

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その 209）

BEST 住宅版における自然換気の検討

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 209)

Basic Study of Natural Ventilation, which is to be applied to BEST-H

正 会 員 ○飯田 玲香（日建設計） 名誉会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

正 会 員 二宮 博史（日建設計） 技術フェロー 長谷川 巖（日建設計）

正 会 員 小林 弘造（日建設計）

Reika IIDA*1 Shuzo MURAKAMI*2

Hiroshi NINOMIYA*1 Iwao HASEGAWA*1 Kozo KOBAYASHI*1

*1 Nikken Sekkei Ltd. *2 Institute for Building Environment and Energy Conservation

As a basic study conducted to add to BEST-H a natural ventilation computing facility, this paper shows the effects of energy savings and indoor thermal environment on highly airtight houses which have highly insulated structure. Furthermore, how wind directions, wind speed and outdoor air temperature effect the frequency of ventilation is studied.

はじめに

高断熱・高气密住宅の普及は、空調の省エネルギー化や冬期の室内環境の改善に有効である一方、中間期や夏期夜間は、熱が屋外に逃げにくく、室温が高くなり易いことが言われているため、積極的に外気を取り入れる工夫が必要である。本報では、BEST 住宅版（以降、BEST-H）へ自然換気（通風）の計算機能を導入するにあたり、換気回路網を用いた基礎的検討としてエネルギー消費量や室内環境の計算結果について示す。

1. 対象建物^{注1)}

高断熱・高气密住宅^{注2)}を想定した木造2階建て住宅を対象とする(表-1,図-1)。暖冷房システムは、ルームエアコンのみとし、在室時は常に運転することとする。

2. 自然換気条件

開口が開放される条件を表-2、開口条件を表-3に示す。自然換気は、最も簡易な手法として、各室で完結し、隣室

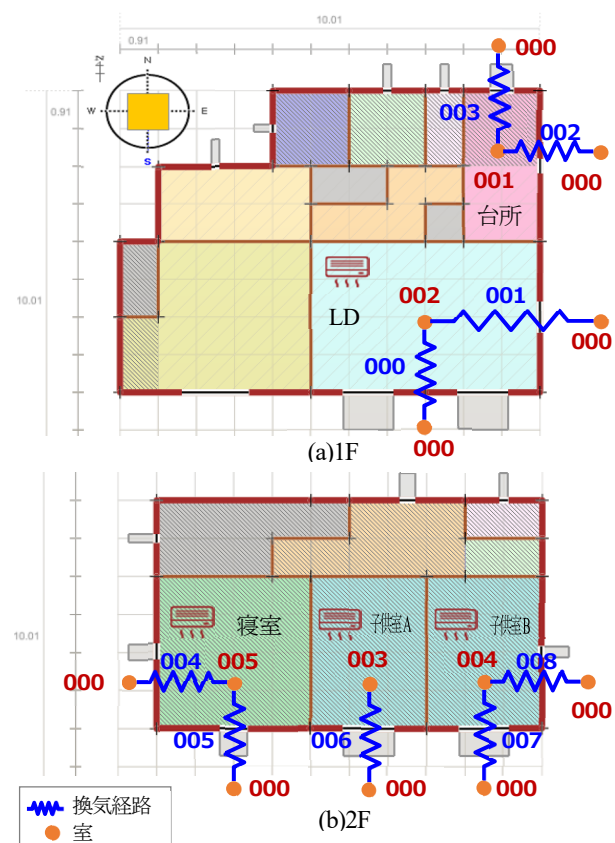


図-1 平面図(室番号)と換気経路(経路番号)

表-2 窓(開口)を開放する条件

項目	設定値
時間帯	中間期、夏期 (5/1~10/31) 在室時 ^{注3)}
外気温度	18 [°C]以上、かつ、室温以下
風速	10 [m/s]以下 ^{注4)}
降雨	なし

表-1 建物概要

項目	設定値	
建設地	東京 (拡張アメダス標準年 2010 年版)	
対象室(室番号)	LD(002)、台所(001)、子供室 A(003)、 子供室 B(004)、寝室(005) ※屋外(000)	
外皮	外壁	熱貫流率 $U=0.41$ [W/m ² K]
	屋根、床	$U=0.28$ (屋根)、 $U=0.32$ (床)
	窓	Low-ε ガラス+アルミ樹脂複合サッシ $U=2.2$ 日射熱取得率 $\eta=0.27$ [-]
隙間風(換気回数)	0.1 [回/h]	
設備	暖冷房	普及型ルームエアコン 冷房期間:5/1~10/31(設定 26°C) COP:3.0(LD),4.4(寝室),4.3(子供室 A,B)
	換気	第3種換気 (居室 0.5 回/h 換気)

表-3 換気経路の開口条件^{注5)}

経路番号	室番号①	室番号②	開口面積[m ²]	開口床高さ[m]	開口高さ[m]	流量係数[-]	方位[°]
000	002	000	3.460	0.00	2.10	0.5	0 (南)
001	002	000	1.075	0.80	1.30	0.5	270 (東)
002	001	000	0.490	1.20	0.70	0.5	270 (東)
003	001	000	0.810	0.00	1.80	0.5	180 (北)
004	005	000	0.495	0.85	1.10	0.5	90 (西)
005	005	000	0.865	0.90	1.05	0.5	0 (南)
006	003	000	1.610	0.00	1.95	0.5	0 (南)
007	004	000	1.610	0.00	1.95	0.5	0 (南)
008	004	000	0.330	0.85	1.10	0.5	270 (東)

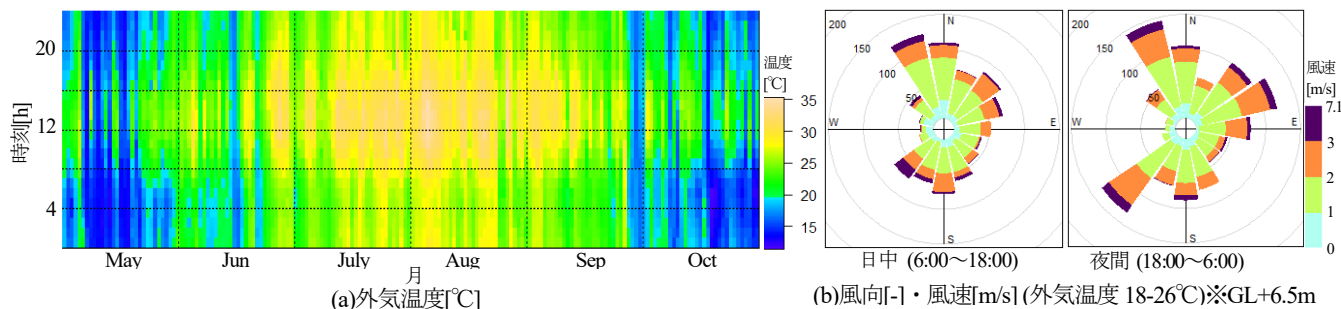


図-2 自然換気を行う期間(5-10月)の気象条件(東京)

は経由しない方法とした。

外気温度及び風向・風速の気象条件を図-2に示す。5,10月の全日、6,9月の夜間は比較的外気温度が低く、自然換気が有効な期間であると推察される(図-2(a))。また、18-26°Cの外気温度では、日中は北北西風、夜間は北北西風、東北東風、南西風の頻度が高い傾向がある(図-2(b))。

3. 一次エネルギー消費量

窓の開閉を行わない”自然換気なし”のケースと、開閉を行う”自然換気あり”のケースの建物全体の一次エネルギー消費量とルームエアコンが処理した熱負荷の結果を図-3に示す。処理熱負荷を比較すると、自然換気を行うことで外気温度が低い5-6-9-10月では冷房処理負荷が大幅に削減されており、約-25%であった。また、冷房の一次エネルギー消費量は20%程度削減されるが、建物全体に占める冷房の一次エネルギー消費量の割合は小さいため、建物全体では1%程度の削減効果となった。

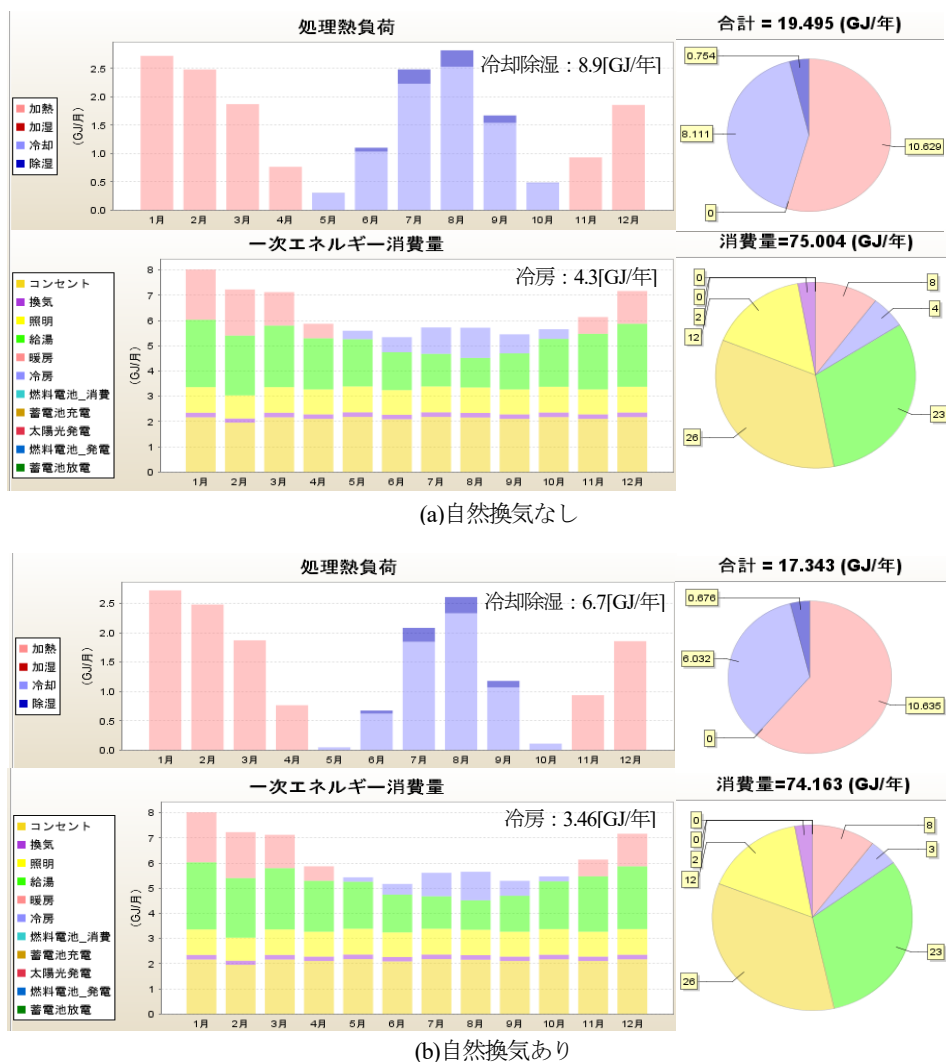


図-3 処理熱負荷と一次エネルギー消費量[GJ]

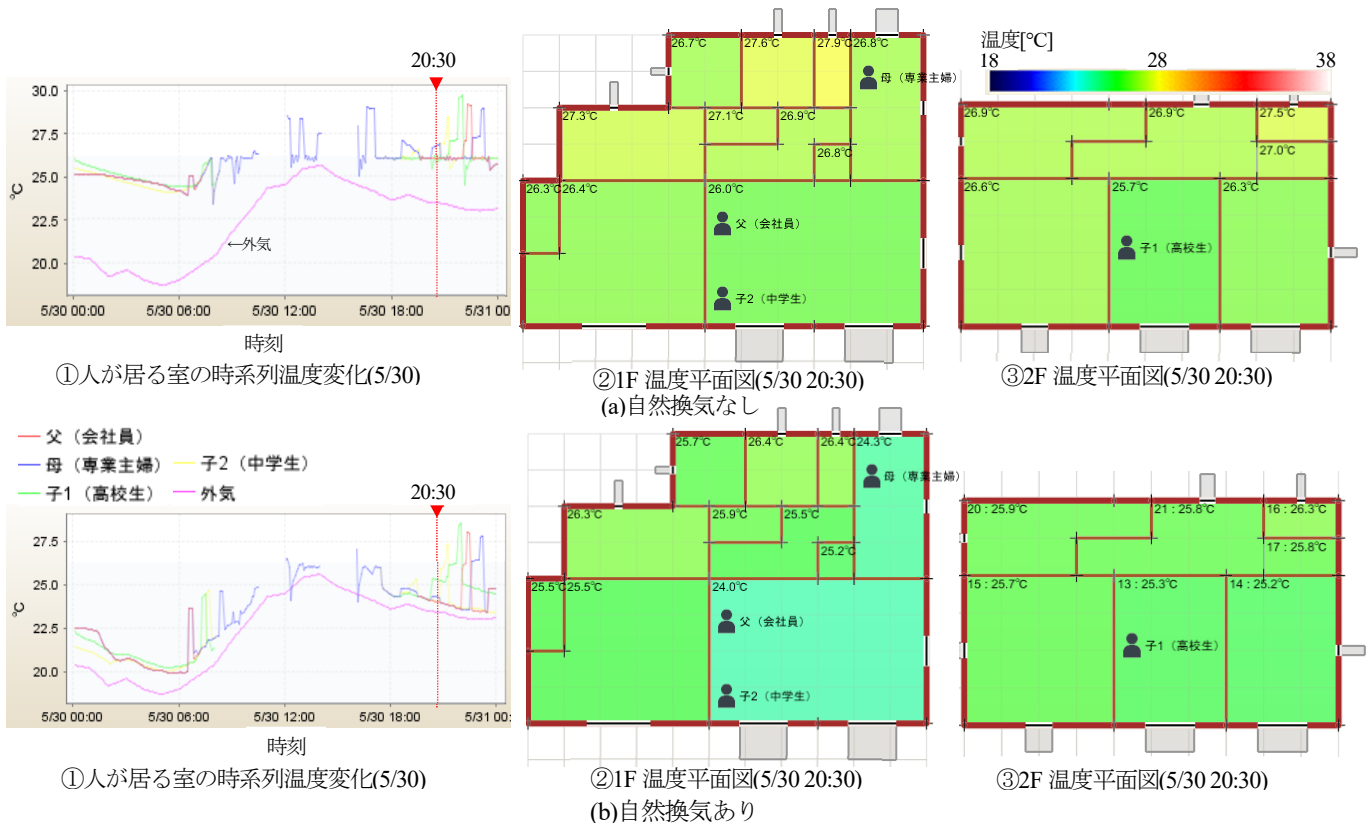


図-4 代表日 (5/30) の室内温熱環境

4. 室内温熱環境

窓の開閉を行わない”自然換気なし”のケースと、開閉を行う”自然換気あり”のケースの代表日における室内環境の結果を図-4 に示す。尚、人が居る室の時系列温度変化とは、人が居る室の室温を人ごとに纏めたものである。

“自然換気なし”のケースは、外気温度が低下する夜間においても、室温が24°C以上に保たれており、日中から午後にかけては、ルームエアコンにより冷房を行っていることが分かる。”自然換気あり”のケースでは、各室で窓が開放され、外気温度に追従して室温が変動している(図-4(a),(b)の①)。

代表日の20:30における温度平面図を比較すると、在室する人が窓を開閉することから、建物全体が冷却されていることが確認できる(図-4(a),(b)の②③)。

5. 換気回数[回/h]と影響要因

各室の換気回数が、風速、風向、外気温の影響をどのように受けているかを比較した相関図を図-5 に示す。まず、外部風速や開口面積、方位等の組み合わせにより得られる換気回数の目安^{文1)}と各室の換気回数の中央値とを比較すると概ね同等の結果^{注6)}を示した。但し、本ツールでは開口部の高さによる影響を加味^{注7)}しているため、開口高さが大きい室についてはより換気が促進される傾向が見られる。また、台所は冷房を行っていないため室温が高く、換気時間が長くなる傾向があるが、各室1か月以上の期間は窓を開放している(図-5(d))。

各室ともに、風速が大きいほど換気回数は増加する傾

向があるが、子供室Aについては、開口が1か所であるため、その傾向は小さい。また、風向毎に線状に纏まる傾向があるが、これは気象データの風向が16方位に分割されていることが要因と考えられる(図-5(a))。

風向と換気回数を比較すると、開口がある方位の換気回数が増加する傾向がある。但し、2つの開口が90°の角度で隣接するLDや子供室B、寝室では、各開口の中間方位の風向における換気回数が小さくなる(図-5(b))。

外気温度による影響は、風速・風向と比較すると極めて小さいが、開口が1か所の子供室Aでは、やや外気温度が低いほど換気回数が増加する傾向が見られる(図-5(c))。

6. まとめ

本報では、基礎的な検討として高断熱・高气密住宅における省エネルギー効果や室内温熱環境への影響について確認し、換気回数への影響要因を分析した。今後は、既往の研究成果や他のプログラムとの比較にて検証を行う予定である。また、BEST-H への実装に向けて都市型住宅地における外部風の考え方、隣室を介した自然換気や開口部抵抗の設定方法、防犯等を考慮した不在時や夜間の自然換気の方法について検討を行う予定である。

【参考文献】1) 温暖地版 自立循環型住宅への設計ガイドライン、一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構 【注釈】1) 「住宅事業建築主の判断におけるエネルギー消費量計算方法の解説」の温暖地域温暖地用モデルプランを参考に作成した。尚、外皮仕様や冷暖房期間は変更している。2) 断熱性能は、ZEH 基準相当(UA 値 0.5)とし、気密性能は、「住宅の新省エネルギー基準と指針」の気密性能グレード1相当(換気回数 0.1[回/h])とした。3) 1)のモデルプランの在室スケジュールを採用している。4) 郊外の立地を想定し、高さによって風速が変わる条件とした。5) 1)のモデルプランの開口部に対し、半分の面積を開放する条件とした。流量係数は、カーテン/網戸等の抵抗を考慮し、一律 0.5 とした。6) 平均風速 1.65[m/s]の場合、台所とLDは20~30、子供室Bと寝室は10~15[回/h]程度が目

安。床面積当たりの有効開口面積 i [-]は図-5に示す。7) 開口が1つの場合も開口部上下での空気の出入りを計算している。風量は、開口部の流入側、流出側それぞれに対して、高さ方向の圧力差分布を積分することで求めている。但し、外部風は開口部の中央高さの風速とする。【謝辞】(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関するBEST住宅版開発委員会の関係各位に謝意を表す。

BEST住宅版開発委員会名簿(順不同) 主査:長谷川敏(日建設計)、幹事:小林弘造(日建設計)、委員:三島憲明(関西電力)、品川浩一(日本設計)、近田智也(積水ハウス)、二宮誠英(東京ガス)、二宮博史(日建設計)、オブザーバー:長井達夫(東京理科大学 教授)、佐藤誠、芹川真緒(佐藤エネルギーリサーチ)、田岡知博(コンパス)、事務局:生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

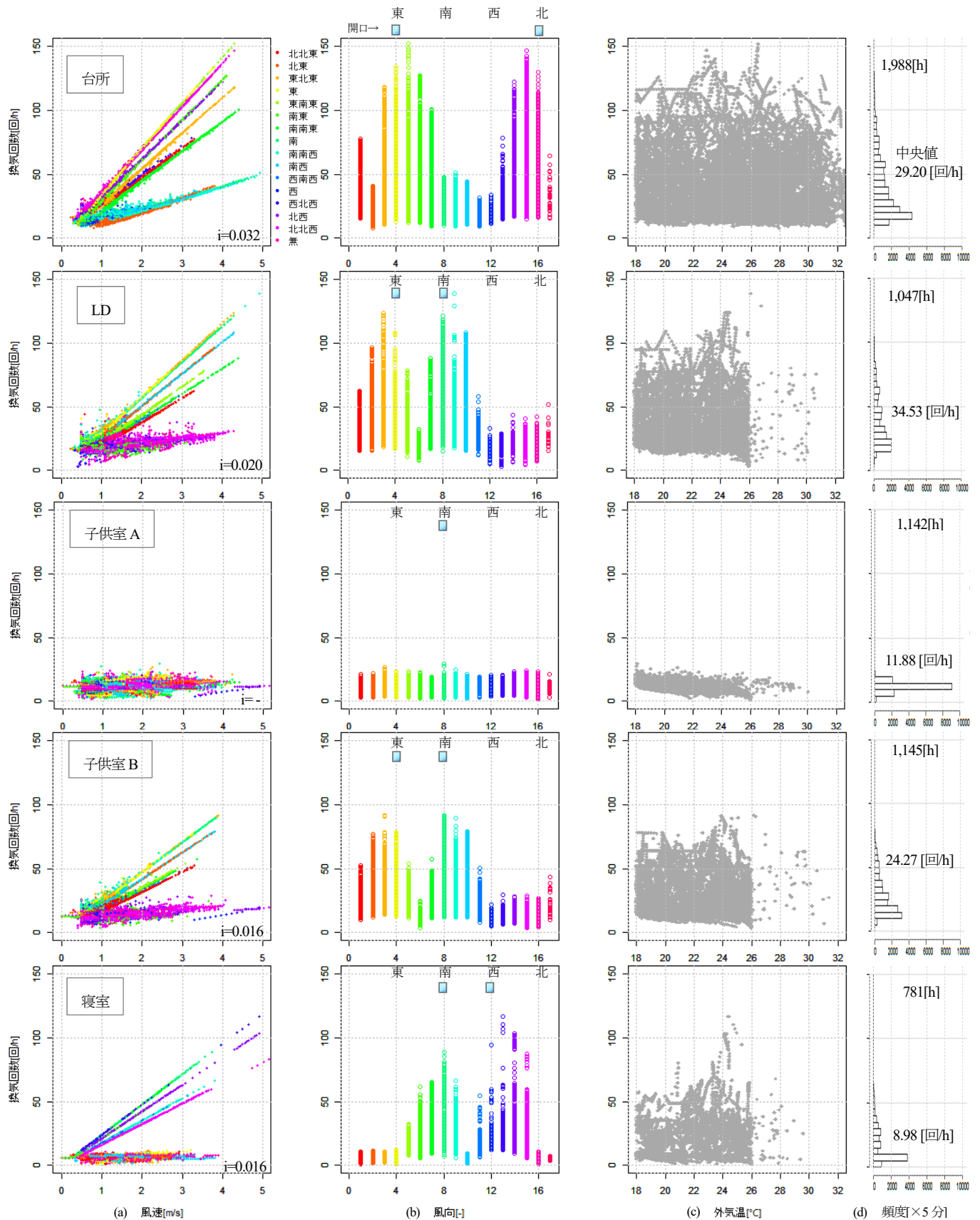


図-5 各室の換気回数と風速・風向・外気温の相関