

先進諸国における住宅の必要換気量の基準に関する調査

SURVEY ON MINIMUM VENTILATION RATE FOR RESIDENTIAL BUILDINGS ON ADVANCED COUNTRIES

吉野 博 — *1
赤林伸一 — *3
加藤信介 — *5
池田耕一 — *7
澤地孝男 — *9
足立真弓 — *11

村上周三 — *2
倉渕 隆 — *4
田辺新一 — *6
大澤元毅 — *8
福島 明 — *10

Hiroshi YOSHINO — *1
Shin-ichi AKABAYASHI — *3
Shinsuke KATO — *5
Koichi IKEDA — *7
Takao SAWACHI — *9
Mayumi ADACHI — *11

Shuzo MURAKAMI — *2
Takashi KURABUCHI — *4
Shin-ichi TANABE — *6
Haruki OSAWA — *8
Akira HUKUSHIMA — *10

キーワード:

必要換気量, 換気回数, 建築基準

Keywords:

Minimum ventilation airflow rate, Air change rate, Building Standard

The purpose of this survey is to clarify the status of standards on ventilation requirements for residential buildings in European and North American countries. This paper reports the minimum ventilation rate for the residential buildings in eleven countries which are described in the literatures. The airflow rate and air change rate are calculated for a model house proposed by The Architectural Institute of Japan. As a result, the values of air change rate is around 0.5 ACH in almost all countries.

1. はじめに

近年、住宅における換気量不足が室内空気汚染を招き、シックハウス症候群の原因の1つとなっている。IAQを適正に維持するために換気は極めて大切である。また、2002年7月に建築基準法が改正され、2003年7月に公布された政令には原則として必要換気回数0.5回/hを維持することなどが盛り込まれた。本報では、先進諸国における住宅の換気の基準等13例について調査し、それらの基準を日本建築学会の標準住宅に当てはめて換気量と換気回数を算出し比較したので、その結果を報告する。

2. 調査対象

調査対象は、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、デンマーク、ベルギー、フランス、ドイツ(DIN)、スイス、イギリス、カナダ、カナダR2000建築マニュアル、アメリカ(ASHRAE Standard)、EC委員会報告書の計11カ国、13基準である。

3. 各国の基準

3.1 ノルウェー¹⁾

ノルウェー建築規則ガイド1997(Guide to Norwegian Building Regulations of 1997)の中に住宅の換気量に関する基準が示されている。それによれば、必要換気回数として0.5回/hが要求されており、不在時でも同様である。また、排気についても規定があり、トイレからの必要排気量は10L/s(36m³/h)で、浴室からは30L/s(108m³/h)、但し窓がある場合には10L/s(36m³/h)、洗濯室からは20L/s(72m³/h)、但し窓がある場合には10L/s(36m³/h)、台所からは10L/s(36m³/h)に加えて排気フードから20L/s(72m³/h)を確保することとされている。

3.2 スウェーデン^{2),3)}

スウェーデン建築規則(Building Regulation BBR 94)の中で、建物の換気システムは、必要な外気を室内に供給し、室内で発生した汚染質を外に排出するように計画されなければならないと規定されている。居室では在室時には常時換気が要求されており、必要換気量は0.35L/s m²(1.26m³/h m²)で、これは、天井高さが2.5mの場合、0.5回/hの換気回数に相当する。不在時には、健康や建物自体、建物の設備に対し、リスクのない範囲で換気量を減少させることができる。また、寝室では4L/s人(14.4m³/h人)以上の換気量が推奨されている。さらに、機械換気により表1の値以上の排気量を確保することになっている。また、スウェーデンの建築規則は強制力を伴うものであり、設置した後は換気測定も実施しなければならない。更に、規定を満たしていない場合は改修が義務付けられている。

3.3 フィンランド^{2),4)}

室内空気質と換気については、フィンランドの国家建築規準(National building code)のD2 Indoor Atmosphere and Ventilation of Building Regulation and Guidelines 2003に示されている。表2に住宅の換気量のガイドライン値を示す。換気量は主として在室する人数によって決定され、1人あたり6L/s(21.6m³/h)であるが、室内の人数による換気量決定が困難な場合、床面積に基づいて決定される。通常、必要換気量は、0.35L/s m²(1.26m³/h m²)である。

3.4 デンマーク^{1),5),6)}

デンマークにおける住宅の必要換気量に関する基準は、集合住宅に対するデンマーク建築規則1995(the Danish Building Regulations 1995)と小規模住宅に対するデンマーク建築規則1998(the Danish Building Regulations for Small Dwelling 1998)に示されている。これらの規則では、各居室かつ住宅全体の必要換気量を0.5回/hとして

*1 東北大学大学院工学研究科 教授・工博
(〒980-8759 仙台市青葉区荒巻字青葉06)
*2 慶応義塾大学理工学部 教授・工博
*3 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博

*4 東京理科大学 教授・工博
*5 東京大学生産技術研究所 教授・工博
*6 早稲田大学理工学部建築学科 教授・工博
*7 国立保健医療科学院建築衛生部 部長・工博
*8 独立行政法人建築研究所 環境研究グループ長・博士(工学)
*9 国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部 室長・工博

*10 北海道建築部建築指導課 主幹・博士(工学)
*11 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期

*1 Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Dr. Eng.

*2 Prof., Keio Univ., Dr. Eng.

*3 Prof., Dept. of Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ., Dr. Eng.

*4 Prof., Science Univ., of Tokyo, Dr. Eng.

*5 Prof., IIS, University of Tokyo, Dr. Eng.

*6 Prof., Dept. of Architecture, Waseda Univ., Dr. Eng.

*7 Prof., National Institute of Public Health, Dr. Eng.

*8 Building Research Institute, Dr. Eng.

*9 National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure & Transport, Dr. Eng.

*10 Department of Construction, Hokkaido Government, Dr. Eng.

*11 Graduate School of Eng., Tohoku Univ.

いる。小住宅では機械換気とともに自然換気も許容されるが、集合住宅では第一種又は第三種換気システムを用いなければならない。台所、浴室、トイレ、ユーティリティには排気システム（小住宅では自然排気でも可）が必要で、通常これらによって換気が確保される。表3に各室の換気に関する規定を示す。また、デンマーク建築規則は強制力を持っており、罰則規定が明記されている。違反した場合、罰金が科せられることとなっている。

3.5 ベルギー²⁾

国家基準（NBN D 50-001）に住宅の換気に関する規定が記されている。基準の前提は、①外気は清浄であること、②室内で発生する汚染質は居住者のみであること、③機械換気システムを24時間運転することである。表4に示すように、部屋の用途に合わせて換気量の最小値と最大値が設定されているが、基本的な換気量は1L/s m²（3.6 m³/h m²）である。

3.6 フランス²⁾

室内空気質に関しては1982年の国家基準（National Regulation）に定められている。換気システムは自然換気、機械換気のいずれかを用いることができる。換気システムを連続運転し、居室から給気し、台所、風呂、トイレなどのサービスルームから排気する。表5に水廻りの排気量を示し、表6には通常、換気設計に用いられる最小排気量を示す。また、不在時に自動的に風量を制御できる場合には、住宅全体の排気量を表7の値まで減らすことができる。

3.7 ドイツ²⁾

換気システムの規準はドイツ規格DIN1946に基づいている。DIN²⁾では、CO₂の許容濃度は1500ppmとされているが、室内空気質と必要換気量の関係については示されていない。換気量を表8に示す。

3.8 スイス

スイスの必要換気量は、定常状態における汚染物質や湿度の許容量と発生量から決定される。非喫煙室で、CO₂濃度の許容値を1500ppmとする場合、換気量は1人あたり12～15m³/h、CO₂濃度の許容値を1000ppmとする場合、1人あたり25～30m³/hとしている。喫煙が可能な部屋では換気量は1人あたり30～70m³/hである。不在時の換気量として0.3回/hが推奨されている。

3.9 イギリス²⁾

建築規則2002（Building Regulations 2002）の第1節、住宅建物において、住宅の換気方式として、窓開け換気、換気口による換気及び排気ファンを用いる機械排気、又はパッシブ煙突換気（PSV）が規定されている。表9に部屋別の換気に関する規定を示す。

3.10 カナダ

(1) カナダ国家基準（National Standard of Canada）^{8),9)}

カナダ国家基準の中では、非暖房期間と暖房期間の換気が規定されている。非暖房期間は自然換気又は機械換気のいずれかによって換気する。非暖房期間の自然換気の部屋や空間では、換気口の面積を表10を満たすように設定する。機械換気の場合は、その部屋や空間からa)とb)に示す風量で排気するか、又は外気導入する。

- a) 部屋や空間を機械的に冷房する場合、換気回数は0.5回/h
 - b) 部屋や空間を機械的に冷房しない場合、換気回数は1.0回/h
- 暖房期間については機械換気システムと必要換気量が以下のように示されている。

- 1) 特別な場合（例えば除霜運転時）を除き、連続運転が原則
- 2) 必要換気量は下のa)又はb)の大きい方とする
 - a) 表11の列1で定義された各部屋の必要換気量の合計
 - b) 住宅毎の空調される容積を基に、0.3回/h

(2) カナダR2000（CANADA R-2000 Builders Manual）¹⁰⁾

マニュアルの中に換気に関する基準が示されており、機械換気システムによる常時換気が規定されている。それによると、以下の条件を満たさなくてはならない。

- 1) 換気システムが0.5回/hの換気回数もしくは50L/s（180m³/h）の

表1 機械換気による排気量（スウェーデン）

場所	最小排気量	
住宅、施設、店舗、ホテル、同様の空間	台所	10L/s (36m ³ /h)
	簡易台所、小さな台所	15L/s (54m ³ /h)
	開閉可能な窓のある浴室、シャワールーム	10L/s (36m ³ /h)
	開閉可能な窓のない浴室、シャワールーム	10L/s (36m ³ /h)から30L/s (108m ³ /h)、又は15L/s (54m ³ /h)まで
サービススペース	トイレ	10L/s (36m ³ /h)
	洗濯室、乾燥室	10L/s (36m ³ /h)
	ごみの保管室	5L/s m ² (18m ³ /h m ²)
	乾燥ごみの保管室	0.35L/s m ² (1.26m ³ /h m ²)

表2 各室の換気量と排気量（フィンランド）

場所/適用	1人あたりの換気量 L/s(m ³ /h)	換気量 (L/s)/m ³ (m ³ /h)/m ²	排気量 L/s(m ³ /h)
居住空間:	6 (21.6)		
居室		0.5 (1.8)	
台所		*1	8 (28.8)
一使用時		*1	25 (90)
クローク、収納室		*1	3 (11.4)
浴室		*1	10 (36)
一使用時		*1	15 (54)
WC		*1	7 (25.2)
一使用時		*1	10 (36)
ユーティリティールーム		*1	8 (28.8)
一使用時		*1	15 (54)
アパートのサウナ		*2	2/m ² (7.2/m ²)*2

*1 換気は普通、居室からの流入空気代用される

*2 少なくとも6L/s (21.6m³/h)以上とする

表3 各室の開口面積と換気量（デンマーク）

室/適用	小規模住宅		集合住宅	
	給気*1	排気	給気*1	排気
居室の給気口	2.4cm ² /m ² (自然給気) 1.2cm ² /m ² (機械給気)	-	1.2cm ² /m ²	-
台所	30cm ² または前室との間に100cm ²	72m ³ /hまたは自然排気筒の断面積200cm ² *2	面積規定なし	72m ³ /h排気フード使用
洗面所	100cm ² または前室との間に100cm ²	54m ³ /hまたは自然排気筒の断面積200cm ²	面積規定なし前室への開口可	54m ³ /h
トイレ、ユーティリティ、倉庫	50cm ² または前室との間に100cm ²	36m ³ /hまたは自然排気筒の断面積200cm ²	面積規定なし前室への開口可	36m ³ /h(トイレ以外で前室からの給気がない場合不要)
地下室	30cm ²	36m ³ /hまたは自然排気筒の断面積200cm ²	-	-
階段室又は住宅に隣接する共用ロビー	-	-	面積規定なしエアロック可最下部に設置	-

*1 ガラリのある窓、ハッチ、外部ドアまたは給気口を用いる

*2 調理用フードか機械排気か自然排気の調理フード

表4 各室の換気規定（ベルギー）

部屋の種類	給気、排気	換気量	最小換気量	最大換気量
居間	給気	1L/sm ²	75m ³ /h	150m ³ /hに制限できる
寝室、書斎、遊び室	給気	1L/sm ²	25m ³ /h	1人あたり36m ³ /hに制限できる
台所、浴室、洗濯室	排気	1L/sm ²	50m ³ /h	75m ³ /hに制限できる
WC	排気	25m ³ /h	-	-

表5 水廻りの排気量（フランス）

居室数	排気量(m ³ /h)			トイレ	
	台所	浴室又はシャワールーム	他の水関連の部屋	シングル	複数
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5以上	135	30	15	30	15

換気量の内どちらか大きい方を供給可能であること

- 2) 住宅の各室に少なくとも5L/s (18m³/h)の新鮮な空気を連続的に供給するシステムであること

3.11 アメリカ (ASHRAE Standard 62.2)¹²⁾

2003年にASHRAE Standard 62.2 低層住宅における換気と許容室内空気質 (Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings) が認められ、換気基準として使用されることになった。

以下に住戸全体の必要換気量の算出法を示す。床面積あたりの最低値として0.15L/s (0.54 m³/h)の値を設定しているが、中には建物の隙間による自然換気分0.1L/s m² (0.36m³/h m²)、機械換気分0.05L/s m² (0.18m³/h m²)が含まれている。更に人員に応じた割増しを考慮し、必要換気量Q (m³/h)は式(1)で算出される。

$$Q = 0.54A_{\text{floor}} + 12.6(N_{\text{br}} + 1) \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (1)$$

ここで、

A_{floor} = 床面積 (m²)

N_{br} = 寝室数 (但し、1番目の寝室に対して2名在室、それ以上の寝室は1名在室と仮定している)

3.12 EC委員会報告書¹³⁾

健康と快適性に対して必要とされる換気量をそれぞれ算出し、高い方の値を用いる。健康の観点から要求される換気量Q_nは汚染物質の発生量と許容濃度から求め、快適性の観点から要求される換気量Q_cはいわゆるolfとdecipolより求める。

ここでは、快適性のために必要な換気量は報告書の計算例に準じて、0.4L/s m² (1.44m³/h m²)を用いた。

4. 日本建築学会標準住宅モデル¹⁴⁾を対象とした必要換気量の算出

4.1 概要

日本建築学会標準住宅モデルを対象として、各国の基準を適用し、住宅全体の必要換気量を試算する。図1と表13に標準住宅モデル住宅の概要を示す。居住者は夫婦と子供2人の計4人とする。

4.2 各基準の必要換気量の算出方法

(1) ノルウェー 必要換気回数は0.5回/hである。一方、排気量の規程を適用すると、トイレ2室(72m³/h)、浴室(108m³/h)、台所(36m³/h)の合計で216m³/h、0.71回/hとなる。両者を比較して大きい方の値を採用する。

(2) スウェーデン/フィンランド 床面積あたりの必要換気量1.26m³/h m²と延床面積(126m²)より算出すると、159 m³/h、0.53回/hの換気回数となる。

(3) デンマーク 必要換気回数は0.5回/hであり、住宅全体の容積(302m³)から151m³/hとなる。

(4) ベルギー 各室について定められた最小と最大の換気量と床面積あたりの基本換気量3.6m³/h m²から、それぞれの室の換気量を定める。居間では、基本換気量(73.8 m³/h)が最小換気量(75 m³/h)を下回るため、75 m³/hが換気量となる。寝室では基本換気量(73.8 m³/h)が、上限の換気量(72 m³/h)を上回るため、72 m³/hが換気量となる。和室、子供室1・2、予備室ではそれぞれ基本換気量が上限値36m³/hを上回るため、36m³/hが各部屋の換気量となる。これらを合計し、住宅全体では、291m³/h、0.96回/hとなる。

(5) フランス 表6の住宅全体に対する最小排気量において、居室数6室の値を適用すれば、必要換気量(最小排気量)は210m³/h、0.70回/hとなる。

(6) ドイツ (DIN) 表8より180m³/h、0.60回/hとなる。

(7) スイス 1人あたり30m³/hの値を用いると、居住者4人より、全体では120 m³/h、0.40回/hとなる。

(8) カナダ (国家基準) 表11における各室の必要換気量を適用すると合計値198m³/h、0.66回/hとなる。

(9) カナダ R2000 0.5回/h (151m³/h)と180 m³/hを比較し、より

表6 最小排気量 (フランス)

	居室数						
	1	2	3	4	5	6	7
台所の最小排気量 (m ³ /h)	35	60	75	90	105	120	135
住宅全体に対する最小排気量 (m ³ /h)	105	120	150	165	210	210	210

表7 不在時の最小排気量 (フランス)

	居室数						
	1	2	3	4	5	6	7
住宅全体に対する最小排気量 (m ³ /h)	10	10	15	20	25	30	35

表8 換気規定 (ドイツ)

床面積 (m ²)	計画人数 (人)	計画された外気換気量	
		自然換気 (m ³ /h)	機械換気 (m ³ /h)
<50	2人まで	60	60
50~80	4人まで	90	120
>80	6人まで	120	180

表9 各室の換気装置 (イギリス)

部屋の種類	窓開け換気	換気口による換気	排気ファン風量又は、PSV
居室	床面積の1/20の窓	8000mm ²	—
台所	開放可能な窓 (面積指定無し)	4000mm ²	30L/s (108m ³ /h)のフードがある場合、その他の場合は60L/s、又はPSV
ユーティリティ	開放可能な窓 (面積指定無し)	4000mm ²	30L/s (108m ³ /h)又はPSV
風呂場	開放可能な窓 (面積指定無し)	4000mm ²	15L/s (54m ³ /h)又はPSV
トイレ (風呂別)	床面積の1/20の窓または6L/s (21.6m ³ /h)	4000mm ²	—

表10 自然換気のための開口面積 (カナダ)

場所	最小の開口面積
浴室またはトイレ	0.09m ²
不完全な地下空間	床面積の0.2%
居住空間内 (Within dwelling unit)	0.28m ² /(室、又は連結した部屋)
浴室またはトイレ	0.09m ² /トイレ
就寝空間	0.14m ² /人
洗濯室、台所、遊び室	床面積の4%
廊下、収納庫、他の同様な公的な部屋や空間	床面積の2%
共有の基本原理で使用されない不完全な地下空間	床面積の0.2%

表11 各室における必要換気量 (カナダ)

部屋の種類	列1	列2*1	列3*1
	必要換気量*2 L/s (m ³ /h)	間欠排気*2 L/s (m ³ /h)	連続排気*2 L/s (m ³ /h)
主寝室	10(36)	-	-
地下室	10(36)	-	-
寝室(シングル)	5(18)	-	-
居間*3	5(18)	-	-
食堂*3	5(18)	-	-
家族室	5(18)	-	-
遊び室	5(18)	-	-
他の居住空間*4	5(18)	-	-
台所*3	5(18)	50(180)	30(108)
浴室	5(18)	25(90)	10(36)
洗濯室	5(18)	-	-
洗面室	5(18)	-	-

*1 間欠、または連続排気が要求される

*2 換気量は20℃のときのもの

*3 居間、食堂、台所が一体化していてもそれぞれ別の空間としてみなす

*4 他の居室には、デッキやホールや階段の踊り場、倉庫、サービスクローゼットのような単なる通路、出入り口、倉庫を含まない

大きい方の後者の値を適用すれば、0.59回/hとなる。

(10) アメリカ (ASHRAE Standard 62.2) 式 (1) に床面積 (126m²) と寝室数 (3室) を代入し 118m³/h、0.39回/hとなる。

(11) EC委員会報告書 床面積あたりの換気量 1.44m³/h m² に延床面積 (126m²) を掛けて求めると 181.3m³/h、0.60回/hとなる。

4.3 算出結果

各国の必要換気量の計算結果を図2に示す。換気回数は0.36～0.96回/hの間でばらついているが、多くの基準では換気回数は0.5回/hかこれをやや上回る値となった。

5. まとめ

先進各国の住宅の換気量に関する基準の調査を行った。日本の現行の建築基準法令¹⁹⁾では、住宅の居室の必要換気量は0.5回/hの換気回数と定められているのに対し、各国の基準は建物容積や床面積、在室者数、換気システム等によって規定されており規定の内容は様々ではないが、標準住宅モデルを対象とした必要換気量の算出結果は、多くの国で住宅全体の換気回数が0.5回/h程度かこれをやや上回る値となった。ただし基準の根拠や運用状況が不明な国もあるため、継続して調査を実施する予定である。

なお、本報は(社)空気調和・衛生工学会に設けられた「住宅の必要換気量特別調査委員会」の研究成果として既に報告した大会梗概(文献15、16)を基に、まとめ直したものである。

注

1) DINは、ISOと同様の性格を持っており、法律上の拘束力を持つものではないが、法律上の専門的な判断が必要とされるときには、その根拠として用いられる。また、連邦、地方自治体が策定する法令におけるあらゆる技術的な規則に反映される。

参考文献

- 1) Performance assessment of advanced ventilation systems in the framework of energy and IAQ regulations: Critical issues, challenges and recommendations, Version 15-05-2002 (Final draft)
- 2) HYVENT project, WP4 Standards and Regulations support unit (STAR-SUN), Opportunities, barriers and challenges in relation to the application of standards and regulations on hybrid ventilation systems, Version 2.4-31-05-2002
- 3) Building Regulations BBR 94, Mandatory provisions and general recommendations, BFS 1993:57, with amendments BFS 1995:17, BFS 1995:65
- 4) D2 Finnish Code of Building Regulations Ministry of the Environment Department of Housing and Construction, Indoor Atmosphere and Ventilation of Buildings Regulations and Guidelines 2003
- 5) Danish Ministry of Housing, Danish Building and Housing Agency: Building Regulations, 1995
- 6) Danish Ministry of Housing, Danish Building and Housing Agency: Building Regulations for small dwellings, 1998
- 7) New Building Regulations 2002, Section 1, Domestic Buildings
- 8) National Standard of Canada, Residential Mechanical Ventilation System, April 1991 by Canadian Standard Association
- 9) National Building Code of Canada 1995
- 10) CANADA R-2000 BUILDERS' MANUAL

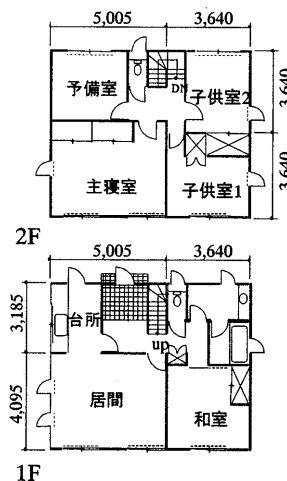


図1 標準住宅モデルの平面図

表13 標準住宅モデルの床面積と室容積と在室予定人数

	室名	床面積 ²	室容積 ³	人数(人)
1F	居間・食堂	20.5	49.2	4
	台所	7.2	17.4	-
	和室	13.3	31.8	1
	洗面・浴室	8.3	19.9	-
	その他	13.7	32.8	-
	小計	62.9	151.0	-
2F	主寝室	20.5	49.2	2
	子供室1	11.6	27.8	1
	子供室2	11.6	27.8	1
	予備室	10.1	24.3	1
	その他	9.1	21.9	-
	小計	62.9	151.0	-
住宅全体		125.9	302.1	4

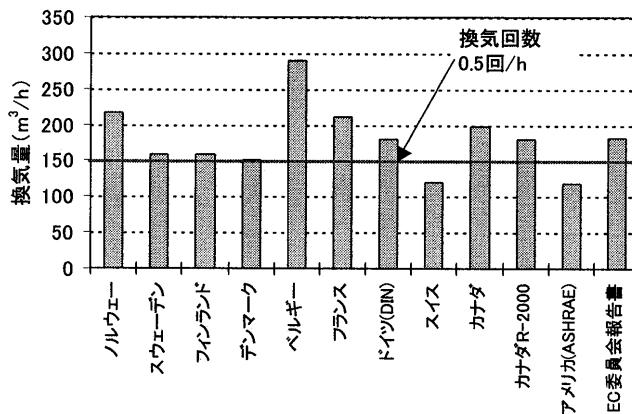


図2 標準住宅モデルに対する各国の換気量

- 11) ANSI/ASHRAE Standard 62-2001, ASHRAE STANDARD Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality
- 12) BSR/ASHRAE Standard 62.2P, ASHRAE STANDARD Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality in Low-Rise Residential Buildings
- 13) Commission of the European Communities, Report No.11 Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings
- 14) 宇田川光弘, 標準問題の提案 住宅用標準問題, 日本建築学会環境工学委員会, 熱分科会第15回熱シンポジウム, pp.23 1985.9
- 15) 足立真弓, 吉野博ほか9名, 先進各国における住宅の必要換気量の基準に関する調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2003.9
- 16) 吉野博ほか10名, 先進諸国を対象とした住宅の必要換気量の基準に関する調査, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 2003.9 (松江)
- 17) Mark J. Limb, A Review of International ventilation, Airtightness, Thermal Insulation and Indoor Air Quality Criteria, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY energy conservation in buildings and community systems programme, AIVC
- 18) 改正建築基準法に対応した建築物のシックハウス対策マニュアル, 工学図書株式会社, 2003.5

[2003年10月20日原稿受理 2004年2月23日採用決定]