

数値風況予測技術

「RIAM-COMPACT®(リアムコンパクト)」による風環境評価

伊都キャンパス・ウエストゾーンとセンターゾーンの風環境



九州大学 応用力学研究所 風工学分野
准教授 内田 孝紀
[Tel] 092-583-7776
[Fax] 092-583-7779
[Mail] takanori@riam.kyushu-u.ac.jp
[URL] http://www.riam.kyushu-u.ac.jp/windeng/index.php

はじめに

九州大学 応用力学研究所 風工学分野では、「RIAM-COMPACT®」(Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University, Computational Prediction of Airflow over Complex Terrain: リアムコンパクト)と称する局所風況(空間スケールで数m~数十km程度)を格段に高い精度で予測可能な数値モデルの開発を進めています。本技術は、

(株)産学連携機構九州(九大TLO)の協力を得て、実用化に既に成功しています(2006年にRIAM-COMPACT®の商標と実用新案を取得済)。最大の長所は、流れの衝突、剥離、再付着、逆流などの風に対する地形や建物の効果を高精度に予測し、動画として表示可能な点です。

2009年には、文部科学省の科学政策研究所(N-STEP)がまとめた「大学・研究機関の多様な成果」に、同研究室の大塚教授・鳥谷准教授が開発を進める「レンズ風車」ともに選出され、総合科学技術会議へ報告されました。2010年には、風力分野における研究活動に対して、科学技術分野の文部科学大臣表彰・若手科学者賞を受賞しました。RIAM-COMPACT®の適用範囲は、下記に示すように広範囲に広がっています。

風力発電分野

■業界標準モデルの一つとして広く認知されています。国内の風力事業者最大の(株)ユールスエナジーホールディングス、電源開発(株)、日本風力開発(株)、エコ・パワー(株)、ミツウロコグリーンエネルギー(株)、国内の風車メーカー最大の三菱重工業(株)を含め、多数の導入実績を有します。

大気環境アセスメント分野

■実在市街地を対象としたビル風に伴う風害対策
■大気汚染物質などの移流・拡散予測(テコ対策)

風工学分野

■山間部の地形性局地強風の発生メカニズム解明
■山間部の送電鉄塔周辺の風害対策
■台風に伴う歴史的建造物の風害対策
■竜巻に伴う風害対策(図1)

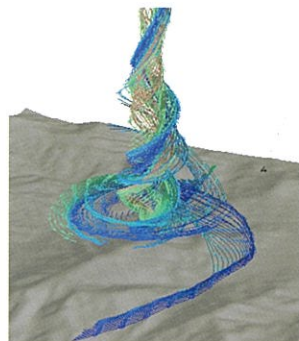


図1 竜巻の数値シミュレーション

鉄道分野

■突風・強風時の安全運行支援システム構築
■線路周辺の風害対策および風況マップ作成

九大伊都キャンパス内の風環境評価の事例紹介

最初に、九州大学新キャンパス計画推進室から依頼を受けて実施してきた事例(左記を参照)を紹介します。

1. 第一工区、2002年度に実施
2. センター地区、2003年度に実施
3. 農学部地区、2009年度に実施

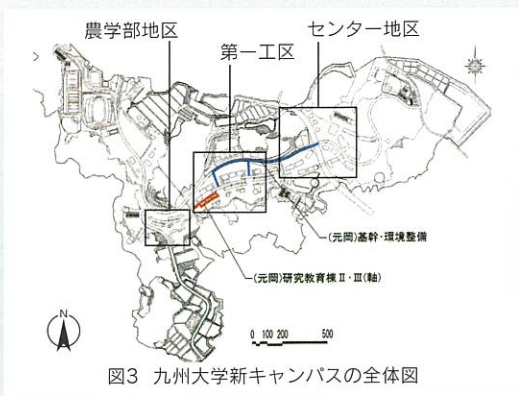


図3 九州大学新キャンパスの全体図

第一工区(図4)では、特に南と南東の風の場合において、風の通り道と予想されるグリーンコリドー付近に注目し、風洞実験(図5)と数値計算(図6および図7)を行いました。

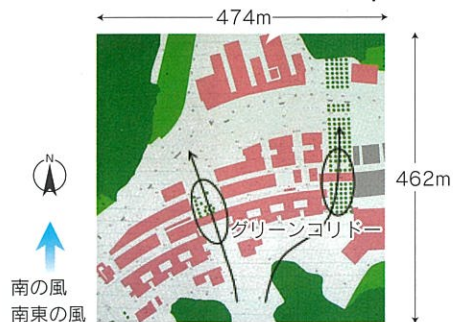


図4 第一工区の対象領域

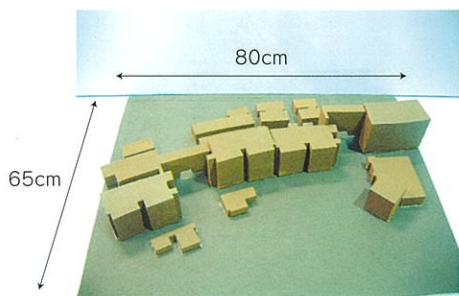


図5 第一工区の風洞実験で用いた縮尺模型、南側から撮影、1/500のスケール

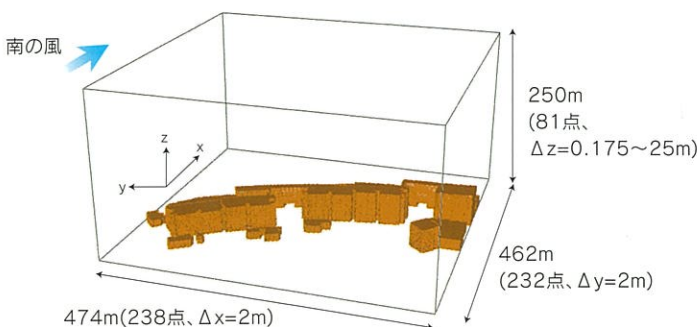


図6 第一工区の計算領域

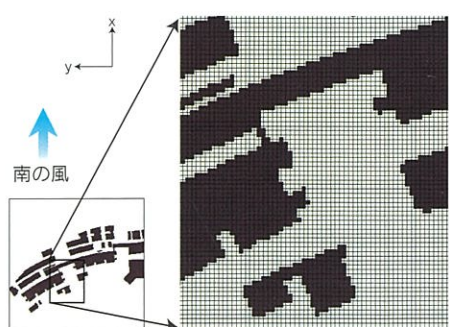


図7 セルの集合体で近似された建物群の様子

我々はこれまで、RIAM-COMPACT®を用いて、九大伊都キャンパス内の風環境評価を多数実施してきました。本報では、それらの取り組みを紹介いたします。

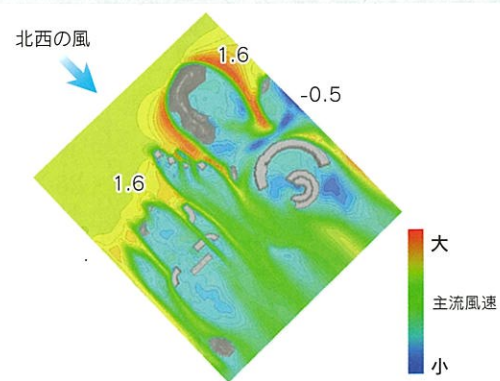


図12 センター地区の計算結果
一様流入風速Uに対する風速比(主流方向(x)成分)、
時間平均場、北西の風、 $\Delta x = \Delta y = 4m$ 、地上約2m

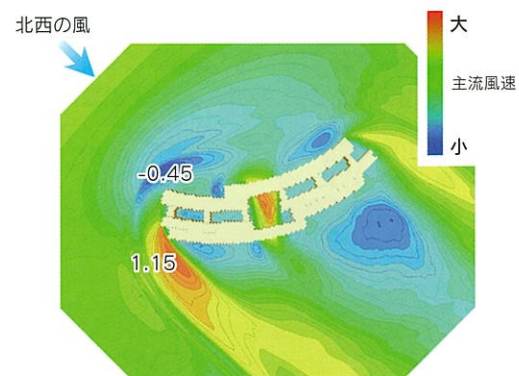


図13 農学部地区の計算結果
一様流入風速Uに対する風速比(主流方向(x)成分)、
時間平均場、北西の風、 $\Delta x = \Delta y = 2m$ 、地上約2m



図14 九州大学伊都キャンパスに設置された
70kWレンズ風車2基、著者が2011年3月18日に撮影

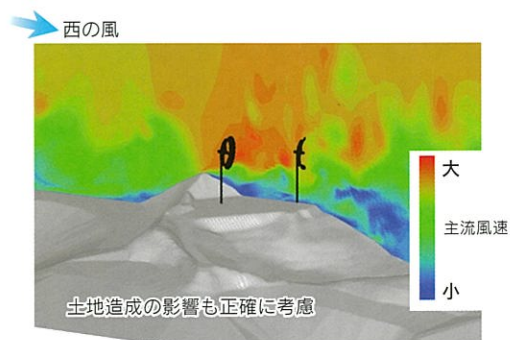


図15 70kWレンズ風車の導入を支援する風況診断、
主流風速の空間分布、瞬間場、西の風

センター地区および農学部地区
に関して、北西の風を対象にした
計算結果を図12と図13に示します。
両ケースともに、地面付近では流
入風速を大きく上回るような増速
領域(強風域)は出現していないこ
とが示されました。

最後に、風力エネルギーの有効利
用に関する事例を紹介します。現在、
伊都キャンパスでは、水素生成のた
めのクリーンエネルギー源として
レンズ風車の活用が進んでいます。

具体的には、レンズ風車による電
気自動車運用プロジェクトや、次
世代エネルギー実証施設としての
70kWレンズ風車の開発です(図
14)。風車の発電出力は風速の三乗
に比例するため、風車の立地は風
況の良好な地点をピンポイントに
選定する必要があります(マイク
ロサイティングと呼ばれます)。卓越風
向(西風)における風況診断(図15)で
は、風車上流地形からの境界層の
影響、地形の凹凸に伴う地形乱流の

影響、土地造成に伴う気流の劇的な
変化などは観察されず、レンズ風車
に対して概ね適切な地点であること
が示されました。

おわりに

著者らが開発を進めている数値風

況予測モデル[RAM-COMPACT®]
の紹介と、計画中の建物群を対象
とした風環境評価、および風力エ
ネルギーの有効利用に関する実施

第一工区を対象とした数値シミュ
レーションの結果に関して、南の風
を対象にした結果のみを示します
(図9)。図9(a)に示す流線図では、
建物前面での流れの衝突やグリーン
コリドーを吹き抜ける流れパターン
が明確に観察されます。図9(b)の
風速比に注目すると、グリーンコリ
ドー付近では、流入風速を越える増
速域(強風域)は出現していないこと
が分かります。

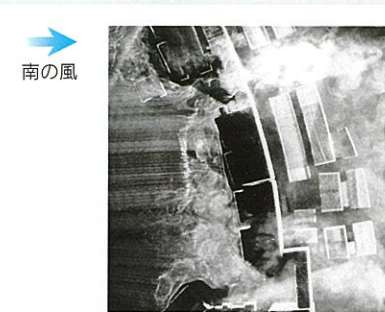


図8 風洞実験(スモークワイヤー法)による
地面近傍の可視化、南の風、地上約2m

図8には、風洞実験(スモークワイ
ヤー法)で撮影された縮尺模型周辺の
気流の様子(可視化写真)を示します。
この写真から、風がグリーンコリド
ーを吹き抜ける様子や、建物前面に
衝突する様子が観察されました。

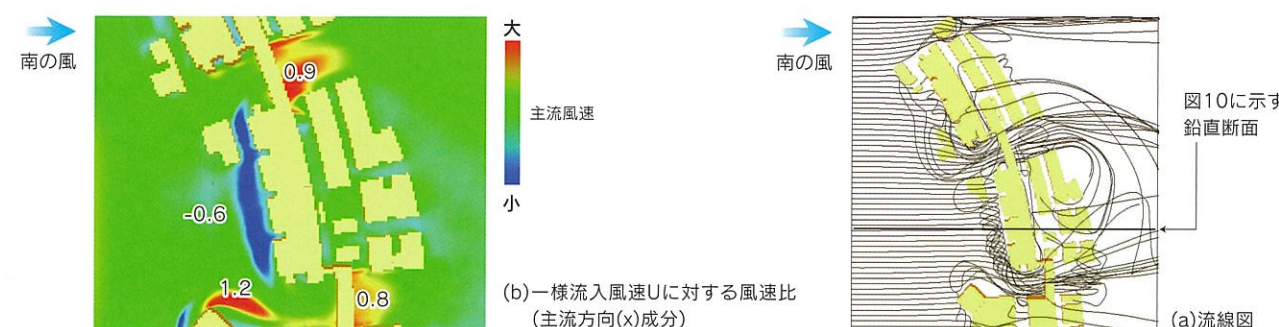


図9 数値シミュレーションによる地面近傍の可視化、時間平均場、南の風、地上約2m

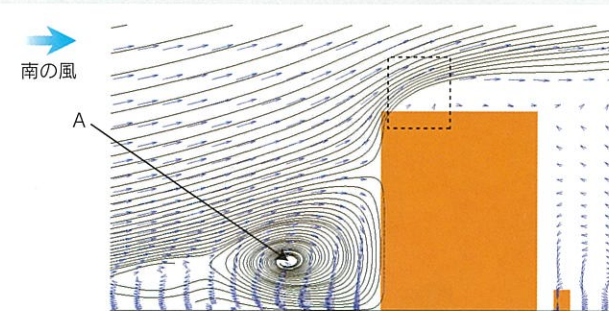
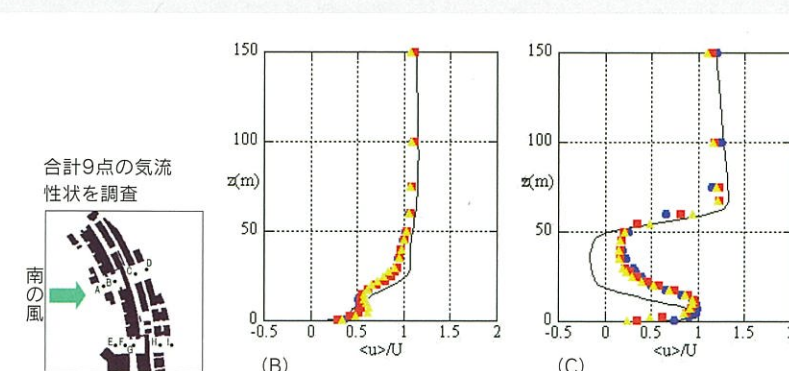


図10 鉛直断面内の速度ベクトル図と流線図、
時間平均場、南の風、図9(a)に黒線で示す断面

図9(a)の実線を含む鉛直断面内
の時間平均場に関して、速度ベクト
ル図と流線図を図10に示します。高
層建物の前面で流れが衝突し、渦領
域が形成されています(図中のA)。
但し、この渦領域内の風速はそれほ
ど大きくありません。一方、高層建
物を越える流れ(図中の点線)も明確
に観察されます。ここでは、局所的
な増速が生じていて、これを有効に
利用すると、高層建物屋上での風力
発電も可能になります。



一: 数値シミュレーション ●: 風洞実験、平坦地 ■: 風洞実験、実地形
▲: 風洞実験、実地形、樹木を模擬したマップピンを添付した場合

図11 気流の鉛直プロファイルの比較、主流方向(x)成分、南の風

数値計算と風洞実験において、
主流方向速度の鉛直プロファイル
の比較を図11に示します。ここで
は、グリーンコリドー付近の2点
(図中のB、C点)のみの結果を示し
ます。計算結果と風洞実験では良
好な一致が得られました。このグ
ラフからも、グリーンコリドーで
は流入風速を越える強風域は発生
しないことが示されました。