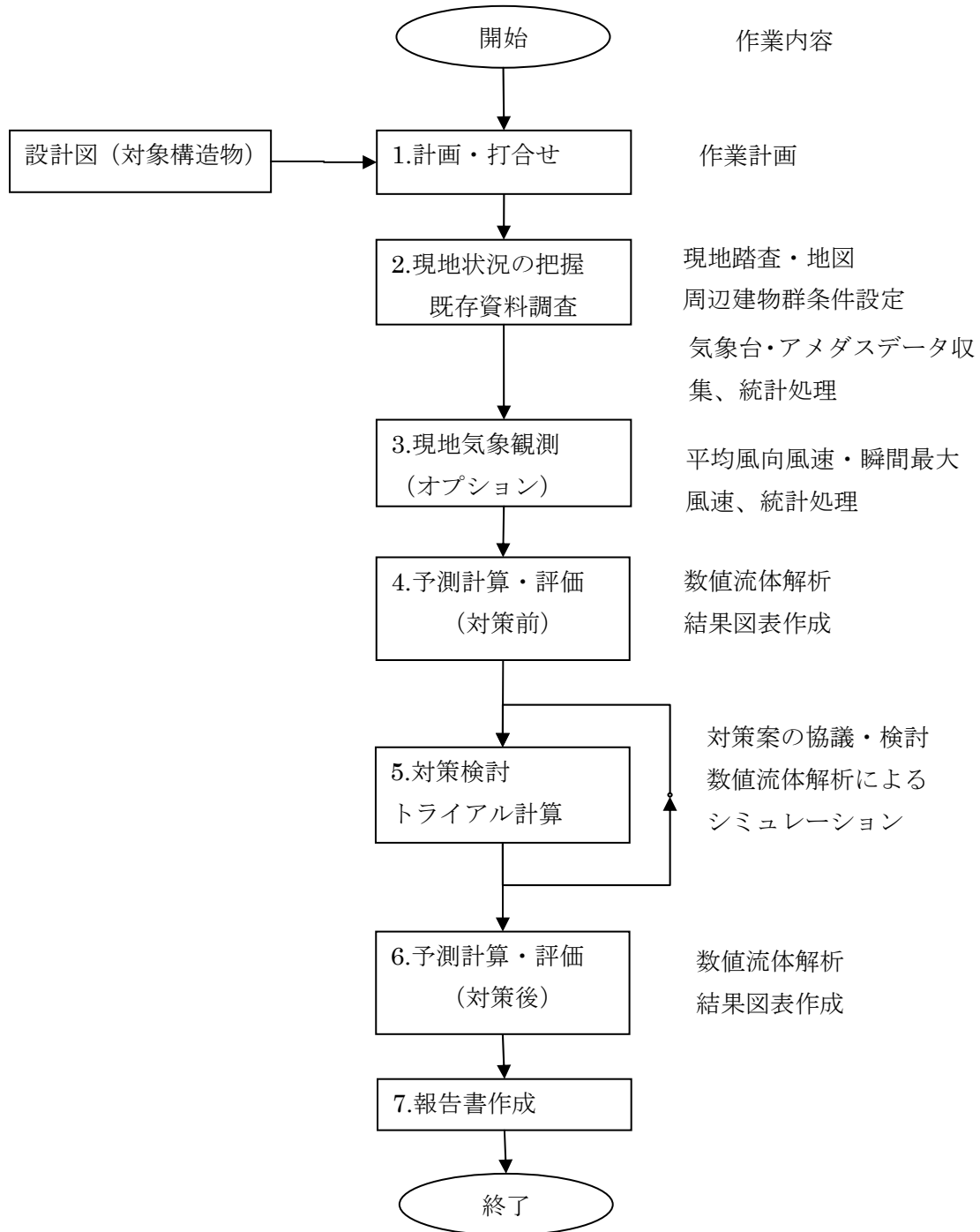
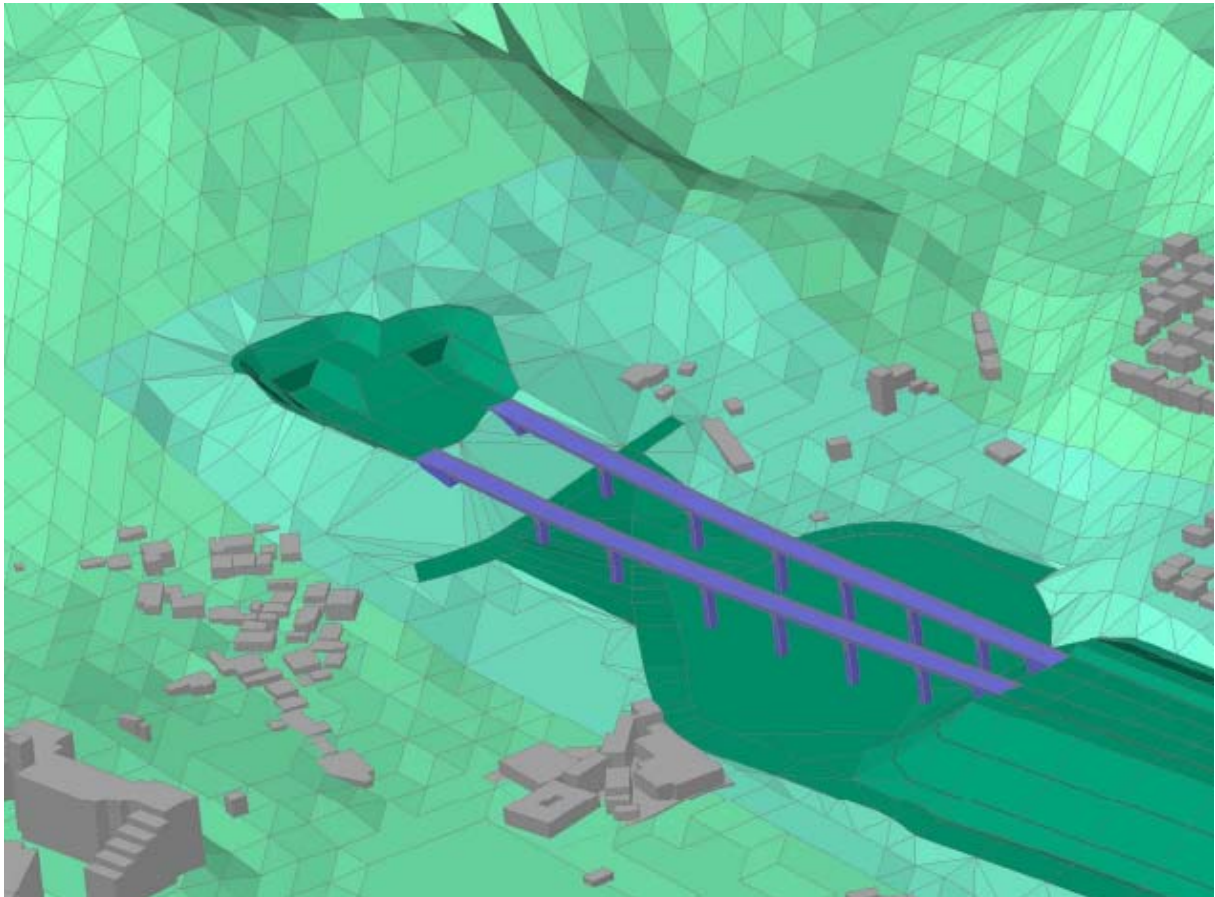


風環境詳細予測・対策検討業務

1. 業務目的とフロー

既存資料および現地気象観測に基づき地域の風環境を把握するとともに、数値流体解析によって対象沿道地域の風環境を予測・評価し、必要な対策案を立案・検討し、対策効果を予測する。





3次元地形形状および道路形状の設定例

1.1. 計画・打合せ

事業者より、構造物の設計図を入手。作業計画作成。

1.2. 現地状況の把握・既存資料調査

現地踏査・地図より、現地の土地利用状況、地形状況の把握

近隣の气象台またはアメダスの過去10年の風向・風速データを解析

ワイブル係数（風速の累積頻度曲線の係数）の設定

1.3. 現地気象観測（オプション）

平均風向風速・瞬間最大風速を測定

測定結果の統計処理

近隣の气象台またはアメダスの過去10年の風向・風速データの比較

ガストファクター（突風率）の設定

1.4. 予測計算・評価

(1) 予測計算

道路近傍の数百メートル四方を対象にして、周辺建物を含めて3次元の道路構造物の有、無の2条件で、数値流体解析(CFD:Computational Fluid Dynamics)を用いて、風環境を予測し、結果を図表にまとめる。

(2) 評価（オプション）

ワイブル係数（風速の累積頻度曲線の係数）を考慮し、対策の必要性を検討する。

1.5. 対策検討・トライアル計算

植栽・防風柵・防風ネットなどの対策案を作成し、対策効果を、数値流体解析 (CFD:Computational Fluid Dynamics)を用いて、風環境をシミュレーションする。

1.6. 対策後の計算

(1) 予測計算

風害対策した場合について、風環境を予測し、結果を図表にまとめる。

(2) 評価（オプション）

ワイブル係数（風速の累積頻度曲線の係数）を考慮し、対策の効果を評価する。

1.7. 報告書

報告書には、以下を含む。

(1) 近隣の气象台またはアメダス地点における気象統計結果

風配図、風向風速階級別風配図・頻度表

風向別平均風速図・表

ワイブル係数

(2) 主要評価点における気象シミュレーション結果（道路構造物有、無）

風向別風速比図・表

風向別風速ベクトル分布図（道路構造物有、無）

風速累積頻度 55%、95%確率（風工学研究所による評価基準）

日最大瞬間風速 10m/s, 15m/s, 20m/s の超過確率（村上教授らによる評価基準）

2. ワイブル係数

風環境の評価では、強い風がどの程度の頻度で発生するかによって風環境のランクを分ける。ある風速 U_1 [m/s] を超過する確率を風速超過確率といい、

$$P(>U_1)$$

と書く。また、ある風速 U_1 [m/s] を超過しない確率を風速累積確率 F といい、

$$P = 1 - F$$

の関係にある。

風向別の風速累積確率曲線を求めるために、以下のワイブル曲線式を仮定し、風向別風速累積確率を最も良く近似するワイブル係数 C および K を最小自乗法により求める。

$$F = 1 - \exp\left(-\left(\frac{V}{C}\right)^K\right)$$

ここで、

F : 風速累積確率 (風速超過確率 $P = 1 - F$)

V : 風速 [m/s]

C , K : ワイブル係数

表 2-1 風速の累積確率の例

風速 V (m/s)	累積確率 F (%)	$\ln V$ (= X)	$\ln \ln(1/(1-F))$ (= Y)	回帰直線
2.5	48.86	0.92	-0.40	-0.41
5.0	79.76	1.61	0.47	0.46
7.5	92.66	2.01	0.96	0.98
10.0	97.55	2.30	1.31	1.34
12.5	99.39	2.53	1.63	1.62
15.0	99.84	2.71	1.87	1.85
17.5	99.96	2.86	2.04	2.04
20.0	100.00			

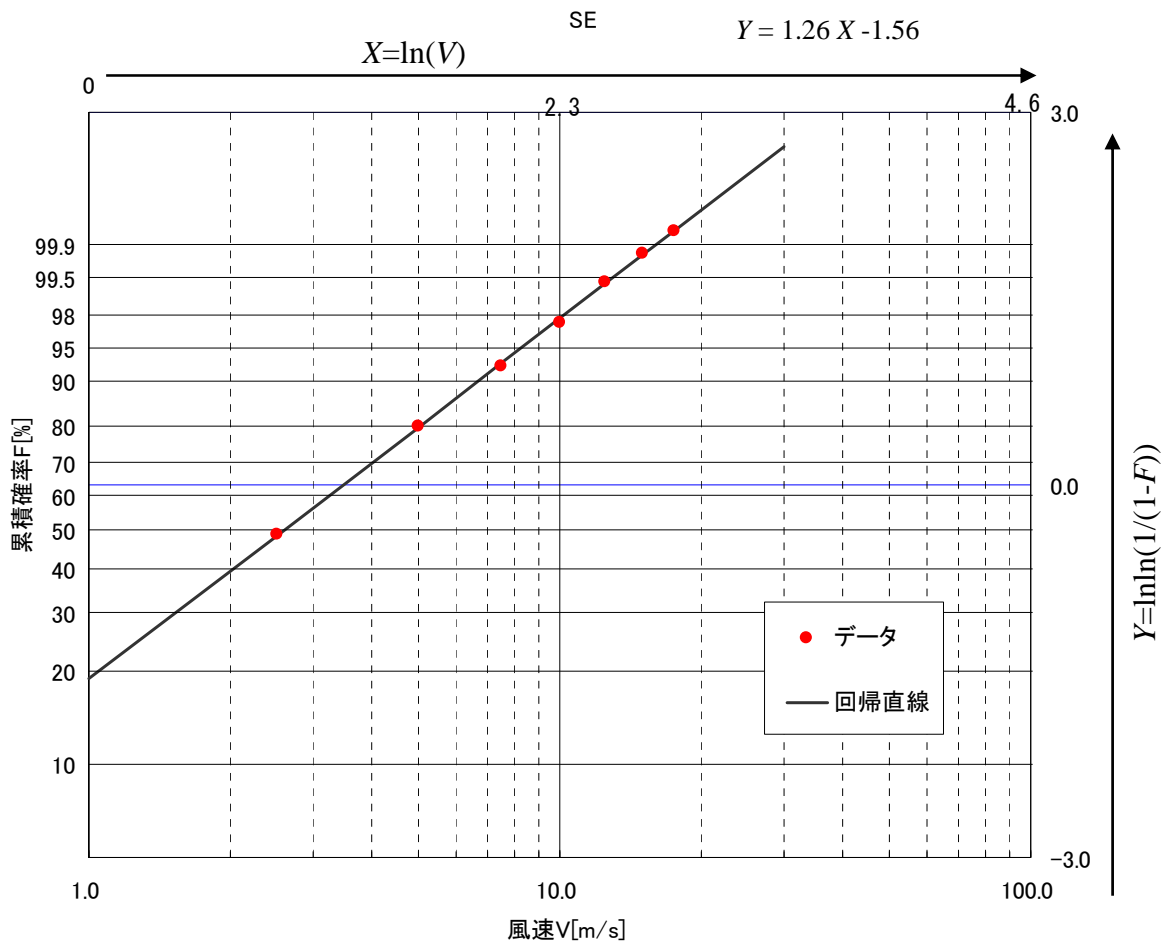


図 2-1 風速累積確率の例

表 2-2 ワイブル係数推定結果

パラメータ	推定値
C	3.46
K	1.26

3. 評価方法

3.1. 評価の流れ

風害の評価については、風工学研究所による風環境評価基準または、村上等による風環境評価尺度が一般的である。

風環境を評価するためには、下の図の流れに沿って、風環境評価尺度表と比較し、評価地点における風環境ランクより、強風による影響の程度を評価する。

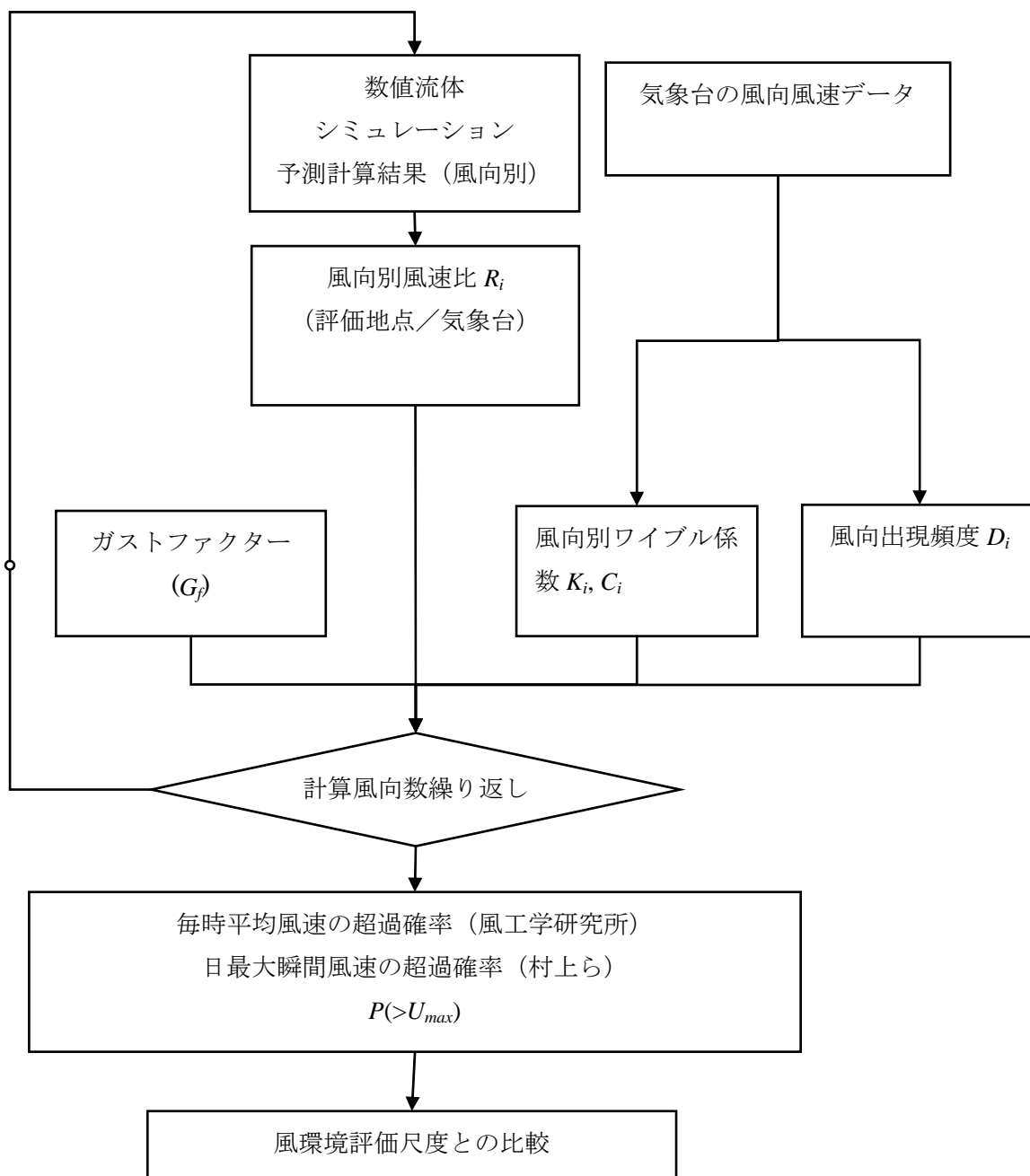


図3-1 風環境評価の流れ

$$P(> U_{\max}) = 1 - \sum_{i=1}^n D_i F_i = 1 - \sum_{i=1}^n D_i \left[1 - \exp \left\{ - \left(\frac{U_{\max}}{G_f R_i C_i} \right)^{K_i} \right\} \right] \quad (5-2)$$

ここで、

P : 最大瞬間風速 U_{\max} を超過する確率 ($U_{\max} = 10, 15, 20$)

D_i : 風向 i の出現頻度

F_i : 風向 i の風速累積確率 (風速超過確率 $P = 1 - F$)

G_f : ガストファクター

R_i : 風向 i のときの、評価点 / 気象台の風速比

C_i, K_i : 風向 i のワイブル係数

3.2. 村上らによる風環境評価尺度

表3-1には、村上らによる風環境評価尺度を示した。この表で、例えばランク1の用途では、日最大瞬間風速が10m/sを超過する頻度が10%(年間約37日)以下、15m/sを超過する頻度が0.9%(年間約3日)以下、かつ、15m/sを超過する頻度が0.08%(年間約0.3日)以下であれば、許容されることを意味している。

表3-1 村上らによる風環境評価尺度(地上1.5m)¹⁾

ラ ン ク	強風による 影響の程度	対応する 空間用途の例	評価する強風のレベルと許容される超過頻度		
			日最大瞬間風速 (m/s)		
			10	15	20
			日最大平均風速 (m/s)		
			10/ G_f	15/ G_f	20/ G_f
1	最も影響を受けやすい用途の場所	住宅地の商店街、 野外レストラン	10% (年間約37日)	0.9% (年間約3日)	0.08% (年間約0.3日)
2	影響を受けやすい用途の場所	住宅街、公園	22% (年間約80日)	3.6% (年間約13日)	0.6% (年間約2日)
3	比較的影響を受けにくい用途の場所	事務所街	35% (年間約128日)	7% (年間約26日)	1.5% (年間約5日)

(注1) 日最大瞬間風速 (評価時間2~3秒)、日最大平均風速 (10分平均風速)

(注2) 日最大瞬間風速

10m/s ゴミが舞い上がる。干し物が飛ぶ

15m/s 立て看板、自転車等が倒れる、歩行困難

20m/s 風で吹き飛ばされそうになる

等の現象が確実に発生する (表5-2-2参照)

(注3) G_f : ガストファクタ (地上1.5m, 評価時間2~3秒)

密集した市街地 (乱れは強いが、平均風速はそれほど高くない) 2.5~3.0

通常の市街地 2.0~2.5

特に風速の大きい場所 1.5~2.0

村上らによる風害の評価では、日最大瞬間風速 (評価時間 2~3 秒間) が用いられる。そこで、平均風速から最大瞬間風速を計算するために、ガストファクター (突風率) G_f

を用いる、
$$G_f = \frac{U_{\max}}{U}$$

ここで、

G_f : ガストファクター (突風率: 平均風速に対する最大瞬間風速の比率)

U_{\max} : 最大瞬間風速

U : 平均風速

3.2. 風工学研究所による風環境評価尺度

風環境を評価する尺度として、表 3-2 に示す風環境評価指標がある。

この評価尺度は、風の影響許容度によって地域を 4 領域に分類し、それぞれの領域で許容される風速を定めているものである。したがって、調査対象地域において風速が大きくなり、許容される領域を超える評価結果となる場合は、風を和らげるための対策が必要であることを示唆する。

表 3-2 累積頻度にもとづく風環境尺度

領域区分		累積頻度		備考
		55%	95%	
領域 A	住宅地相当	$\leq 1.2 \text{ m/s}$	$\leq 2.9 \text{ m/s}$	住宅地でみられる風環境
領域 B	低中層市街地相当	$\leq 1.8 \text{ m/s}$	$\leq 4.3 \text{ m/s}$	領域 A と領域 C の中間的な街区でみられる風環境
領域 C	中高層市街地相当	$\leq 2.3 \text{ m/s}$	$\leq 5.6 \text{ m/s}$	オフィス街でみられる風環境
領域 D	強風地域相当	$> 2.3 \text{ m/s}$	$> 5.6 \text{ m/s}$	好ましくない風環境

備考) 地上 5m での平均風速

4. 評価例

4.1. 風工学研究所による風環境評価例

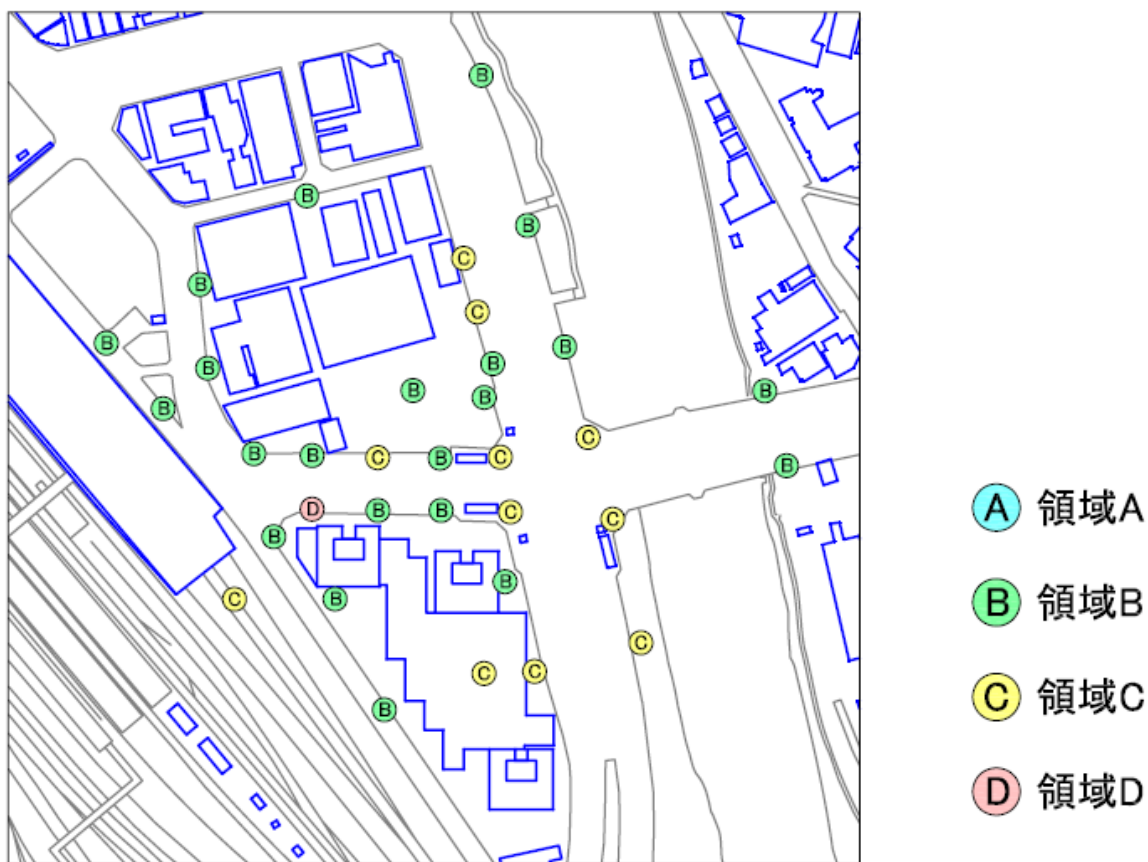


図4-1 風工学研究所による風環境評価例

4.2. 村上らによる風環境評価例

表4-1に村上らによる風環境評価例を示した。(図4-1のように図化することも可能)

表 4-1 日最大瞬間風速 10m/s, 15m/s, 20m/s の超過確率(%)と風環境評価結果例

評価 地点	日最大瞬間風速						風環境ランク	
	10 (m/s)		15 (m/s)		20 (m/s)		前	後
	前	後	前	後	前	後		
A	6.48	10.80	1.51	2.26	0.32	0.44	2	2
B	11.35	14.84	2.26	4.04	0.37	1.07	2	3

注) 「前」、「後」は「建設前」、「建設後」を示す。