年度東京大学卒業研究論文
- 6) 環境研究総合推進費(1-1909)終了研究成果報告書(2022)