

## 1.はじめに

### 1-1.研究背景と目的

近年地球温暖化の影響による気候変動等が問題視されるようになり、建築分野でも地域の環境と調和し、将来に渡って人々の生活の質を維持する持続可能な建築を目指すことが重要となっている。

一方で、戦後の高度経済成長期以降、多くの建築需要の存在や効率的な供給のため、現在のハウスメーカーの住宅にあるようなカタログに載った「商品」としての建築が多く見られるようになった。それにより、敷地の文脈が置き去りにされ、画一化された都市が各地に見られる。

本論文では、近年建築家によって設計された住宅が受ける日射量に関して、その対象物の配置や形態が周辺環境とどのような関係性をもって設計されているかを明らかにし、日射コントロールに関して設計時の有効な考え方を得ることを目的とする。

## 2.解析

### 2-1.Grasshopperによる解析について

本研究では3次元CADソフトRhinoCerosおよびそのプラグインソフトのGrasshopperを用いる。今回の解析に用いた積算日射量解析コンポーネントを図1に示す。今回はGrasshopperの気象データを視覚化して分

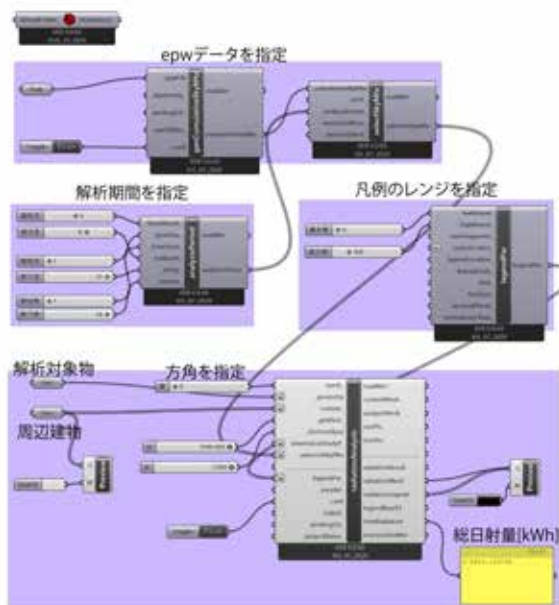


図1 日射解析コンポーネント

析できるLadybugというツールを使用した。プログラムの概要を以下に示す。

- ① epw データ形式の気象データを格納し、スカイマトリックスを出力。
  - ② 解析の期間を指定。
  - ③ 積算日射量を解析し図示する。
  - ④ 凡例のレンジを指定する。
- ここではレンジを0～400[kWh/m<sup>2</sup>]としている。

### 2-2. 解析の諸設定

- (a) 対象事例：本研究では過去10年(2011年～2021年)に「新建築」誌の住宅特集に掲載された住宅建築事例から配置状況、形態等が把握できるものからピックアップした70事例を解析の対象とした。
- (b) 地域区分：本研究において、地域の気候による影響を考慮したうえで、同地域ごとの特徴や傾向を分析するために、建築事例の所在地をもとに図2に示す8つの地域に分類する。

- A: 北海道地域
- B: 日本海側地域
- C: 太平洋側地域
- D: 内陸性気候地域
- E: 瀬戸内気候地域
- F: 九州地域
- G: 沖縄地域



図2 地域区分

- (c) 夏季と冬季の定義：本研究では、夏季と冬季の積算日射量をそれぞれ解析する。ここでは6月から8月のデータを夏季の積算日射量と定義し、12月から2月にかけてのデータを冬季の積算日射量と定義してデータを取った。
- (d) 解析精度：解析精度<sup>(注1)</sup>は1000に、対象面から解析対象までの距離<sup>(注2)</sup>は1に設定した。
- (e) 補正係数の算定：対象とするデータそれぞれについて気候条件や周辺状況が異なる。所在地の気候や周辺の建物などの環境の影響を考慮せずに平等に評価を行う場合の為に補正係数を次の手順で算定する。

(Step1)対象建築物を除き、敷地の形状のサーフェ

イスと周辺建物のモデルを作成。

(Step2)気象データとして対象建築物の所在地のepwデータを設定。

(Step3)遮蔽物として周辺建物のモデルを指定

(Step4)敷地サーフェイスの表面での積算日射量を夏季の場合と冬季の場合をそれぞれ解析によって求める。

上記で求めた積算日射量をR、70事例のRの平均値をR<sub>ave</sub>とすると、補正係数αは以下の式として定義する。

$$\alpha = R_{ave} / R$$

得られた積算日射量の値とこの補正係数の積を補正值とした。

### 2-3.解析の流れ

(i) モデリング：解析対象の建築物のモデルは新建築に掲載されている各事例の平面図と断面図を参照しながら Rhinoceros を用いてサンプルのモデルを作成する。なお、モデル作成の際、平面形状や高さ情報、屋根形状を反映させそれ以外の要素は簡略化して作成した。また、同時に対象建築物の周り一周分の周辺建築物のモデルを作成する。周辺建築物のモデルに関しては、配置図にもとづいて位置関係を特定し雑誌の写真や敷地情報などから読み取れる対象建築物との相対的な関係から大まかな高さ情報を反映したモデルを立ち上げた。なお、周囲建築物に関しては屋根形状は反映させず簡略化したフラットなボリュームとした。

(ii) 気象データ：対象事例の所在地の気象データを EPW 形式気象データの配布サイト<sup>(注3)</sup> からダウンロードし気象条件として用いた。

(iii) 解析期間を指定：本研究では夏季と冬季の積算日射量のデータを得るため、解析ごとに夏季と冬季の期間を指定した。

(iv) 建物解析：(i) で作成した対象建築物を解析対象としてインプットし、周辺建築物を遮蔽物としてインプットし解析をかける。

(v) 積算日射量の計算：解析によって得られる数値は解析対象全ての総日射量の値であるため、対象建築物のモデルの各面において表面積を計算し、単位面積当たりの値とした。

### 3.結果と考察

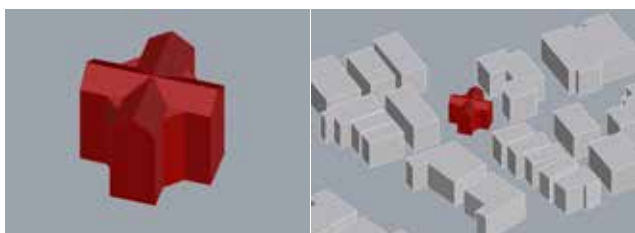


図3 対象モデル (左) と周辺建物モデル (右) の例

### 3-1.建物全表面

建物全表面における夏季と冬季の積算日射量の関係を図4に示す。

(結果)：図4より、全体的な特徴としては、夏季の積算日射量が大きくなるにつれて冬季の積算日射量

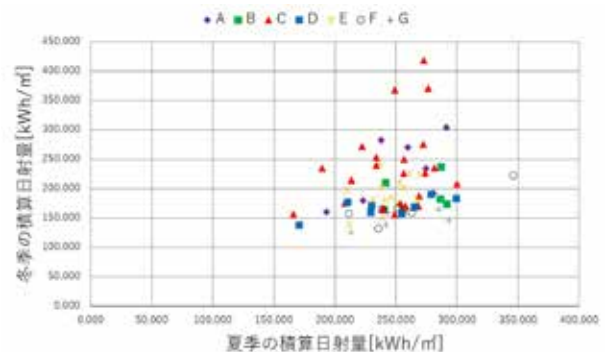


図4 建物全表面の夏季と冬季の積算日射量の関係

も大きくなる傾向にあり、相関があることがわかった。同じ地域区分ごとに共通する有意な特徴は特にみられなかった。

(考察・分析)：積算日射量の相関関係に関しては、夏に日射量が比較的多い地域は冬も大きいといったように地域の気候の影響が大きく、敷地の周辺状況や対象建物の配置の仕方の影響が反映されていないことがわかる。これは、ほとんどの解析データにおいて、外壁面に比べて屋根面での積算日射量のはるかに大きく、得られたデータのほとんどが屋根の積算日射量の数値によって決まってしまうからだと考えられる。そのため、次に屋根面を抜きにしてデータをとった。

### 3-2.外壁全面

外壁全面において解析した夏季と冬季の積算日射量の関係を図5に示す。

(結果)：全体的な特徴としては、全表面と同様に、基本的には全外壁面が受ける夏季と冬季の積算日射量

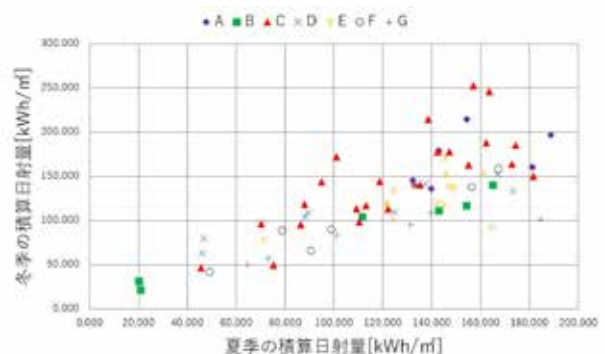


図5 外壁全面の夏季と冬季の積算日射量の関係

は相関関係があり、その相関は強くなった。また、地域区分ごとに比較すると、どの地域も似たような傾向

になっており、地域区分ごとの有意な特徴は同様に見られなかった。

**(考察と分析)：**屋根の数値を抜いた全外壁面の積算日射量のデータで比較したが、それでも屋根のデータをいれた時と同様なデータしか得られなかった。各データの解析結果のビジュアルを見ると、各外壁同士にも他の外壁面に比べ、積算日射量が極端に多い面や極端に少ない面が存在していることがわかる。このことから、外壁全面のデータからも日射のコントロール手法と周辺建物との関係性は現れにくく、外壁をさらに分割してデータをとった。

### 3-3. 主開口面

外壁全面において解析した夏季と冬季の積算日射量の関係を図5に示す。

**(結果)：**図6より、夏季と冬季の積算日射量の相関に関しては、建物全表面や全外壁面での場合に比べ、

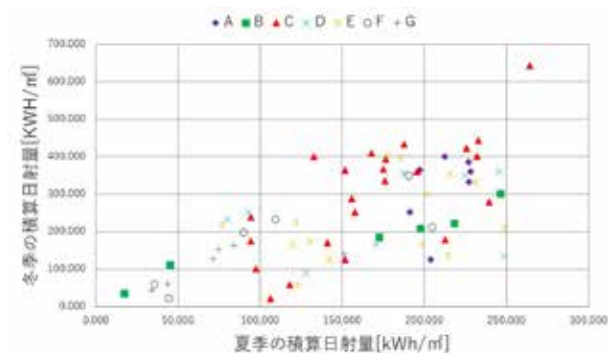


図6 主開口面の夏季と冬季の積算日射量の関係

弱くなり散らばりの度合いが大きくなった。地域区分ごとに比較した場合、B (日本海側地域)、C (太平洋側地域)、D (内陸性気候地域)、E (瀬戸内地域)、F (九州地域) に関しては、散らばりの度合いが大きく地域によるまとまった傾向は見られなかった。A (北海道地域) は全体的に夏季の値が他のデータに比べ、大きい傾向にあり冬季に関してはあまり傾向は見られなかった。また、G (沖縄地域) は全体的に夏季の値が小さい傾向にあることがわかった。

**(考察・分析)：**主開口面だけに絞ったデータにすると全体的な散らばりが大きくなったことから、日射のコントロールに関する計画においては、主開口面の配置や位置関係が特に特徴づけることが分かった。また、傾向が見られなかった地域は、傾向が出た地域に比べ範囲が広く、同じ地域区分の中でも日射に関しての気候の特性に差があったためだと考えられる。

以下、傾向が見られた A (北海道地域) と G (沖縄地域) を抽出して考察する。図7のように抽出したデータを I ~ V の領域に分けて考えた。

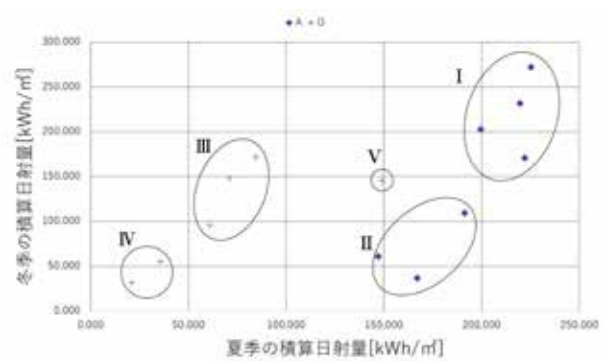


図7 A (北海道地域) と G (沖縄地域) の比較

**(領域 I)：**他のデータと比較して冬季に積算日射量が大きく夏季も同様に大きくなっている。冬季に日射を多く取り込めているのは、冬季の暖房負荷を軽減でき、気温の低い北海道地域に関しては適正といえる。しかし一方で、夏季の日射量も大きい値になってしまっている。また、図8で各データを比較してみると、全て南から南東の方角に対して主開口面を配置しており、日射を積極的に得る配置となっている。その結果、主開口面で全て冬季の積算日射量が夏季の積算日射量を上回っている。主開口面の前面は公園や道路、空地があり、比較的開けた状況にある。この配置の場合、夏の日射も大きくなっているが、どれも寒冷的な地域であり夏の気温が他の地域に比べ低いことから多少夏の日射が大きくなっても許容し、冬の日射の最大化を主目的にしていると考えられる。

**(領域 II)：**I と同様にほとんど全ての事例で主開口面の冬季の積算日射量が最も大きくなっている。配置図を比較すると、南から南東の方角に主開口面を配置していることが I と共通している。また、I の事例に比べ、隣接する建物の距離が近く、密集度が高いことがわかる。そのため、全体的に冬季の積算日射量の値は小さくなっている。比較的密集地に立地するが、主開口面を設けた前面に 5 m ~ 10 m ほどスペースをとるような配置になっており、密集した中でもより日射を得ようとしている。

**(領域 III)：**I や II の領域に比べて、夏季の積算日射量は少なく、同時に冬季の値も比較的大きい。主開口面は南から南西に配置しており、周囲の建物との間隔が比較的余裕がある。主開口面が最も夏季の積算日射量が小さくなっているが、配置の工夫は読み取れなかった。しかし、主開口面での庇の長さが平均で 1.7 m と長いことから庇によって日射をコントロールしていることがわかる。

**(領域 IV)：**III と同様に比較的夏季の積算日射量は小さくなっている。III に比べると夏季も冬季も値が小さ

領域	ID	配置図	夏季 [kWh/㎡]	冬季 [kWh/㎡]	ID	配置図	夏季 [kWh/㎡]	冬季 [kWh/㎡]			
I	10		①	215.6	164.9	20		①	239.4	98.7	
			②	184.7	38.8			②	99.6	28.9	
			③	117.1	30.5			③	201.1	79.2	
			④	222.2	170.7			④	225.3	272	
	38		①	166.3	113.8		66		①	199.5	202.6
			②	119.4	30.9				②	213.3	107.7
			③	143.8	40.3				③	94.1	28.6
			④	219.7	231.7				④	129.8	49.5
II	61		①	211.5	120.7	62		①	142.9	87.5	
			②	167	95.5			②	195	42.5	
			③	81.6	20			③	74.1	18.2	
			④	162.1	123.8			④	191.4	169.3	
	67		①	128.8	37.5						
			②	174.1	45.4						
			③	131	2.62						
			④	147.2	60.9						
III	28		①	71.1	148.3	65		①	84.6	172	
			②	122.7	63.7			②	138.6	73.7	
			③	144.1	56.8			③	95.7	45.1	
			④	78.9	51.3			④	152.3	121.3	
	63		①	119.3	130.6		64		①	107.4	56.5
			②	75	33.8				②	106.5	181.1
			③	74.7	20.7				③	177.3	149
			④	20.8	31.6				④	35.6	33.3
69		①	60.8	95.6							
		②	99.9	43.2							
		③	127.6	49.6							
		④	195	129.7							
IV	63		①	119.3	130.6	64		①	107.4	56.5	
			②	75	33.8			②	106.5	181.1	
			③	74.7	20.7			③	177.3	149	
			④	20.8	31.6			④	35.6	33.3	
	69		①	60.8	95.6						
			②	99.9	43.2						
			③	127.6	49.6						
			④	195	129.7						
V	52		①	84.6	172						
			②	138.6	73.7						
			③	95.7	45.1						
			④	152.3	121.3						

図8 領域ごとの詳細データ

い。主開口面の方角は南から南東と同じ傾向にあるが、事例64に関しては庇の長さが約3.5mと長い。また、事例63に関しては主開口面の前面は建物の2倍ほどの高さの山があり、事例69は主開口面の前面に建物が近接している。これにより値が小さくなっていると考えられる。

(領域V)：この事例は夏季の積算日射量が最大の面に主開口面を設けている。これは主開口面の前面に海があることから眺望を最も重視していることがわかる。

## 4. 結び

### 4-1 結論

本論文では、建築物が受ける日射量に関して、周囲の建物とどのような関係を持って配置されているかを明らかにすることを目的として、建物表面の積算日射量と配置の関係を評価した。日射のコントロールに関して、周囲の建物との関係は主開口面の配置の仕方に最も設計者の意図が現れることが分かった。また北海道のような寒冷な地域では冬季の日射を最大化し、夏季の日射に関してはある程度許容する傾向にあった。配置の特徴としては、南から南東に向けて主開口面を配置するものが多く、敷地が密集している場所では、その前面はできるだけ広くスペースを取るようセットバックさせるといった工夫も見られた。また、沖縄のような暑さの厳しい地域では、配置による工夫はあまり見られず、主に庇の長さを長くすることで夏季の日射を最小化するようにコントロールする傾向にあっ

た。

### 4-2 今後の展望

本研究では北海道や沖縄といった比較的気候的な特徴が大きい地域でしか、有意な傾向が得られなかった。地域区分をさらに細かい範囲に絞ってその中で解析、比較を行うことで地域の気候に対しての傾向や、設計者の意図がより明らかになると考えられる。また今回は日射に関して研究を行ったが、通風や日照など他の環境要素についても複合的に分析を行っていくことで、より有効な計画のあり方が明らかになると考えられる。

注1：Radiation Analysisコンポーネントの入力\_gridSizeのこと

注2：Radiation Analysisコンポーネントの入力\_disFromBaseのこと

### 参考文献

- [1]金井 恭秀「住宅供給モデルの変遷と今日的課題についての考察-住宅供給プロセスのinnovationという観点から」、住・生活研究 (1), 61-80, 2006-05、
- [2]楊 光、玄 英麗、持田 灯「建物配置と周辺の風環境と温熱環境の関係の分析-広州、武漢と仙台における緯度の相違による建物周辺環境の変化」、風工学シンポジウム論文集 23(0), 67, 2014
- [3]高田 幸枝、小峯 裕己、増尾 渉「周辺建物の日影影響による太陽エネルギー利用率の低下に関する研究」、空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集 2009.2(0), 1395-1398, 2009
- [4]「Parametric Design with Grasshopper-建築/プロダクトのための、Grasshopperクックブック」、石津 優子(著)、堀川 淳一郎(著)
- [5]新建築、新建築社