

日本建築学会近畿支部 公開シンポジウム

「学び」の環境を考える ~学校建物の快適性を目指したやさしい環境制御~」

様々な“やさしい”環境制御手法

④ 自然換気



2017.10.27 (金)

大阪大学 大学院工学研究科
地球総合工学専攻 建築工学部門

甲谷 寿史

kotani@arch.eng.osaka-u.ac.jp

- 1. イントロダクション (5分)

- 2. 自然換気利用建築 (15分)
 - 学校建築における自然換気利用
 - 自然換気の要素技術
 - (参考) 大規模オフィスビルの自然換気

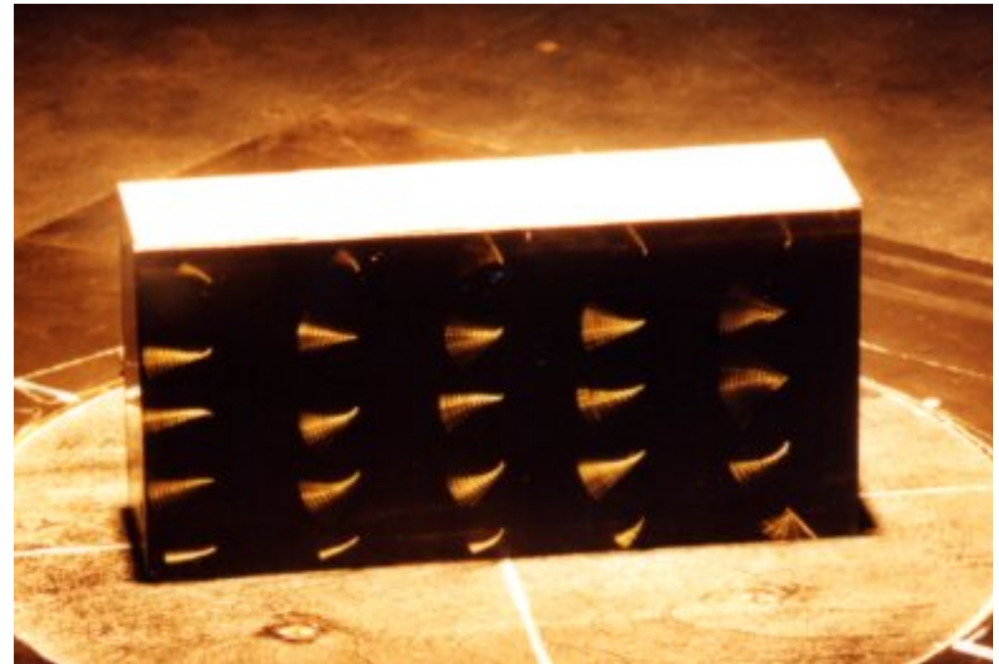
- (参考) 自然換気に関する欧州・日本の研究プロジェクト (5分)

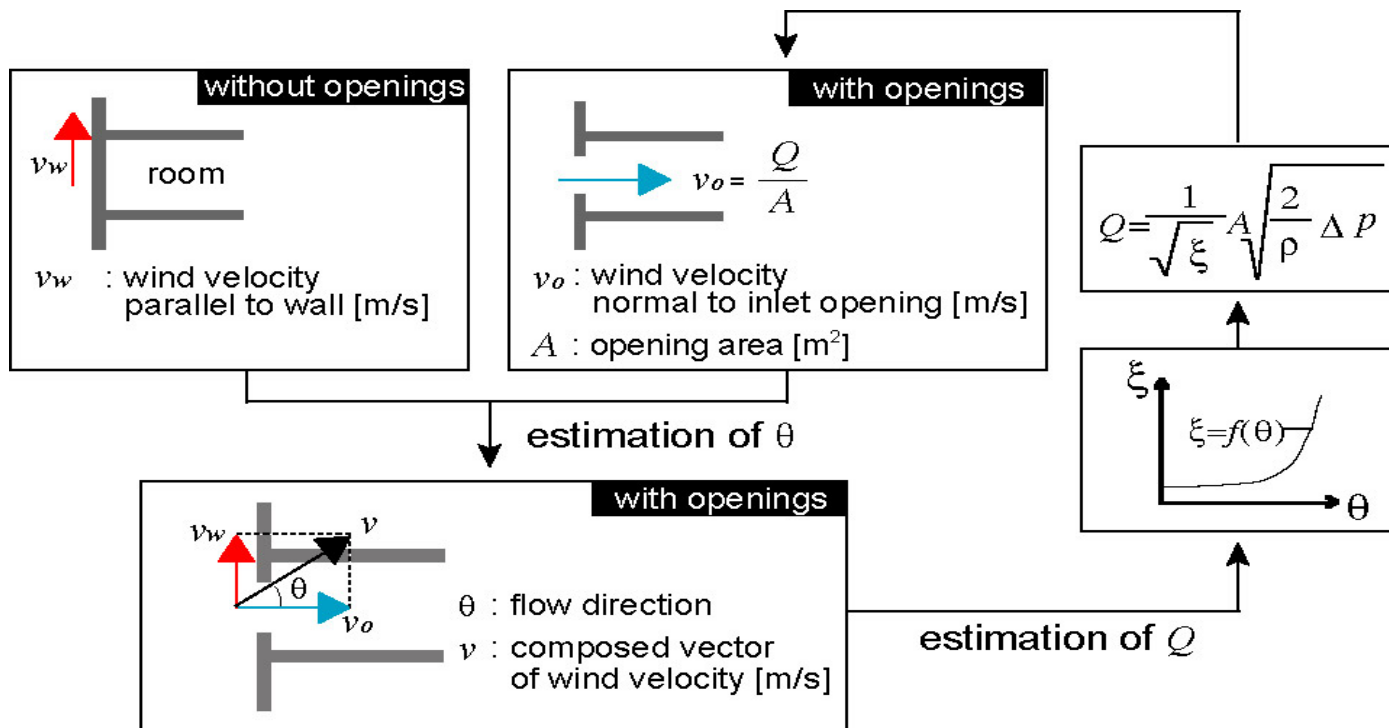
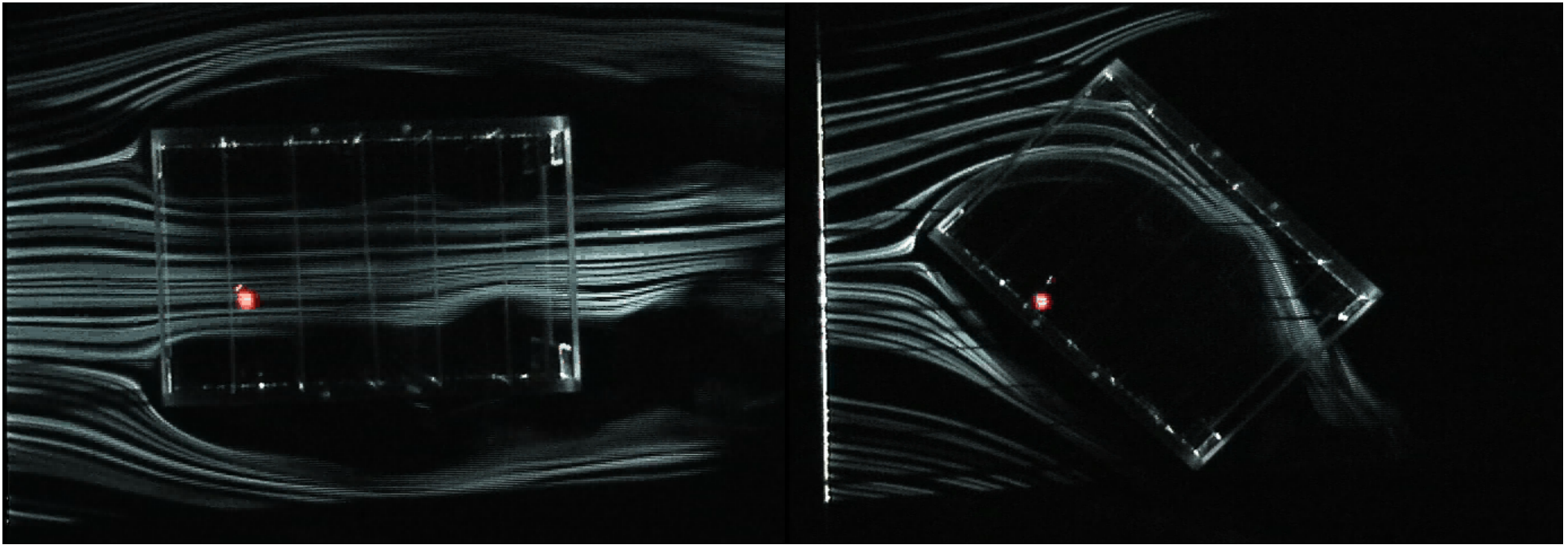
「なぜ隣の夕食がカレーと分かるのか」問題

建物近傍の気流は壁面に沿って流れる

＝壁面近傍気流

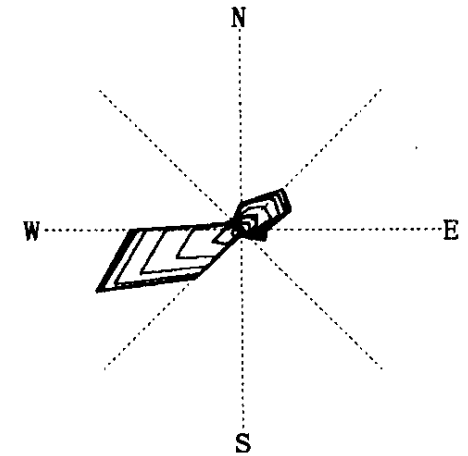
我が家に入ってくる
風は、隣のお宅の前
を通った風





設計製図での自然換気・通風教育

13~18時



(大阪)

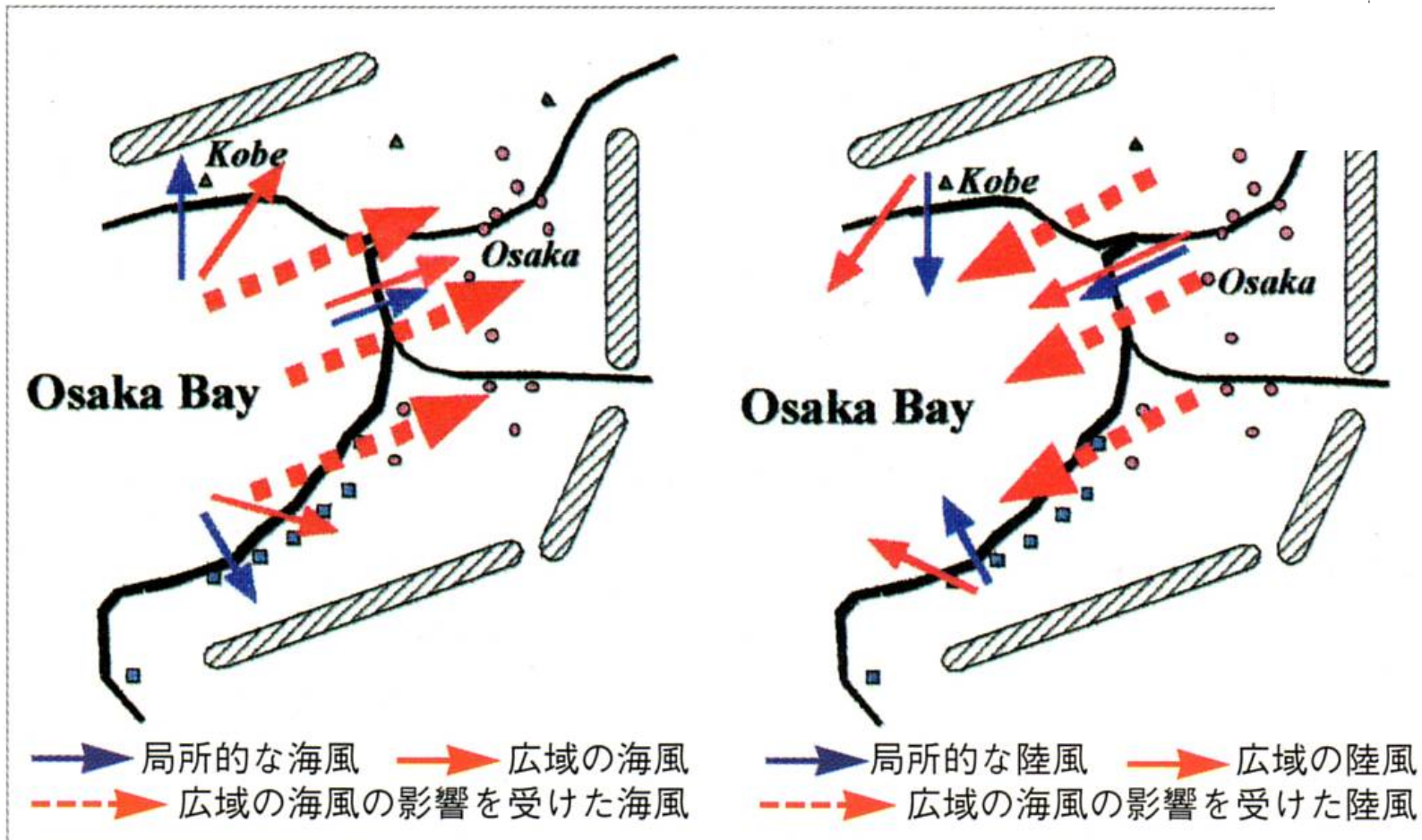


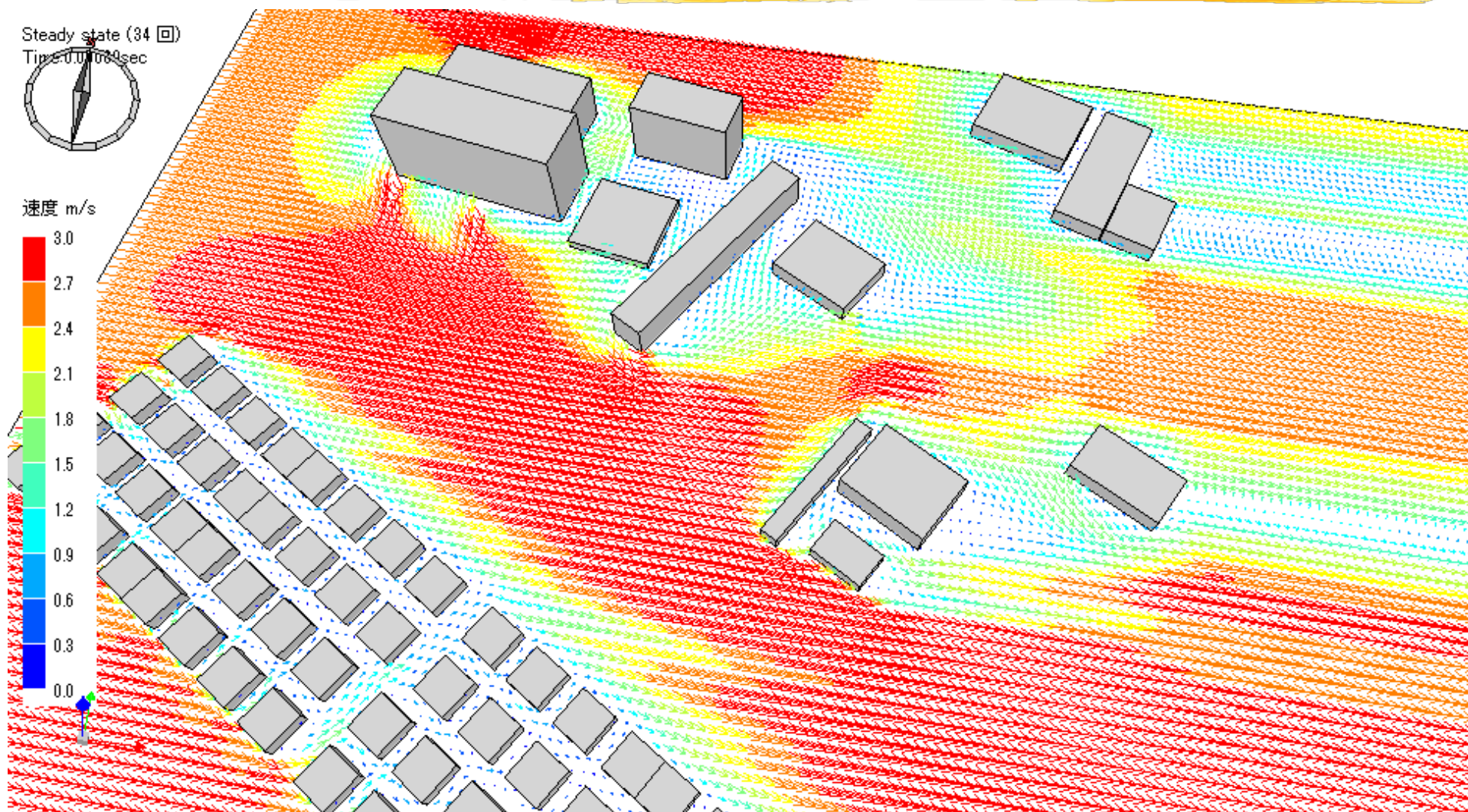
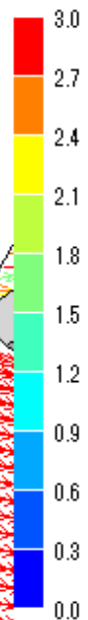
図1 広域の海陸風の影響を受けた大阪湾周辺地域の海陸風の模式図



Steady state (34 回)
Time: 0.000000sec



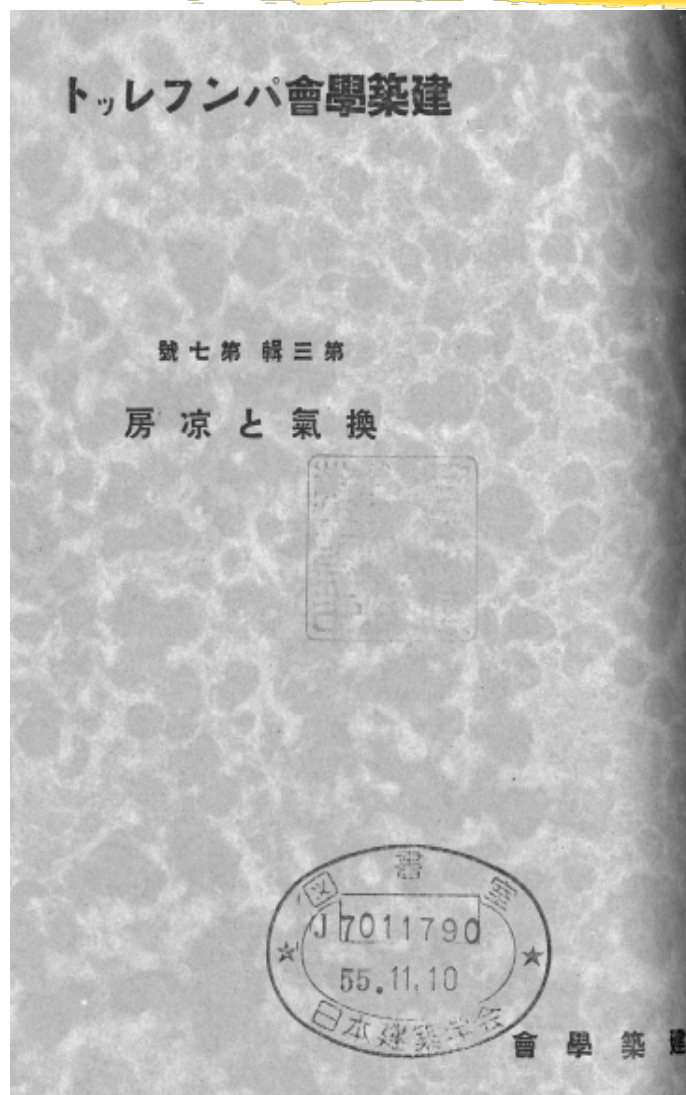
速度 m/s



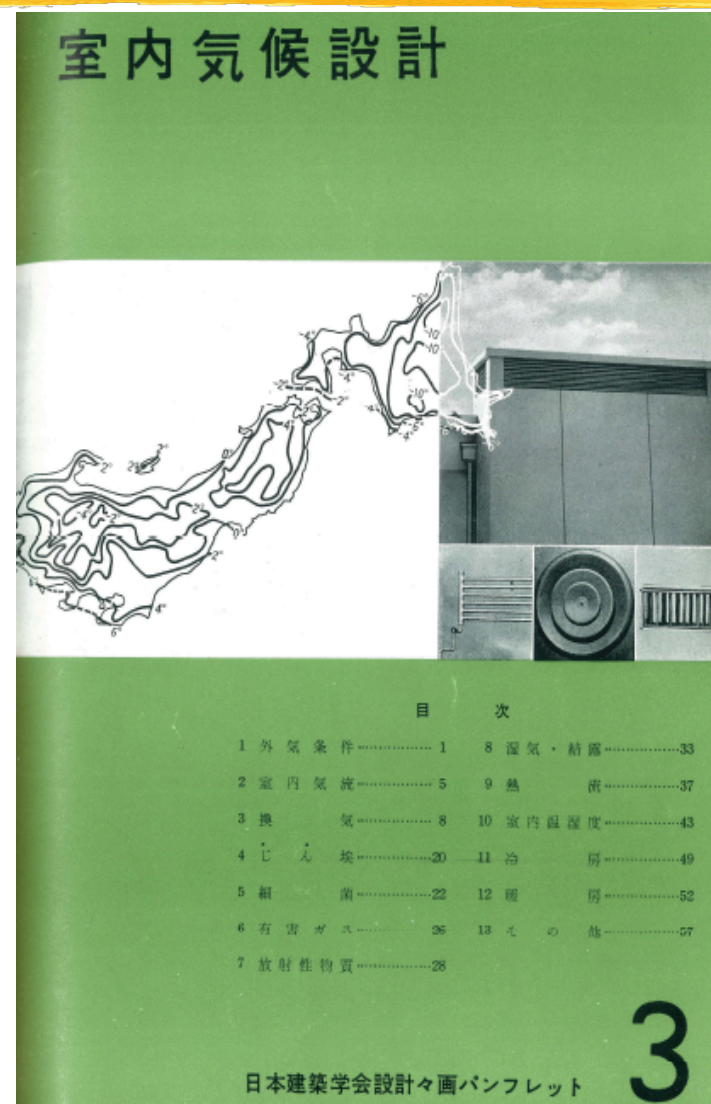
- 日本建築学会論文集、第1巻（1936）
建築計画原論（現在の建築環境工学）分野
 - 換気・通風×2論文
 - 音響×1
 - 昼光×4

- 日本建築学会論文集、第5巻（1937）
 - 換気・通風×3論文
 - 湿気×2
 - 熱的快適×1
 - 音響×3

日本における自然換気・通風研究



- 日本建築学会パンフレット
「換気と涼房」 (1930)



- 日本建築学会設計計画ハンドブック3
「室内気候設計」 (1957)

日本における自然換気・通風研究

2.2 教室の通風をよくするにはどのような窓配置がよいか。

設計上必要な解答

まず、一般的事項として、次のことに注意する必要がある。

(a) その地方の気象条件、特に夏の最多風向をよく考慮して教室の方位・窓配置を定める。

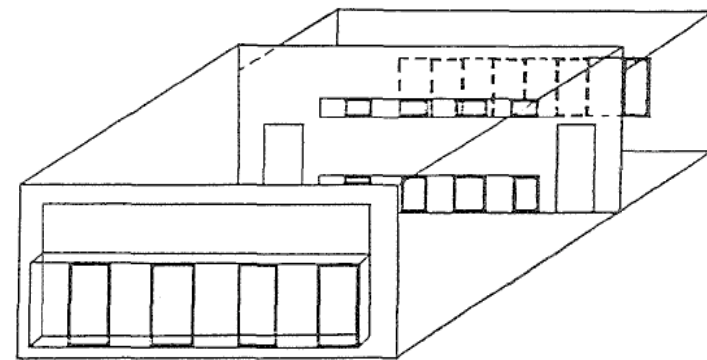
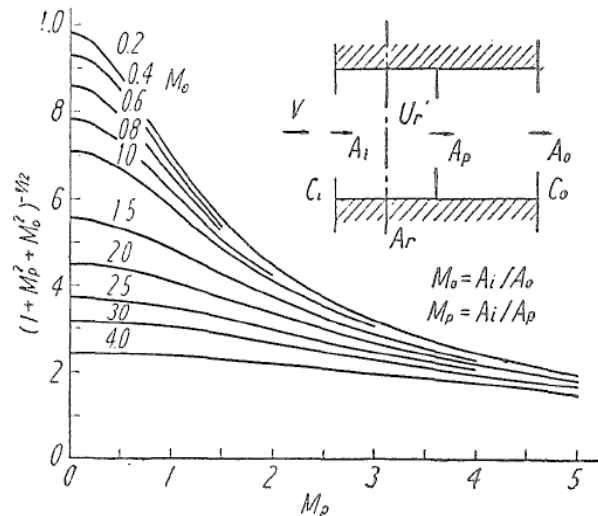
(1.1 参照)。

(b) 風上側に障害物の少ないことが望ましく、棟を相前後し

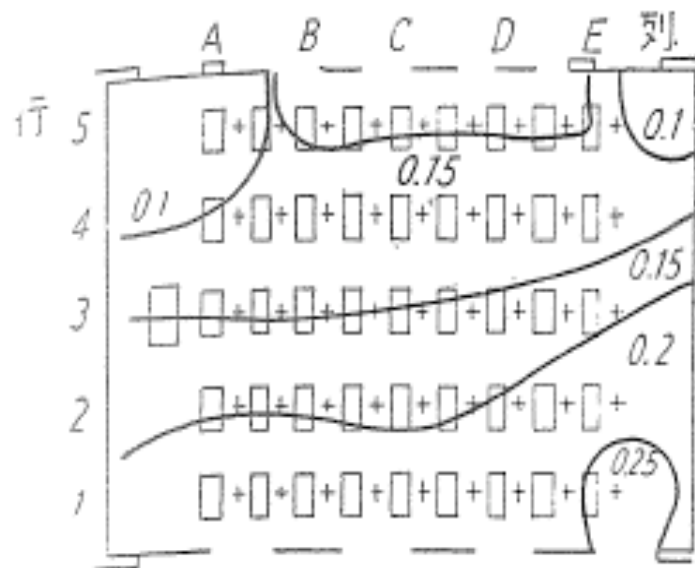
てこの部分の開口には上下段になっている型式(文部省規格型)とそれが中央部にある型式(一般型)とがある(1図参照)。通風上の効果は大差な



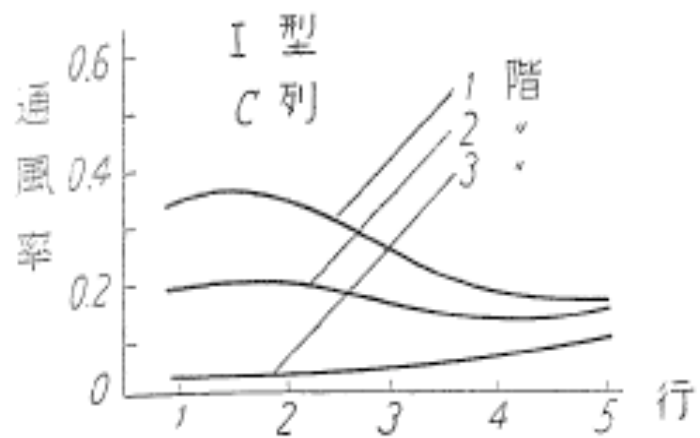
間仕切開口の小さい例



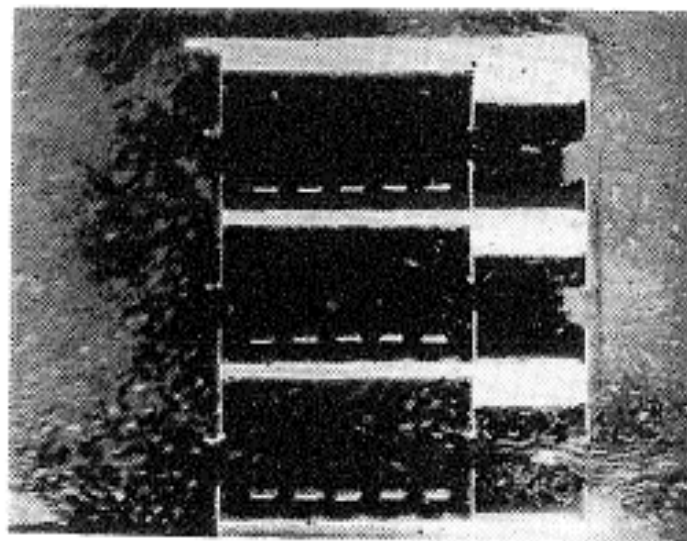
(c) III 型 $M_p : 1.9$
 $M_o : 1.7$



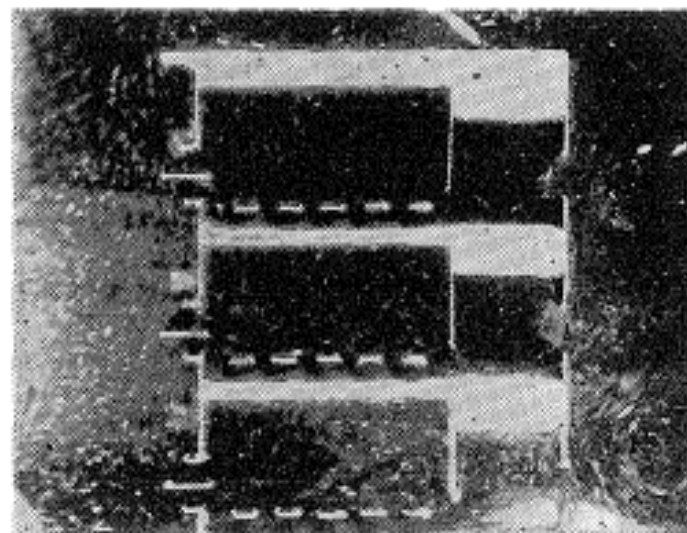
I型 2階
扉：閉



(a)



2.2-5 図 悪い例



2.2-6 図 良い例

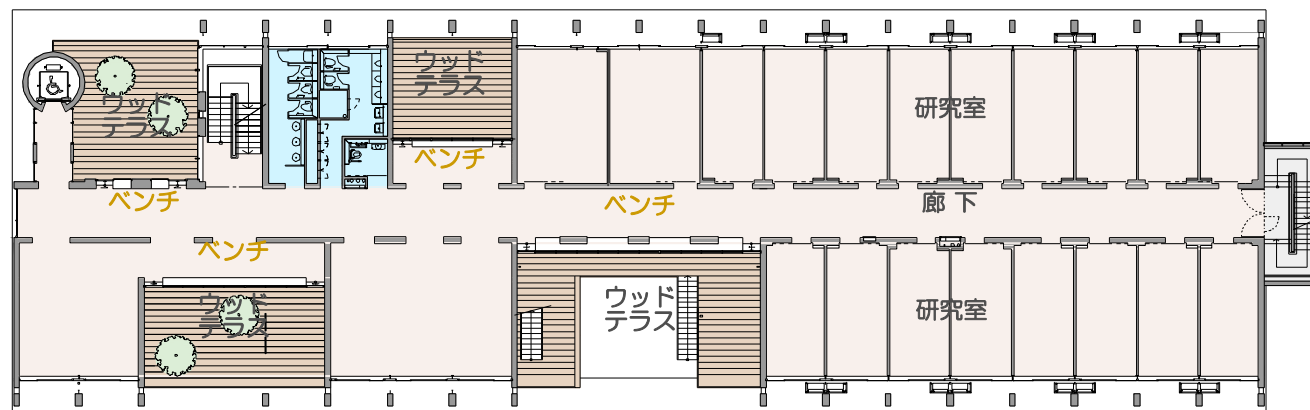
- 1. イントロダクション (5分)

- 2. 自然換気利用建築 (15分)
 - 学校建築における自然換気利用
 - 自然換気の要素技術
 - (参考) 大規模オフィスビルの自然換気

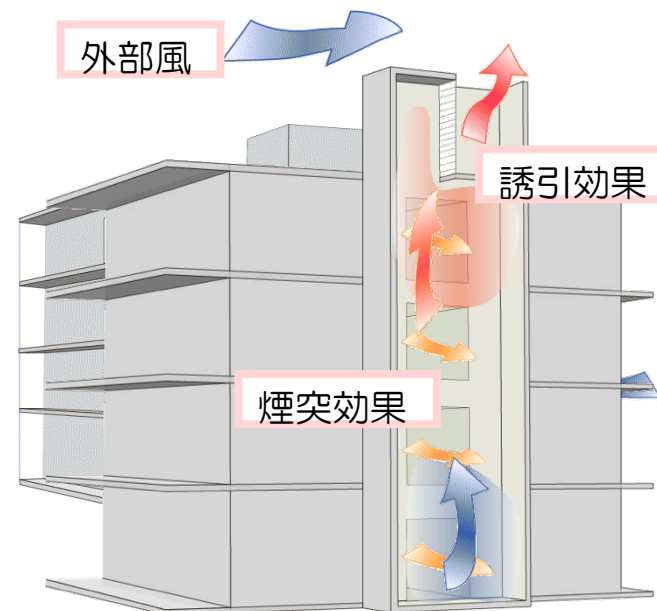
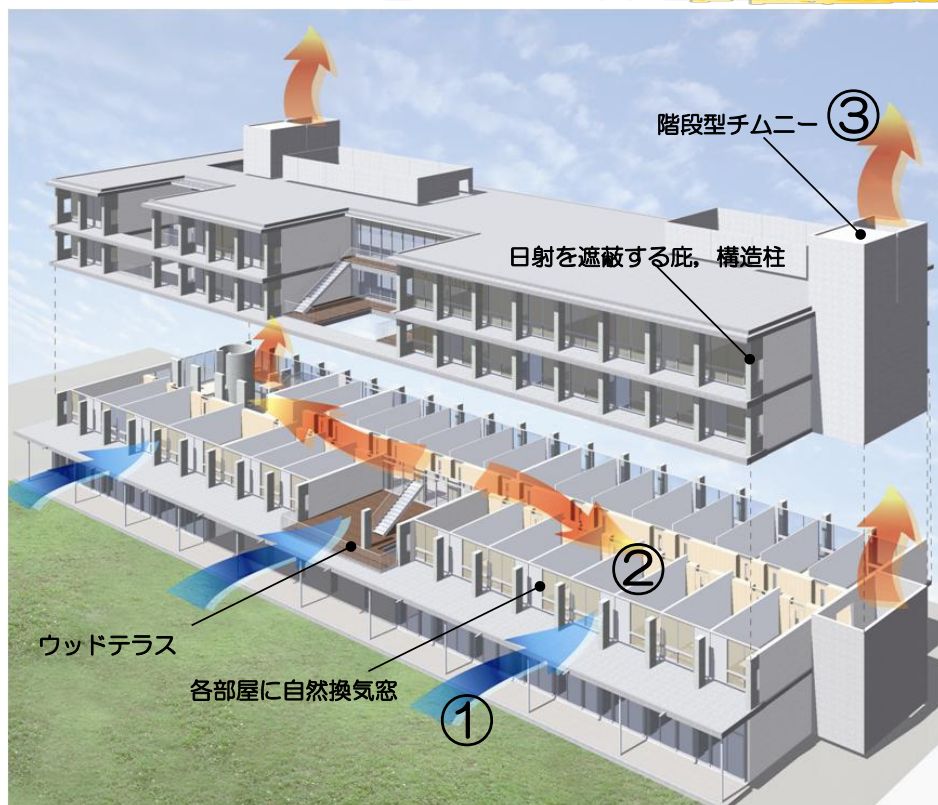
- (参考) 自然換気に関する欧州・日本の研究プロジェクト (5分)

階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気

T大学 (2008、高松市)



階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気



①窓から外気流入

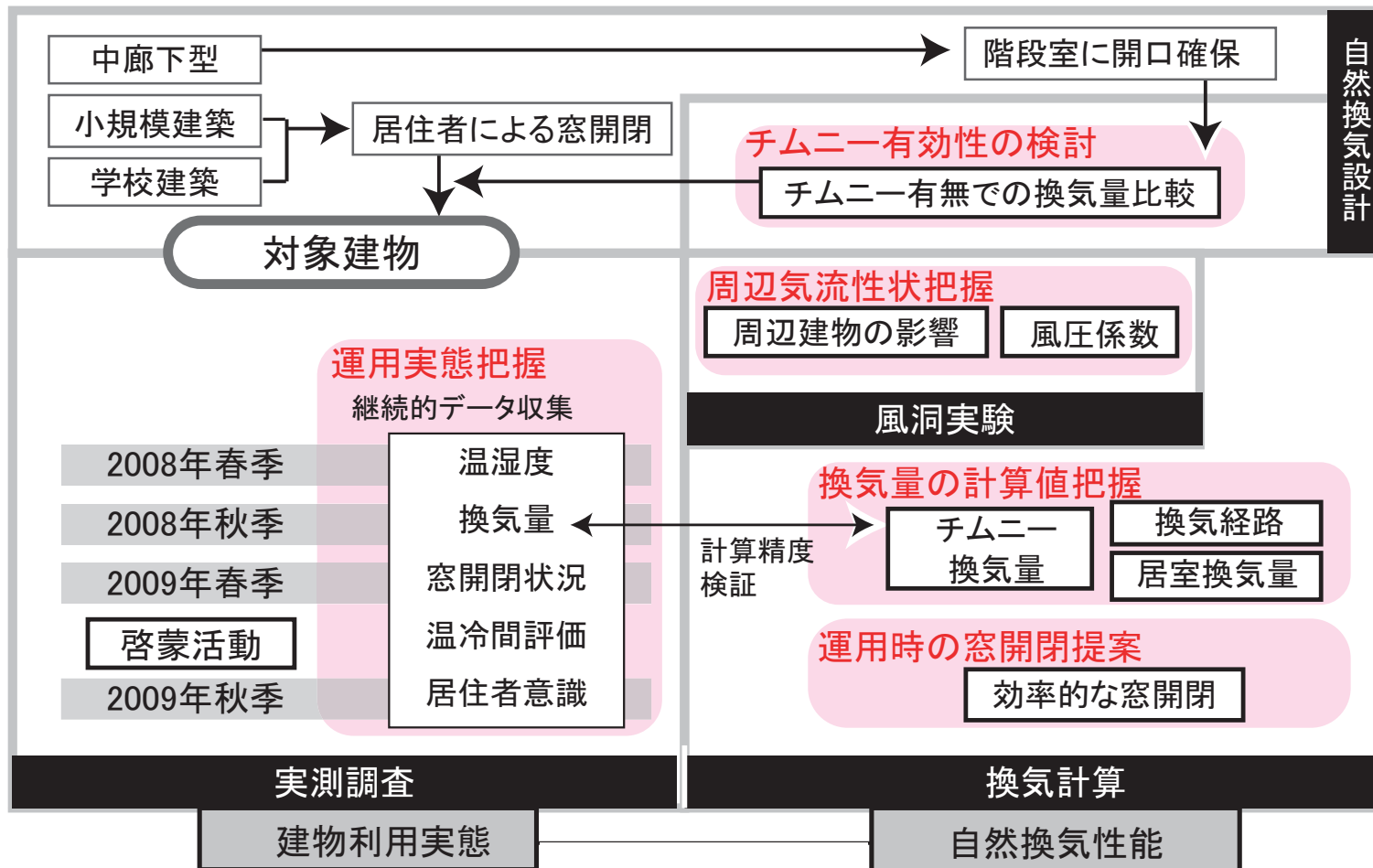


②欄間・扉を介して廊下へ排気



③階段室上部ガラリ

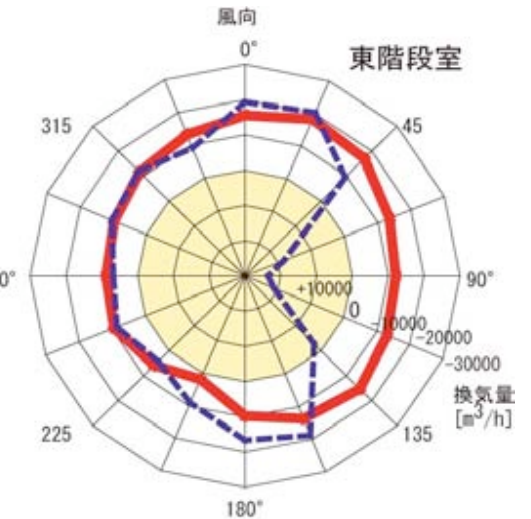
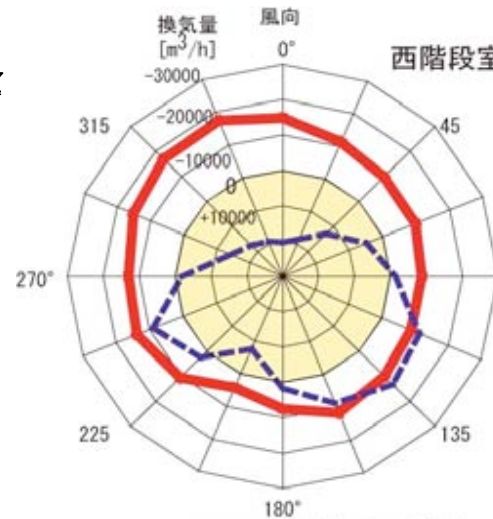
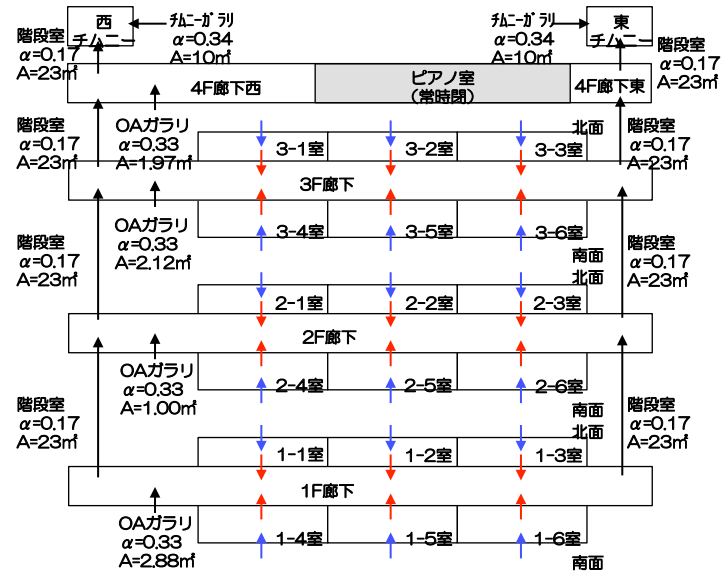
階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気



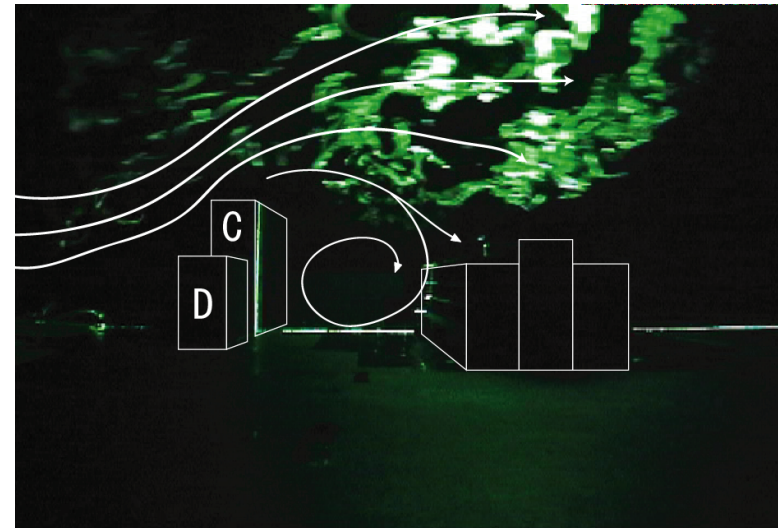
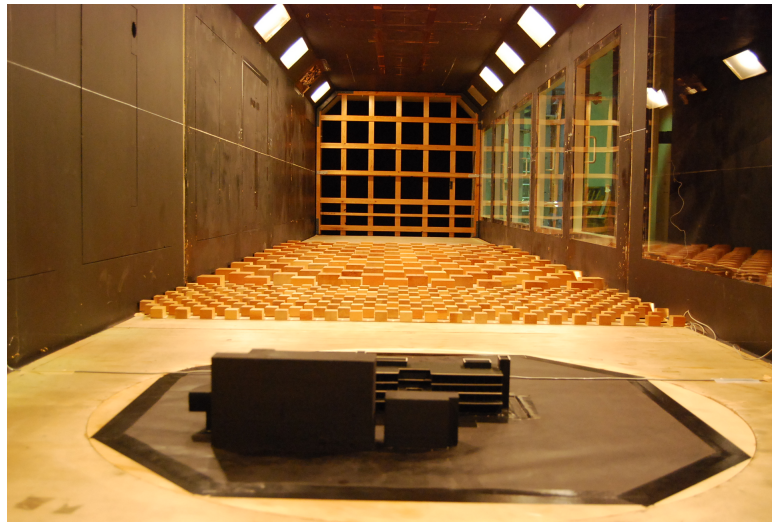
その後の展開

- ・ 2010春季 欄間の改善手法
- ・ 2012冬季 冬季の換気量、チムニー閉鎖の効果検証

階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気



— チムニー設置
- - - 各階階段室に開口設置 (総面積はチムニートップと同面積)



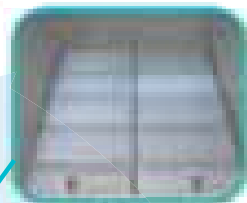
階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気

地球温暖化防止のため
いま、できることから始める



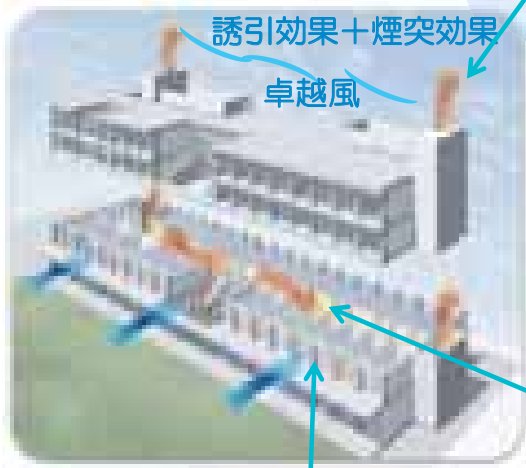
18~26℃

窓を開けましょう
自然換気が効果的です。



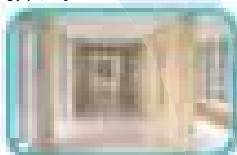
誘引効果+煙突効果

卓越風



③

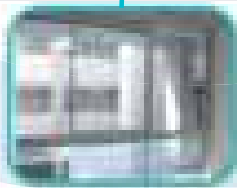
廊下から階段室を
経由して、上空へ
排気



② 廊下扉と欄間から
廊下へ排気

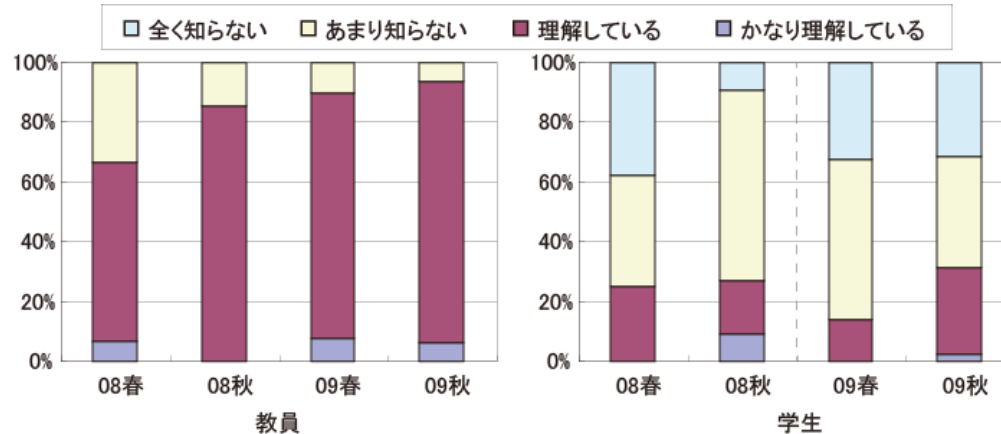


① 研究室の窓から新鮮な
外気を導入

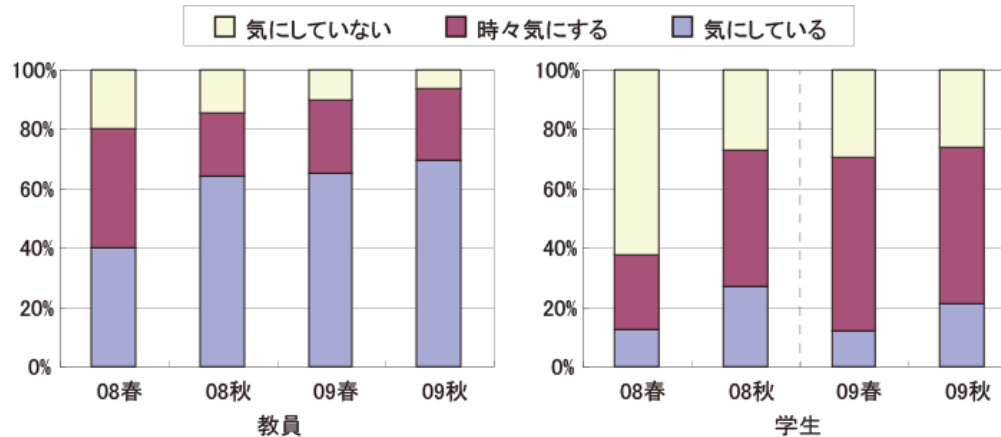


ウィンドチムニーを利用した自然換気システム

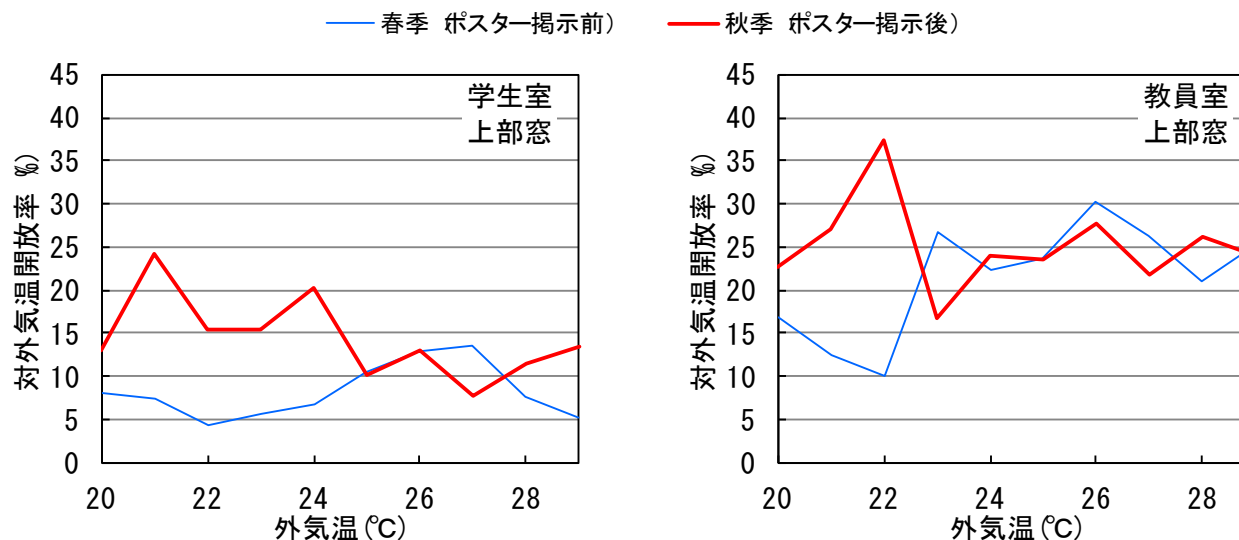
Q. 自然換気の利用法について理解していますか？



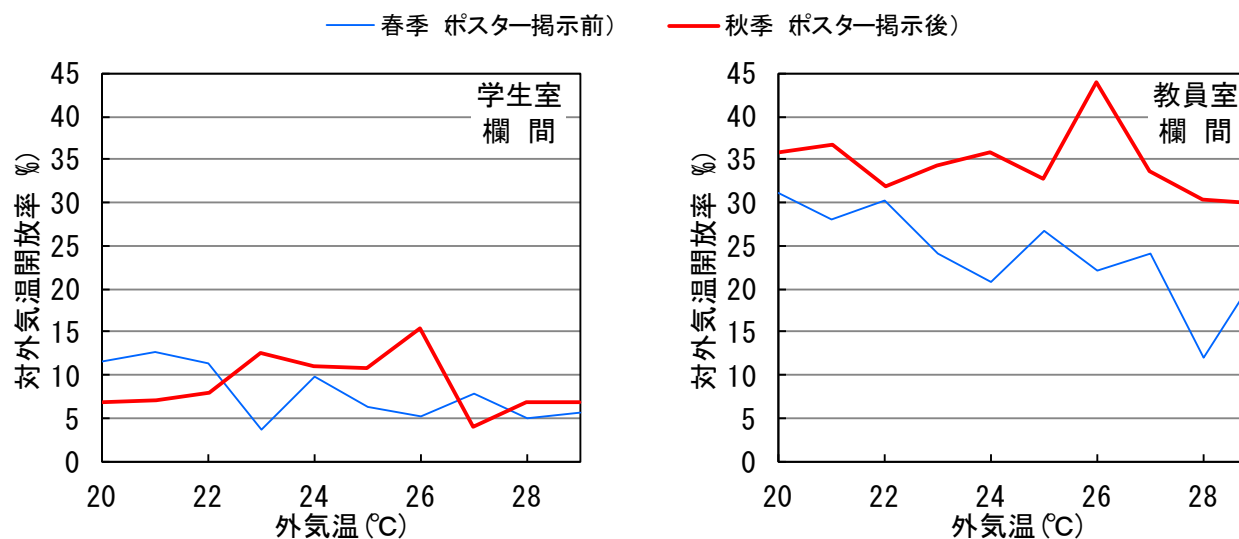
Q. 窓の開閉状況を気にしていますか？



階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気



ポスター掲示前後の上部窓開放率比較



ポスター掲示前後の欄間開放率比較

階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気



(a) ガラリ



(b) 片開き窓



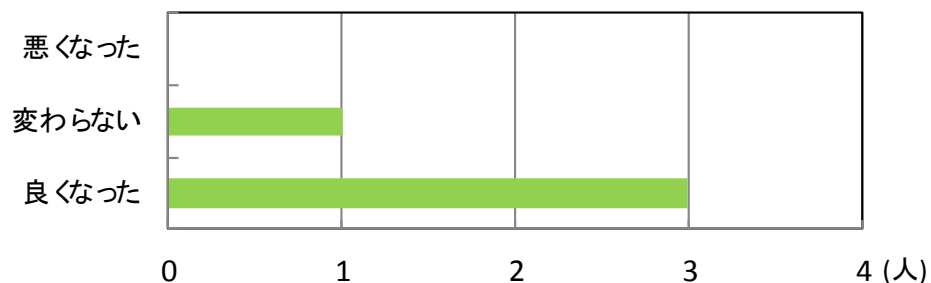
(c) スライド窓



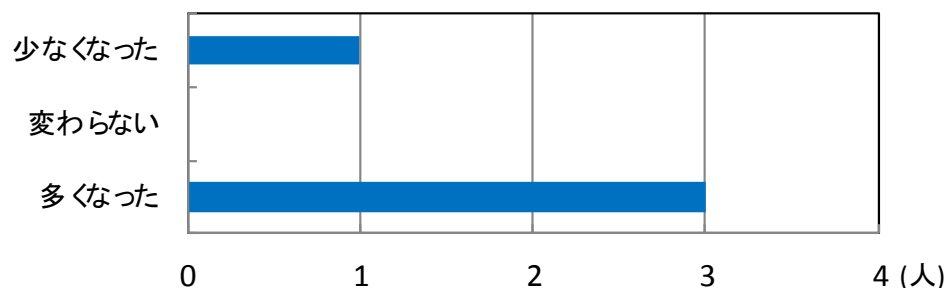
(d) 欄間ガラリ

階段室型チムニーを有する学校建築の自然換気

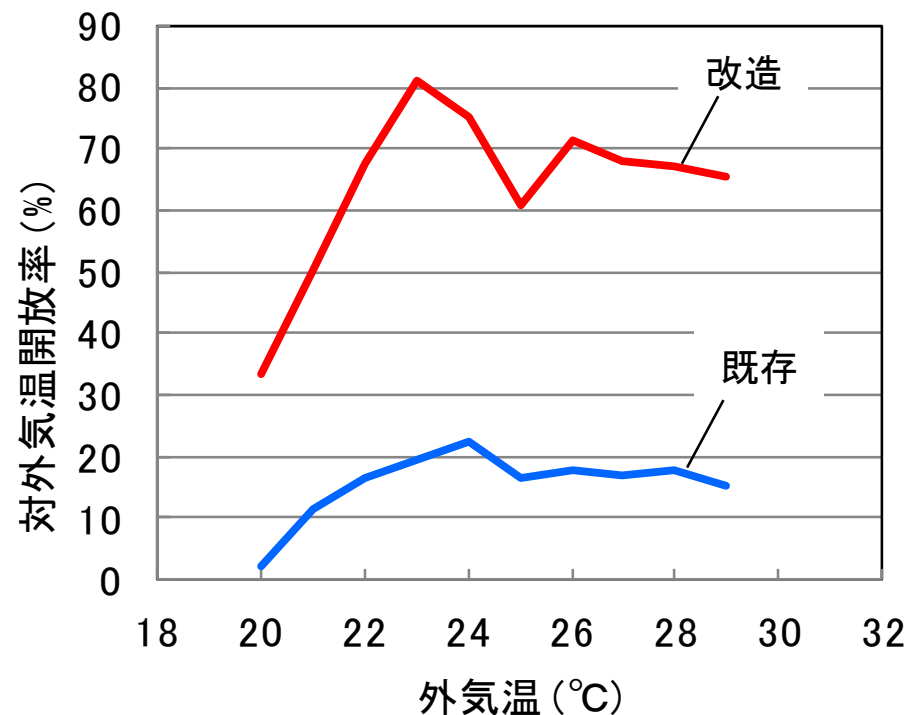
Q.以前の欄間・扉と比較して、使い勝手（開閉操作）はどうですか？



Q.以前の欄間・扉と比較して、使用頻度はどうなりましたか？

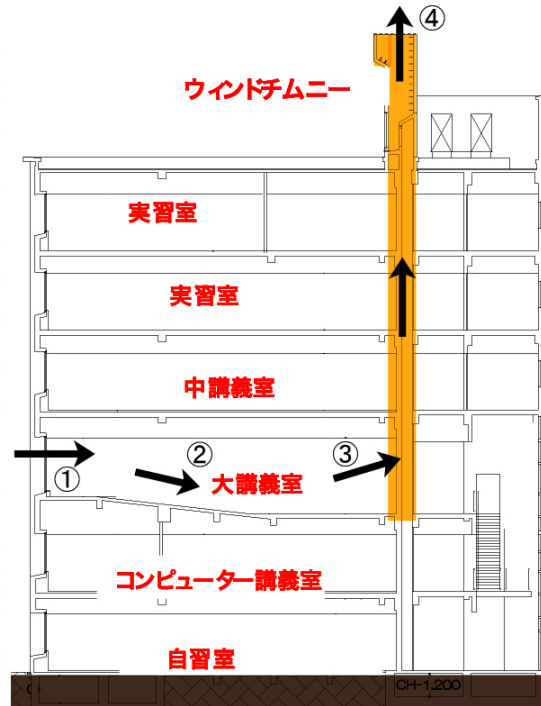


扉・欄間の使用感・頻度



欄間・扉改造による窓開放率

チムニーによる大講義室の自然換気



3階講義室

3階講義室後部開口部

システム説明パネル

K大学
(2008、
神戸市)

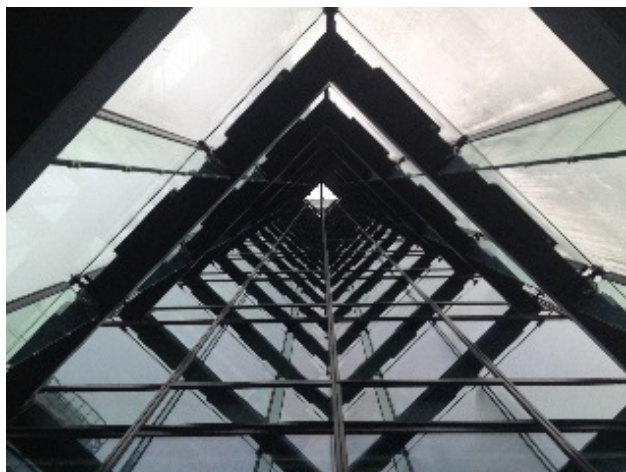
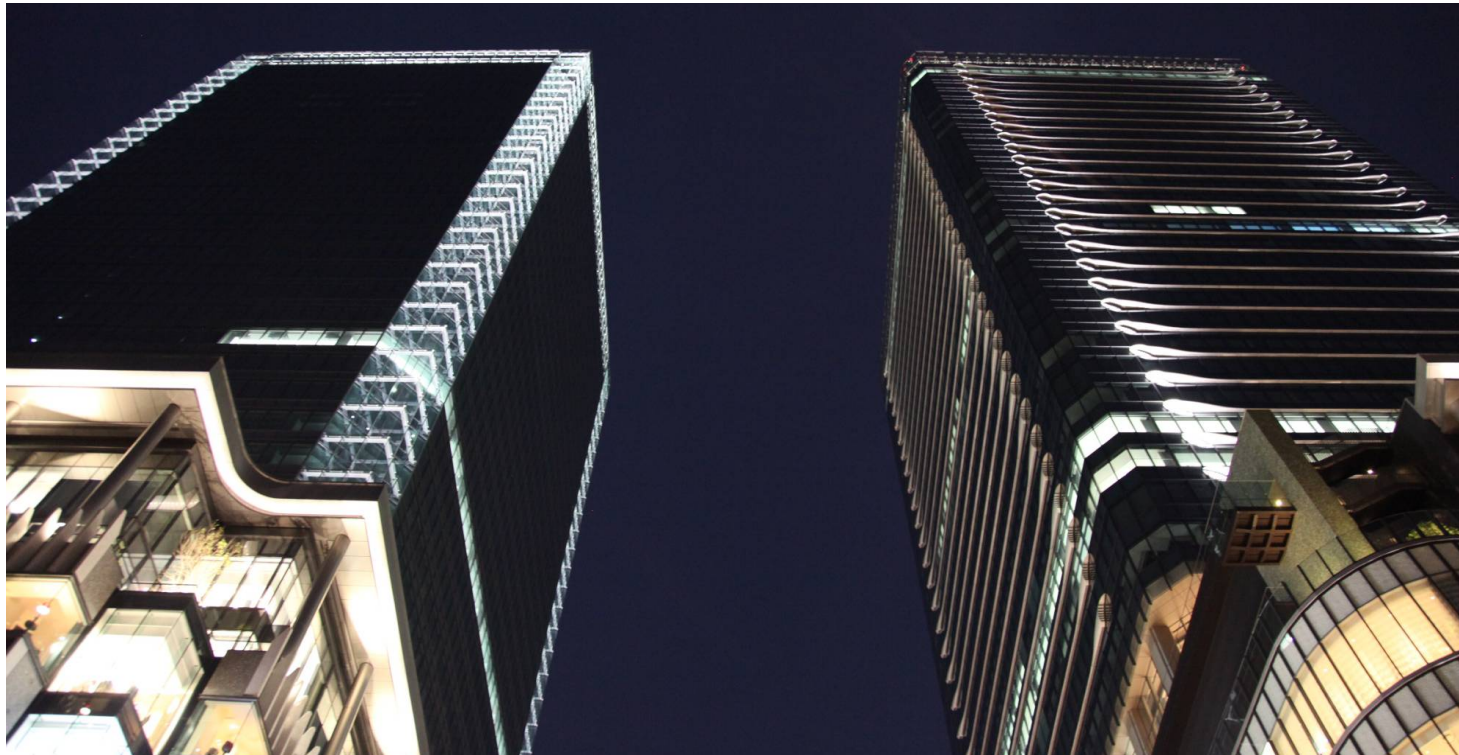


- 1. イントロダクション (5分)

- 2. 自然換気利用建築 (15分)
 - 学校建築における自然換気利用
 - 自然換気の要素技術
 - (参考) 大規模オフィスビルの自然換気

- (参考) 自然換気に関する欧州・日本の研究プロジェクト (5分)

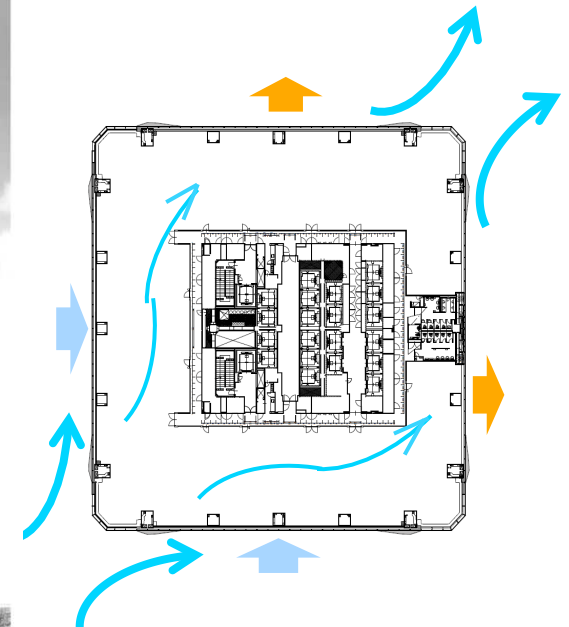
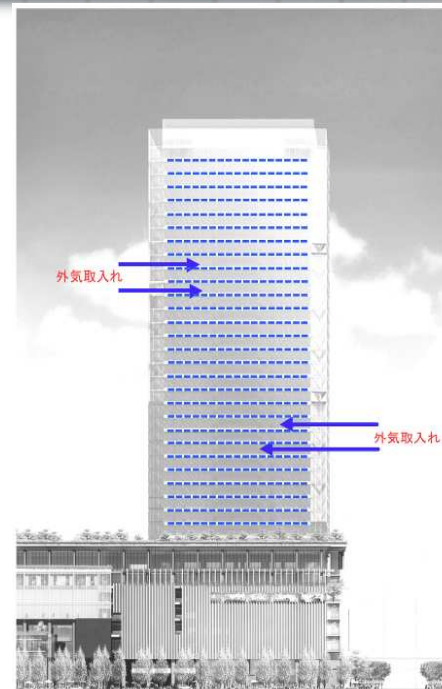
大規模オフィスビルの自然換気



Gビル
(2013、
大阪市)

大規模オフィスビルの自然換気

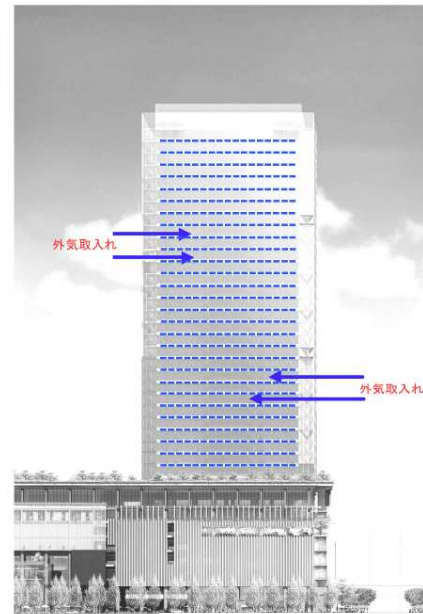
エアインテーク



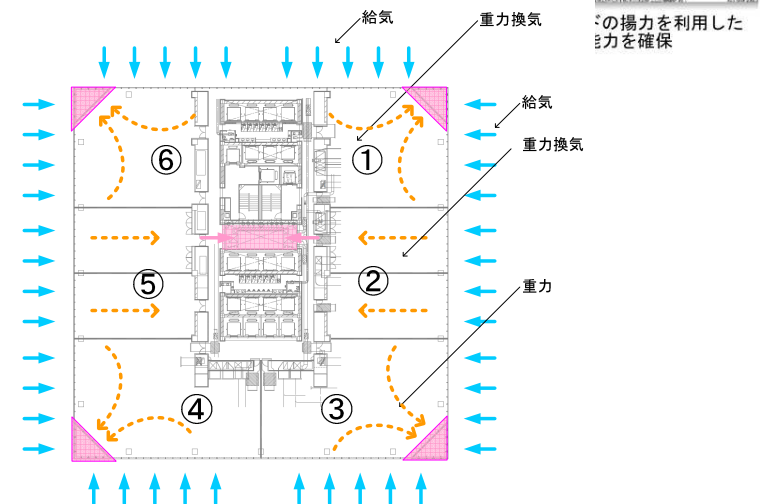
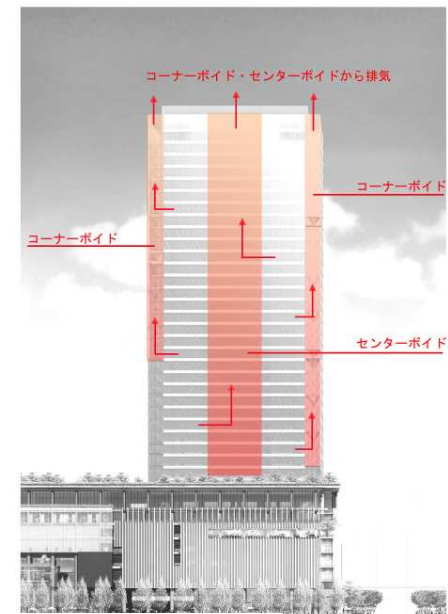
大規模オフィスビルの自然換気



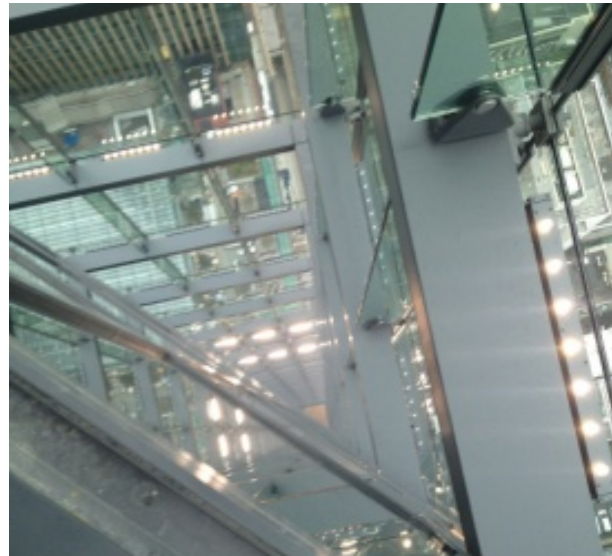
コーナーボイド



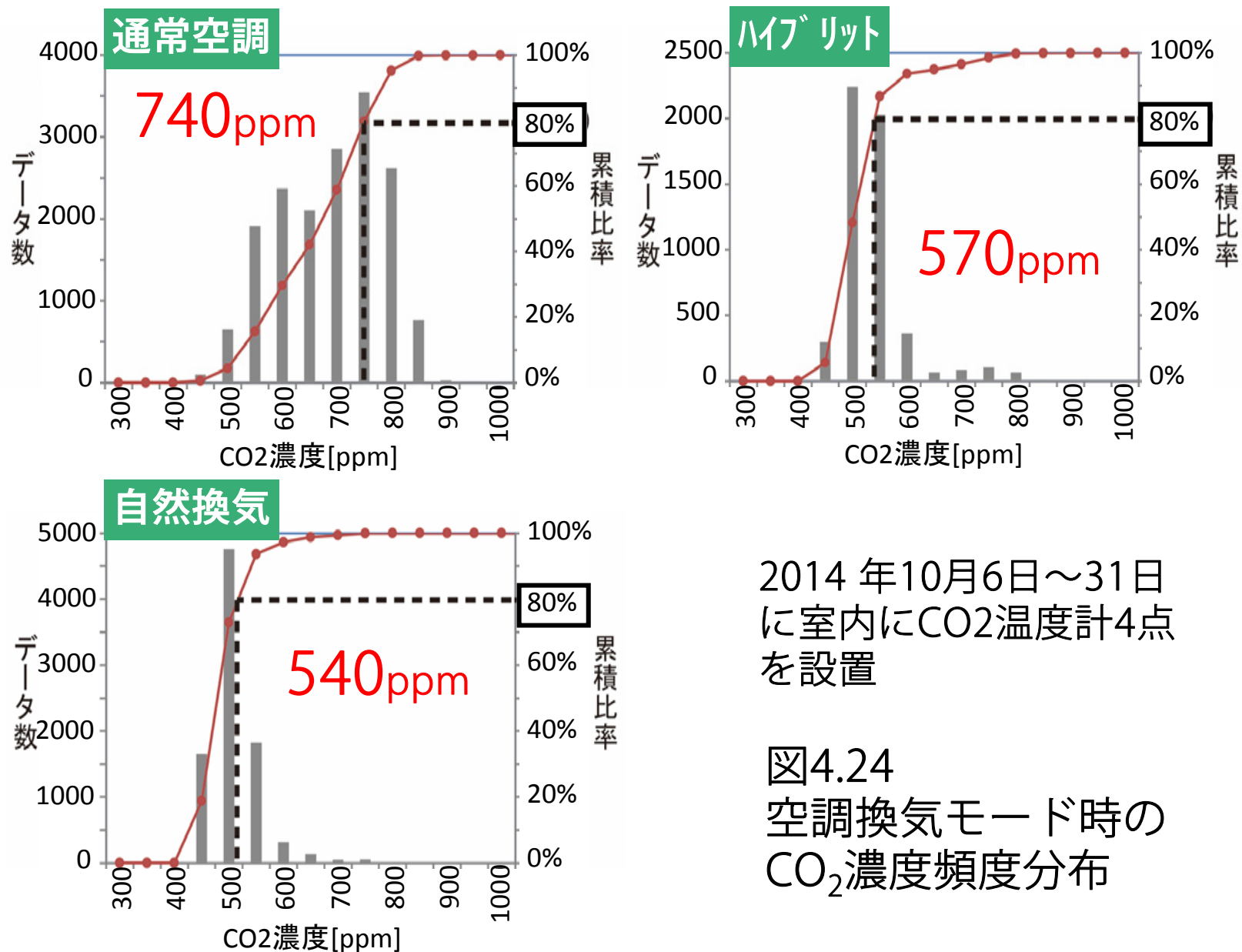
各方位とも外壁の:



大規模オフィスの自然換気



大規模オフィスの自然換気



2014年10月6日～31日に室内にCO2温度計4点を設置

図4.24
空調換気モード時のCO₂濃度頻度分布

- 1. イントロダクション (5分)

- 2. 自然換気利用建築 (15分)
 - 学校建築における自然換気利用
 - 自然換気の要素技術
 - (参考) 大規模オフィスビルの自然換気

- (参考) 自然換気に関する欧州・日本の研究プロジェクト (5分)

- BRE NatVentプロジェクト（1995）
 - ＞ CIBSE自然換気グループ

- IEA-EBC HybVent（Annex42, 1998-2002）
 - ＞ Venticool（Annex62, 2014-2017）
 - ＞ EPBD、REHVAガイドブック

- ASHRAE Natural ventilation project
 - ＞ Standard 55（thermal comfort）、ISO 7730

- AIJ 自然換気設計ハンドブック（2013）
 - ＞ 英語版発刊（2016）

自然換気に関する動向

■ BRE NatVentプロジェクト (1995) CIBSE自然換気グループ

- マニュアル発行 (1997)
- 換気量計算法志向
- Annex62との連携



ISSUE 12 Natural Ventilation News
November 2015

THE NEWSLETTER OF THE CIBSE NATURAL VENTILATION GROUP

this issue
Overheating Corridors P.2
Using the New CIBSE Design Summer Years P.4
UK Joins Air Infiltration and Ventilation Centre P.7

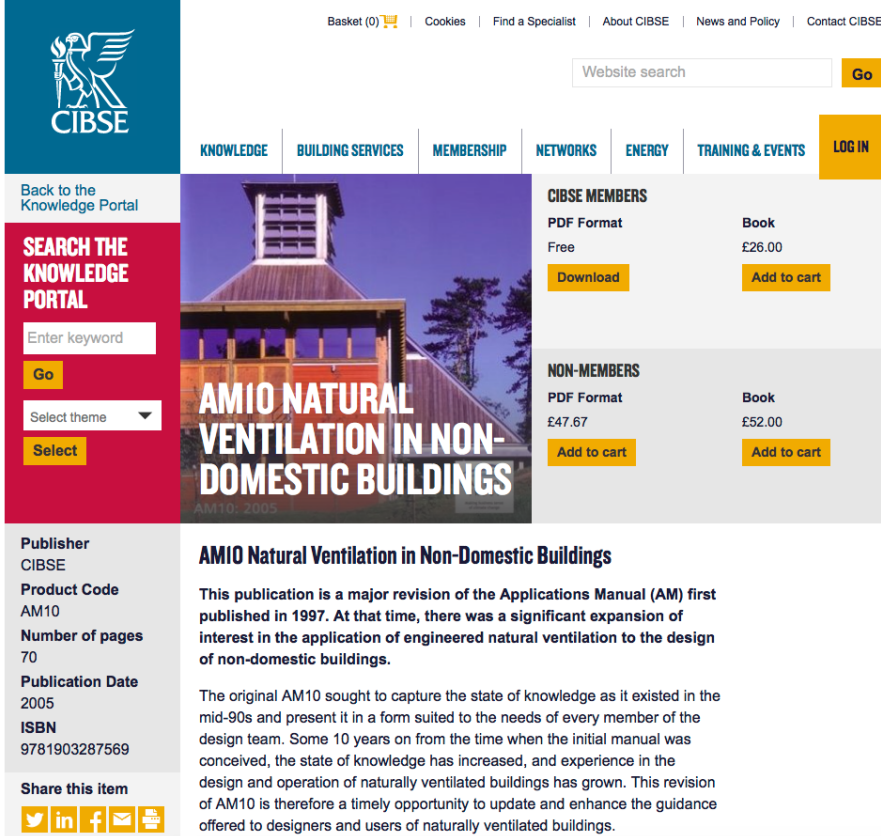
www.cibse.org/nvg

EDITORIAL
Building Relationships

About Natural Ventilation News
This Newsletter is produced by the CIBSE Natural Ventilation Group Management Committee to inform members and potential members of the work being undertaken by the Group to benefit the discipline of natural ventilation within CIBSE. The management committee wish to encourage contact with all interested partners. Communication can be directed to the Group at CIBSE Headquarters or to individual Management Committee members.

The CIBSE Natural Ventilation Group is building relationships and branching out.

collaborator in International Energy Agency Annex 62 that is investigating ventilative cooling and co-organizes events including the annual AIVC



Basket (0) | Cookies | Find a Specialist | About CIBSE | News and Policy | Contact CIBSE

Website search

KNOWLEDGE | BUILDING SERVICES | MEMBERSHIP | NETWORKS | ENERGY | TRAINING & EVENTS | LOG IN

Back to the Knowledge Portal

SEARCH THE KNOWLEDGE PORTAL

Enter keyword

Select theme

AMIO NATURAL VENTILATION IN NON-DOMESTIC BUILDINGS
AM10: 2005

CIBSE MEMBERS
PDF Format: Free
Book: £26.00

NON-MEMBERS
PDF Format: £47.67
Book: £52.00

Publisher
CIBSE

Product Code
AM10

Number of pages
70

Publication Date
2005

ISBN
9781903287569

Share this item

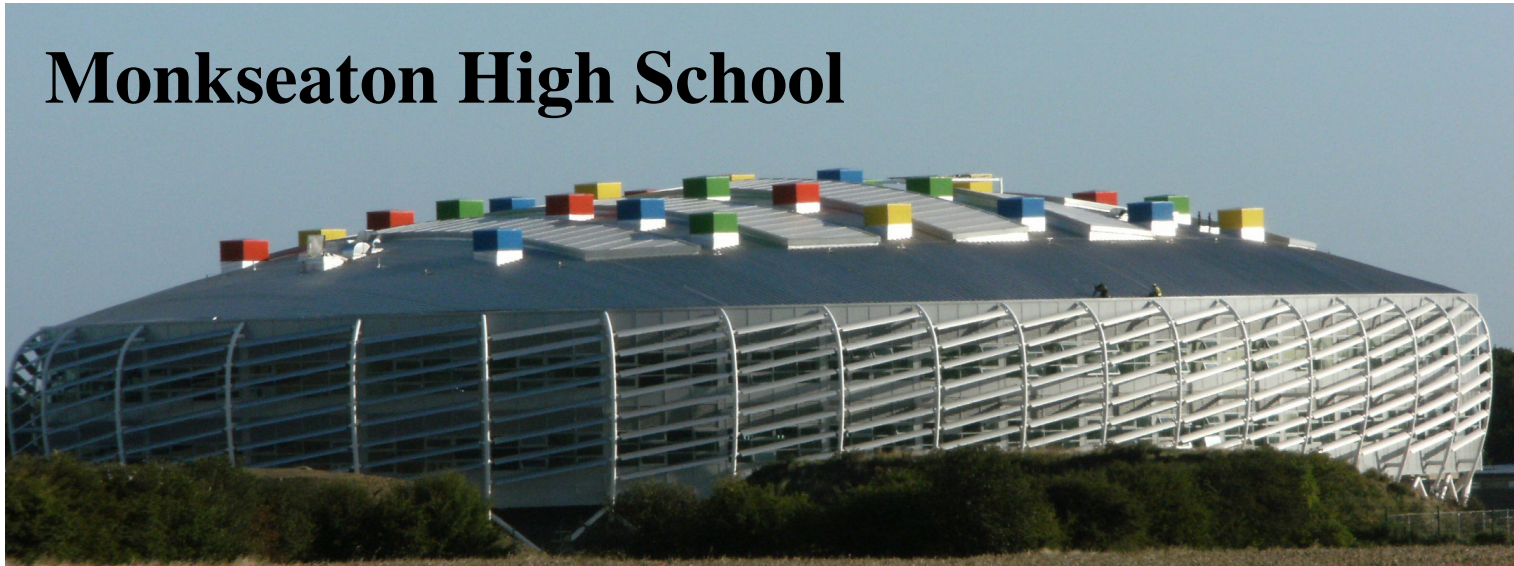
AMIO Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings

This publication is a major revision of the Applications Manual (AM) first published in 1997. At that time, there was a significant expansion of interest in the application of engineered natural ventilation to the design of non-domestic buildings.

The original AM10 sought to capture the state of knowledge as it existed in the mid-90s and present it in a form suited to the needs of every member of the design team. Some 10 years on from the time when the initial manual was conceived, the state of knowledge has increased, and experience in the design and operation of naturally ventilated buildings has grown. This revision of AM10 is therefore a timely opportunity to update and enhance the guidance offered to designers and users of naturally ventilated buildings.

自然換気に関する動向

Monkseaton High School



Houghton Hall



■ IEA-EBC HybVent (Annex35, 1998-2002)

- 省エネルギー志向
- ハイブリッド換気概念



Annex 35

IEA - ECBCS Annex 35 HybVent

Background

Objectives

Products

Research Programme

Annex 35

Pilot Study Buildings

Publications

Contacts and Participants

Project area

Site guide

Annex 35 HybVent - is a taskshared international research project initiated by the IEA Implementing Agreement "Energy Conservation in Buildings and Community Systems (ECBCS)". Annex 35 is a four-year project running from 1998-2002 with about 30 research institutes, universities and private companies from 15 countries world wide participating.

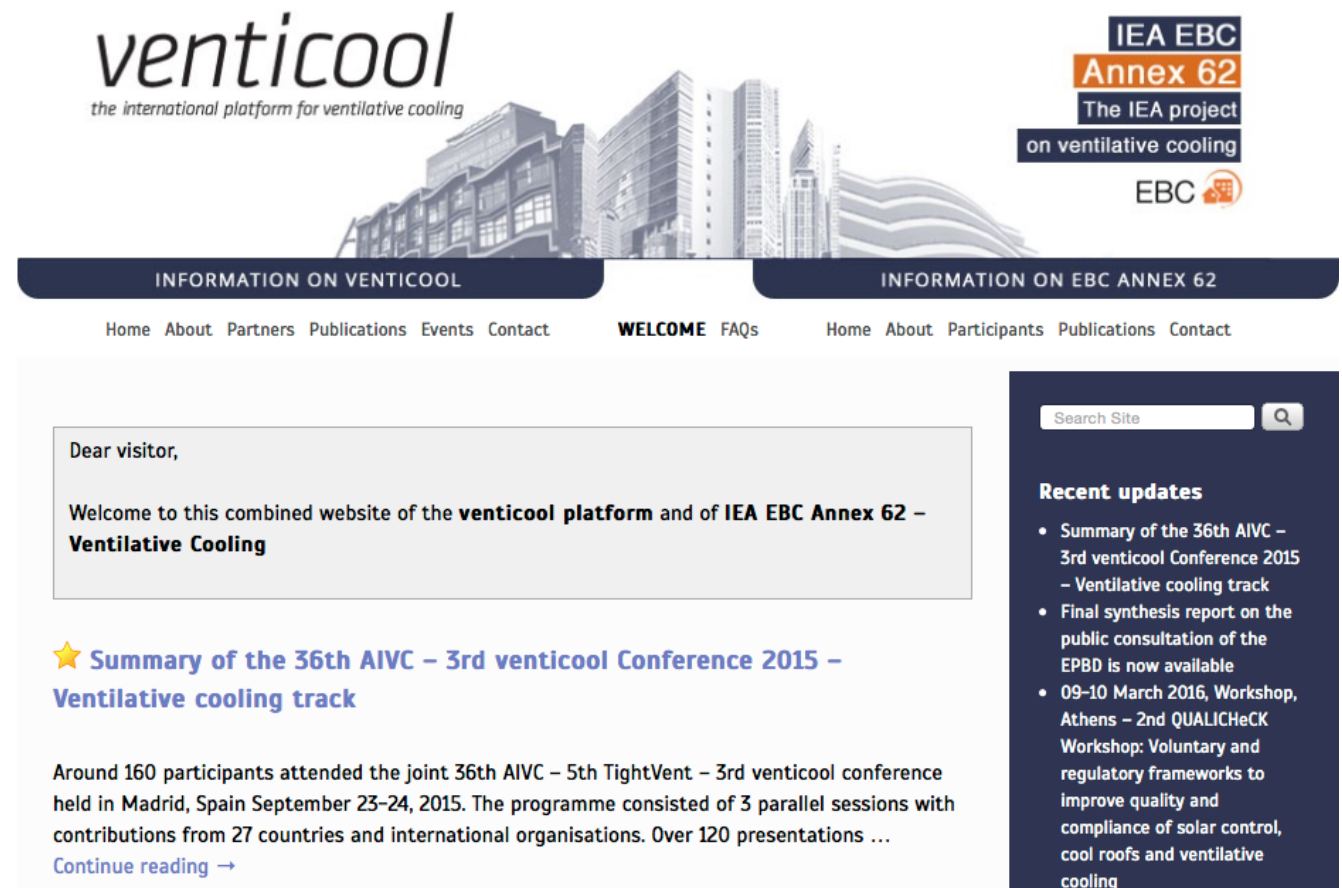
The project has been followed up by an EU project [RESHYVENT](#), which focuses on hybrid ventilation in residential buildings.



■ Ventilative cooling (Annex62, 2014-2017)

■ 自然換気に限らない換気による外気冷房

- 過熱の防止
- 政策反映
- エネルギー計算への換気効果の組み込み



The screenshot shows the homepage of the venticool website. The header features the venticool logo with the tagline "the international platform for ventilative cooling" and the IEA EBC Annex 62 logo, which identifies it as "The IEA project on ventilative cooling". Below the header, there are two main navigation sections: "INFORMATION ON VENTICOOL" and "INFORMATION ON EBC ANNEX 62". The "INFORMATION ON VENTICOOL" section includes a "WELCOME" message and a link to a "Summary of the 36th AIVC - 3rd venticool Conference 2015 - Ventilative cooling track". The "INFORMATION ON EBC ANNEX 62" section includes a search bar and a "Recent updates" section with a list of news items.

venticoool
the international platform for ventilative cooling

IEA EBC
Annex 62
The IEA project
on ventilative cooling
EBC

INFORMATION ON VENTICOOL

Home About Partners Publications Events Contact

WELCOME FAQs

INFORMATION ON EBC ANNEX 62

Home About Participants Publications Contact

Dear visitor,

Welcome to this combined website of the **venticoool platform** and of **IEA EBC Annex 62 - Ventilative Cooling**

★ **Summary of the 36th AIVC - 3rd venticool Conference 2015 - Ventilative cooling track**

Around 160 participants attended the joint 36th AIVC - 5th TightVent - 3rd venticool conference held in Madrid, Spain September 23-24, 2015. The programme consisted of 3 parallel sessions with contributions from 27 countries and international organisations. Over 120 presentations ...
[Continue reading →](#)

Search Site

Recent updates

- Summary of the 36th AIVC - 3rd venticool Conference 2015 - Ventilative cooling track
- Final synthesis report on the public consultation of the EPBD is now available
- 09-10 March 2016, Workshop, Athens - 2nd QUALICHeCK Workshop: Voluntary and regulatory frameworks to improve quality and compliance of solar control, cool roofs and ventilative cooling

自然換気に関する動向

■ Annex 62 SOTAR (2015)



Energy in Buildings and
Communities Programme

Ventilative Cooling

STATE-OF-THE-ART REVIEW

Edited by

Maria Kolokotroni and Per Heiselberg

IEA – EBC Programme – Annex 62 Ventilative Cooling

自然換気に関する動向

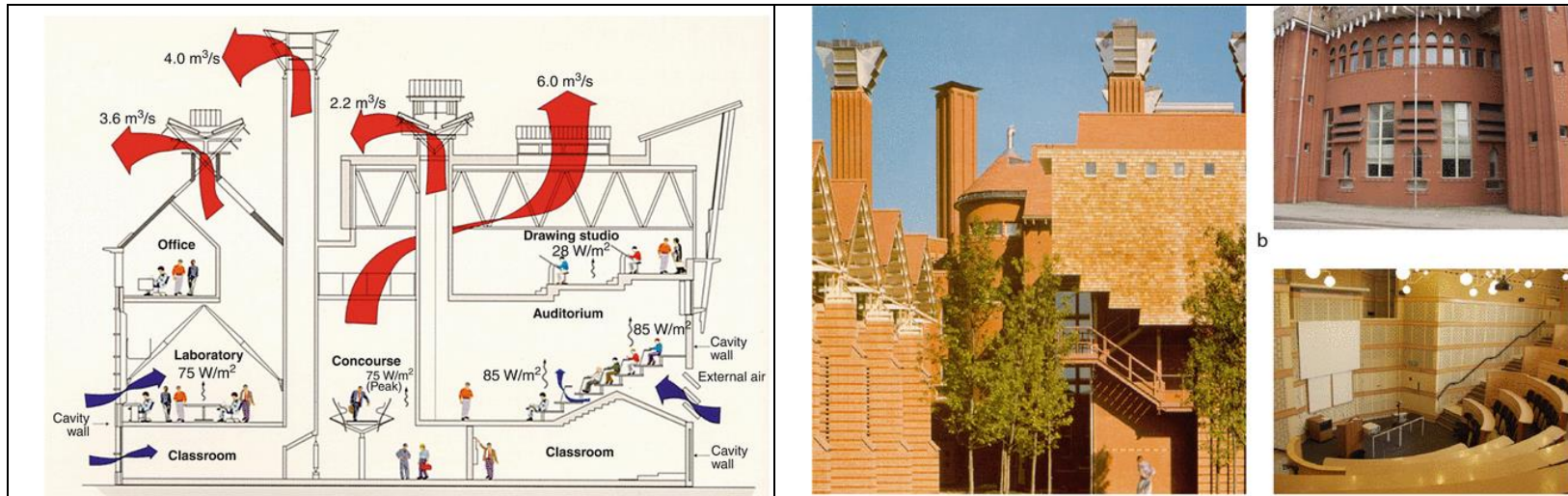


Figure 5.14. Natural and chimney ventilation at Queens Building, de Montfort University, Leicester, UK. Designed by architect Short Ford associates with Max Fordham Associates as the services consultant. Source: link.springer.com (29.12.2014)

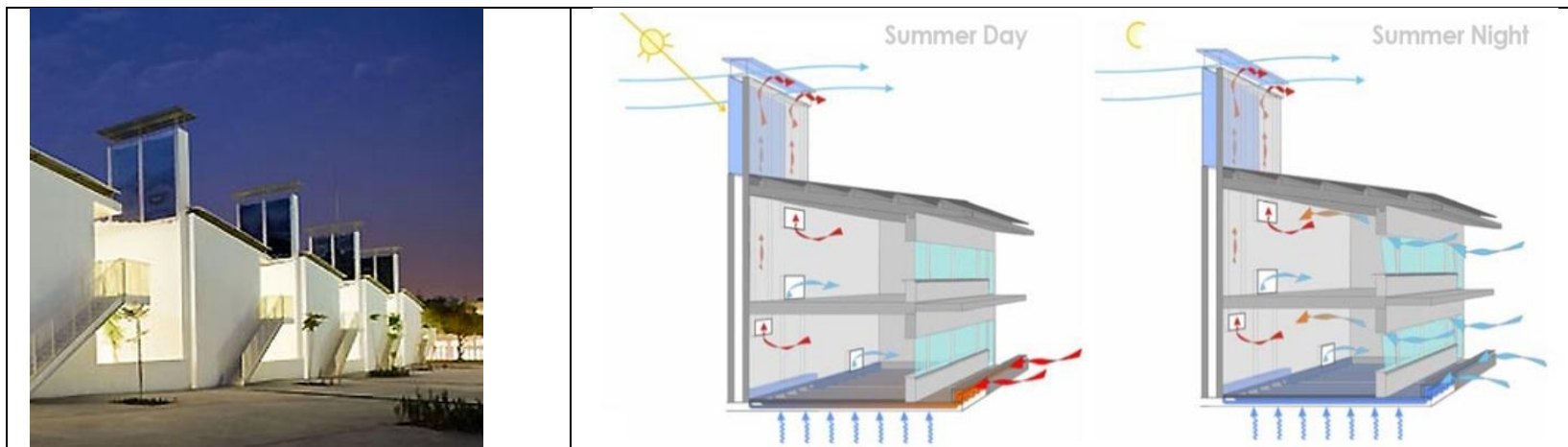


Figure 5.13. Solar ventilation chimneys at French school, Damascus, Syria. Erected 2008. Designed by TRANSOLAR (Germany), bombed and partly destroyed in Dec 2013.

自然換気に関する動向



Figure 5.10. Glazed-in, self-regulating, thermally broken trickle vent, Renson, BE, www.renson.eu (29.12.2014)



Figure 5.11. Self-regulating, fire- +noise-protective trickle vent for high-rise buildings, DUCO, BE, www.duco.eu (29.12.2014)



Figure 5.27. Powerless roof ventilator, Airier Natura Pvt. Ltd., Bangalore,

自然換気に関する動向



Figure 5.30. Modern windcatcher Sola-Boost by Monodraught, UK. It is divided into four sections, working bidirectional at all wind directions. Integrated there's a 10W monocrystalline photovoltaic solar module, linked to an assisting fan (2W at nominal power), adding up to 35l/s in addition to 110l/s ventilation calculated at between 2 and 3 m/s external wind speed. Source: <http://www.monodraught.com> (20.04.2014)

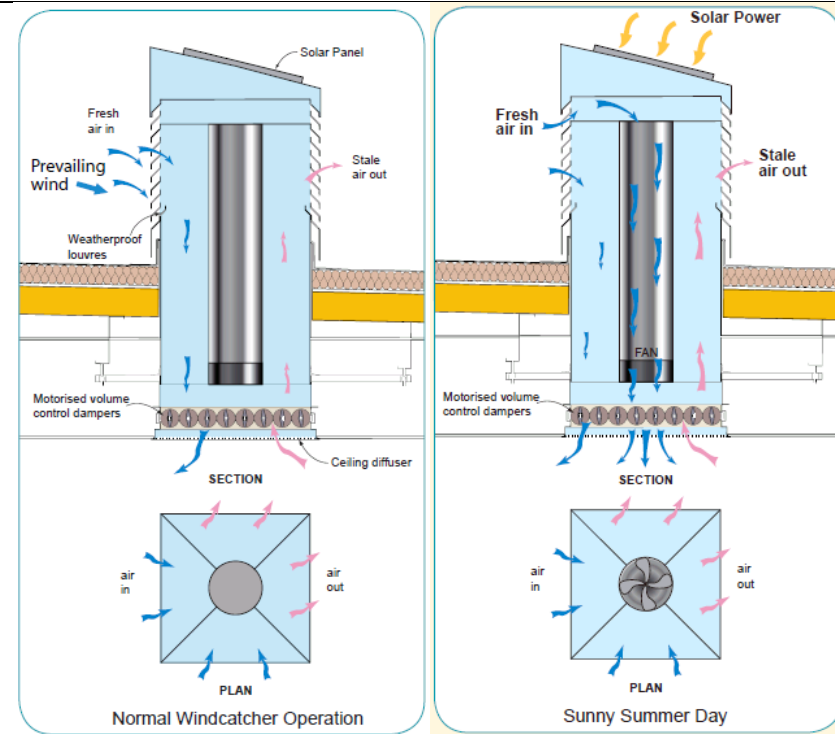


Figure 5.31. Modern fan-assisted, PV-integrated, bi-directional windcatcher by Monodraught, UK

- Venticoolプラットフォーム (EU内)
 - INIVE(International Network for Information on Ventilation and Energy Performance)



INIVE

Home Page
About INIVE
Membership
BBRI
CETIAT
CSTB
eERG
ENTPE
IBP
SINTEF
NKUA
TMT US
TNO

Projects
AIVC
BUILD UP
DYNASTEE
SAVE ASIEPI
TightVent Europe
Venticool
QUALICheck

Library
Conferences/
Workshops
Webinars
Contact us

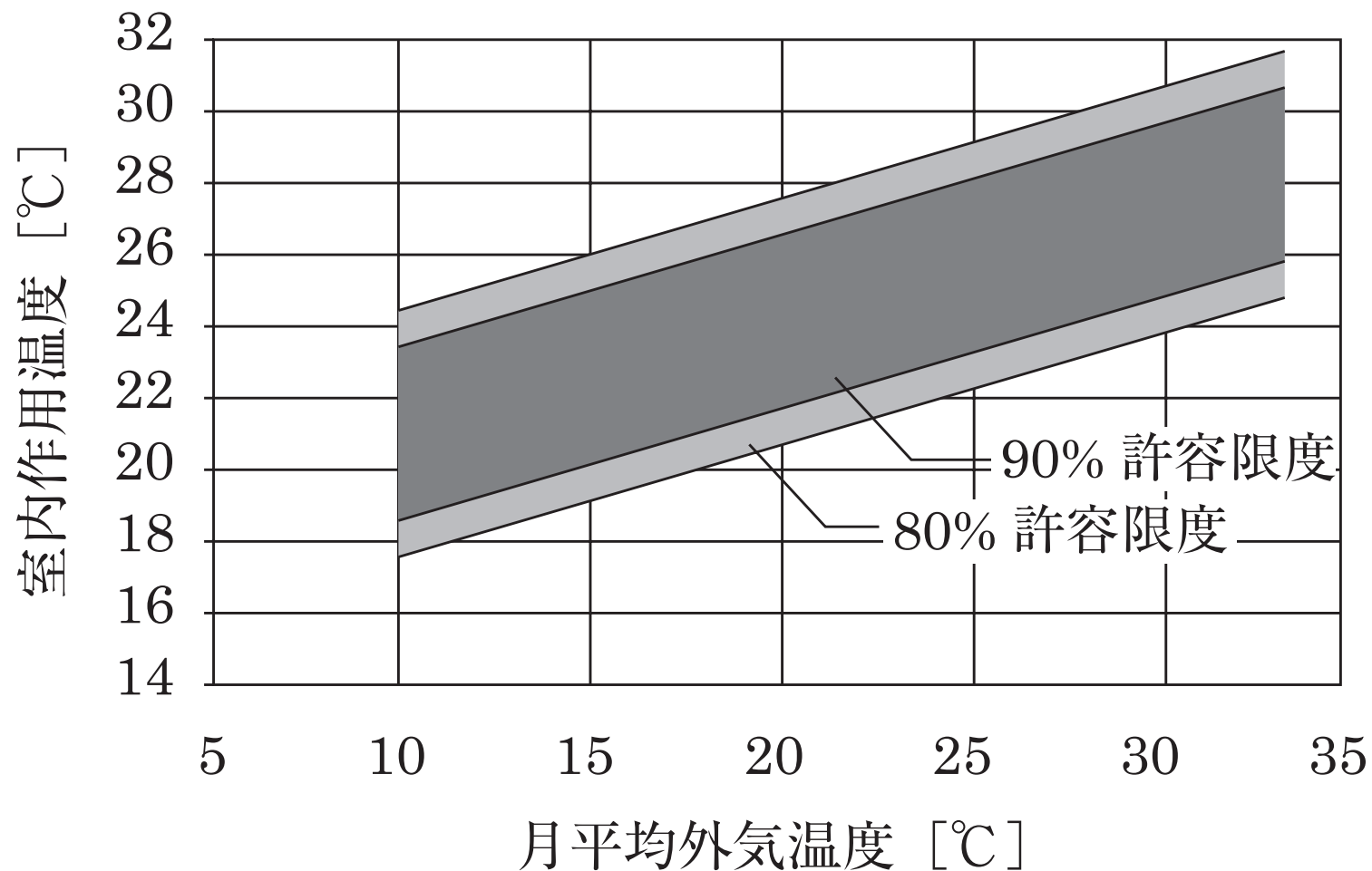
INIVE

International Network for Information on Ventilation and Energy Performance

GRUPOTERMOTECNIA, CETIAT, bbri.be, SINTEF, eERG, TNO innovation for life, Fraunhofer IBP, CSTB le futur en construction, ENTPE, BUILD UP energy solutions for better buildings, AIVC, TightVent Europe BUILDING AND DUCTWORK AIRTIGHTNESS PLATFORM, Official Campaign Associate, venticool the european platform for ventilative cooling, ASIEPI, QUALICheck

■ ASHRAE Natural ventilation project

- ASHRAE Standard 55 (thermal comfort), ISO 7730



自然換気に関する動向

■ AIJ（日本建築学会）

実務者のための自然
換気設計ハンドブック
(2013)

英語版発刊（2016）

実務者のための
自然換気設計
ハンドブック

日本建築学会 編

Natural Ventilation
Design HandBook

技報堂出版

口絵：28事例

1. 自然換気とは

2. 計画フローとチェックリスト

3. 計画事例

4. 設計手法

5. 計算手法と計算例

6. 測定手法と測定例

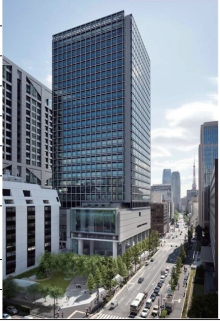
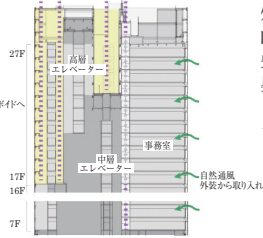
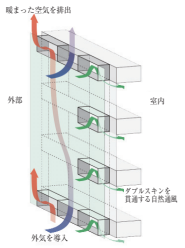
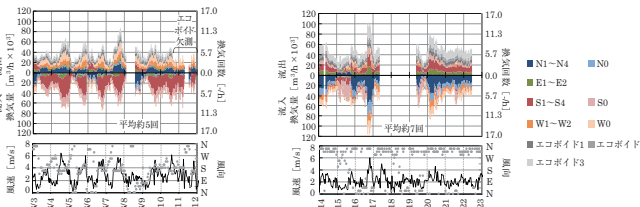
7. 建築設計者からみた自然換気の取り組み

付録：近年の自然換気研究例、用語集

口絵：28事例

- 建物概要
- 設備概要
- 自然換気計画

自然換気タイプ、 換気経路上のポイント、 システム制御、 運用実績

事例 25			
建物概要	建物名称	飯野ビルディング	
	建物用途	事務所・商業・ホール・会議室	
	所在地	東京都千代田区	
	敷地面積	8 000m ²	
	建築面積	4 600m ²	
	延床面積	104 000m ²	
	建物高さ	143m	
	構造規模	S造・CFT造・SRC造・RC造 地上27階、地下5階、塔屋2階	
設備概要	設計・監理・施工	(株)竹中工務店	
	工期	2009年3月～2011年9月（1期工事）	
設備概要	空調設備	熱源：冷専用 電動ターボ冷凍機 温専用 ボイラ 冷温兼用 ガス直焚冷温水発生機 ヒートポンプチラー（熱回収なし） 空調：（オフィス）デシカントAHU単一ダクト方式	
	自然換気タイプ	ボイド型	
自然換気計画	換気量目標値	4.7～7.6回/h	
	換気経路経路上のポイント	 <p>外装の層間に設けた自然換気口から入った外気は、室内天井の吹出口より室内に取り入れられる。建物中央の共用部に設けたエコボイドや階段室で発生する上昇気流が誘引力となって、オフィス内の空気は天井チャンバーから廊下を経由してエコボイドと階段室へ排出される。</p>	
	システム制御	 <p>自然通風が有効なときはダブルスキンを貫通して外気を室内へと直接取り入れまたは排出することができる。さらにダブルスキン内部を経由して、外気を室内へ取り入れ、または、排出することを可能としている。中央制御システムで各所の温度・風速をモニタリングしており、単位毎の自然換気装置の開・閉の切替えを制御する。</p>	
自然換気運用実績	 <p>24階における建物外壁と室内との差圧から求めた換気風量</p>		

1. 自然換気とは

1. 自然換気を行う目的
2. 自然換気の原理
3. 自然換気利用建物の形態

$$Q = (\alpha A) \sqrt{\frac{2}{\rho} \left[\Delta\rho gh + (C_1 - C_2) \cdot \frac{1}{2} \rho_0 U^2 \right]} \quad (1.2.17)$$

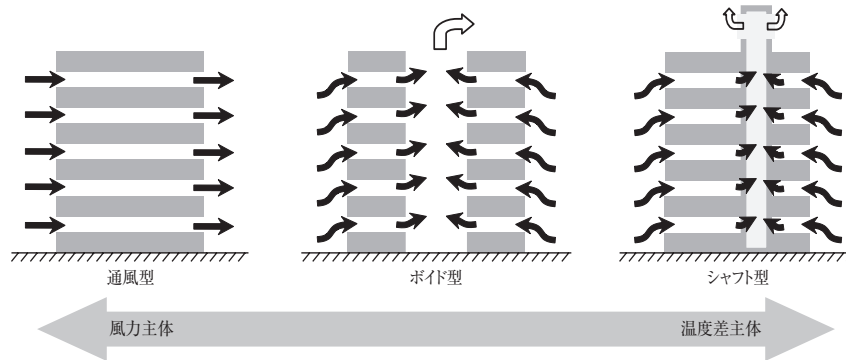


図 1.3.1 自然換気利用建物の形態¹⁾

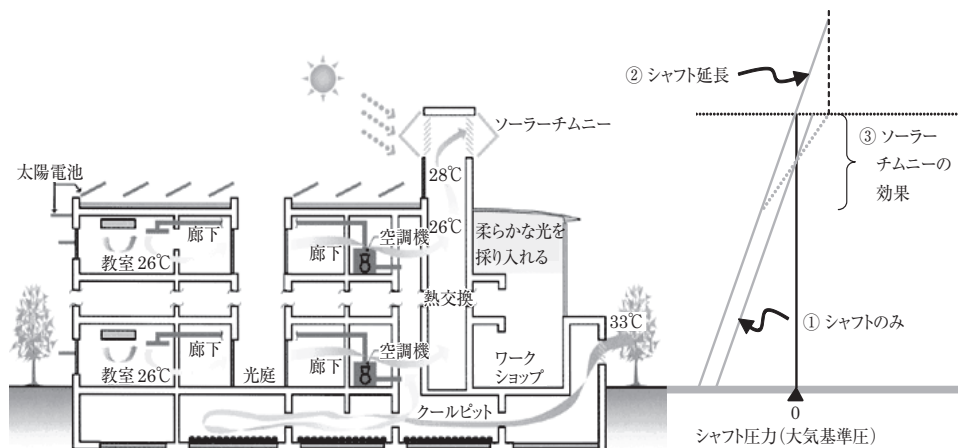


図 1.3.4 シャフト内圧力分布 (北九州市立大学国際環境工学部棟)⁴⁾

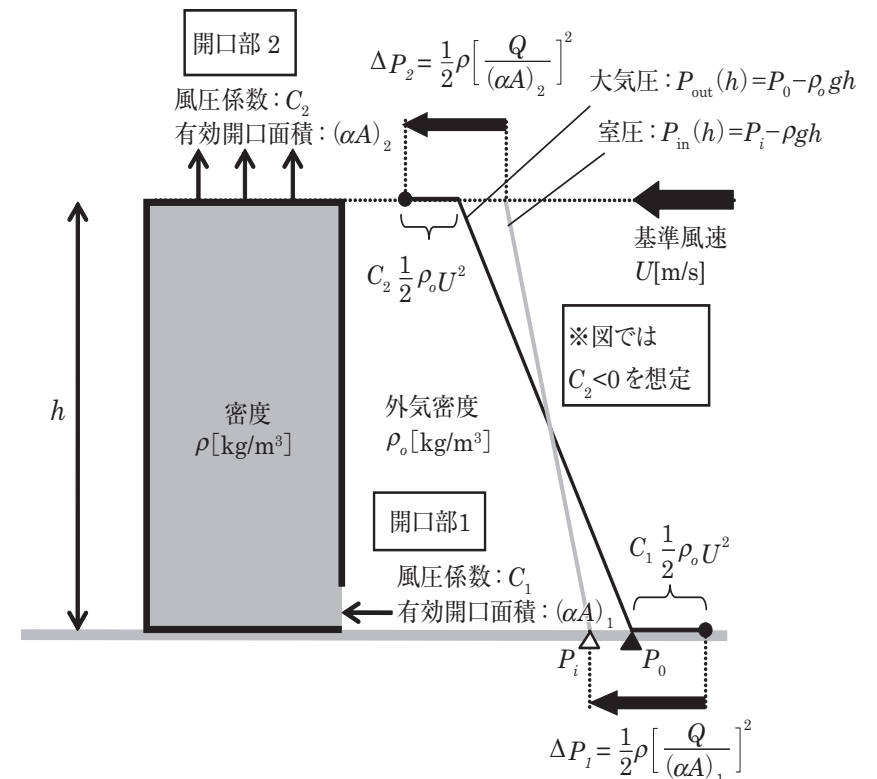


図 1.2.8 自然換気計算例

2. 計画フローとチェックリスト

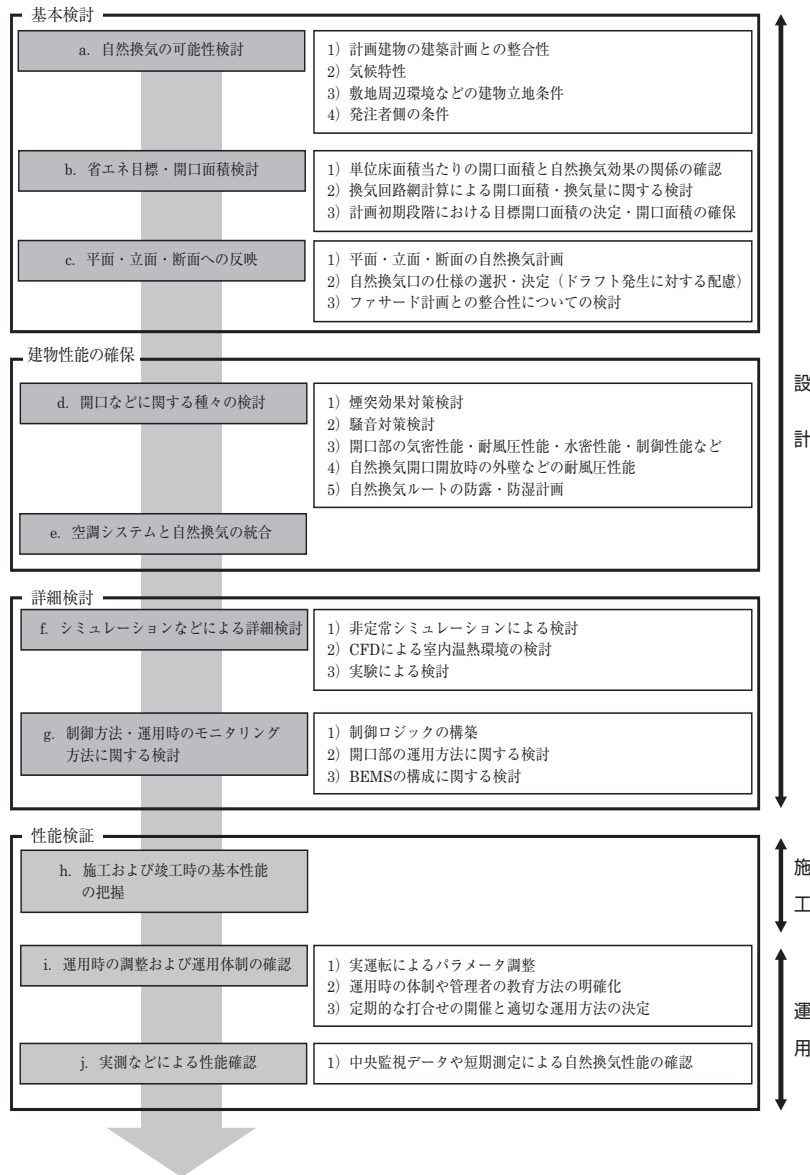


図 2.1.1 自然換気の計画フロー例

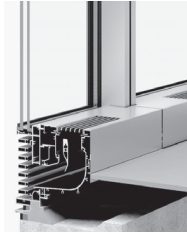
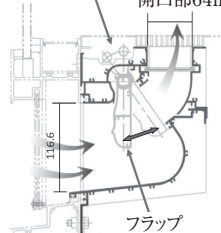
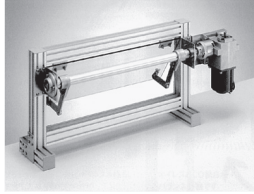
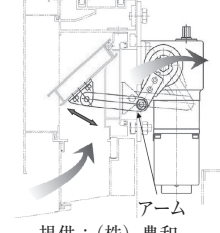


表 2.2.1 自然換気の計画チェックリスト

チェック項目	本書の対応箇所
【基本検討】	
a. 自然換気の可能性検討	
<input type="checkbox"/> 自然換気を導入することは計画建物の用途・目的、建築計画の内容、運用方法などと整合しているか。	4.1, 4.2
<input type="checkbox"/> 自然換気を導入する場合には、どのような方法が適当か大まかに検討したか（例えば温度差換気型なのか通風換気型なのか、手動制御か自動制御かなど）。	4.1, 4.2
<input type="checkbox"/> 建物計画地の気候の地域特性は自然換気に適しているか（外気温度・外気湿度による自然換気可能時間は十分あるかなど）。	4.2
<input type="checkbox"/> 敷地周辺環境などの建物立地条件を確認したか。以下の項目に問題はないか。	
<input type="checkbox"/> 外部騒音の大きさ（鉄道・交通騒音など）	
<input type="checkbox"/> 屋外空気質（NOX, 粉塵など）	
<input type="checkbox"/> 塩害の影響	
<input type="checkbox"/> 花粉の影響（スギやヒノキなどの花粉が飛散する時期・影響度合い・対策法など）	
<input type="checkbox"/> 周辺建物の影響（風環境、汚染質発生、臭気発生など）	
<input type="checkbox"/> 発注者側の条件（要望・関心・コストなど）を考慮して自然換気の導入は現実的か。	
<input type="checkbox"/> 自然換気コンセプトは明確になっているか。	
b. 省エネ目標・開口面積検討	
<input type="checkbox"/> 自然換気による省エネルギー目標を設定しているか。	4.3
<input type="checkbox"/> 自然換気の開口面積と自然換気効果の関係を意識したか。	
<input type="checkbox"/> 目標とする自然換気開口面積を設定したか（単位床面積当たりの自然換気有効開口面積の割合）	
<input type="checkbox"/> (推奨) 自然換気の有効開口面積は床面積の0.5～1.0%程度以上となっているか（望ましい数字なので絶対に満たす必要はないが目安となる数字である）。	
<input type="checkbox"/> (推奨) 換気回路網計算による開口面積・換気量に関する検討を行ったか。	4.3, 5.2
<input type="checkbox"/> 開口部の風圧係数や流量係数を適切に設定したか。	5.3
<input type="checkbox"/> 計算結果による自然換気量は満足できるものであるか。	
<input type="checkbox"/> 計画の初期段階において目標自然換気開口面積を確保したか。	4.3
c. 平面・立面・断面への反映	
<input type="checkbox"/> 自然換気の平面・立面・断面計画において、建築設計者と構造・設備エンジニアが十分に協力したか。	
<input type="checkbox"/> 適切な開口位置、開口形状、開口面積、自然換気ルート、室内への自然換気導入方法を十分に検討したか。	
<input type="checkbox"/> 検討結果は平面・立面・断面の各図面に落とし込まれているか。	
<input type="checkbox"/> 自然換気開口近傍の居住域でドラフト（不快で冷たい気流）の発生しにくい開口部の形状と設置位置について配慮したか。（一般的に壁から横向きや天井から下向きに外気が入る開口形状はドラフトが発生しやすく、床から上向きや天井に沿って外気が入る開口形状のほうがドラフトが発生しにくい。）	

4. 設計手法

1. 設計手法の概説と自然換気の目標値
2. 自然換気経路の確保
3. 開口面積の設定
4. 自然換気口
5. 自然換気と機械空調
6. 制御方法

表 4.4.4 自然換気口製品の特徴（給気専用）

分 類	A ベリカウンター組込み 横型スリット換気口	B ベリカウンター組込み 横型アーム式換気口	C サッシ組込み 縦型手動換気口
外 観 イ メ ージ	 <p>提供：三協立山（株） パランサー 開口部64mm</p>  <p>フラップ 提供：（株）豊和</p>	 <p>提供：オイレス ECO（株）</p>  <p>アーム 提供：（株）豊和</p>	 <p>提供：YKK AP（株）</p>  <p>提供：（株）豊和 提供：（株）LIXIL</p>
換気口有効面積の 対応可能範囲例 （メーカーにより異なる）	①：方立スパンが1800まで、 換気開口 $W \leq 1000$ ②： $500 \leq W \leq 1500$ ③： $500 \leq W \leq 1500$	カーテンウォール開口に合わせた 開閉装置 ④： $500 \leq W \leq 2500$, $H \leq 350$ ⑤： $500 \leq W \leq 1500$, $100 \leq H \leq 250$	⑥：フルハイト* ² に対応、 ただし、換気開口自体は $H = 2.4\text{m}$ まで ⑦： $500 \leq H \leq 1500$
開口面積* ³ （⑥のみ α を見込んだ有効 開口面積）	$W = 1000$ での最大開口 ①： 0.05m^2 ②： 0.06m^2 ③： 0.078m^2	$W = 1000$ での最大開口 ④： 0.35m^2 ⑤： 0.25m^2	⑥： 0.004375m^2 ($H = 2000$) ⑦： 0.025m^2 ($H = 1500$)
流量係数 α ／ pQ 特性	①, ②：データなし ③： $\alpha = 0.66$	データなし	⑥： $64.2\text{m}^3/\text{h}$ (10 Pa 時, $H = 2000$) ⑦： $165\text{m}^3/\text{h}$ (10 Pa 時, $H = 1500$)
メンテナンス項目と頻度	基本的にはメンテナンスフリー 目安として1回/10年 推奨は1回/5年点検	基本的にはメンテナンスフリー 目安として1回/10年 推奨は1回/5年点検	フィルター部の清掃、サッシ 表面の汚れの清掃などを使用 条件下で適時実施
換気口の駆動方式	モーターによる電動開閉 (スイッチ開閉, センサ自動開閉) モーター1台で単ユニットまたは 2ユニットまで	モーターによる電動開閉 (スイッチ開閉, センサ自動開閉) モーター1台で単ユニットまたは 2ユニットまで	手動開閉
開閉にかかる時間	開放、閉鎖とも30秒以下 (メーカーによっては2分半)	開放、閉鎖とも30秒以下	該当なし
想定動作回数 (メーカー保証ではない)	1万回 (中間期に5回/日)	1万回 (中間期に5回/日)	1万回 (中間期に5回/日)
開閉音	45～50dB以下	45～50dB以下	特になし

- 自然換気は、居室の最低限の機能
 - 閉じたい時にしっかりと閉鎖、開けたい時に思い切って開放
- 単純に「もったいない」
 - 適度な室内環境を担保しつつ、低エネルギー消費
- ZEB、BCPの文脈では必須事項（省エネ、低炭素、環境配慮、サステイナブル・・・）
- 学校建築における自然換気
 - 手動制御での啓発活動の可能性
 - 使ってもらえる取り組み・技術の必要性