

地理条件の選択および炭素固定制度を活かした木造パッシブハウスの設計手法

何, 凡 / HE, Fan

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院デザイン工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. デザイン工学研究科編 / Bulletin of graduate studies. Art and Technology

(巻 / Volume)

12

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

5

(発行年 / Year)

2023-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00030193>

地理条件の選択および炭素固定制度 を活かした木造パッシブハウスの設計手法

DESIGN TECHNIQUE OF THE WOODEN PASSIVE HOUSE UTILIZED THE CHOICE OF
THE GEOGRAPHY CONDITION AND THE CARBON FIXATION SYSTEM

何凡

Fan HE

主査 網野禎昭

法政大学大学院デザイン工学研究科建築学専攻修士課程

Complex equipment can certainly create a comfortable indoor environment anywhere, but the price for this is high initial cost and energy consumption to counteract an unsuitable external environment. Therefore, this paper focuses on the external environment and the internal environment, and aims to create a comfortable indoor environment with low energy consumption by using the appropriate environment without relying on equipment.

Key Words : *Equipment, External environment, Internal environment, Appropriate*

1. はじめに

今日本の戸建て住宅にはいろんな問題が議論している中、「住宅形態が統一され」と「空き家」に注目し、原因を考えるとある要因がこの2つの問題の肝になっている。この要因は設備である、そしてこの設備は性能が良く、複雑のものである。このような設備が普及していくと住宅が同じでも、いかなる環境下で、いかなる時でも、室内環境が快適にする事ができる。複雑な設備は確かにいかなる場所でも快適な室内環境を作ることはできるが、この代償は不適切な外部環境に対抗するため高い初期費用とエネルギー消費量を使うしかない。ここで本論文は外部環境と内部環境を着目点として、適切な環境を利用し設備を頼らない、低いエネルギー消費でも快適な室内環境ができるのを目的とする。

2. 不適格の立地での設備住宅設計

(1) 日本今の住宅問題

従来は建て替えに頼り過ぎて、短いかつ簡単な利益を求めるため、長期的な利益を無視して、合理的なエネルギー利用を考えずに、住宅はハウスメーカーによってスケルトンが同一化し、便利だが暮らすに不適格の環境で建てられ、従って本来自然環境のエネルギーが利用出来ないの、暮らすに不適格環境に快適感を与えるために、色んな設備を設置する事で、別場所の資源を運搬せざるを得ない状況になっている。価値が下がり続ける中、エネルギー消費量だけ高くのまんまん、最後に中古住宅と

して売りは出しても金にならない、これこそ空き家が段々増えている原因の一つではないかと思う。

(2) 設備に頼り過ぎるエネルギー消費住宅

今の時代は技術の進歩により以前出来ない事が簡単にできるになって、しかしこれらは相応の対価がある事が世間に隠れている。設備により簡単に空間の快適さを変えられる事で、今の環境が悪くても快適の住宅を建てられ、住宅のスケルトンやプランが同一化している、こうした方が建てるコストが抑えられるからであるが、対価として不適格環境に快適感を与えるために、設備でエネルギーを沢山消費しなければならない。確かに快適になったが、環境にとっても今後の生活にとっても良い事でしょうか。

a) 一般住宅モデル構成の設定

設備を頼っている現代住宅において、快適のためにエネルギー消費量と設備を使わない時の快適さに着目し、空間の年間温度分布とエネルギー消費の把握を「ホームズ君」ソフトによる数値解析を用いて試みた。モデルは、日本建築学会標準問題の戸建住宅モデル[1]を参考に作成した。

b) 一般住宅モデル断熱の設定

モデルが使う仕様は各部（屋根/天井・壁・開口・床）の断熱仕様をよく使う材料を検討している。さらに外皮(UA)値計算で考慮する断熱層、外皮計算では考慮しない非断熱圏外気側と非断熱層室内側の全3層をまとめて考えている。外皮性能のUA値は0.45に算出した。

c) 一般住宅モデル設備の設定

設備の設定については暖房は居室に 20℃、冷房は居室に 24℃に設定し、在室人数は 4 人家族で、LED 照明に付け、必要な家電量も設定し、換気は HEAT20 で想定した標準的な設定条件によって行い、暖房期と冷房期に分けてシミュレーションをする。

d) 設備ありの快適度を解析

「ホームズ君」で室温のシミュレーションをし、住宅温熱環境評価基準[2]により暖房期は室温が 18℃±3℃と冷房期は室温が 28℃±2℃に設定されている。その結果で暖房期に 30℃を超えるのは 7%だけで、冷房期 15℃未満のは 21%である。1 年間ほぼ快適温度である事が分かる。

e) 設備ありのエネルギー消費量を解析

光熱費は家電と換気は毎月の費用が安定してあるが暖房は在室時につけることが多いので使用時間も長く、冷房よりも多くのエネルギーが必要となる。更に 1 年間一番光熱費が掛かっているのは給湯費である事も分かる。

f) 設備なしの快適度を解析

エアコンが一切着かない状態の室温をシミュレーションする。住宅温熱環境評価基準により、冷房期に 30℃を超えるのは 43%があり、暖房期にも 15℃未満のは 60%である。高断熱高気密住宅でも、エアコンを着けないだけで快適性が無くなる事が分かる。

g) 設備なしのエネルギー消費量を解析

エアコンを着かないので、確かに光熱費が安くなっているが、1 年只今 5 万円安くなるだけである。やはり光熱費が沢山使うのは給湯費であり、給湯は夏でもお湯を使うので 1 年間エネルギー消費が一番高いである。更に家電費用も 1 年通して安定している。節電をする事ができるが、今現代は基本家電抜きで生活は不可能になっている。

(3) 設備に頼り過ぎるパネル発電住宅

今の発電住宅は簡単に発電できて、総合消費量を減少しているが、これも発電設備を使って膨大なエネルギー消費量をクリーンエネルギーで相殺するだけである。さらにもし設備が壊れたら、もっと元を損ねなくなり。今の日本生活経済はこのメンテナンスを負える事が難しいが、続けに発電しないとまだ膨大な消費の住宅に戻て、中古住宅としても売れない、最後に空き家になるしかないである。

a) パネル発電の耐用年数による収支の解析

シミュレーションした結果は確かに夏は日射量が多いかつエネルギー消費が少ないので光熱費が少ないが、冬になって日射量は少なくなり、エネルギー消費量も多くなる。冷房期は暑ければ窓を開けたり扇風機を回したりする人が多いのに対し、暖房期は約 8 割が最初から何かしらの暖房器具に頼るである。なので冬一か月の光熱費はエアコン着かない住宅とは大きとの差しかないと分かる。

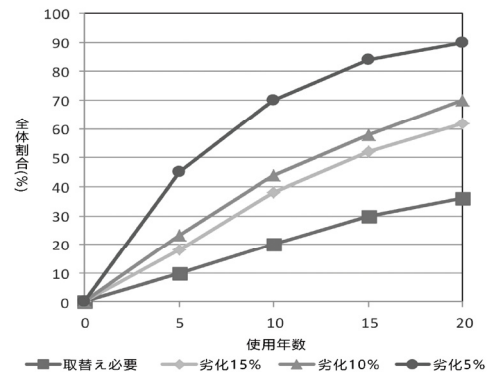


図1 パネル経年により劣化故障の推移

そして上記は経年劣化を考慮していない状況であり、太陽光パネルの電気設備なので図1に示すように[3]、10年後は故障率の上が増えてきて、20年の所がほとんど何かしら劣化して、発電量も落ちている。30年前は大半が取替えしているので、その時まで色んな費用が掛かってしまう。

3. 設備を振り切るため利用できる地理条件

(1) 設備に縛られないパッシブハウス

複雑な設備に頼らなくても安いかつ快適な空間を手に入れるためにパネル発電住宅と違って、適切な外部環境を利用したパッシブデザインの手法を使う事にした。パッシブをするためには、外界の自然を拒むだけではなく、自然を利用すべきと思う。暖房期のエネルギー消費量が多い一番の原因は外気温と快適温度の差であり、もしパッシブハウスを快適にするには先ず快適温度との差が少ない環境を選ぶ必要がある。

(2) 適切な地域による自然エネルギーの利用

設備に頼らず、合理的にパッシブデザインに適應できる観点から地域を選ぶとしたら、東京のような便利だが外気の温度差が大きく資源が全て電気に頼る地域ではなく、温度差が小さいかつ自然資源が沢山ある地域こそパッシブデザインする価値があり、設備を使わない快適な空間ができる。では本章はパッシブデザインに適應する条件を四つに別けて分析する。先ず暖房期が寒くない地域をするべきである。そして冷房期としては通風によって降温するために、強いかつ安定している風も必要である。それ以外太陽熱は使いやすい熱源なので、日射量は多い地域が良い。さらに、地中熱は年中快適温度に安定している自然熱源なので、利用する価値がある。

a) 温度差を抑えるの条件

エネルギー消費量の観点からすると、暖かい方が年間消費量を抑える事ができるので、海流を利用して温度差を抑える[4]。親潮の海岸地域にはパッシブデザインに適さない、黒潮は暑すぎる沖縄も適しないと考え、一番良いのは日本中部の太平洋側沿岸と推測している。海岸地域の違いによる気温の影響を比較するために、日立、静岡、高知を選び、沿岸平均水温と平均気温を分析する。

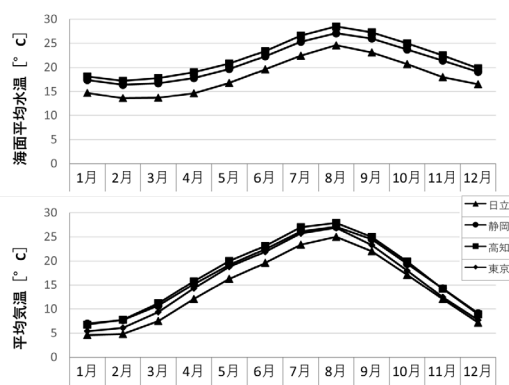


図2 太平洋側の沿岸水温と地域気温の比較図

図2に示すように確かに黒潮が流れる太平洋側沿岸の方が温度差が小さく、全体的暖かいである。

b) 安定の風の条件

温度差をもっと抑えるために、海水の運動を利用するだけではなく、空気の移動も利用できると考えている。例えば岬に行けば涼しく感じるのは海流が半島に通過すると安定かつ強い局部風があるからと推測している。岬によって風の影響を比較するために、静岡と石廊岬を選び、風配図を分析する。

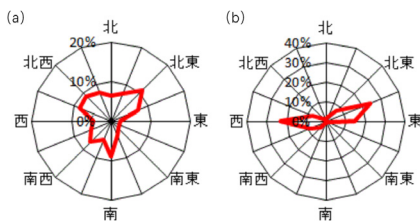


図3 静岡 (a) と石廊岬 (b) 風配図の比較

図3に示すように確かに静岡の風の方向がばらつきが大きく、一方石廊岬の風は東西方向に吹いている事がわかり、岬地域の方は海岸地域より風の方向性が統一されていると考えている。

c) 長い日照の条件

パッシブハウスの冬は気温の熱源を取得だけではなく、他の安定している自然熱源も必要である。太陽光は一般的な認識では赤道に近づくほど日射量が多いと思われるので、緯度による日射量の影響を比較するために、仙台、熊谷、高知、那覇を選び、緯度が違う地域の毎月積算平均日射量を分析する。その結果日射量はある程度緯度と関係があるが、暖房期の那覇の日射量は高くないのもわかった。暖房期の日射量はやはり緯度だけ判断するのは足りないである。分かるのは暖房期日射量一番高いのは南日本の太平洋側と関東甲信地方の太平洋側である。

d) 適度な地中熱の条件

太陽光以外安定している自然熱源があり、例えば地中熱は大気の温度に対して、地中の温度は深くするほど年間を通して温度の変化が少ないと言われている[5]。ここで内陸と海沿い地域の違いによる地中熱の影響を比較ため

に、仙台、熊谷、高知、銚子を選び、地中平均温度を分析する。確かに内陸と海沿い地域と関係があり、関東甲信地方の内陸部地中熱は夏が他の地域と同じぐらいが冬は寒くなる事が分かる。そして海沿い地域でも高知の地中熱は銚子より高い、仙台は全体的に寒いのはおよそ海流とも関係ある。

(3) パッシブ足りない部分を脱炭素制度で補う

自然資源だけを使って消費エネルギーを減らすのは限界があると思う。今の時期では大きい設備だけではなく、パソコンなど小さい家電は必要になり、自然資源で足りない部分を発電設備に頼らず長期的な利益で補う方法が必要である。ここで「J-クレジット」制度を持ち込みたいと思う。「J-クレジット」とはCO2の排出削減・吸収活動の成果をクレジットとして創出する制度である。

a) J-クレジットの利用

「J-クレジット」には「J-クレジット森林吸収」と「J-クレジット排出削減」二つのクレジットがある。「J-VER 森林吸収」は二方面があり、一つは森林によって二酸化炭素を木材に固定され、もう一つは木材を長時間に使いもしくは貯蔵することで二酸化炭素を固定することである。「J-VER 排出削減」にも二方面があり、一つは自家エネルギー消費量を省エネし、排出削減量を算定している。もう一つは設備を導入し、自家消費の全量を排出削減量の対象とし、排出削減量を算定している。

4. 地理条件を考慮した立地選択

(1) パッシブハウスに適する立地

パッシブデザインは適度な地域でないでメリットが発揮出来ないで分析したように、敷地地域が小さい温度差で、安定の風、長い日照、適度な地熱、豊富な森林資源に置いて、パッシブデザインに適用している地域を選ぶ必要がある。更に自然資源だけあっても、資源を確保或は利用できない敷地では良いパッシブデザインができないので、地域だけの観点から敷地を決めるのは物足りないであり、自然資源をフル活用するには、敷地の微気候の観点も大切だと思う。この二つの観点を持ってこそパッシブデザインに適用する立地選択ができると考えている。

a) 適する地域の選び

地域を選ぶためにまず温度差が小さいかつ暖かいを選択するには、日本の暖流黒潮の沿岸地域を探すべきであり、更に黒潮の大蛇行期を考慮し、西日本太平洋側ではなく、大蛇行期が迂回した静岡県の沿岸地域を選んだ。そして安定かつ強い風を手に入れるため海岸地域を諦めて、半島の岬[6]を選ぶが、静岡県は御前崎と石廊崎の2つがあり、本章は石廊崎を選び、確かに暖房期の伊豆半島の日射量が他の太平洋側の日射量より少ないが、前章に証明したように南伊豆地域だけ日射量は太平洋側の日射量と同じ高いのままである。逆に石廊崎は前章の地温マップによって、地中熱が御前崎より少し高いである。更に南

伊豆地域では豊富な森林資源があり、御前崎は森林があまりないである。分析した上で石廊崎がパッシブデザインに適していると考えている。

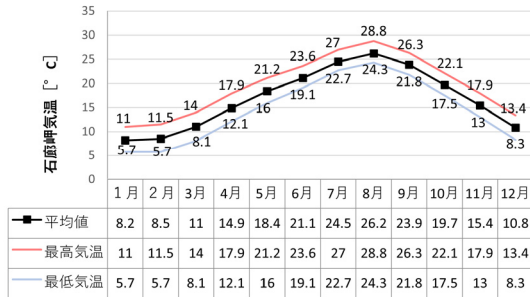


図4 石廊岬30年間平均、最高、最低気温

図4に示すように石廊崎の夏最高気温は28.8°Cであり東京より2.5°C下がって、冬最低気温は5.7°Cであり東京より4.5°C上がっている。東京の温度差は30°Cで、石廊崎の温度差はただ23°Cである。

b) 適する敷地の選び

しかし自然資源だけあっても、資源を確保或は利用できない敷地では良いパッシブデザインができないので、地域で良い敷地を選ぶため微気候も導入した。まずは日射量が地形の影響に受けやすいので、地域に日射量が多いでも、山で遮られでは利用する出来ないなので、南の方面は山ない敷地にし、そして風は西南から吹いているので、風にも遮られないため、西の方面も山がない方が合理的である。最終的に石廊崎の付近にある地『あいあい岬』の空地に決定した。

(2) 適する立地で光熱費と快適性の検証

地域の変更が住宅快適性の影響を検証するために、設備なし設定の標準モデルを石廊崎で、もう一度シミュレーションする。室温分布を分析した結果、住宅温熱環境評価基準により。冷房期に30°Cを超えるのは21%に下がり、暖房期にも15°C未満のは45%である。冬でも夏でも敷地が東京にするのシミュレーションより快適になっている事がわかる。光熱費も風が流れているので、換気のコストが少し下がっているが、給湯費と家電費用はまだ高いままである。

5. 立地に適するパッシブハウスの設計

(1) パッシブハウスの適する設計

適切な環境を利用し設備を頼らない、低いエネルギー消費でも快適な室内環境を作るためには適切な立地を選ぶだけではなく、住宅をパッシブデザインの必要がある。まず室温の快適性は地域の変更によって少し良くなったが、やはり暖房期にはほぼ15°Cぐらいにし、冷房期には30°C以下を保って欲しいである。これを実現するには標準モデルのスケルトンでは難しい、パッシブハウスはスケルトンから自然資源に沿って設計しなければならない。そして光熱費はやはり給湯費と家電費用が高いである。

家電費用は節電すれば抑える事ができるが、今の時代は確かに基本家電抜きで生活は不可能になっている。しかし給湯費は違う、給湯はそもそもお湯を沸かすだけなので、必ず光熱費を使う事ではないである。自然のエネルギーを使ってもできるので、例えば石廊崎の豊富な日射量を利用する。こうすれば光熱費を抑える事ができる。

a) 断熱、蓄熱、集熱による設計

パッシブモデルは住宅を断熱、蓄熱、集熱3つの空間にわかれる[7]ことで、高い日射量を利用し、外付けに温室を造り、住宅が必要な熱量を取り入れる。朝の生活している所にはしっかり断熱して、熱を逃げないようにする。就寝する所は地中熱を利用し、蓄熱した熱を放射して、温度を保っている。冷房期は熱量がいらぬので温室にブラインドを付け、太陽光を遮断し、そして生活している所は断熱しているのも熱も遮られている。更に24°Cの地中熱は天然な冷房のように蓄熱されて、涼しく空間を保っている。

b) 資源利用できる間取による設計

太陽光を沢山取り入れるためには、パッシブモデルは住宅を東西向きに長方形にした、そして内部で光を遮断しないためになるべく東西の壁を建てないようにする。長方形の南に温室を作り、暖房期に光と熱を取り入れ、冷房期は熱を遮断する役割も果たせる。地中熱を利用するために地下1階を作り、地上と地下は吹き抜けで繋ぎ、こうすれば太陽光がない地下にも光を取り入れることができる。

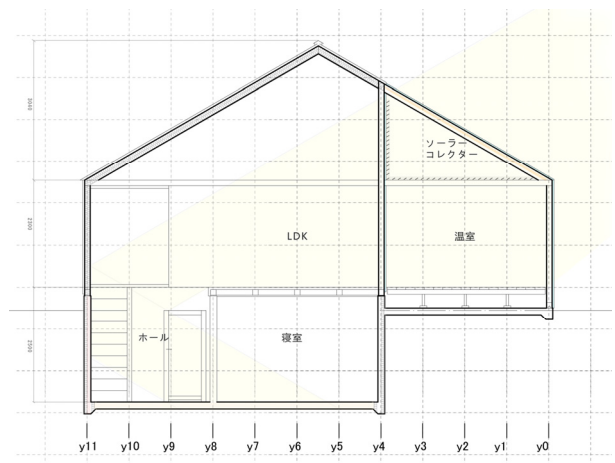


図5 パッシブモデル断面ダイアグラム図

断熱、蓄熱、集熱の空間によって、地下1階を寝室にし、例えば夜に太陽光の熱がなくても、地中熱で温室を保つ事ができる。そして地上と地下を繋ぐホールの壁は外断熱しコンクリートに蓄熱材を入れ事で、太陽光で温めることができる。地上1階は広く明るく生活するために、全てLDKにして、北に連続窓を設置して山の景色を楽しむことができる。さらに石廊崎地域の安定している東西向きの風を利用するためには、西と東に引き戸を付けて風を取り入れる。西に大きな土間を作り、引き戸を通して

南の太平洋が見える。LDKの南には太陽光を奥まで届くためには天井まで窓を付けた。更に太陽光を利用して、温室の天井でソーラーコレクターを搭載する事でお湯を沸かしている、夏の時は温室にブラインドを付く事で太陽光を遮断している。

(2) パッシブモデルを解析

地域の自然資源に沿って設計したパッシブモデルにおいて、複雑な設備が着かない状況では室温の快適性とエネルギー消費量に着目し、内部環境の年間室温分布と光熱費の把握を「ホームズ君」ソフトによる数値解析を用いて試みた。解析する場所はパッシブハウスに適している南伊豆地域の石廊崎である。周辺は森で、北が山、南が太平洋である。地下一階、地上一階の木造住宅である。家族構成は4人家族で、主寝室が一つ、子供室が二つと水周りは全て地下一階にあり、活動している空間は地上一階のLDKにして、そして温室はLDKの南に設置している。

a) パッシブモデル断熱の設定

モデルが使っている仕様は各部（屋根/天井・壁・開口・床）の断熱仕様をよく使う材料を検討している。一階部分はしっかり断熱層を設けて、地下一階の床は蓄熱材料を使っている。外皮性能のUA値は0.45に算出した。

b) パッシブモデルの快適度を解析

「ホームズ君」で室温のシミュレーションをし、室温分布を分析した結果、冷房期に30℃を超えのはわずか3%があり、暖房期にも15℃未満のも5%しかないである。エアコンを着かなくても、自然エネルギーを使って、適切なパッシブデザインをすれば快適な空間ができる。

c) パッシブモデルの消費量を解析

パッシブモデルの光熱費シミュレーションはスケルトンを設計し直す事で、簡単にかつ長期的にソーラーコレクターを導入する事が出来た。そして節電をして、光熱費をゼロに落とす事が出来ないが、本来の三分の一に抑える事ができる。更に「J-クレジット」を使えばこの住宅は光熱費ゼロにする事も実現可能ではないでしょうか。

d) パッシブハウスは発電住宅との違い

パネル発電住宅は20年に経ったらパネルの性能が落ちて若しくは壊れているので、20年ぐらい時点で発電住宅は高い光熱費だけ残している。最初の低光熱費に戻すためには、又初期費用をしなければならぬ、しかしこれは短時間だけ維持し、壊れて延々に繰り返している。しかしパッシブモデルはこの繰り返しを破る事ができる。30年所か50年若しくは90年でも前章のシミュレーションした結果によって、適切な地域で、自然資源を上手く利用して設計すれば、複雑な設備を使わなくても、簡単かつ壊れにくい仕組みで、エネルギー消費量を抑えつつ、快適な空間を手に入れることができる。更に本モデルも太陽光パネルを導入できるので、地域に沿って設計するだけで発電は光熱費を抑える事から稼ぐ道具にも成れる。そして太陽光パネルを依存していないので、いつでも離

すことができる。

6. 研究の結論及び今後の課

住宅は設備に設備に縛られて、どこでも同じ戸建てが建っている、皆が住宅に対する思いが薄くなってきている今に変わるべきだと思う。本研究は地理条件の選択および炭素固定制度を活かした木造パッシブハウスの設計手法を使う事で、パッシブハウスでも適切な外部環境があれば、設備を頼らない、低いエネルギー消費で快適な室内環境を作ることができる。

今後の課題としては、確かに地理条件に沿って立地を選択すれば、暑くない寒くもない、利用できる資源が豊富な地域を割り出すことができる。しかし日本全体を見てもこの理想の地域は探せばあるが少ないとも言える、こうすると又地域に縛られる可能性がある。なので日本には様々な地理条件があり、パッシブデザインをもっと普遍性をするため、理想の地域を探すだけではなく、二拠点の観点からも考えられる。

謝辞：本論文を作成するにあたり、論文だけではなく、人生や建築に対する認識などを語り合っていた網野禎昭教授に深く感謝いたします。また困ったときにいつも手を差し伸べてくださる皆さんに感謝いたします。

参考文献

- 1) 宇田川光弘：日本建築学会環境工学委員会熱分科会第15回熱シンポジウム標準問題の提案，住宅用標準問題，1985
- 2) 川島美勝：高齢者の住宅熱環境，理工学社，pp. 239, 1994
- 3) 加藤和彦：太陽光発電システムの不具合事例ファイル，日刊工業新聞社，pp.30-34, 2010
- 4) 鳥羽良明：海と地球環境－海洋学の最前線－，東京大学出版会，pp. 2-11, 1991
- 5) 大和田道雄：日本における地中温度の分布について，地理学評論，pp. 140-144, 1968
- 6) 大島明香，久保田雅久：駿河湾の海陸風，東海大学海洋研究所報告，pp. 17, 2015
- 7) 奥村昭雄：パッシブデザインとOMソーラー，建築資料研究社，pp. 11, 1994