

建物周辺状況が戸建住宅の 通風性能に及ぼす影響に関する研究

T O 9 K 7 2 7 B 大浦理路
指導教員 赤林伸一教授

自然通風は外部風を主な駆動力としており、**建物周辺状況が通風性能に大きく影響**を及ぼす。



実際の戸建住宅の通風性能を評価する上では、平面計画だけでなく、**建物周辺状況の評価**が重要であると考えられる。

本研究では、戸建住宅を対象として建物周辺状況が通風性能に及ぼす影響を定量的に評価する為、通風性能簡易評価モデル^{文1)}を用い、**建蔽率^{※1}**を変化させて解析を行う。

建蔽率10%、30%、50%において**通風性能の評価指標の一つである有効窓面積率^{文1～3)}**を算出し、比較する。

- ※1 本研究で用いる建蔽率は、道路面積を考慮したグロス建蔽率とする。
- 文1) 赤林・坂口・有波・本田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その25、26、27」日本建築学会大会学術講演梗概集、2012年
- 文2) 赤林・坂口・有波・佐藤「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その23、24」日本建築学会大会学術講演梗概集、2011年
- 文3) 赤林・坂口・川崎・窪田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その21、22」日本建築学会大会学術講演梗概集、2010年
- 文4) 赤林・坂口・佐藤・山口・川崎「戸建住宅を対象とした通風性能評価指標に関する研究その18、19、20」日本建築学会大会学術講演梗概集、2009年

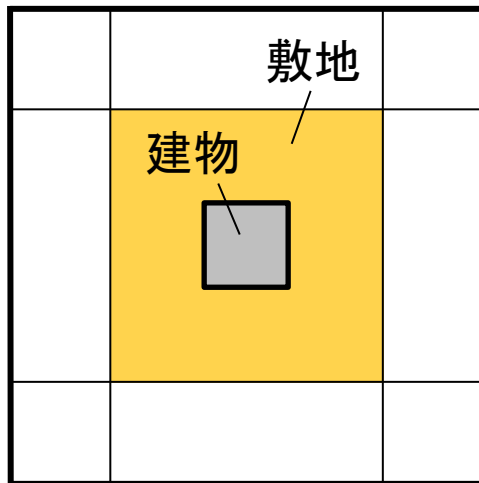
建物周辺状況が戸建住宅の通風性能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

- ※ 1 本研究で用いる建蔽率は、道路面積を考慮したグロス建蔽率とする。
- 文 1) 赤林・坂口・有波・本田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その25、26、27」日本建築学会大会学術講演梗概集、2012年
- 文 2) 赤林・坂口・有波・佐藤「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その23、24」日本建築学会大会学術講演梗概集、2011年
- 文 3) 赤林・坂口・川崎・窪田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その21、22」日本建築学会大会学術講演梗概集、2010年
- 文 4) 赤林・坂口・佐藤・山口・川崎「戸建住宅を対象とした通風性能評価指標に関する研究その18、19、20」日本建築学会大会学術講演梗概集、2009年

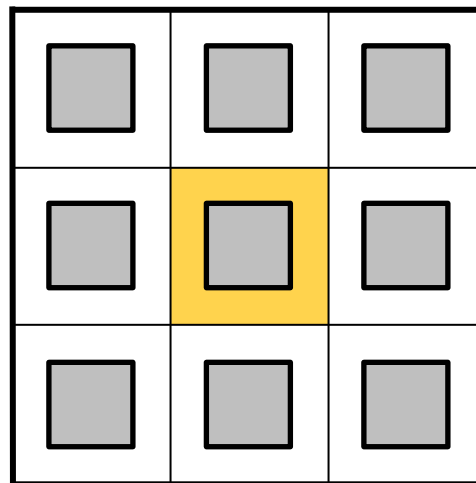
更に、**詳細な通風性能評価指標の一つであるCVDHI (室内通風デグリアワー)**^{文4)}を算出し、有効窓面積率との関係を明らかにすることで、有効窓面積率の妥当性を検討することを目的とする。

- ※1 本研究で用いる建蔽率は、道路面積を考慮したグロス建蔽率とする。
- 文1) 赤林・坂口・有波・本田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その25、26、27」日本建築学会大会学術講演梗概集、2012年
- 文2) 赤林・坂口・有波・佐藤「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その23、24」日本建築学会大会学術講演梗概集、2011年
- 文3) 赤林・坂口・川崎・窪田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その21、22」日本建築学会大会学術講演梗概集、2010年
- 文4) 赤林・坂口・佐藤・山口・川崎「戸建住宅を対象とした通風性能評価指標に関する研究その18、19、20」日本建築学会大会学術講演梗概集、2009年

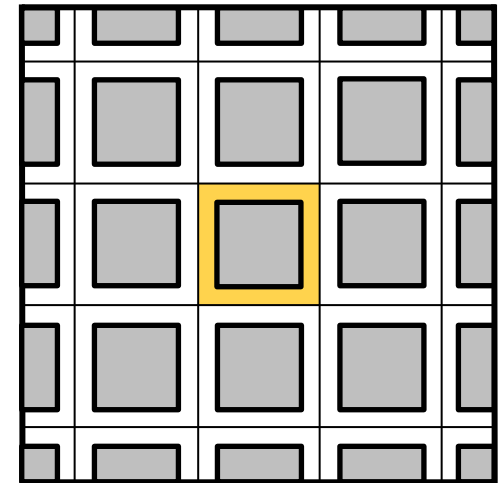
街区モデルは建蔽率※¹ 10%、30%、50%とする。



(a) 建蔽率10%



(b) 建蔽率30%

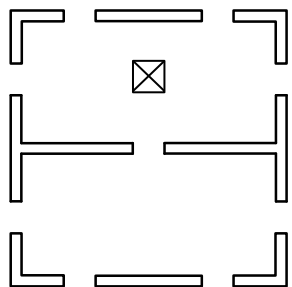


☒ (c) 建蔽率50%

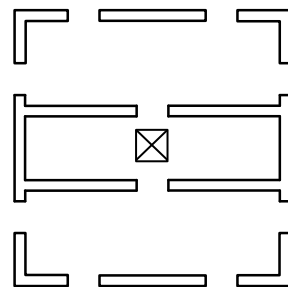
図1 街区モデル

※1 本研究で用いる建蔽率は、道路面積を考慮したグロス建蔽率とする。

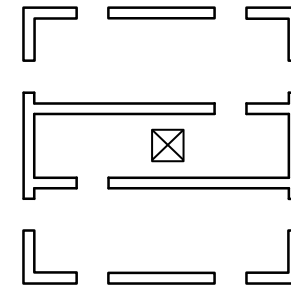
住宅モデルは既往の研究において、モデル化を行った
通風性能簡易評価モデルプランA～E文1)とする。



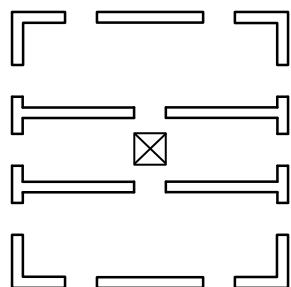
(a) プランA平面図
(2 F)



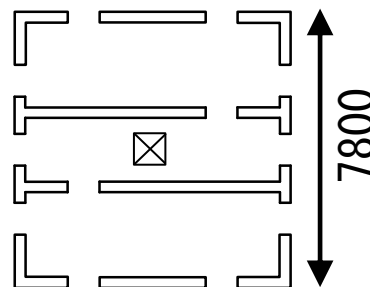
(b) プランB平面図
(2 F)



(c) プランC平面図
(2 F)



(d) プランD平面図
(2 F)



(e) プランE平面図
(2 F)

窓寸法 : 900 × 900
間仕切扉寸法 : 900 × 1800
基準窓面積率
プランA～C : 11.5%
プランD～E : 14.4%
⊗ : 階段を開口としてモデル化したもの
単位 : mm

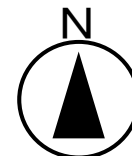
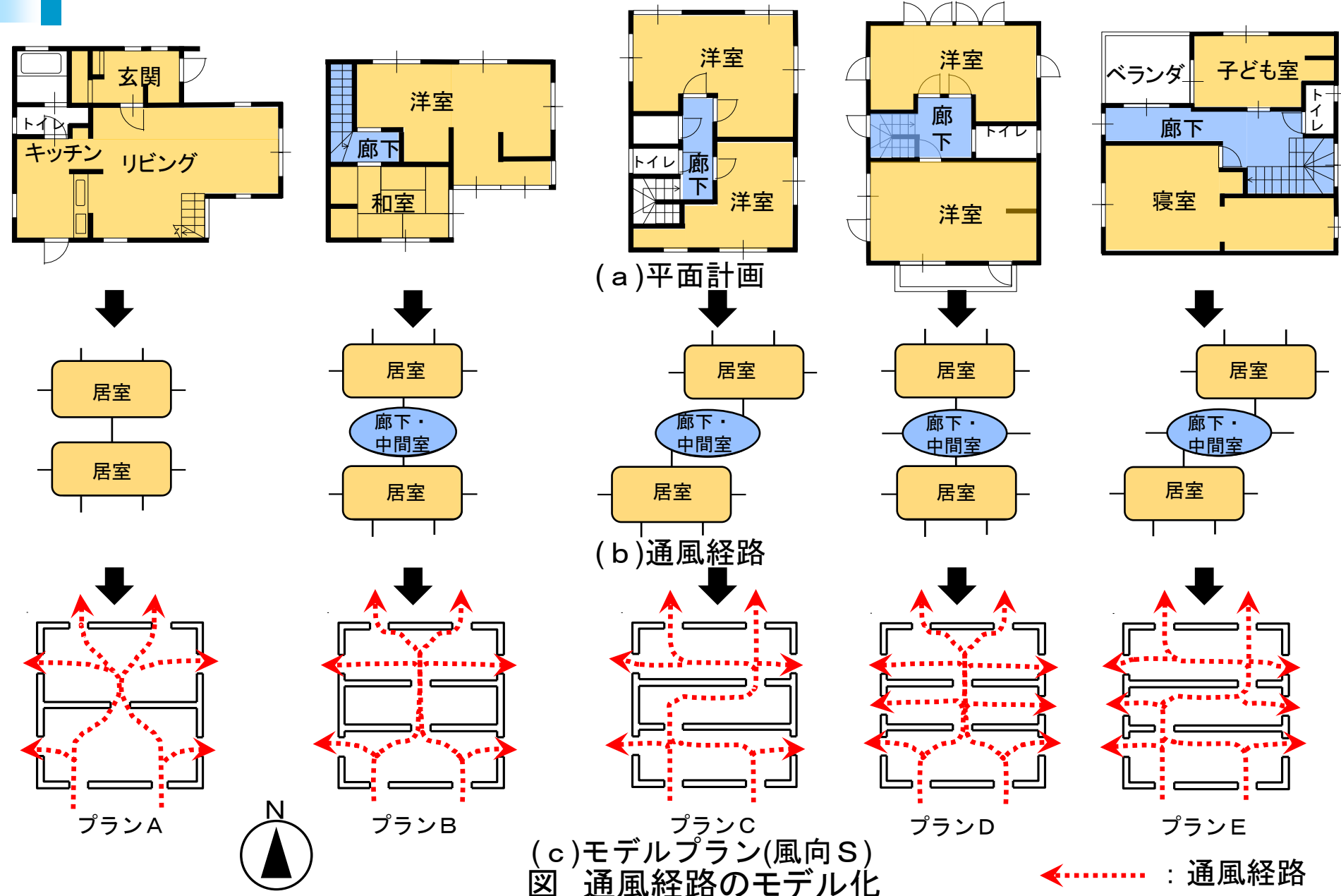


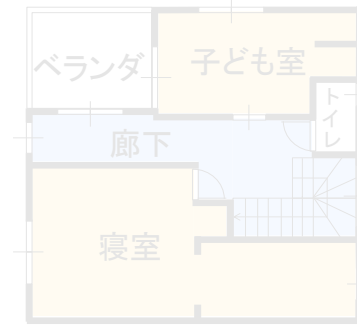
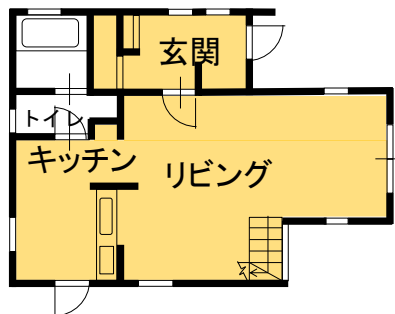
図 住宅モデル

文1) 赤林・坂口・有波・本田「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究
その25、26、27」日本建築学会大会学術講演梗概集、2012年

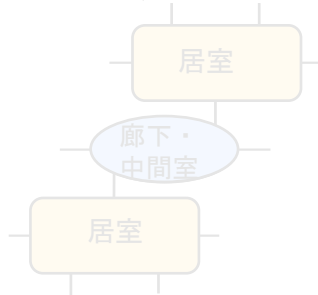
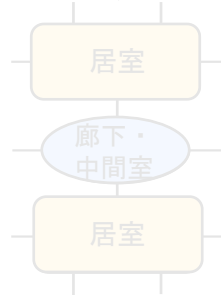
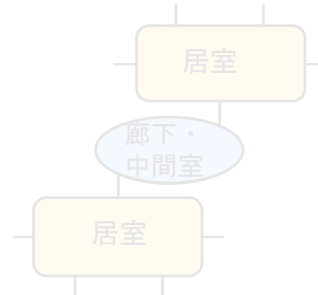
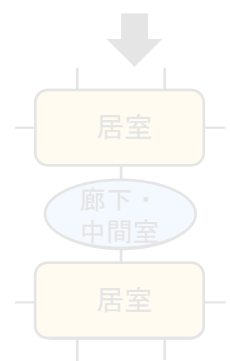
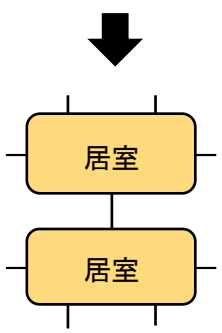
通風経路によるモデル化



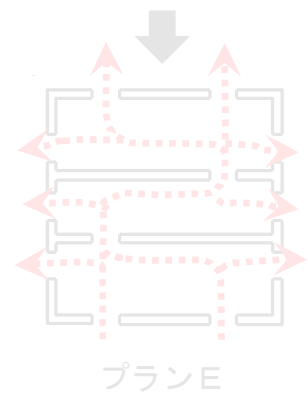
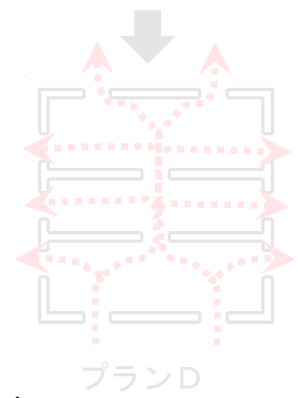
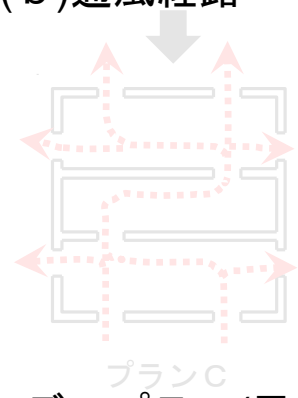
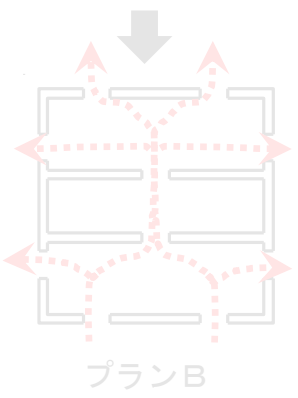
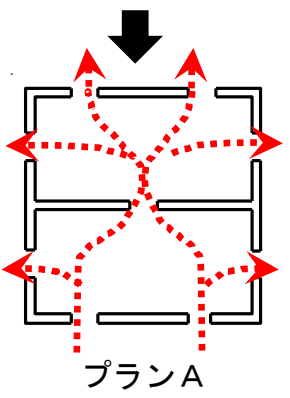
通風経路によるモデル化



(a) 平面計画



(b) 通風経路



プランA

プランB

プランC

プランD

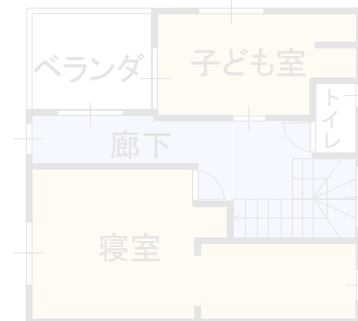
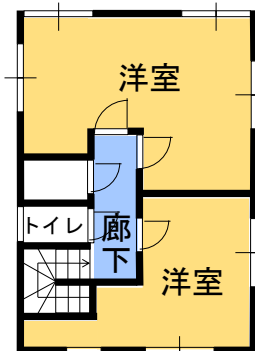
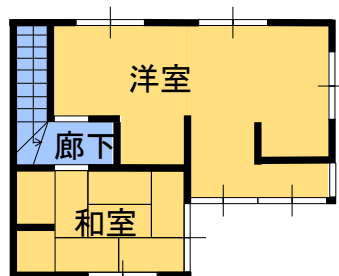
プランE



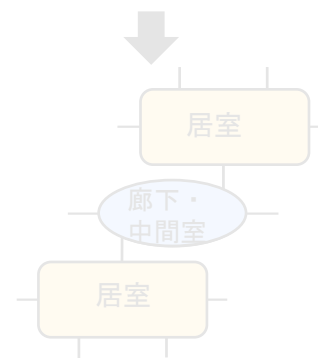
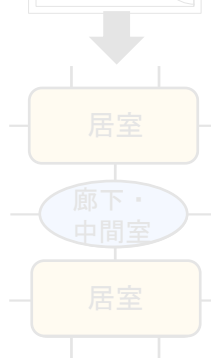
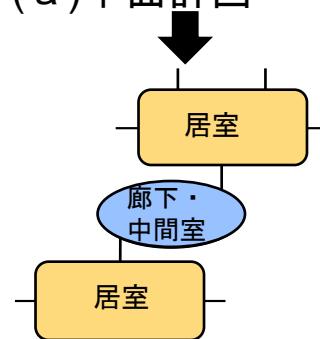
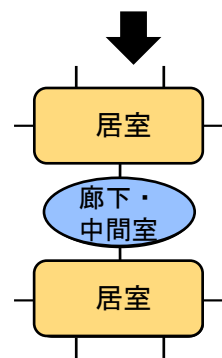
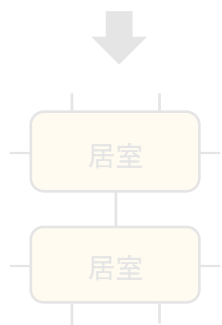
(c) モデルプラン(風向S)
 図 通風経路のモデル化

← : 通風経路

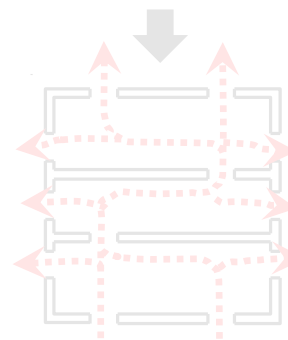
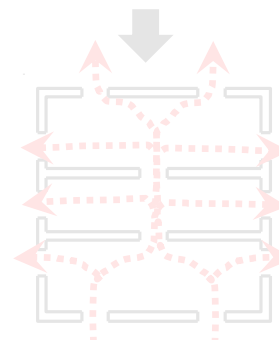
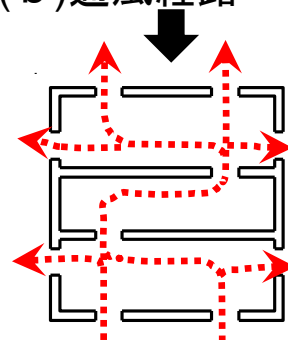
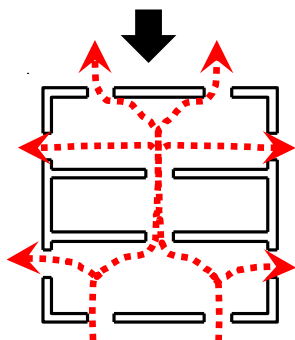
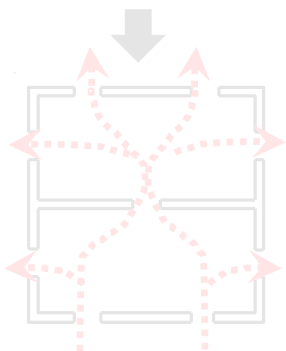
通風経路によるモデル化



(a) 平面計画



(b) 通風経路



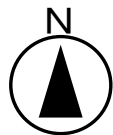
プランA

プランB

プランC

プランD

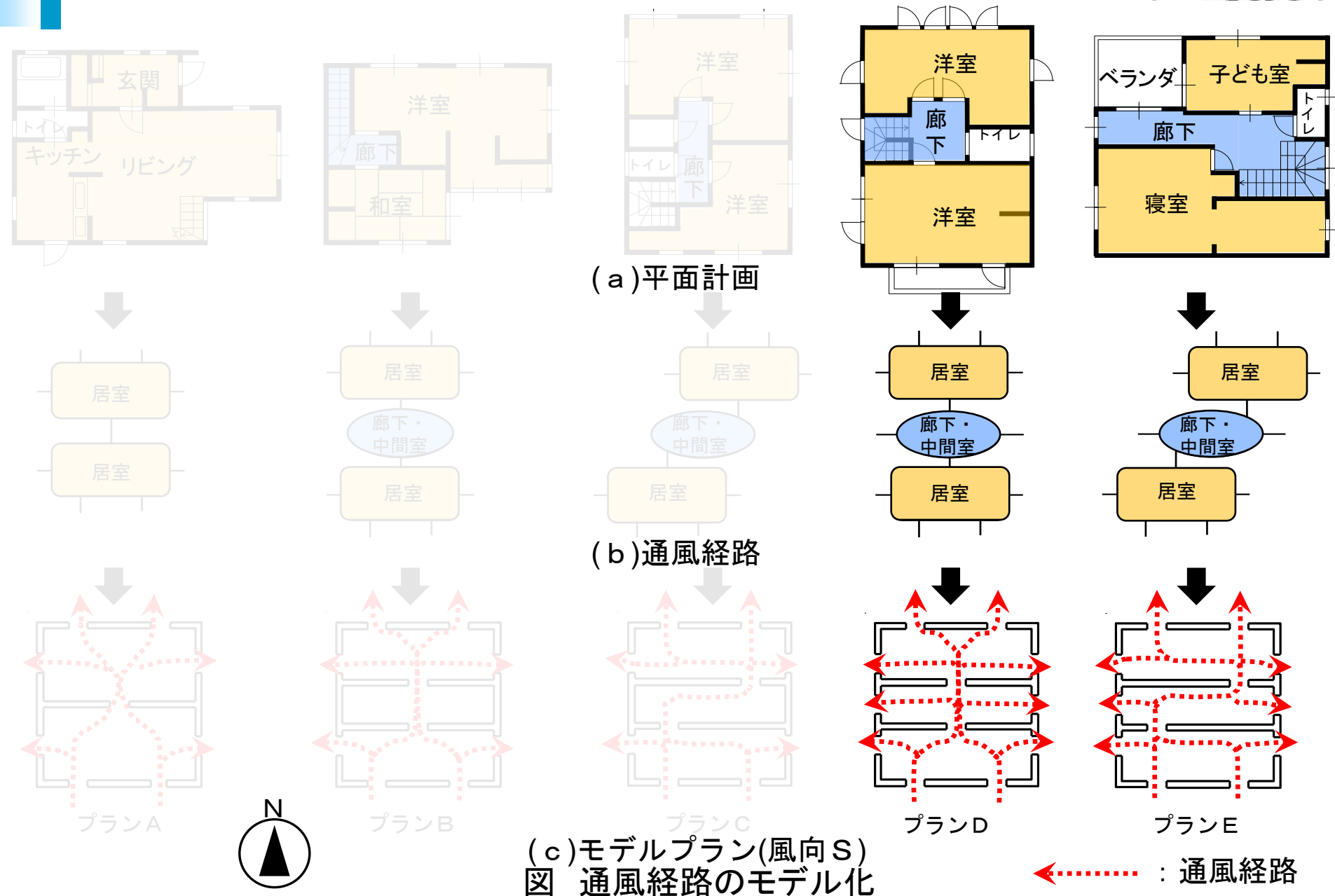
プランE



(c) モデルプラン(風向S)
 図 通風経路のモデル化

← : 通風経路

通風経路によるモデル化



各プランにおける基準窓面積率は、プランA～Cは7.7、11.5、23.0%とし、プランD～Eは9.6、14.4、28.8%として解析を行う。

表 1 解析条件

解析風向	16風向	
数値解析領域メッシュ数	建蔽率10%	$56(x) \times 56(y) \times 37(z) = 116,032$
	建蔽率30%	$56(x) \times 56(y) \times 37(z) = 116,032$
	建蔽率50%	$42(x) \times 42(y) \times 37(z) = 65,268$
室内解析メッシュ数	$30(x) \times 30(y) \times 19(z) = 17,100$	
延床面積[m ²]	112.5	
開口部総面積[m ²]	プランA,B,C	$0.9 \times 1.8 \times 16 = 25.9$
	プランD,E	$0.9 \times 1.8 \times 20 = 32.4$
基準窓面積率[%]	プランA,B,C	7.7、11.5、23.0
	プランD,E	9.6、14.4、28.8
境界条件	流入・流出：周期境界条件	
乱流モデル	標準k-ε モデル(等温)	
熱損失係数[W/(m ² ・K)]	プランA,B,C	1.98
	プランD,E	2.11

対象地域は全国842地域とし、代表都市を11都市※²とする。

表 11都市の非暖房期間※³と平均風速

都市	非暖房期間		平均風速[m/s]
札幌	6/29~9/10	76日	1.78
仙台	6/12~9/25	105日	1.86
東京	5/7~10/12	158日	1.76
名古屋	5/7~10/13	159日	2.14
新潟	5/29~10/2	126日	2.41
京都	5/8~10/13	158日	1.51
大阪	5/6~10/10	157日	1.96
神戸	5/8~10/18	163日	2.18
広島	5/7~10/5	159日	1.77
高知	5/15~10/19	157日	1.43
福岡	5/8~11/7	183日	2.07

※² 札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡の11都市

※³ 非暖房期間：日平均気温が18℃を下回る期間を暖房期間としそれ以外の期間を非暖房期間と定義する。

室内外気流分布の解析は標準k- ϵ モデルを用いた数値流体解析手法(CFD2000)により行う。

CFDによる対象モデルの数値解析

16風向の気流解析

換気回数と基準窓面積率の回帰式の作成 + 対象地域の風向、風速

各窓面積率の実換気回数の算定

有効換気回数以上の頻度が7割の場合における窓面積率を算定

図 有効窓面積率算出のフロー

16風向別の室内外風速比を求め、窓面の風速比から各基準窓面積率における換気回数を算出する。

CFDによる対象モデルの数値解析

16風向の気流解析

換気回数と基準窓面積率の回帰式の作成 + 対象地域の風向、風速

各窓面積率の実換気回数の算定

有効換気回数以上の頻度が7割の場合における窓面積率を算定

図 有効窓面積率算出のフロー

換気回数と窓面積率の回帰式を求め、窓面積率を1%ずつ変化させて換気回数を算出する。

CFDによる対象モデルの数値解析

16風向の気流解析

換気回数と基準窓面積率の回帰式の作成 + 対象地域の風向、風速

各窓面積率の実換気回数の算定

有効換気回数以上の頻度が7割の場合における窓面積率を算定

図 有効窓面積率算出のフロー

対象地域の風向・風速※4から各プランの各窓面積率における実換気回数を算出する。

CFDによる対象モデルの数値解析

16風向の気流解析

換気回数と基準窓面積率の回帰式の作成 + 対象地域の風向、風速

各窓面積率の実換気回数の算定

有効換気回数以上の頻度が7割の場合における窓面積率を算定

図 有効窓面積率算出のフロー

※4 全国842地域の風向・風速は日本建築学会拡張アメダス気象データ(標準年)を用いる。

有効窓面積率

各地域の非暖房期間における無風の相対頻度が3割以下の範囲で、全国842地域に対する累積頻度は80%を超える。

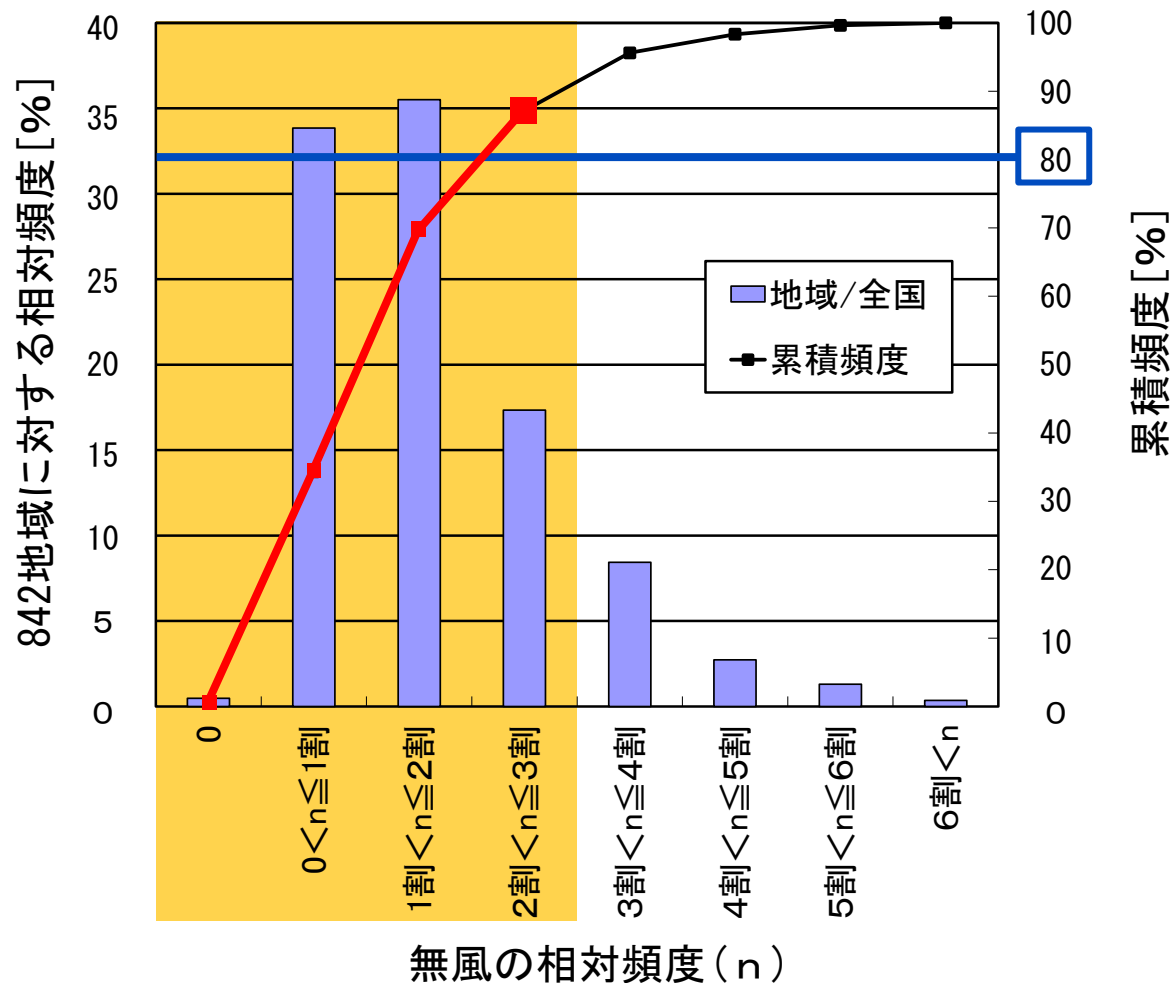


図 非暖房期間の全国における外部風が無風の頻度分布

有効窓面積率

※5 換気により室温と外気温の差が1℃未満となる換気回数20回/hを有効換気回数とする。



無風の場合、窓面積率と換気回数は比例しないので非暖房期間において有効換気回数※5以上の相対頻度が7割以上の時に通風による室温低下効果が得られると考え、この効果が得られる最小の窓面積率を有効窓面積率とし、全国842地域で算出する。

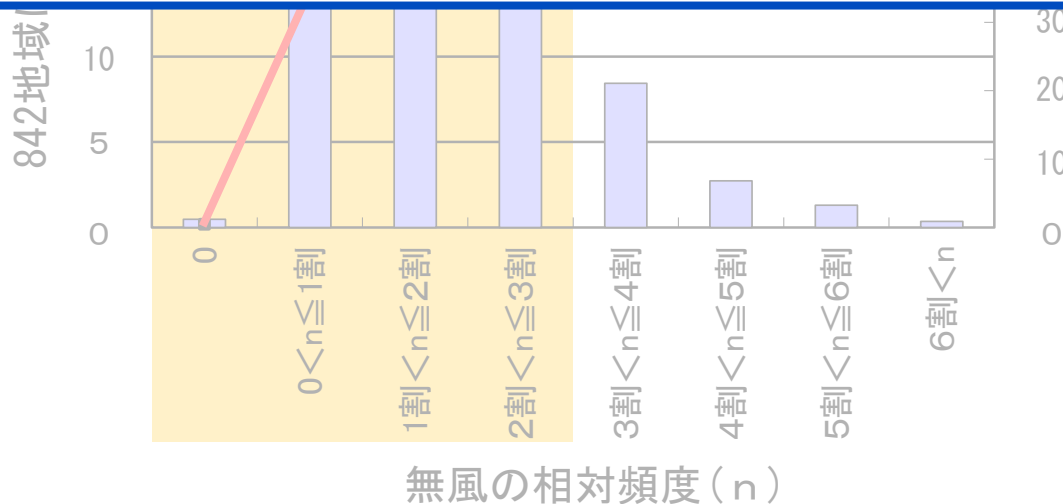


図 非暖房期間の全国における外部風が無風の頻度分布

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

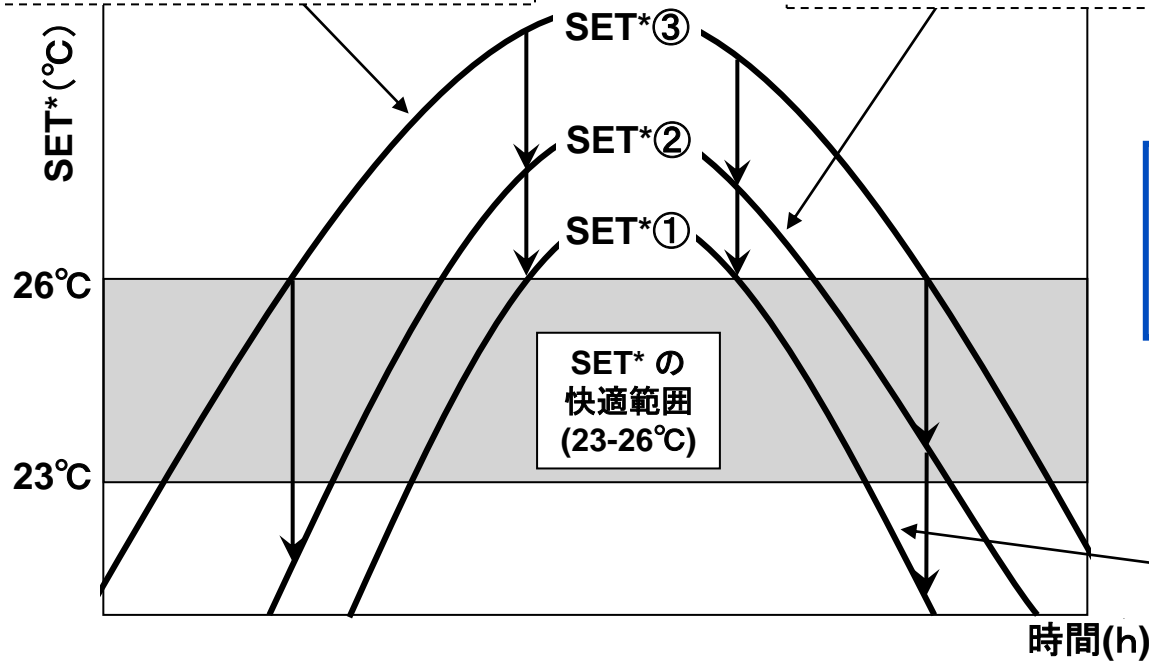
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



解析対象は基本となるプランA、建蔽率0%とし、11都市を対象にCVDHI_Tを算出する。

T: 非暖房期間、非就寝時間の快適範囲に入る時間 [h]

SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

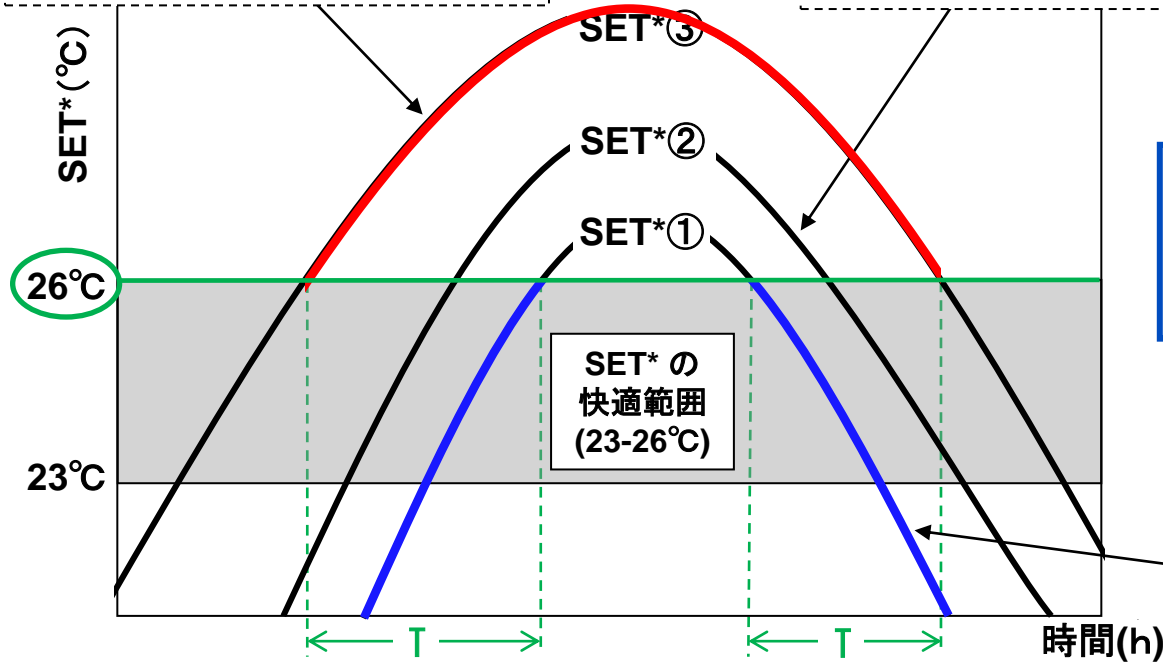
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



SET*③が26°Cを上回る時間、及び、SET*①が26°Cを下回る時間を抽出する。

T: 非暖房期間、非就寝時間の快適範囲に入る時間 [h]

SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

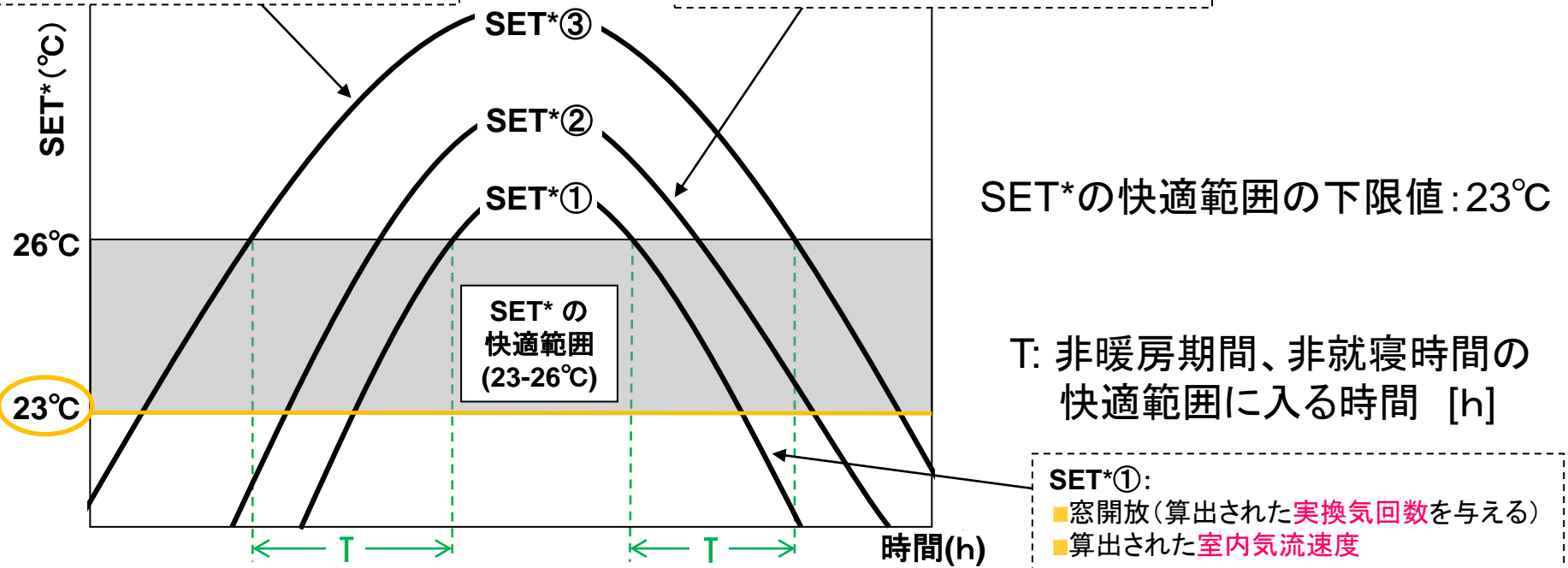
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

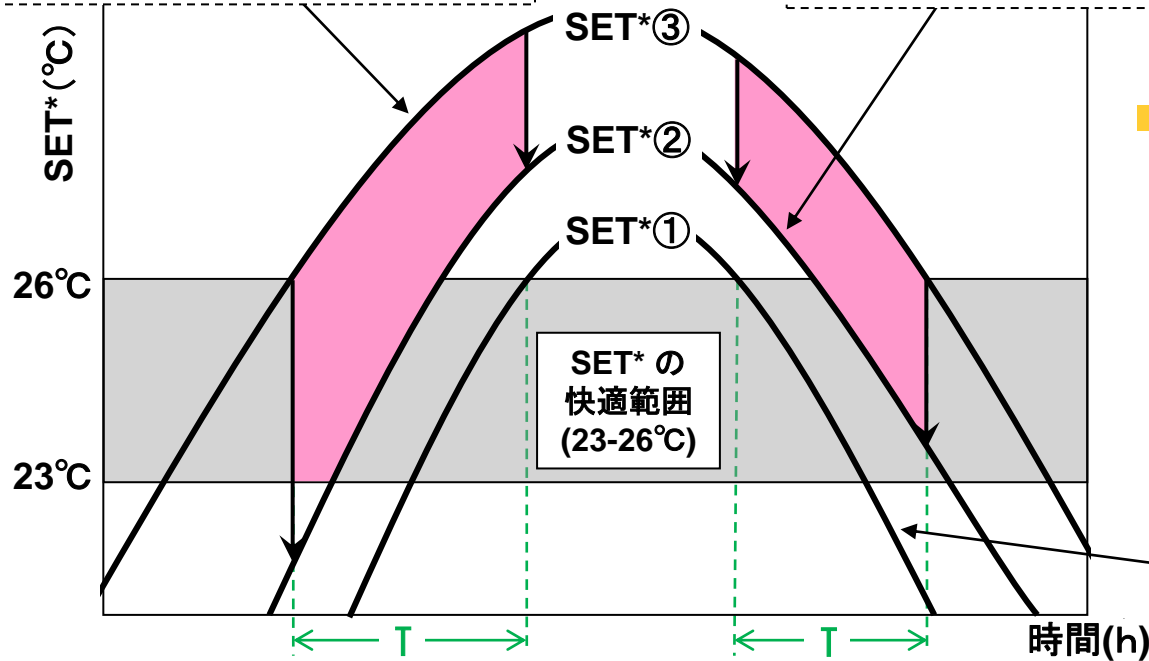
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



$$\text{CVDHI}_B = (\text{SET}^*\textcircled{3} - \text{SET}^*\textcircled{2}) \times T$$

T: 非暖房期間、非就寝時間の
快適範囲に入る時間 [h]

SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

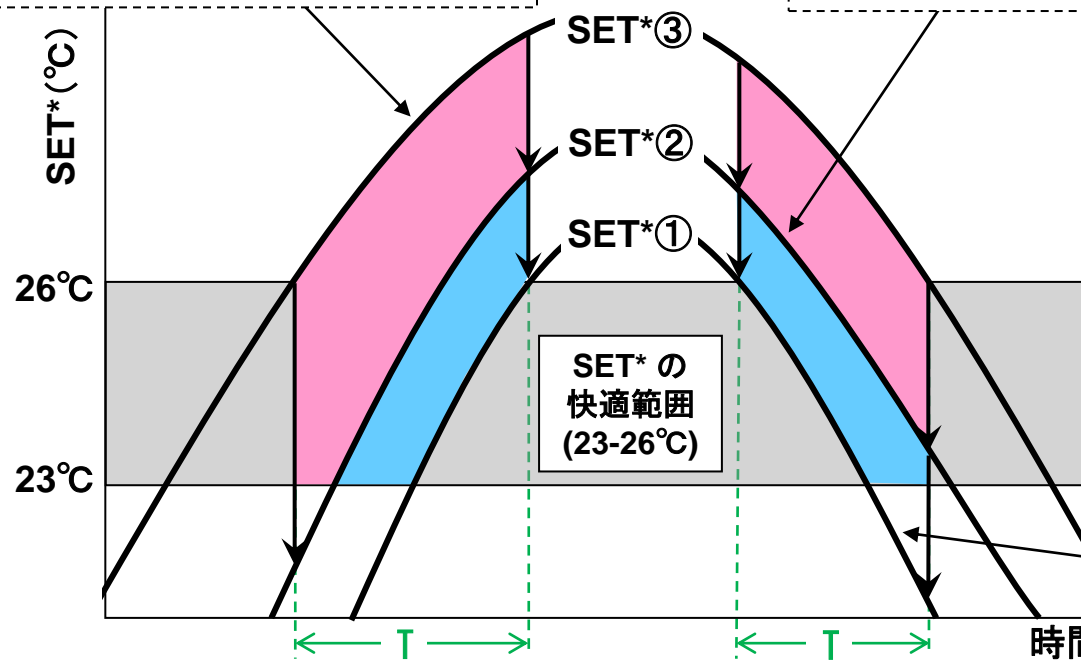
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



$$\text{CVDHI}_B = (\text{SET}^*\textcircled{3} - \text{SET}^*\textcircled{2}) \times T$$

$$\text{CVDHI}_P = (\text{SET}^*\textcircled{2} - \text{SET}^*\textcircled{1}) \times T$$

T: 非暖房期間、非就寝時間の
快適範囲に入る時間 [h]

SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

室内通風デグリアワー (CVDHI) の算出

CVDHI_{Building}

+

CVDHI_{Person}

=

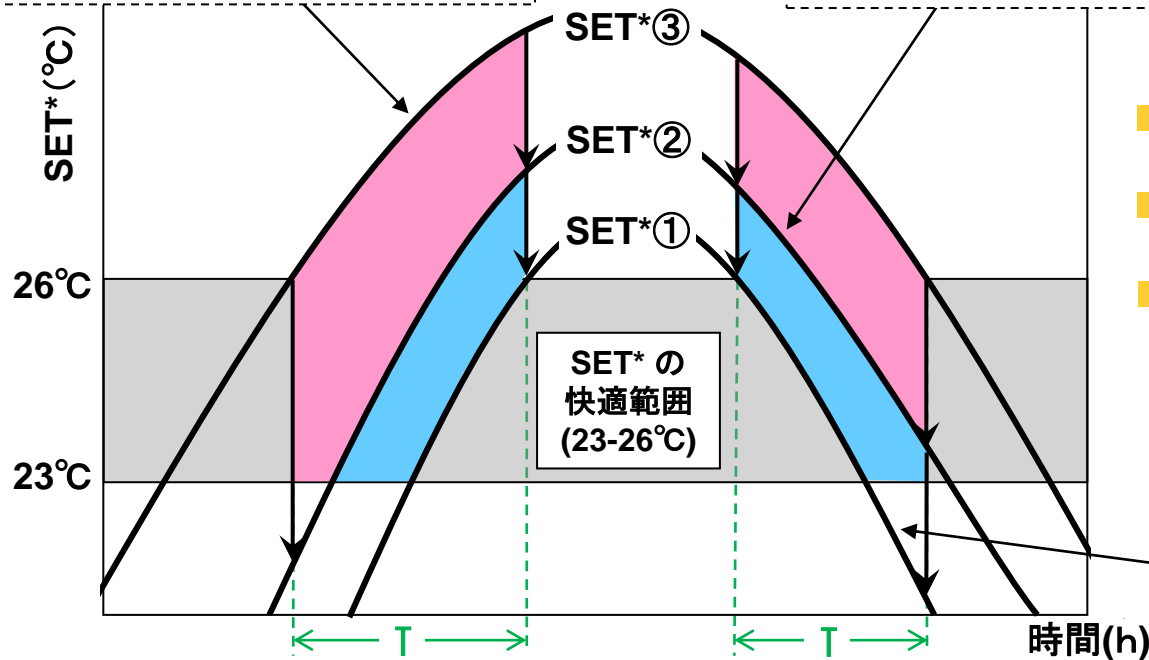
CVDHI_{Total}

SET*③ :

- 窓閉鎖 (換気回数0.5回/hを与える)
- 基準最小風速0.3m/s時

SET*② :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 基準最小風速0.3m/s時



$$\text{CVDHI}_B = (\text{SET}^*\textcircled{3} - \text{SET}^*\textcircled{2}) \times T$$

$$\text{CVDHI}_P = (\text{SET}^*\textcircled{2} - \text{SET}^*\textcircled{1}) \times T$$

$$\text{CVDHI}_T = \text{CVDHI}_B + \text{CVDHI}_P$$

T: 非暖房期間、非就寝時間の
快適範囲に入る時間 [h]

SET*① :

- 窓開放 (算出された実換気回数を与える)
- 算出された室内気流速度

- CVDHI_B: 通風による排熱効果
- CVDHI_P: 通風により生じる可感気流による体感温度の低下効果
- CVDHI_T: 通風によって得られる体感温度の低下を含む室温低下効果

図3 CVDHI (室内通風デグリアワー)の概念図

換気回数は全てのプランにおいて窓面積率に比例する。

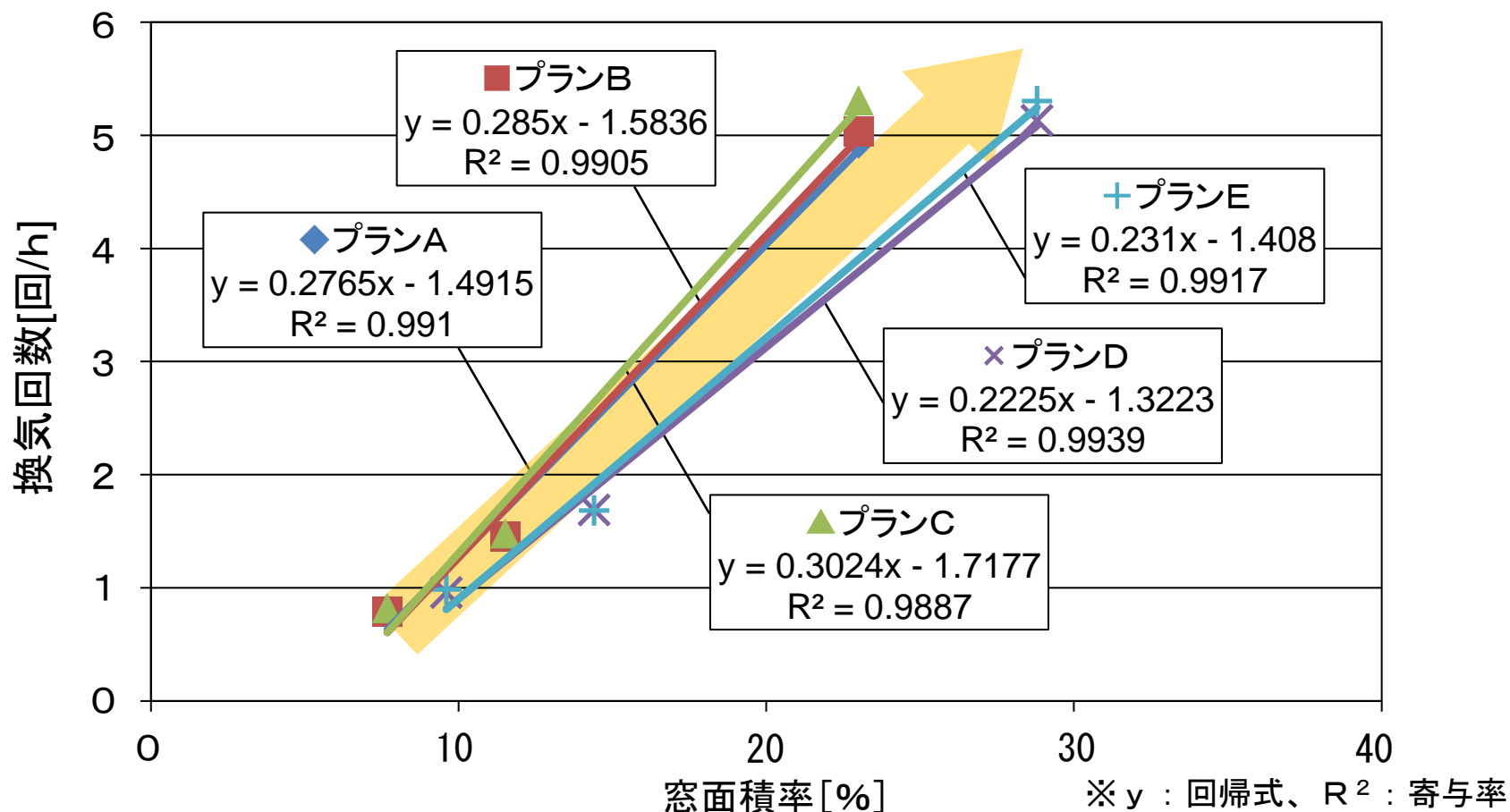


図4 換気回数と基準窓面積率の関係 (風向S、2F、建蔽率50%)

この回帰式を用いて窓面積率を1%ずつ変化させ、全国各地域における有効窓面積率を算出する。

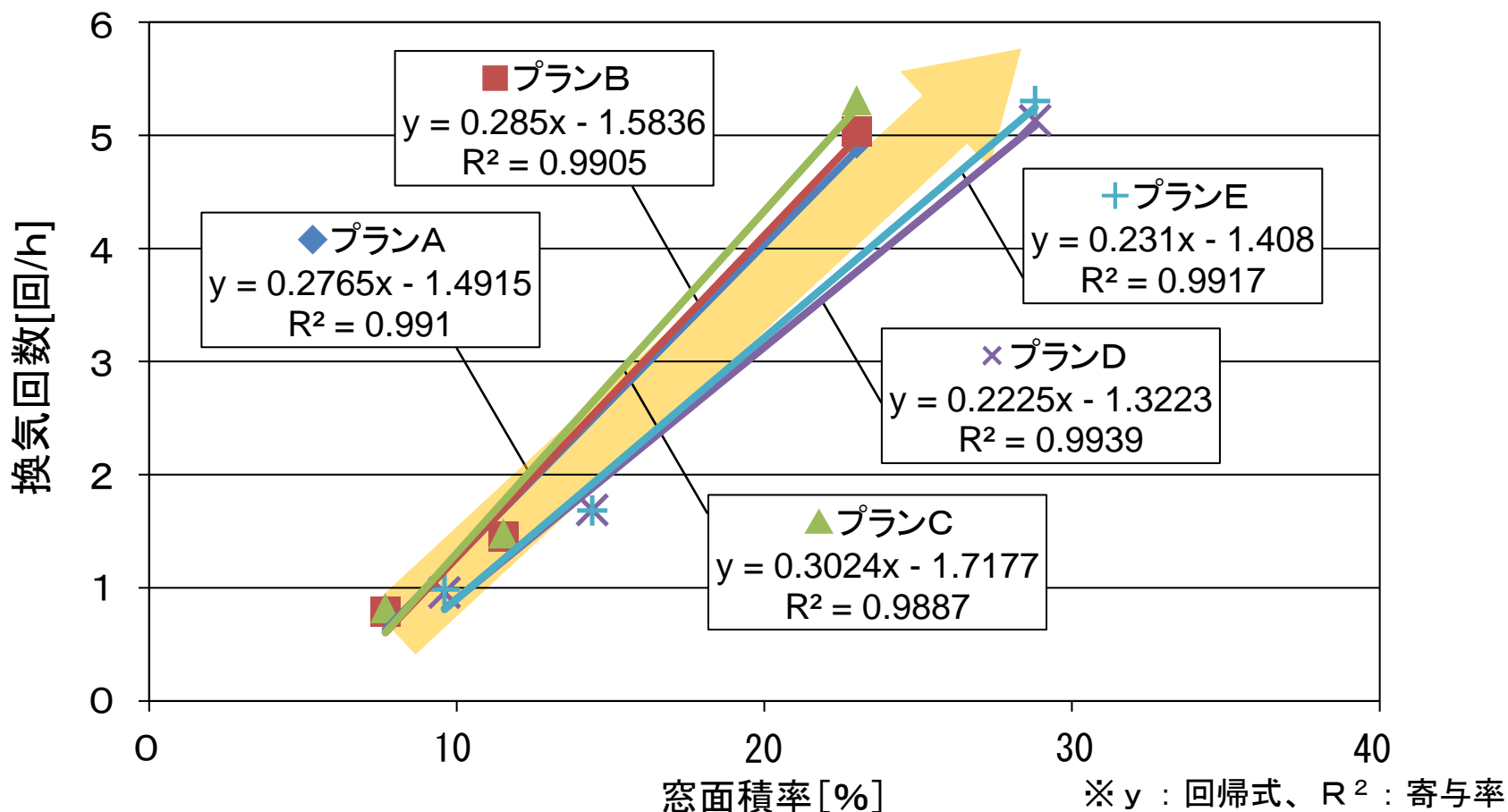


図4 換気回数と基準窓面積率の関係 (風向S、2F、建蔽率50%)

有効窓面積率マップ

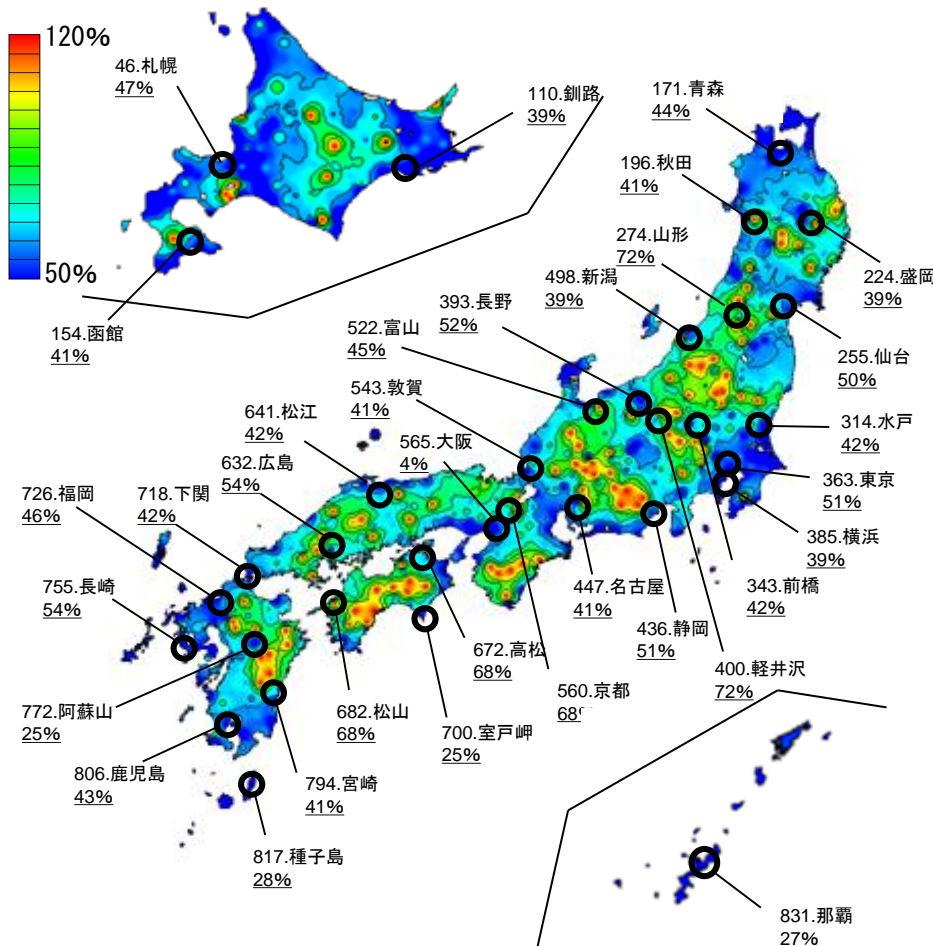


図 プランAにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

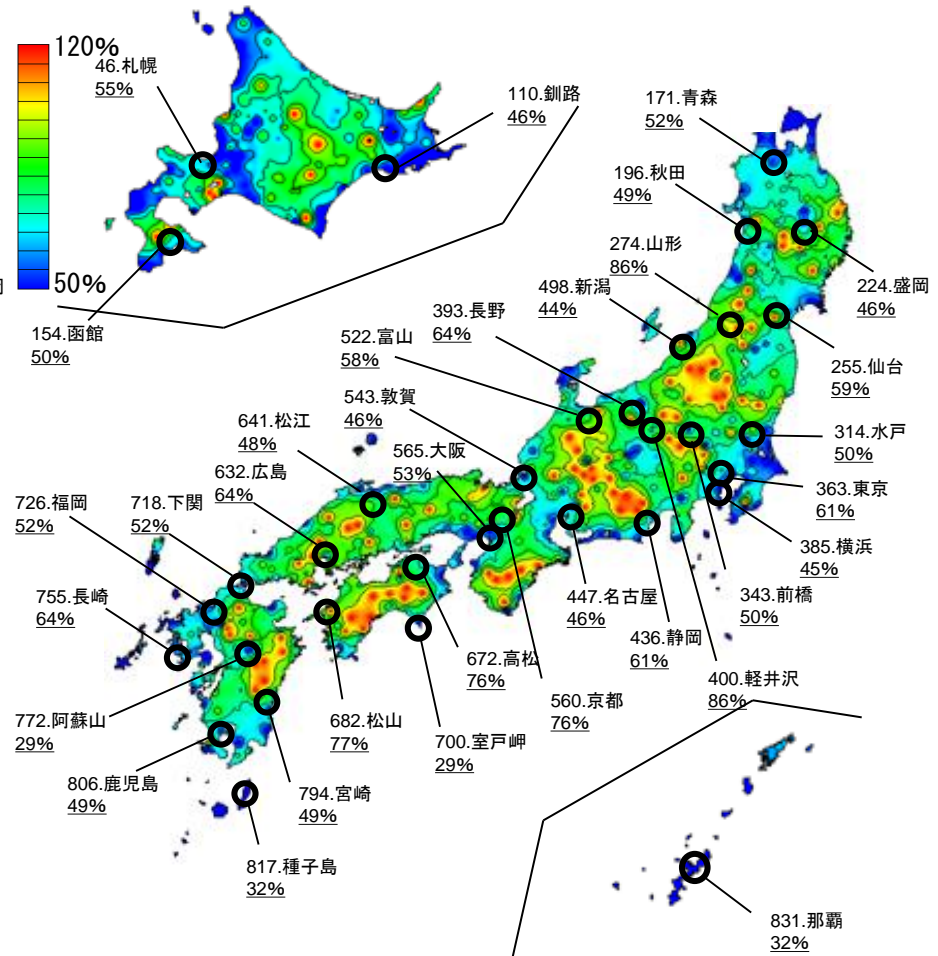


図 プランEにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

有効窓面積率は、風速の遅い内陸部では高く、風速の速い沿岸部では低い傾向がある。

有効窓面積率マップ

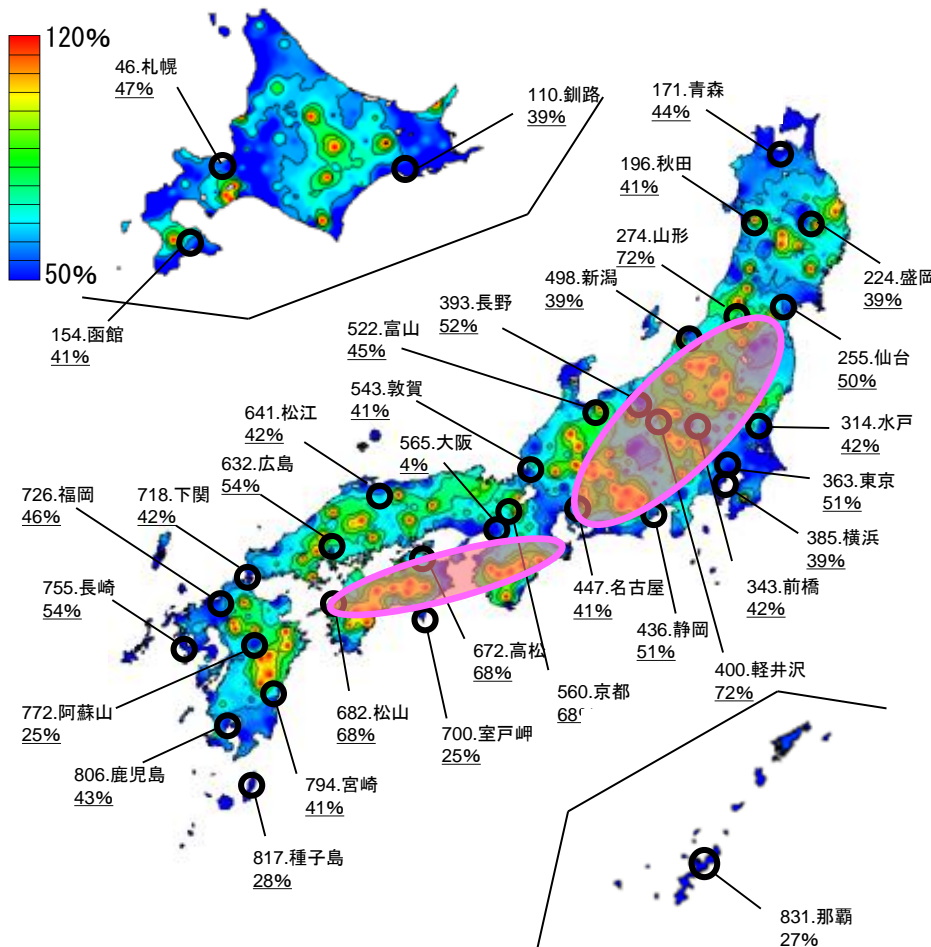


図 プランAにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

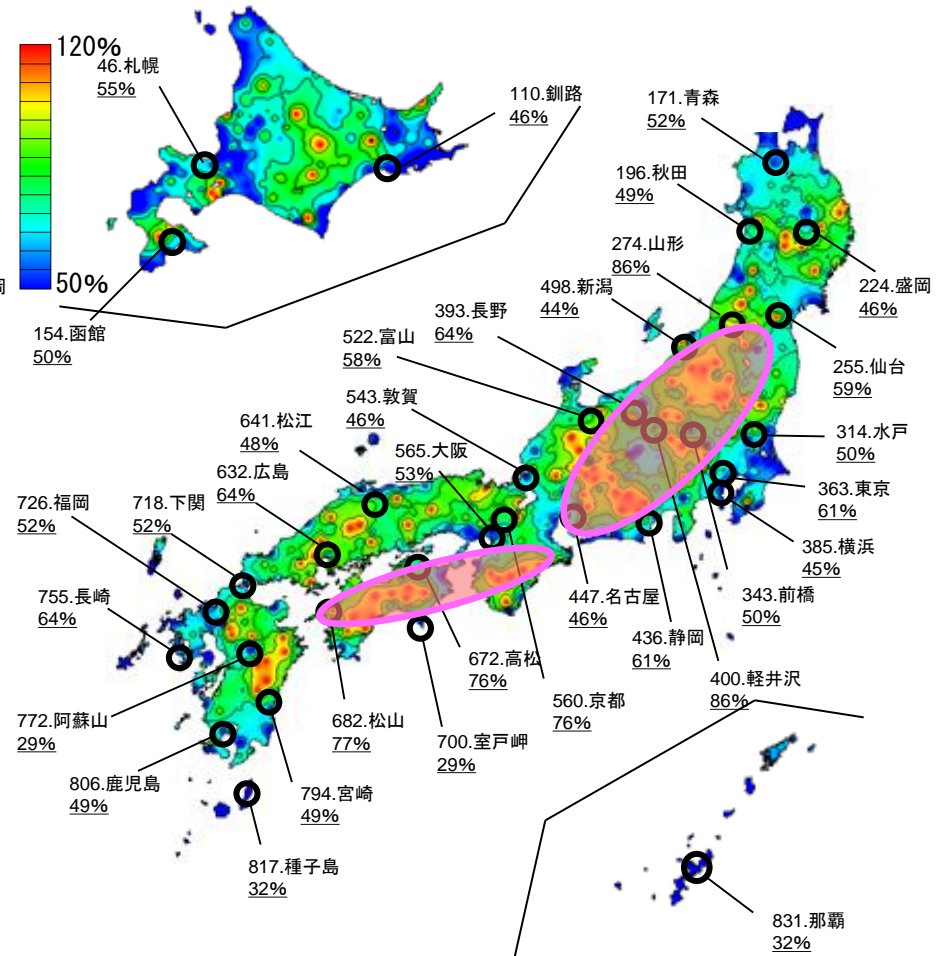


図 プランEにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

有効窓面積率は、風速の遅い内陸部では高く、風速の速い沿岸部では低い傾向がある。

有効窓面積率マップ

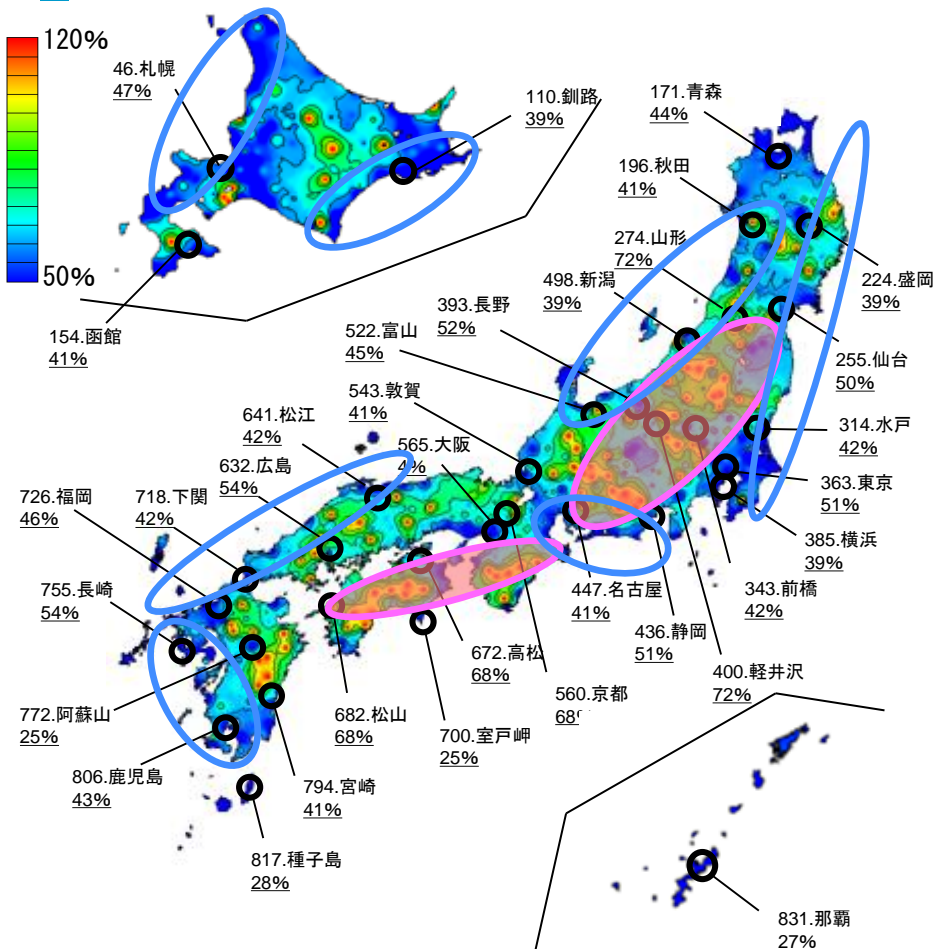


図 プランAにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

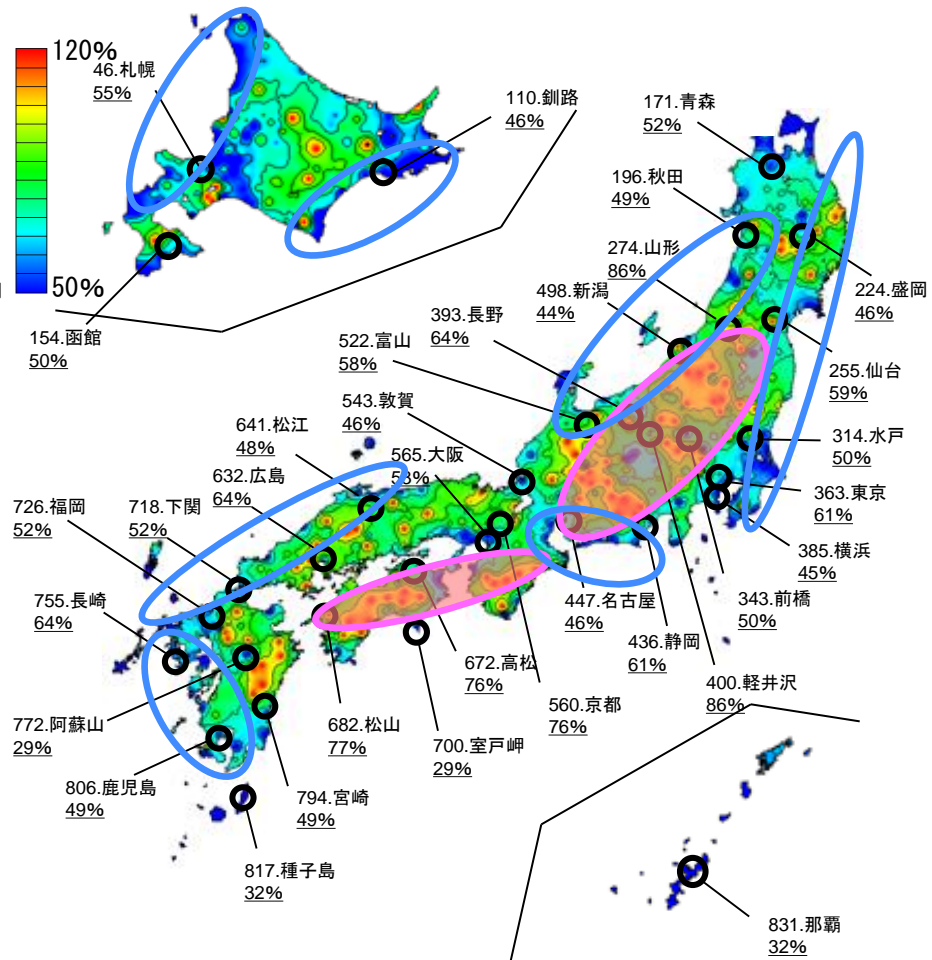


図 プランEにおける有効窓面積率マップ(2F、建蔽率50%)

有効窓面積率は、風速の遅い内陸部では高く、風速の速い沿岸部では低い傾向がある。

有効窓面積率の比較

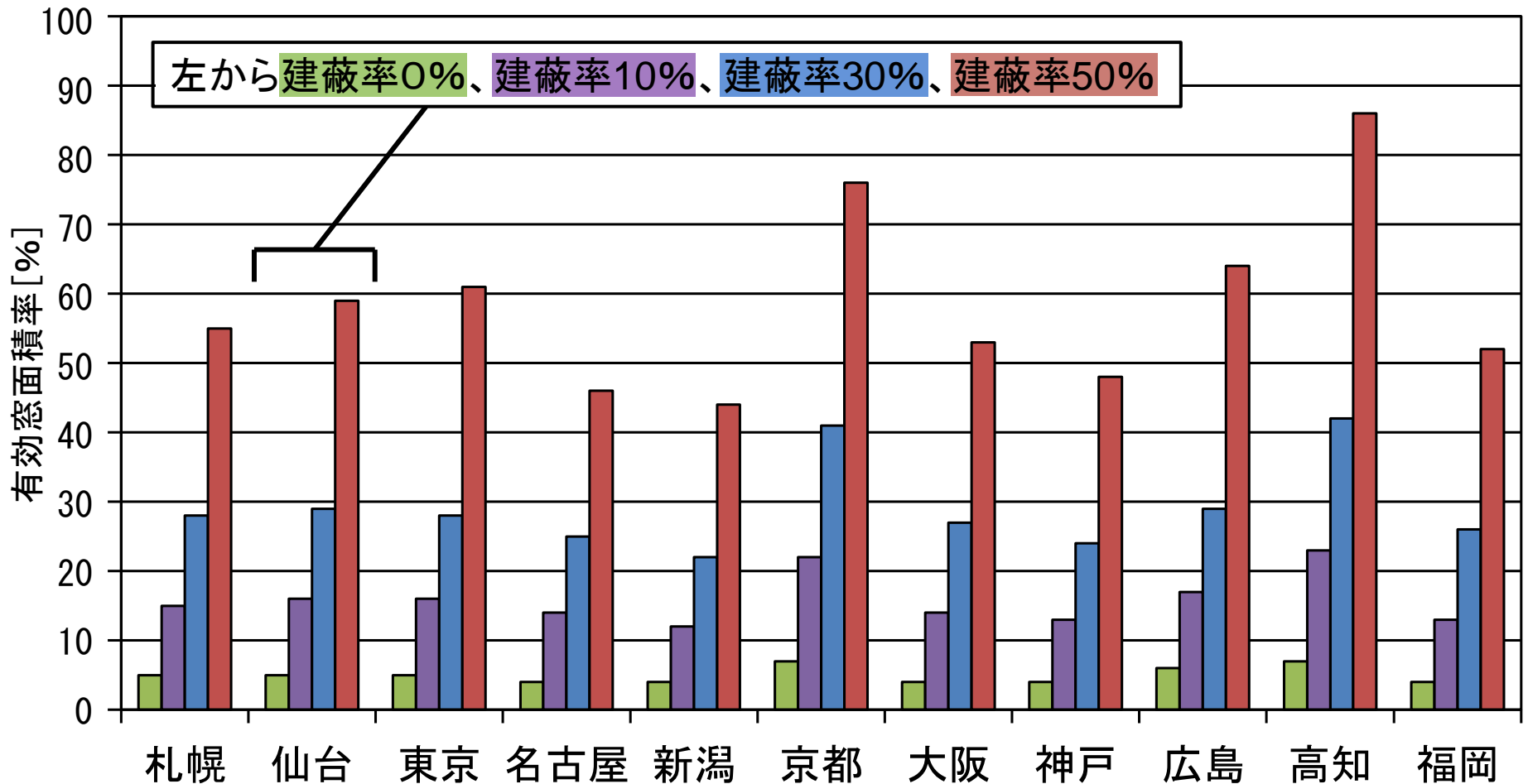


図 プランEの11都市における各建蔽率の有効窓面積率(2F)

有効窓面積率の比較

新潟や福岡等の風速の速い地域では
約10%（建蔽率10%）から約50%（建蔽率50%）まで上昇する。

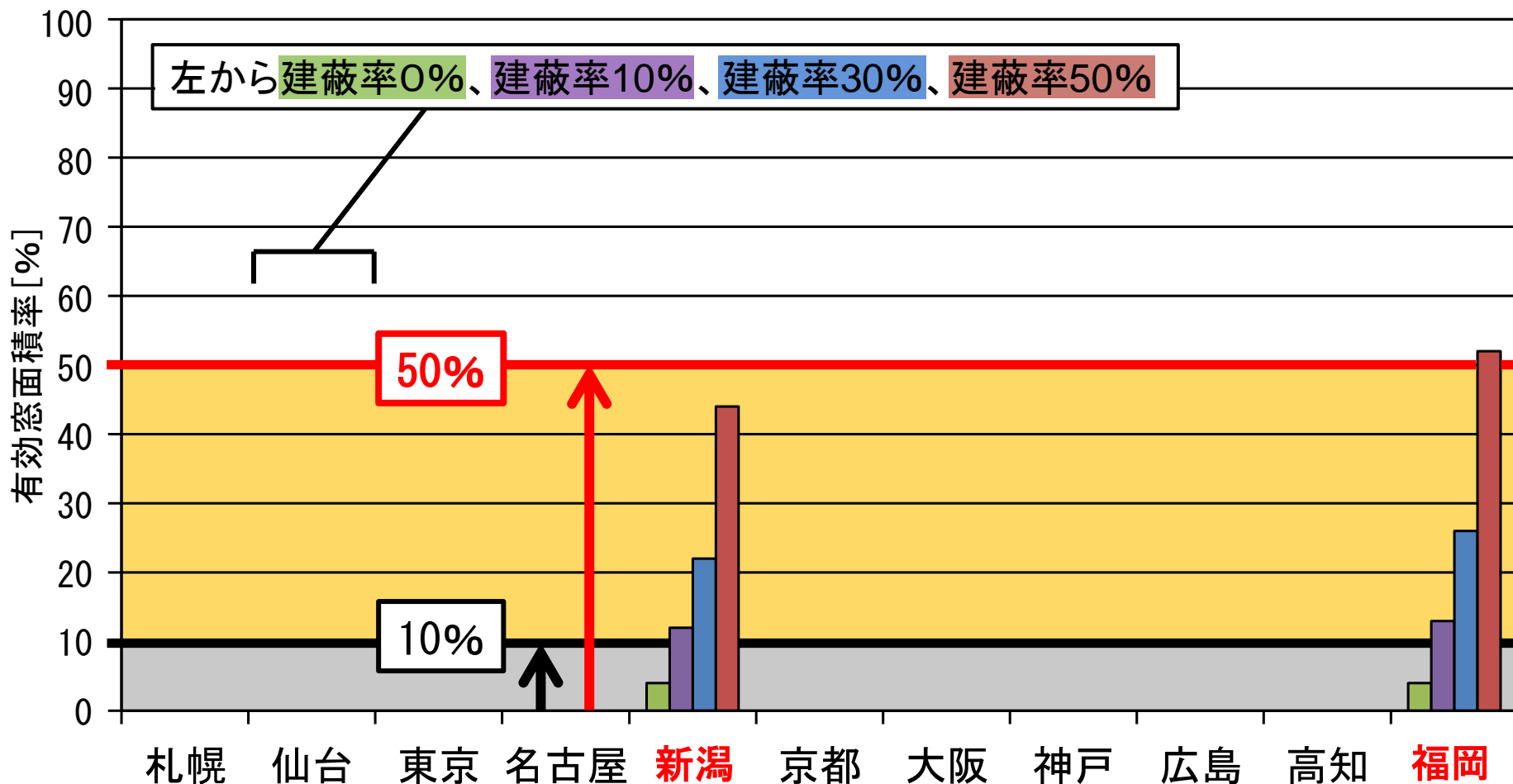


図 プランEの11都市における各建蔽率の有効窓面積率(2F)

有効窓面積率の比較

京都や高知等の風速の遅い地域では
約20%（建蔽率10%）から約80%（建蔽率50%）まで上昇する。

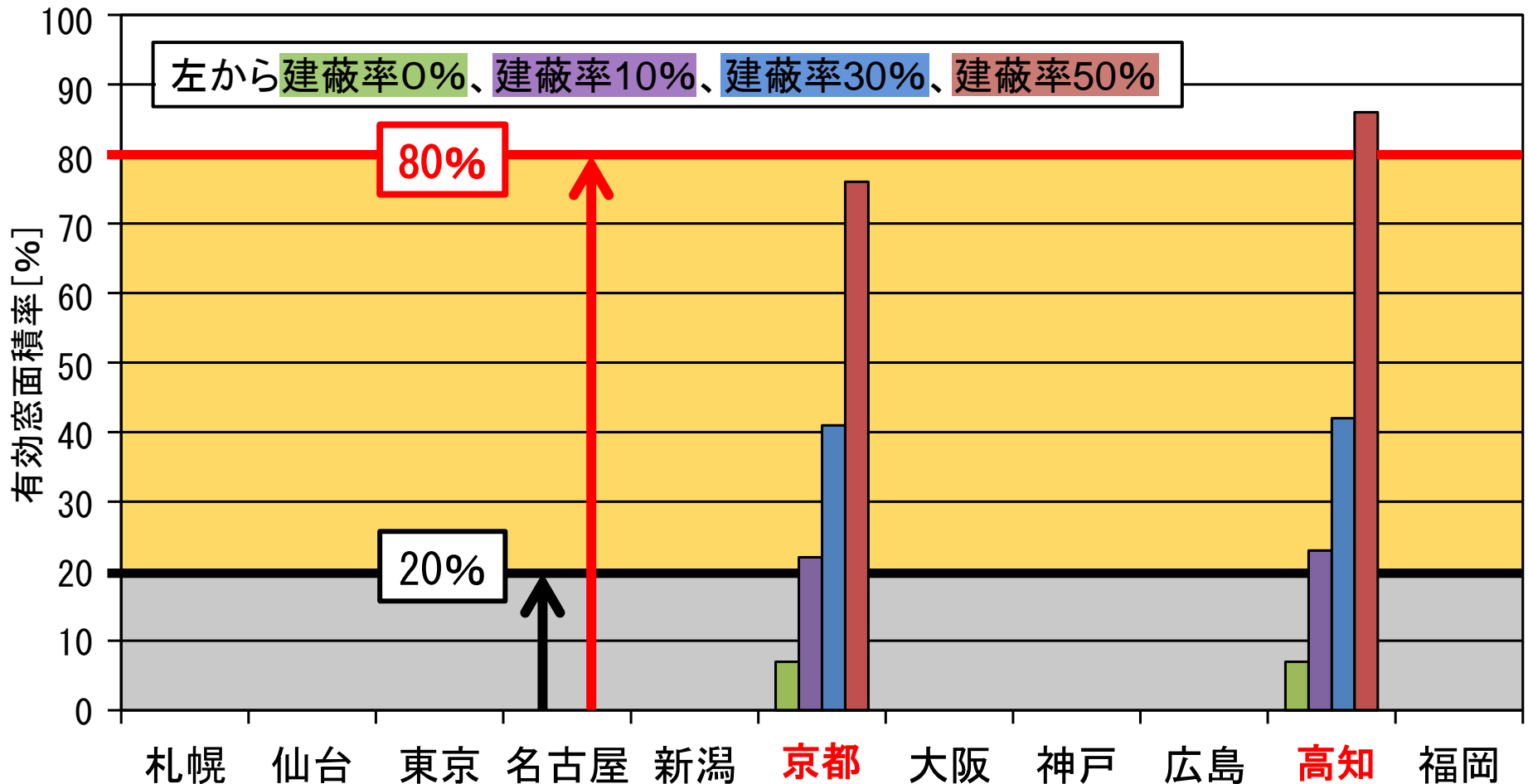


図 プランEの11都市における各建蔽率の有効窓面積率(2F)

プランの相違による有効窓面積率の差は見られるが、平面計画の相違と比較して、**地域及び建蔽率の相違**が有効窓面積率に及ぼす影響が大きい。

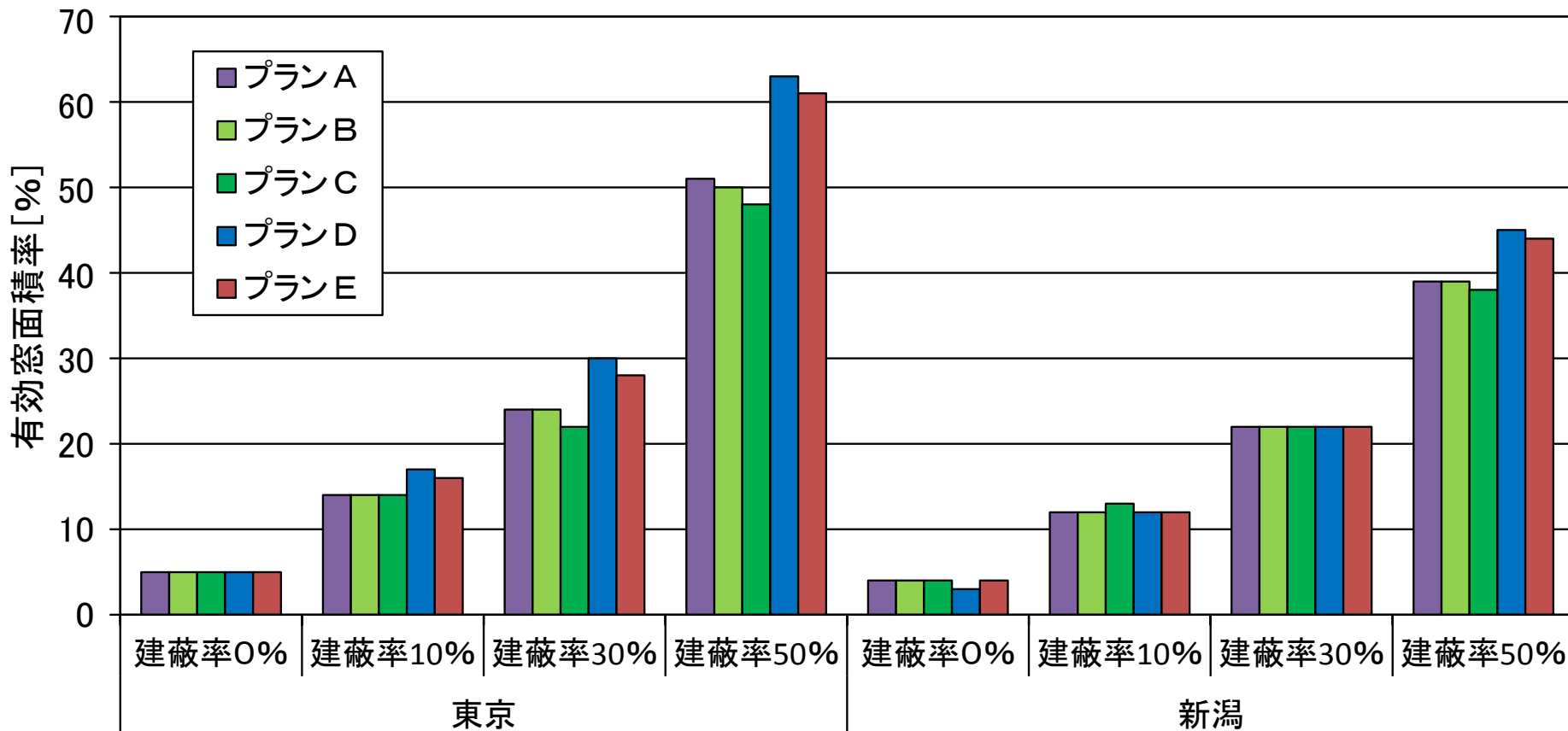


図 東京と新潟の各プランにおける各建蔽率の有効窓面積率(2F)

有効窓面積率の比較

プランの相違による有効窓面積率の差は見られるが、平面計画の相違と比較して、**地域及び建蔽率の相違**が有効窓面積率に及ぼす影響が大きい。

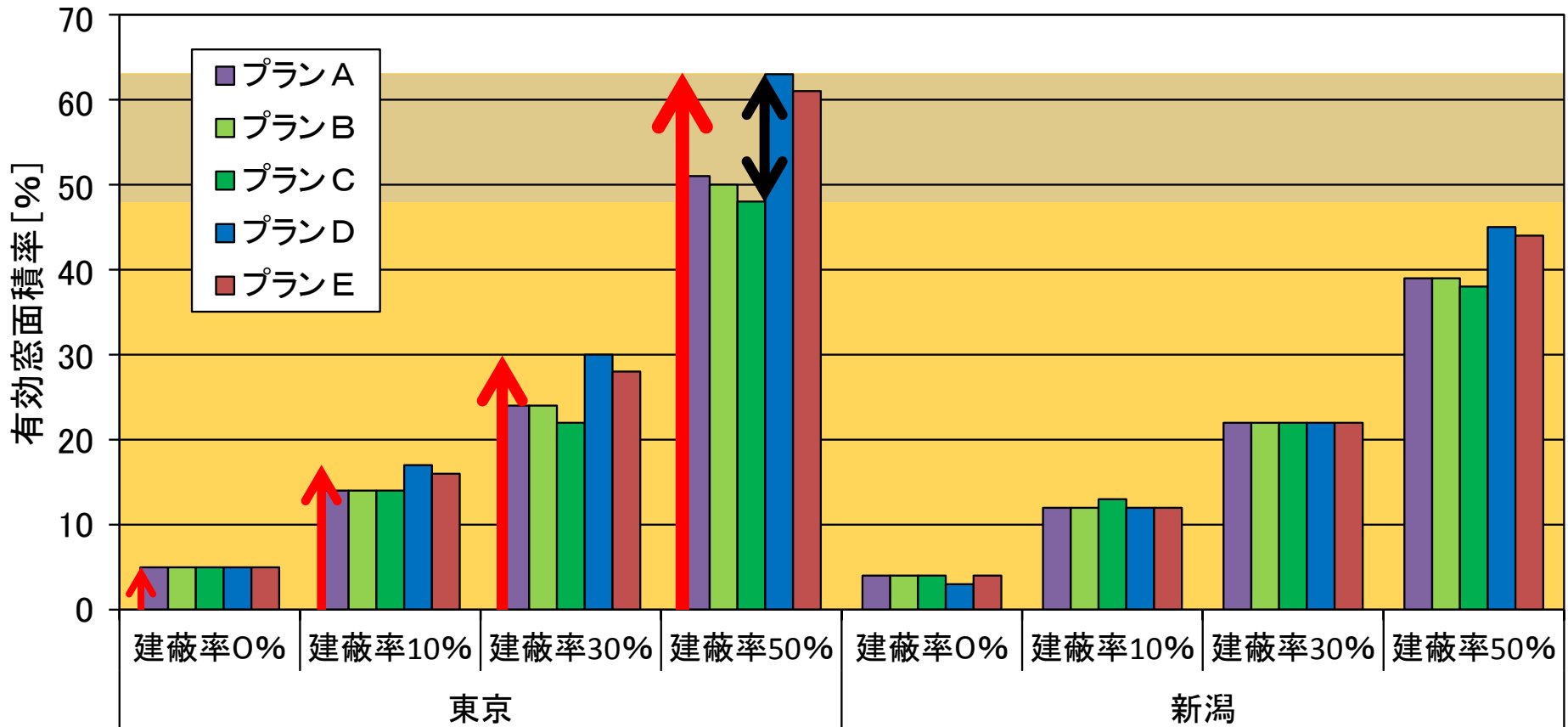


図 東京と新潟の各プランにおける各建蔽率の有効窓面積率(2F)

有効窓面積率とCVDHI_Tの関係

札幌、仙台を除いた非暖房期間の日数が比較的同程度の9都市では回帰式の寄与率が0.86程度と高く、両者の相関が高い。

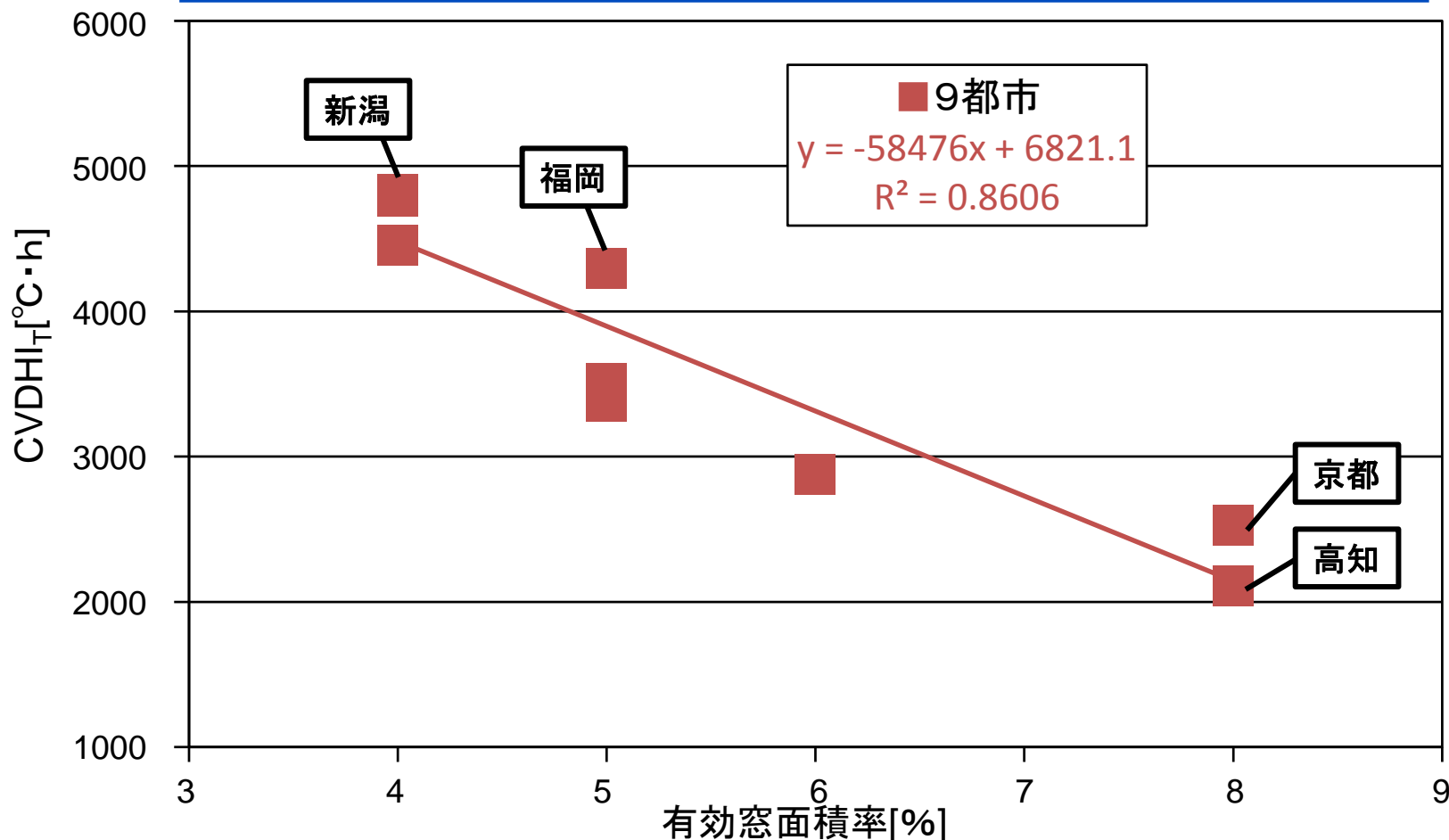


図7 建蔽率0%のプランAにおける有効窓面積率とCVDHI_Tの関係(2F)

有効窓面積率とCVDHI_Tの関係

しかし、札幌と仙台を加えた11都市では寄与率が0.49程度と比較的低くなる。

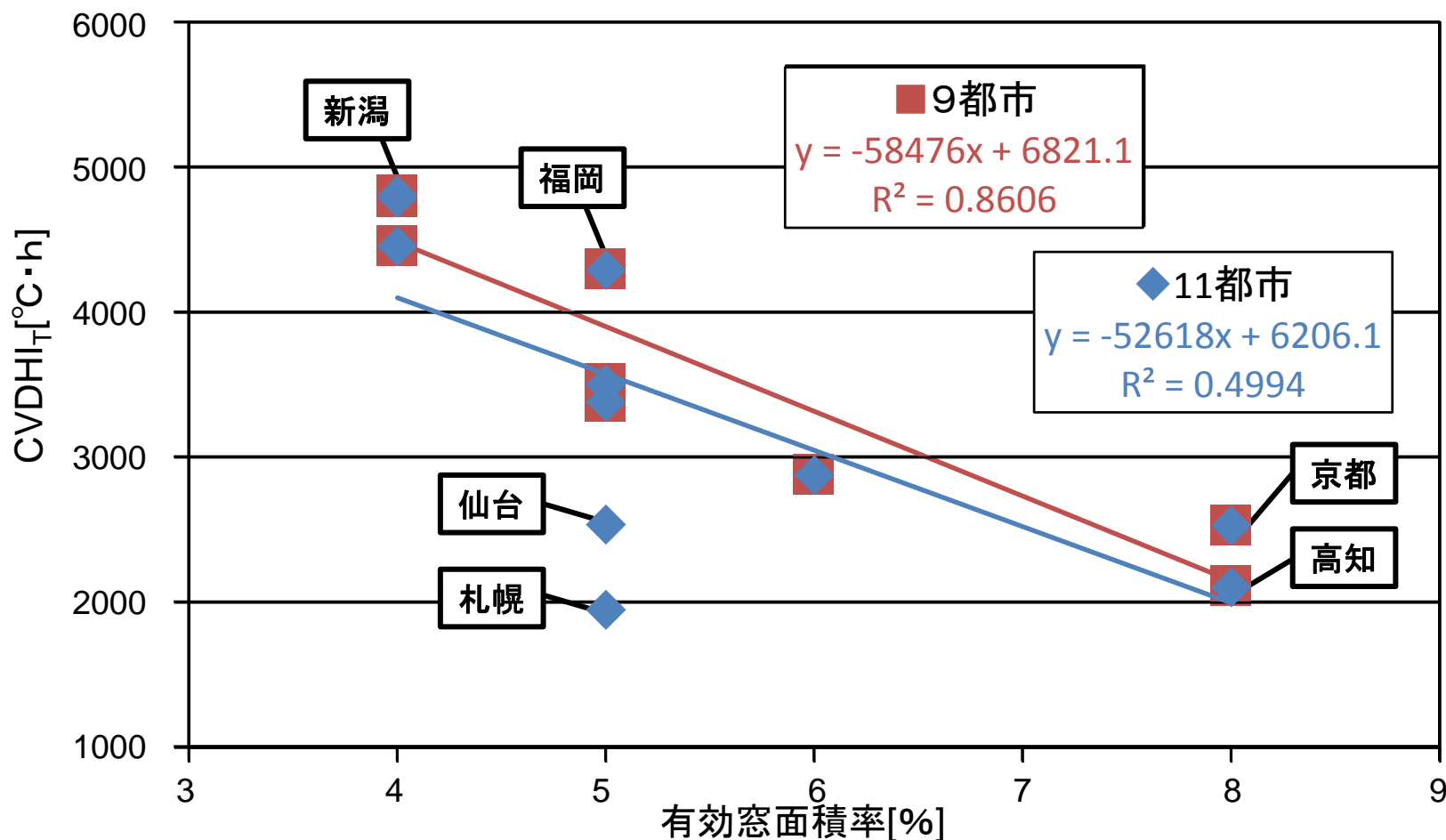


図7 建蔽率0%のプランAにおける有効窓面積率とCVDHI_Tの関係(2F)

有効窓面積率とCVDHI_Tの関係

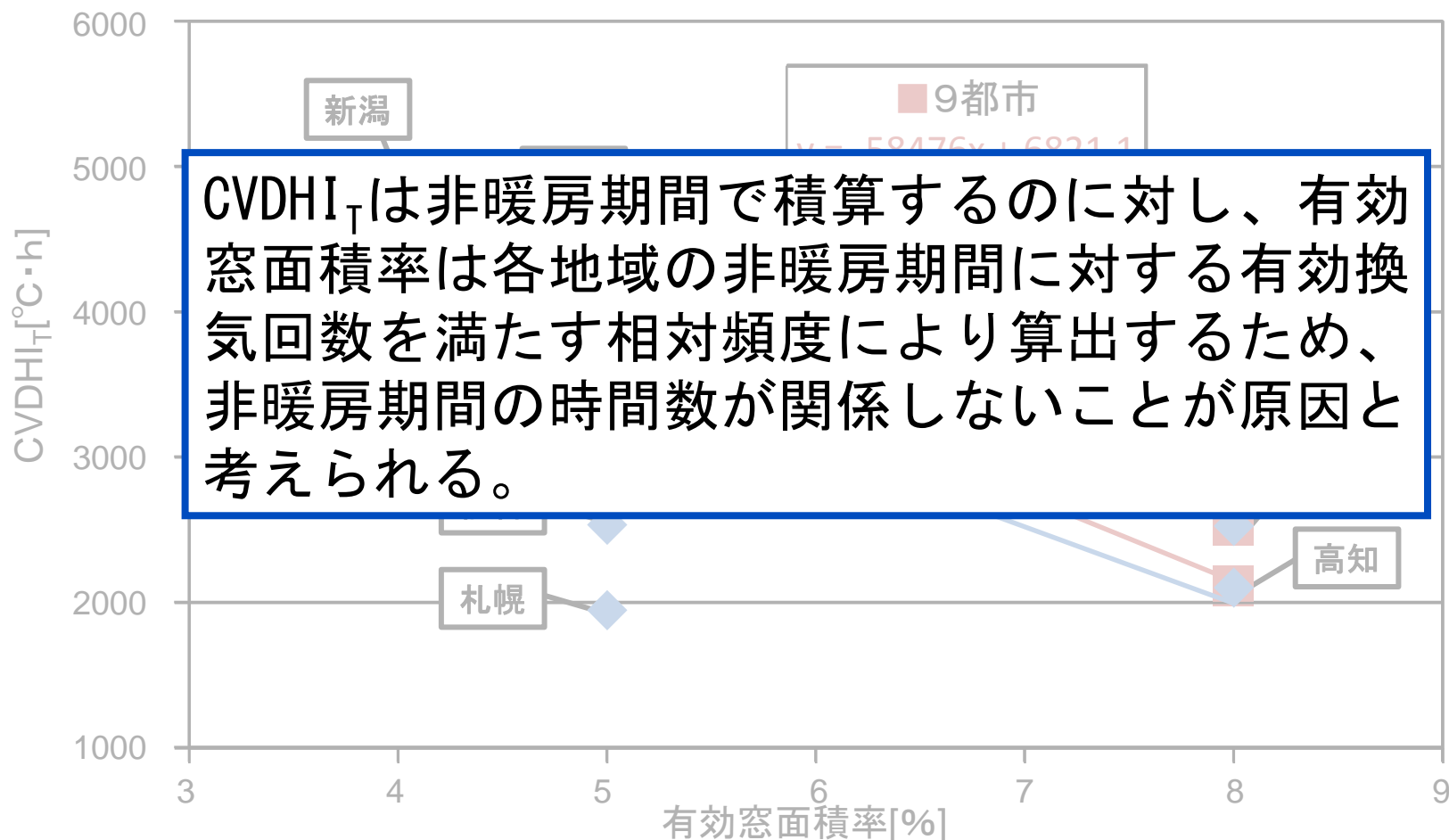
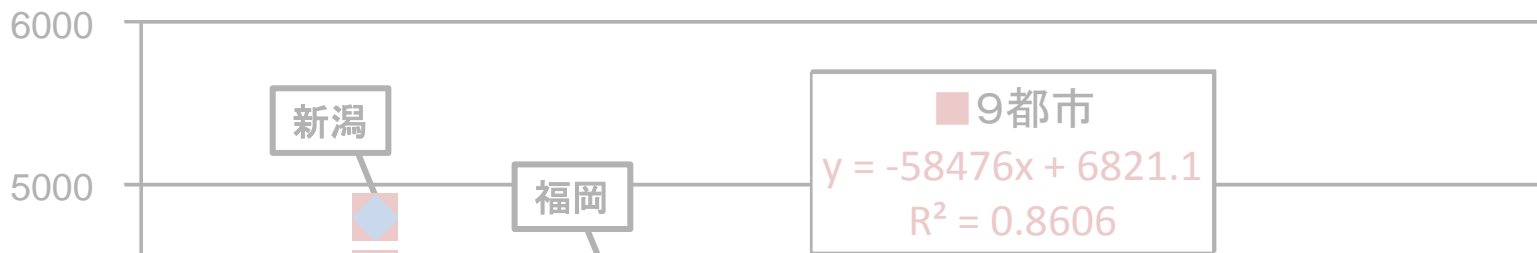


図7 建蔽率0%のプランAにおける有効窓面積率とCVDHI_Tの関係(2F)

有効窓面積率とCVDHI_Tの関係



非暖房期間が同程度の地域では、CVDHI_Tと有効窓面積率の相関が高いため、有効窓面積率は通風性能評価指標として妥当であると考えられる。

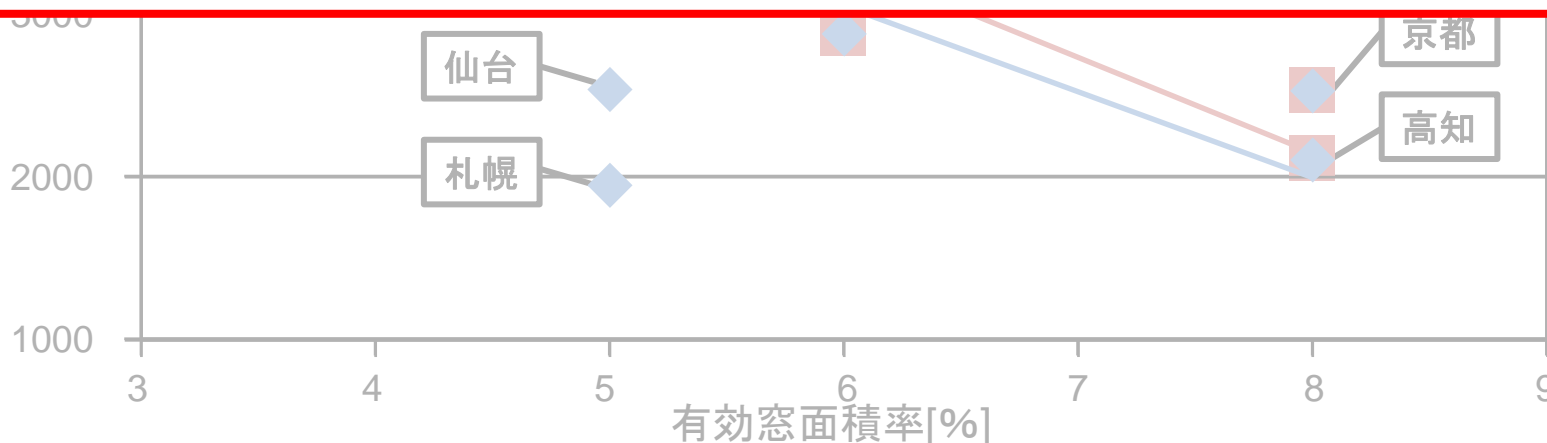


図7 建蔽率0%のプランAにおける有効窓面積率とCVDHI_Tの関係(2F)

- ①各建蔽率において有効窓面積率は内陸部では30% (建蔽率10%) ~ 120% (建蔽率50%) 程度と高く、沿岸部では10% (建蔽率10%) ~ 80% (建蔽率50%) 程度と低い。これは内陸部は風速が遅く、沿岸部は風速が速い為であると考えられる。
- ②本モデルでは間仕切り壁や開口条件による平面計画の相違と比較して、地域及び建蔽率の相違が有効窓面積率に及ぼす影響が大きいと考えられる。
- ③非暖房期間の時間数が同程度の地域では有効窓面積率とCVDHI_Tの相関が高く、有効窓面積率は通風性能評価指標として妥当であると考えられる。