

沖縄における環境共生型福祉施設の居住環境に関する総合的研究

主査 河井 敏明*¹

委員 小林 広英*², 辻原 万規彦*³, 細井 昭憲*⁴

本研究は、亜熱帯気候を持つ沖縄に建てられた環境共生型の福祉・宿泊施設における生活環境を総合的に調査することにより、亜熱帯気候下でのパッシブな環境調整手法の有効性と今後のあり方、さらに高齢者の生活環境に与える影響との関係を明らかにしようとするものである。本研究では、まず設計者の設計時における環境調整に関する意図に対応した具体的な手法を各々抽出した上で、それらパッシブな環境調整の手法を対象施設内外の温熱環境を調査し、その有効性について検討する。また、同時に施設の利用者の主観申告調査も行い、最後に、これらの調査結果を総合し、亜熱帯気候下での環境共生型高齢者施設の今後のあり方について考察を行った。

キーワード : 1) 自然通風, 2) 設計者, 3) 実測, 4) 主観申告調査, 5) 垂直温度分布, 6) 亜熱帯地域,
7) 沖縄, 8) 福祉施設

LIVING ENVIRONMENT OF ENVIRONMENTALLY SYMBIOTIC HOUSING FOR ELDERLY PEOPLE IN OKINAWA

Ch. Toshiaki Kawai

Mem. Hirohide Kobayashi, Makihiko Tsujihara, Akinori Hosoi

This study deals with environmentally symbiotic housing for elderly people in Okinawa. Started from analyzing a concept of architect who designed this building, we proceed to make some research such as thermal environmental research and post occupancy evaluation by workers and users of the building. The purpose of this study is to prove the possibility of passive design for environment in semi-tropical climate. Characteristic point of this study is the fact that architect himself joined this research as a chief member of the group. Therefore we could expect a future feedback to the design discipline of this field.

1. はじめに

本研究は沖縄に建てられた環境共生型の福祉・宿泊施設における生活環境を総合的に調査しそこから知見を得ることを目的としている。

本研究は設計者自身も研究に参加して設計時の意図と調査に基づく事後の評価の両者を比較する。通常このようなフィードバックが行われることは稀であり今後の設計に資する知見が得られると考えられる。物理的な環境調整の観点からは、沖縄という亜熱帯気候の厳しい気候条件下における、パッシブな環境調整手法の知見を得ることができれば、日本国土の大半を占める温帯モンスーン気候における適応が期待できる。また調査対象建築は、高齢者施設である。高齢化社会を迎える現在、高齢者の生活環境をより良いものとするのは急務である。高齢

者福祉施設の需要はこれからも増えることは必至であり、身体能力の低下した高齢者が快適に過ごすことができる環境整備は汎用性の高い指針となる。

このような背景の基で、本研究ではまず設計者の意図の抽出、整理を行った。その後設計の意図の検証に適した実測等の調査内容を決定し、それに基づき現地調査を行っている。調査によって得られたデータを分析し設計意図との比較検証をおこなうことで、今後の設計に資する知見や課題を見いだしていった。

*¹一級建築士事務所 河井事務所/京都大学大学院 地球環境学堂 代表/大学院生(博士後期課程) *²京都大学地球環境学堂 准教授

*³熊本県立大学環境共生学部 准教授 *⁴熊本県立大学環境共生学部 准教授

2 設計者の設計意図とその背景

2.1 「環境の世紀」を拓く「南の論理」を探す

環境の世紀ともいわれる 21 世紀の今日、建築設計の世界は時代に対応する規範を見いだせず、閉塞感に覆われている。1970 年代以降スタイル的な揺らぎはあったものの、結局近代建築の思考はその命脈を保ち、依然として唯一の有効な根本的アプローチとして建築設計の思考の中心に位置している。しかし大きなエネルギー使用を伴う建設工事が半ば犯罪視されるような社会状況の中で、旧態依然とした建築設計の世界の常識は社会一般の常識とはかなり温度差のあるものとなっており、建築設計の職能は社会的な存在意義を失いかねない重大な危機に瀕しているといえよう。

このような状況の中で、設計者は近代建築の出発点を再度考察して、新たな規範を見いだす糸口を探す作業をこころみている。

近代建築は工業化を背景として発生、発展してきた。それゆえ早くから工業化のすすんだヨーロッパ諸国でまず近代建築は生まれ、確立し、その後、世界各地の工業化の進展にともなう、世界中にひろまっていた。これらの先進工業化諸国は南北問題でいうところの「北」の国々であり、その語源となったように概ね北半球の北部に位置する国々である。設計者はこのことに着目し、近代建築のもつ根本的な問題のいくつか、近代建築が「北」で生まれた事に潜在的に起因するのではないかという仮説をたてた。ガラス張りの建築に対するスタイル的な偏愛などはその証左の一つではないだろうか。ガラス建築は温室効果をもつので寒い地域ではうまくデザインすれば豊かな（暖かい）環境をもたらすが、暑い地域では内部環境を涼しく維持する為に莫大なエネルギーを必要とする。寒い地域では熱の取得と保持が必要であるのに対して、暑い地域では外部からの熱の侵入を遮ることもしくは内部の熱を排出する事が必要なのであるから、ガラス建築がこれに適さないのは明らかである。全く要求されている性質が異なるのに「ユニバーサルな解決法が存在する」とした近代建築の追求とそのスタイル的な普及によって不適切な建築技術体系が暑い「南」の地域にももたらされているともいえる。

またより身近な例でいえば、高気密な建築をつくって常時機械換気を行っている日本の現在の状況も「北」の論理が遠因となっているのではないだろうか。高い気密性は寒さから身を護るシェルターとしての性能が第一義にもとめられる寒冷地においては元も重要な性能の一つである。しかし東南アジアなどの高温多湿な地域においては伝統的に通風性、すなわちやや乱暴に言えば気密性の低さが重要な性能の一つとされてきた。「徒然草」の例をひくまでもなく、日本の建築文化もまたこのような思考体系を組み込んでかたちづ

くられてきたものである。このような伝統的な換気量の多い建築であればそもそも前述の機械換気は不要なのである。この環境問題の喧しい時代においてわざわざ不要なエネルギー投入にたどり着いてしまう思考体系には何らかの問題があり、変革が必要であろう。

上記に示唆されるように伝統的、地域的建築を再度観察検証しその論理を抽出することは、近代建築の思考からはこぼれ落ちてきた南の国々の知恵いわば「南の論理」を抽出することである。設計者はこのような作業を通じて環境の世紀の建築設計を導く規範を見いだすことを目標としている。

このような「南の論理」の探求を行う場としては日本国内でも最も暖かく冬の問題をそれほど考慮押しなくてもよい沖縄は非常に適した地域であると考えられる。また沖縄においては第二次大戦後、コンクリートの近代建築が主流となっており、建築ストックがほぼコンクリート造という他に例を見ない状況がある。沖縄の伝統建築は木造であるにもかかわらず、その伝統建築から完全に断絶し、温熱環境上からは到底最適な材料とは考えられないコンクリート建築がこれほどまでに主流になっている沖縄（写真 2-1）はまさしく近代建築を乗り越えるための「南の論理」を探す最適な場であると考えられる。

本研究の対象建築物である「平安座島のロングハウス」の設計に際して、設計者は前期のような探求を意図しながら沖縄を含む東南アジア地域の伝統的建築の観察しその中に潜む論理を抽出し現代の材料による再構成を考えていった。（図 2-1、写真 2-2）



写真 2-1 コンクリートのみで造られた街、那覇

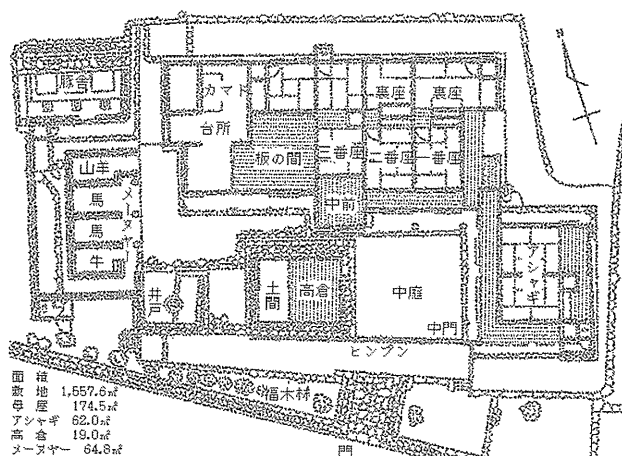


図 2-1 沖縄の伝統民家「中村家」

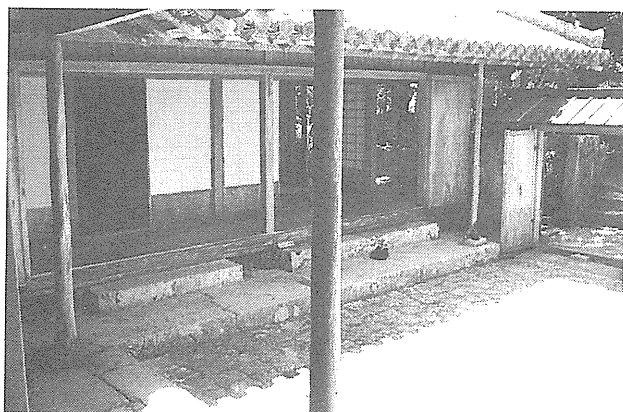


写真 2-2 沖縄の伝統民家「中村家」

2.2 設計者の姿勢

「平安座島のロングハウス」の設計プロセスにおいて、設計者は前述の「南の論理」を探す手探りの作業として、高温多湿な「南の環境」に愚直に応答する作業を様々な局面で続けていった。

「平安座島のロングハウス」（図 2-2、2-3、2-4）は沖縄本島の東部に位置する与勝半島と約 4km の「海中道路」によって結ばれる旧離島である平安座島（写真 2-3）に建つ長期滞在者向けの宿泊施設とデイサービスの複合施設である。周辺には橋でつながった島々が連なり、昔ながらの風情ある町並みが今も残る地域



写真 2-3 平安座島

であるため、周辺環境との調和性についても配慮し計画を進めた。但しその調和は安易に記号的な素材や形態に頼るのではなく、地域の気候に現代の技術も用いながら真摯に対応していくことで結果的に自然に得られる調和となることを目指した。なぜなら周辺の建築物のあり方も元々その地の気候に適応して自然発生的に出来たものであり、けっして形態先行で出来たものではないことを考えたからである。

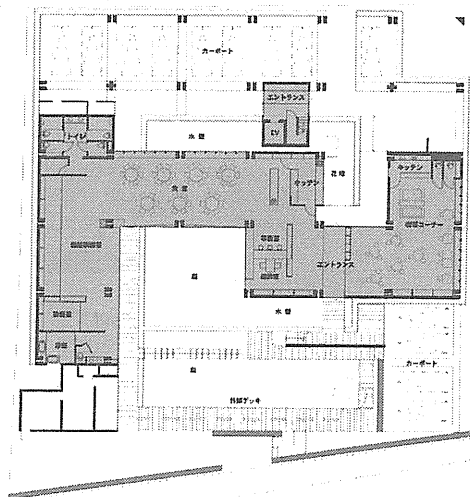


図 2-2 1 階平面図

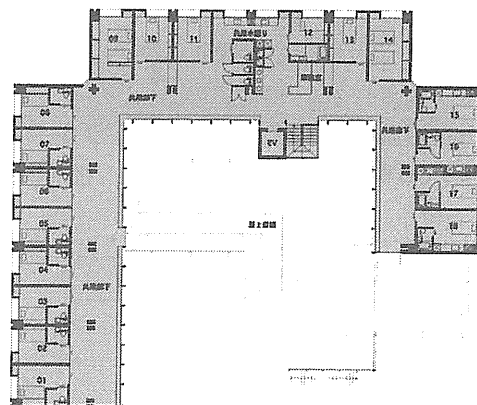


図 2-3 2 階平面図

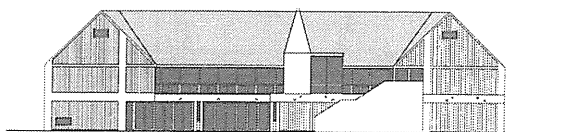


図 2-4 南立面図

3 環境調整の手法

建築計画上最も特徴がある 2 階共用部分には、機械空調を設置せず以下のような手法を用いることで自然力を主役とした快適な空気環境を創りだすことを意図した。

3.1 大きな気積を確保する屋根形状

多くの高温多湿な東南アジア地域には屋根勾配が急な民家が多い。これは茅葺きなどの屋根材では水勾配

を大きくとる必要があるためだけではなく、急勾配の屋根により面積当たりの気積を大きくとることで上下の温度差をつくり出し、熱気を上部へ逃がして、下部のアクティブゾーンを涼しく保つ働きがあると考えられる。

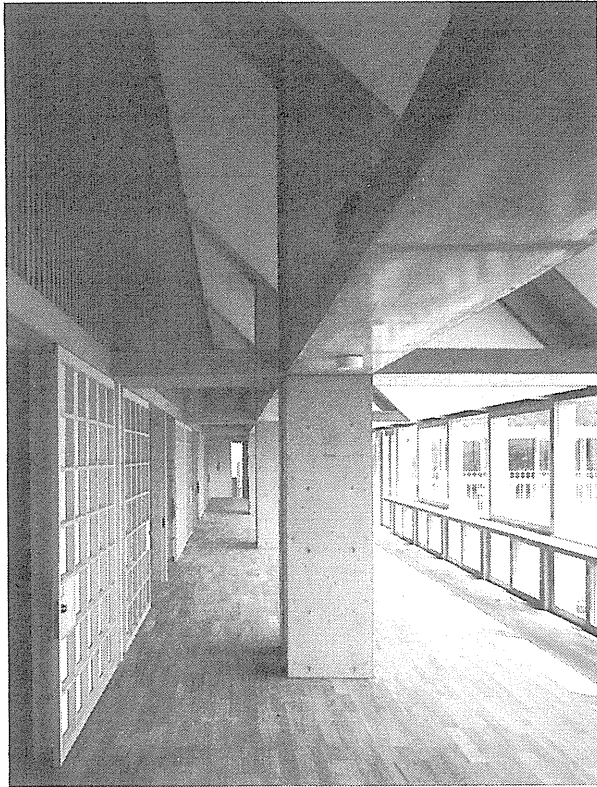


写真 3-1 最高天井高さ約 7m の内部

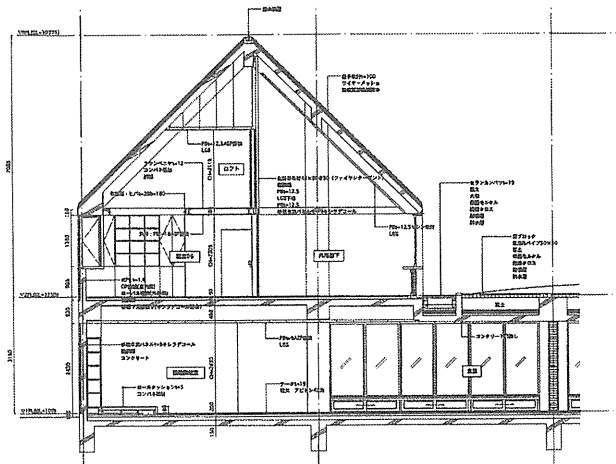


図 3-1 勾配屋根詳細図

現在沖縄の一般的な民家は屋根勾配が小さいが、これは木造建築で台風に対応するための伝統的な知恵であった形状がコンクリート造となっても踏襲されているものと考えられる。しかしコンクリート造であれば急勾配の屋根形状であっても十分な耐風能力のあるものにすることは可能なので、温熱環境の観点からは大きな気積を確保する急勾配が望ましいと考え「平安座島のロングハウス」では 45° 勾配の屋根形

状を採用した。（写真 3-1、図 3-1）

3.2 芝土屋根

高温多湿な東南アジアにおいて一般的な伝統的建築形式として葺葺き高床式をみることができる。（写真 3-2）茅葺きは高い断熱性能を持つだけではなく蒸散による冷却能力も持っていることが考えられる。このような作用を活用するために「平安座島のロングハウス」では屋根面に土を吹き付けている。（写真 3-3）この土が沖縄の暑い日射しを遮り、土に芝を生やすことで土の流出を防いでいる。ここに雨水を貯留したタンクから散水を行うことで、この屋根は常に幾ばくかの水分を含んでいる。常時吹いている海風に曝されることで蒸散がおこり、断熱材ではおこりえない外部気温より温度の低い屋根面を期待した。



写真 3-2 沖縄の伝統的茅葺民家

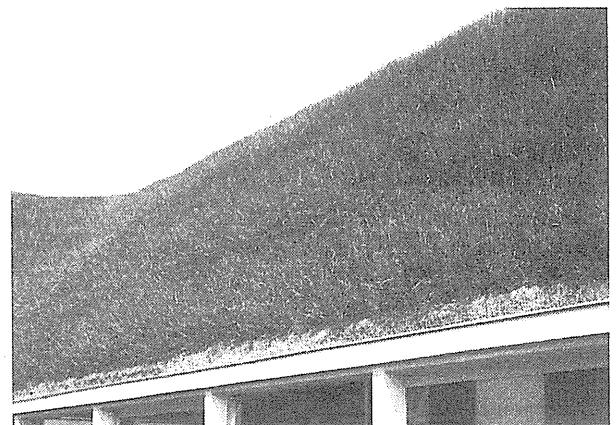


写真 3-3 芝土屋根

3.3 十分な換気を確保する開口の大きさと配置

暑熱気候の中でも多湿な地域と低湿な地域においては伝統的な対応手法が違うように考えられる。

低湿な地域では開口部を極力小さくし、日射などの外部からの熱の入射侵入を防ぐと言う考えが中心であるのに対して、多湿な地域では一般的に（多くの場合上下に）大きな開口を設けることで熱気を外部に排出し熱溜まりを避け、空気の循環を促進することで対応

している。これは多湿な地域では高温だけではなく湿度とそれに伴うカビや菌類の繁殖などを避けることが重要であることが要因であると考えられる。

「平安座島のロングハウス」でも廊下全面開口とし大きな引戸により換気量の確保を狙っている。また妻側上部には熱気抜きを設け重力換気による熱気の排出を狙っている。(図 3-2)

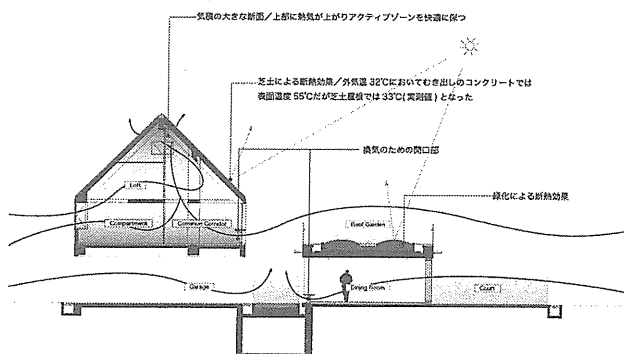


図 3-2 換気計画模式図

3.4 水の有効利用

近代建築においては水を錆や劣化、虫の発生する源として忌避し、計画において極力水を避ける考えが主としてある。しかし今日のヒートポンプなどによる冷却とはことなり、外部からのエネルギー投入が不可能であった伝統建築では、夏期に温度を下げるためには水の蒸散を用いた冷却しかほとんど手法がないことから、水とのより積極的で細やかな接し方があったことが考えられる。このことはエネルギー消費を減らさなければならぬ今日の状況に対して大きな示唆を持つと考えた設計者は水に着目し、設計に水との積極的な接し方を盛り込もうと考えた。3.2 の芝土屋根はその大きなポイントであるが、それ以外にもいくつかの部分で水との接し方を考えて設計を行った。(図 3-3)

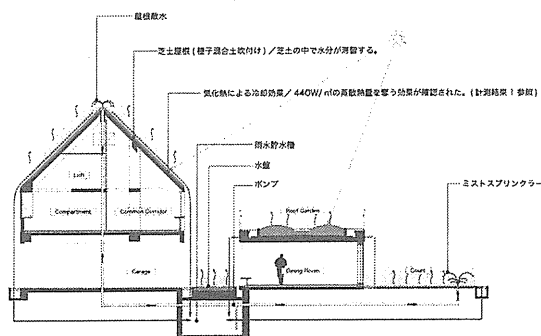


図 3-3 水利用計画模式図

・散水は雨水の再利用

雨水は約 10 トンの貯留能力をもつ地下貯水槽に貯められ、屋根・屋上庭園・中庭等の散水として再利用している。

・水盤による気化熱効果

蒸発散によって起る気化熱効果により、水盤で冷却された空気を室内へ引き込むことを意図して水盤を設

けている。水盤は開口部の付近に配置されている。

・水噴による気化熱効果

中庭にミストスプリンクラーを設置。気化熱による冷却とともに心理的な効果を意図してディケアルームの南側に配置している。

3.5 躯体を守る木外壁

前述の通り沖縄では現在コンクリートが主流の建築材料である。第二次世界大戦以後の状況の中で様々な要因が考えられるが、結果的にはほぼコンクリート造の建築しかないという全国的にも、いや世界的にも異例な状況となっている。確かに台風が頻繁に襲来する沖縄においては耐風能力の観点からはコンクリート造は適した材料であるが、一方非常に日射熱量の多い地域であることから考えれば少なくとも現在主流であるむき出しのコンクリートが望ましい材料、用法であるとは到底考えられない。熱容量の非常に大きいコンクリートを日中強烈な日射にさらしていることから夏期においては夜間の熱放散で最上階室内や南面外壁に接する部屋の室内は堪え難いほどの環境である。そこで「平安座島のロングハウス」では屋根は前述の芝土屋根にすると同時に構造体であるコンクリート壁に木材を張ることで、コンクリートの入射、蓄熱を避けている。また付加的に断熱効果及び日射による劣化防止を期待することができると考えられる。(写真 3-4)

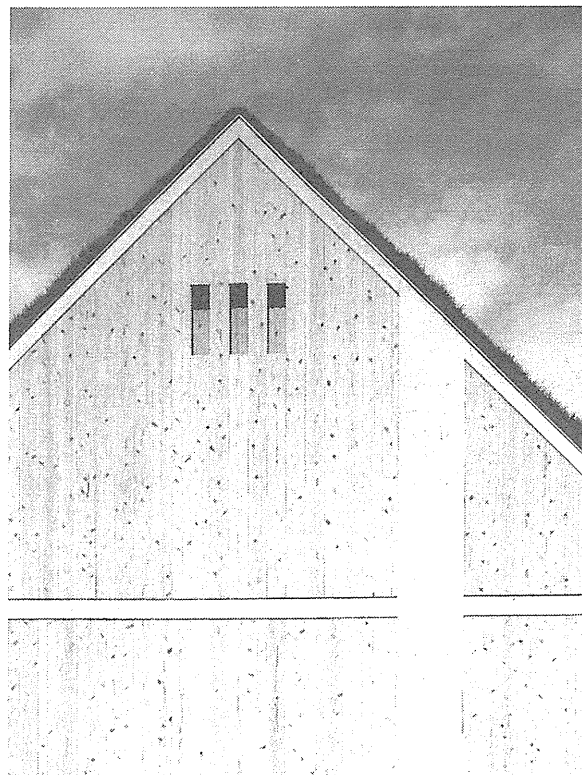


写真 3-4 木で覆われたコンクリート

4. 実測調査とその分析

4.1 施設の概要

前述の通り、対象施設は、沖縄県うるま市平安座島に位置する。図4-1に示すように南側に開けた「コの字型」をしたRC造2階建て（延べ床面積1244m²）の建物（2006年3月竣工）である。施設の南方は海、北方は山で、東西には住宅が立ち並んでいる。1階は高齢者福祉施設デイサービスセンターとして、2階は1階のデイサービスセンター利用者と一般の宿泊客向けの宿泊施設として運営されている。1階には中庭を取り囲む全面開放できる窓が（写真4-1）、2階には屋上庭園を取り囲む窓が（写真4-2）ある。屋根は緑化されており、2階デッキ部は屋上庭園となっている。

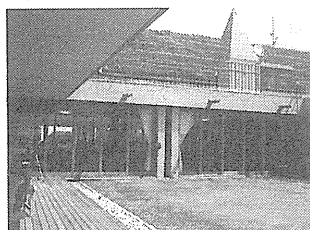


写真4-1 1Fの窓と中庭

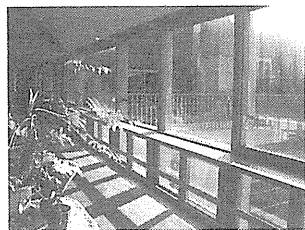


写真4-2 2Fの窓

4.2 測定の概要

測定項目と測定機器ならびに測定場所を表4-1に、施設平面図と測定位置を図4-1に、断面図を図4-2に

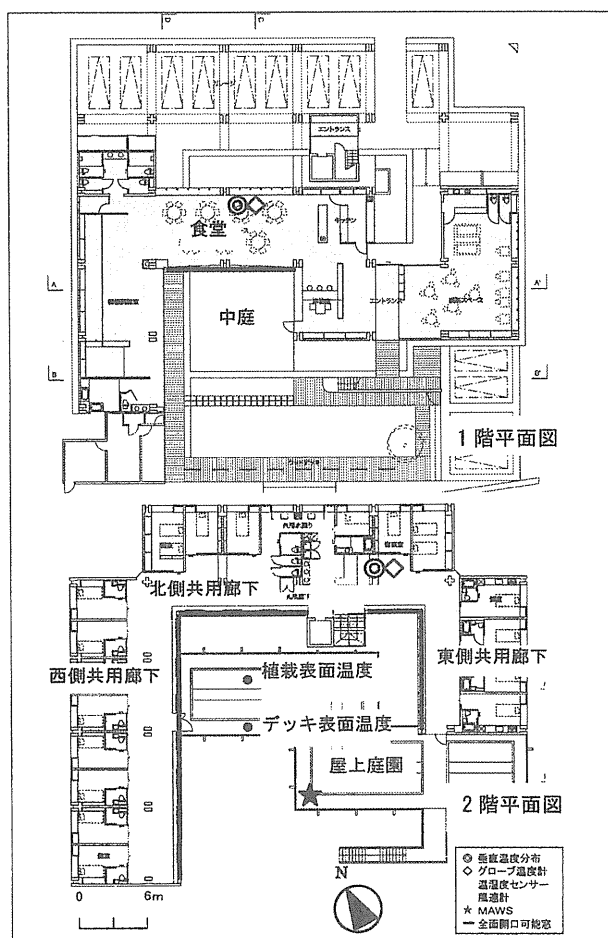


図4-1 施設平面図と測定位置

示す。

夏季の測定は2007年9月6日夕方から21日に行い、続いて11月13日夕方まで中間期の測定を行った。なお、夏季の測定期間中は雨天が多く、一日を通してほぼ晴天であったのは9月8、12、13日の3日間のみであった。

測定場所は、施設内でよく利用されている1F食堂、2F北側廊下、東側の個室（夏季のみ）と西側の個室、屋外の気象（図4-1中のMAWS）などである。天井と屋根ならびに屋上庭園の表面温度は垂直方向にほぼ同じとした（図4-2参照）。

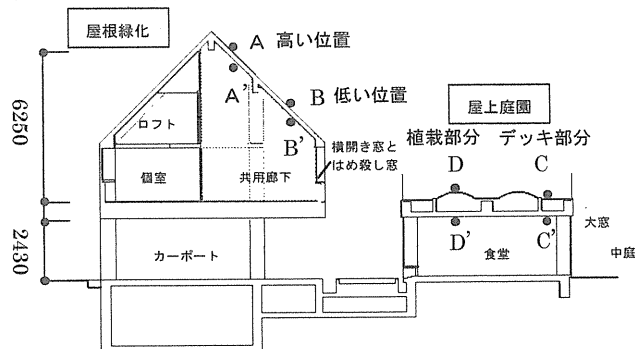


図4-2 施設断面図と表面温度測定位置

表4-1 測定項目と測定機器、測定場所、測定高さ

測定項目	測定機器	測定場所	測定高さ
垂直温度分布	熱電対	1階食堂 2階北側共用廊下	1FL+0~2320 計9点 2FL+0~5500 計9点
屋根表面温度	熱電対	高い位置-A 低い位置-B	図2参照
屋上庭園表面温度	熱電対	デッキ部分-C 植栽部分-D	
天井表面温度	熱電対	1階食堂-C' 2階北側共用廊下-A'、B'	1FL+1100 2FL+1100
放射温度	グローブ温度計	1階食堂	
室内湿度	温湿度センサー	2階北側共用廊下	
室内風速	熱式風速計		
水平面全天日射量/外気温度	移動気象観測ステーション (MAWS)	2階屋上庭園のデッキ部分	

4.3 屋上緑化による遮熱効果

図4-3に示すように、屋根緑化部分の表面温度が最も高い点は、外気温度が最も高くなった点から約2時間の遅れが見られた。さらに、その直下にあたる天井表面温度は外気温度と比べて約6時間の遅れが見られた。また、AとB（図4-2参照）で約1℃の差が見られるのは、植物の茂り具合の違いや、土からの蒸散量の違いが原因と考えられる。屋上庭園においては、C'とD'（図4-2参照）の最高温度を比べるとD'の方が約2℃低い。このことから屋上庭園の植栽部分には遮熱効果があることが分かる。

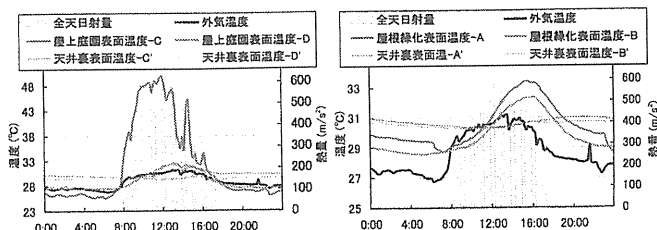


図4-3 屋上庭園、屋根緑化、天井表面温度の推移

4.4 屋上緑化の遮熱効果の詳細

屋根面および屋上緑化の遮熱効果を定量化するため、以下の方法で緑化面の蒸発熱損失量を推定した。その際に、図 4-4 に示すように緑化を行わなかった場合の壁体表面温度や壁体通過熱量、室内温度を仮定する。植栽および土中の蒸発により蒸発熱量 Wh が奪われ、例えば壁体表面温度は θ_s から θ_s' へ変化したとする。本仮定では熱通過率 K や壁体の熱伝導率 γ は植栽の有無に関わらず一定とする。すなわち、緑化前後で断熱性能は同等として、蒸発による遮熱効果のみを推定する。全日射量 $\alpha_o J$ と夜間放射量 ϵJ_n の合計を W 、蒸発熱損失量を Wh とする。

日射を受ける壁体表面の室内側への熱流 q ならびに日射と蒸発熱損失がある壁体表面の熱流 q' は、

$$q = \alpha_o(\theta_o - \theta_s) + W \quad (1)$$

$$q' = \alpha_o(\theta_o - \theta_s') + W - Wh \quad (2)$$

である。(1)・(2)より、

$$q - q' = Wh + \alpha_o(\theta_s' - \theta_s)$$

$$Wh = \alpha_o(\theta_s - \theta_s') + (q - q') \quad (3)$$

さらに、

$$q = K(SAT - \theta_m) \quad q' = K(SAT' - \theta_m') \quad \text{であり、}$$

$$\theta_m \doteq \theta_m' \quad \text{と仮定すると、}$$

$$Wh = \alpha_o(\theta_s - \theta_s') + K(SAT - SAT')$$

$$= \alpha_o(\theta_s - \theta_s') + K \left\{ \left(\theta_o + \frac{W}{\alpha_o} \right) - \left(\theta_o + \frac{W - Wh}{\alpha_o} \right) \right\}$$

$$= \alpha_o(\theta_s - \theta_s') + \frac{K}{\alpha_o} Wh$$

従って、

$$Wh = \frac{\alpha_o^2(\theta_s - \theta_s')}{\alpha_o - K} \quad (4)$$

(4)式において、 θ_s' は計測値であり、既知。 θ_s は未知であるが、以下の式により算出できる。

$$q = \alpha_o(SAT - \theta_s) = K(SAT - \theta_m) \quad (5)$$

$$\theta_s = SAT - \frac{K}{\alpha_o}(SAT - \theta_m) \quad (6)$$

(4)式、(6)式から推定した屋根面の蒸散熱量を図 4-5 に、屋上デッキ部分の結果を図 4-6 に示す。屋根面緑化において、緑化面と SAT の温度差は最大 20℃に達し、蒸散熱量は 300~500W/m²となった。屋上デッキ部では

デッキ面と植栽面の温度差は最大 17℃、蒸散熱量は最大 450W/m²であり、屋根面、屋上デッキ共に顕著な遮熱効果が得られている。

一方、(4)、(6)式は定常状態を仮定しているのに、図 4-7、図 4-8 に各計測、推定値の日平均値を用いて算出し平均蒸散熱量を示す。屋根面、屋上デッキ面共に日射量の多い晴天日に蒸散熱量がより大きくなる傾向があり、屋根面では平均的に 120W/m²、屋上デッキ面では 100 W/m²程度の遮熱効果が見込めることが分かった。記号

α_o : 外側総合熱伝達率 [W/m²℃] θ_o : 外気温度 [℃]

θ_s : 壁体表面温度 [℃] K : 熱通過率 [W/m²℃]

q : 壁体熱流 [W/m²] θ_m : 室内温度 [℃]

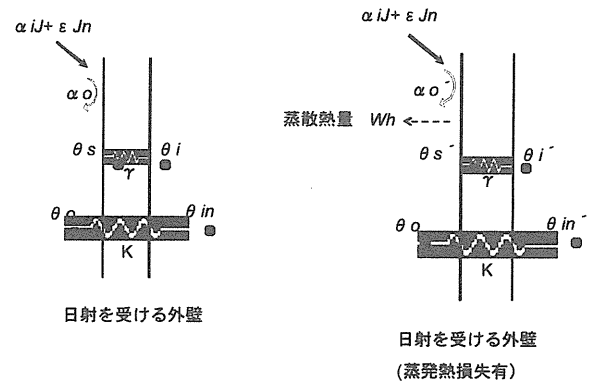


図 4-4 蒸散による遮熱効果の推定方法

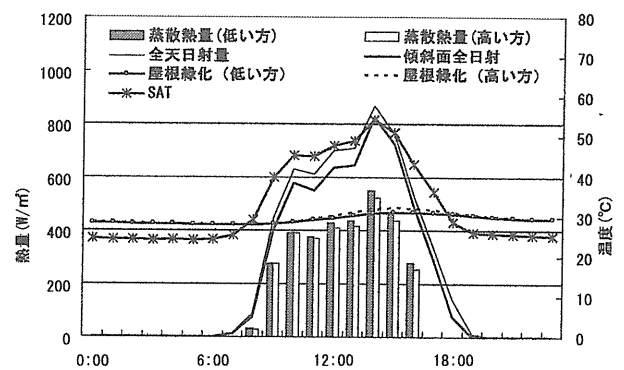


図 4-5 晴天日における屋根面の蒸散熱量

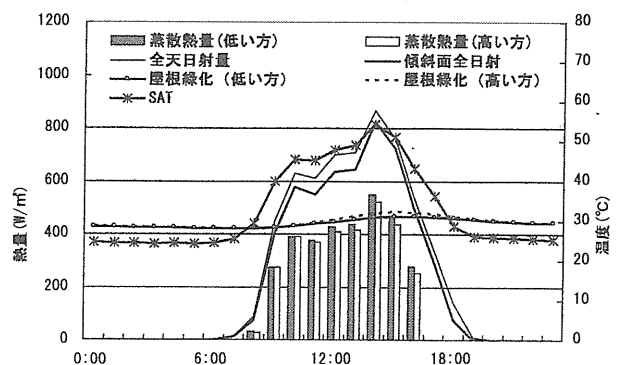


図 4-6 晴天日における面の蒸散熱量

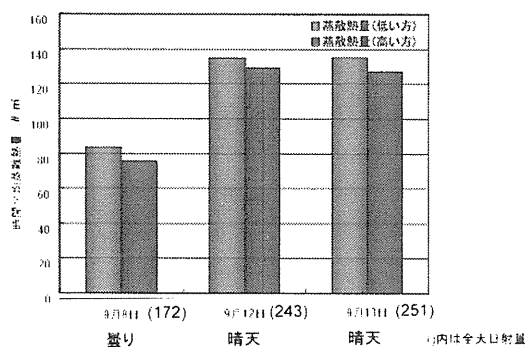


図 4-7 日平均値を基にした屋根面蒸散熱量

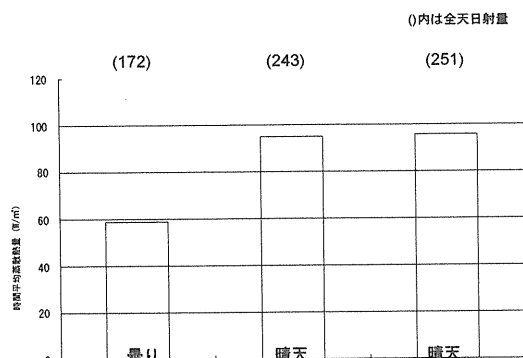


図 4-8 日平均値を基にした屋上デッキ面蒸散熱

4.5 自然通風と施設内の温熱環境

図 4-9 に外部風速と各階の室内風速との推移を示す。この日は終日窓を開放していた。外部風速が 8 時から 21 時の間に強まり、その後次第に弱まるのに対して、室内風速もそれに対応して変動する。また、各階毎に 8～20 時（施設職員が窓を開放する時間帯）とそれ以外の時間帯で分類して外部風速と施設内風速との関係を表す（図 4-10 参照）と、外部風速が 0.8m/s 以上の点はほぼ 8～20 時の間の値であることがわかる。

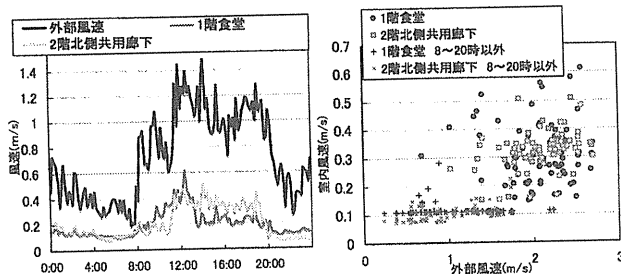


図 4-9 外部風速と施設内風速 図 4-10 外部風速と施設内風速

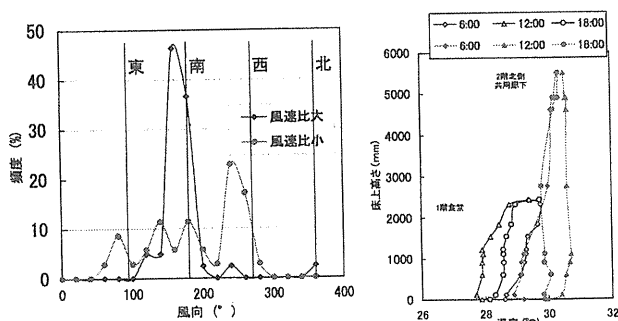


図 4-11 外部風向と出現頻

図 4-12 垂直温度

また、図 4-11 に風速比 0.2 以下（「風速比小」と）と 0.4 以上（「風速比大」）に分けて風向頻度を示す。風速比が大きいときには南南東の風が吹き、風速比が小さいときには南西の風吹いていることがわかる。これは、南側に開けた「コの字型」の正面からの風の場合は開口面積が大きく、それ以外の風の場合は建物形状により開口面積が小さくなるためと考えられる。

4.6 施設内部の垂直温度分布

図 4-12 に 1 階食堂と 2 階北側共用廊下での垂直温度分布を示す。夏季の 1 階デイサービスセンターでは、営業時間中（12～16 時の間）に大窓を閉めてクーラーを使用する。1 階食堂で朝に比べて昼の方が室内温度が下がっているのはこのためだと考えられる。また日中を通して室内の下部は温度が低く上部は温度が高いことから室内の空気には外部の風の影響が比較的小さいことがわかる。

2 階北側廊下では、通常 8 時から窓を開放し、夕方の 19 時から閉鎖する。朝方は高さにより温度の違いが見られるのに対し、昼以降はどの高さもほぼ同じ温度になっている。これは換気により北側共用廊下における空気が十分に拡散されたからだと考えられる。

4.7 共用部分の温熱環境の評価

1) SET*の計算結果

夏季に軽作業を行っている状態を想定して、着衣量 0.3clo、代謝量 1.1met として、SET*を計算した。また参考のために、屋外の SET*についても、日射を考慮した平均放射温度¹⁾を用いて計算した。ただし、全天日射量しか測定できていないので、アルベドを芝生相当の 0.22 として、水平面より下半球側の日射量を推定して用いた。また、中間期では着衣量 0.7clo とした。

図 4-13 と図 4-14 に、夏季の温熱環境として晴天であった 9 月 12 日の 1F 食堂、2F 共用廊下ならびに外部の結果を示す。

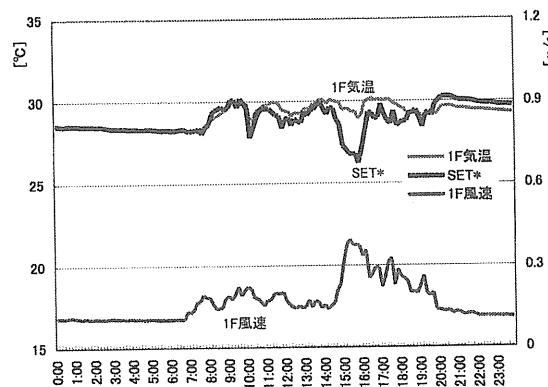


図 4-13 9 月 12 日の 1F 食堂の温熱環境

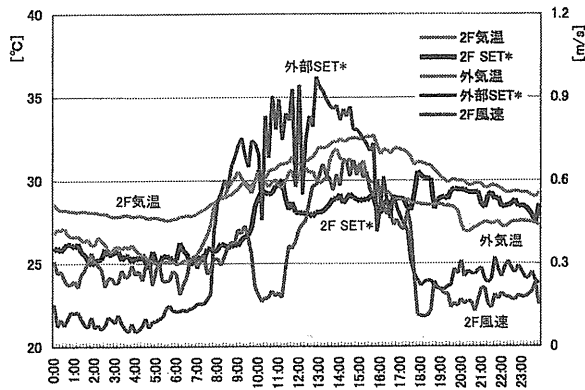


図 4-14 9月12日の2F共用廊下と外部の温熱環境

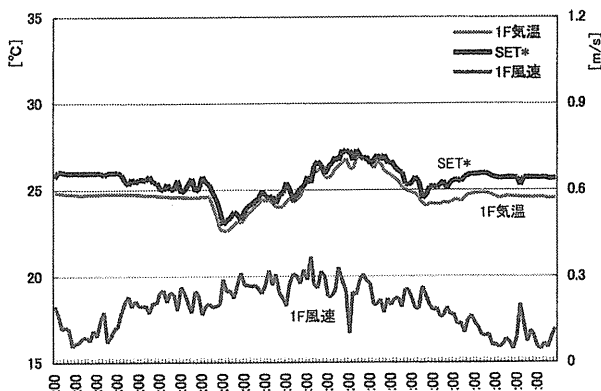


図 4-15 11月12日の1F食堂の温熱環境

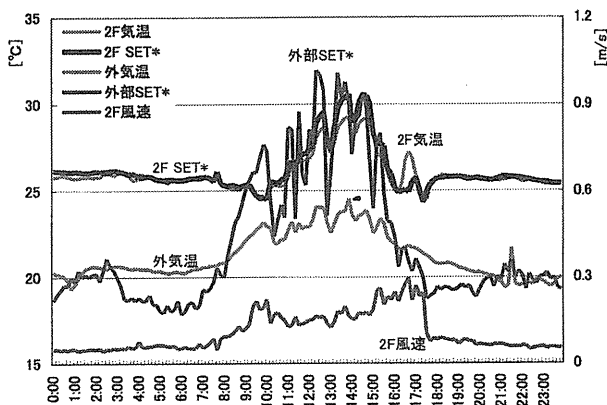


図 4-16 11月12日の2F共用廊下と外部の温熱環境

また、中間期の温熱環境として図 4-15 と図 4-16 に、同じく晴天であった 11 月 12 日の結果を示す。なお、1F の風速は 10 月 9 日以降欠測であったので、それ以前のデータから風速比を計算し、11 月 12 日の屋外の風速から推定した。

9 月 12 日の 1F では、10:00 頃～16:00 頃までは南側の窓を閉鎖して冷房を使用し、その後 20:00 頃まで窓を全面開放した。窓を全面開放した際に、通風が得られれば、冷房を用いずとも、SET*は 28℃程度であった。一方、2F については窓の開閉は成り行きとしたが、風速が 0.4m/s 程度以上観測された 12:00 頃か

ら 17:00 頃までは SET*は 28℃程度であった。この時、屋外の SET*は 35℃を超えることもあったと推定された。ただし、屋外の SET*は、室内のグローブ温度を用いて推定したため、注意を要する。なお、夜間については、屋外の SET*の方が 5℃程度低いと推定された。

1F 食堂はデイサービス時に主に利用される室であるため、室内としての温熱環境を実現する必要がある、窓開閉による通風だけでは不十分なことも考えられる。一方、2F 北側共用廊下は、一種の半屋外空間として捉えれば、昼間は日射の遮蔽と通風の確保などによって屋外の気候を良く緩和し、機械空調を用いずとも、ある程度の快適な温熱環境を実現できていると言えよう。ただし、夜間については屋外の方がより快適な環境と推定された。

11 月 12 日の 1F の SET*は、23～27℃の間であり、一日を通して比較的快適な環境であったと言える。一方、2F の昼間の SET*は 30℃を超えることもあったが、これには着衣量を 0.7clo として計算したことも影響しており、施設職員の服装は夏季に準じる服装であったので、実際にはより低い値となる可能性もある。このようなことから、中間期については、冷房などを使用せずとも比較的快適な温熱環境が実現できると考えられる。

2) 主観申告調査の結果

9 月 12 日に、1F の職員 11 名、デイサービス利用者 10 名を対象に、また 2F の職員 8 名を対象に、温冷感と快適感（ともに 7 段階）などの主観申告調査を行った。さらに、中間期の測定終了直後にも 1F 職員 9 名、2F 職員 5 名を対象に同様の主観申告調査を行った。

表 4-1 に調査結果を示す。0 が「どちらでもない」、+側が「暑い」もしくは「快適」である。

表 4-1 主観申告調査の結果（平均値）

()内は、順に、申告結果の最大値と最小値		夏季		中間期	
		1F	2F	1F	2F
朝 (8～10時)	温冷感	0.58 (3,-2)	-0.25 (1,-2)	-1.00 (0,-2)	-0.80 (0,-1)
	快適感	0.42 (3,-2)	1.67 (2,1)	0.44 (1,-1)	0.00 (1,-1)
昼 (11～13時)	温冷感	-0.38 (3,-2)	0.50 (2,-2)	0.11 (1,-1)	0.20 (1,-1)
	快適感	0.17 (2,-2)	1.50 (2,1)	0.33 (1,0)	-0.40 (1,-1)
夜 (18～21時)	温冷感	1.20 (3,0)	-0.80 (1,-2)	0.33 (1,-1)	-0.80 (0,-1)
	快適感	-0.60 (1,-2)	1.60 (2,1)	-0.33 (1,-1)	0.40 (0,-1)

夏季については、1F、2F とともに昼間の SET*が 28℃を超えることが多いにもかかわらず、1F の夜を除いて、主観申告調査では、温冷感では「どちらでもない」に近く、快適感では「やや快適」以上の評価が与えられていた。主観申告調査からもある程度の快適な環境を実現できていると言えるが、施設職員の温熱環境に対する捉え方に幅がある可能性もある。

中間期については、温冷感と快適感ともほぼ中立域

である。朝の温冷感については、1F、2Fともに「やや涼しい」よりの結果であるが、1Fの夜については、「やや暖かい」側で「やや不快」側の結果であった。夜間に冷却された外気の影響を受けにくかった可能性が考えられる。

3) 主観申告結果とSET*の算出結果の比較

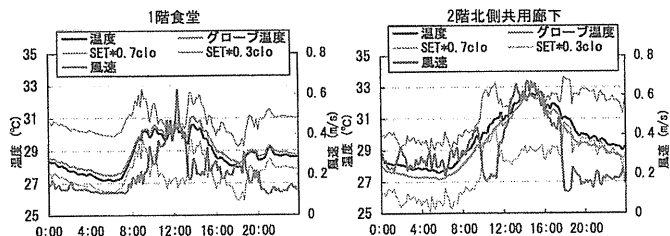


図 4-17 SET*の算出結果と施設内風速

着衣量を 0.3clo と 0.7clo の 2 つを用いて算出した SET*の結果を図 4-17 に示す。

25～28℃の間を快適域とすると、1階、2階ともに 0.7clo では快適域に入らない。また、0.3clo では快適域に入る割合が1階は約 66%、2階は約 40%となる。しかし、主観申告結果は、温冷感の評価は1階と2階ともに「どちらでもない」と言え、快適感とともに「やや快適」～「快適」の範囲に収まっている。SET*の算出結果では快適域に入る割合が少ないにもかかわらず、心理的評価は高い。

4.7 個室の温熱環境の評価

1) 垂直温度分布

終日冷房 OFF であった 9 月 8 日の西側の個室の垂直温度分布を 3 時間おきに図 4-18 に示す。また、同じく終日冷房 OFF であった 11 月 12 日の西側の個室の垂直温度分布を図 4-19 に示す。

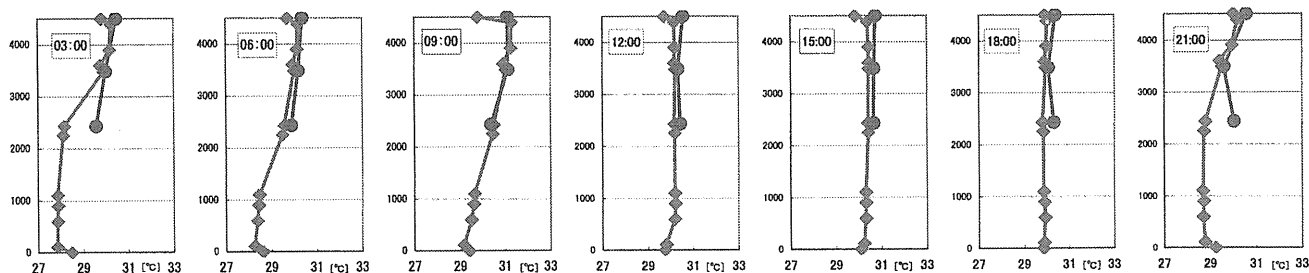


図 4-18 9 月 8 日の西側個室の垂直温度分布

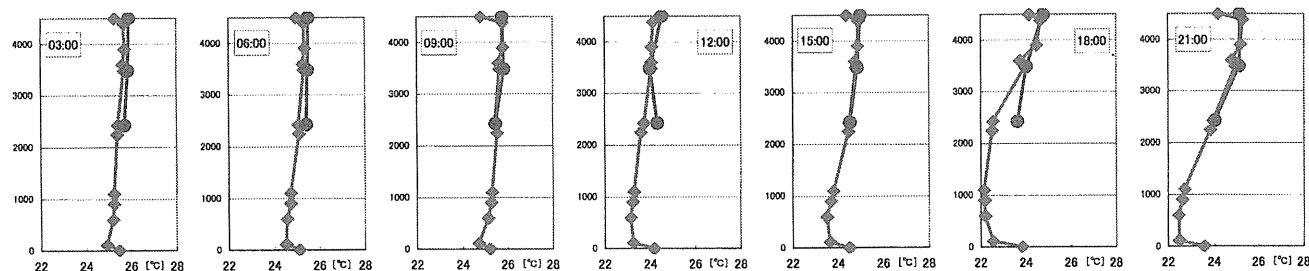


図 4-19 11 月 12 日の西側個室の垂直温度分布

縦軸は床上高さ [mm] であり、◆印は室中心付近 (上下に 12 点)、●印はロフト中心付近 (上下に 3 点) の温度である。

9 月 8 日西側の個室では、夜間から午前中にかけて温度勾配がみられるが、午後にはほとんどみられなくなった。夜間には昼間に比べて外部風速が小さくなるため、室内の通風量も少なくなり、室内の空気が攪拌されにくかったためと考えられる。

11 月 12 日の早朝から夕方にかけての西側の個室の温度勾配は、9 月の温度勾配に比べ、傾斜が緩かった。夕方から夜にかけては、急な温度勾配が見られたが、床面と天井面での蓄熱と室内の気流性状との関係による影響も考えられる。

2) SET*の計算結果

西側の個室を対象として、4. の (1) と同様に SET*を計算した結果を、図 4-20～図 4-23 に示す。終日冷房 OFF であった 9 月 8 日の昼間の SET*は、外気温よりは低い 30℃近くであり、夜間は逆に外気温よりも高く、27～28℃程度である。また、終日

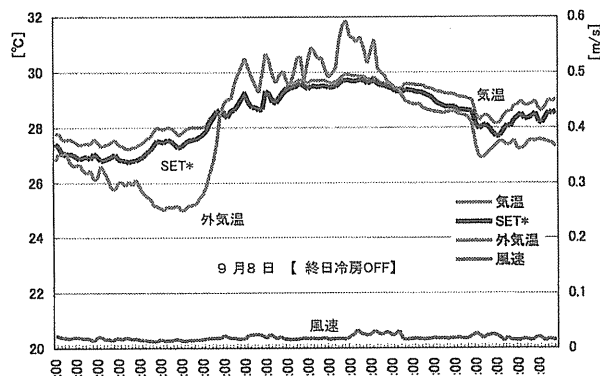


図 4-20 9 月 8 日の西側個室の温熱環境

冷房 ON であった 12 日でも 17:00~18:00 の SET*が

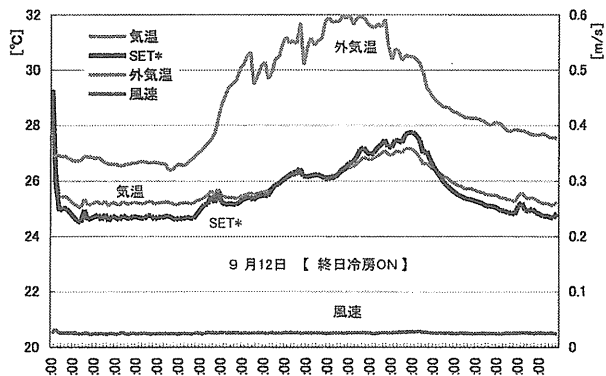


図 4-21 9 月 12 日の西側個室の温熱環境

高くなっており、12 時から 18 時まで冷房 ON であった 13 日では、冷房を OFF にした後、急激に SET*が上昇した。いわゆる「西日」の影響が考えられ、個室の利用開始時間に応じた冷房の利用を考えるべきであろう。

一方、11 月 12 日は終日冷房 OFF であったが、風速が 0.3m/s を超えることも多かったためもあり、昼間でも SET*は 25℃前後と、快適な環境を実現できていた。

宿泊客は昼間に利用することは少ないと考えられるので、夏季における昼間の冷房は必ずしも必要とまでは言えない。しかし、この宿泊施設では、昼間にデイ

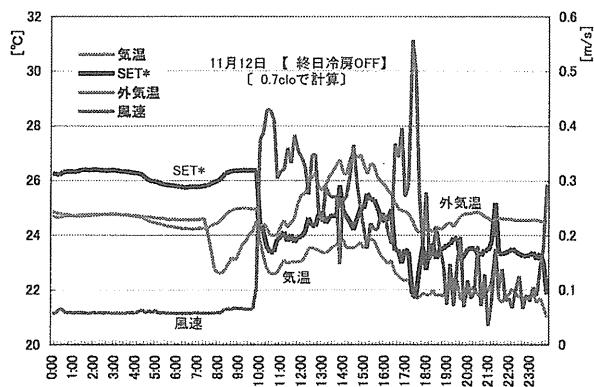


図 4-23 11 月 12 日の西側個室の温熱環境

サービスを使用している高齢者も宿泊することを考えれば、夜間には冷房の使用を考える必要があろうⁱⁱ⁾。一方、中間期については、窓などを開放して通風を得ることで、快適な温熱環境が実現できていると言える。

4-8 実測、および分析における問題点

今回の長期測定では、実際に運営されている施設を対象としたため、施設にある数多くの開口部の開閉や冷房の ON/OFF の運用状況を詳細に把握することが難しく、データの分析の際に問題となった。今後の課題である。

5. 1. 設計意図と実測結果の検証

実測調査の結果と設計者の意図をつきあわせ、意図どおり機能している点、意図とは異なる結果となった点を列挙する。

・屋根形状

急勾配の屋根により大きな気積を確保し活動域である下部を比較的涼しく保つという意図は、開口を閉めている場合には上下の温度差があるものの、開口部をあけた時には通風量が大きく空気が攪拌されてほとんど温度差がなくなることが確認された。気積の確保と開口部の大きさとは効果において相関する部分があり今後の検討が必要である。

・芝土屋根

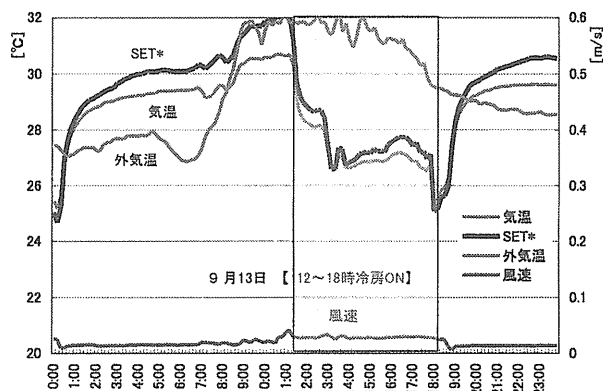


図 4-22 9 月 13 日の西側個室の温熱環境

屋根面および屋上庭園部分における冷却効果は実測結果に基づく計算により確認された。蒸散のメカニズムを利用する様々な素材、構法の検討がもとめられる。

・水盤による気化熱効果

屋外であることなどから測定が難しく、効果を確認することができなかった。

・水噴による気化熱効果

コストの制約からミスト専用ノズルを用いなかったことなどにより、設計意図どおりの利用がされておらず（通常のスプリンクラーとして使用されている）温熱環境上の効果は確認できなかった。

・風速比

これは設計時に意図されてはいなかったが、風速比の比較からは、外部の風速の変化ほど内部風速の変化は大きくないことがわかる。これによって室内は外部の風速が不快なほど大きい場合でも、比較的快適な風速を保っていることが観察された。このことは注目するに値する問題であると考えられる。開口部の配置が対面通気を実現していないことによるものではないかと考えられるが従来の通気計画の考え方とは異なる手法の検討がもとめられる。

・木外壁

夜間のサーモグラフィー映像などから木外壁が日射による熱を有効に遮断していることが確認された。

5.2. まとめ

設計の意図と実測による事後調査の比較により、いくつかの重要な知見が得られた。今後の設計へのフィードバックによってさらに本研究の意味付けを高めていくことが可能である。

また実測調査に基づき算出した SET*と主観申告調査の結果に差が見られたことは着目に値する点である。SET*のような温熱環境指標と人間の主観との差異はどこからくるのか、外部など連続する空間からの温熱環境のシークエンスによって影響されているのか、もしくは時間的に連続する異なる温熱環境からの影響などがあるのか、あるいは風景などの心理的な体験との総合で体感も影響を受けるのかなど今後の研究により探求していきたい。

<参考文献>

- 1) Christian Schittich, Housing for all ages, Birkhauser, 2007
- 2) 黒木夢子, 細井昭憲, 河井敏明, 辻原万規彦, 安浪夕佳: 沖縄における環境共生型高齢者施設の居住環境に関する研究 その1 パッシブ環境調整手法の効果, 日本建築学会九州支部研究報告, 第47号・2〔環境系〕, pp. 429~422, 2008. 3
- 3) 河井敏明, 辻原万規彦, 細井昭憲, 安浪夕佳: 沖縄における環境共生型高齢者施設の居住環境に関する研究 その2 過失と共用部分尾温熱環境の評価, 平成20年度日本建築学会近畿支部研究報告集, p245~248
- 4) 辻原万規彦, 中村泰人ほか3名: 温暖多照地域における全蓋型アーケード内部の温熱環境の評価, 日本建築学会計画系論文集, 第514号, pp. 43~50, 1998. 12
- 5) 日本建築学会編: 高齢者が気持ちよく暮らすには, 技報堂出版, 2005. 8

<研究協力者>

黒木夢子 熊本県立大学4年生(当時)