

平成 26 年度 Tsubame 産業利用トライアルユース 成果報告書

利用課題名 広域都市環境の大規模計算による検討  
英文: Large scale simulation for the global urban environment

利用課題責任者 佐々木 澄  
Sasaki Kiyoshi

所属: 清水建設(株)技術研究所  
Affiliation: Institute of Technology, Shimizu Corporation  
URL: <http://www.shimz.co.jp>

本利用課題では、「商用アプリバンドル型トライアルユース」に提供された商用アプリを活用して、TSUBAME スパコンの計算資源を利用するとともに、広域都市環境評価における大規模計算検討を行った。また、プリ・ポストの自動処理環境を構築し、広域市街地や複雑形状市街地を対象として最大 2 億メッシュ規模の都市環境解析を実施した。本商用アプリにおいてその大規模計算の性能特性を確認し、システムの実用性を明らかにした。

A large scale simulation for a global urban environment is investigated using commercial software which is provided on Tsubame2.5 supercomputer. An automatic Pre-post processing system has been developed to handle the large-scale model instead of using the GUI system of the software. Urban environment analysis of 200M meshes has also carried out to clarify the performance of the software in the computation of such large-scale model.

*Keywords:* Urban Environment, Large-Scale Simulation, Building, Commercial Software

## 背景と目的

新たに高層建物、あるいは大規模構造物を建てる際には、風の状況変化に従う影響は無視できない場合が多く、風環境や風騒音などの問題が生じる場合もある。こうした建設による問題や障害の発生を未然に防ぐためには、風環境の変化や風騒音の発生状況を風洞実験や数値流体計算などの方法により予測し、事前に調査・検討および対策の立案を行う必要がある。都市部では、高層ビルが密集し、周辺から受ける影響が大きくなるが、実験装置の制約などにより風洞実験による予測は限界があり、広域を考慮できる大規模数値流体計算の実施が必要となる。

前年度では、TSUBAME スパコンの「商用アプリバンドル型トライアルユース」に提供された商用アプリを活用し、利用計算環境の整備と、実中層市街地の建物群を対象とした風環境解析を実施した。また、数千 CPU コア規模より本アプリの並列性能を調べており、アプリのシミュレーションのコア部分に対して大規模並列処理とその計算時間の短縮化を確認していた。なお、本検討には 1 千万格子規模(現状の建築分野における大規模計算

と相当)を対象として、商用アプリのプリ・ポストよりモデルの作成と可視化までの一連処理を確認していた。

本利用課題では、数千万また数億計算格子規模の風環境解析を対象として、モデルの作成や計算結果の可視化処理とその計算の安定性等、商用アプリの検討課題として行い、必要となる環境を整備するとともに、本商用アプリの大規模計算環境を確立する。

## 概要

「商用アプリバンドル型トライアルユース」に提供された商用アプリは、風・温熱環境や騒音などの建築環境問題の評価に多くの実績を持っているアプリケーションとして知られているため、本利用課題はその応用検討を重視せず、TSUBAME2.5 計算資源の利用による大規模計算検討と大規模データハンドリングおよび一連自動計算環境の構築を行った。ここで、シミュレーションの部分について商用アプリのコア部分のバッチ処理を活用して、プリ・ポスト部分について独自の環境を整備した。また、5 千万および 2 億計算メッシュ規模の広域市街地などの風環境解析を実施し、構築された計算環境の有

効性を明らかにした。

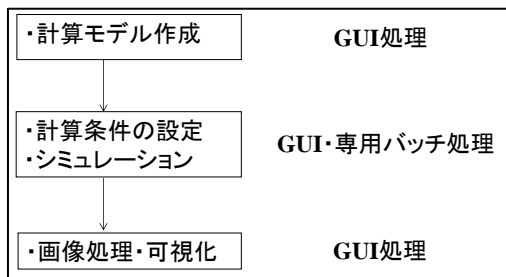
### 結果および考察

#### 1. データハンドリング

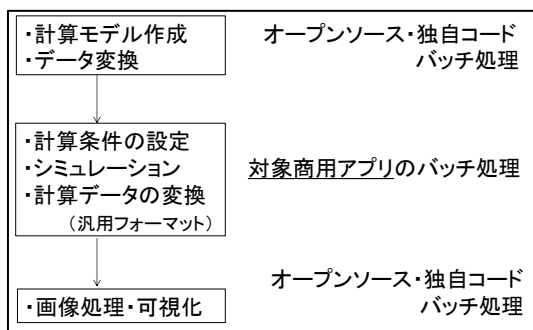
GUI は視認性に優れ、直感的な操作ができるため、利便性の観点で多くの商用アプリが整備されている。しかしながら、数億計算メッシュ規模の扱いや大規模処理を行う際には、現状の計算機の性能よりその生産性が著しく低下し、本来のアプリの性能を十分に発揮できるケースがある。特に、TSUBAME の計算環境ではデータハンドリングや計算処理などが遠隔操作より行われているため、その操作性が不適である。

本利用課題では、その大規模処理を行うため、図-1 に示すように既存の商用アプリに提供された処理プロセスに対して新たな一連の自動処理環境を構築していた。まずは、大規模モデルの作成について独自のプリ自動処理環境を構築して、メッシュデータの変換などにより本商用アプリの必要な計算モデルを作成した。また、計算部分について商用アプリのバッチ処理より行われており、得られた計算結果はデータの変換より独自の自動ポスト処理より可視化される。

これよりすべての作業は自動的に行われており、大規模モデルの取扱いに対してモデルの作成から解析及び可視化の一連のプロセスはスムーズに行われる。



(a) 商用アプリの既存処理方法

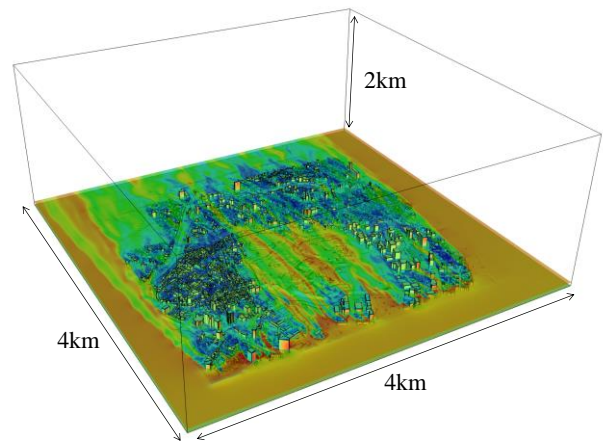


(b) 本課題の大規模計算処理方法

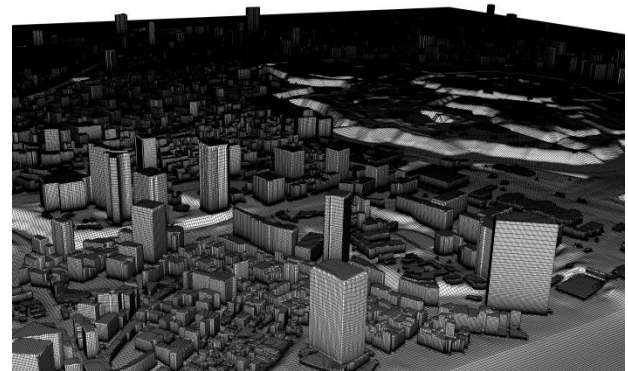
図-1 計算データハンドリング

#### 2. 計算モデルと結果

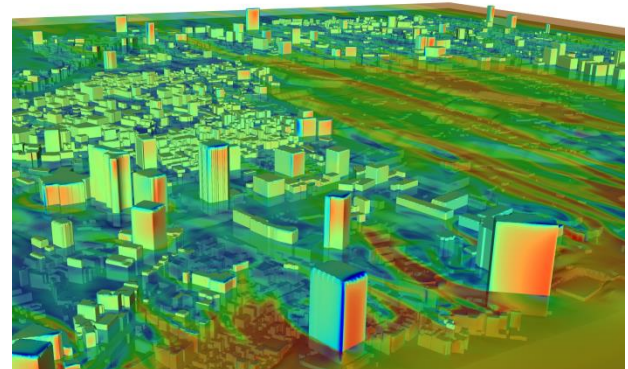
本課題で構築した自動処理環境の有効性を確認するためには、広域市街地また複雑形状市街地を対象として、計算モデルの作成と可視化およびシミュレーションを行った。図-2 には4km×4km 広域市街地の計算領域、計算メッシュ、および計算から得られた地上50mの風速と建物壁面風圧コンターの拡大図を示す。計算メッシュは非構造格子であり、その全体は約5千万メッシュである。風上側の高層建物群から発生されたウェークは、周辺に与える影響も確認できる。



(a) 計算領域

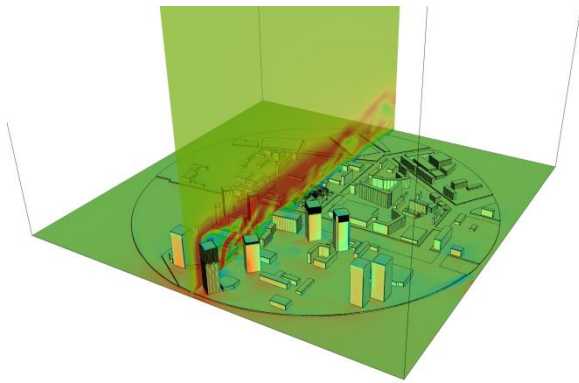


(b) 計算メッシュの一部拡大図

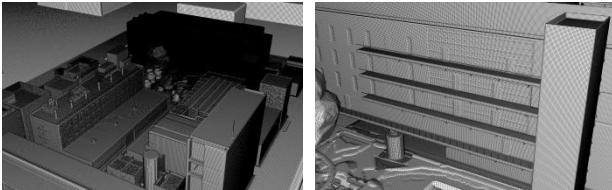


(c) 風速・風圧コンターの一部拡大図

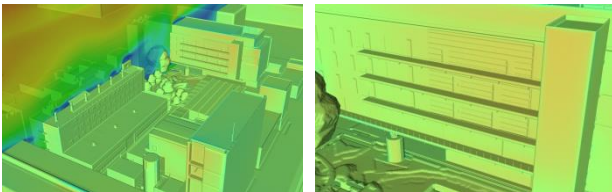
図-2 広域市街地



(a) 計算領域



(b) 計算メッシュとその拡大図



(c) 風速・風圧コンター

図-3 複雑形状市街地

一方、図-3には1.6km×1.6km市街地であるが、建物形状が複雑であり、その形状を再現するために非常に高解像度の計算メッシュを利用する必要がある。図-3(b)は計算メッシュとその一部拡大図を示す。建物形状の他、ベランダなども細かく再現されることが分かる。全体は約2億計算メッシュである。図-3(c)は計算から得られた地上5mの風速と建物壁面風圧コンターとその拡大図を示す。建物形状の影響や周辺による影響等は確認できる。

#### まとめ、今後の課題

本利用課題では、「商用アプリバンドル型トライアルユース」に提供された商用アプリの活用および大規模計算検討を行った。TSUBAME計算環境では本商用アプリGUIよりモデル作成・可視化等、遠隔操作で大規模データハンドリングとしては困難であることを確認した。また、本商用アプリGUI依存しない新たな独自のプリ・ポスト処理環境を構築し、データフォーマットの変化作業と自動バッチ処理の活用により数億メッシュレベルの

大規模計算を実現できており、本商用アプリのシミュレーションコアの有効性を確認できた。今後は計算環境等を応じて本商用アプリを積極的に活用していきたいと考えている。