

テナント型既存オフィスビルにおける減築提案およびその有効性に関する研究

創造理工学専攻 環境都市コース 6164080014-2 金久 直樹
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

現在、需給バランスの崩壊・景気の悪化等の影響もあり、特に設備や躯体の老朽化によって競争力・資産価値の低下した中小規模の既存オフィスビルにおいて、空室率が上昇している。こうした問題に対しては建替等の対策が考えられるが、高いコストを必要とする上、大量の資源消費を行う結果となる。また、床面積を増加させる改修に対しては積極的な投資が行われる一方、床面積の削減を伴う改修はインセンティブが働かないため、ほとんど行われていない。しかし、今後建物の長寿命化によりビルストック数が減りにくい状況になると推測され、更にオフィスワーカーの減少もあり、今以上に空室の発生しやすい状況になると考えられる。エネルギー消費・CO₂排出の観点^{文1)}からも床面積を削減しつつ、建物の競争力・資産価値の向上を図ることが重要になってくるものと考えられる。

そこで本研究では、設備や躯体の老朽化によって競争力・資産価値の低下したテナント型既存オフィスビルにおいて、床面積を削減しアメニティを向上させることで競争力・資産価値の向上を図る減築^{文2)~3)}による対策^{注1)}の提案を行う。そして、CFDを用いた室内温熱環境、PMVの解析およびイニシャルコスト、ランニングコスト削減額、賃料収益の増減額から投資回収年数の算出を行い、コスト面を含めた減築の有効性に関する検証を行う。

2. 減築の提案 (図2)

2.1 研究対象 (以下基本形)

大阪市街に立地し、設備や躯体の老朽化に伴い競争力・資産価値が低下しているテナント型既存オフィスビルを研究対象とする。建物は、11階建RC造とし、基準階面積226.6㎡(コア部除く)、天井高2.6mとする。なお、建設コストの回収を終えた築15年程度を想定している。

この基本形に対して、減築面積、減築空間の用途等が異なる以下の2種類の減築パターンを提案する。

2.2.1 ダブルスキン型

基本形を基に南面ペリメータ側の床1/12を各階除去し、ダブルスキン空間を創造する。室内と吹き抜け空間の境界には複層ガラス^{注2)}を設け、日射はダブルスキン内のブラインドで受け止める。ダブルスキン内部に発生する熱だまりを建物上部の換気口から除去し、南面ペリメータ側の日射負荷低減を図る。

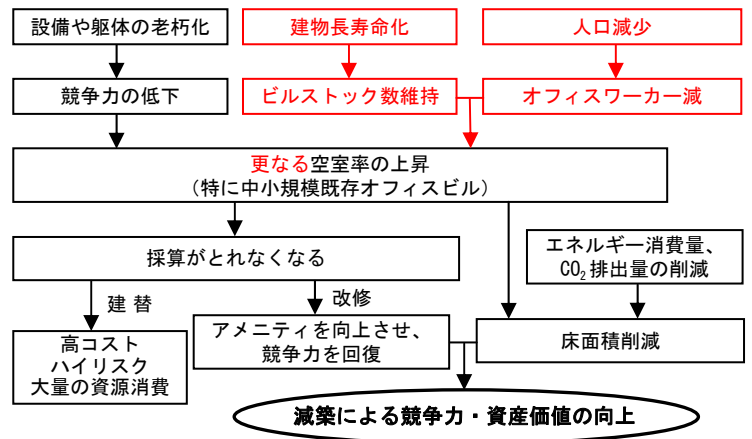


図1 背景のフロー

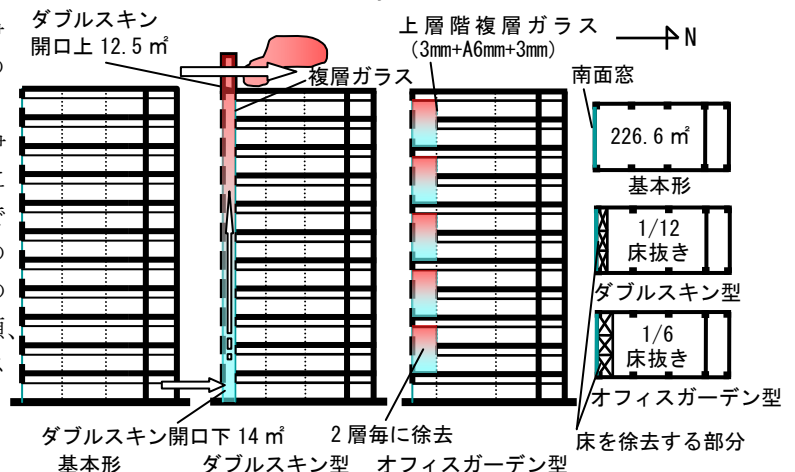


図2 研究対象および各減築パターンイメージ図

2.2.2 オフィスガーデン型 (2層テナント) ^{注3)}

基本形を基に南面ペリメータ側の床1/6を2層毎(隔階)に除去し、オフィスガーデン空間を創造する。上層階の吹き抜け空間との境界にはダブルスキン型と同様に複層ガラスを設ける。吹き抜け空間上部に熱だまりを発生させることにより、南面ペリメータ側の空調負荷削減を図る。

3. CFD解析

3.1 解析対象 (図3)

空調方式は、マルチパッケージ空調(ビルマル)方式とし、解析対象階は最大負荷となる最上階とした。なお、図中の点A~F(床からの高さ1.0m)におけるPMV値^{注4)}の算出を行い、居住域環境の考察を行う。

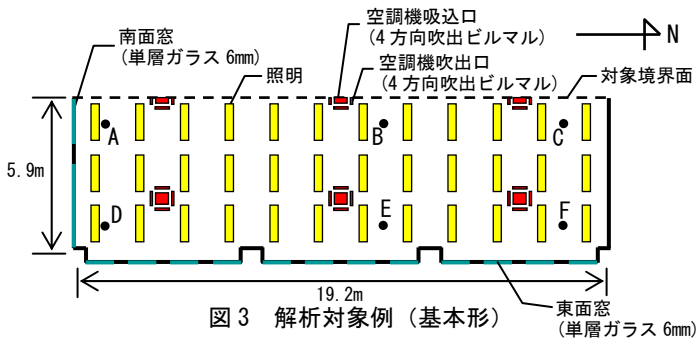


図3 解析対象例（基本形）

3.2 解析概要（表1）

夏期、中間期の13時を想定し、空調負荷を設定した。室内には、人体、PC、照明による内部負荷を与える^{注5)}。外部負荷は、外壁、窓面の熱貫流率と実効温度差^{注4)}から外壁温度を算出し与えた。ダブルスキン窓面に関しては、ダブルスキン内の温度を換気回路網計算により求め^{注6)}、室内設定温度との差から外部負荷を算出した。日射負荷に関しては、南面のみ外部負荷と同様に算出し与え、南面以外の面は全て隣接建物の日陰に入るものとし、日射による影響はないものとした。解析は、コア部分を除く建物の東側のみで行い、西側に関しては対象境界と設定した。

3.3 解析ケース（表2）

計6ケースの解析を実施した。吹出風量は、オフィスガーデン型の南面ペリメータ側の空調機のみ $9\text{m}^3/\text{min}$ とし、その他はいずれも $13\text{m}^3/\text{min}$ とした。制御方式は、吸込口に設けたセンサーの平均温度が夏期 26°C 、中間期 24°C となるよう吹出温度を変化させるCAV方式とする。

3.4 解析結果

3.4.1 室内温熱環境（図4）

(1) 基本形 インテリア側に比べて大きくなる南面ペリメータ側の空調負荷を処理した影響を受け、夏期・中間期共に室内で約 2°C の温度差が生じている。

(2) ダブルスキン型 南面ペリメータ側の空調負荷を削減したことにより、夏期・中間期共に設定温度に近い均一な温熱環境を形成することができている。

(3) オフィスガーデン型 上層階では、基本形で発生していた室内温度差を改善できているが、下層階においては、基本形同様の室内温度差が発生している。

3.4.2 居住域におけるPMV値

夏期においては、ケース間に大きな違いは見られなかった。中間期に関しては、他のケースが場所による快適感のばらつきを示す一方で、ダブルスキン型は場所を問わず、快適な状態を表す0に近い値を示した。

以上のことから、ダブルスキン型の減築の実施により、室内温熱環境および居住域におけるPMV値が向上することを確認した。また、オフィスガーデン型に関しても、減築実施に伴う大きな室内環境の悪化は見られなかった。ダブルスキン型は室内環境の向上、オフィスガーデン型

表1 境界条件

		夏期(13時)	中間期(13時)
外界条件	気温	35°C	26°C
	風向	西南西	北北東
	風速	2.8m/s	1.6m/s
外部負荷	壁面	南側	$7.2\text{W}/\text{m}^2$
		東側	$4.5\text{W}/\text{m}^2$
	窓面	南側(日射含)	$208.8\text{W}/\text{m}^2$
		東側	$55.4\text{W}/\text{m}^2$
	ダブルスキン窓面	$35.0\text{W}/\text{m}^2$	$36.2\text{W}/\text{m}^2$
内部負荷	人体	$60\text{W}/\text{体}$	
	照明	$60\text{W}/\text{台}$	
	PC	$80\text{W}/\text{台}$	

表2 解析ケース

Case	基本形	設定温度	制御方式
Case1-a	基本形	夏期 26°C	CAV方式
Case2-a	ダブルスキン型		
Case3-a	オフィスガーデン型		
Case1-b	基本形	中間期 24°C	
Case2-b	ダブルスキン型		
Case3-b	オフィスガーデン型		

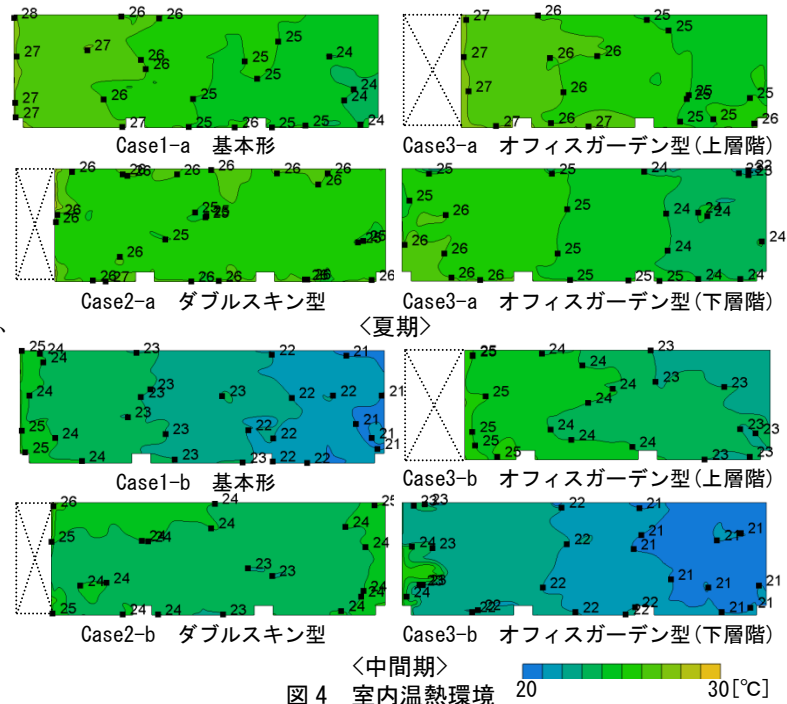


図4 室内温熱環境 20 [°C] 30 [°C]

(1m水平断面、オフィスガーデン型は上・下層階)

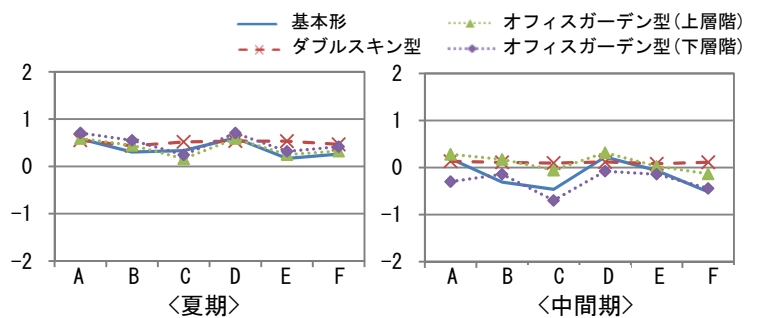


図5 居住域におけるPMV値

はアメニティ空間の創造により、他のオフィスビルとの差別化を図ることができる。そして、他のオフィスビルとの差別化により、新規テナントの入居・既存テナントの入居維持能力を向上させることができると考えられる。

4. イニシャルコストの算出

4.1 減築工事内容の把握 (表 3)

各減築を実施する際に発生する工事内容のフェーズ毎の把握を行った。各工事内容は、建築工事、機械設備工事、電気設備工事の3種類に分類する。また、減築を行うことにより建物の剛性が低下する恐れがある為、どちらのパターンにおいても補強ブレスの設置を行う。

4.2 直接工事費

それぞれの単価^{文5)~6)}、規模から各建築工事、機械設備工事、電気設備工事を実施する際に必要となる材料費、労務費そしてそれらの総和である直接工事費の算出を行った。

4.3 共通費 (表 4)

直接工事費および共通仮設費率、現場管理費率、一般管理費等率から共通仮設費、現場管理費、一般管理費等そしてそれらの総和である共通費の算出^{注7)}を行った。

4.4 総工事費 (表 5)

直接工事費と共通費に消費税等相当額^{注8)}を加えた総工事費を各減築実施時に発生するイニシャルコストとする。算出を行った結果、ダブルスキン型: 15.94 百万円、オフィスガーデン型: 17.83 百万円のイニシャルコストがそれぞれ発生することが分かった。

5. ランニングコスト削減額の算出

5.1 空調処理熱量 (図 6、表 6)

動的熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS を用いて、各パターンの1フロア当たりの月別ピーク空調処理熱量および総空調処理熱量の算出を行った。オフィスガーデン型に関しては、上・下層階それぞれにおいて実施した。室内温熱環境等の分布を考慮する為、解析対象を北からコア、インテリア、ペリメータ、(ダブルスキン or オフィスガーデン)の各ゾーンに分ける。内部負荷に関しては、CFD 解析時と同様に与えた。なお、コアにおける空調処理熱量は変化しないものとし、計算結果および検討には含めないものとした。

5.2 空調の電力消費量 (表 7、8)

算出した月別ピーク空調処理熱量および総空調処理熱量と空調システム COP により、空調の月別ピーク電力および年間消費電力量の算出を行った^{注9)}。なお、本研究では、建設コストの回収を終えたと考えられる築15年前後の建物を研究対象としている。そのため、今回の算出では、15年前の空調システム COP を 2.70^{文7)}とし、そこからさらに経年劣化として約15%の能力低下が起こったもの (COP:2.30) として算出を行った。

5.3 年間電気料金 (表 9)

月別のピーク電力から各月の基本料金、年間消費電力量から電力量料金をそれぞれ算出^{注10)}し、各パターンの1フロア当たりの年間電気料金を求めた。

表 3 フェーズ毎の減築工事内容

	ダブルスキン型	オフィスガーデン型
フェーズI	床コンクリートおよび天井の解体 (床コンクリートの除去、天井仕上げ・下地撤去等)	上層階南面ペリメータ側の空調工事 (空調機・冷媒管の撤去等)
フェーズII	補強ブレスの設置 (鉄板の取り付け、H鋼の溶接等)	床コンクリートおよび天井の解体 (床コンクリートの除去、天井仕上げ・下地撤去等)
フェーズIII	ダブルスキン内部工事 (足場・ブラインドの設置)	補強ブレスの設置 (鉄板の取り付け、H鋼の溶接等)
フェーズIV	ダブルスキン・室内境界のガラス工事 (複層ガラス・サッシの取り付け等)	下層階南面ペリメータ側の空調工事 (空調機の設置、天井仕上げ)
フェーズV	ダブルスキン上部工事 (建物上部に換気口の設置等)	オフィスガーデン・上層階室内境界のガラス工事 (複層ガラス・サッシの取り付け)

表 4 共通仮設費率、現場管理費率および一般管理費等率

		共通仮設費率[%]	現場管理費率[%]	一般管理費等率[%]
ダブルスキン型	改修建築工事	3.46	12.44	10.82
	改修機械設備工事	3.67	18.34	11.20
	改修電気設備工事	3.88	20.37	11.80
オフィスガーデン型	改修建築工事	3.46	14.78	11.24
	改修機械設備工事	3.42	14.15	10.52
	改修電気設備工事	3.88	20.37	11.80

表 5 各減築パターンでのイニシャルコスト

	直接工事費 [百万円]	共通費 [百万円]	消費税等相当額 [百万円]	合計 [百万円]
ダブルスキン型	11.76	3.42	0.76	15.94
オフィスガーデン型	12.95	4.03	0.85	17.83

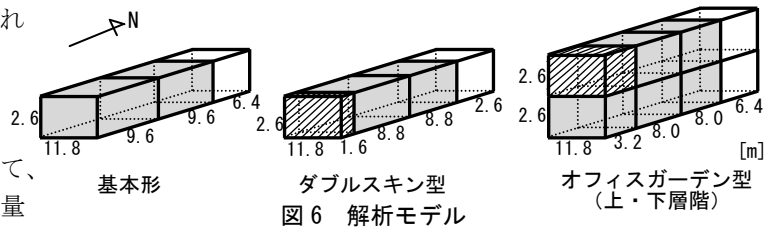


表 6 解析条件

気象データ	2000年版標準年EA気象データ(大阪)	
換気回数	隙間風	0.2[1/h]
	機械換気	0.3[1/h]
冷房能力	10080[kJ/h] (1台当たり)	
暖房能力	11520[kJ/h] (1台当たり)	
空調運転	夏期(6月~9月)	冷房運転 (設定温度26.0°C)
	中間期(4、5、10、11月)	
	冬期(12月~3月)	暖房運転 (設定温度22.0°C)
空調運転時間	平日(月~金曜): 8:00~20:00 休日(土、日曜): 運転なし	

表 7 月別ピーク電力(空調) [kW]

	基本形	ダブルスキン型	オフィスガーデン型	
			(上層階)	(下層階)
1月	2.87	2.51	2.20	3.12
2月	3.74	3.23	2.06	4.05
3月	1.74	1.95	1.24	2.45
4月	3.14	1.54	1.95	2.86
5月	4.72	2.80	3.11	4.31
6月	5.75	3.45	3.83	5.41
7月	6.91	4.39	4.73	6.53
8月	6.64	4.50	4.80	6.48
9月	6.11	4.14	4.38	5.94
10月	4.55	3.20	3.36	4.34
11月	2.34	1.78	1.84	2.15
12月	2.20	2.09	1.75	2.53

表 8 1フロア当たりの年間消費電力(空調) [千 kWh]

	基本形	ダブルスキン型	オフィスガーデン型 (上層階)	オフィスガーデン型 (下層階)
年間消費電力量	7.76	6.08	5.48	7.53

表 9 1フロア当たりの年間電気料金（空調）

	基本料金[千円]	電力量料金[千円]	電気料金[千円]
基本形	85.48	89.48	174.96
ダブルスキン型	59.95	69.88	129.83
オフィスガーデン型(上層階)	59.38	63.41	122.79
オフィスガーデン型(下層階)	82.70	83.52	166.22

4.3 賃料収益（表 10）

大阪市中央区本町を立地場所と想定し、減築前後の賃料収益の算出を行った。今回の算出では、値引き・フリーレントが一般化している現状から減築実施に伴う単位面積当たりの賃料の変動は起こらないものとした。減築前の空室率として、(1)大阪の平均的な空室率 10%、(2)平均よりも少し高い空室率 20%、(3)平均よりも高い空室率 30%の 3 種類を想定し、減築により空室率が最大 30%改善されるものとして試算を行った。算出式を以下に示す。

「年間賃料収益[円]」

= 「単位面積当たりの賃料[円/㎡]」 × 「成約面積[㎡]」 × 12 ヶ月

※単位面積当たりの賃料：2653[円/㎡]^{文8)}

5. 経済性の検討

5.1 検討概要

算出したイニシャルコスト、ランニングコスト削減額、年間賃料収益の増減額を用いて投資回収年数を算出し、減築の経済性評価を行った。算出式を以下に示す。

$$\text{「投資回収年数」} = \frac{\text{「イニシャルコスト」 [円]}}{\text{「ランニングコスト削減額」 [円/年] + 「年間賃料収益の増減額」 [円/年]}}$$

5.2 検討ケース（表 11）

減築パターンおよび減築前後における空室率の異なる計 10 ケースを想定し、検討を行った。なお、空室となっているフロアは空調を行わないものとし、ランニングコスト削減額を算出した。

5.3 検討結果（図 7）

全てのケースにおいて、一般的な建設コストの回収目標である 15 年以内^{文9)}での回収が可能であるという結果を得た。特に、ランニングコスト削減額が大きく、イニシャルコストを抑えることのできるダブルスキン型で早期の回収が期待できる。また、現在の空室率が高い建物ほど投資回収年数が短くなるという結果を得た。

6. まとめ

設備や躯体の老朽化によって競争力・資産価値の低下したテナント型既存オフィスビルを対象として、2 種類の減築による対策を提案し、その有効性に関する検証を行った。減築は、建替に比べて低コスト・低リスクで、室内のアメニティの向上およびそれに伴う新規テナント入居・既存テナント入居維持能力の向上を図ることができる。また、投資回収年数の結果から減築の経済性を確認した。減築は、特に空室率の高い既存オフィスビルに対して有効な対策となりうると考えられる。

表 10 年間賃料収益の増減

(1) 平均的な空室率 10%のオフィスの場合

空室率の変化(減築前→減築後)	減築前の成約面積[㎡]	減築後の成約面積[㎡]	減築前の年間賃料収益[百万円]	減築後の年間賃料収益[百万円]	年間賃料収益の増減[百万円]
10%→0%	2,039	2,077	64.91	66.11	1.20

(2) 平均よりも少し高い空室率 20%のオフィスの場合

空室率の変化(減築前→減築後)	減築前の成約面積[㎡]	減築後の成約面積[㎡]	減築前の年間賃料収益[百万円]	減築後の年間賃料収益[百万円]	年間賃料収益の増減[百万円]
20%→10%	1,812	1,869	57.70	59.50	1.80
20%→0%	1,812	2,077	57.70	66.11	8.41

(3) 平均よりも高い空室率 30%のオフィスの場合

空室率の変化(減築前→減築後)	減築前の成約面積[㎡]	減築後の成約面積[㎡]	減築前の年間賃料収益[百万円]	減築後の年間賃料収益[百万円]	年間賃料収益の増減[百万円]
30%→20%	1,586	1,661	50.49	52.89	2.40
30%→10%	1,586	1,869	50.49	59.50	9.01
30%→0%	1,586	2,077	50.49	66.11	15.62

表 11 検討ケース

	減築パターン	空室率の変化		
		減築前	減築後	
Case2-1	基本形→ ダブルスキン型	10%	0%	
Case2-2		20%	10%	
Case2-3		20%	0%	
Case2-4		30%	20%	10%
Case2-5			30%	0%
Case2-6			30%	0%
Case3-1	基本形→ オフィスガーデン型	10%	0%	
Case3-2		20%	20%	
Case3-3		30%	20%	
Case3-4		30%	0%	

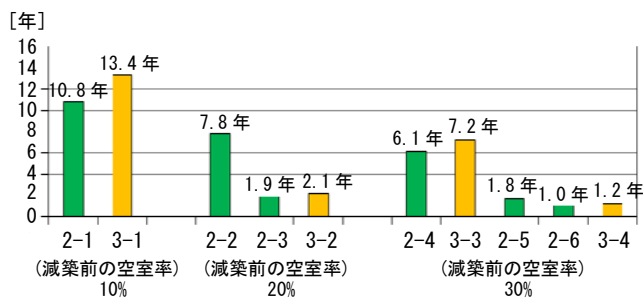


図 7 投資回収年数

注 1) 本研究における減築は、コンバージョンのような用途変更を前提としていない（減築後もオフィスとして利用することを想定）。

注 2) 大きさ：2.6[m]×10.8[m]の複層ガラス(3mm+A6mm+3mm)を設置する。

注 3) オフィスガーデン空間には、下層階の天井部分鉛直断面に設置した吹出し口から空調を行う。

注 4) 点 A、D は各ケースにおいて窓面より 1.0m の場所を想定する。

温度・風速は CFD により得られた結果を用いる。

夏期：平均輻射温度は 26℃、相対湿度 50%、着衣量 0.6clo、代謝量 1.2Met。

中間期：平均輻射温度は 24℃、相対湿度 50%、着衣量 0.7clo、代謝量 1.2Met。

注 5) 人体、PC による発熱量は、床面に均一に与えた。

注 6) ダブルスキン内は、上層階ほど比例して温度が高くなった。

最上階(最大負荷)の実効温度差 ETDn は夏期 11.64℃、中間期 12.03℃。

注 7) 共通仮設費 = 直接工事費 × 共通仮設費率。

現場管理費 = (直接工事費 + 共通仮設費) × 現場管理費率。

一般管理費等 = (直接工事費 + 共通仮設費 + 現場管理費) × 一般管理費等率。

注 8) 直接工事費と共通費の 5% を消費税等相当額とする。

注 9) 空調の電力消費量 [kWh] = 空調処理熱量 [MJ] ÷ COP ÷ 3.6 [MJ/kWh] で算出。

注 10) 関西電力：高圧電力 AS (平成 20 年 9 月 1 日現在) より

基本料金：1.685.25 [円/kWh]、電力量料金 (夏期)：12.08 [円/kWh]、

電力量料金 (その他季)：11.06 [円/kWh] を用いた。

文 1) 資源エネルギー庁：エネルギー白書 2008

文 2) ニッセイ基礎研究所：減築生活 (低炭素型高齢社会に向けて)

文 3) 国土技術政策総合研究所：人口減少社会に対応した郊外住宅等の再生・再編手法の開発

文 4) 空調調和・衛生工学会：設計用最大熱負荷計算法 1989 年

文 5) 財団法人建設物価調査会：月刊建設物価 2010 年 1 月

文 6) 財団法人建設物価調査会：季刊建築コスト情報 2010 年 1 月

文 7) 経済産業省総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会エアコンディショナー

判断基準小委員会：エアコンディショナーの現状について 2006 年 6 月

文 8) シービー・リチャードエリス株式会社：オフィスマーケットレポート 2009 年 10 月

文 9) 株式会社ビーエムジェー：月刊 RMJ-No.118 2009 年 2 月