

# MG4 同時多点測定による沿道大気質の時空間変動データに基づいた CFD モデルの再現性評価

Evaluation of CFD Model Reproducibility with High-resolution Roadside Air Quality Data  
by Simultaneous Multipoint Measurements

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

28H21051 中川雅也 (Masaya NAKAGAWA)

**Abstract:** Automobile emissions cause local air pollution at roadside sites in urban areas. CFD simulations are required to represent complicated roadside air quality affected by the turbulent flow around buildings. However, CFD model performance for this kind of simulations has not been well validated, especially in Japan. This study conducted multipoint measurements using four low-cost sensors in an area along Japan National Route 43, where traffic volume is high and intense air pollution may occur, and conducted CFD model validation using the measured data. Concentrations of NO and NO<sub>2</sub> were higher on the east side of Route 43 than on the west side. This is thought to be due to the migration of automobile derived NO and NO<sub>2</sub> by the westerly winds. In addition, O<sub>3</sub> concentrations were lower at sites with higher NO concentrations. This is thought to be due to NO titration, as the CFD model that considered chemical reactions and radiation was used. Thus, the CFD model generally reproduced the flow field and pollutant concentration distribution in the target area.

**Keywords:** Air Quality Measurement, CFD, Reproducibility Evaluation, NO<sub>x</sub>

## 1. 背景・目的

道路近傍では、自動車由来の局所的な高濃度大気汚染が発生しやすい。また、道路周辺の建物が道路周辺の流れを複雑にするため、沿道大気質の予測を困難にする。街区スケールの大気汚染状況を正確に把握するには、街区スケールの CFD 計算を行うことが必要である。しかし、道路沿道における、複数地点での測定による化学反応、放射計算を考慮した CFD モデルの検証は十分に行われていない。そこで本研究では、交通量が多く道路排出の影響を受けやすい国道 43 号線沿道に着目し、CFD 計算の妥当性検証のため、簡易センサーを複数用いて近傍の濃度の時空間変動を行った。

## 2. 実験方法

CFD モデルの検証を目的として測定実験を行った。2021 年 6 月 15 日の 7 時から 20 時にかけて、大阪市西淀川区にある出来島小学校付近の 4 地点で NO、O<sub>x</sub> (本測定では、O<sub>3</sub> と NO<sub>2</sub> の和) の濃度、交通量 (国道高架下の道路のみ)、風速・風向 (地点 A のみ) の測定を行った。

次に、OpenFOAMv4.1 を用いて同地点を対象とした CFD 計算を行った。CFD 計算では流れ場の解析に加え、放射を含めた熱輸送および化学反応を含めた物質輸送を考慮した。計算領域を図 1 に、解析領域と測定地点を図 2、3 に示す。解析領域は測定地点を概ね中心として x、y、z 方向に 240m、150m、

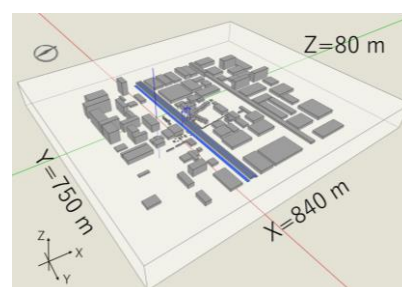


図 1 計算領域

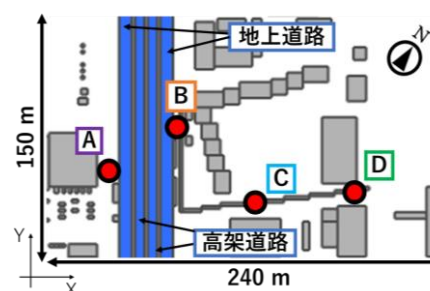


図 2 解析領域と測定地点 (x-y 図)



図 3 解析領域 (x-z 図)

20m であり、水平 300m、鉛直 60m の助走領域を設けた。道路排出は地上、高架道路の西側、東側を分けて扱い、青帯で示したように計 4 か所とした。計算期間は 2021 年 6 月 15 日 6 時から 20 時とした。境界条件には、風速・風向と汚染物質濃度は近隣一般局の城内高校の測定データ、気温と放射量は気象・大気質モデルの計算結果を使用した。排出量は、高架下の道路は交通量と排出係数<sup>1)</sup>、高架道路は交通センサス<sup>2)</sup>から算出して入力した。

### 3. 結果・考察

地点 A での風速・風向の測定結果と計算結果の比較を図 4、5 に示す。風速はよく再現され、風向も短時間の振動を除いて概ね再現されたが、11、17~20 時については風向が逆向きとなった。

図 6、7 に大気汚染物質濃度の測定結果と計算結果を示す。図内にそれぞれ決定係数も示している。 $R^2 = 0.5 \sim 0.7$  程度であるため、計算結果は測定結果を概ね捉えていると言える。ただし、NO の地点 B や  $O_x$  の地点 A の決定係数はやや小さくなった。NO の地点 B や  $O_x$  の地点 A における決定係数が小さくなった理由として、形状データや入力した境界条件が原因で実際の風の流れを再現できていない可能性がある。例えば、風向の再現性が低い 11、17~20 時の結果を除外すると、 $R^2 = 0.6 \sim 0.9$  程度まで上昇した。

図 8 に大気汚染物質の空間分布を示す。自動車排ガスの寄与が大きい NO、 $NO_2$  については西風の影響で国道 43 号線の東側が西側より高濃度となった。また、NO 濃度が高い地点で  $O_3$  濃度が低くなり、NO のタイトレーションが表現できた。

### 4. 結論

本研究の結論を以下にまとめる。

- 本研究で使用した CFD モデルは、対象領域の流れ場および汚染物質濃度分布を概ね再現できた。
- 形状データや入力した境界条件を改善することでさらに再現性が向上する可能性がある。

### 参考文献

- 1) 一般財団法人日本自動車研究所、「自動車排出量推計業務 (2010 年版)」報告書、2013
- 2) 大阪府都市整備部交通道路室、全国道路・街路交通情勢調査表 (交通センサス)、  
<https://www.pref.osaka.lg.jp/attach/30327/00000000/cyosahyou.PDF>

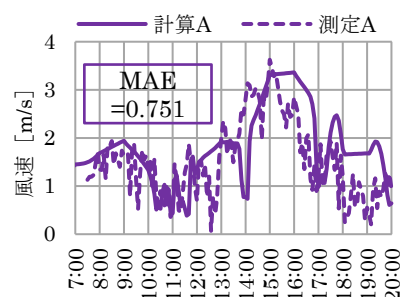


図 4 風速の比較

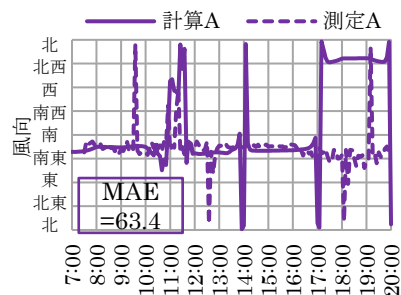


図 5 風向の比較

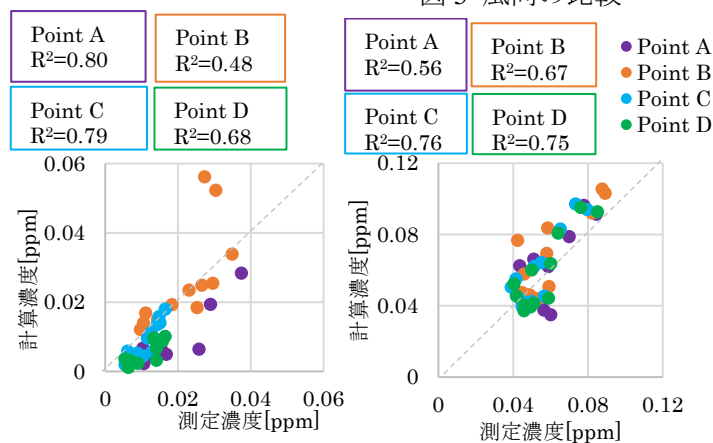


図 6 NO 濃度の比較

図 7  $O_x$  濃度の比較

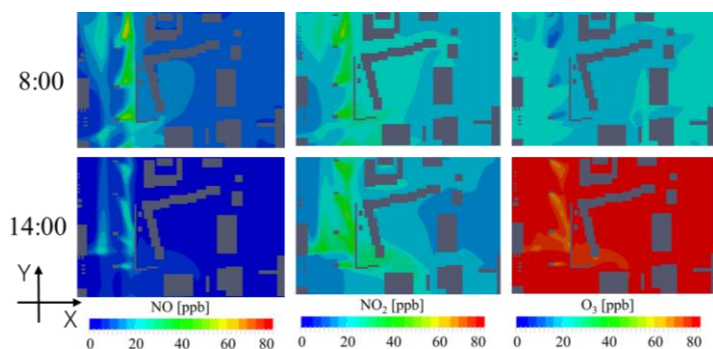


図 8 大気汚染物質の空間分布(z=1.25m の x-y 断面図)