

建築研究資料

Building Research Data

No. 202

March 2021

省エネルギー建築のための設計ガイドライン

Design Guidelines for Energy-Efficient Non-Residential Buildings

澤地孝男、赤嶺嘉彦、羽原宏美、三木保弘、山口秀樹ほか
Takao SAWACHI, Yoshihiko AKAMINE, Hiromi HABARA,
Yasuhiro MIKI, Hideki YAMAGUCHI et al.

国立研究開発法人 建築研究所

Published by

Building Research Institute

National Research and Development Agency, Japan

はしがき

我が国は2016年11月に発効したパリ協定に関連して、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」を2019年6月に閣議決定し、その中で「地球温暖化対策と経済成長を両立させながら、長期的目標として2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す」という「地球温暖化対策計画」（2016年5月閣議決定）の目標を再確認している。並行して2030年度には、2013年度比で国全体のエネルギー起源二酸化炭素排出量を25.0%減、「業務その他部門」については39.8%減という目標を設けているが、そのためには同部門における最終エネルギー消費量（原油換算値）を同期間において13.8%削減する必要があるとされている。

このような国としての目標の実現のため、2017年度から2000㎡以上の非住宅建築物を対象として省エネルギー基準の適合義務化が施行されているが、義務化直前の2015年度における2000㎡以上の新築建物について届け出された省エネルギー計画書の分析では、大多数が一次エネルギー消費量基準に適合していることから、目安となる最低基準を超えるよりも高い省エネルギー性能を目指す建築主や技術者のためには、そうした目標のために参考とすることのできる技術資料が必要とされていると推察される。

本ガイドラインは、非住宅建築物を対象とする建築物省エネルギー法のための国土技術政策総合研究所及び国立研究開発法人建築研究所が中心となって整備している設計一次エネルギー消費量の評価方法を援用しつつ、建物外皮、空気調和設備、照明設備、換気設備、給湯設備等に関する省エネルギー設計及び施工のために役立つと思われる技術情報を実務者及び関連分野の研究者のためにとりまとめたものである。

なお、本ガイドラインは、国立研究開発法人建築研究所と一般財団法人建築環境・省エネルギー機構との共同研究「自立循環プロジェクトフェーズ5」（2015年度～）を通じて作成されたものであり、同機構に設けられた業務用建築物に関する情報発信部会・建築に関するガイドライン作成委員会の学識経験者及び実務者の皆様の貢献が大である。また、内容の一部に関しては国立研究開発法人建築研究所と国土技術政策総合研究所の間での共同研究の成果に拠っている。本ガイドラインの一応の完成を見たことについて、ご貢献及びご協力を賜った関係者の皆様に深甚なる謝意を表するとともに、引き続き技術情報の充実と内容の深化に対するご協力を切望するものです。

最後になりましたが、本ガイドラインが非住宅建築物の省エネルギー性能向上に関係する専門家諸氏の参考となることを期待いたします。

令和3年3月

国立研究開発法人建築研究所 理事長

緑川 光正

本ガイドラインの内容には、情報の正しいことの裏付けが確実にとれていない、適用可能条件が限定されていて普遍性がない、実務への適用実績による検証がなされていない、などの課題を含む知見や情報が含まれている可能性があります。理論、実験や実測等に基づく検証は行うことを心がけてはいるものの、そうした課題が残されていることに注意をしてください。特に、本ガイドラインの内容を実務の参考にする場合には、読者ご自身による確認を行った上で、自己の責任において参考にしてください。国立研究開発法人建築研究所、一般財団法人建築環境・省エネルギー機構、その他の関係組織、及び著者は本ガイドラインの内容の無誤謬性を保証するものではありません。

省エネルギー建築のための設計ガイドライン

自立循環型住宅開発プロジェクトフェーズ 5

情報発信・検証部会

建築に関するガイドライン作成委員会

概要

本資料は、非住宅建築物を対象として、その空気調和、非空調室の換気、照明、給湯の各用途のエネルギー消費量を削減するための設計施工に関する指針をとりまとめたものである。作成に際しては、これまでに国立研究開発法人建築研究所及び国土技術政策総合研究所を中心として、建築物のエネルギー消費性能向上に関する法律（平成 27 年 7 月 8 日公布、法律第 53 号）のための性能評価方法開発を目的として実施してきた様々な調査、実験及び理論的検討の成果を活用した。指針の主たる内容は第 6 章でまとめられている以下のポイントにより代表される。

1. 空調設備の各構成部の容量設計は明確なルールに則って合理的に行うべきこと、
2. 空調設備の各部のエネルギー効率をより高いものとする事、
3. 空調設備の各部の部分負荷時のエネルギー効率向上のための対策をとること、
4. トイレや機械室等の換気が同フロアの居室の換気に及ぼす影響を最小限とすること、
5. 外気取入れ量安定化の対策をとった上で、デマンド換気により換気負荷を低減すること、
6. 竣工前に風量・流量の量及びバランスの調整、送風機・ポンプの出力調整を行うこと、
7. 外皮断熱性の確保により特に冬期の室内温熱環境分布の均一化を図ること、
8. 外皮気密性の確保を図ること、
9. 高効率照明器具、タスク・アンビエント照明及び昼光利用制御の採用、
10. 給湯需要の多い建物における中央式給湯設備の高効率化の工夫、
11. 再生可能エネルギー源の導入。

Design Guidelines for Energy-Efficient Non-residential Buildings

Committee for developing the design guidelines of energy-efficient non-residential buildings,
Dissemination and Demonstration Group,
Joint Research Project for Developing Low Energy Housing with Validated Effectiveness (Phase 5)

ABSTRACT

This report contains design guidelines of energy-efficient non-residential buildings, which are for design and installation practices of HVAC systems, ventilation systems for non-air-conditioned spaces, lighting systems and service water systems in order that energy uses for those purposes shall be reduced. When selecting the contents of the guidelines, recent results from the surveys, experiment and theoretical analyses, which have been carried out under the leadership by BRI and NILIM to develop the evaluation methodologies of the building energy performance for the newly enforced Japanese law “Building Energy Efficiency Act” (Act Number 53 of July 8, 2015), were fully utilized.

The major aspects of the guidelines are represented by the following points summarized in Chapter 6;

1. Capacities of HVAC systems' components including heat sources, heat emitters, fans and pumps should be determined by following clearly documented rules for sizing.
2. HVAC systems' components should be selected in terms of energy efficiencies, which are defined in products' standards.
3. Actual energy efficiencies of HVAC systems' components should be improved by employing control methods with appropriate sensors in order to adjust components' output responding to requirement under partial load condition.
4. The influence of exhaust ventilation such as for toilets and mechanical rooms should be treated to maintain the balance of air supply and exhaust (return) for major air-conditioned rooms such as office rooms and dining halls on the floor, especially when applying energy recovery ventilation.
5. Demand ventilation should be adopted to reduce ventilation air-conditioning loads in addition to adopting the method to stabilize the amount of outdoor air intake.
6. Initial balancing of airflow and water flow rates should be implemented, and the outputs of fans and pumps should be adjusted so that the maximum airflow and water flow rates are equalized to their design values.
7. The insulation of the building envelope should be designed taking its effect on vertical temperature distribution in perimeter zones into consideration.
8. The airtightness of the building envelope should be carefully maintained by means of detailed design of abutting portions and airtight window frames and curtain walls.
9. High efficiency lamps and lighting fixtures, the task and ambient lighting systems, and daylighting utilization controls should be adopted.
10. For buildings with large amount of demands for service hot water, the total energy efficiency of central service hot water systems should be improved.
11. The renewable energy sources such as photovoltaic cells and solar heat collectors should be considered.

執筆者等一覧

執筆者（所属は執筆時点）

編集統括・執筆：澤地孝男* 建築研究所

第1章 澤地孝男* 前出

第2章 伊藤教子* ZO 設計室

第3章

3.1 澤地孝男* 前出

岡垣 晃* 日建設計総合研究所

3.2 澤地孝男* 前出

～3.4

3.5 安田健一* 三菱地所設計

第4章

4.1 澤地孝男* 前出

赤嶺嘉彦* 建築研究所

羽原宏美* 国土技術政策総合研究所

高橋泰雄* 三協立山

野中俊宏* LIXIL

児島輝樹* YKK AP

平島重敏* AGC

鳥越順之* ダイダン

三浦克弘* 鹿島建設

水落 大* ジョンソンコントロールズ

前田幸輝* 新菱冷熱工業

4.2 澤地孝男* 前出

柿沼整三* ZO 設計室

4.3 三木保弘* 国土技術政策総合研究所

山口秀樹* 同上

第5章

5.1 澤地孝男* 前出

～5.4

5.5 柿沼整三* ZO 設計室

伊藤教子* 同上

5.6 澤地孝男* 前出

第6章 澤地孝男* 前出

建築に関するガイドライン作成委員会運営・総務：

青木正諭* 建築環境・省エネルギー機構

今井聡子* 同上

資料提供・査読等協力：

前 真之 東京大学大学院

岩本静男 神奈川大学

赤井仁志 福島大学

宮田征門 国土技術政策総合研究所

エンテリア・ナポレオン 建築研究所

植村 聡* 三機工業

松井伸樹* ダイキン工業

竹谷伸行* 東芝キャリア

荒井達朗* ノーリツ

佐藤 務* 三菱電機

今野 雅 OCAEL

資料作成：

根本晋吾 ZO 設計室

渡瀬葉月 同上

*建築に関するガイドライン作成委員会の構成員

目次

1章 非住宅建築物の省エネルギー技術が置かれた状況	1
1.1 省エネルギー基準改正の背景と動向	1
1.2 新制度の特徴	3
1.3 エネルギー消費量計算の方法	4
1.4 省エネルギー基準の主旨とガイドラインの必要性	7
2章 設計プロセスと要素技術の検討	8
2.1 敷地・立地の確認	8
2.2 建築用途・規模・その他設計と条件の整理	9
2.3 エネルギー消費量の削減値の設定	10
2.4 省エネルギーのための要素技術の選択及び削減量、削減率の算出	18
2.5 イニシャルコスト増加分の把握	26
2.6 費用対効果の算出	26
2.7 設計内容の評価	26
3章 エネルギー消費の決定要因	27
3.1 空調設備	27
(1) 空調負荷の決定要因	27
(2) 空調設備のエネルギー効率の決定要因	28
ア 中央式空調設備	28
(ア) 熱源部	29
a 熱源機器の選定方法	29
b 熱源容量の決定	30
c 熱源台数の分割と台数制御	32
d 冷却塔の制御	33
e 蓄熱槽	34
(イ) 搬送部	34
(ウ) 放熱部	35
(エ) 外気取り入れ部	35
(オ) 制御部	36
イ 個別分散型空調設備 (VRF システム)	36
(ア) 個別分散型空調設備とは何か	36
(イ) VRF システムのための換気方式	39
(ウ) 湿度調整	40
(エ) VRF システムのエネルギー効率の評価 (機器としての評価)	42
(オ) 冷媒配管長等の設置条件が VRF システムのエネルギー効率に及ぼす影響	46
(カ) VRF システムのエネルギー効率の評価 (実働性能評価を目的とした建築物省エネルギー法における評価の現状)	48
(キ) 建築物省エネルギー法のためのウェブプログラムにおける VRF システムのエネルギー消費量算定方法	52
3.2 給湯設備	56
(1) 給湯方式	56
(2) 熱源機の選定	57
3.3 照明設備	58
(1) 設定照度	58
(2) 昼光利用	59
(3) 照明器具に関わるエネルギー効率	59
(4) 人工照明の制御	60
(5) 明視照明以外の照明器具	60

3.4	その他の設備	62
(1)	非空調室の機械換気設備	62
(2)	昇降機設備	62
(3)	太陽光発電設備及びコージェネレーション設備	62
3.5	地域冷暖房	64
(1)	地域冷暖房の仕組み	64
(2)	地域冷暖房施設の一次エネルギー原単位の現状	65
(3)	冷熱・温熱別換算係数算出に係るガイドラインについて	66
4章 省エネルギー設計手法－省エネルギーはどのように実現するか－		68
4.1	空調エネルギー消費	68
(1)	外皮の断熱性及び日射遮蔽性能の確保	68
(2)	断熱性能が室内の上下温度分布及び必要吹出風量に及ぼす影響	71
(3)	外皮の開口部に求められる性能	74
ア	ビル用サッシ	75
(ア)	種類、取付方法	75
(イ)	要求性能	77
a	気密	77
b	断熱	78
c	遮熱（日射取得）	80
イ	カーテンウォール	81
(ア)	種類、取付方法	81
(イ)	要求性能	83
a	気密	83
b	断熱	84
c	遮熱（日射取得）	85
d	実建物における性能担保の考え方	85
ウ	ガラス	88
(ア)	ガラスの熱性能	88
a	ガラスの熱貫流率	88
b	ガラスの日射熱取得率	89
c	Low-E 複層ガラス	89
d	Low-E 複層ガラスの熱光学性能と Low-E 複層ガラスの日射区分	90
(イ)	その他ガラス性能	91
a	耐風圧強度	91
b	防災性	91
c	防火性	92
d	耐久性	92
(ウ)	避難所にとって最適なガラスとは	93
(4)	室温調節のための自然換気機能（中小ビルを中心として）	93
(5)	最大負荷の計算と部分負荷への対応	95
(6)	空調設備における省エネルギー設計	97
ア	中央式空調設備	97
(ア)	熱源部	97
(イ)	搬送部	98
a	水搬送部	98
b	空気搬送系	111
(ウ)	放熱部	121
(エ)	外気取り入れ部	123
(オ)	制御部	124
(カ)	高いエネルギー効率の機器の活用	124
(キ)	施工後の初期調整	125

(ク) トイレ等の局所換気計画.....	127
(ケ) 給排気バランスの維持.....	128
イ 個別分散型空調設備 (VRF システム)	131
(ア) ズーニングの適正化及び室内機の負荷バランスの均等化.....	131
(イ) 室外機の定格標準能力に係る選定の適正化.....	131
(ウ) 低い部分負荷率域におけるエネルギー効率の高い機種を採用.....	132
(エ) 空調能力を低減させる要因への配慮.....	132
(オ) 熱交換換気の適用と機種選定等の適正化.....	133
(カ) デマンド換気制御による換気負荷抑制.....	136
4.2 給湯エネルギー消費.....	137
(1) システムの一般的な設計計画法の概要.....	137
ア 給湯配管及び返湯管の管径決定.....	137
イ 貯湯槽容量と熱源の加熱能力の決定.....	138
ウ 管路及び器具の決定.....	139
(ア) 使用人員 (湯を使用する在室者数) などによる方法.....	140
(イ) 設置器具数による方法.....	142
エ 循環ポンプの能力.....	142
(2) 節湯器具の活用.....	143
(3) 太陽熱利用.....	143
(4) 配管・貯湯槽などの断熱その他の対策.....	143
(5) 熱源.....	143
(6) 高効率のポンプ.....	145
(7) 制御.....	145
4.3 照明エネルギー消費.....	146
(1) 照明設計の要件.....	146
(2) 採光・導光手法.....	147
(3) 内装仕上げの反射率.....	148
(4) タスク・アンビエント照明手法採用の検討.....	148
a タスク照明での必要な照度を確保する.....	149
b 反射グレアが生じにくい位置にタスク照明を配置する.....	149
c 演色性の高い光源を用いる.....	149
d アンビエント照明で必要な照度を確保する.....	149
e 空間の明るさ感を確保する.....	150
(5) 照明器具の選定及び台数の確定.....	150
(6) 照明制御手法の選択.....	151
a 人検知画像センサ.....	151
b 明るさセンサ連続調光タイプ.....	151
c 人感センサ・明るさセンサー一体型連続調光タイプ.....	152
d 人感センサ点滅制御タイプ.....	152
e 人感センサ段調光タイプ.....	153

5章 建築物の一次エネルギー消費量計算法 (ウェブプログラム) と設計への応用 154

5.1 はじめに.....	154
5.2 ウェブプログラムの特徴.....	154
5.3 ウェブプログラムの使用方法.....	155
5.4 計算条件.....	156
5.5 空調設備の容量設定.....	171
(1) 中央式.....	173
ア 熱源.....	173
a 吸収式冷凍機 (ケース 4)	173
b 冷却塔の設計 (ケース 4)	174
c 空冷ヒートポンプチラー (ケース 5)	176

イ 搬送（ケース 4 とケース 5 に共通）	177
ウ 空調機器能力の決定（ケース 4 とケース 5 に共通）	184
a 空調機（AHU）	184
b ファンコイルユニット（FCU）	196
(2) 個別分散型空調設備（ケース 2 とケース 3 に共通）	198
ア 室内機	198
イ 室外機	199
ウ 搬送部（冷媒配管）	200
5.6 一次エネルギー消費量等の計算結果	202
(1) 計算結果の概要	202
(2) 各ケースの換気、照明、給湯の各設備及び昇降機に関する設計内容	203
ア 換気設備	203
イ 照明設備	205
ウ 給湯設備	206
エ 昇降機	206
(3) 空調設備に関する設計内容	206
ア 全般	206
イ 容量設定の骨子	207
a 放熱部	207
b 熱源システムの選定	209
c ポンプの選定	209
ウ 部分負荷効率向上の可能性と工夫	210
a 熱源単体の部分負荷効率の特徴	210
b 台数分割による熱源システムの部分負荷効率向上	210
c 搬送部（水及び空気）の部分負荷効率の向上	211
(4) 空調設備の設計一次エネルギー消費量計算結果の詳細	214
ア 熱源主機及び補機	214
イ 送風機及びポンプ	217
(5) 基準値が定められている背景	218
(6) 部分負荷エネルギー消費量比率	219
(7) まとめ	222
6 章 省エネルギー建築へのガイドラインのポイントと課題	223
6.1 省エネルギーのためのポイント	223
6.2 今後に向けた課題	228
(1) 省エネルギー建築のための設計法改善の課題	228
(2) 省エネルギー設計における評価ツールの活用に向けた課題	230
(3) 基準適合を超えた省エネルギー化を支援する公的制度における評価ツールの活用の課題	230
(4) 評価ツールに対する設計施工実務者からの意見の収集と反映	231
付録	232
付録 1 各種建物用途における外皮断熱性能及び日射遮蔽性能が PAL*、冷房 PAL*、暖房 PAL*に及ぼす影響	232

謝辞