

高層集合住宅における 空調負荷特性に関する研究

センターコア型及び板状型集合住宅を対象とした
日影を考慮した熱負荷解析

新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻
社会基盤・建築学コース(建築系)

指導教員 大塚 航
有波 裕貴 助教

研究目的

近年、首都圏だけでなく地方の都市部においても高層集合住宅の建設が増加している。

高層集合住宅の平面形式は大きく分けてセンターコア型と板状型がある。

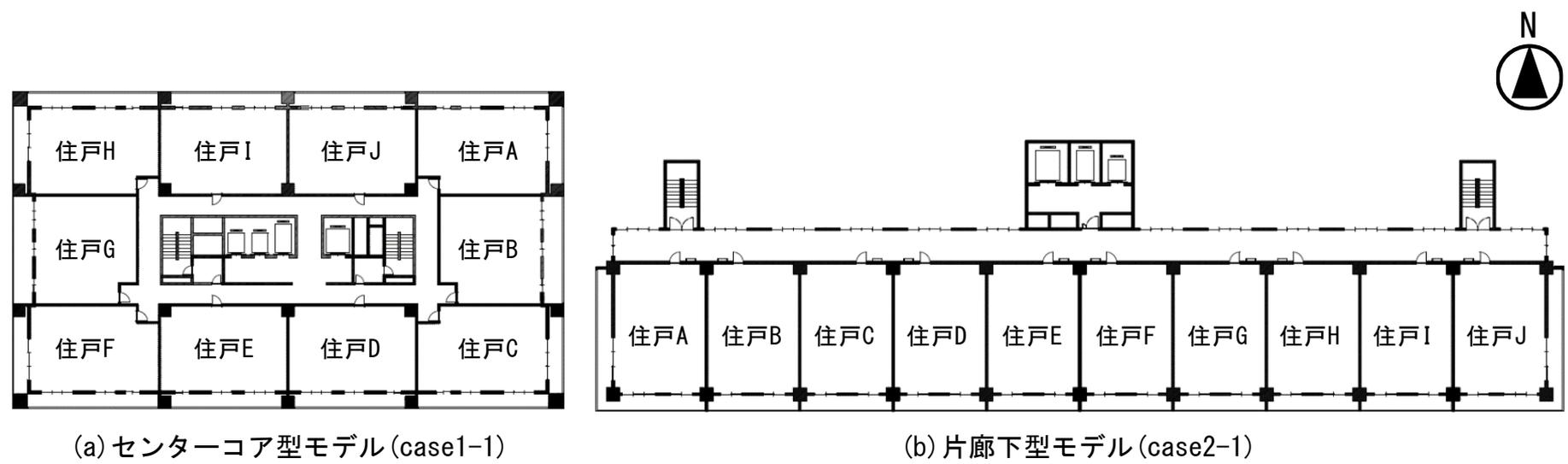
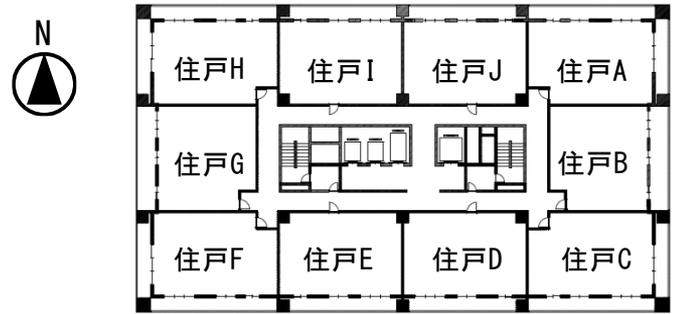
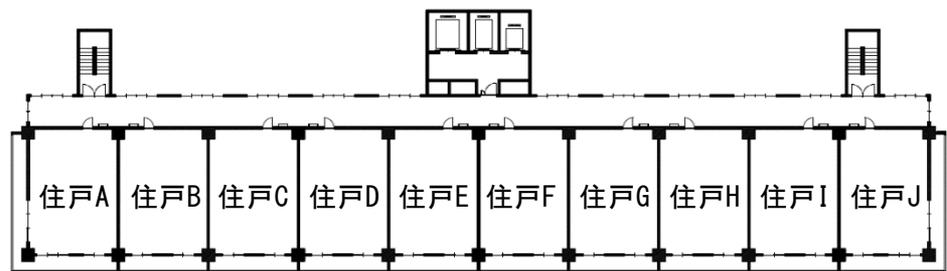


図 解析モデルの2～20階平面

センターコア型の場合、板状型と比較して外壁面積が少ないため貫流熱量が減少すると考えられる。



(a) センターコア型モデル (case1-1)



(b) 片廊下型モデル (case2-1)

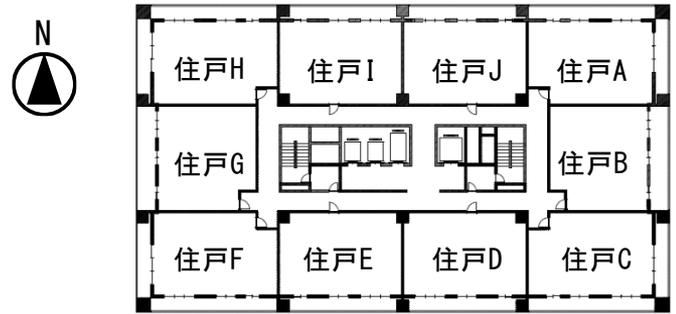
図 解析モデルの2～20階平面

表1 解析対象モデルの概要

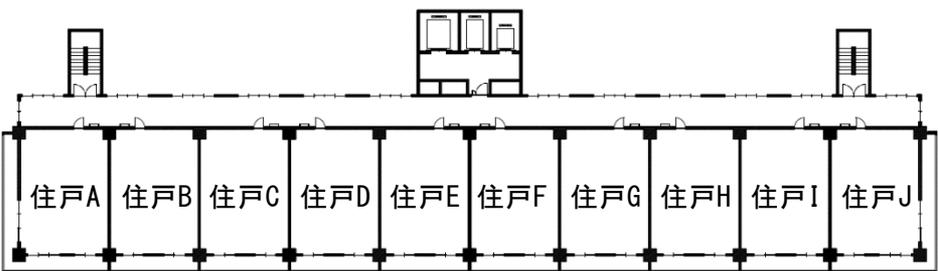
		センターコア型 (case1)	片廊下型 (case2)
構造、規模		SRC造、地上20階建 (高さ62[m])	
1棟	延床面積 [m ²]	18,620	18,616
	総外皮面積 [m ²]	7,860	9,940
	総外皮面積/延床面積 [-]	0.422	0.534
階高、天井高 [m]		3.0、2.5	
1棟あたりの総戸数 [戸]		199	
バルコニー (庇) の幅 [m]		1.25	
開口部仕様	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	1.55	
	日射熱取得率 [-]	0.62	
	ガラス	Low-E複層ガラス	
	サッシ	樹脂サッシ	

研究目的

一方で同フロア内の住戸でも面する方位が異なり、日射を受ける面積が板状型と比較して少なく、日射による熱取得量は減少すると考えられる。



(a) センターコア型モデル (case1-1)



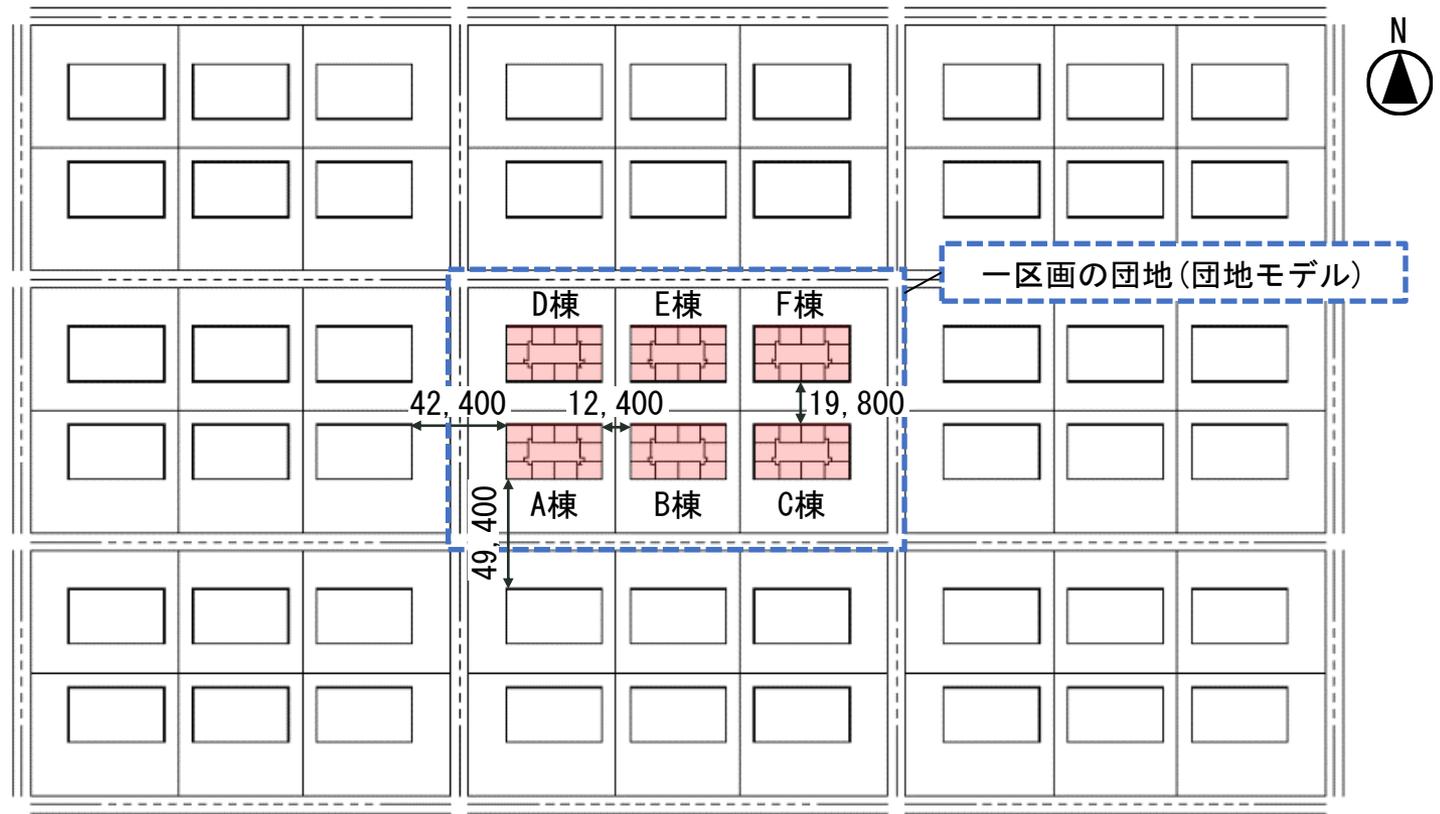
(b) 片廊下型モデル (case2-1)

図 解析モデルの2～20階平面

表1 解析対象モデルの概要

		センターコア型 (case1)	片廊下型 (case2)
構造、規模		SRC造、地上20階建 (高さ62[m])	
1棟	延床面積 [m ²]	18,620	18,616
	総外皮面積 [m ²]	7,860	9,940
	総外皮面積/延床面積 [-]	0.422	0.534
階高、天井高 [m]		3.0、2.5	
1棟あたりの総戸数 [戸]		199	
バルコニー (庇) の幅 [m]		1.25	
開口部仕様	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	1.55	
	日射熱取得率 [-]	0.62	
	ガラス	Low-E複層ガラス	
	サッシ	樹脂サッシ	

またどちらの平面形式でも住宅団地においては周辺建物による日影の影響で上下階で日照環境が異なり、空調負荷への影響が生じると考えられる。

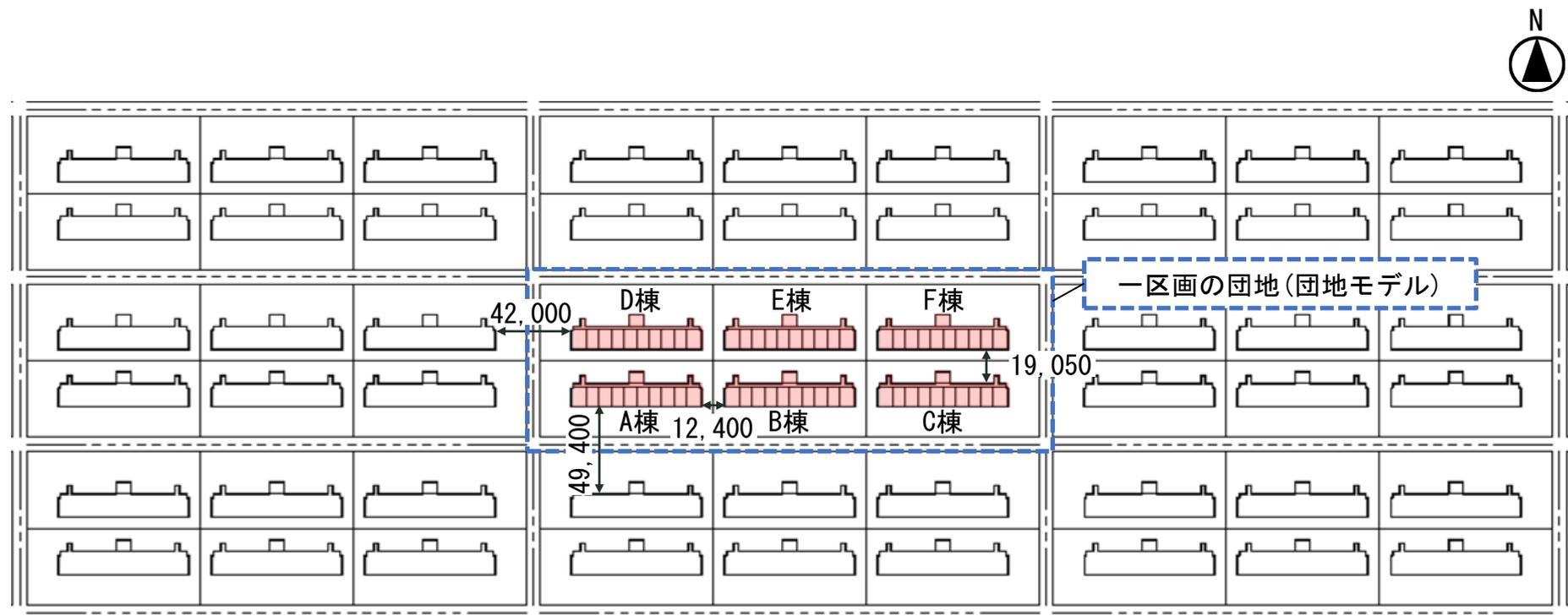


(a) センターコア型モデル (case1-1)

単位: [mm]

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

またどちらの平面形式でも住宅団地においては周辺建物による日影の影響で上下階で日照環境が異なり、空調負荷への影響が生じると考えられる。



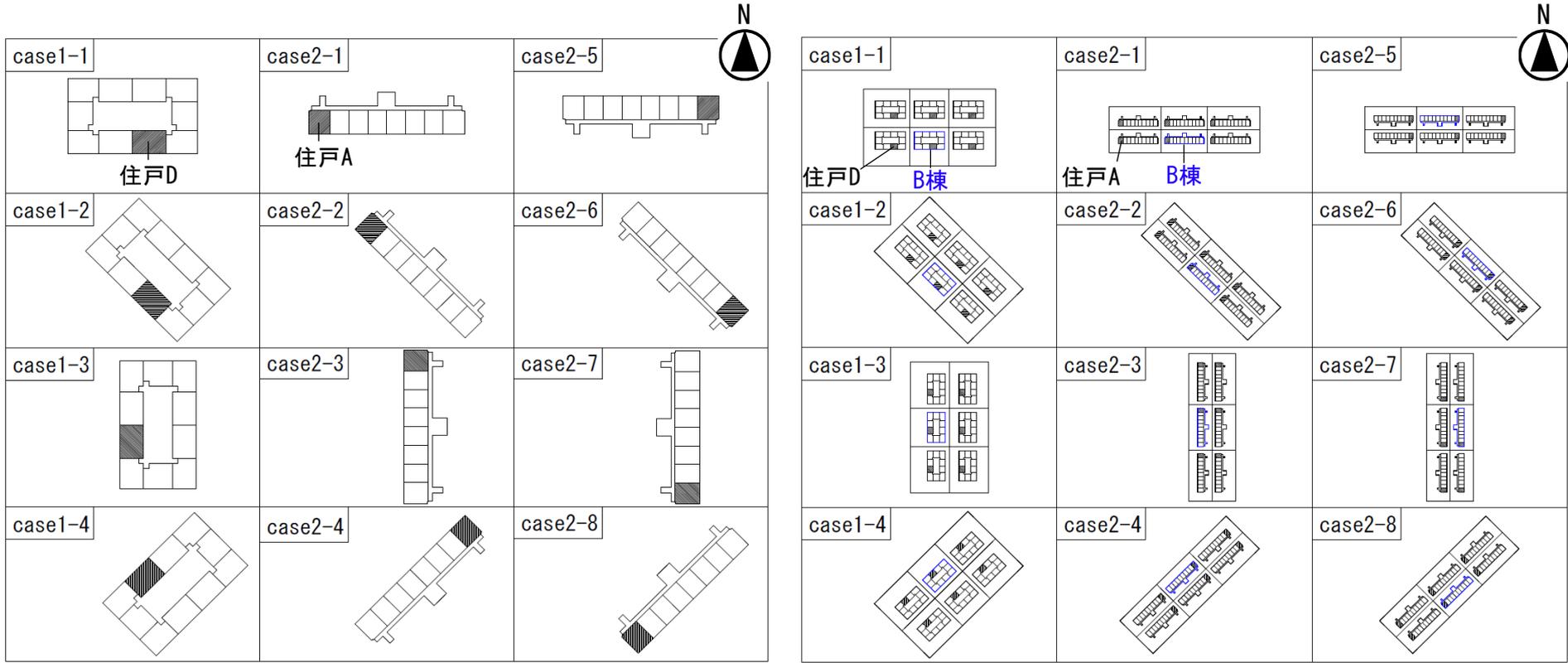
(b) 片廊下型モデル (case2-1)

単位: [mm]

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

研究目的

本研究では**センターコア型**と**板状片廊下型**の集合住宅を対象に**周辺建物及び庇による日影を考慮した上で建物方位を変化させ熱負荷計算を行う。**



(a) 单体モデル

(b) 団地モデル及び連続団地モデル

図 解析case

研究概要

研究概要 (解析モデルの概要)

建物は1棟単体 (単体モデル)、6棟を一区画とした団地単体 (団地モデル)、連続した団地 (連続団地モデル) とする。

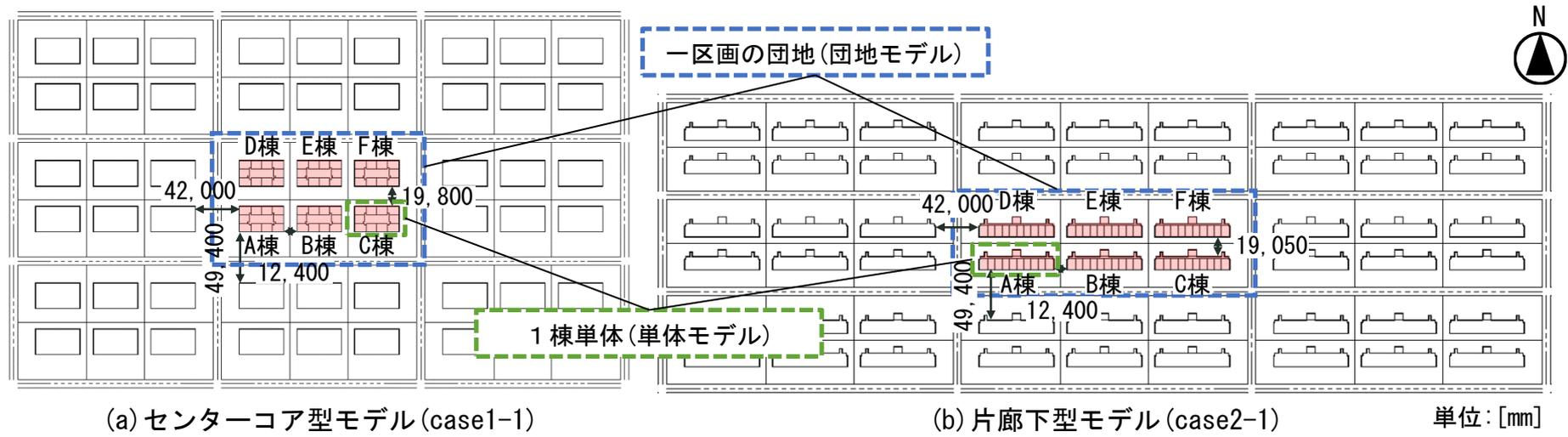


図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

団地及び連続団地モデルにおいて用途地域は商業地域とし、各種制限^{※1}を考慮し**6棟の建物で住宅団地**を構成する。

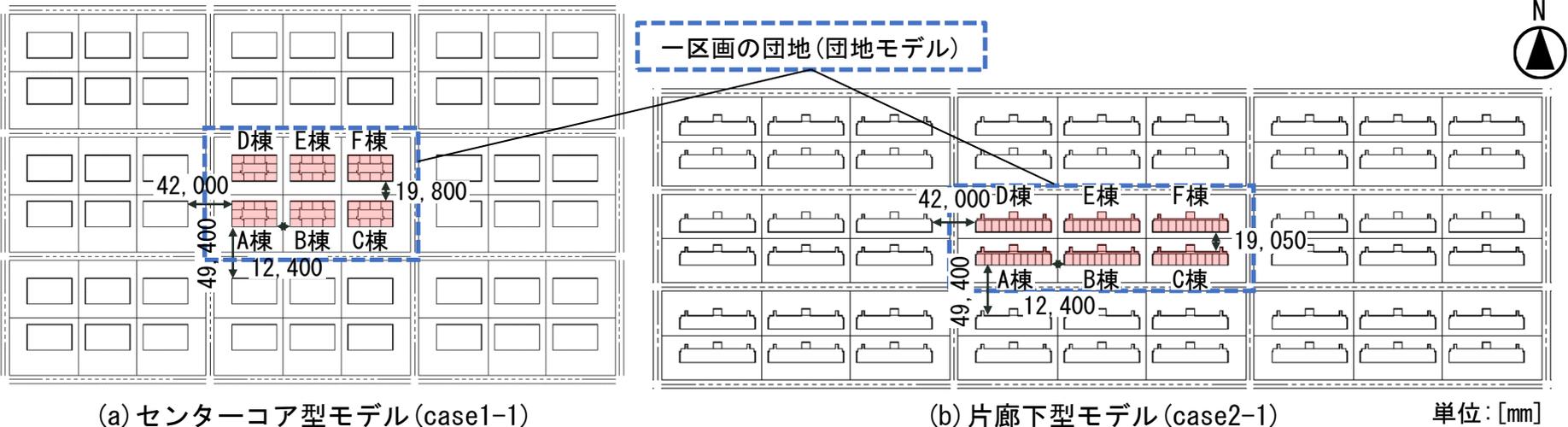


図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

※1 解析モデルの建物高さ62[m]による道路斜線制限と隣地斜線制限に加えて建蔽率(商業地域で80[%]以下)、容積率(前面道路の幅員が8[m]で $8 \times 6 / 10 \times 100 = 480$ [%]以下)の制限を考慮した。

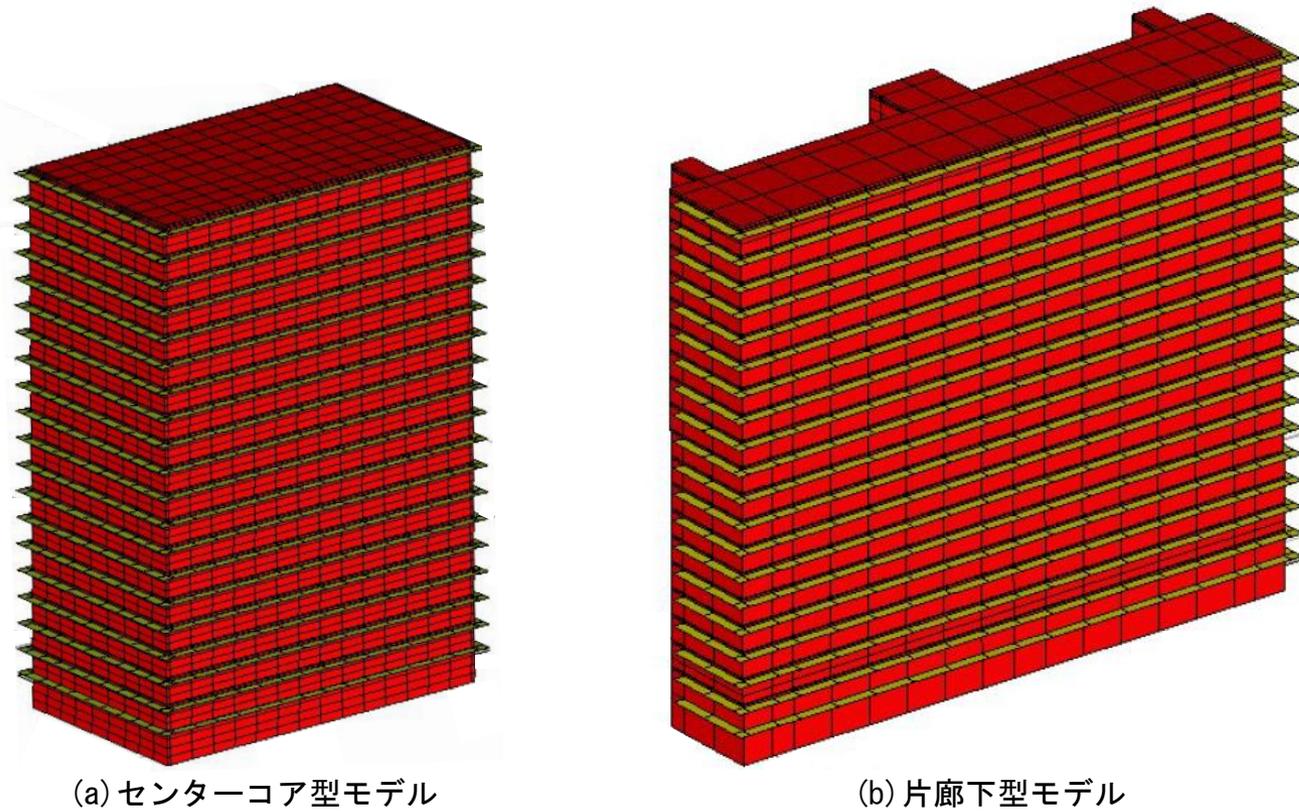
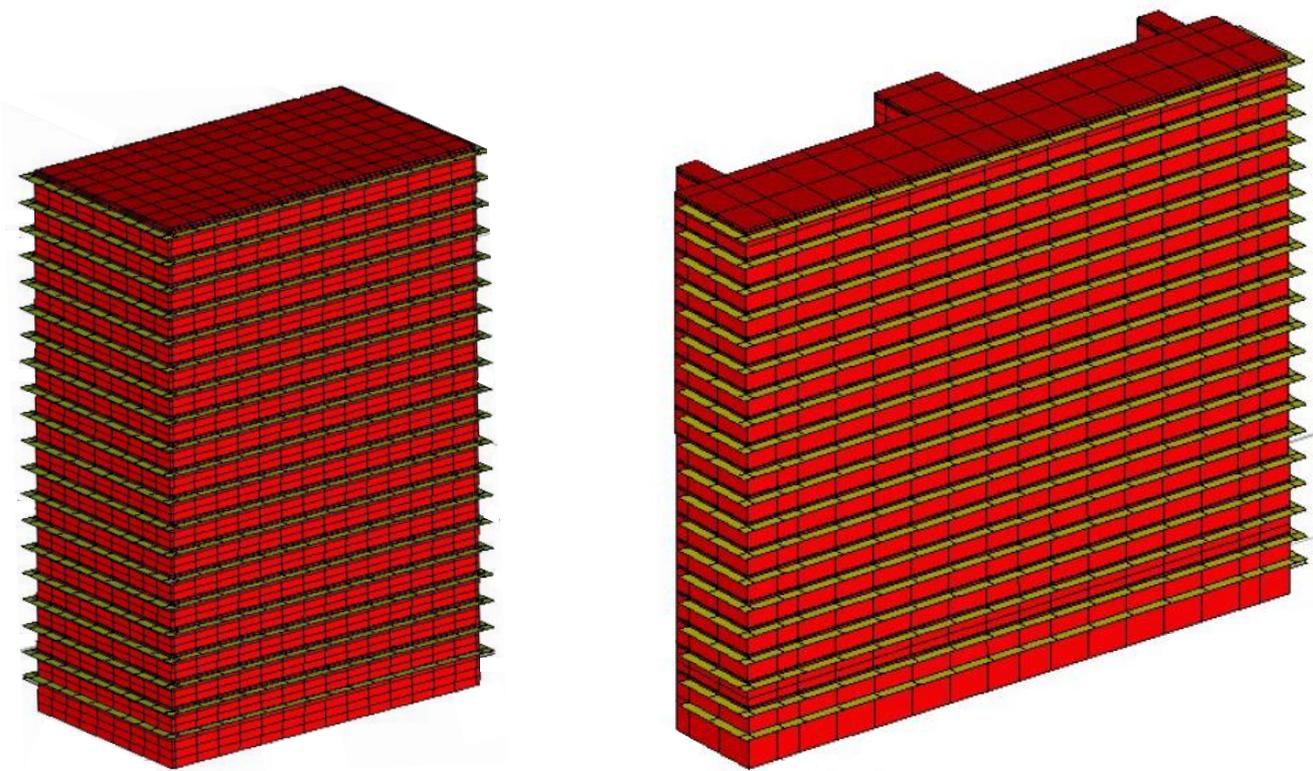


図 各平面形式における鳥瞰図

構造はSRC造20階建てのラーメン構造とする。



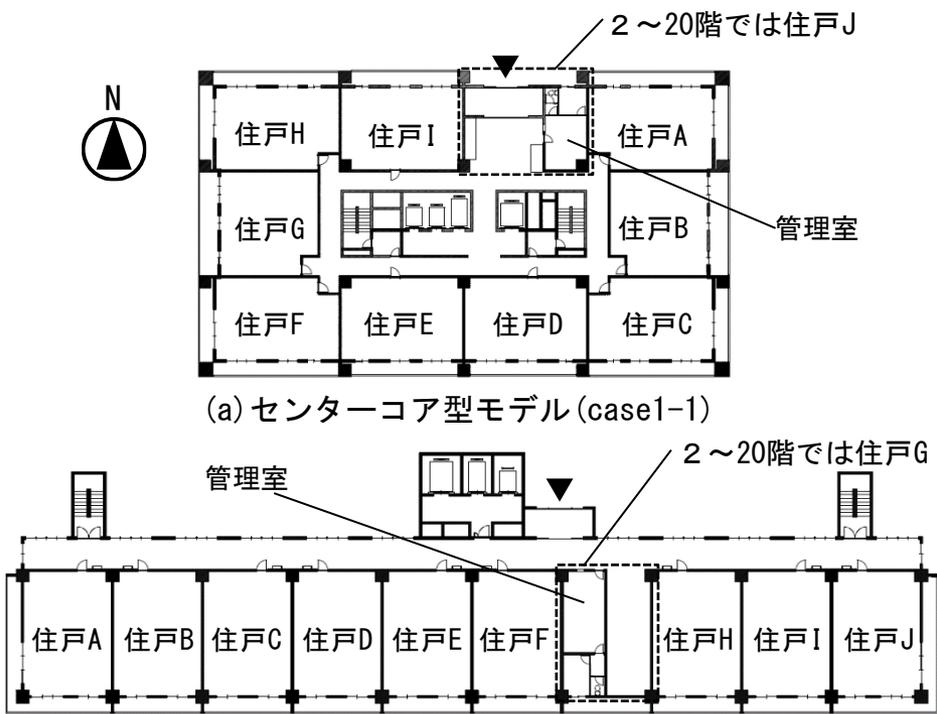
(a) センターコア型モデル

(b) 片廊下型モデル

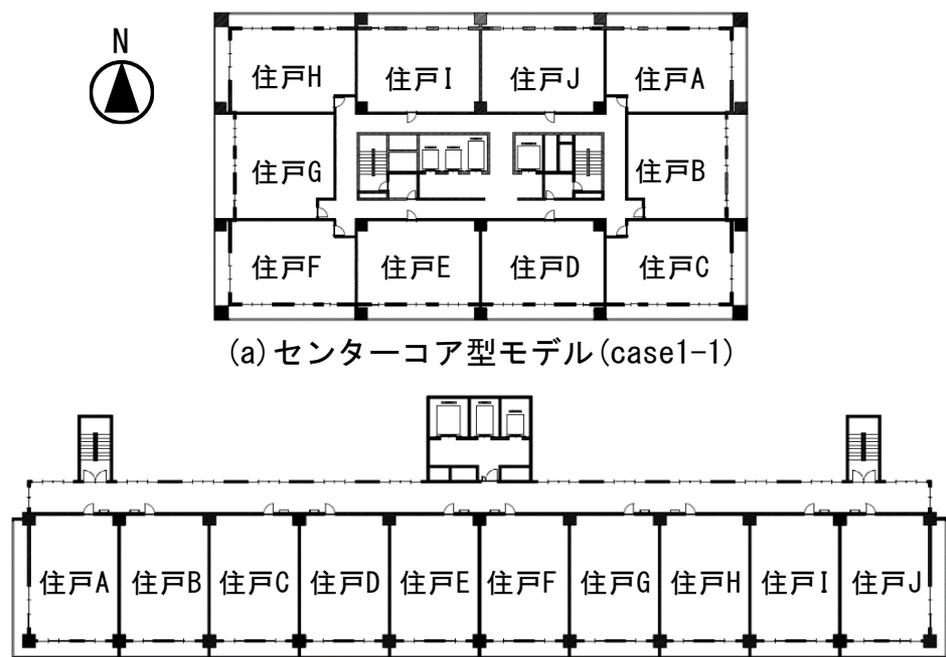
図 各平面形式における鳥瞰図

研究概要 (解析モデルの概要)

戸数は 1階は9戸、2～20階は10戸とする。

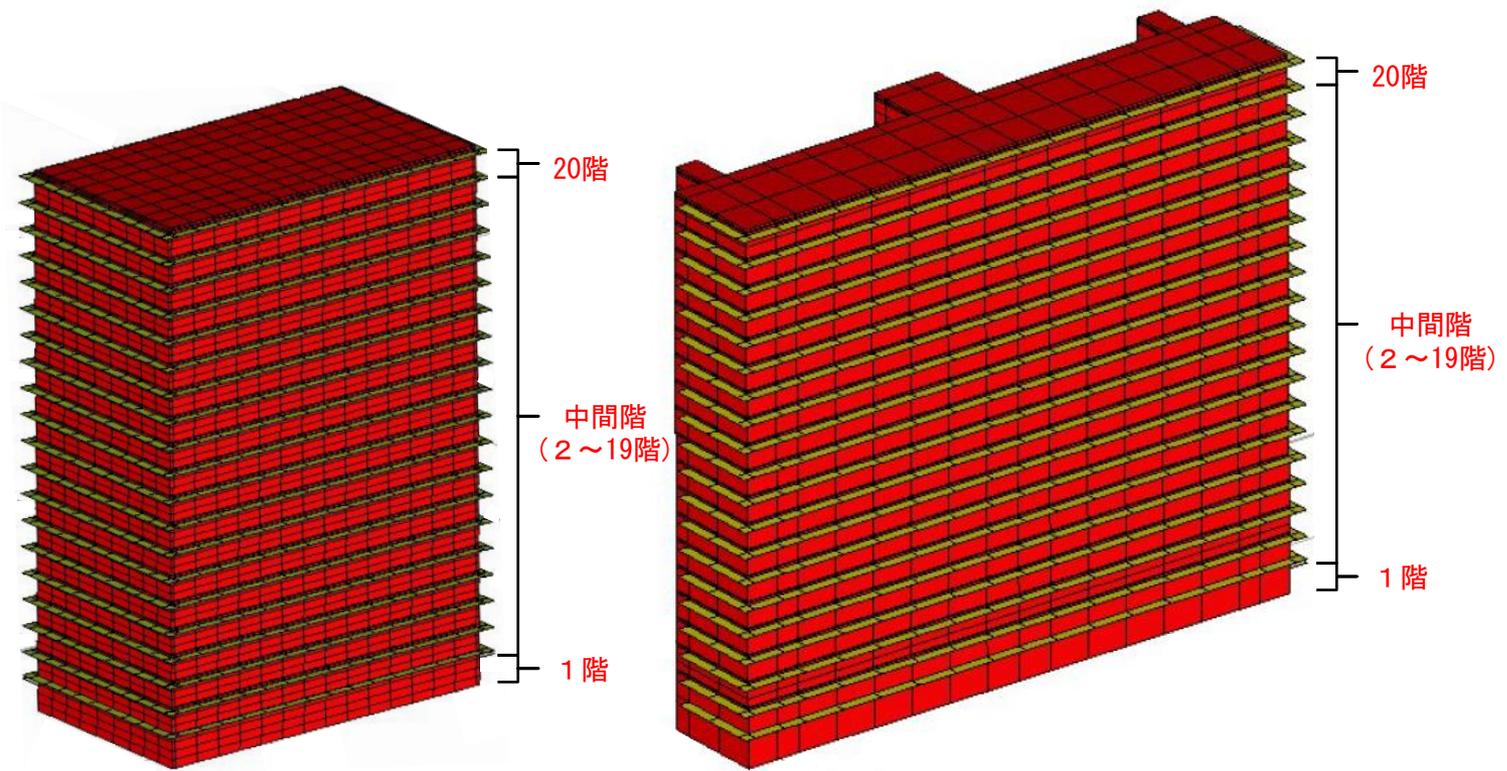


(b) 片廊下型モデル (case2-1)
図 1 解析モデルの 1 階平面



(b) 片廊下型モデル (case2-1)
図 解析モデルの 2～20階平面

単体モデルでは1階(最下階)、2~19階(中間階)、20階(最上階)の3フロアを、団地及び連続団地モデルでは1~20階の各フロアを**解析対象**とする。



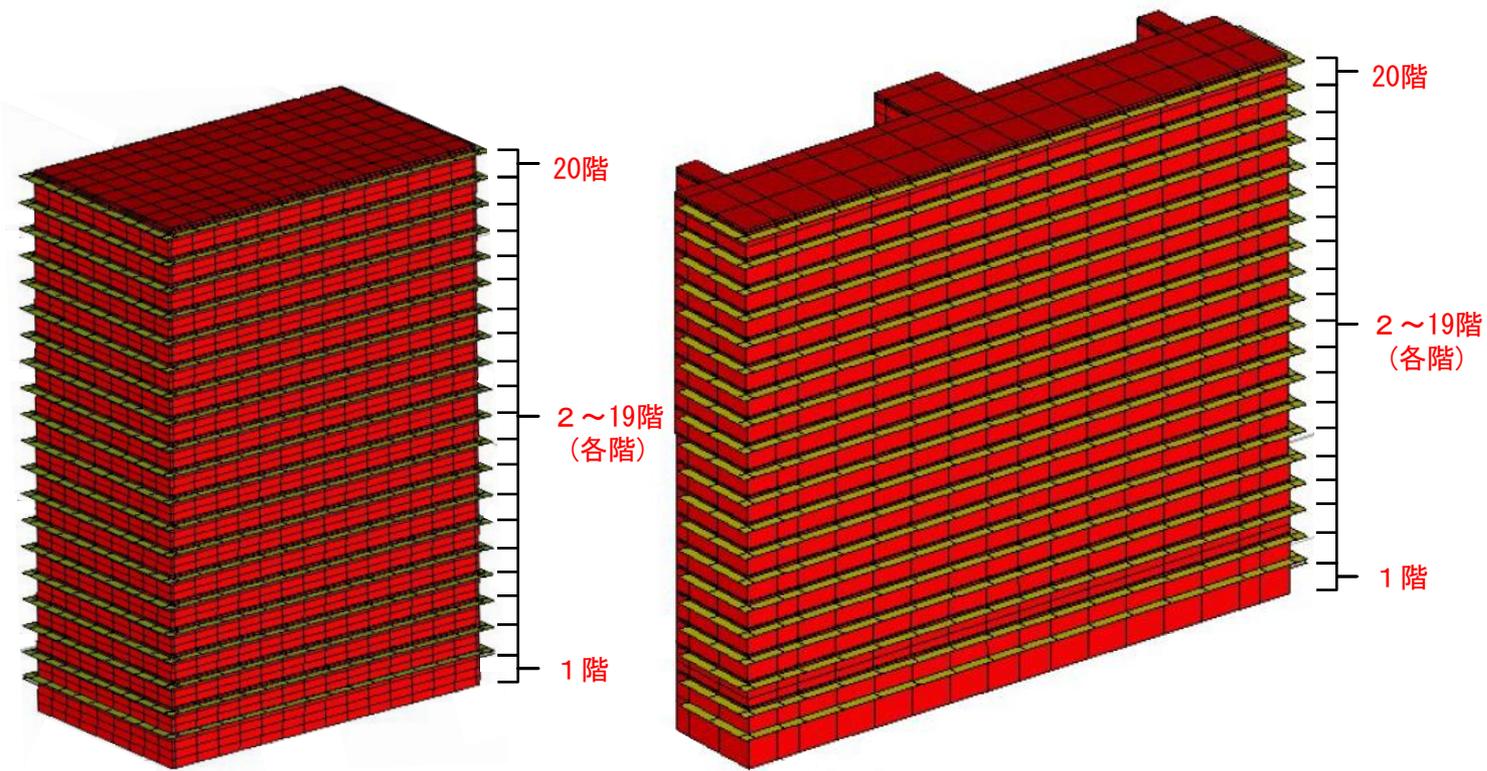
(a) センターコア型モデル

(b) 片廊下型モデル

図 各平面形式における鳥瞰図

研究概要 (解析モデルの概要)

単体モデルでは1階(最下階)、2~19階(中間階)、20階(最上階)の3フロアを、団地及び連続団地モデルでは1~20階の各フロアを解析対象とする。



(a) センターコア型モデル

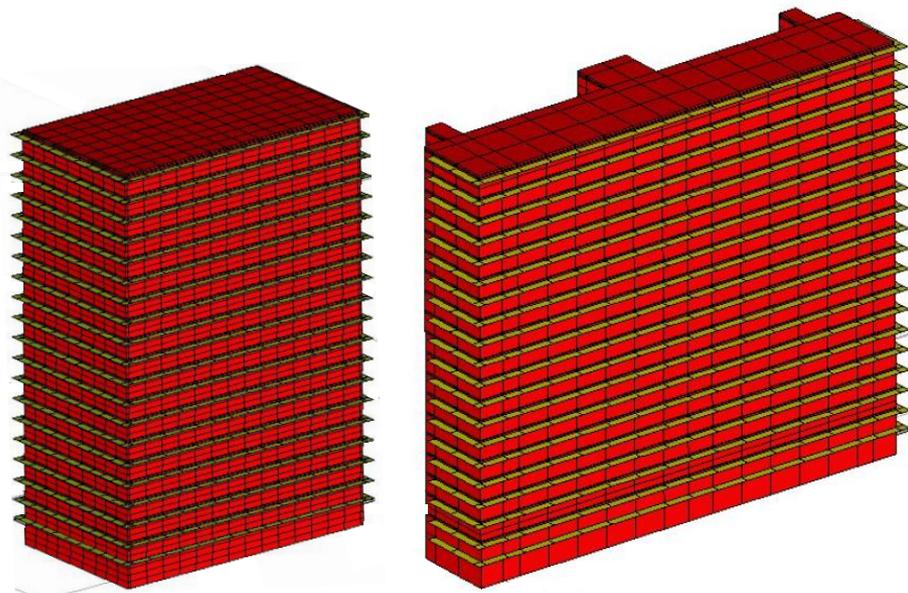
(b) 片廊下型モデル

図 各平面形式における鳥瞰図

解析対象地域は**東京**（省エネ基準の地域区分6^{文1)}）とする。

研究概要 (解析モデルの概要)

省エネ基準を満たすよう各棟の U_A 値は $0.8 [W/(m^2 \cdot K)]^{*2}$ とする。



(a) センターコア型モデル

(b) 片廊下型モデル

図 各平面形式における鳥瞰図

表 2 各住戸の概要

	住戸	センターコア型 (case1)			片廊下型 (case2)	
		A, C, F, H	B, G	D, E, I, J	A, J	B, C, D, E F, G, H, I
1、20階	U_A 値 [$W/(m^2 \cdot K)$]	0.8^{*2}				
	床面積 [m^2]	69.9	70.0	71.2	70.0	
	外皮面積 [m^2]	123.8	96.9	102.1	125.4	95.0
	開口面積 [m^2]	16.4	8.2	9.4	17.6	8.3
	開口割合 (開口面積/外皮面積) [-]	0.31			0.32	0.33
2～19階	U_A 値 [$W/(m^2 \cdot K)$]	0.8^{*2}			0.82^{*2}	0.83^{*2}
	床面積 [m^2]	69.9	70.0	71.2	70.0	
	外皮面積 [m^2]	53.9	26.9	30.9	55.4	25.0
	開口面積 [m^2]	16.4	8.2	9.4	17.6	8.3
	開口割合 (開口面積/外皮面積) [-]	0.31			0.32	0.33

*2 各部の熱貫流率としては、外壁は $0.47 [W/(m^2 \cdot K)]$ 、戸境壁は $0.90 [W/(m^2 \cdot K)]$ 、1階の床は $0.78 [W/(m^2 \cdot K)]$ 、20階の屋根は $0.71 [W/(m^2 \cdot K)]$ となる。

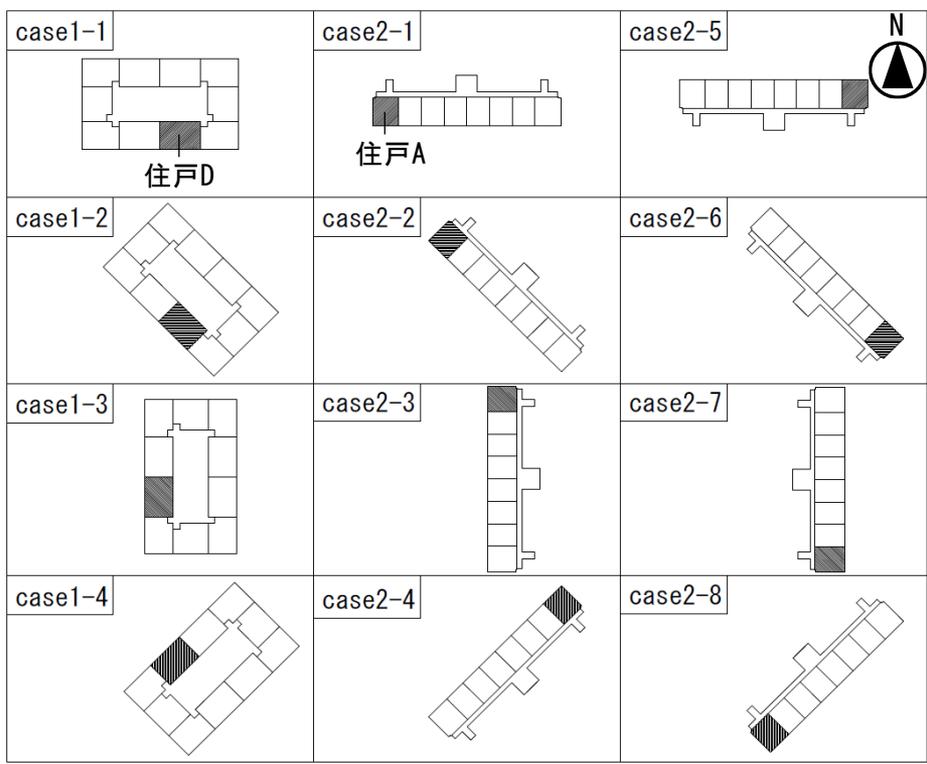
研究概要 (解析モデルの概要)

解析は日本建築学会拡張アメダス気象データ^{文2)}(標準年)を用いて熱負荷シミュレーションソフトTRNSYS ver. 16により行う。

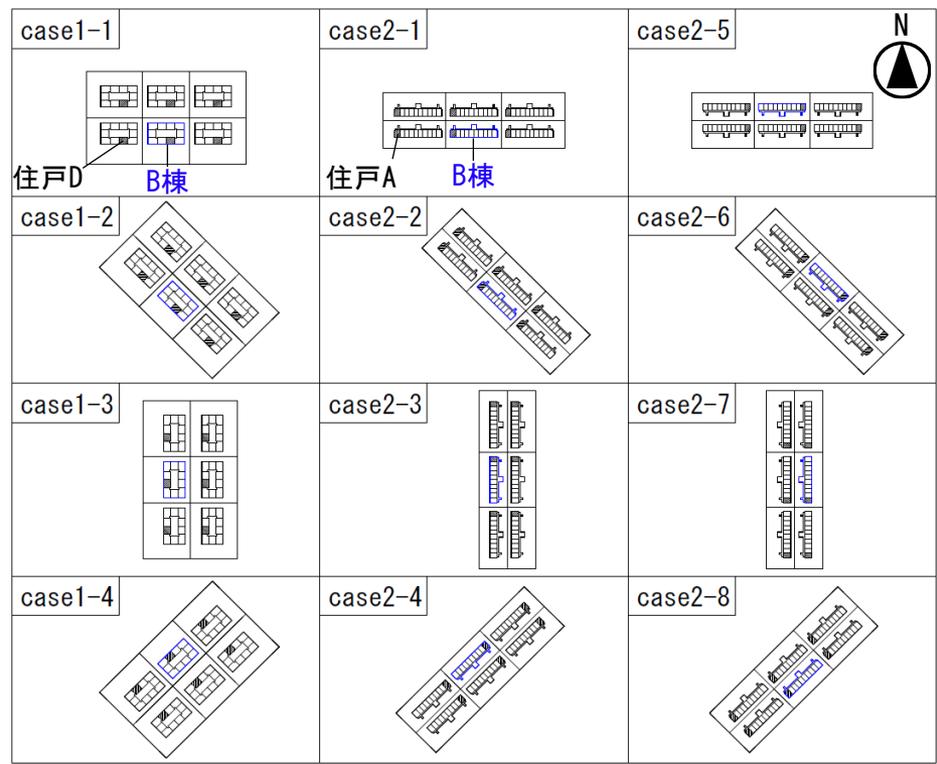
室内発熱は考慮せず、空調は24時間空調とし、暖房期間は11月8日～3月29日で設定温度22[°C]、冷房期間は5月23日～10月3日で設定温度27[°C]、設定湿度50[%]とする。

換気は24時間運転とし換気回数は0.5[回/h]とする。

case1をセンターコア型モデル、case2を片廊下型モデルとする。



(a) 単体モデル

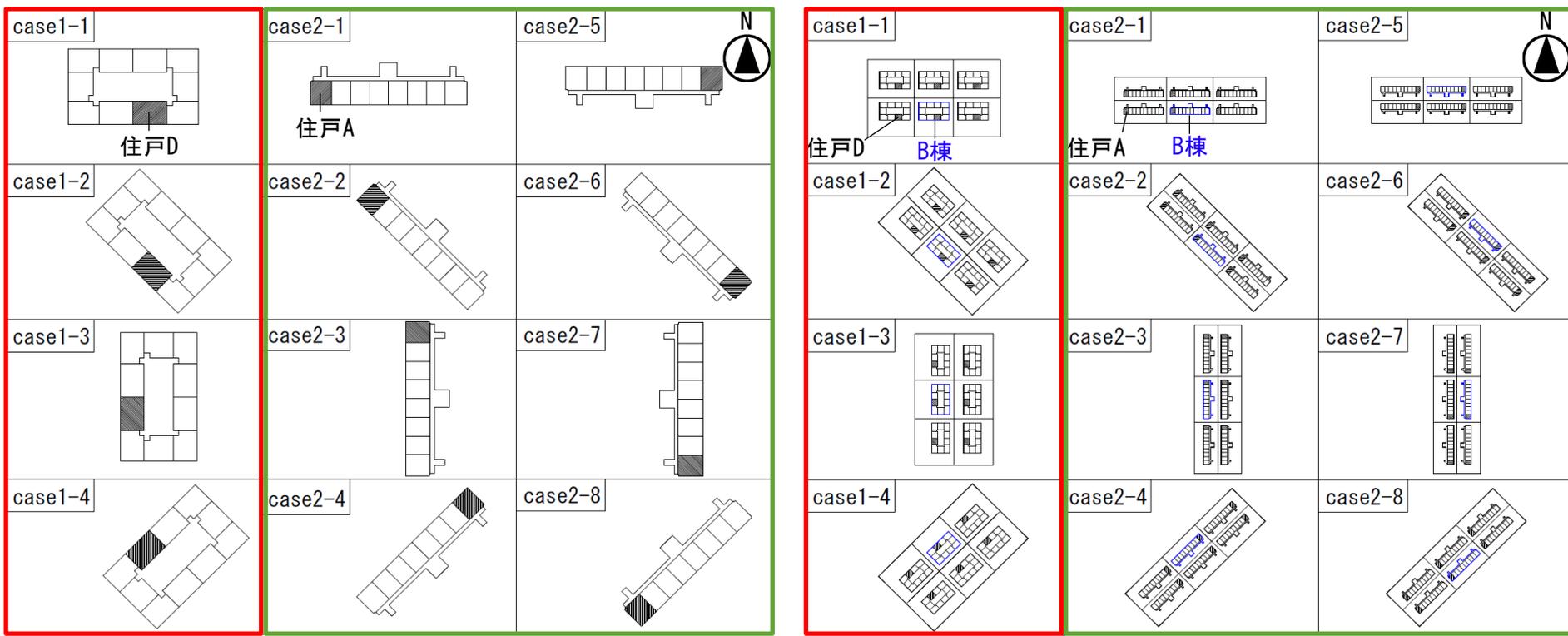


(b) 団地モデル及び連続団地モデル

図 解析case

研究概要 (解析case)

どのモデルでも方位は45[°]ずつ回転させ、**case1では4方位 (case1-1~case1-4)**、**case2では8方位 (case2-1~case2-8)**を対象に、モデルごとに12caseの解析を行う。

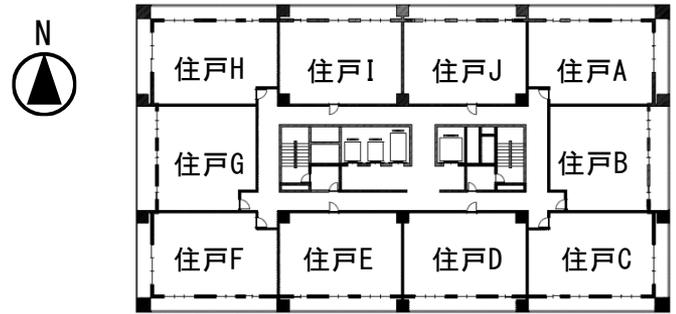


(a) 単体モデル

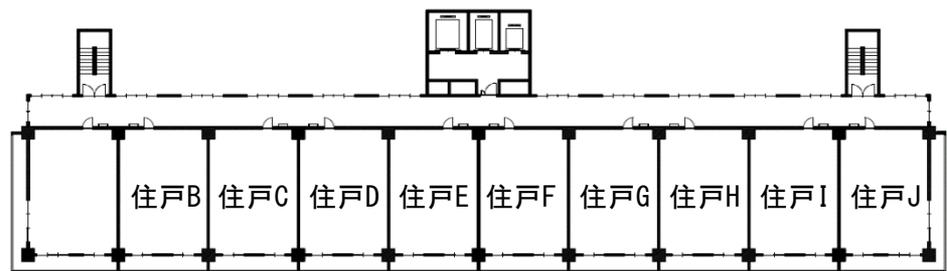
(b) 団地モデル及び連続団地モデル

図 解析case

延床面積に対する総外皮面積の比はcase1で0.422[-]、case2で0.534[-]である。



(a) センターコア型モデル (case1-1)



(b) 片廊下型モデル (case2-1)

図 解析モデルの2～20階平面

表1 解析対象モデルの概要

		センターコア型 (case1)	片廊下型 (case2)
構造、規模		SRC造、地上20階建 (高さ62[m])	
1棟	延床面積 [m ²]	18,620	18,616
	総外皮面積 [m ²]	7,860	9,940
	総外皮面積/延床面積 [-]	0.422	0.534
階高、天井高 [m]		3.0、2.5	
1棟あたりの総戸数 [戸]		199	
バルコニー (庇) の幅 [m]		1.25	
開口部仕様	熱貫流率 [W/(m ² ・K)]	1.55	
	日射熱取得率 [-]	0.62	
	ガラス	Low-E複層ガラス	
	サッシ	樹脂サッシ	

研究概要 (庇及び周辺建物を考慮した直達・天空日射量)

本研究では、**周辺建物と庇による日影**を考慮し**鉛直面直達・天空日射量**^{※3}を求め、解析を行う。

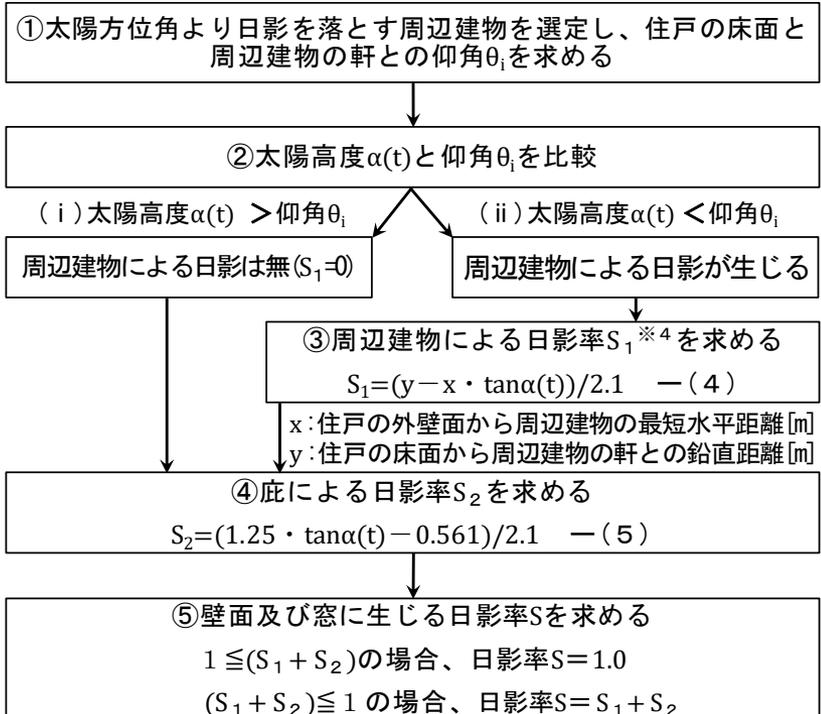


図3 日影計算のフローチャート

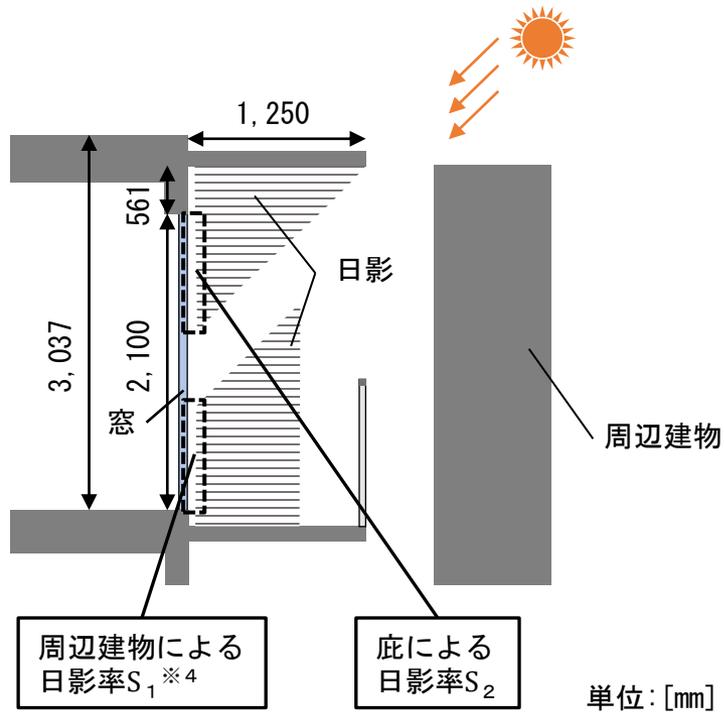


図4 壁面及び窓に生じる日影

※3 各住戸の鉛直面日射量は下記の式で求める。
 鉛直面全天日射量 [W/m²]: $J = J_d + J_{SV}$ --- (1)
 鉛直面直達日射量 [W/m²]: $J_d = J_{AV} \times (1-S)$ --- (2)
 鉛直面天空日射量 [W/m²]: $J_{SV} = J_{SH} \times F_0$ --- (3)

J_{AV} : 方位角Aにおける壁面の直達日射量 [W/m²]
 J_{SH} : 水平面天空日射量 [W/m²]
 S : 壁面及び窓における日影率 [-]
 F_0 : 壁面0の天空に対する形態係数 [-]

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。S₁は3分割して求めた各日影率の平均である。

各時刻の太陽方位角より各面に日影を生じさせる周辺建物を
選定する。

① 太陽方位角より日影を落とす周辺建物を選定し、住戸の床面と周辺建物の軒との仰角 θ_i を求める

② 太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較

(i) 太陽高度 $\alpha(t) > \theta_i$ (ii) 太陽高度 $\alpha(t) < \theta_i$

周辺建物による日影は無($S_1=0$)

周辺建物による日影が生じる

③ 周辺建物による日影率 S_1^{*4} を求める

$$S_1 = (y - x \cdot \tan \alpha(t)) / 2.1 \quad - (4)$$

x : 住戸の外壁面から周辺建物の最短水平距離 [m]
 y : 住戸の床面から周辺建物の軒との鉛直距離 [m]

④ 庇による日影率 S_2 を求める

$$S_2 = (1.25 \cdot \tan \alpha(t) - 0.561) / 2.1 \quad - (5)$$

⑤ 壁面及び窓に生じる日影率 S を求める

$1 \leq (S_1 + S_2)$ の場合、日影率 $S=1.0$

$(S_1 + S_2) \leq 1$ の場合、日影率 $S=S_1 + S_2$

図3 日影計算のフローチャート

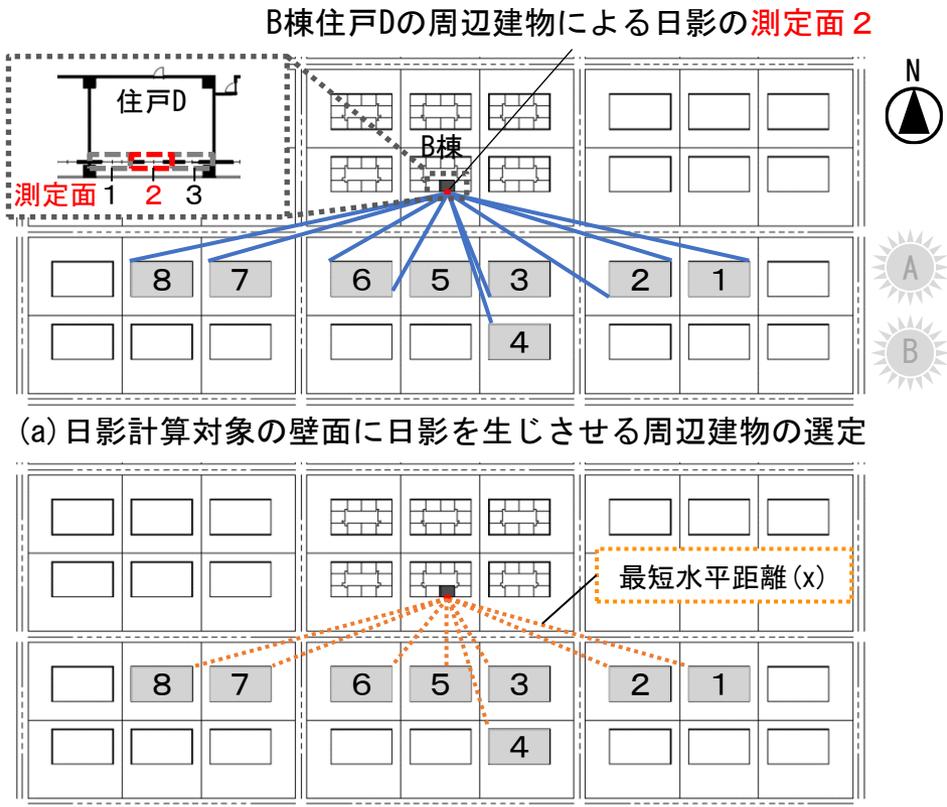


図 フローチャート①の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。 S_1 は3分割して求めた各日影率の平均である。

各時刻の太陽方位角より各面に日影を生じさせる周辺建物を
選定する。

① 太陽方位角より日影を落とす周辺建物を選定し、住戸の床面と
周辺建物の軒との仰角 θ_i を求める

② 太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較

(i) 太陽高度 $\alpha(t) > \theta_i$ (ii) 太陽高度 $\alpha(t) < \theta_i$

周辺建物による日影は無($S_1=0$)

周辺建物による日影が生じる

③ 周辺建物による日影率 S_1^{*4} を求める

$$S_1 = (y - x \cdot \tan \alpha(t)) / 2.1 \quad - (4)$$

x : 住戸の外壁面から周辺建物の最短水平距離 [m]
 y : 住戸の床面から周辺建物の軒との鉛直距離 [m]

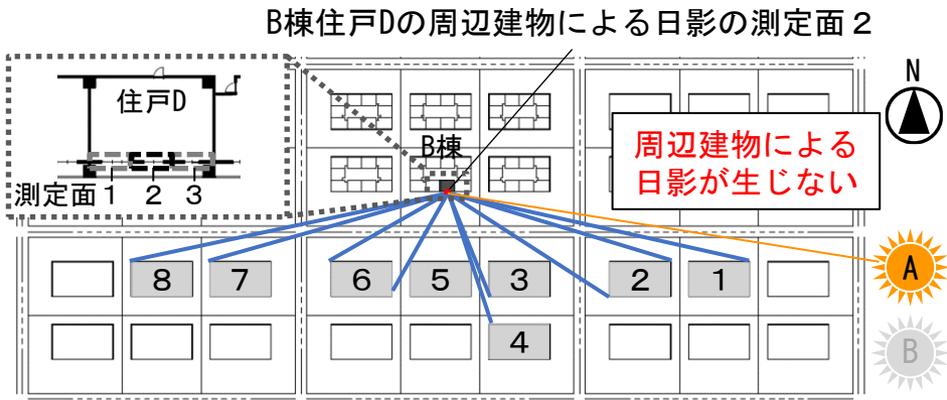
④ 庇による日影率 S_2 を求める

$$S_2 = (1.25 \cdot \tan \alpha(t) - 0.561) / 2.1 \quad - (5)$$

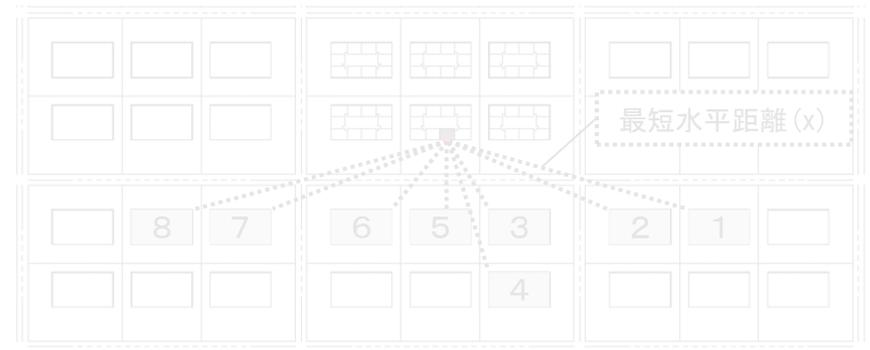
⑤ 壁面及び窓に生じる日影率 S を求める

$1 \leq (S_1 + S_2)$ の場合、日影率 $S=1.0$
 $(S_1 + S_2) \leq 1$ の場合、日影率 $S=S_1 + S_2$

図3 日影計算のフローチャート



(a) 日影計算対象の壁面に日影を生じさせる周辺建物の選定



(b) 住戸の壁面から周辺建物の最短水平距離 (x)

図 フローチャート①の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。 S_1 は3分割して求めた各日影率の平均である。

各時刻の太陽方位角より各面に日影を生じさせる周辺建物を
選定する。

① 太陽方位角より日影を落とす周辺建物を選定し、住戸の床面と周辺建物の軒との仰角 θ_i を求める

② 太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較

(i) 太陽高度 $\alpha(t) > \theta_i$ (ii) 太陽高度 $\alpha(t) < \theta_i$

周辺建物による日影は無($S_1=0$)

周辺建物による日影が生じる

③ 周辺建物による日影率 S_1^{*4} を求める

$$S_1 = (y - x \cdot \tan \alpha(t)) / 2.1 \quad - (4)$$

x : 住戸の外壁面から周辺建物の最短水平距離 [m]
 y : 住戸の床面から周辺建物の軒との鉛直距離 [m]

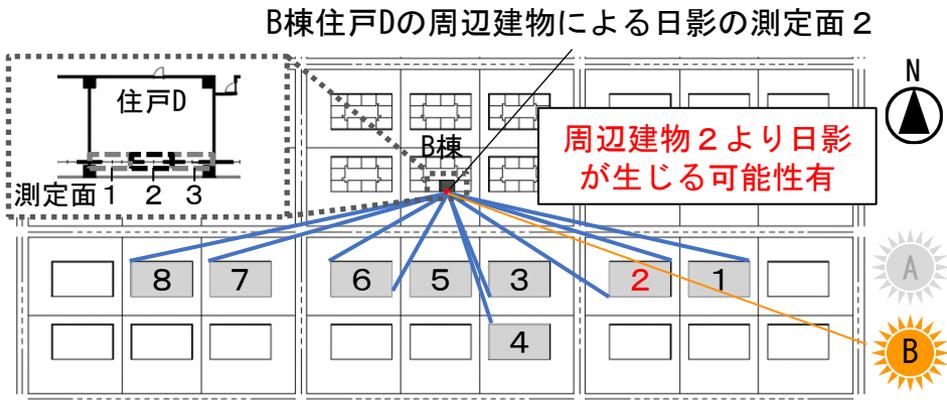
④ 庇による日影率 S_2 を求める

$$S_2 = (1.25 \cdot \tan \alpha(t) - 0.561) / 2.1 \quad - (5)$$

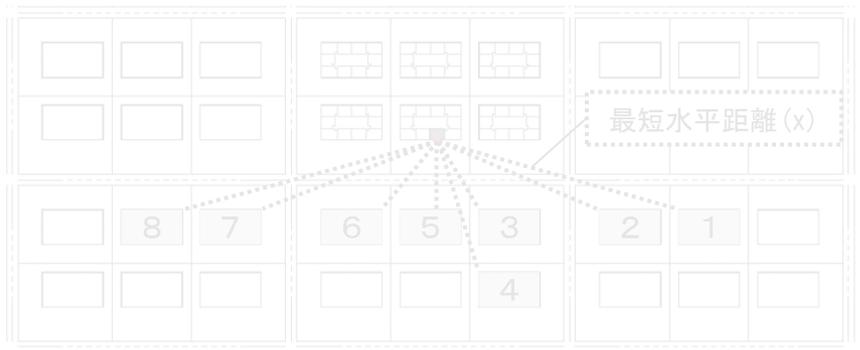
⑤ 壁面及び窓に生じる日影率 S を求める

$1 \leq (S_1 + S_2)$ の場合、日影率 $S=1.0$
 $(S_1 + S_2) \leq 1$ の場合、日影率 $S=S_1 + S_2$

図3 日影計算のフローチャート



(a) 日影計算対象の壁面に日影を生じさせる周辺建物の選定



(b) 住戸の壁面から周辺建物の最短水平距離 (x)

図 フローチャート①の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。 S_1 は3分割して求めた各日影率の平均である。

住戸の床面と周辺建物の軒との仰角 θ_i を求め、太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較する。

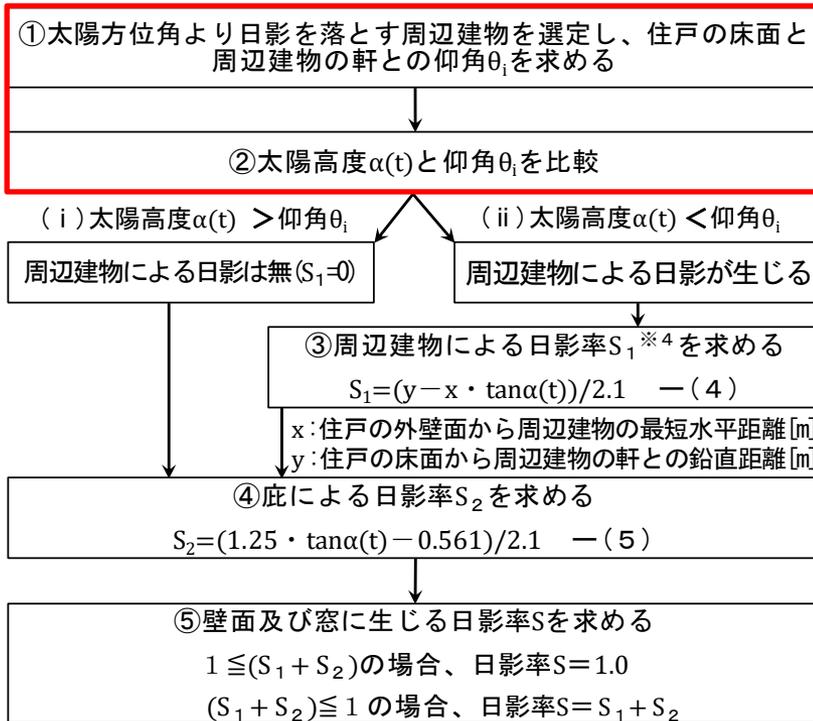


図3 日影計算のフローチャート

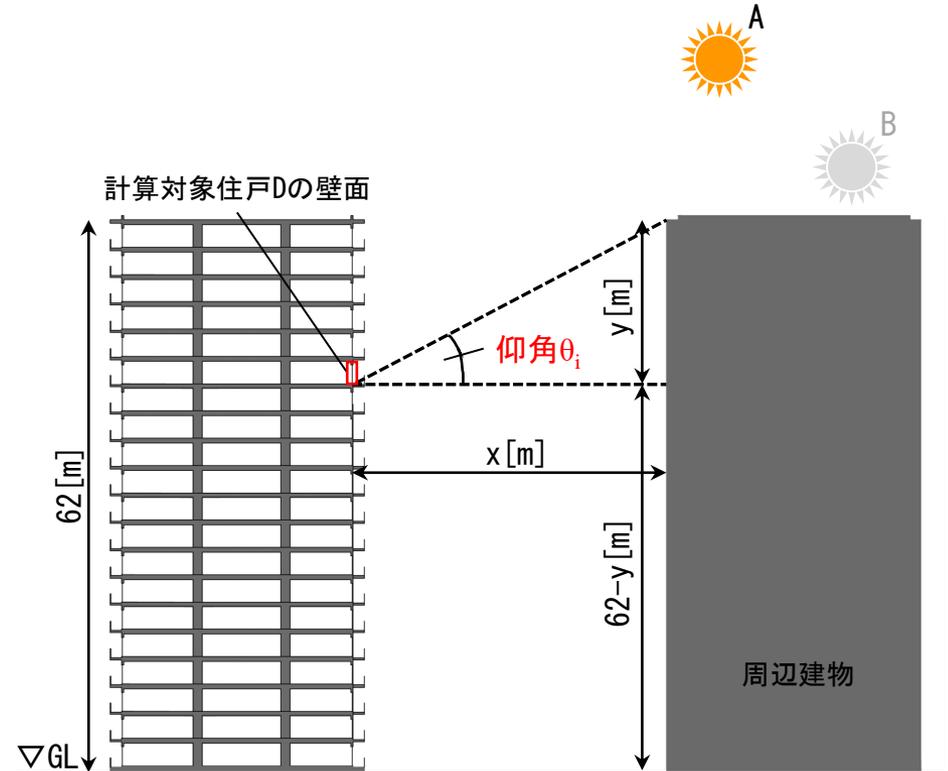


図 フローチャート①②の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。S₁は3分割して求めた各日影率の平均である。

研究概要 (庇及び周辺建物を考慮した直達・天空日射量)

住戸の床面と周辺建物の軒との仰角 θ_i を求め、太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較する。

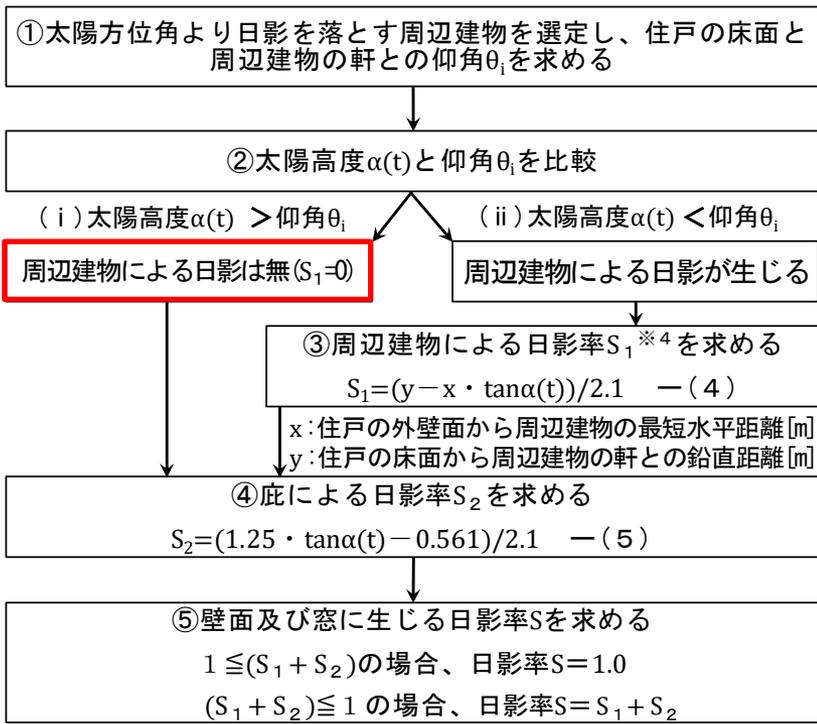


図3 日影計算のフローチャート

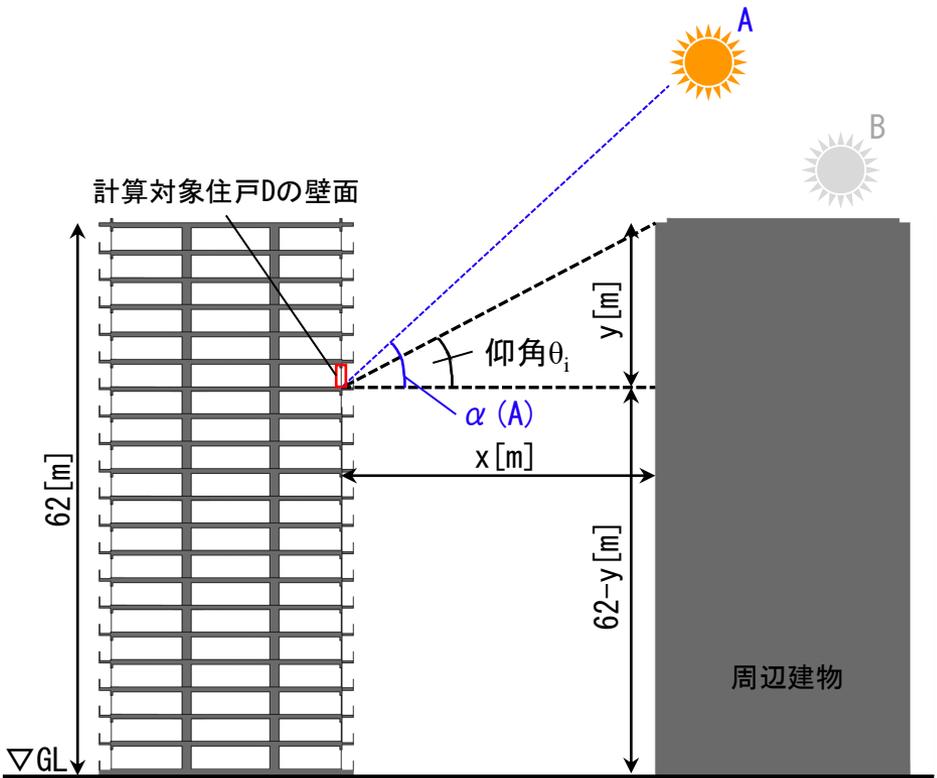


図 フローチャート①②の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。S₁は3分割して求めた各日影率の平均である。

住戸の床面と周辺建物の軒との仰角 θ_i を求め、太陽高度 $\alpha(t)$ と仰角 θ_i を比較する。

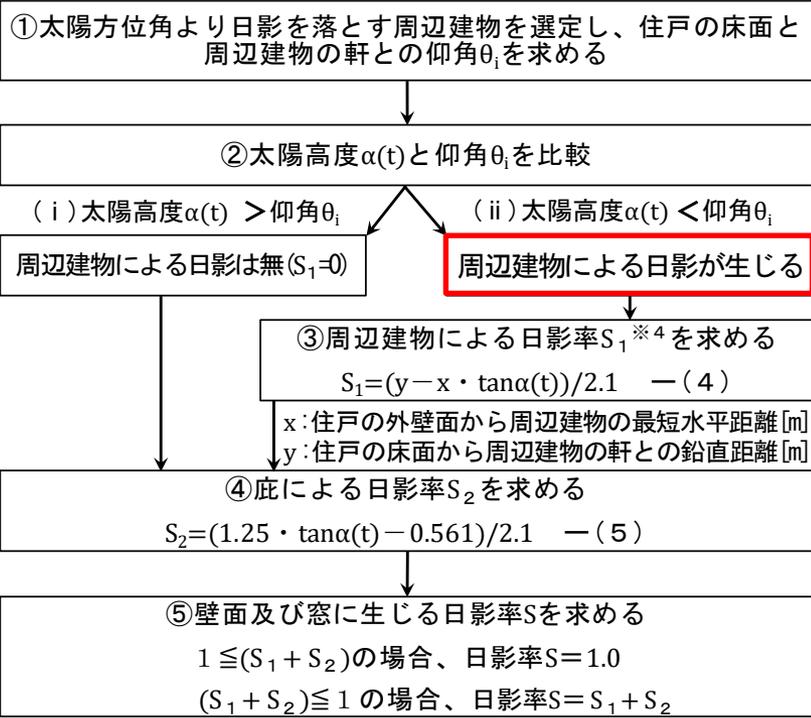


図3 日影計算のフローチャート

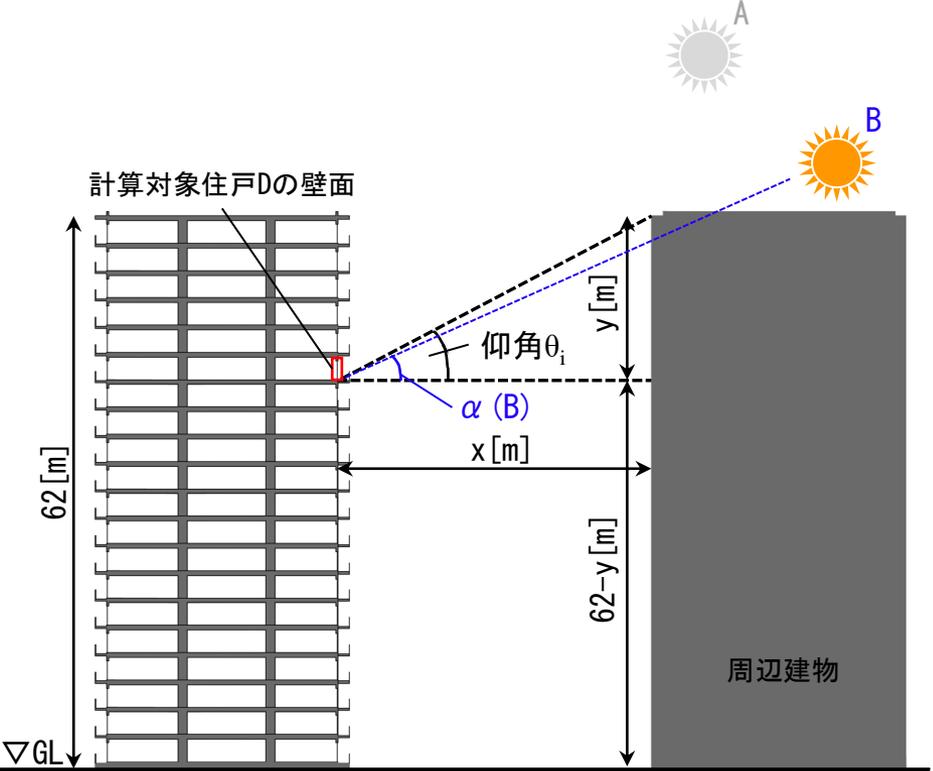


図 フローチャート①②の概要

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。S₁は3分割して求めた各日影率の平均である。

研究概要 (庇及び周辺建物を考慮した直達・天空日射量)

庇と周辺建物による複合日影率 (S) を求め、各住戸の各方位において日影を考慮した鉛直面直達日射量^{※3}を(2)式より算出する。

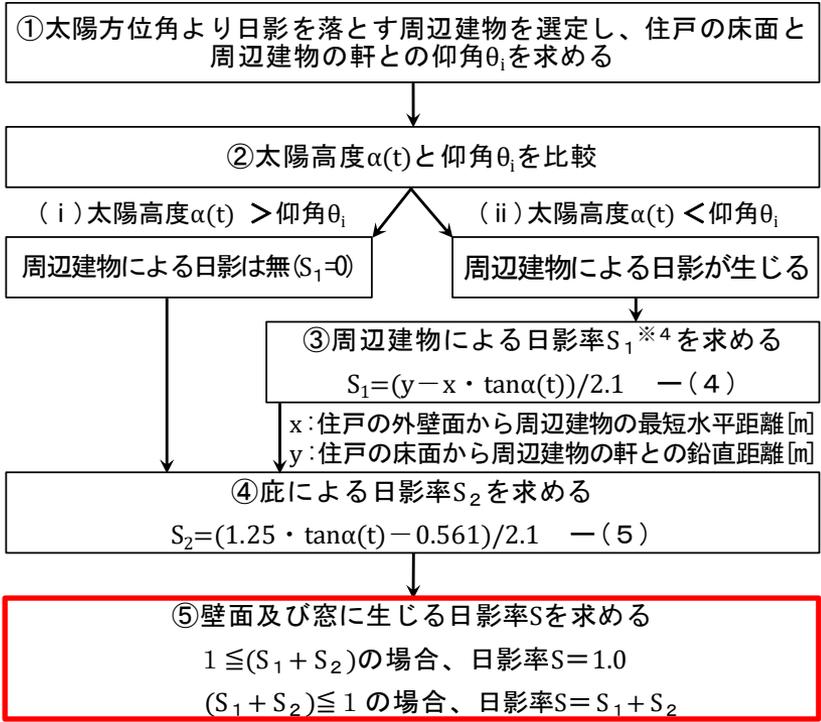


図3 日影計算のフローチャート

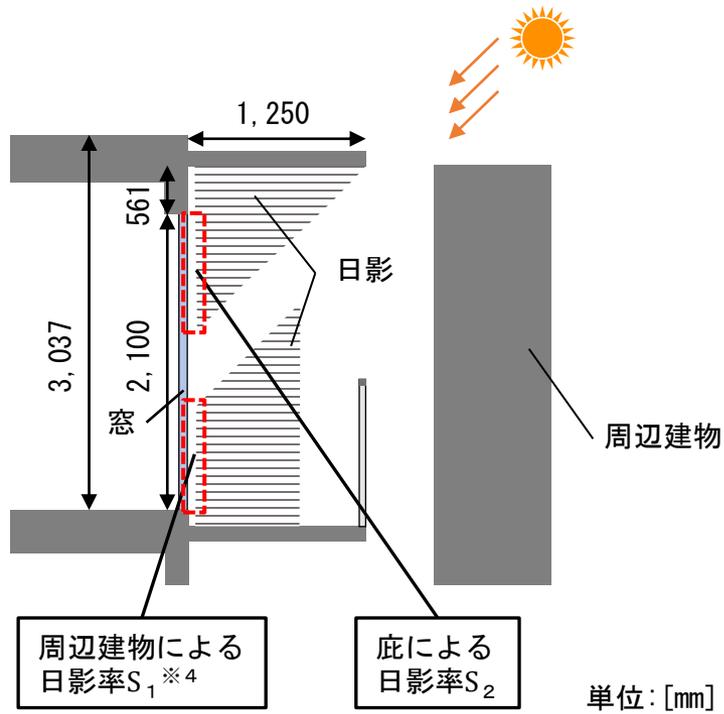


図4 壁面及び窓に生じる日影

※3 各住戸の鉛直面日射量は下記の式で求める。
 鉛直面全天日射量 $[W/m^2]$: $J = J_d + J_{SV} \quad \text{--- (1)}$
鉛直面直達日射量 $[W/m^2]$: $J_d = J_{AV} \times (1-S) \quad \text{--- (2)}$
 鉛直面天空日射量 $[W/m^2]$: $J_{SV} = J_{SH} \times F_0 \quad \text{--- (3)}$

J_{AV} : 方位角Aにおける壁面の直達日射量 $[W/m^2]$
 J_{SH} : 水平面天空日射量 $[W/m^2]$
 S : 壁面及び窓における日影率 [-]
 F_0 : 壁面0の天空に対する形態係数 [-]

※4 各住戸の各方位の面において1面につき、水平方向に3分割し、分割された各面単位で日影の計算を行う。 S_1 は3分割して求めた各日影率の平均である。

研究概要 (壁面における天空に対する形態係数)

壁面に対する天空の形態係数 (F_0) の算出には汎用数値流体解析ソフトSTREAM ver. 2020を使用し、モンテカルロ・レイ・トレーシング法を用いて(3)式により鉛直面天空日射量^{※3}を求める。

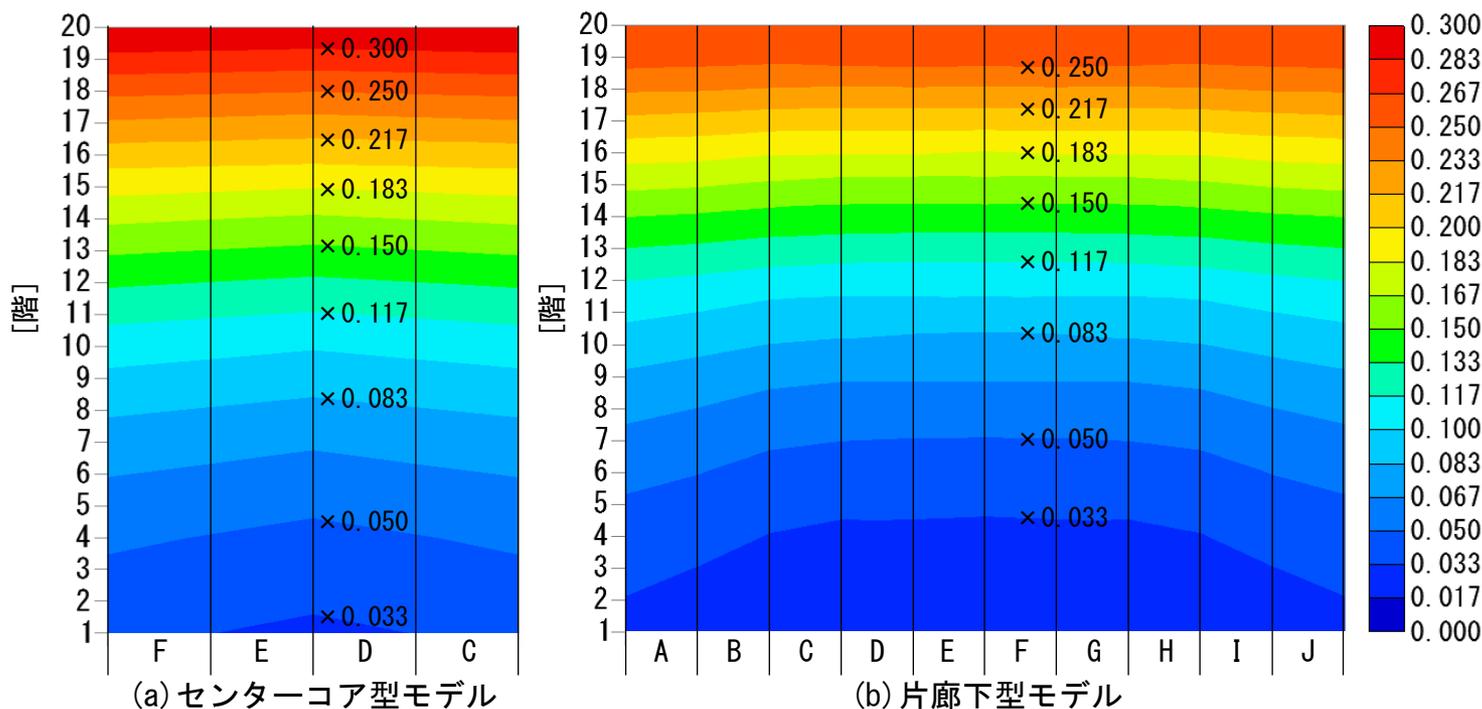


図5 連続団地モデルのB棟南面における天空に対する平均形態係数

※3 各住戸の鉛直面日射量は下記の式で求める。

鉛直面全天日射量 $[W/m^2]$: $J = J_d + J_{SV}$ — (1)

鉛直面直達日射量 $[W/m^2]$: $J_d = J_{AV} \times (1-S)$ — (2)

鉛直面天空日射量 $[W/m^2]$: $J_{SV} = J_{SH} \times F_0$ — (3)

J_{AV} : 方位角Aにおける壁面の直達日射量 $[W/m^2]$

J_{SH} : 水平面天空日射量 $[W/m^2]$

S: 壁面及び窓における日影率 [-]

F_0 : 壁面0の天空に対する形態係数 [-]

研究概要 (壁面における天空に対する形態係数)

連続団地モデルの場合、どちらの平面形式でも 1階付近で $F_o=0.03[-]$ 、20階付近では $F_o=0.28[-]$ 程度となる。

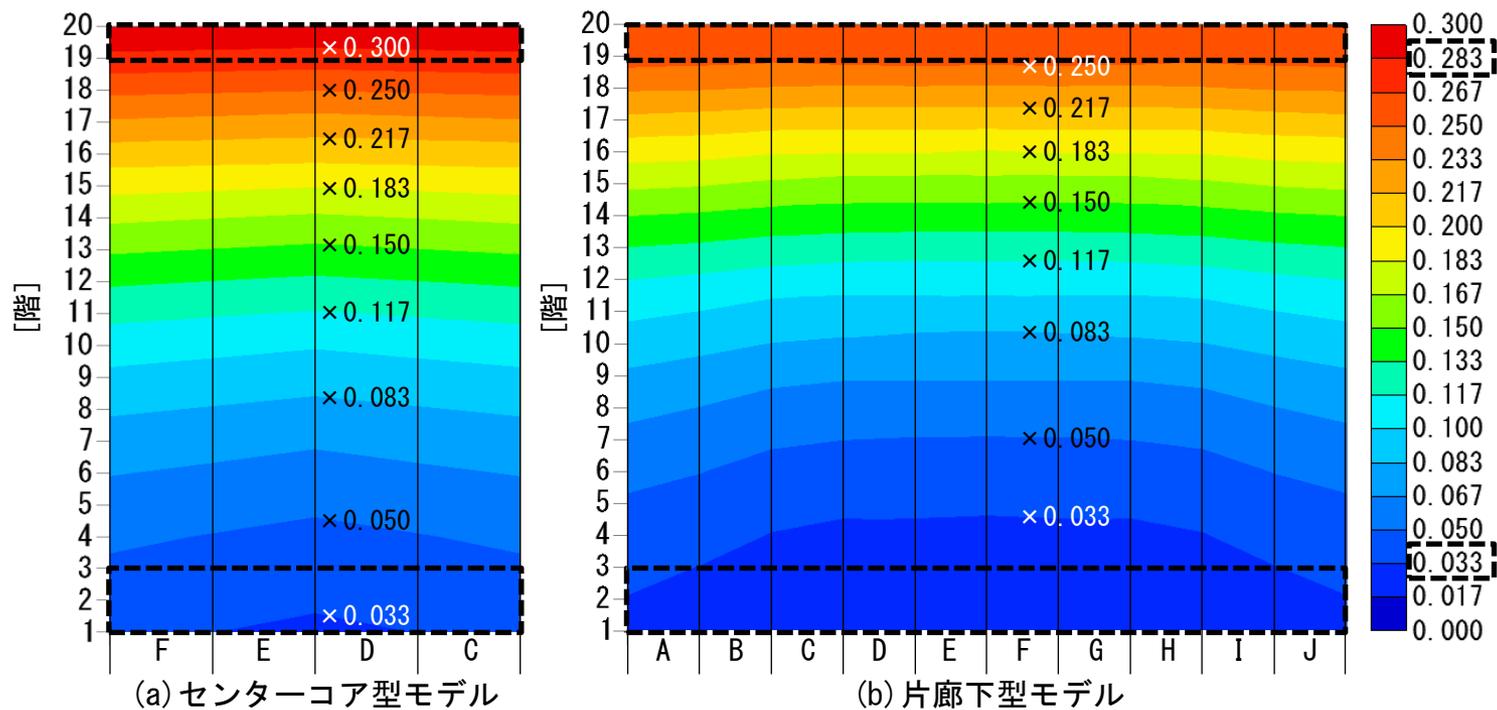


図5 連続団地モデルのB棟南面における天空に対する平均形態係数

※3 各住戸の鉛直面日射量は下記の式で求める。
鉛直面全天日射量 $[W/m^2]$: $J = J_d + J_{SV}$ — (1)
鉛直面直達日射量 $[W/m^2]$: $J_d = J_{AV} \times (1-S)$ — (2)
鉛直面天空日射量 $[W/m^2]$: $J_{SV} = J_{SH} \times F_o$ — (3)

J_{AV} : 方位角Aにおける壁面の直達日射量 $[W/m^2]$
 J_{SH} : 水平面天空日射量 $[W/m^2]$
 S : 壁面及び窓における日影率 $[-]$
 F_o : 壁面0の天空に対する形態係数 $[-]$

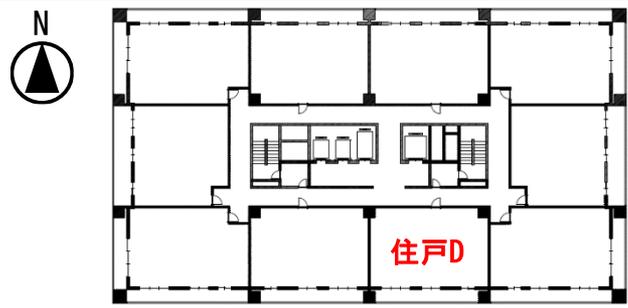
解析結果

年積算暖冷房負荷の解析結果は、各平面の床面積^{※5}で除すことで単位床面積あたりの負荷として示す。

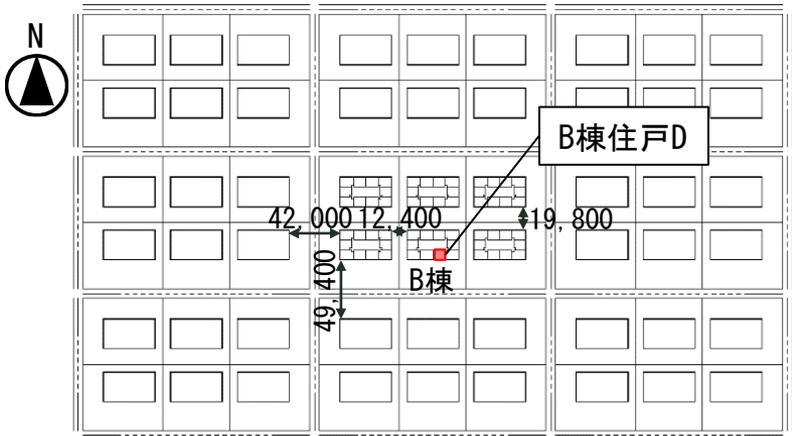
※5 1棟分の延床面積はセンターコア型:18,611[m²]、片廊下型:18,620[m²]とする。

解析結果 (日影を考慮した日射熱取得量と暖冷房負荷)

連続団地モデルでは太陽高度が低い日の出・日没付近の時間において**日影の影響により日射熱取得量が減少**し、**単体モデル**に比べて**暖房負荷が増加**する。

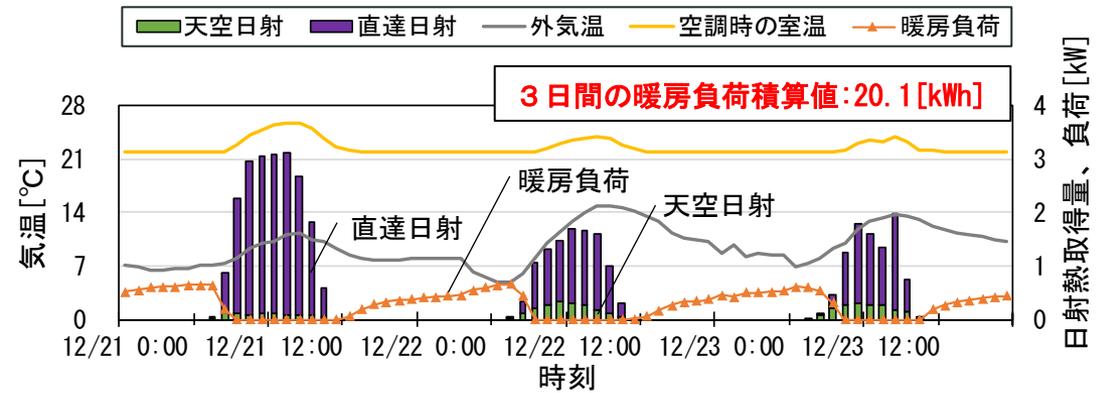


(a) センターコア型モデル (case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

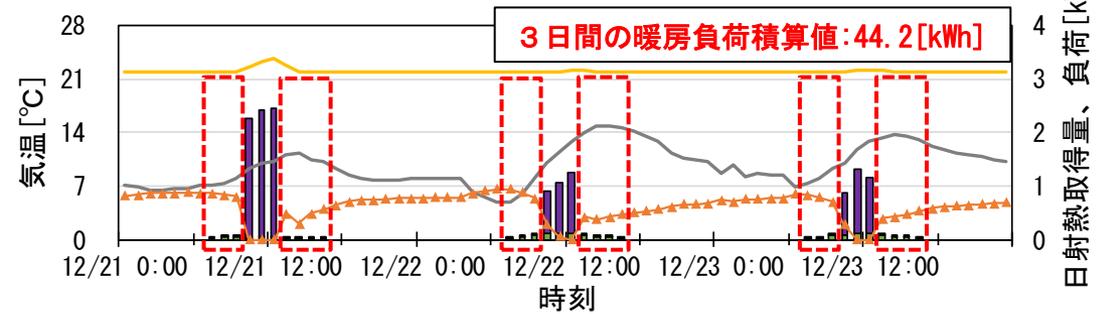


単位: [mm] (a) センターコア型モデル (case1-1)

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置



(a) 単体モデル (case1-1) の中間階住戸D (リビングが南向き)

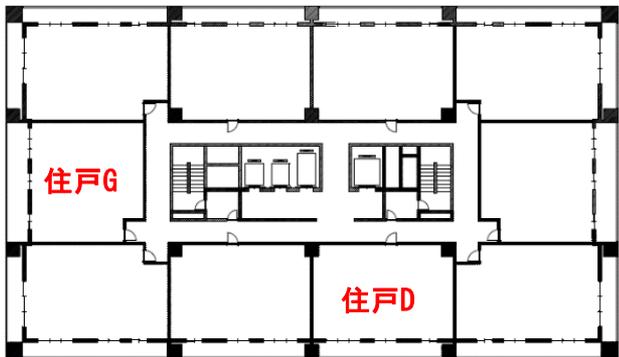


(b) 連続団地モデル (case1-1) のB棟11階住戸D (リビングが南向き)

図6 冬季代表日におけるセンターコア型の日射熱取得量と暖房負荷

解析結果 (日影を考慮した日射熱取得量と暖冷房負荷)

単体モデルのcase1-1 (平面の長辺が南北向き) では **住戸G (リビングが西向き)** において **ピーク時の冷房負荷は2.2 [kW]** となり、**住戸D (リビングが南向き)** の1.4 [kW] に比べて **約57 [%]** 増加する。



(a) センターコア型モデル (case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

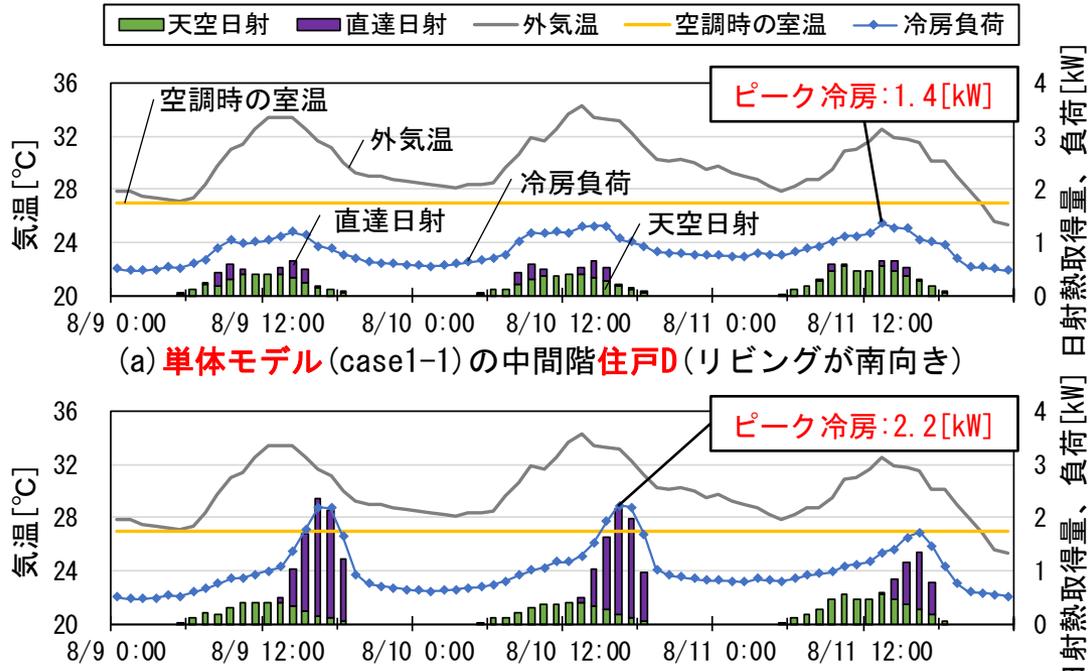
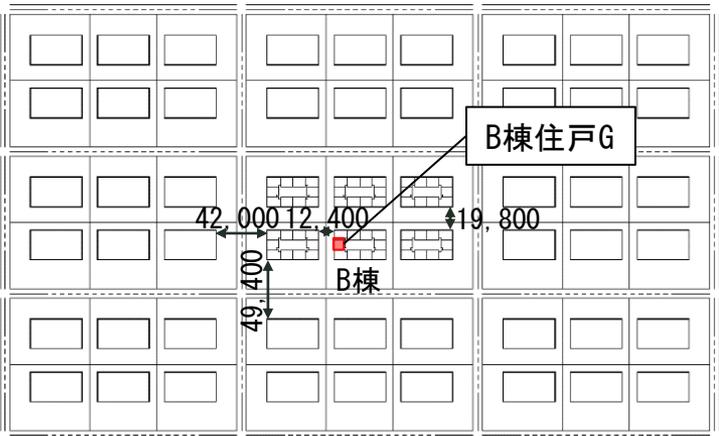
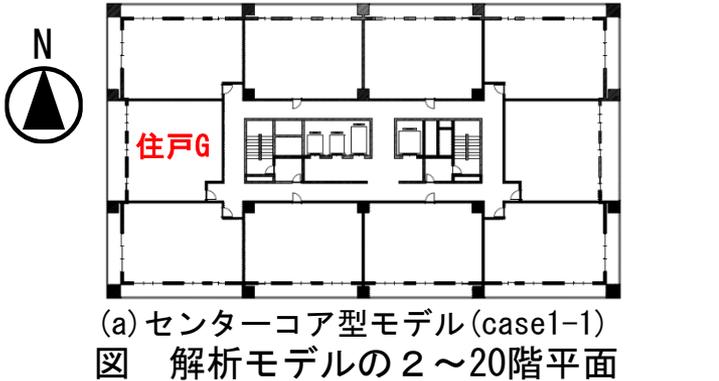


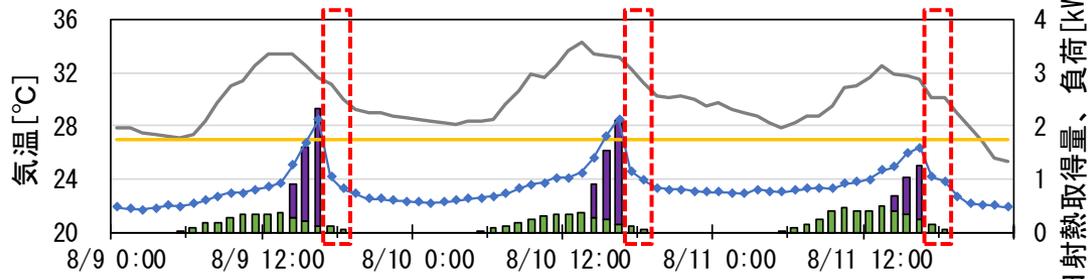
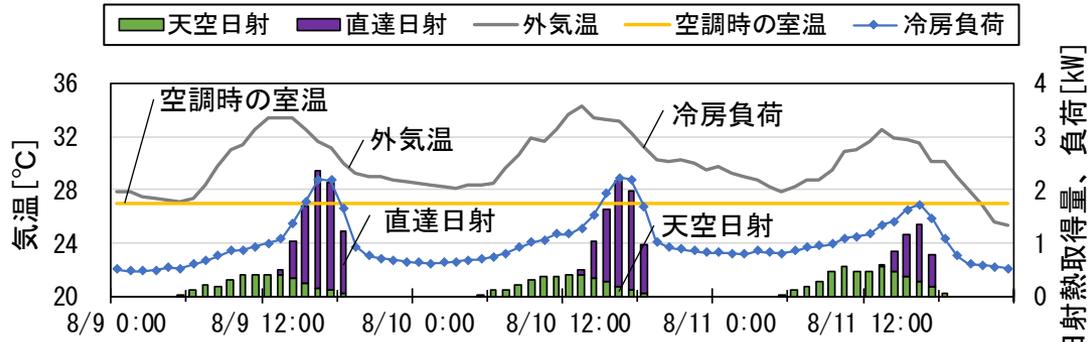
図7 夏季代表日におけるセンターコア型の日射熱取得量と冷房負荷

一方で**連続団地モデル**の西向き住戸(19階)では同時刻において周辺建物による日影で**直達日射**による日射熱取得量は生じない。



単位: [mm] (a) センターコア型モデル (case1-1)

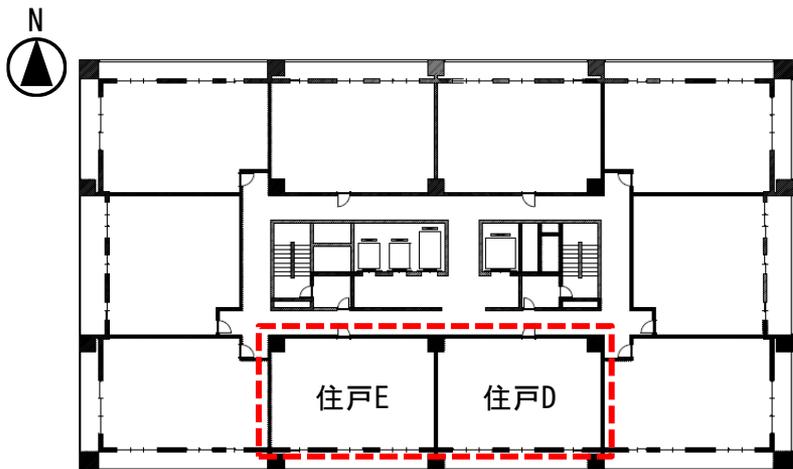
図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置



(c) 連続団地モデル (case1-1) のB棟19階住戸G (リビングが西向き)

図7 夏季代表日におけるセンターコア型の日射熱取得量と冷房負荷

case1-1では中間階において**住戸D、E(南向き中住戸)**で**年積算暖冷房負荷が最小**となるのに対し、住戸B(東向きの中住戸)では約21[%]、住戸G(西向き中住戸)では約19[%]、住戸I、J(北向き中住戸)では約35[%]、住戸H(北・西向きの角住戸)では約50[%]増加する。



(a) センターコア型モデル(case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

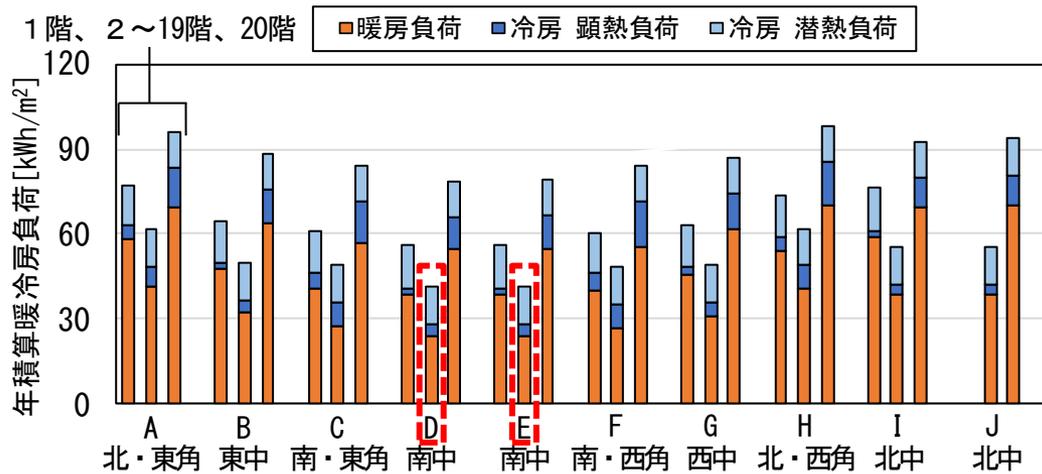
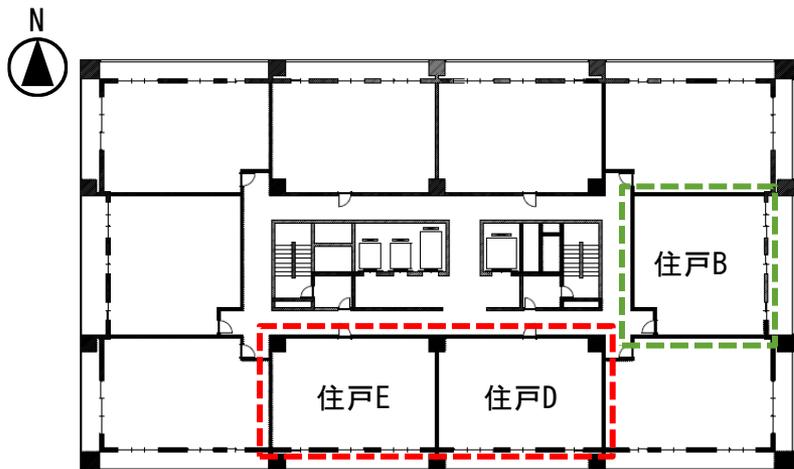


図8 センターコア型単体モデルにおける各住戸の年積算暖冷房負荷(case1-1)

case1-1では中間階において住戸D、E(南向き中住戸)で年積算暖冷房負荷が最小となるのに対し、住戸B(東向きの中住戸)では約21[%]、住戸G(西向き中住戸)では約19[%]、住戸I、J(北向き中住戸)では約35[%]、住戸H(北・西向きの角住戸)では約50[%]増加する。



(a) センターコア型モデル(case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

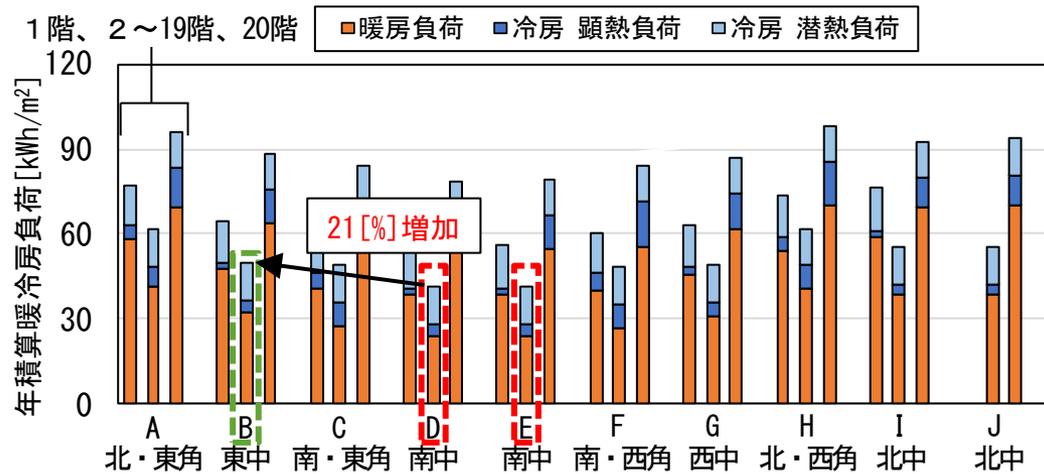
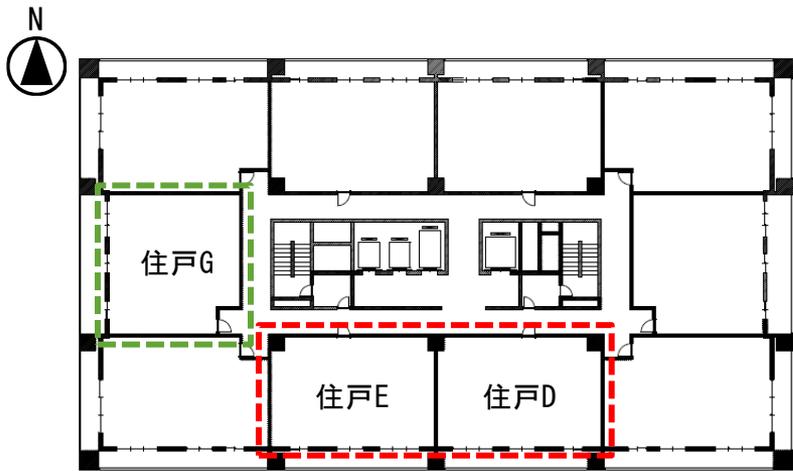


図8 センターコア型単体モデルにおける各住戸の年積算暖冷房負荷 (case1-1)

解析結果(センターコア型における各住戸の年積算暖冷房負荷)

case1-1では中間階において住戸D、E(南向き中住戸)で年積算暖冷房負荷が最小となるのに対し、住戸B(東向きの中住戸)では約21[%]、**住戸G(西向き中住戸)では約19[%]**、住戸I、J(北向き中住戸)では約35[%]、住戸H(北・西向きの角住戸)では約50[%]増加する。



(a) センターコア型モデル(case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

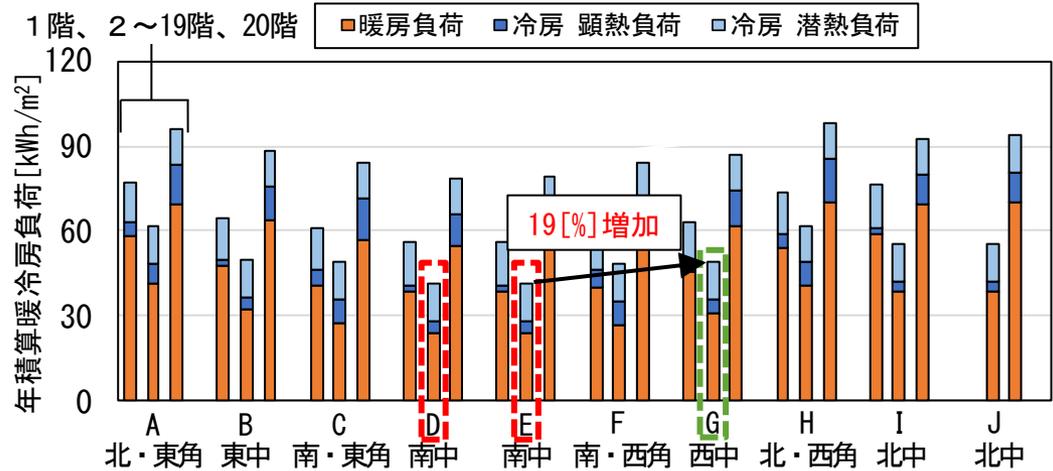
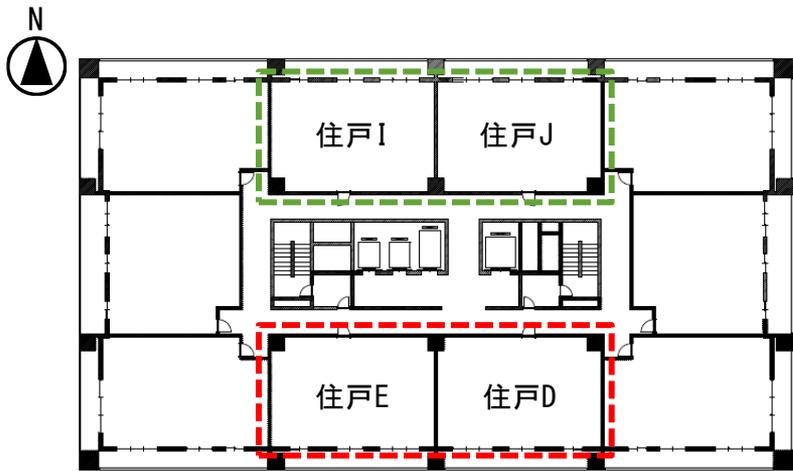


図8 センターコア型単体モデルにおける各住戸の年積算暖冷房負荷(case1-1)

解析結果(センターコア型における各住戸の年積算暖冷房負荷)

case1-1では中間階において住戸D、E(南向き中住戸)で年積算暖冷房負荷が最小となるのに対し、住戸B(東向きの中住戸)では約21[%]、住戸G(西向き中住戸)では約19[%]、住戸I、J(北向き中住戸)では約35[%]、住戸H(北・西向きの角住戸)では約50[%]増加する。



(a) センターコア型モデル(case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

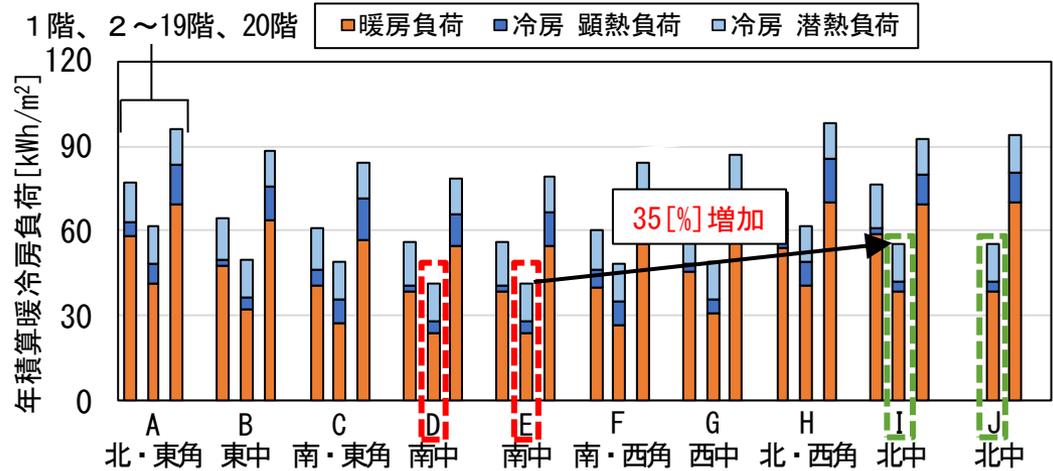
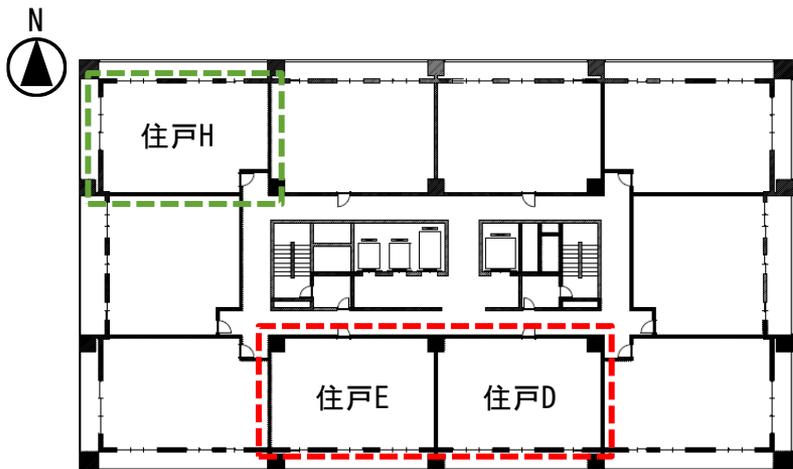


図8 センターコア型単体モデルにおける各住戸の年積算暖冷房負荷(case1-1)

解析結果(センターコア型における各住戸の年積算暖冷房負荷)

case1-1では中間階において住戸D、E(南向き中住戸)で年積算暖冷房負荷が最小となるのに対し、住戸B(東向きの中住戸)では約21[%]、住戸G(西向き中住戸)では約19[%]、住戸I、J(北向き中住戸)では約35[%]、住戸H(北・西向きの角住戸)では約50[%]増加する。



(a) センターコア型モデル(case1-1)
図 解析モデルの2~20階平面

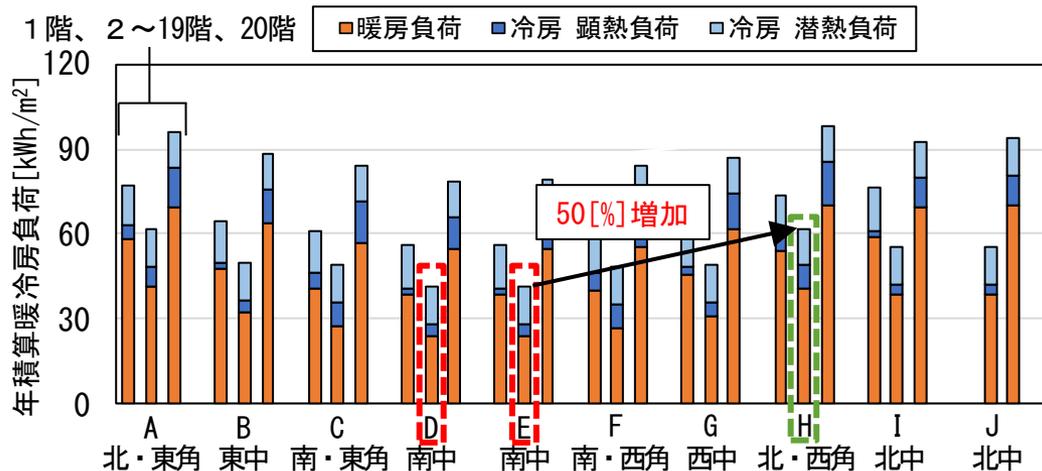
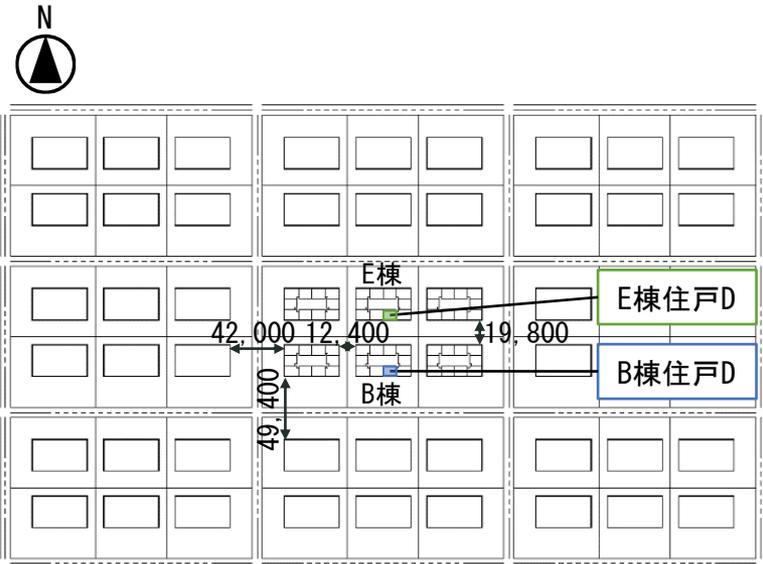


図8 センターコア型単体モデルにおける各住戸の年積算暖冷房負荷(case1-1)

連続団地モデルのB棟 (南側中央の棟) とE棟 (北側中央の棟) の住戸D (南向き中住戸) の各階を比較すると、**周辺建物による日影の影響**で低層階において日射が減少し、**暖房負荷が増加する。**



単位: [mm]
(a) センターコア型モデル (case1-1)

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

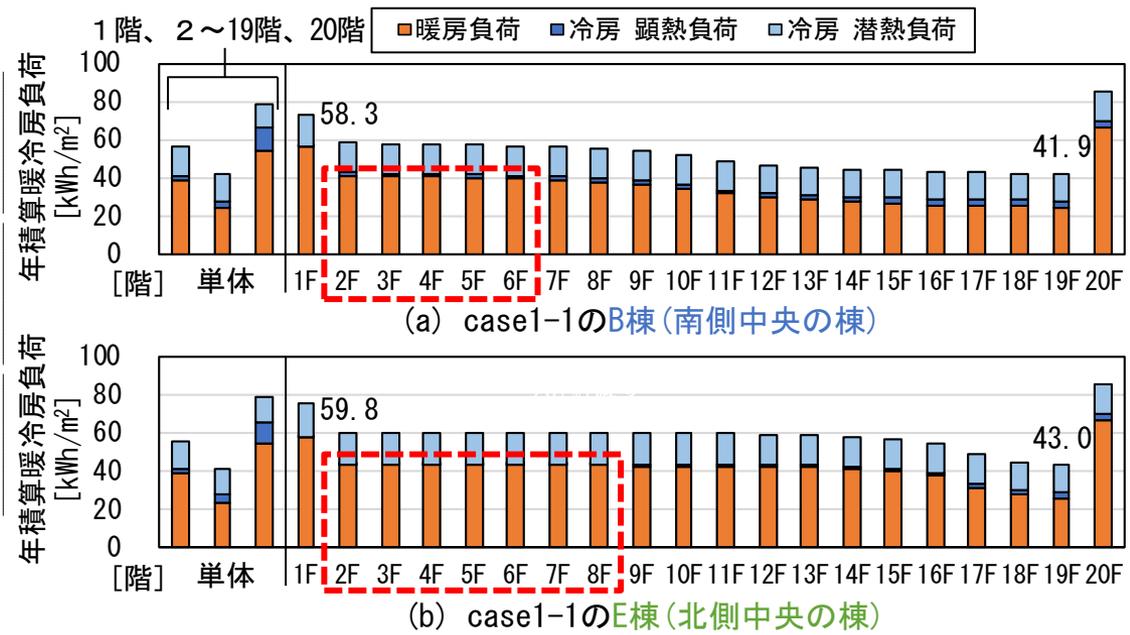
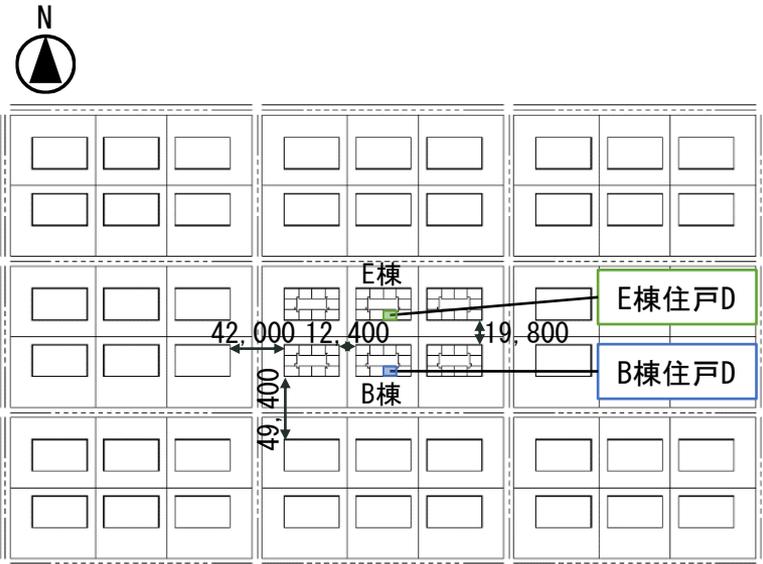


図9 センターコア型連続団地モデルにおける各階の年積算暖冷房負荷 (B(南棟)、E棟(北棟)の住戸D(リビングが南向き))

中間階と比較するとB、E棟ともに 2階に対して19階では暖冷房負荷が約28[%]減少する。



単位: [mm]
(a) センターコア型モデル (case1-1)

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

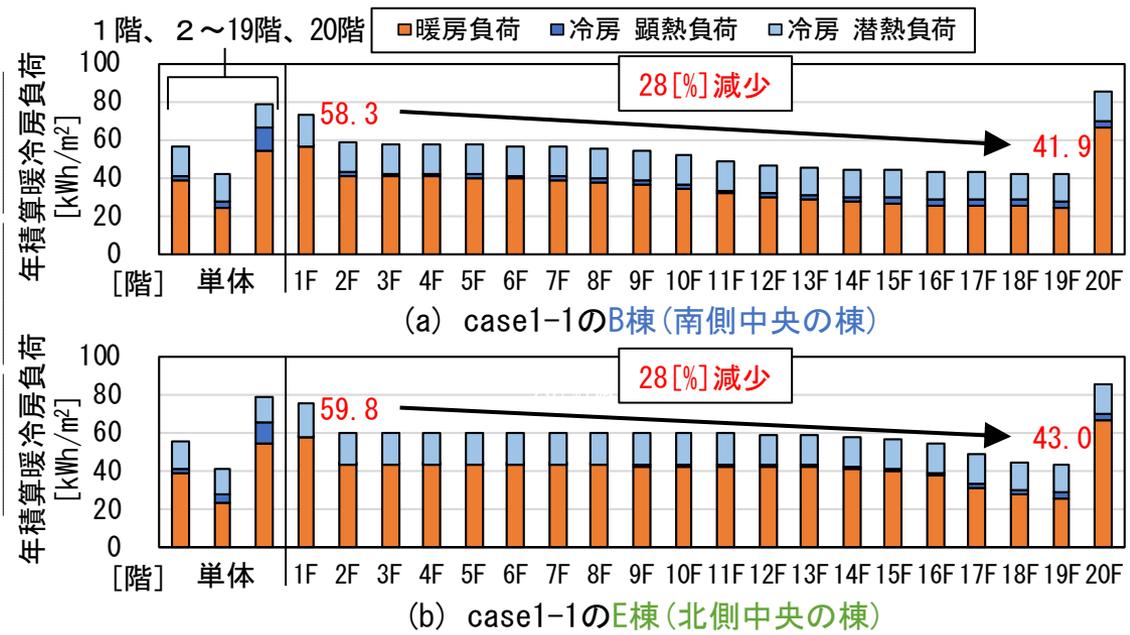
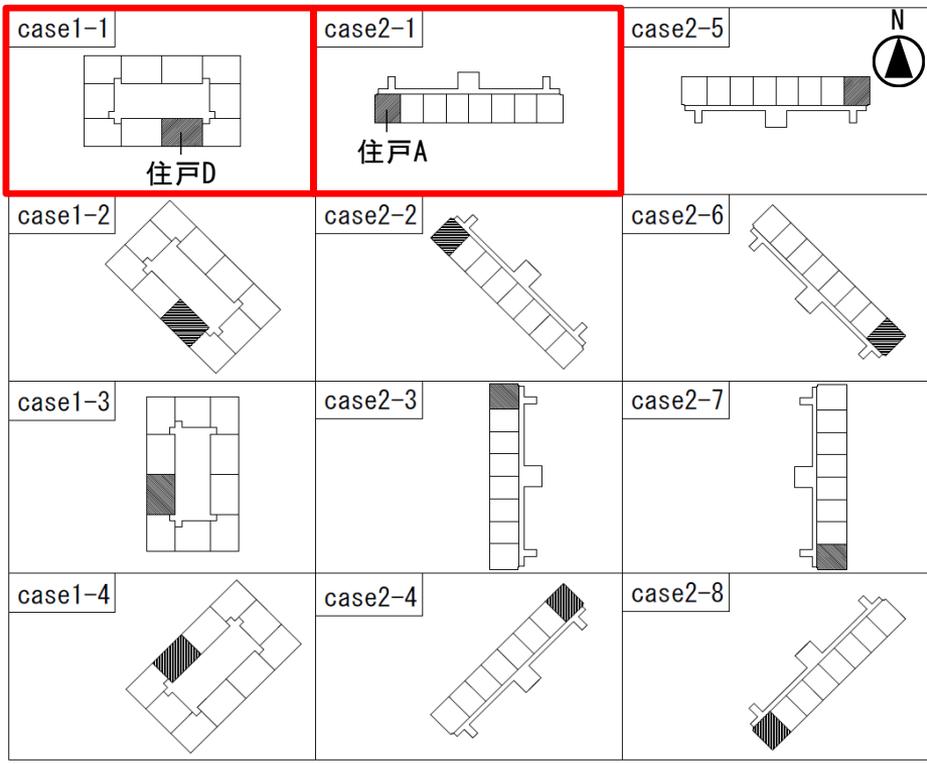
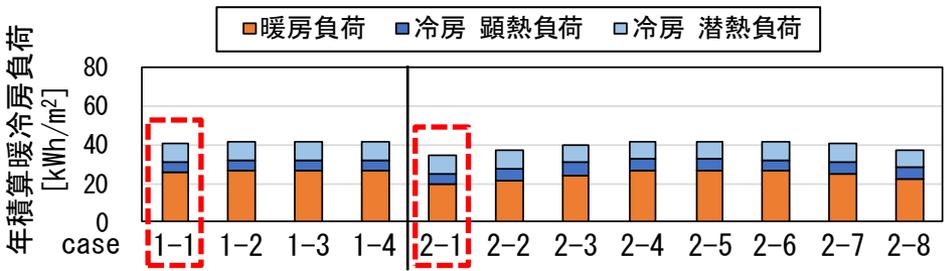


図9 センターコア型連続団地モデルにおける各階の年積算暖冷房負荷 (B(南棟)、E棟(北棟)の住戸D(リビングが南向き))

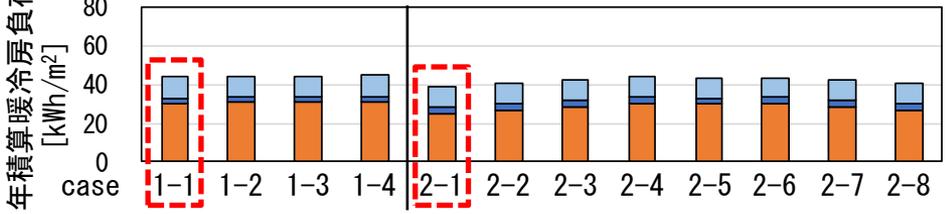
case1 (センターコア型) ではcase1-1 (平面の長辺が南北向き)、
 case2 (片廊下型) ではcase2-1 (リビングが南向き) の暖冷房負
 荷が最も少ない。



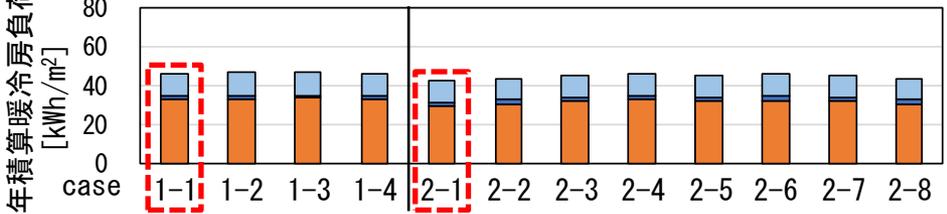
(a) 単体モデル
 図 解析case



(a) 単体モデル (1棟分)



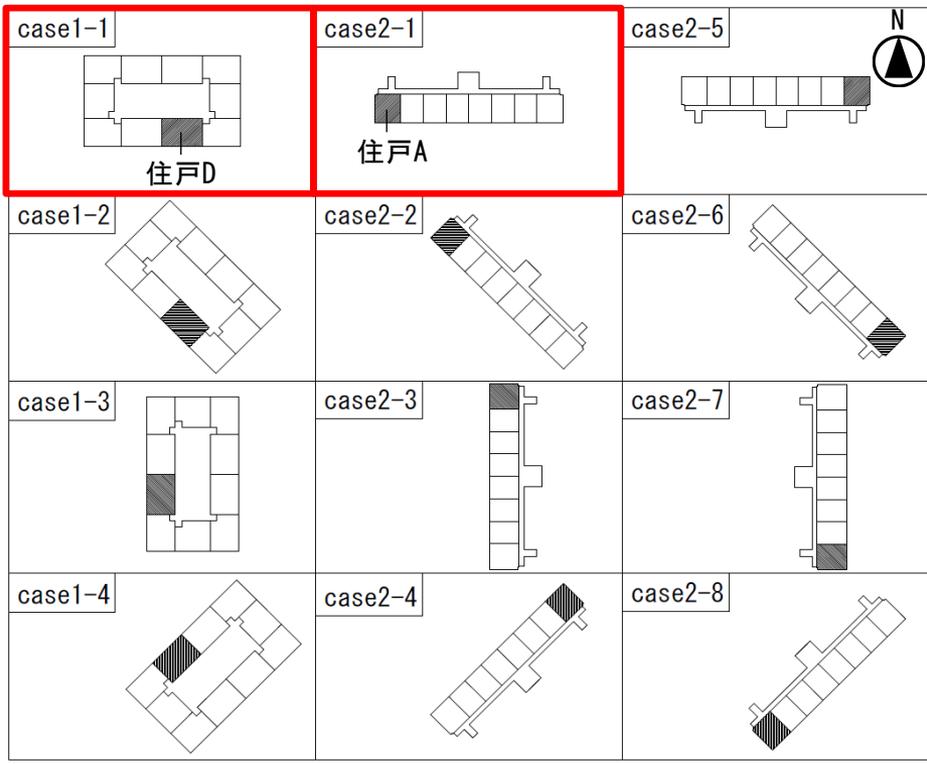
(b) 団地モデル (6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)



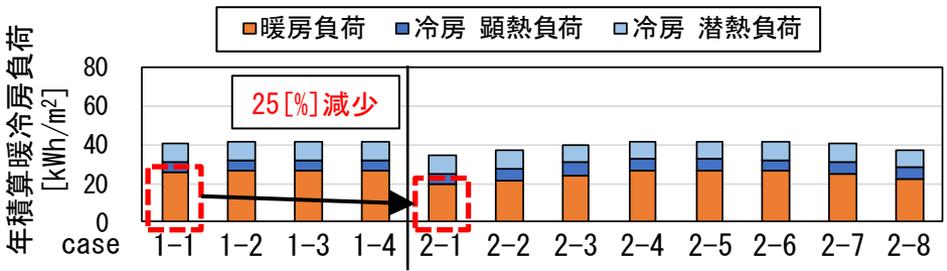
(c) 連続団地モデル (6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

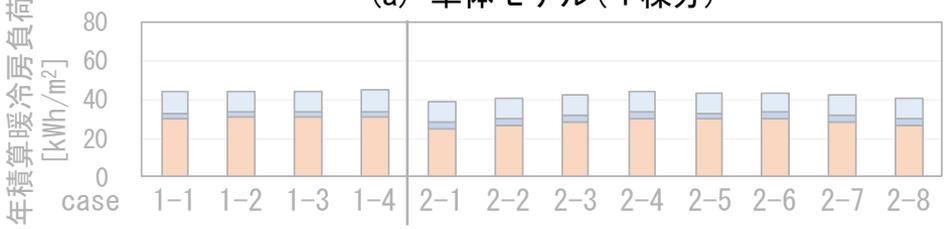
またcase2-1の場合、case1-1に対して暖房負荷が単体モデルでは約25[%]、団地モデルでは約16[%]、連続団地モデルでは約10[%]減少し、冷房負荷は概ね同様となる。



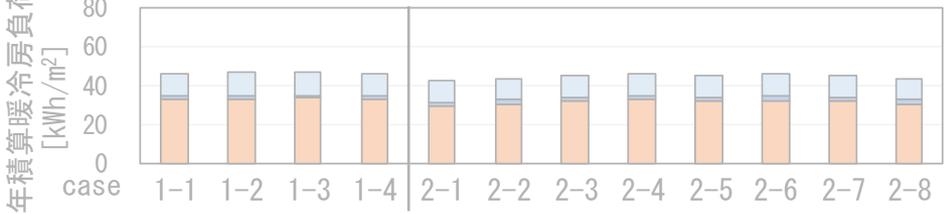
(a) 単体モデル
図 解析case



(a) 単体モデル(1棟分)



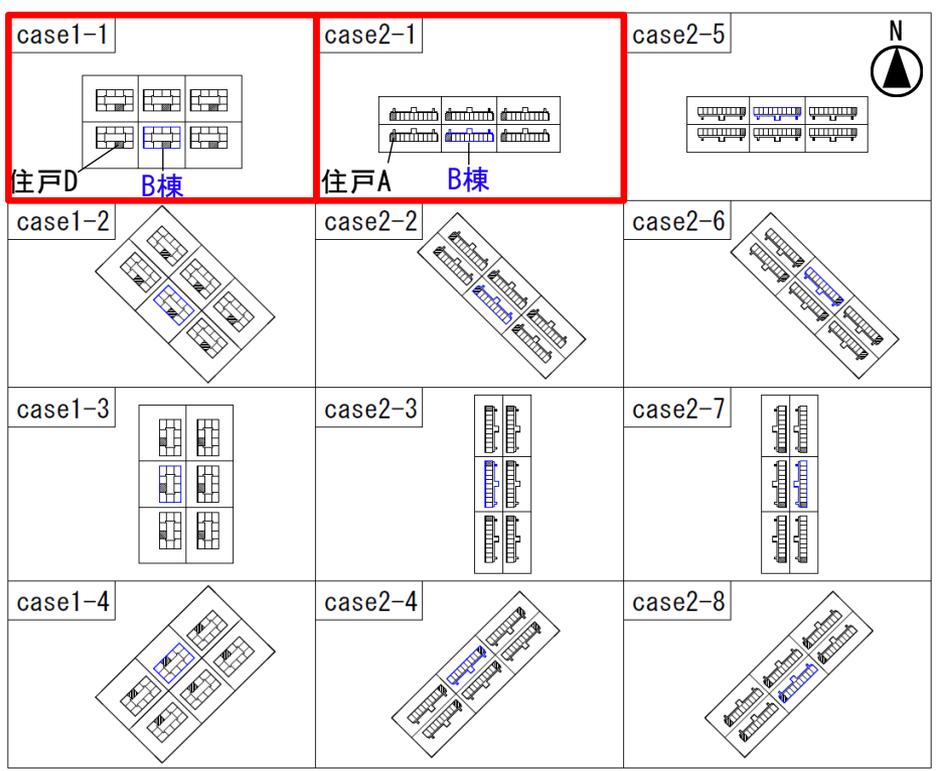
(b) 団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)



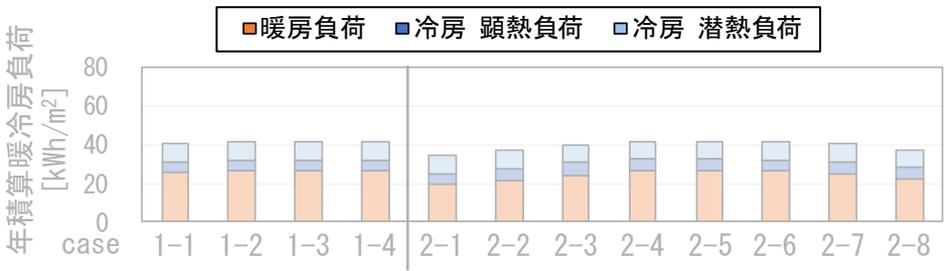
(c) 連続団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

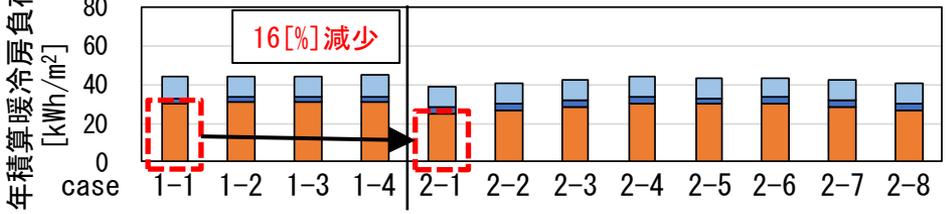
またcase2-1の場合、case1-1に対して暖房負荷が単体モデルでは約25 [%]、団地モデルでは約16 [%]、連続団地モデルでは約10 [%]減少し、冷房負荷は概ね同様となる。



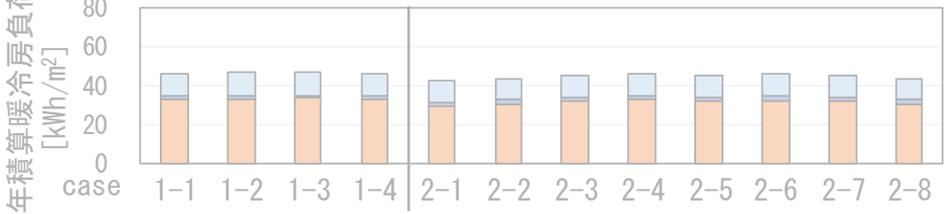
(b) 団地モデル及び連続団地モデル
図 解析case



(a) 単体モデル(1棟分)



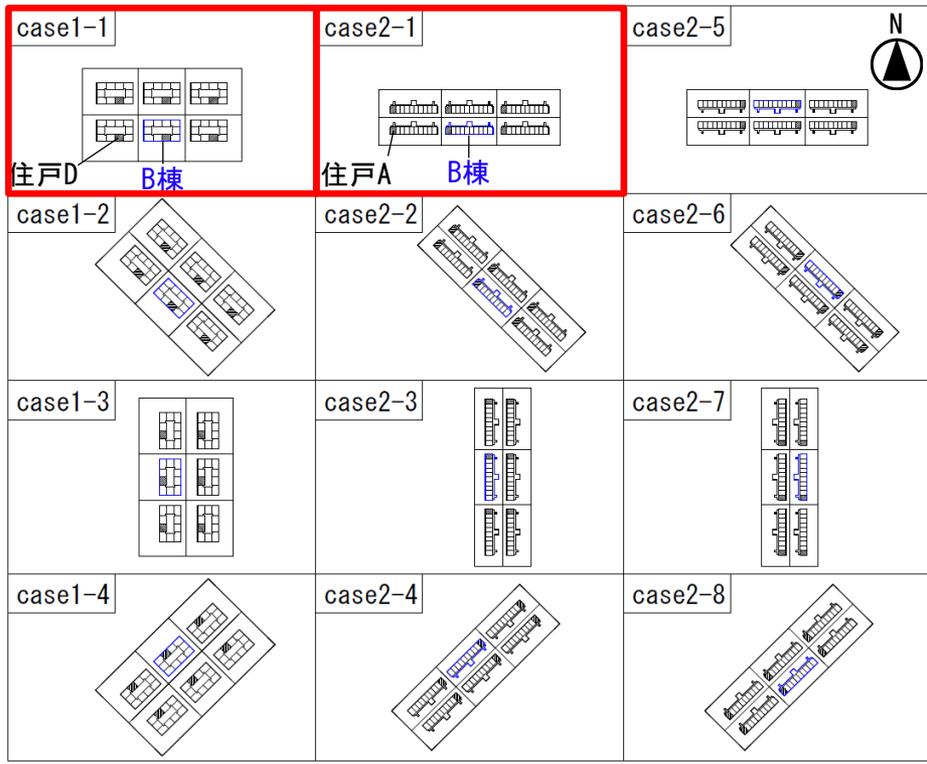
(b) 団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)



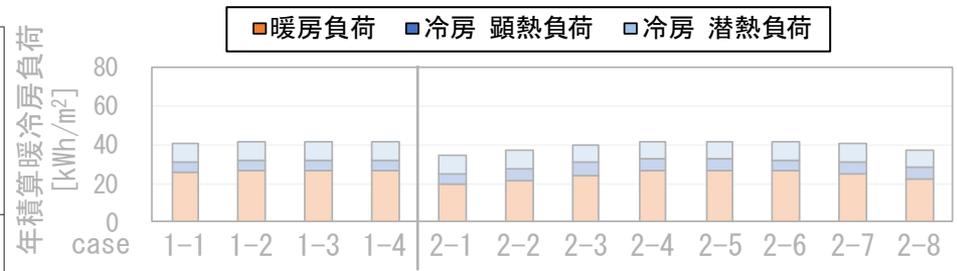
(c) 連続団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

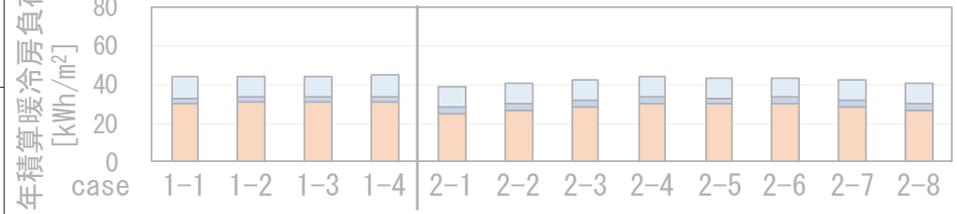
またcase2-1の場合、case1-1に対して暖房負荷が単体モデルでは約25 [%]、団地モデルでは約16 [%]、連続団地モデルでは約10 [%]減少し、冷房負荷は概ね同様となる。



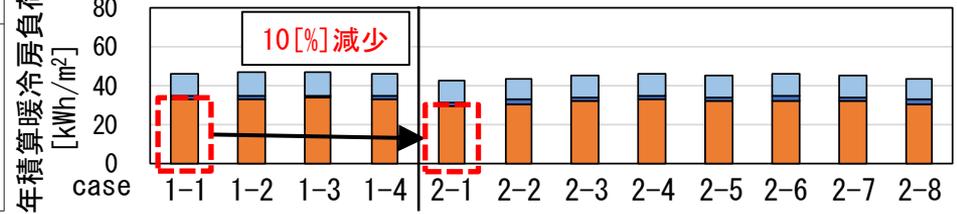
(b) 団地モデル及び連続団地モデル
 図 解析case



(a) 単体モデル (1 棟分)

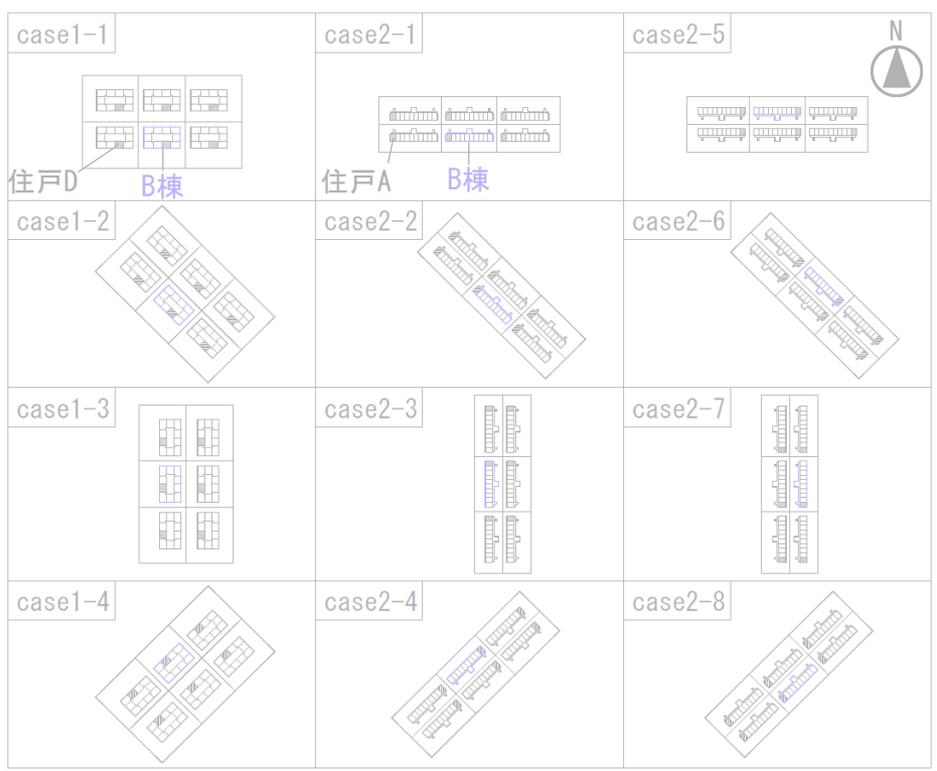


(b) 団地モデル (6 棟の年積算暖冷房負荷の合計値)



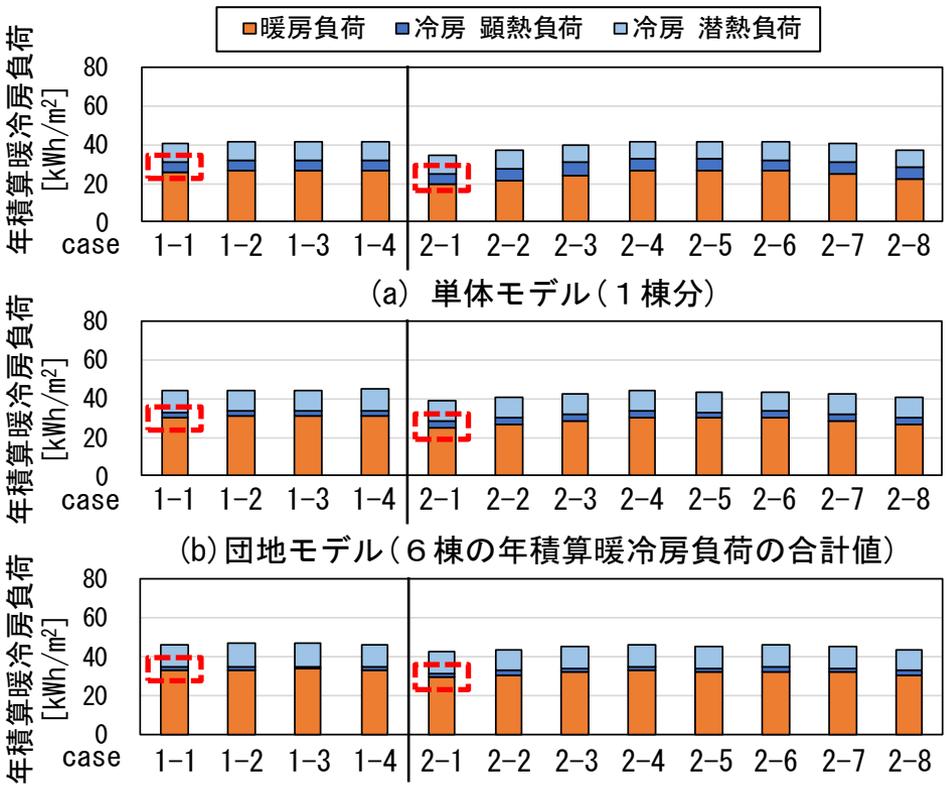
(c) 連続団地モデル (6 棟の年積算暖冷房負荷の合計値)
 図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

またcase2-1の場合、case1-1に対して暖房負荷が単体モデルでは約25[%]、団地モデルでは約16[%]、連続団地モデルでは約10[%]減少し、冷房負荷は概ね同様となる。



(b) 団地モデル及び連続団地モデル

図 解析case



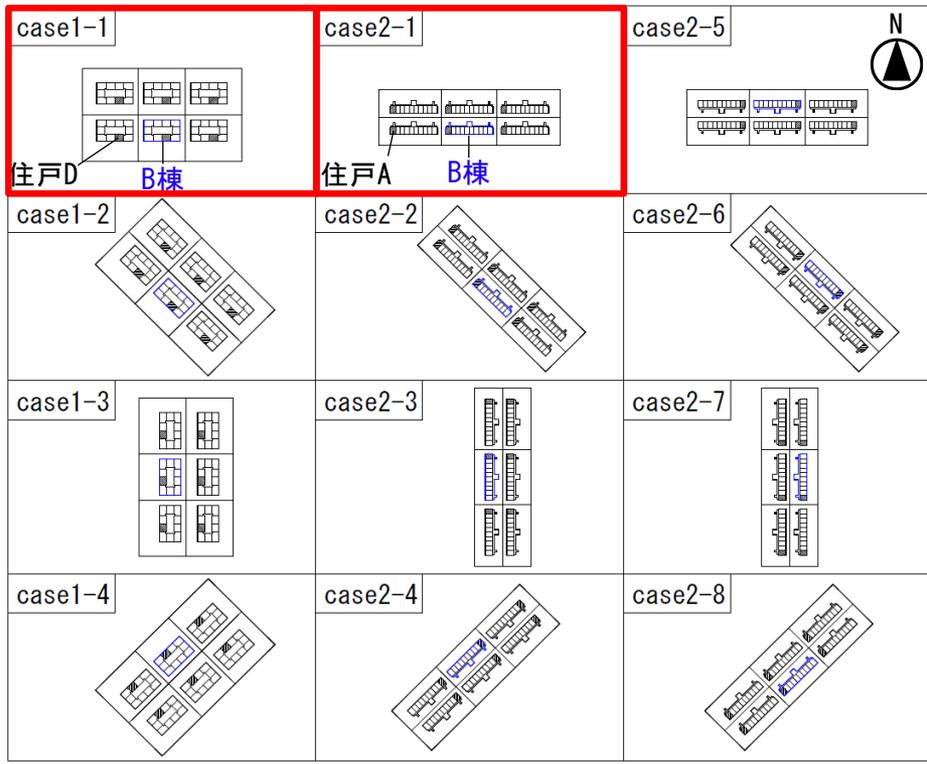
(a) 単体モデル(1棟分)

(b) 団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

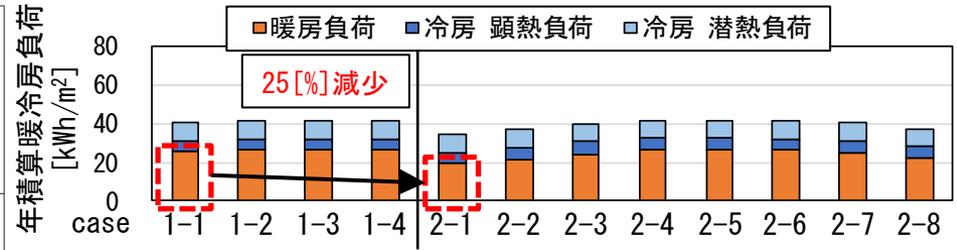
(c) 連続団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

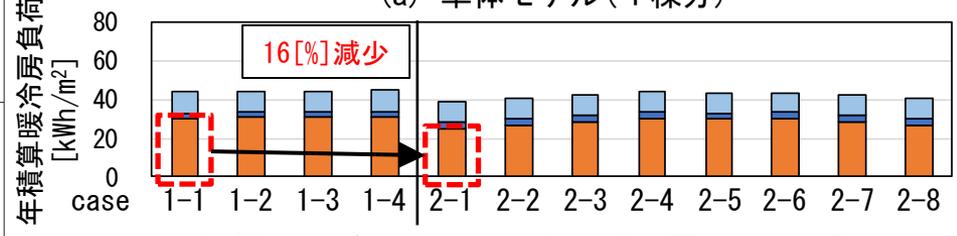
団地及び連続団地モデルは周辺建物による日影が生じることと、天空に対する形態係数が減少することにより日射熱取得量が減少するため、case1とcase2の**暖房負荷の差が建物単体モデルと比べて減少**すると考えられる。



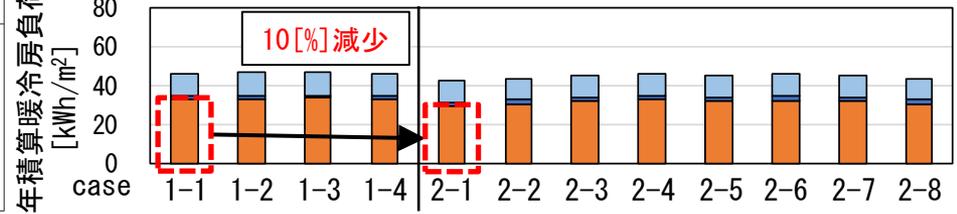
(b) 団地モデル及び連続団地モデル
図 解析case



(a) 単体モデル(1棟分)



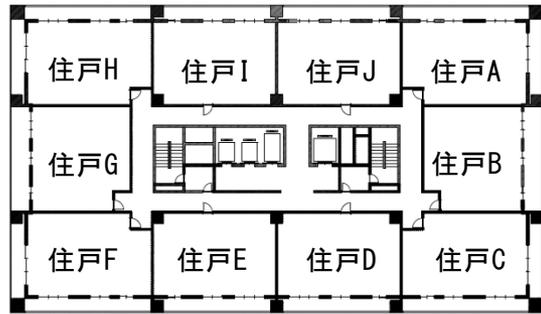
(b) 団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)



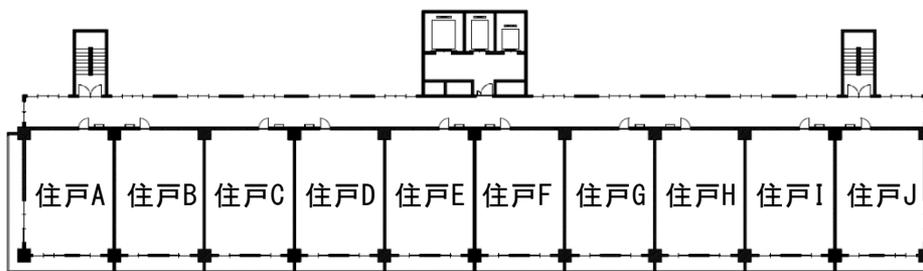
(c) 連続団地モデル(6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

本研究のモデルでは年積算暖冷房負荷への影響としては熱貫流量の変化よりも **日射熱取得量の方が大きい**と考えられる。

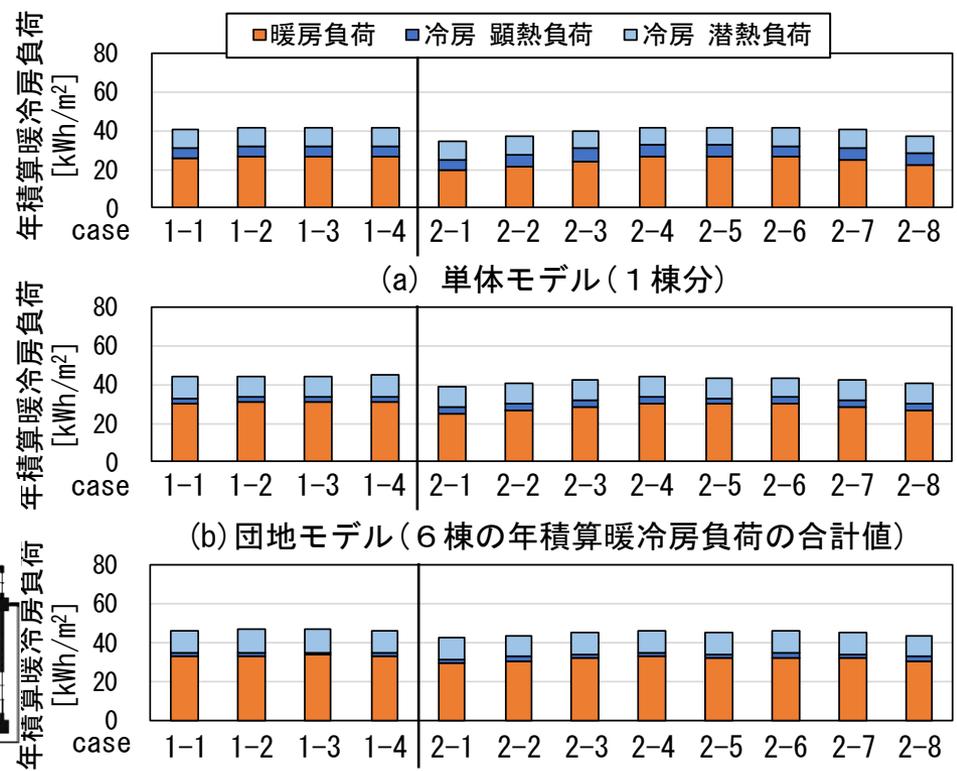


(a) センターコア型モデル (case1-1)



(b) 片廊下型モデル (case2-1)

図 解析モデルの2~20階平面



(c) 連続団地モデル (6棟の年積算暖冷房負荷の合計値)

図10 住棟及び団地全体の年積算暖冷房負荷

解析結果(各モデルにおける1棟全体の年積算暖冷房負荷順位)

片廊下型単体モデルcase2-1(リビングが南向き)の年積算暖冷房負荷が最も少ない。

表3 センターコア型と片廊下型の1棟全体の年積算暖冷房負荷順位※6

順位	(単体、団地、連続団地)_ case〇-〇_〇棟	空調負荷[kWh/m ²]				1位との差
		暖房	冷房(顕熱)	冷房(潜熱)	合計	
1	単体_case2-1	19.6	5.1	9.6	34.3	0%
2	団地_case2-1_A棟	20.5	3.9	10.1	34.5	1%
3	団地_case2-1_B棟	20.8	3.5	10.3	34.6	1%

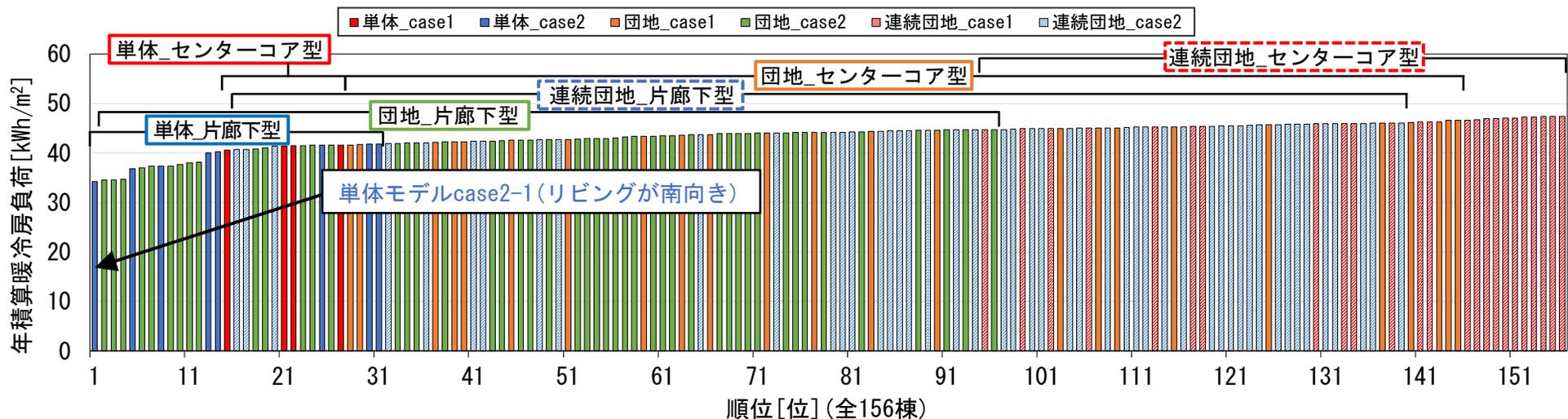


図11 センターコア型と片廊下型の1棟全体の年積算暖冷房負荷順位※6

※6 センターコア型では単体モデルは4棟、団地及び連続団地モデルはそれぞれ24棟のパターンがある。加えて片廊下型では単体モデルは8棟、団地及び連続団地モデルはそれぞれ48棟のパターンがあるため、センターコア型と片廊下型でパターンは計156棟となる。

解析結果(各モデルにおける1棟全体の年積算暖冷房負荷順位)

一方で連続団地モデルでは1棟あたりの年積算暖冷房負荷がセンターコア型で44.8~47.4[kWh/m²]、片廊下型で40.7~46.1[kWh/m²]程度となり、概ね同様である。

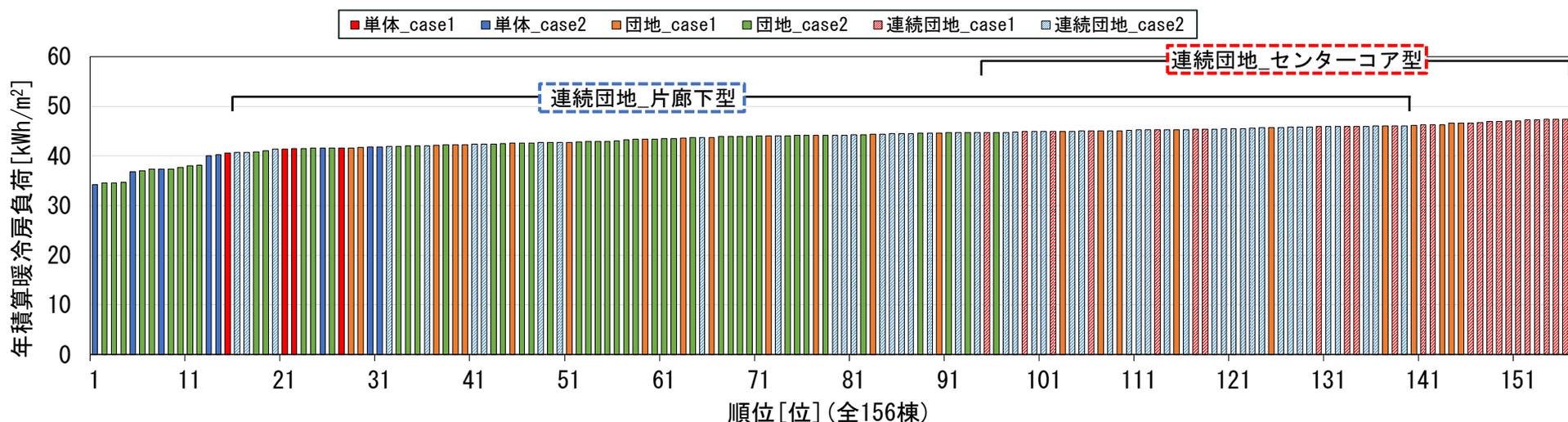


図11 センターコア型と片廊下型の1棟全体の年積算暖冷房負荷順位※6

※6 センターコア型では単体モデルは4棟、団地及び連続団地モデルはそれぞれ24棟のパターンがある。加えて片廊下型では単体モデルは8棟、団地及び連続団地モデルはそれぞれ48棟のパターンがあるため、センターコア型と片廊下型でパターンは計156棟となる。

センターコア型では**中間階の南向きの住戸**で暖冷房負荷が**最小**となり、**最上階の北西・北東向きの住戸**^{※8}で暖冷房負荷が**最大**となる。

表4 単体モデルにおける住戸単位^{※7}の年積算暖冷房負荷順位

(a) センターコア型

順位	(1階、中間階、20階) _(中住戸、角住戸)	面する方位	年積算暖冷房負荷 [kWh/m ²]				1位との差
			暖房	冷房(顕熱)	冷房(潜熱)	合計	
1	中間階_中住戸	南	23.5	3.9	13.4	40.8	0%
2	中間階_中住戸	南西	25.8	5.0	13.2	44.0	8%
3	中間階_中住戸	南東	27.2	4.3	13.3	44.8	10%
4	中間階_中住戸	南東・南西	26.0	9.0	12.8	47.8	17%
5	中間階_中住戸	南・西	26.5	9.0	12.9	48.3	18%
68	20階_角住戸	西・北	68.2	16.1	12.5	96.8	137%
69	21階_角住戸	東・北	69.7	15.0	12.6	97.4	139%
70	22階_角住戸	北・西	70.0	15.3	12.6	97.9	140%
71	23階_角住戸	北東・北西	73.3	15.4	12.6	101.2	148%
72	24階_角住戸	北西・北東	73.2	15.5	12.5	101.2	148%

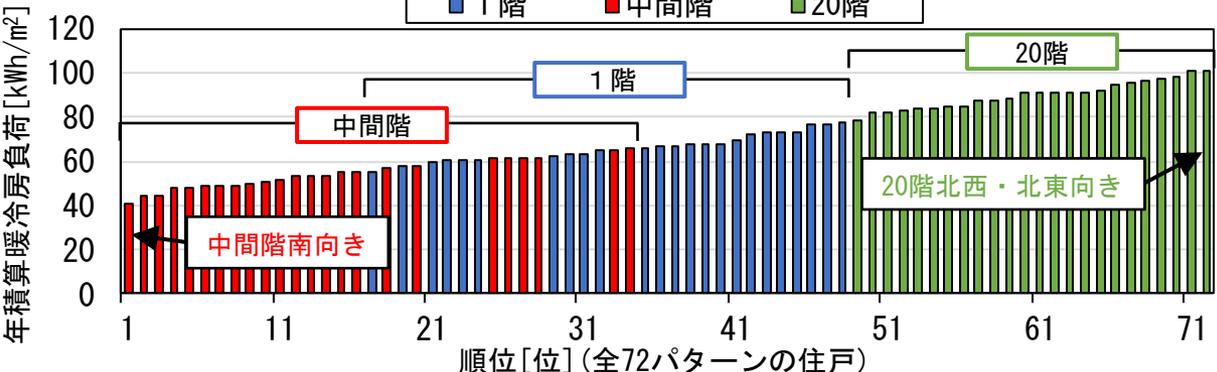
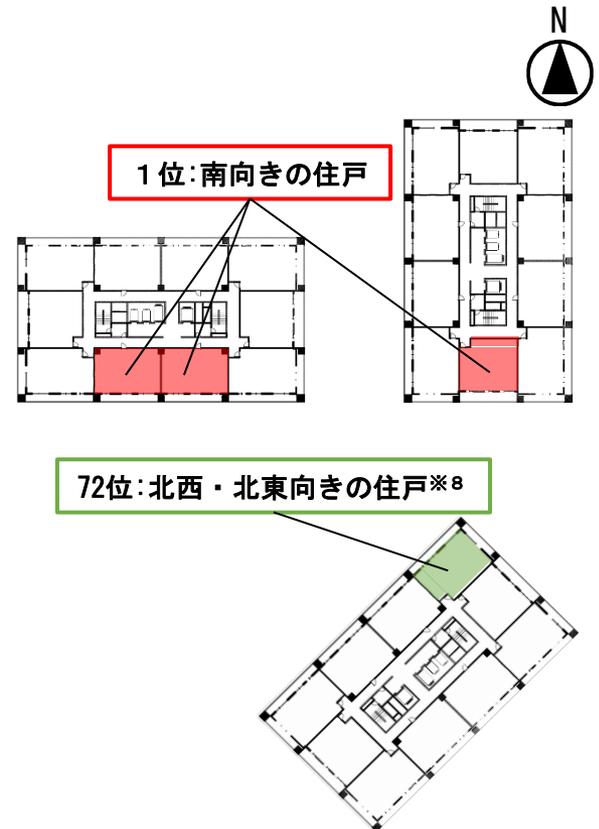


図12 センターコア型単体モデルにおける住戸単位^{※7}の年積算暖冷房負荷順位

図 センターコア型2~20階平面

※7 単体モデルのセンターコア型と片廊下の建物方位を回転させることで、中住戸は8方位で8パターン、角住戸は16パターンあり、1フロアで合計24パターンの住戸となる。建物1棟における住戸のパターンは、1階、中間階、20階の3フロアで計72パターンとなる。
 ※8 北西・北東向きの住戸はセンターコア型ではcase1-4の住戸F、片廊下型ではcase2-4の住戸Aである。

両者を比較すると**暖冷房負荷が約148[%]増加する。**

表4 単体モデルにおける住戸単位※7の年積算暖冷房負荷順位

(a) センターコア型

順位	(1階、中間階、20階) _(中住戸、角住戸)	面する方位	年積算暖冷房負荷 [kWh/m ²]				1位との差
			暖房	冷房(顕熱)	冷房(潜熱)	合計	
1	中間階_中住戸	南	23.5	3.9	13.4	40.8	0%
2	中間階_中住戸	南西	25.8	5.0	13.2	44.0	8%
3	中間階_中住戸	南東	27.2	4.3	13.3	44.8	10%
4	中間階_中住戸	南東・南西	26.0	9.0	12.8	47.8	17%
5	中間階_中住戸	南・西	26.5	9.0	12.9	48.3	18%
68	20階_角住戸	西・北	68.2	16.1	12.5	96.8	137%
69	21階_角住戸	東・北	69.7	15.0	12.6	97.4	139%
70	22階_角住戸	北・西	70.0	15.3	12.6	97.9	140%
71	23階_角住戸	北東・北西	73.3	15.4	12.6	101.2	148%
72	24階_角住戸	北西・北東	73.2	15.5	12.5	101.2	148%

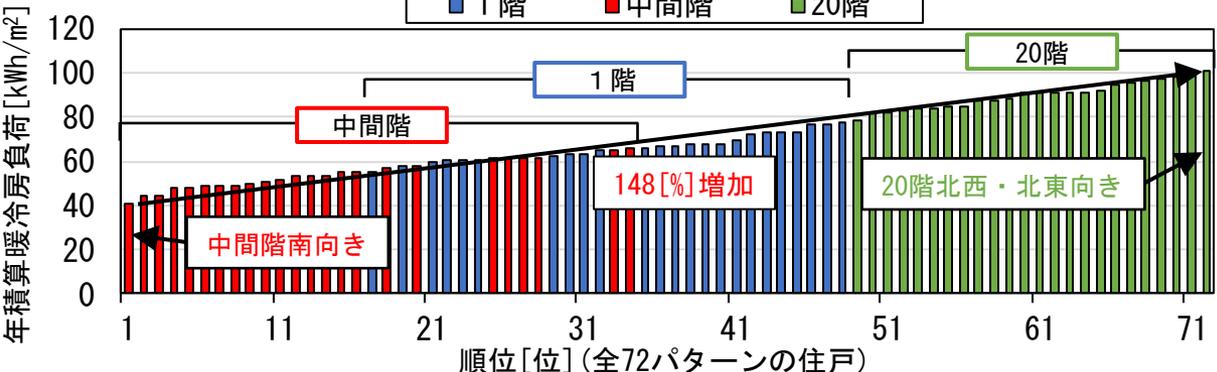
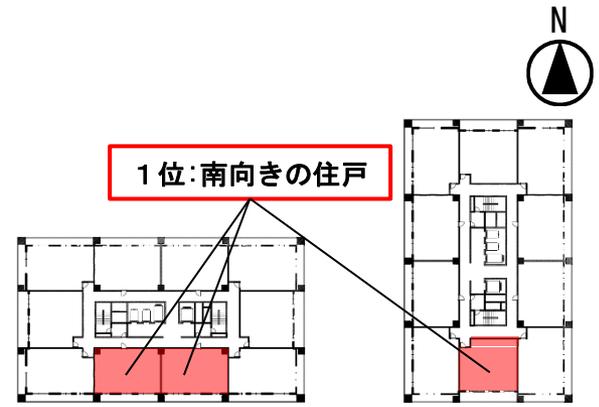


図12 センターコア型単体モデルにおける住戸単位※7の年積算暖冷房負荷順位

図 センターコア型2~20階平面

※7 単体モデルのセンターコア型と片廊下の建物方位を回転させることで、中住戸は8方位で8パターン、角住戸は16パターンあり、1フロアで合計24パターンの住戸となる。建物1棟における住戸のパターンは、1階、中間階、20階の3フロアで計72パターンとなる。

※8 北西・北東向きの住戸はセンターコア型ではcase1-4の住戸F、片廊下型ではcase2-4の住戸Aである。

解析結果(単体モデルにおける住戸単位の年積算暖冷房負荷順位)

片廊下型では暖冷房負荷が**最小の住戸**と比較して**最大の住戸**で約**159[%]**増加する。

表4 単体モデルにおける住戸単位^{※7}の年積算暖冷房負荷順位

(b) 片廊下型

順位	(1階、中間階、20階) _(中住戸、角住戸)	面する方位	年積算暖冷房負荷 [kWh/m ²]				1位との差
			暖房	冷房(顕熱)	冷房(潜熱)	合計	
1	中間階_中住戸	南	22.3	5.2	12.9	40.3	0%
2	中間階_中住戸	南西	24.6	6.5	12.6	43.7	8%
3	中間階_中住戸	南東	25.8	6.1	12.6	44.5	10%
4	中間階_中住戸	西	28.0	7.7	12.4	48.1	19%
5	中間階_中住戸	東	29.4	6.7	12.4	48.5	20%
68	20階_角住戸	北・東	69.2	17.7	12.3	99.2	146%
69	21階_角住戸	東・北	69.4	17.8	12.4	99.6	147%
70	22階_角住戸	西・北	70.5	18.2	12.3	101.1	151%
71	23階_角住戸	北東・北西	69.8	19.8	12.3	102.0	153%
72	24階_角住戸	北西・北東	73.2	19.0	12.3	104.6	159%

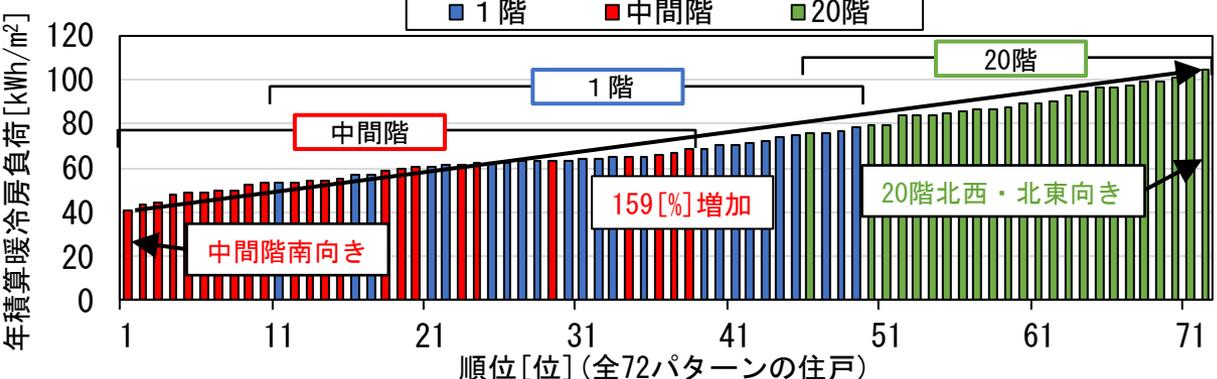
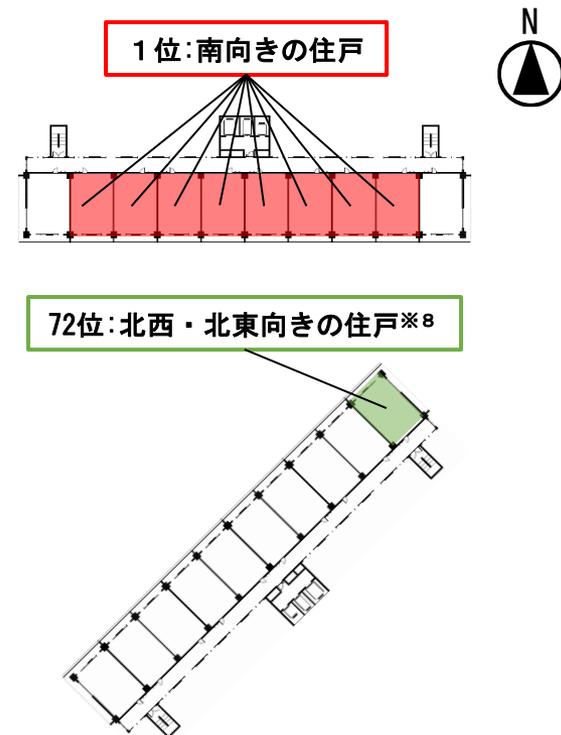


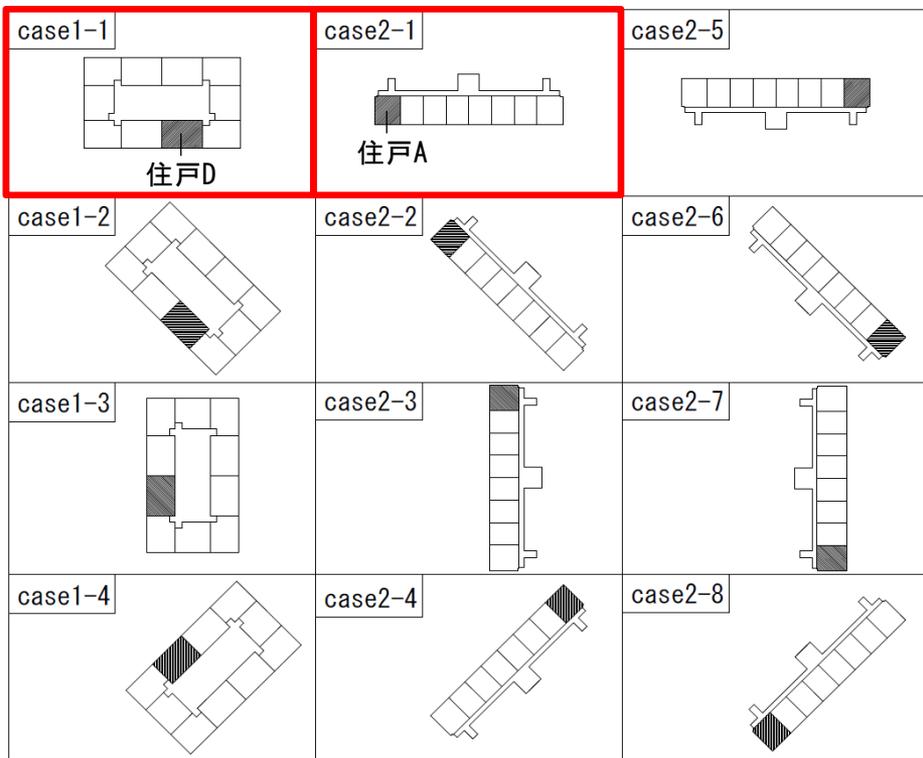
図 片廊下型単体モデルにおける住戸単位^{※7}の年積算暖冷房負荷順位

図 片廊下型2~20階平面

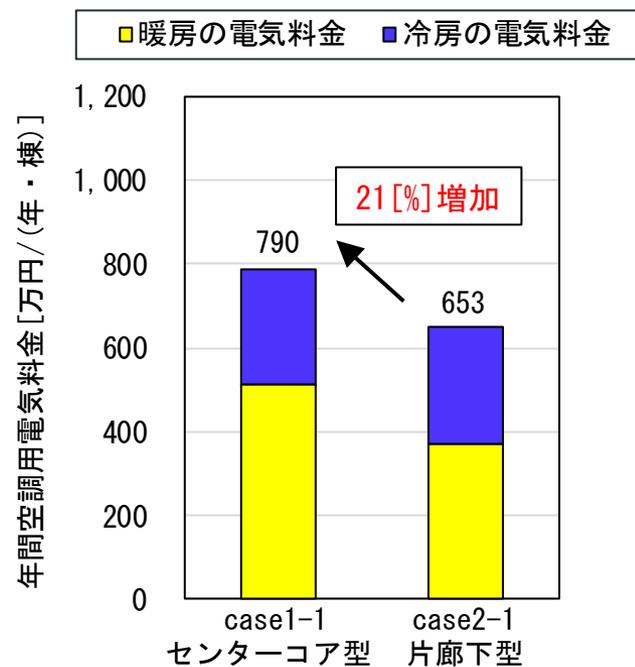
※7 単体モデルのセンターコア型と片廊下の建物方位を回転させることで、中住戸は8方位で8パターン、角住戸は16パターンあり、1フロアで合計24パターンの住戸となる。建物1棟における住戸のパターンは、1階、中間階、20階の3フロアで計72パターンとなる。
 ※8 北西・北東向きの住戸はセンターコア型ではcase1-4の住戸F、片廊下型ではcase2-4の住戸Aである。

解析結果 (代表棟における年間空調用電気料金の比較)

平面形式で比較をすると単体モデルの場合、**case2-1と比較してcase1-1では電気料金が約137[万円/(年・棟)] (約21[%])増加する。**



(a) 単体モデル
図 解析case



(a) 単体モデル (1棟分)

図13 各モデルの代表棟における年間空調用電気料金※9

※9 エアコンで空調すると仮定し年平均COP=3とし東京電力の電気料金単価※10より求めた。

※10 東京電力の従量電灯bプランとし、消費電力が0 [kWh] ~120 [kWh]までは1 [kWh]あたり29円80銭、120 [kWh] ~300 [kWh]までは1 [kWh]あたり36円40銭とする。また年間空調用電気料金に従量電灯bプランの基本料金は含まない。

解析結果 (代表棟における年間空調用電気料金の比較)

連続団地モデルの場合、case2-1のB棟と比較してcase1-1のB棟では電気料金が約88[万円/(年・棟)](約11[%])増加する。

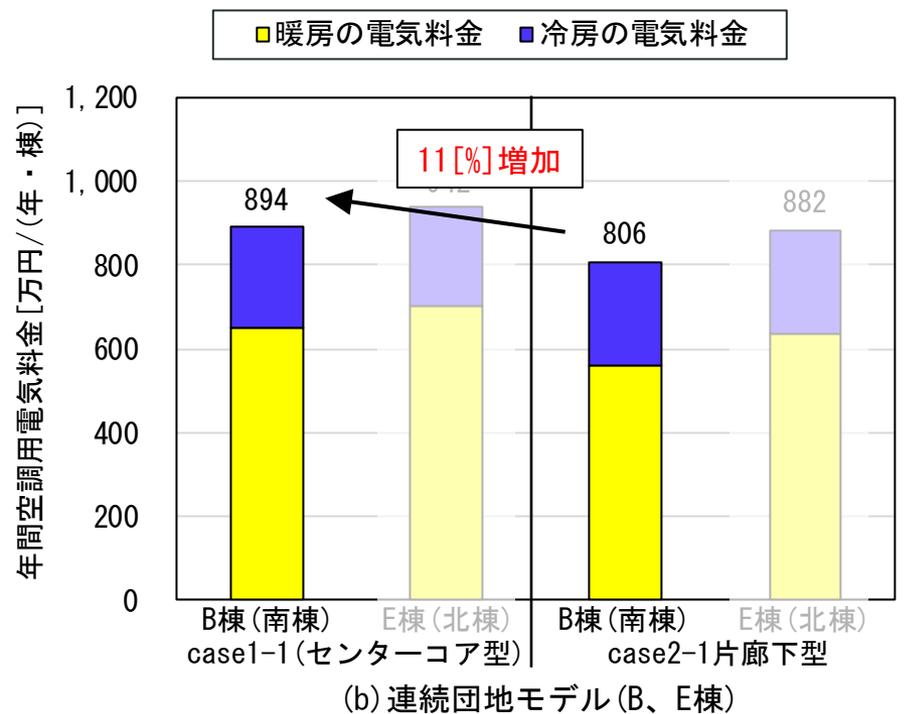
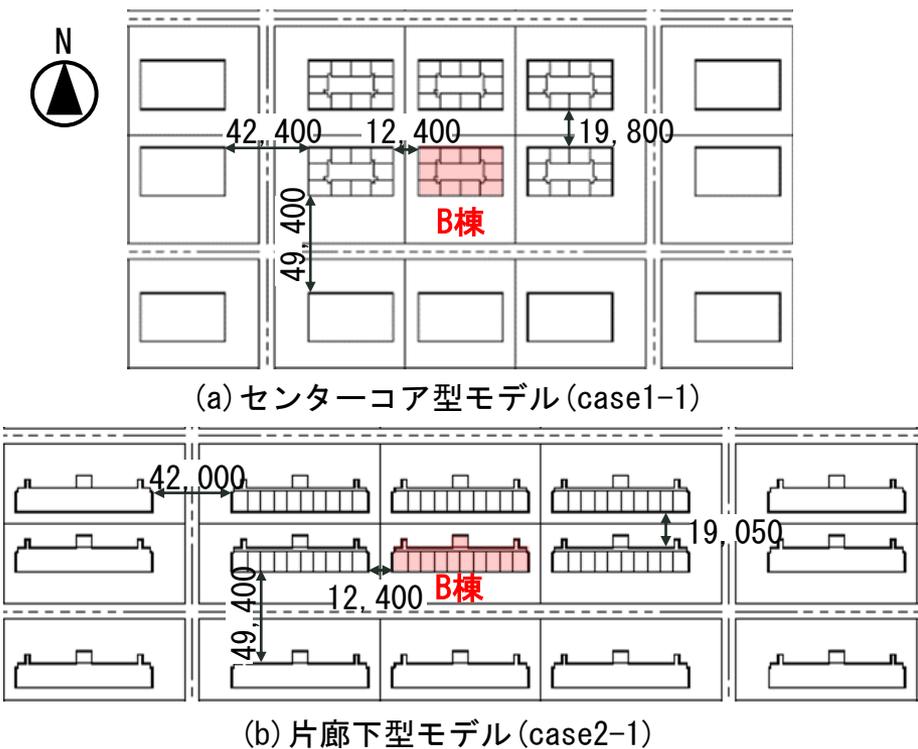


図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

図13 各モデルの代表棟における年間空調用電気料金※9

※9 エアコンで空調すると仮定し年平均COP=3とし東京電力の電気料金単価※10より求めた。
 ※10 東京電力の従量電灯bプランとし、消費電力が0[kWh]~120[kWh]までは1[kWh]あたり29円80銭、120[kWh]~300[kWh]までは1[kWh]あたり36円40銭とする。また年間空調用電気料金に従量電灯bプランの基本料金は含めない。

解析結果 (代表棟における年間空調用電気料金の比較)

また case 2-1 の E 棟と比較して case 1-1 の E 棟では約60 [万円/(年・棟)] (約 7 [%]) 増加する。

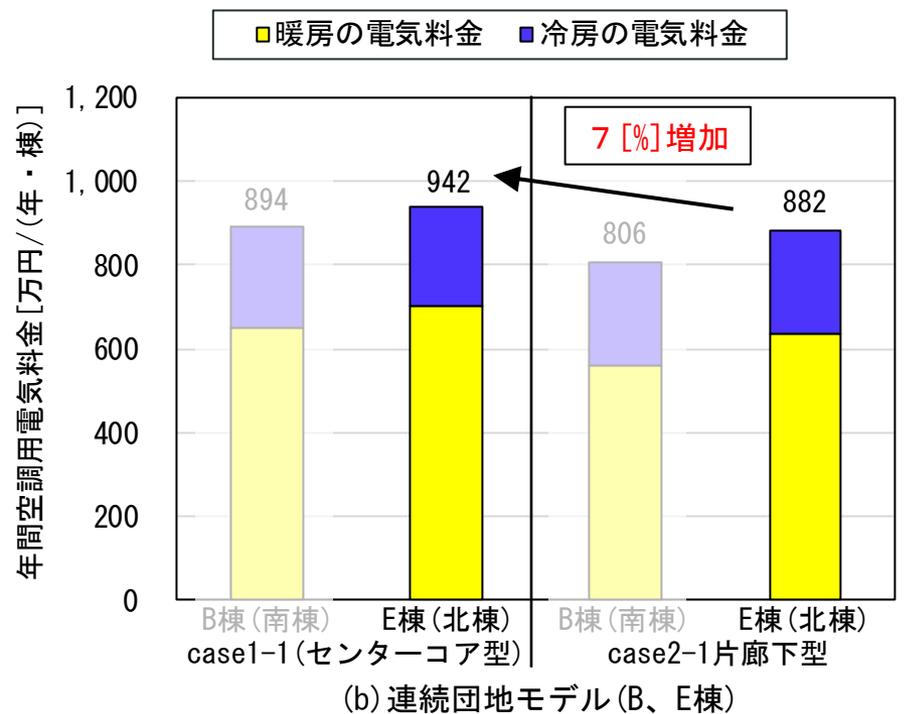
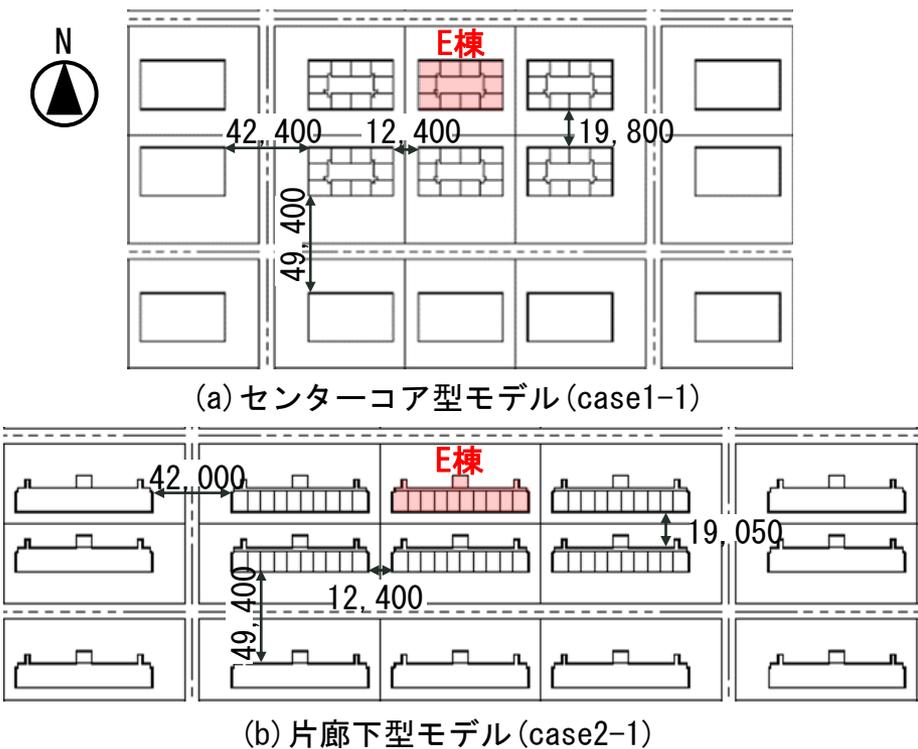


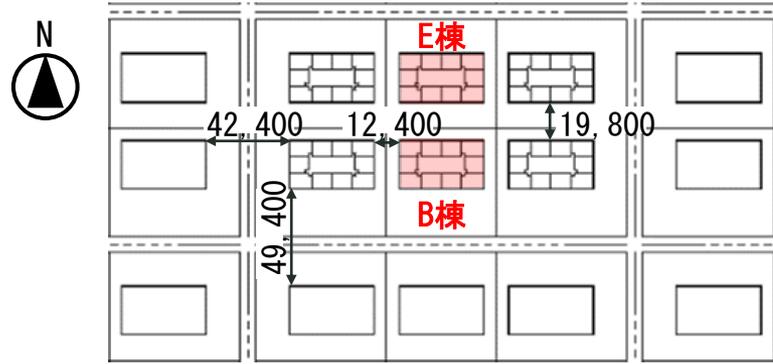
図 2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

図 13 各モデルの代表棟における年間空調用電気料金^{※9}

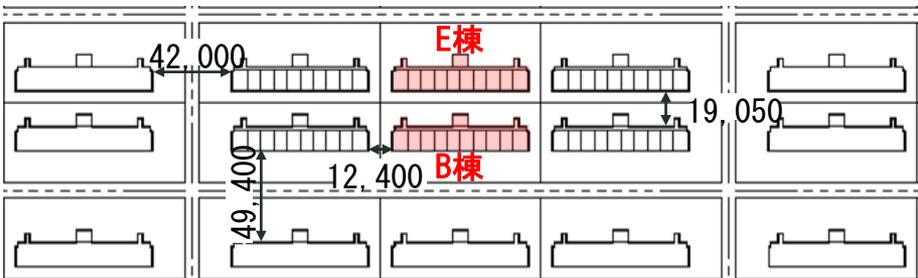
※9 エアコンで空調すると仮定し年平均COP=3とし東京電力の電気料金単価^{※10}より求めた。
 ※10 東京電力の従量電灯bプランとし、消費電力が0 [kWh]~120[kWh]までは1 [kWh]あたり29円80銭、120[kWh]~300[kWh]までは1 [kWh]あたり36円40銭とする。また年間空調用電気料金に従量電灯bプランの基本料金は含めない。

解析結果 (代表棟における年間空調用電気料金の比較)

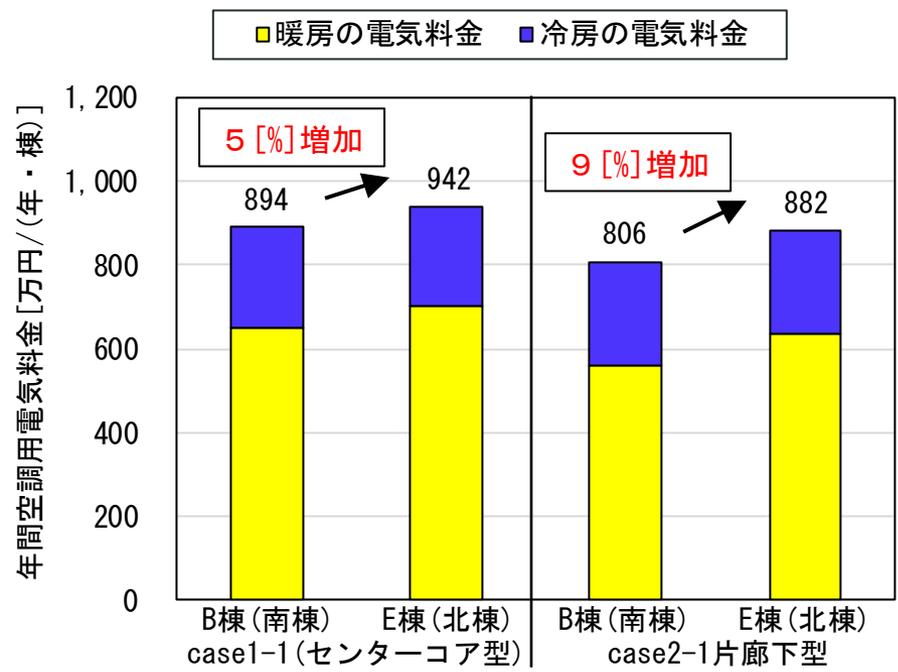
どちらの平面形式においても **連続団地モデル** では、B棟とE棟の **電気料金の差は約 5 ~ 9 [%]** 程度となる。



(a) センターコア型モデル (case1-1)



(b) 片廊下型モデル (case2-1)



(b) 連続団地モデル (B、E棟)

図2 団地モデル及び連続団地モデルの配置

図13 各モデルの代表棟における年間空調用電気料金^{※9}

※9 エアコンで空調すると仮定し年平均COP=3とし東京電力の電気料金単価^{※10}より求めた。

※10 東京電力の従量電灯bプランとし、消費電力が0 [kWh] ~ 120 [kWh] までは 1 [kWh] あたり 29円80銭、120 [kWh] ~ 300 [kWh] までは 1 [kWh] あたり 36円40銭とする。また年間空調用電気料金に従量電灯bプランの基本料金は含まない。

センターコア型の中間階において、南向き中住戸に対して東、西向き中住戸では年間空調用電気料金が約25[%]程度、北向き中住戸では約37[%]、北西・北東向き角住戸では約71[%]増加する。

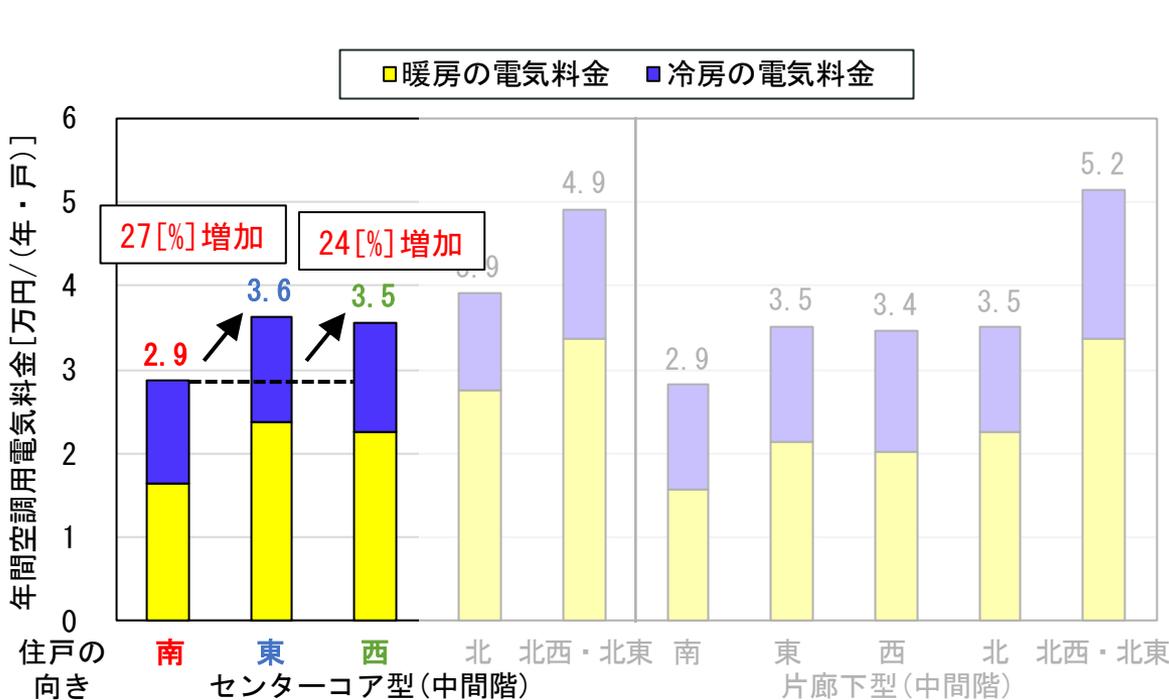


図14 単体モデルの代表住戸における年間空調用電気料金

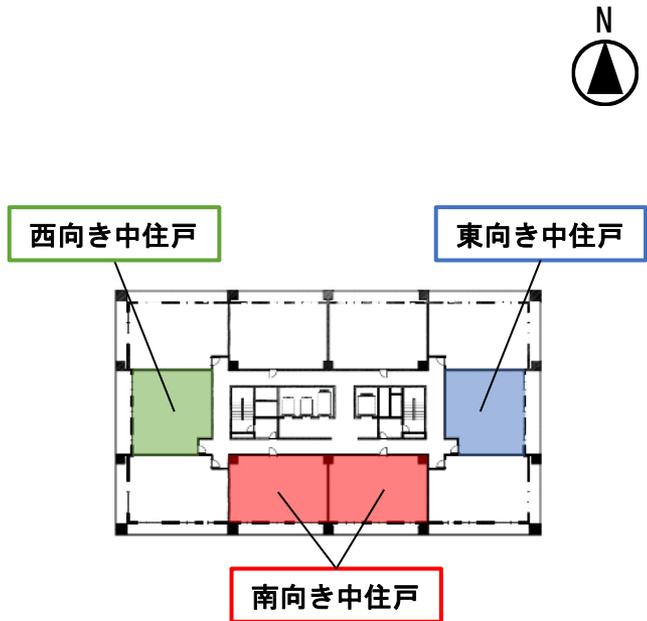


図 センターコア型2~20階平面

センターコア型の中間階において、**南向き中住戸**に対して**東、西向き中住戸**では年間空調用電気料金が約25[%]程度、**北向き中住戸**では約37[%]、**北西・北東向き角住戸**では約71[%]増加する。

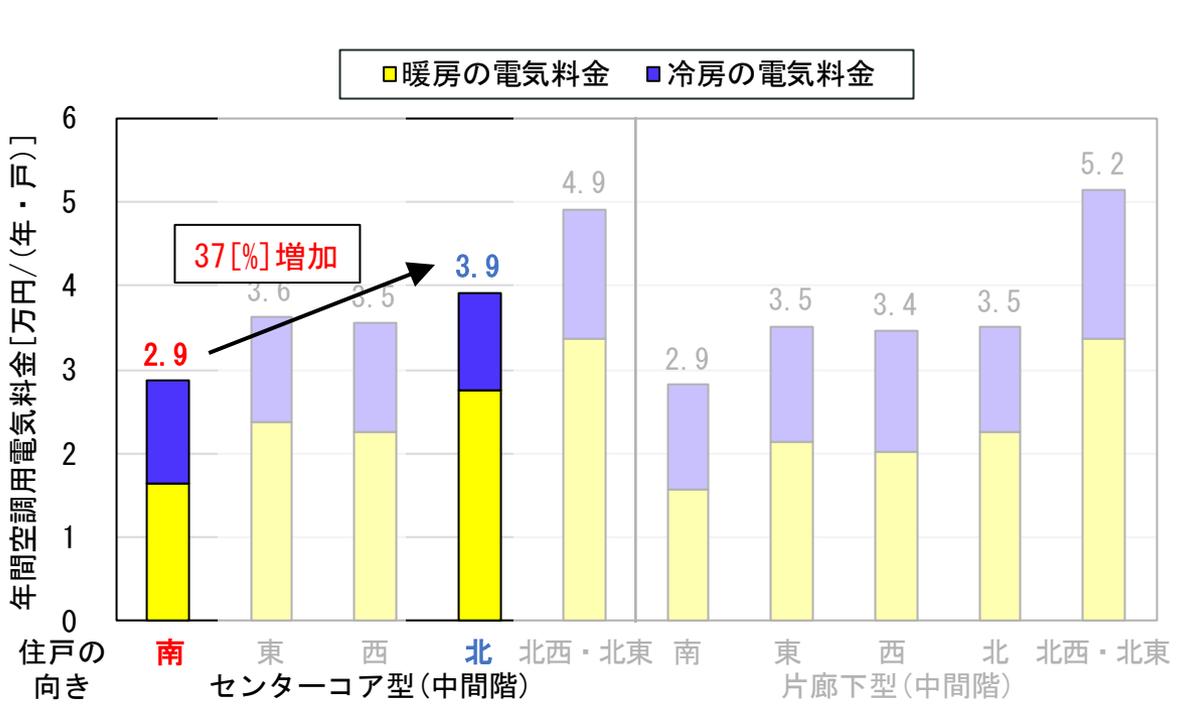


図14 単体モデルの代表住戸における年間空調用電気料金

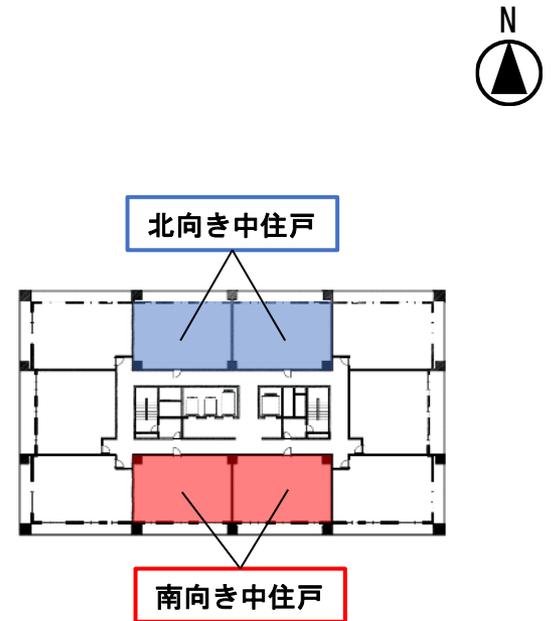


図 センターコア型2～20階平面

センターコア型の中間階において、**南向き中住戸**に対して東、西向き中住戸では年間空調用電気料金が約25[%]程度、北向き中住戸では約37[%]、**北西・北東向き角住戸**では約71[%]増加する。

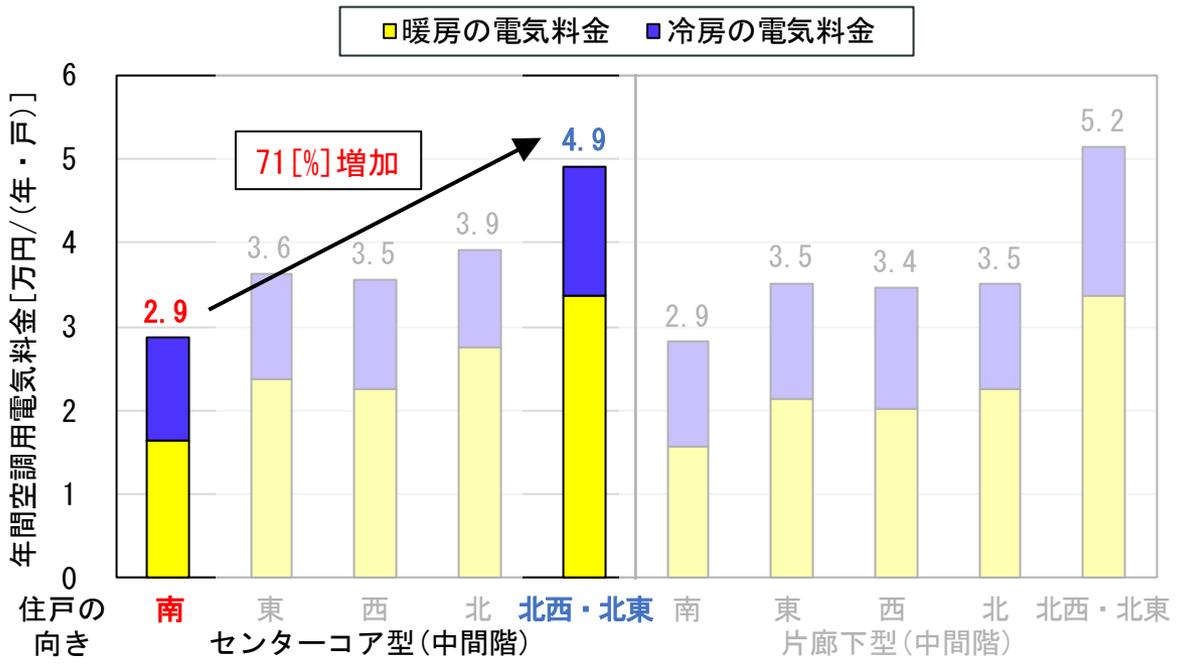


図14 単体モデルの代表住戸における年間空調用電気料金

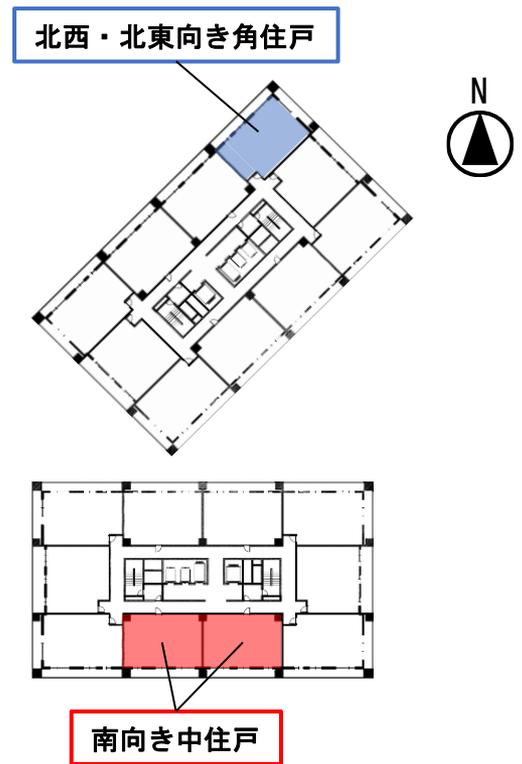


図 センターコア型2～20階平面

片廊下型の中間階では**南向き中住戸**に対して**東、西、北向き中住戸**では年間空調用電気料金が**約24[%]程度**、**北西・北東向き角住戸**では**約82[%]**増加する。

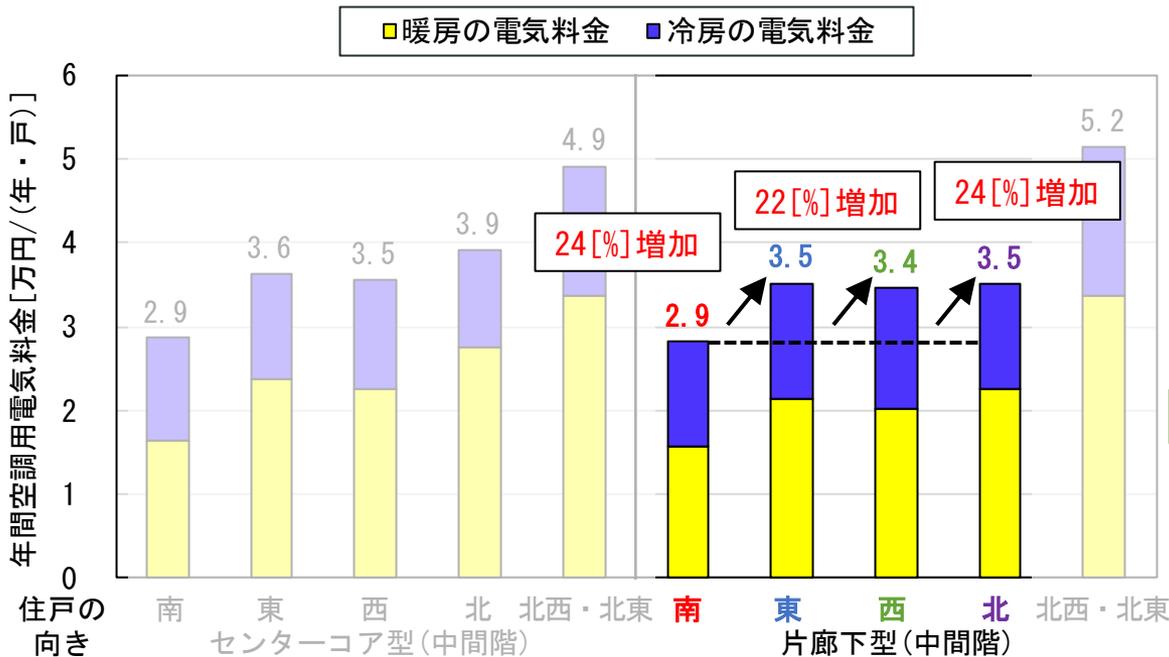


図14 単体モデルの代表住戸における年間空調用電気料金

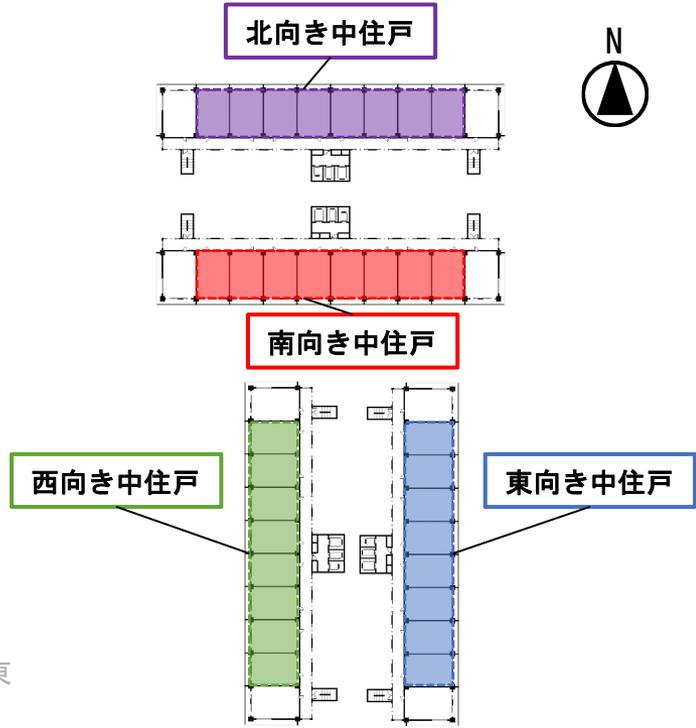


図 片廊下型 2～20階平面

片廊下型の中間階では**南向き中住戸**に対して東、西、北向き中住戸では年間空調用電気料金が約24[%]程度、**北西・北東向き角住戸**では**約82[%]増加**する。

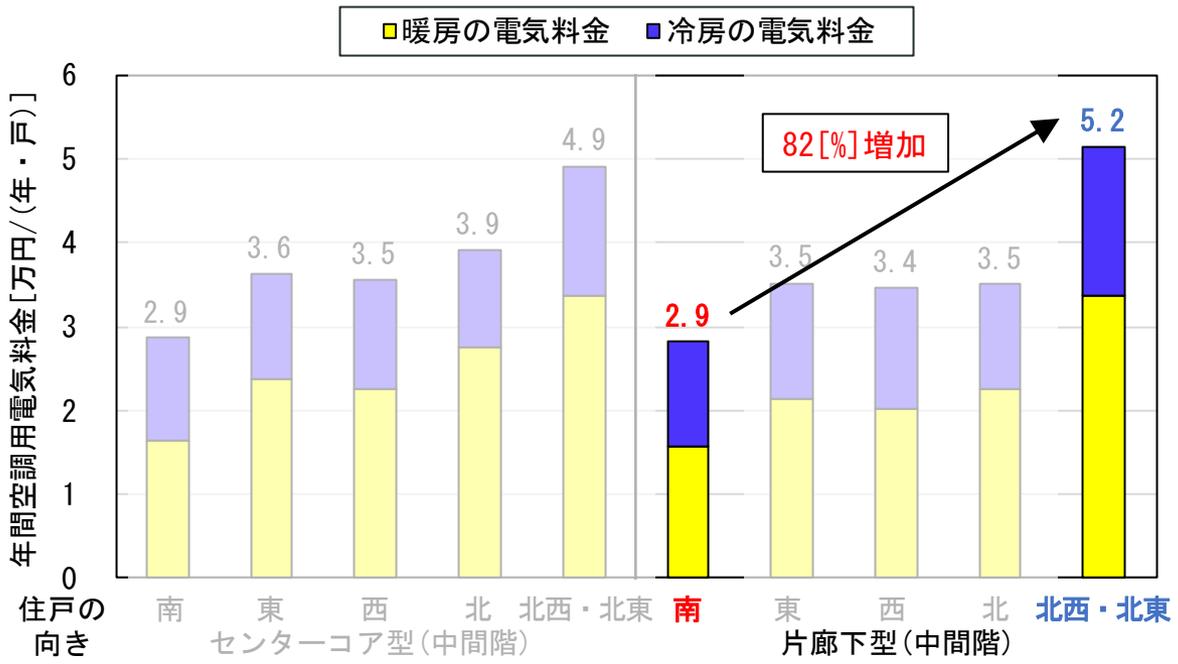


図14 単体モデルの代表住戸における年間空調用電気料金

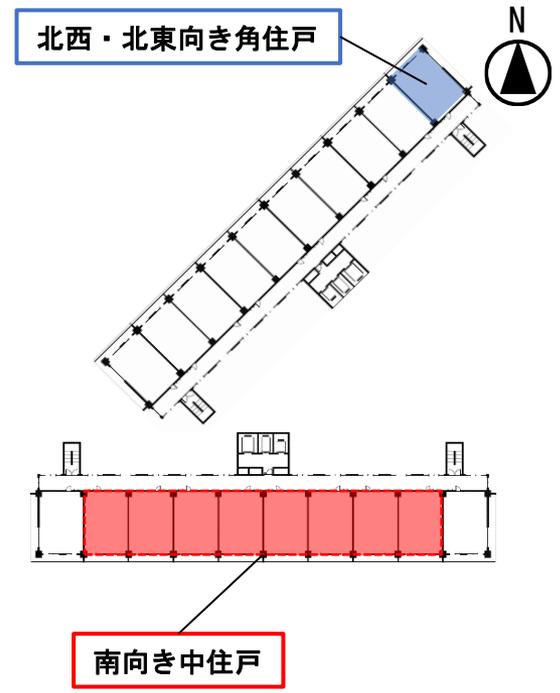


図 片廊下型 2～20階平面

まとめ

棟による比較

- ①単体モデルにおいて、センターコア型(平面の長辺が南北向き)は片廊下型(リビングが南向き)に対して1棟分の年間空調用電気料金が約21[%]増加する。
- ②連続団地モデルにおいては、南向きのセンターコア型と片廊下型の1棟分の年間空調用電気料金の差は約7~11[%]程度となり、概ね同様である。

住戸による比較

- ①どちらの平面形式でも単体モデルの中間階において、南向き中住戸に対して東、西、北向き中住戸では年間空調用電気料金が約22~37[%]、北西・北東向き角住戸では約71~82[%]増加する。
- ②単体モデルにおいて、センターコア型南向き中住戸の最上階は中間階に対して電気料金が約3.1[万円/(年・戸)](約110[%])増加し、片廊下型では約2.9[万円/(年・戸)](約103[%])増加する。