大規模低層建物と大型屋根に囲まれた屋外広場内の風環境評価

今野　雅（東京大学）

新潟県長岡駅

nagaoka city hall

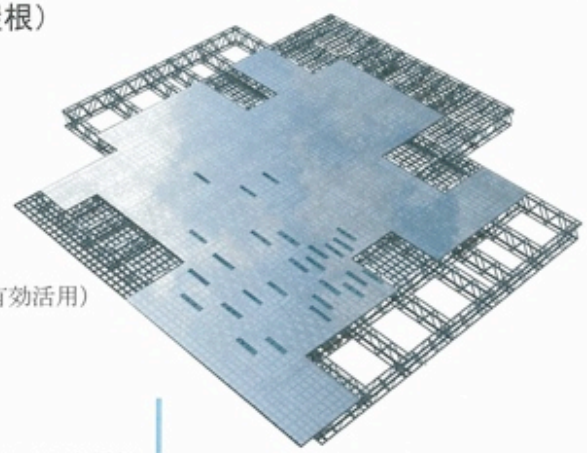
kengo kuma and associates

長岡市新市役所

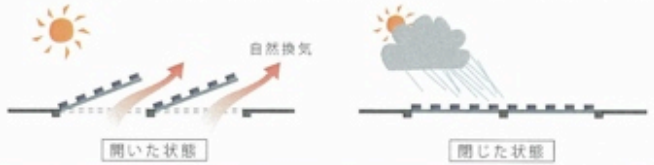
(隈研吾建築都市設計事務所)

雪国型省 Co2 技術統合屋根（ナカドマ大屋根）

・融雪水雨水循環型環境制御システム
（融雪・遮熱・ガラス清掃）
・雪国適応型開閉式太陽光発電・換気システム
（発電・屋根下熱だまり解消）
・地場産木パネルによる遮熱・遮光コントロール
（日射量のコントロールと地場産木材の有効活用）



冬期間屋外で活動が困難な雪国において、
積雪の影響を抑え、
まちの活動の巾を広げる環境制御システムとしての大屋根



アリーナ屋上緑化

・ワークショップによる種まきなど、
市民活動への波及による環境意識の浸透

・都市ヒートアイランド現象の軽減

緑ストックの地産地消

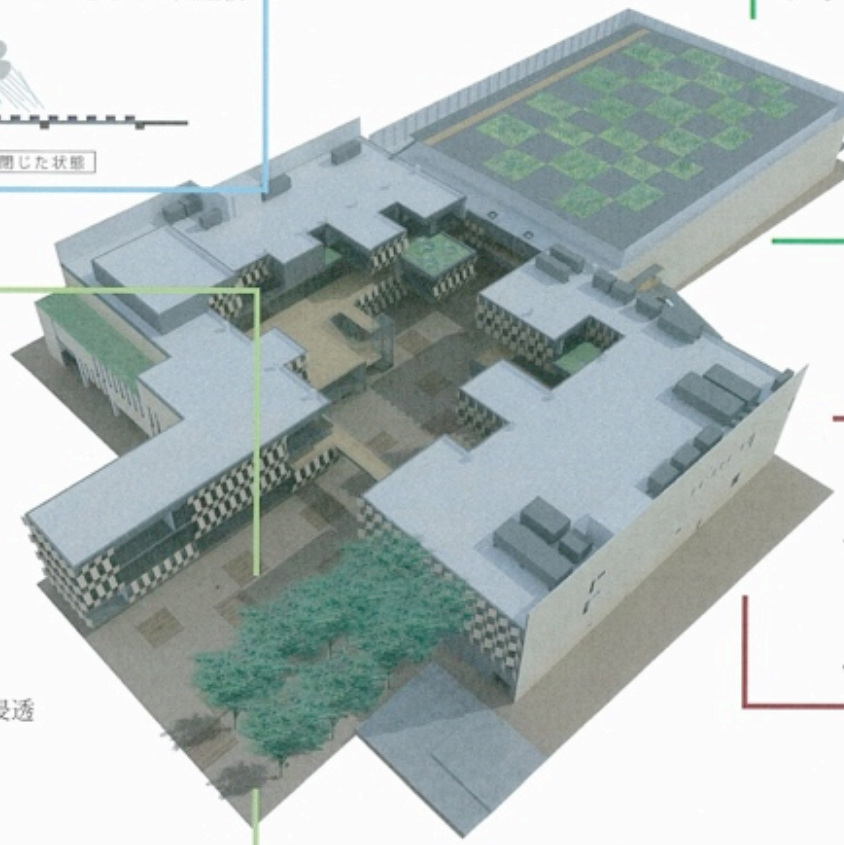
・都市内緑環境の保存

・既存公園内樹木の移植

・地場産材の広場内ベンチなどへの活用

・市民ワークショップなどの開催による
市民への環境意識の浸透

・都市ヒートアイランド現象の軽減



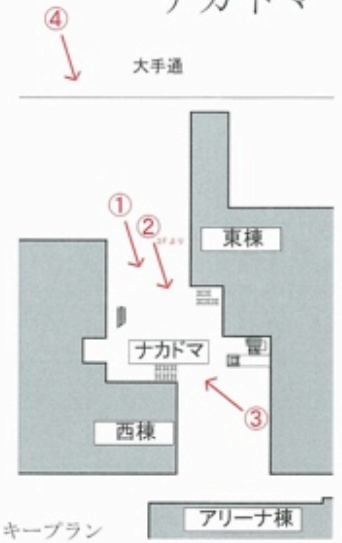
省 CO2・環境配慮機能の見える化

・生活をしながら、楽しみながら、
省エネ技術に触れられる機会の創出

・市民生活への波及による環境意識の浸透・波及効果

ナカドマ

パース①: 大手通り側から見たナカドマ



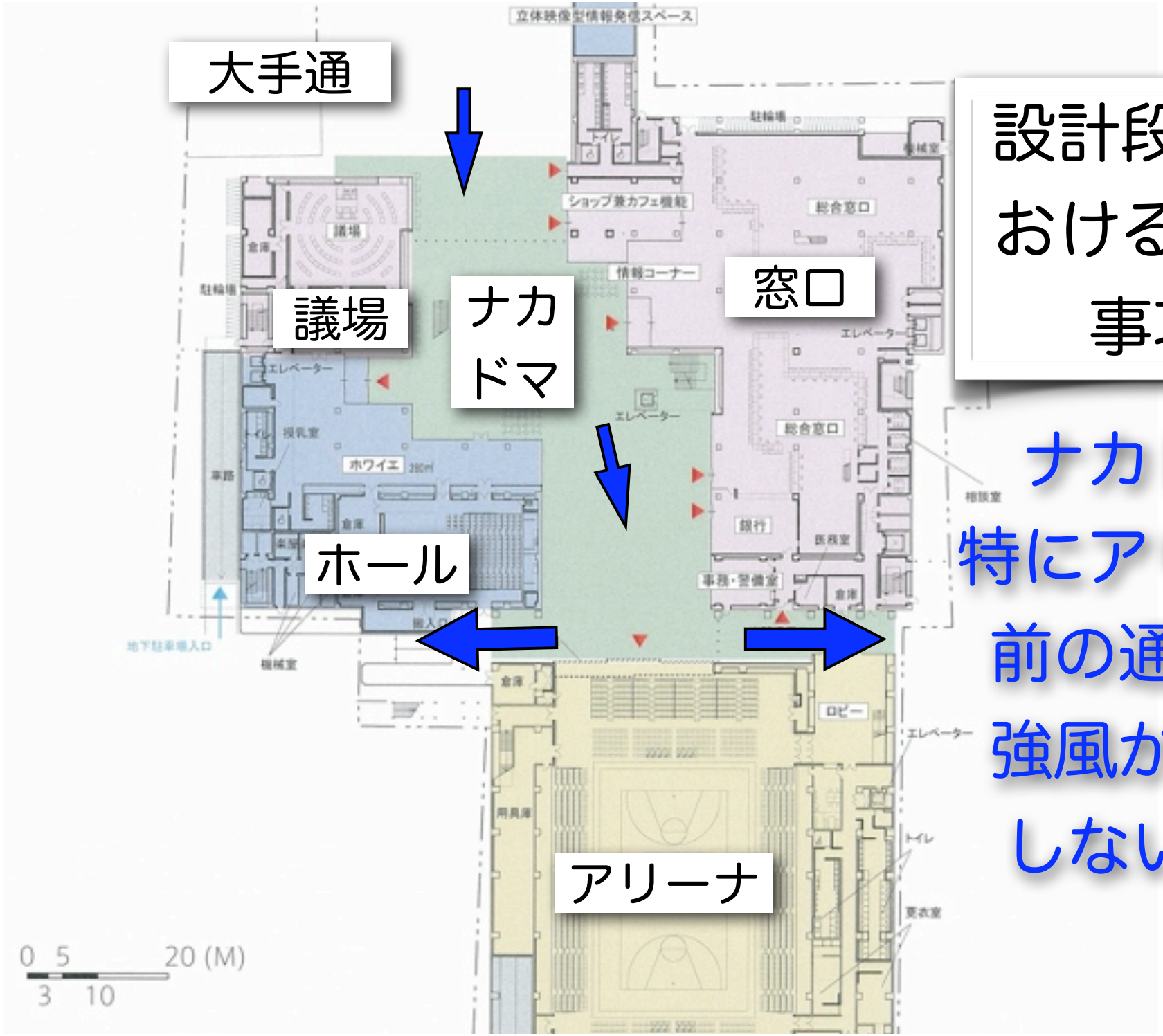
キープラン

- 土間調の床舗装と一部に地場産木材を活用した床
- 300 インチの大型ビジョン
- 建築を象徴する大屋根は、積雪時でも屋外イベントが開催できるとともに、さまざまな省 Co2 への取り組みを盛り込む
- 長岡の精神文化歴史を表現する、千鳥格子パターンを、地場産の木をつかって壁・天井に展開する。

パース②: 3階ブリッジから見たナカドマ

パース③: 東棟側から見たナカドマ

パース④: 大手通りから見たシティホール


大手通
議場
ナカドマ
窓口
ホール
アリーナ
設計段階における懸念事項
ナカドマ
特にアリーナ
前の通路で
強風が発生
しないか?
立体映像型情報発信スペース
駐輪場
ショップ兼カフェ機能
総合窓口
情報コーナー
エレベーター
授乳室
ホワイエ
銀行
医務室
事務・管理室
倉庫
ロビー
トイレ
更衣室
機械室
地下駐車場入口
0 5 20 (M)
3 10

周辺建物形状の再現

周辺の2街区
程度を再現

周辺建物形状の再現

1km四方を再現

周辺建物形状の再現

- Google Earthや住宅地図を見てCADで作成する手法もあるが、手間がかかる
- 数値住宅地図での建物外形ポリゴンを階数分立ち上げて生成する方法もあるが、階高を仮定せざるを得ないのと屋根形状が平坦になってい、再現精度が悪い

周辺建物形状の再現

- 3次元で建物形状を再現したGISデータも売っているが、高価である(1km四方で14万円)
- データが作成されているのは、まだ東京都に限られる

周辺建物形状の再現

2次元数値地図データ

＋　自動生成

航空機からレーザーで計測
された表層高さデータ
(DSMデータ)

周辺建物形状の再現

2次元数値地図データ

ゼンリン zMapTown-II

東京大学空間情報科学
研究センターとの共同研究
により無料で使用可能

周辺建物形状の再現

DSMデータ

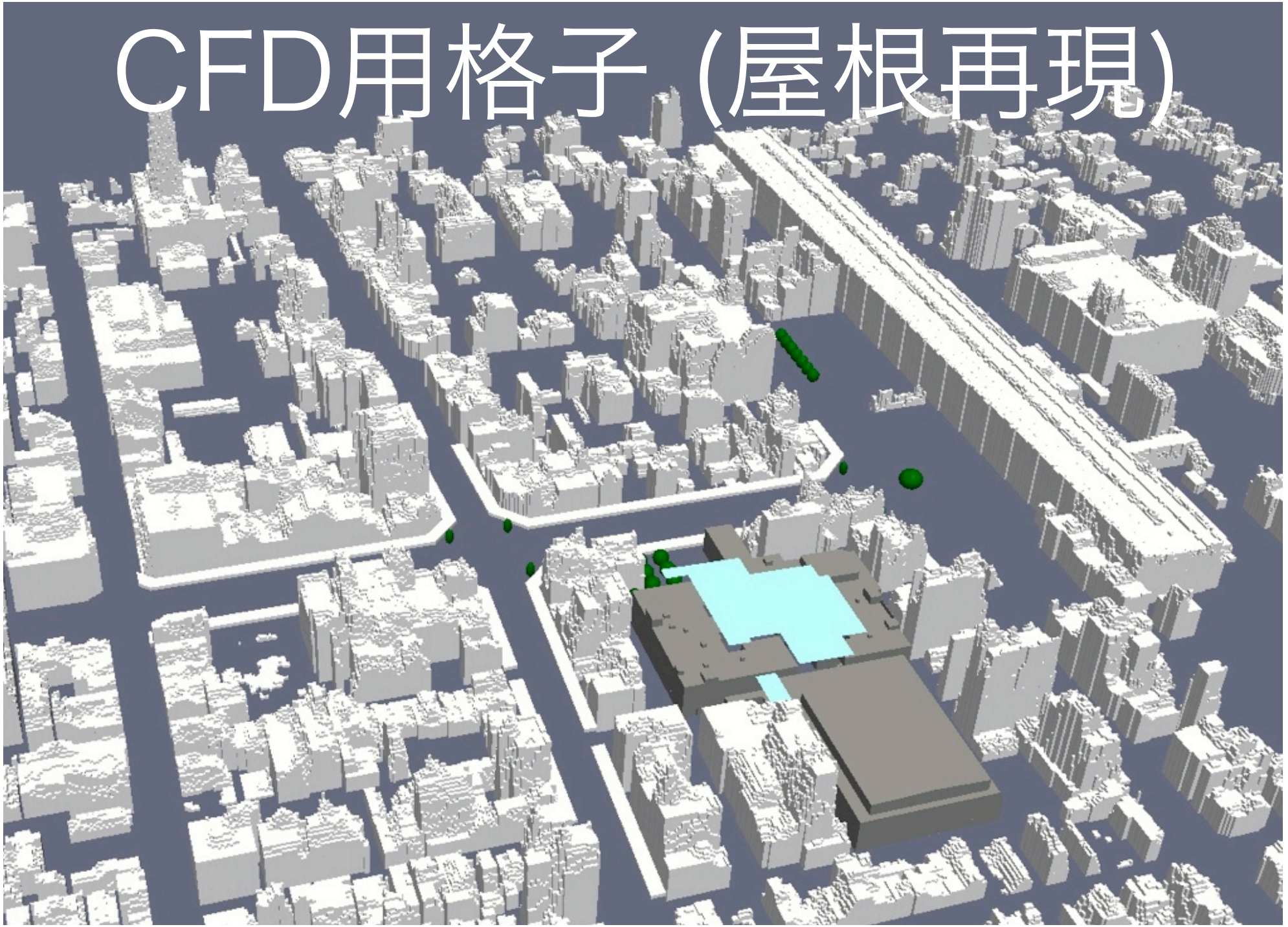
国際航業 RAMS-e Surface

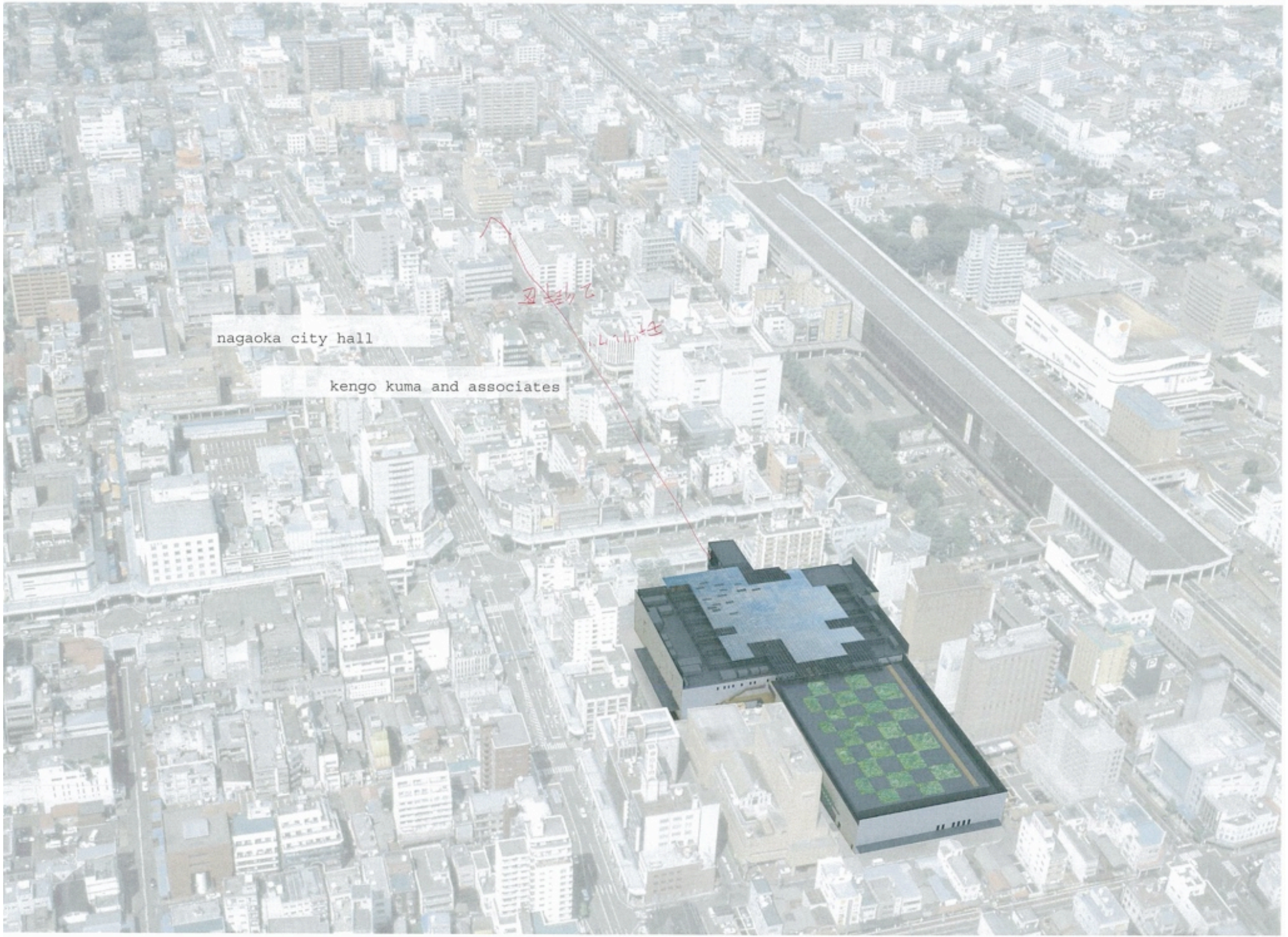
約2m間隔のランダム点群

誤差:高さ15cm、水平30cm

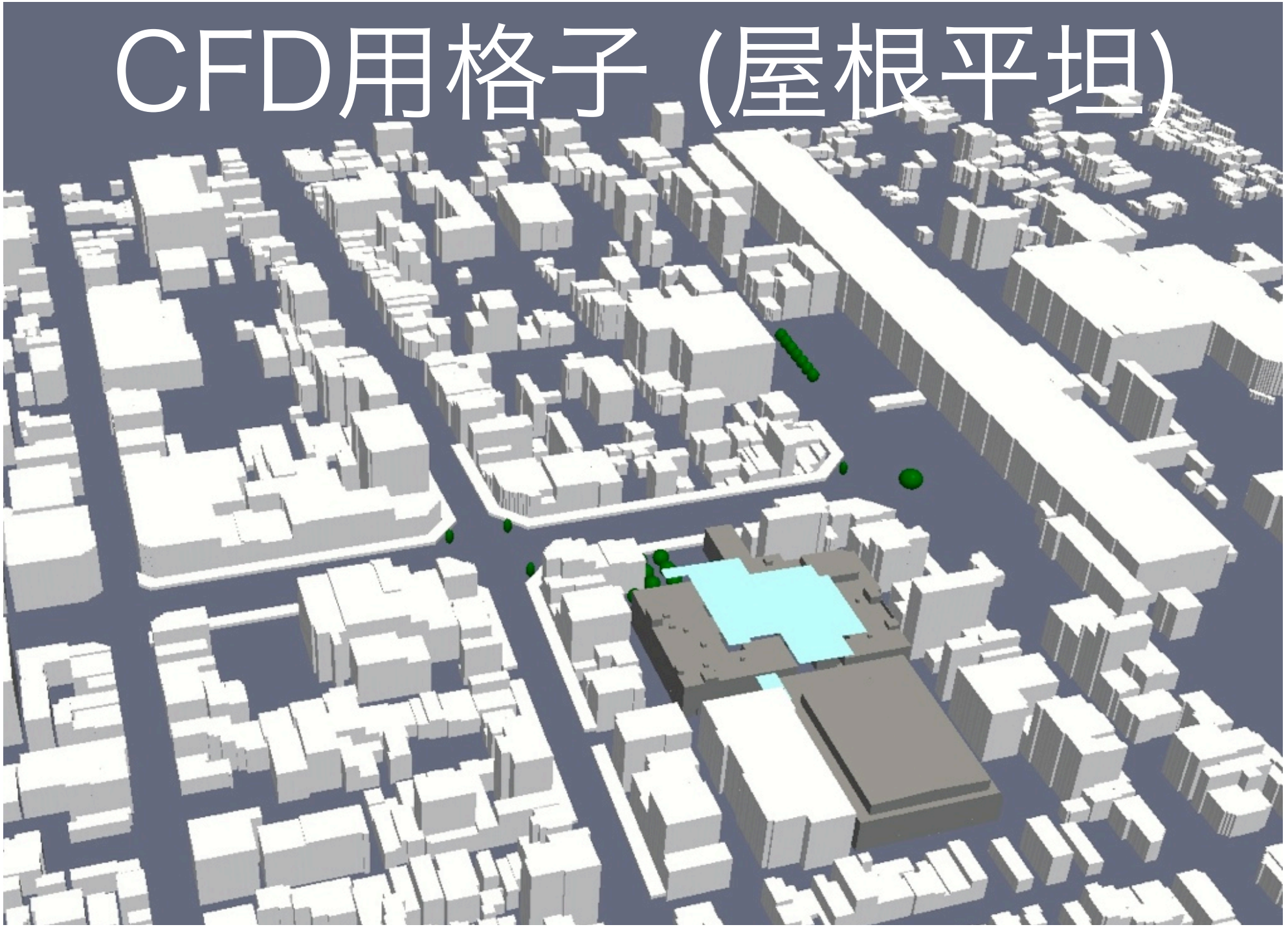
1km四方2万円(アカデミック)

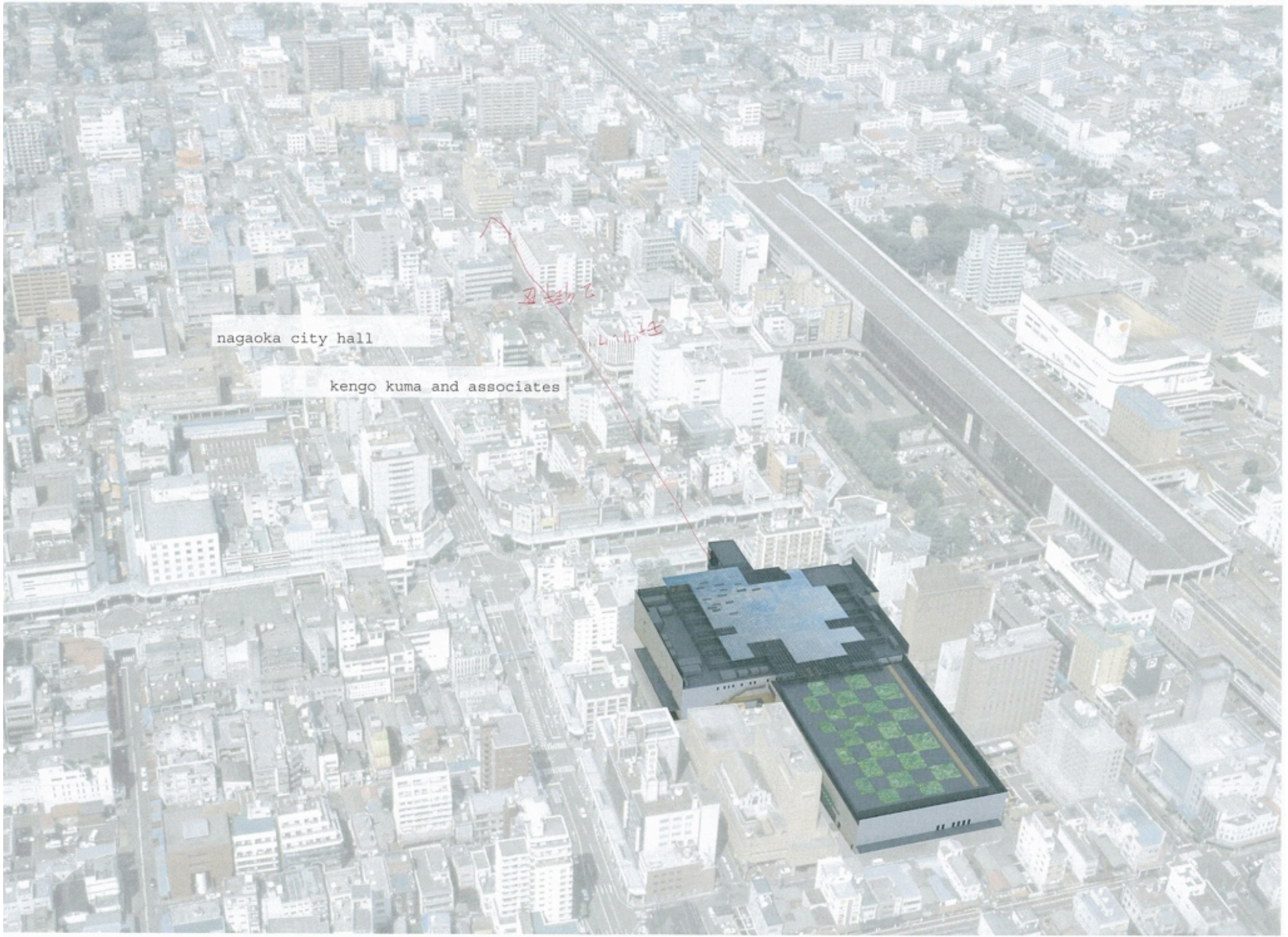
CFD用格子（屋根再現）




nagaoka city hall
kengo kuma and associates

CFD用格子（屋根平坦）



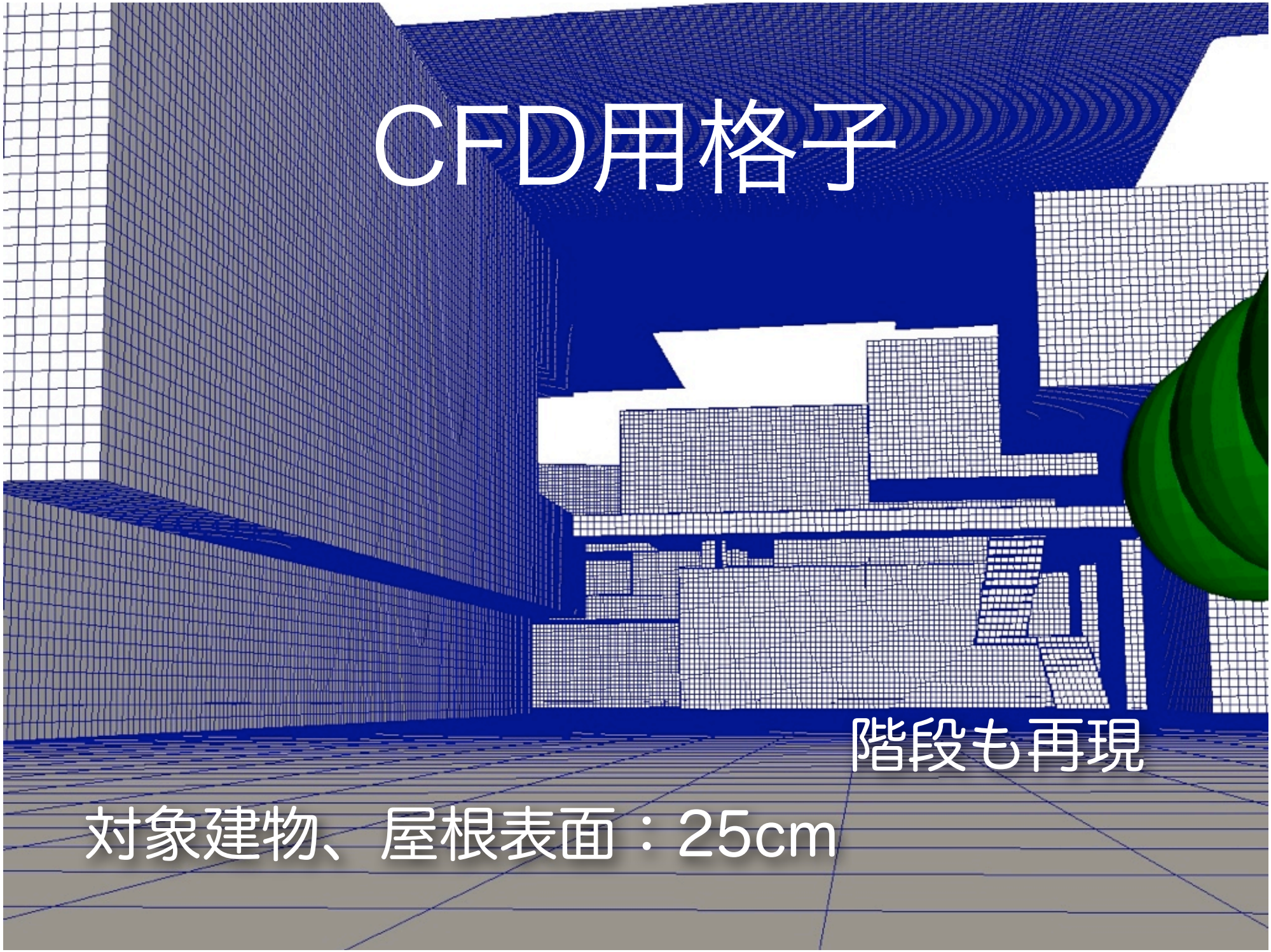

nagaoka city hall
kengo kuma and associates

周辺建物形状の再現

- プログラム言語はRを使用
- 統計解析用言語Sに似た言語、オープンソース
- GISデータ等の空間データを扱う外部ライブラリも豊富に揃っており、形状データ生成に格好

CFD用格子(屋根再現)
全て六面体格子。周辺建物階段近似。
一部スプリット(一部の面が4分割)。

CFD用格子(屋根平坦)
16コア並列で生成。格子数約1500万。
対象建物近傍や周辺建物表面：1m


CFD用格子
階段も再現
対象建物、屋根表面：25cm

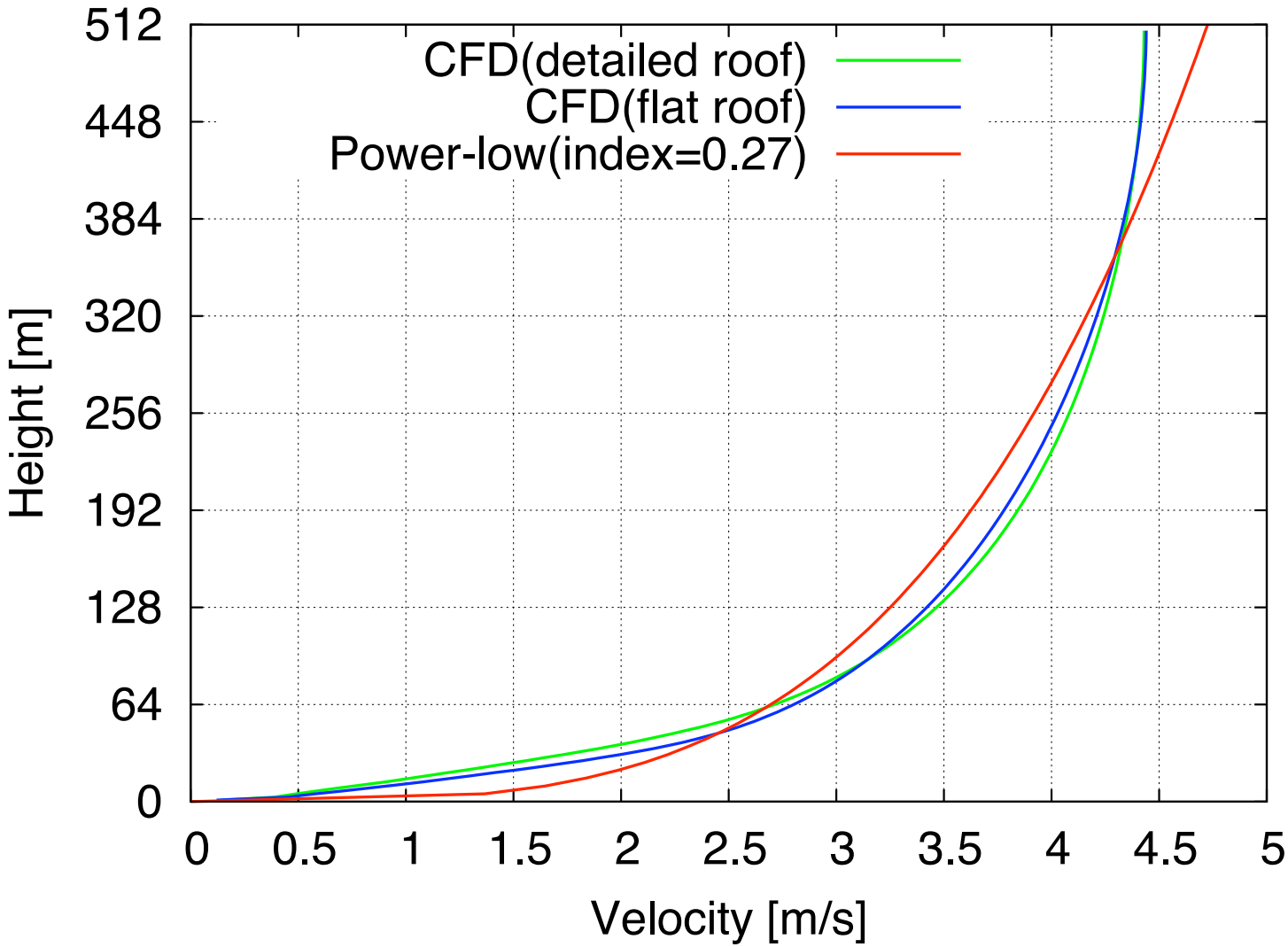
CFD計算条件

- RANS(RNG k-epsilon)モデル
- 水平方向2方向とも周期境界条件
- 風量が一定に保たれるよう、主風向に圧力勾配を課している
- 風速と乱流量の初期値はべき乗則(べキ指数0.27、粗度区分IV)で与えた
- simpleFoamをカスタマイズして使用

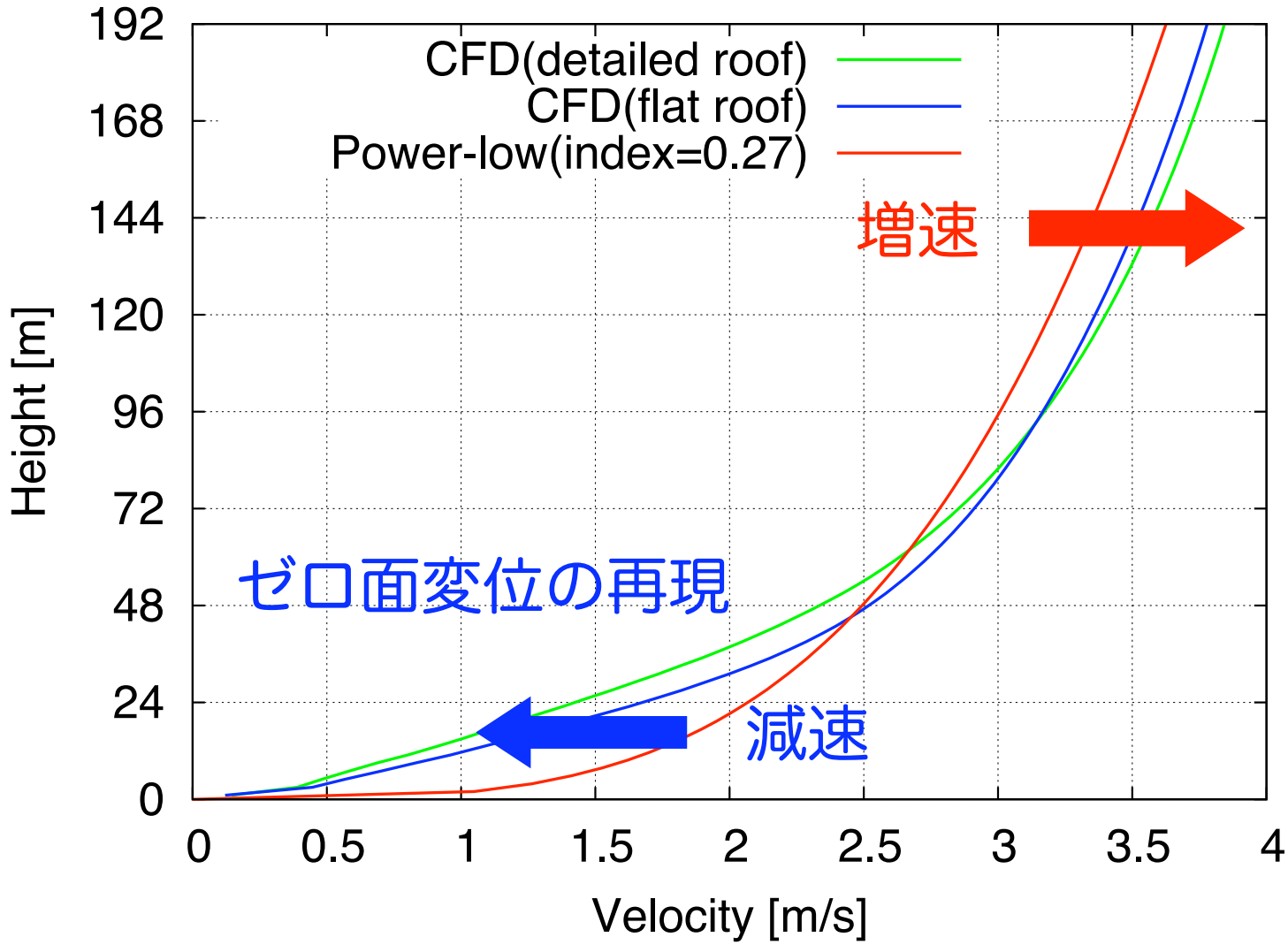
CFD計算条件

- 樹木による抵抗は高橋による樹木キャノッピーモデルで再現
- 256コア並列計算(東大T2Kオープンスパコン使用)
- 22.5度刻みで16風向を計算

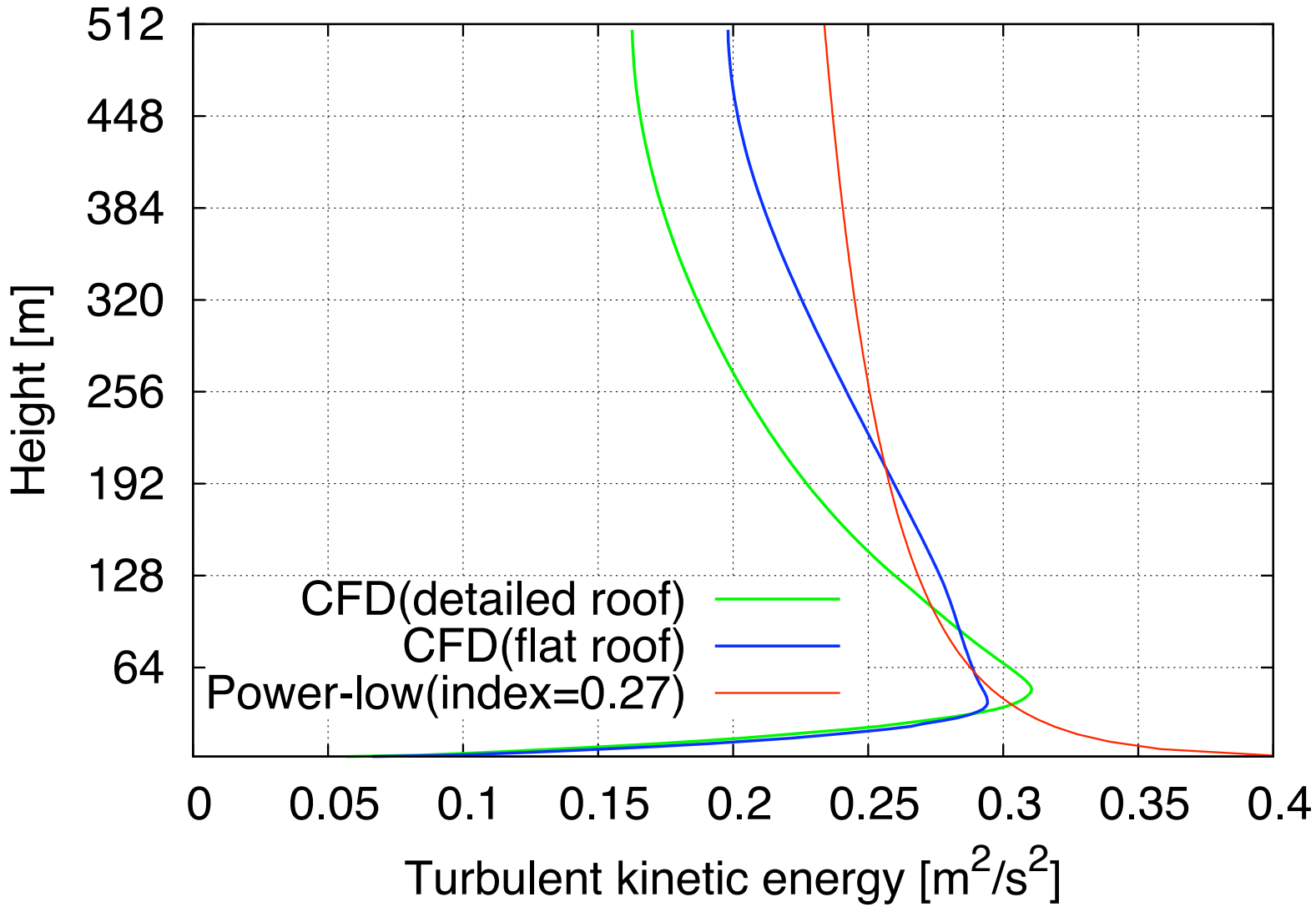
水平面平均速度プロファイル



水平面平均速度プロファイル

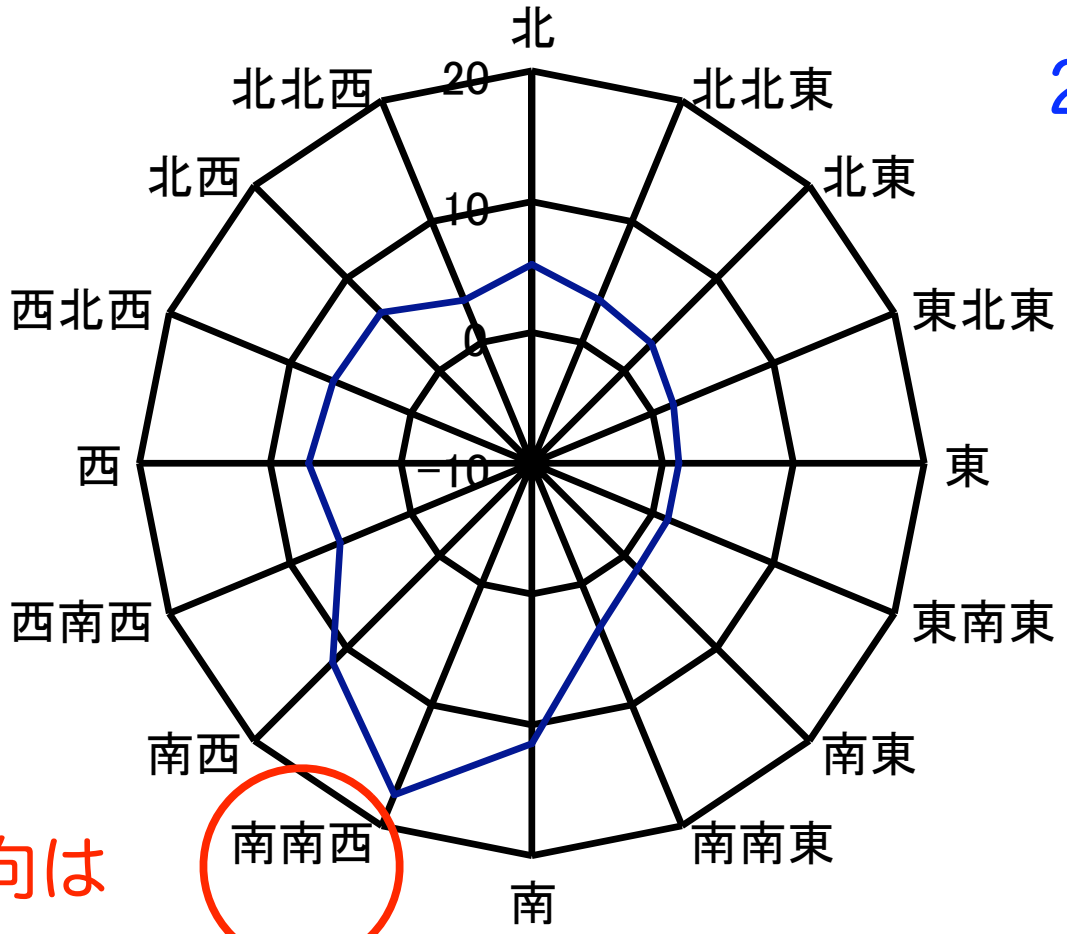


乱流エネルギープロファイル



長岡の風配図

1999年から
2008年まで
の10年間

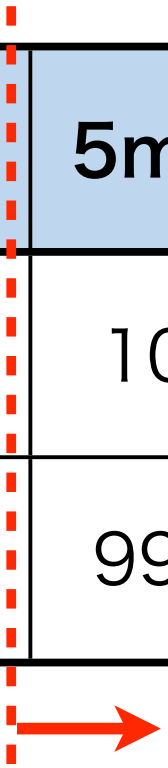


主風向は
南南西

10分平均風速の累積頻度

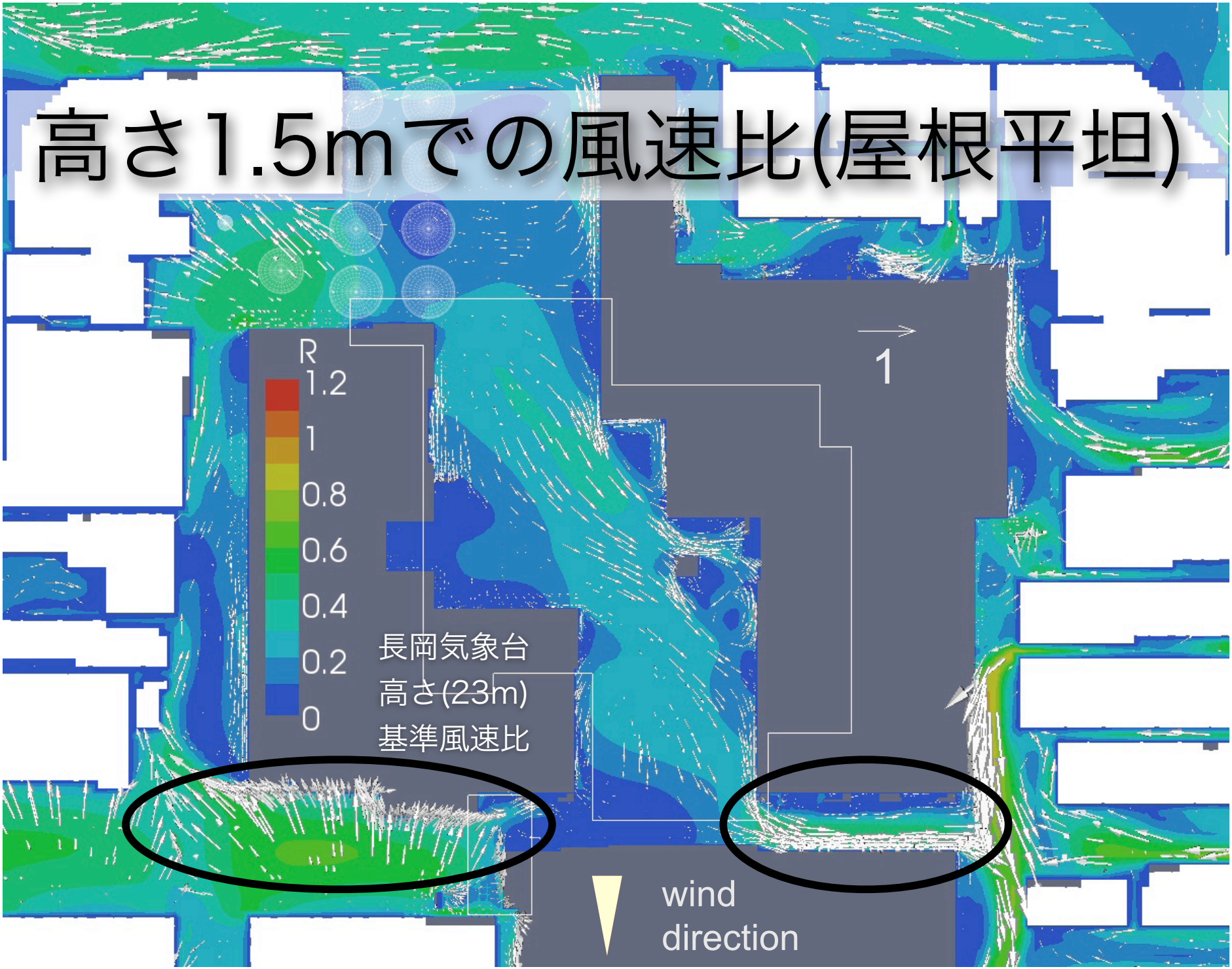
長岡アメダス気象台、1999年から2008年までの10年間

風向	1m/s	2m/s	3m/s	4m/s	5m/s
南南西	28.2	70.6	94.2	99.5	100
北北東	52.4	87.1	96.7	99.1	99.9

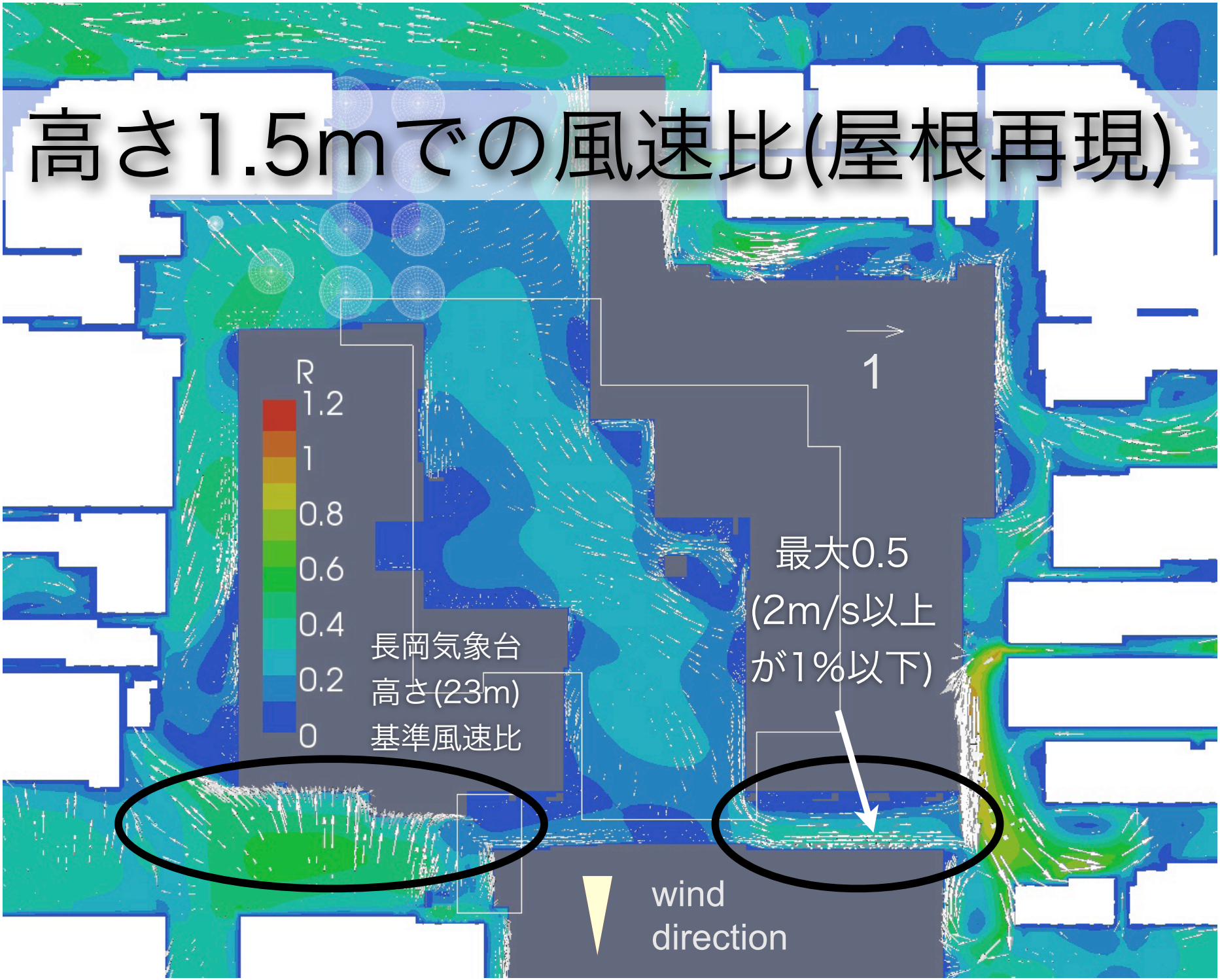


4m/s以上となるのは、1%以下

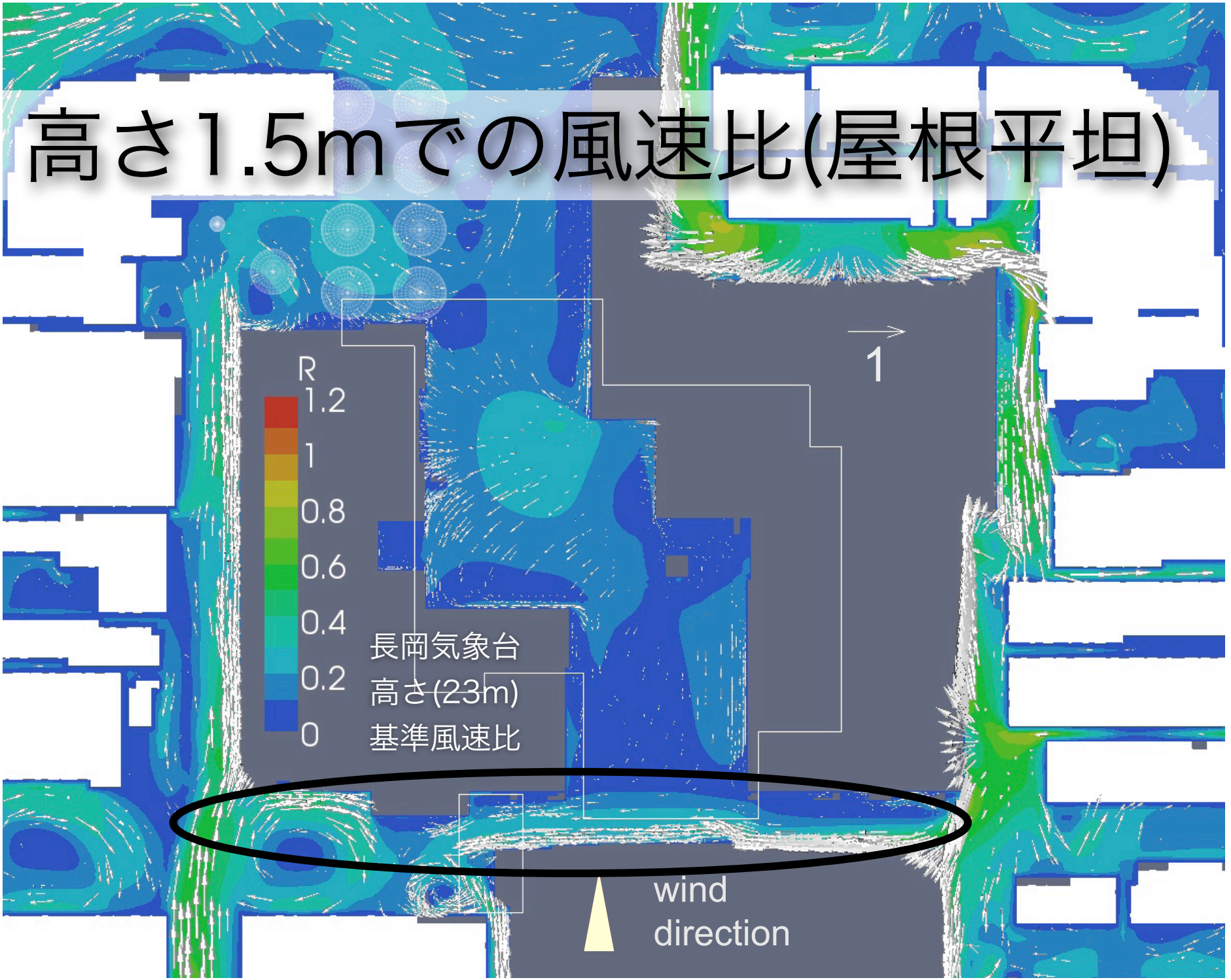
高さ1.5mでの風速比(屋根平坦)



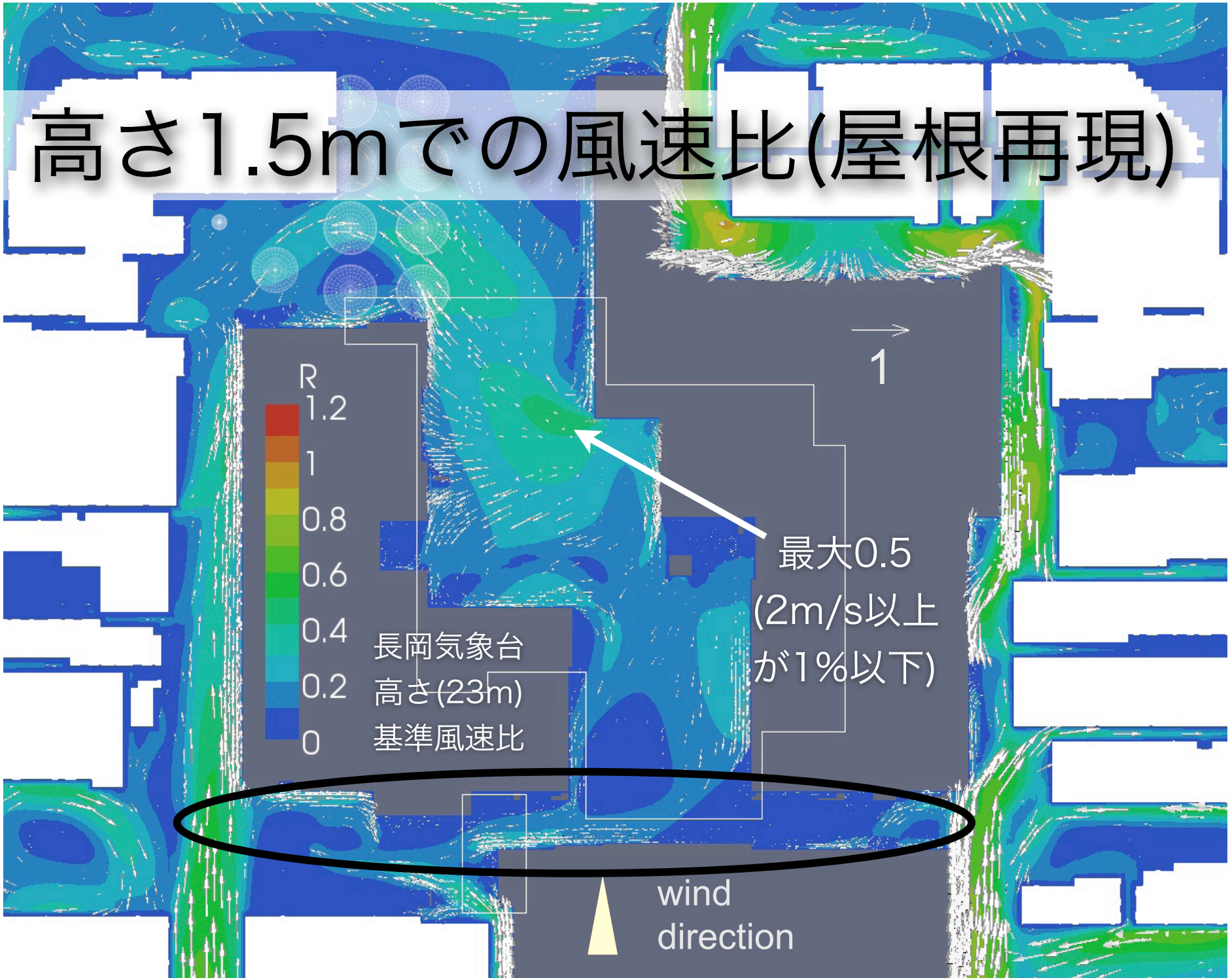
高さ1.5mでの風速比(屋根再現)



高さ1.5mでの風速比(屋根平坦)



高さ1.5mでの風速比(屋根再現)



まとめ

- 建物・屋根形状を精度良く再現した
- 周期境界条件で生成された風の鉛直プロファイル性状は、概ね現実の流入風の特徴を有するものであった
- 屋根形状を平坦にした場合は、狭い路地で風速が増速する傾向が見られ、屋外広場の風環境にも多少の違いが生じた
- 屋外広場の強風被害の懸念は無かった

今後の課題

- 16風向の計算結果から 村上方式などの 風環境評価を行う
- 樹木をどこに置けば風環境が改善するかを示す逆解析
- LES/DESモデルを用いた非定常風環境解析

ありがとうございました