

局所細分化格子ボルツマン法による 都市部を対象とした局所風況解析のアンサンブル計算に向けた省メモリ実装

Reducing memory usage towards ensemble simulation of local urban wind analysis using locally mesh-refined lattice Boltzmann method

*長谷川 雄太¹, 小野寺 直幸¹, 井戸村 泰宏¹

¹ 日本原子力研究開発機構

局所細分化格子ボルツマン法に基づく風況解析コード CityLBM を省メモリ化して不確かさ評価のためのアンサンブル計算を実装し、オクラホマシティでの野外拡散実験を対象とした検証計算を行った。

キーワード：格子ボルツマン法，都市部風況解析，局所細分化格子法

1. 緒言

本研究では，建築物が密集する都市部における汚染物質拡散予測を実現するため，GPU で高速に計算できる格子ボルツマン法に基づく風況解析コード CityLBM の開発を行っている．これまでに都市部 2km 四方・1m 解像度の実時間計算が達成されている^[1] (図 1)．本稿では，これにアンサンブル計算を導入することを目的とする．

2. 省メモリ実装

アンサンブル計算では計算規模が格子点数とメンバー数の積で巨大になる．メンバー数を取るため，省メモリ化の実装として，MPI バッファのサイズの最適化，および建物内部や起伏のある地形の地下領域の格子をメモリ確保しないことによる格子点数の削減を行い，メンバーあたりの GPU 数を削減した．

3. アンサンブル計算

アンサンブル計算を行うため，MPI_Comm_split 関数を用いて MPI コミュニケータを分割し，1 つの mpirun で全てのアンサンブルメンバーを管理するコードを実装した．また，オクラホマシティでの野外拡散実験^[2]を対象として，9 メンバーのアンサンブル計算を行った (図 2)．この問題は過渡的な風況変化の影響が大きく，1 ケースの計算では実験値と一致しなかった結果が，アンサンブル計算のばらつきの範囲内で一致するようになり，アンサンブル計算により信頼性の高い汚染物質拡散解析が行えることを示した．

4. 結論

本稿では，局所細分化格子ボルツマン法に基づく風況解析コード CityLBM に対し，省メモリ化の実装，および MPI コミュニケータ分割に基づくアンサンブル計算コードを実装した．オクラホマシティの野外拡散実験を対象とした計算においては，アンサンブル計算により計算の信頼性を向上することができた．

謝辞 本研究の一部は科学研究費補助金・研究活動スタート支援 (課題番号 19K24359) および学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 (課題番号 jh190049) より支援を頂いた．記して謝意を示す．

参考文献

- [1] N. Onodera, to al., 2018 IEEE/ACM 9th Work. Latest Adv. Scalable Algorithms Large-Scale Syst., pp. 9–16, 2018.
- [2] M. J. Leach. Final report for the joint urban 2003 atmospheric dispersion study in oklahoma city: LLNL participation. Oct 2005.

*Yuta Hasegawa¹, Naoyuki Onodera¹ and Yasuhiro Idomura¹

¹Japan Atomic Energy Agency

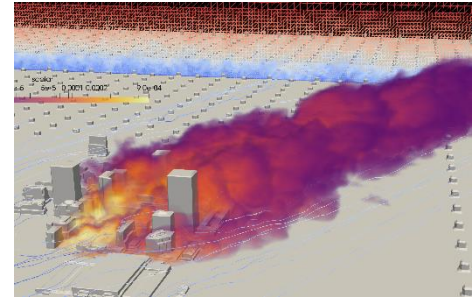


図 1 CityLBM コードによる都市部風況・汚染物質拡散解析

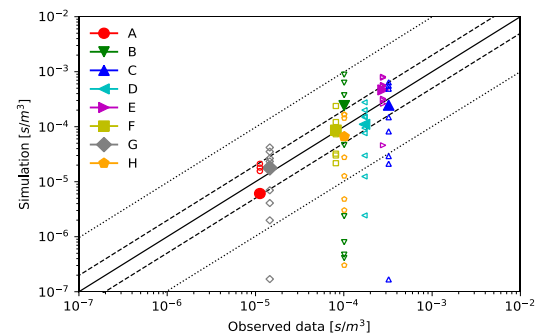


図 2 オクラホマシティでの野外拡散実験に対するアンサンブル計算結果