

PFI 事業における環境技術の提案および効果の検証 (Wind24S) Proposal and Field Test of Environmental Technology 'Wind24S'

佐藤 健一* 佐々木 亮治**
Kenichi Sato Ryoji Sasaki
荊尾 孝雄*** 鹿籠 泰幸****
Takao Katarao Yasuyuki Shikamori

要 約

PFI 事業 (Private Finance Initiative) では、要求水準書に基づいた応募事業者の提案を、落札者決定基準に従って評価し、落札者を決定する。その評価項目の1つである環境負荷低減に期する提案として、当社技術の1つである Wind24S を提案し、採用に至った。今回、総合地球環境学研究所のご理解とご協力を頂き、本システムの効果を確認する貴重な機会を得た。補助ファン稼働率および換気量の測定結果から、盆地内の風速が低い地域においても約半分の電力を削減できることが明らかとなり、Wind24S が環境負荷低減技術として有効に機能することを確認した。今後ますます膨らむ発注者の要求に対し、確実な提案技術として活用されることを期待する。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. PFI 事業の概要
- § 3. 実測方法
- § 4. 実測結果
- § 5. おわりに

② 補助ファン稼働率を用いた省エネルギー効果の検討
本報では、PFI 事業の概要および Wind24S の性能確認の実測を中心に報告する。

§ 2. PFI 事業の概要

2-1 建物概要

本 PFI 事業の概要を以下に示す。

名 称：総合地球環境学研究所施設整備事業
施 設：総合地球研究棟等施設 (以下、研究棟)
 宿泊施設 (セミナーハウス棟)
住 所：京都市北区上賀茂本山 457-4
工 期：平成 16 年 3 月～平成 17 年 12 月
敷地面積：31,354.17 m²
建築面積：5,609.59 m² (研究棟)
 647.09 m² (セミナーハウス棟)
延床面積：12,195.20 m² (研究棟)
 959.17 m² (セミナーハウス棟)
建 蔽 率：20% (京都市風致地区条例による)
容 積 率：400%
構造規模：RC 造；地下 1 階，地上 2 階 (研究棟)
 RC 造；地下 1 階，地上 2 階 (セミナーハウス棟)

§ 1. はじめに

全国各地で公共事業における官民のリスク分担の合理化等によりコスト縮減を図るため、PFI 事業を採用する件数が増加してきている。PFI 事業では独自の技術提案が求められることが多く、環境負荷低減技術も重要な提案項目の1つである。当社では、その技術として風力式ハイブリッド換気システム^{※1)} Wind24S^{※2)}を開発しており、本事業提案に採用した。その結果、環境負荷の低減に関する提案として評価され、落札者決定の一因となった。

また、本施設の竣工前に性能確認を行う機会を得ることが出来、以下の目的で実測を行った。

- ① Wind24S を設置した各住戸の必要換気量が確保されていることの確認

2-2 環境負荷低減技術の提案

本事業の「要求水準書」の設計要求水準には、基本コンセプトとして5点挙げられており、その1つに「自然環境に配慮した施設づくり」が記載されている。その概

* 技術研究所技術研究部建築技術研究課

** 技術研究所技術研究部環境技術研究課

*** 関西 (支) 地球研 (出)

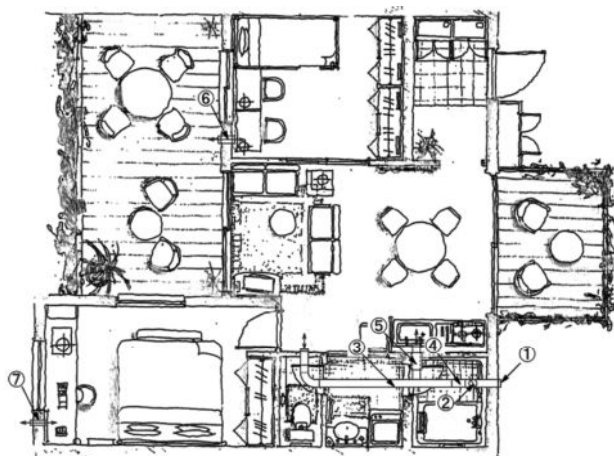
**** 技術研究所技術研究部

要を抜粋すると、「現状の敷地形状をできるだけ活かし、自然と調和する建物を目指す。また、省エネルギー対策を十分に検討し、地球環境に有益なものは可能な限り採用する」とある。そこで、Wind24Sを環境負荷低減技術の1つとして、セミナーハウス棟の換気設備として提案した。本提案では他にも研究棟における自然換気の利用ならびにトップライトによる照明負荷の低減なども含まれている。このような技術を提案した結果、「環境負荷の低減に関する提案」の審査項目では満点の評価を得て、事業の当選に貢献することができた。

セミナーハウス棟には、単身室10室、夫婦室6室ならびに家族室3室があり、全19室においてWind24Sは採用されている。セミナーハウス棟を南東側から見た様子を写真-1に示す。敷地に高低差があるため、上階が地上1階に、下階が地下1階に相当している。家族室の概要とWind24S設置のイメージを図-1に示す(実際の設計とは若干異なる)。本施設は、京都盆地内の北部に位置しており、敷地の北側から西側にかけては丘陵地帯が続いている。そのため、風速が一般的に低く、自然風を利用するWind24Sの性能を確認することが重要である。



写真-1 測定建物外観



- | Wind24S 構成部品 | |
|--------------|--------------|
| ① 外気取入口 | ⑤ 消音フレキシ |
| ② 風量調整ダンパ | ⑥ 給排気口 100 φ |
| ③ 給排気ダクト | ⑦ 給排気口 150 φ |
| ④ 補助ファン制御器 | |

図-1 家族室概要およびWind24S設置イメージ

§3. 実測方法

3-1 実測概要

3タイプの室において性能を確認するため、本報では、単身室10(地上2階)、夫婦室5(地上1階)ならびに家族室2(地下1階)の3室の結果について述べる。なお実測は計5室で行われたが、実測期間は施工中のため、工事の関係で測定室の扉および窓の開閉が行われたことにより、一部データに不具合が見られた。各室の位置関係を図-2に、また単身室10付近を写真-2にそれぞれ示す。なお敷地の高低差のため、地下1階でもほとんどが地上部分と同様である。実測期間は、平成17年12月9日~12月27日の19日間である。測定期間中は、降雪もあり一時的に積雪がみられた状況であった。

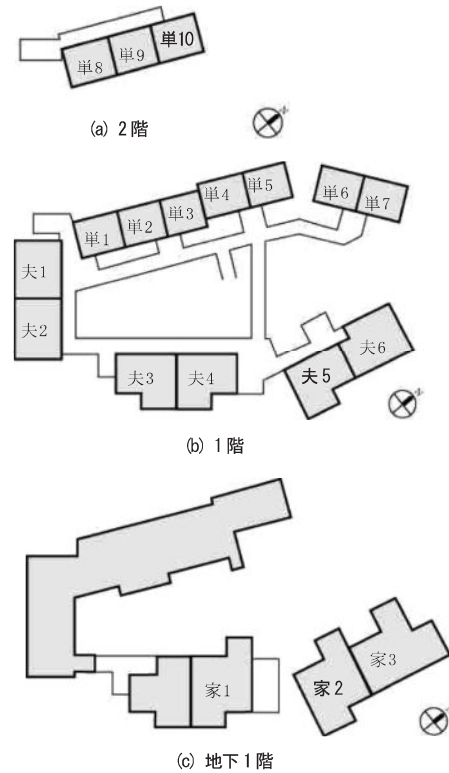


図-2 平面図

(家: 家族室, 夫: 夫婦室, 単: 単身室)



写真-2 測定建物 (右上: 単身室10)

3-2 実測項目および測定器

実測項目および測定器を表-1に示す。各項目の概要を以下に示す。

(1) 住戸隙間面積測定

各住戸の隙間面積を写真-3に示す気密測定器を用いて、減圧法で測定した。なお、測定は換気口および排水口類はすべて目貼りして行った。

(2) 外部風向風速測定

外部風向風速計をセミナー棟北東部から約15mの位置にある敷地内電力引込柱に取付け、毎秒の風向風速を測定した^{※2)}。測定位置は地盤面上約5mの位置である。

(3) 住戸の外壁面差圧測定

測定対象住戸の南北外壁面に風圧測定パネルを取り付け、ポリエチレン製チューブにて計測室内に設置する微差圧計まで導き、外壁面差圧を測定した。この差圧が、換気の駆動力となる。

(4) 補助ファン稼働率測定

補助ファン制御器（測定風速値出力付）よりロガーに

接続し、1秒毎に補助ファンの発停を記録した。補助ファンが稼働している時間を基にして、補助ファン稼働率を算出した。

(5) 換気量測定

家族室2にマルチガスモニタおよびサンプラードーザーを設置し、SF₆をトレーサースガスとする一定濃度法により換気量（外気導入量）を測定した。写真-4にマルチガスモニタおよびサンプラードーザーを示す。なお、室内はファンを用いてトレーサースガスを室内に十分拡散させた。換気量測定は、平成17年12月9日18:00～12月15日7:00のみ実施している。

(6) ホルムアルデヒド濃度測定

各室に設置された換気設備の換気口を閉じ、補助ファン制御器の電源を止め、常時換気を停止状態とした。写真-5のようにホルムアルデヒド濃度の検知管をセットし、サンプリングポンプを設置した。30分間窓を全開にした後に、5時間窓を閉鎖し、その後30分間吸引して検知管の目盛りを記録した^{※3)}。吸引高さは天井高の2分の1程度である床上1,200～1,500mmとした。ホルムアルデヒド濃度測定は、平成17年12月8日に実施している。

表-1 実測項目および測定器

実測項目	測定器	備考
住戸隙間面積	気密測定器 KONA-SAPORO 製 KNS-4000 II	単身室 10 夫婦室 5 家族室 2
屋外風向風速	プリード製 3 杯式風速計及び矢羽根式風向計	敷地 北東部
外壁面差圧	Setra 製微差圧計 Model 267	単身室 10 夫婦室 5 家族室 2
補助ファン稼働率	補助ファン制御器からの出力電源 (AC 100 V) をアダプターにより DC 6 V に変換し、データロガーに取り込み、補助ファンの発停を記録	単身室 10 夫婦室 5 家族室 2
換気量	・ B&K サンプラードーザー 1303 ・ マルチガスモニタ 1302	家族室 2
ホルムアルデヒド濃度	・ 光明理化学工業 AIR SAMPLER S-20 ・ 光明理化学工業北川式ガス検知管ホルムアルデヒド 710 型	単身室 10 夫婦室 5 家族室 2



写真-3 気密測定器

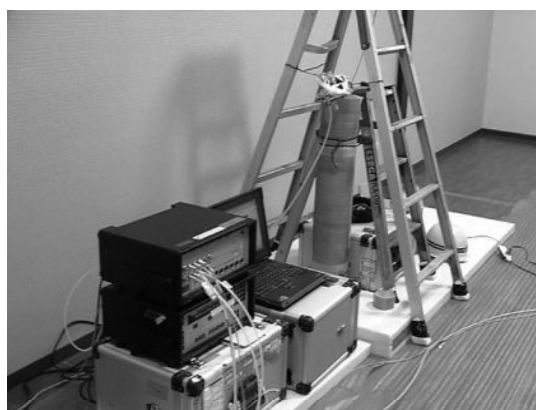


写真-4 マルチガスモニタおよびサンプラードーザー



写真-5 ホルムアルデヒド測定器具

§ 4. 実測結果

4-1 住戸隙間面積測定

各住戸の隙間面積測定結果を表一2に示す。住戸面積あたりの比較(②/①)では、单身室が他の2室よりも大きい値となった。この原因として、单身室は壁面において窓の占める割合が多いことが考えられる。

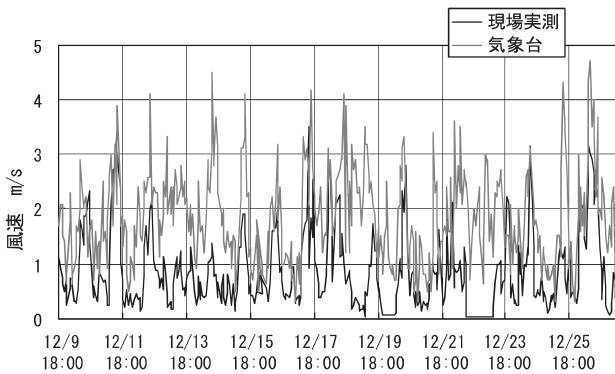
4-2 屋外風向風速

現場における風速実測結果を図一3に示す。なお図には京都地方気象台(京都市中京区西ノ京笠殿町38:風速計高さ16.1m)の風速も合わせて示す。気象台の測定位置が現場実測よりも高いこと、ならびに現場が丘陵地帯に近いこともあり、気象台の風速値が現場実測値よりも高い。しかしながら、風速値の増減の全体的な傾向は類似している。また、実測期間中の気象台の平均風速は約1.9m/sであり、2003~2005年の平均値である1.8m/sとほぼ同じである。したがって、実測期間中は特別な気候条件ではないといえる。

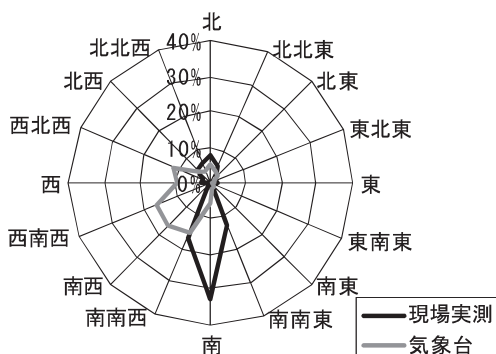
実測期間中の現場実測と気象台の風配図を図一4に示

表一2 住戸隙間面積測定結果

住戸名	①住戸面積 (m ²)	②隙間面積 (cm ²)	②/① (cm ² /m ²)
单身室 10	22.5	86	3.8
夫婦室 5	43.3	77	1.8
家族室 2	61.1	149	2.4



図一3 本実測期間における風速実測結果



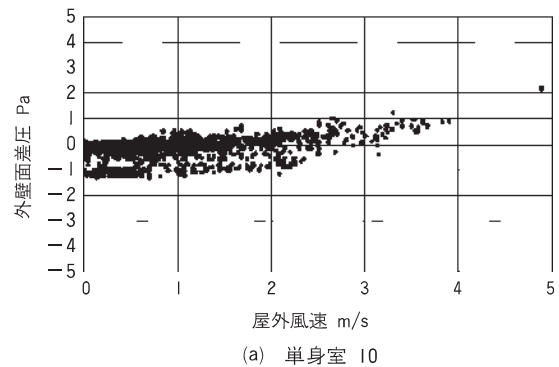
図一4 本実測期間における風配図

す。現場実測では風向南の頻度が高いが、これは周辺の地形や建物の影響を受けていると考えられる。両データとも、北よりの風が少なく南よりの風が多い点は類似している。

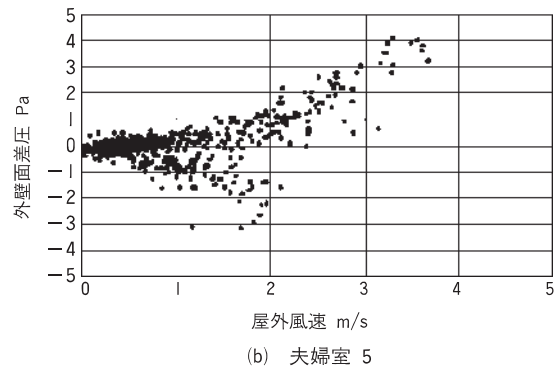
4-3 外壁面差圧

本換気システムでは外壁面差圧が自然換気の駆動力となる。図一5に外壁面差圧と屋外風速との関係を示す。なお図中の点は15分間の平均値を示している。全体的な傾向として、風速値が高い場合ほど外壁面差圧の絶対値が大きくなる。したがって、風速値が高いほど換気駆動力が大きく働き、自然換気が行われやすい。

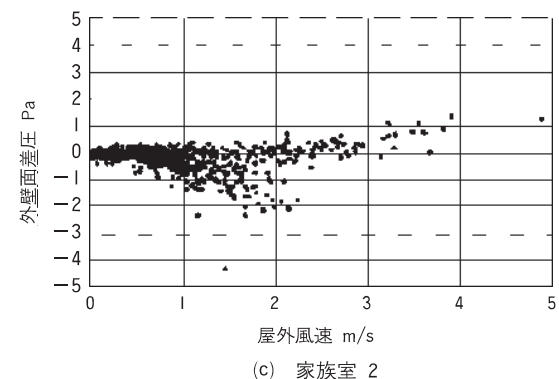
また各室を比較すると、夫婦室5、家族室2、单身室10の順に外壁面差圧の絶対値が大きい傾向にある。单身室10は2階に位置しているが、南側には中庭を挟んで夫婦室や家族室があるため、南よりの風が建物の影響により減衰していることが考えられる。一方、夫婦室と家族室はそれぞれ地上1階と地下1階であるが、南側は



(a) 单身室 10



(b) 夫婦室 5



(c) 家族室 2

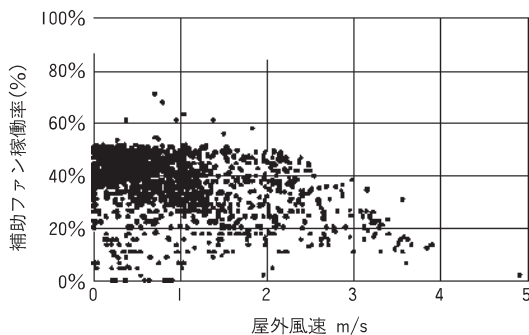
図一5 外壁面差圧と屋外風速との関係

開けた状態であるため、南よりの風が当たりやすい状況にある。

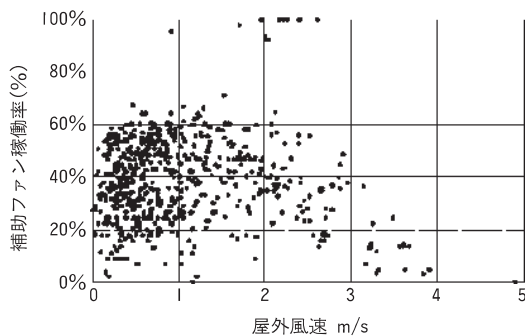
4-4 補助ファン稼働率

自然換気と機械換気の割合を示す補助ファン稼働率と屋外風速との関係を図-6に示す。なお図中の点は15分間の平均値を示す。補助ファン稼働率は機械換気の割合を示しており、稼働率100%はすべて機械換気、また稼働率0%はすべて自然換気の状態である。したがって、稼働率が低いほど自然風を利用している。屋外風速値が高くなると、外壁面差圧も大きくなる傾向にあるため、稼働率は低くなる。

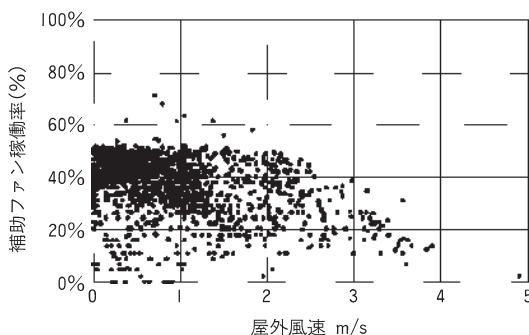
また各室の稼働率平均値は、单身室10で38%、夫婦室5で39%ならびに家族室2で73%である。外壁面差圧の測定結果が比較的小さい单身室10で稼働率が低い。この原因としては、測定期間中でも一部施工作業が行われており、扉や窓の開放などが行われていたことが考えられる。この点はさらに検討を要する。



(a) 单身室 10



(b) 夫婦室 5



(c) 家族室 2

図-6 補助ファン稼働率と屋外風速との関係

4-5 換気量測定結果

家族室2における換気量測定結果を図-7に示す。家族室2の必要換気量(換気回数0.5回/h)は約80m³/hである。したがって、Wind24Sが有効に機能して必要換気量をほぼ確保していることを確認した。また、同時刻の外壁面差圧測定結果を図-8に、外壁面差圧と換気量の関係を図-9にそれぞれ示す。外壁面差圧と換気量との間に有意な相関はみられないため、外壁面差圧の小さな場合(風速が低い場合など)でも必要換気量を確保していることが分かる。

4-6 ホルムアルデヒド濃度測定結果

ホルムアルデヒド濃度測定結果を表-3に示す。測定時の室温が低く、また家具もないことからホルムアルデヒド濃度は基準値(0.08ppm^{#4)}を大きく下回った。したがって、Wind24Sはシックハウス対策として有効であることが分かる。

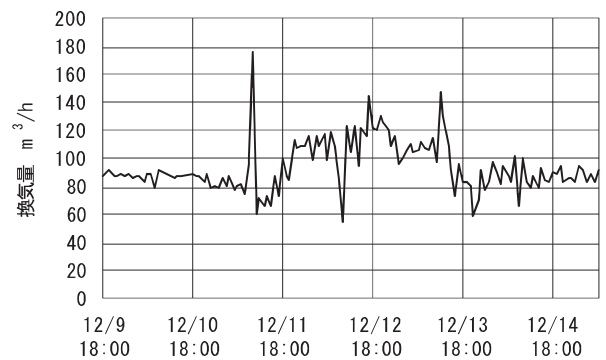


図-7 家族室2の換気量測定結果

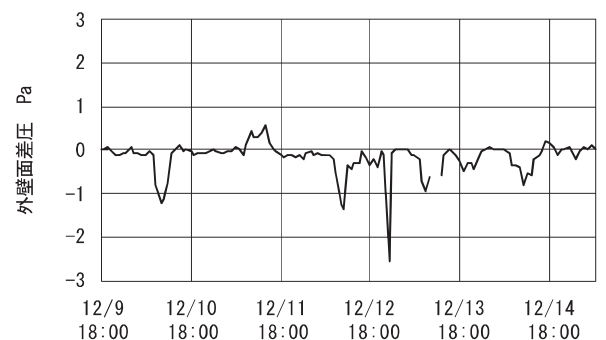


図-8 家族室2の外壁面差圧測定結果

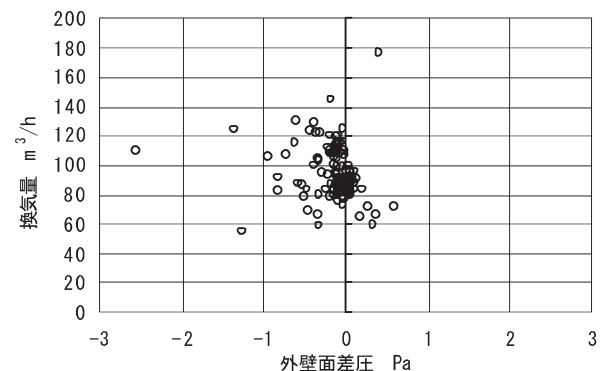


図-9 家族室2における外壁面差圧と換気量の関係

表-3 ホルムアルデヒド濃度測定結果

室名	室温(°C)	ホルムアルデヒド濃度(ppm)
单身室10	8.8	0.00
夫婦室5	9.5	0.01
家族室2	9.9	0.01

4-7 補助ファン稼働率削減効果の検討

実測期間の気象台平均風速から、実測時は年間平均とほぼ同じである。したがって、本実測期間の補助ファン稼働率が年間の稼働率に相当すると考えられ、補助ファン稼働率は、家族室2が70%程度、夫婦室2ならびに单身室10が40%程度であることが分かる。盆地内であるにも関わらず、約半分の電力を削減できることが示された。

§5. おわりに

総合地球環境学研究所のPFI事業の提案に、Wind24Sも環境負荷低減技術の1つとして含まれた。京都は盆地という地形上、風速が低く、Wind24Sによる自然換気が機能するか検討する必要があった。実測結果から、約半分の電力が削減できることが分かり、Wind24Sが本施設の環境負荷低減技術として有効に機能していることを確認した。

謝辞：本実測にご理解ご協力いただいた総合地球環境学研究所の皆様、本物件の設計者である株式会社日建設の皆様および関西支店地球研出張所の職員に心より感謝申し上げます。

注

- 1) ハイブリッド換気とは、風力や煙突効果など自然力を利用した換気と機械換気を併用するものである。自然力を利用し運用エネルギーを抑えながら、自然力が不足するとき機械力で必要換気量を確保するものである。
- 2) 本実測建物北面を測定上の北とした。
- 3) 厚生労働省策定の「室内空气中化学物質の測定マニュアル」に則る。
- 4) 厚生労働省による化学物質の室内濃度指針値である。

参考文献

- 1) 佐藤健一，澤地孝男，梅干野晁：集合住宅用ハイブリッド換気システムの風力換気挙動に関する換気回路モデルと検証，日本建築学会環境系論文集，第591号，pp.15-22，2005.5
- 2) 佐藤健一，澤地孝男，梅干野晁：集合住宅用風力式ハイブリッド換気システムの換気量及び補助ファン発停に関する予測と検証，日本建築学会環境系論文集，第599号，pp.59-66，2006.1