

## 建築家 上遠野徹「札幌の家・自邸」の冬季の熱環境と設備に関する考察

正会員 ○廣林 大河\*1  
同 中谷 航平\*1  
同 斉藤 雅也\*2  
会員外 上遠野 克\*3

## 9. 建築歴史・意匠-99. その他

上遠野徹、札幌の家・自邸、熱環境、寒冷地住宅、床暖房

## 1. はじめに

建築家 上遠野徹(1924~2009)による 1968 年竣工の「札幌の家・自邸」<sup>1)</sup>は、DOCOMOMO100 選、日本建築家協会の 25 年賞大賞などに選ばれ、近代建築として高い評価を受けている。上遠野は自邸を「実験住宅」と称し、積雪寒冷地の住宅として、100mm 厚の断熱や床暖房・複層ガラスなどを採用し、冬季であっても「寒さ」を感じない室内熱環境を目指した<sup>2)</sup>。これまで上遠野関わった鉄骨造住宅の架構形態の分析<sup>3)</sup>、上遠野邸の冬季室内の光・熱環境の簡易調査した研究<sup>4)</sup>などが行なわれている。しかしながら、上遠野邸の熱環境の実態を踏まえて、建築と設備の関わりを考察した研究はこれまでにない。

本研究では、2020 年冬季に上遠野邸の熱環境実測を行ない、その結果に基づいて、上遠野が自邸の建築と設備の関わりにおいて何を試みようとしたかの考察をした。

## 2. 上遠野邸の建築・設備について

表 1 は上遠野邸の建築・設備概要である。熱性能に関わる外壁の仕様は、煉瓦(210×60×60 mm)の内側に、10 mmの空気層(煉瓦の個体差を考慮しクリアランス保持のため)を挟み、100 mm厚のコンクリートブロック(以下、CB)が設けられた「二重壁」になっている。さらにCBの内側に発泡スチロール(100 mm厚)が設けられている(外壁の熱貫流率: 0.36W/(m<sup>2</sup>・K))。窓ガラスは前述のとおり複層ガラスが採用されている。また床部は、120mm厚のコンクリート躯体の上にパーライトモルタル下地(80mm厚)があり、その内部にφ25 mmの銅管

表 1 建築・設備概要

敷地面積	1,387.70 m <sup>2</sup>
建築面積	198.00m <sup>2</sup>
延床面積	165.10m <sup>2</sup>
施工年	1968(昭和43)年
階/構造	平屋/鉄骨造(耐候性鋼)
外部仕上	
屋根	ALC下地アスファルト露出防水3層 屋上砂利敷
外壁	コンクリートブロック積下地煉瓦積
開口部	耐候性鋼板加工サッシ 複層ガラス、ガasket押え
内部仕上	
床	パーライトモルタル下地Pタイル(のちにコルクタイル)
壁	コンクリートブロック下地断熱材(発泡スチロール)100mm貼 木下地、プラスチックボード中塗仕上げ
天井	軽鉄下地 合板+断熱材貼の上 合板貼スライ仕上げ 一部打上天井 グラスウール200mm敷
設備	床暖房: 灯油ボイラーによる床内部温水配管埋込 ファンコイルユニット: 和室/居間は増設(1970年代前半まで) FFストーブ: 居間のみ取り付け(1990年代後半より)

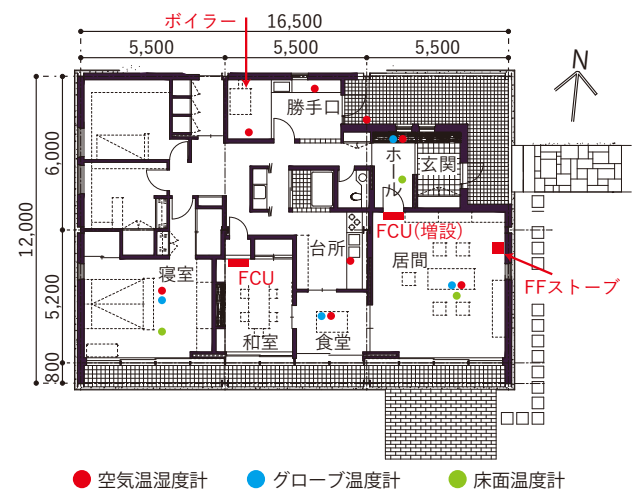


図 1 「札幌の家・自邸」での計測機器の配置

A Study of the Thermal Environment in Winter and Facilities of "A House in Sapporo"

by Architect Tetsu Katono

HIROBAYASI Taiga, NAKATANI Kohei, SAITO Masaya, and KATONO Koku

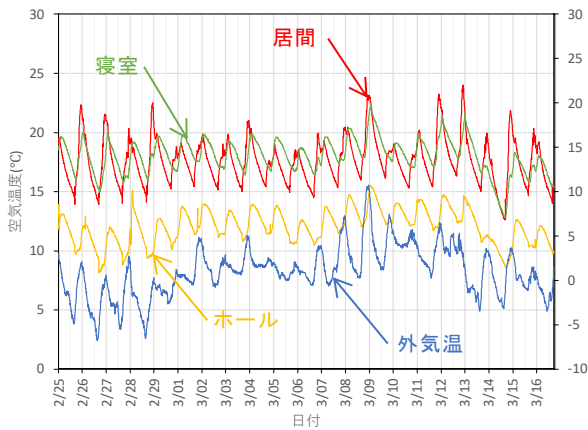


図2 居間・寝室・ホール・外気温の変化

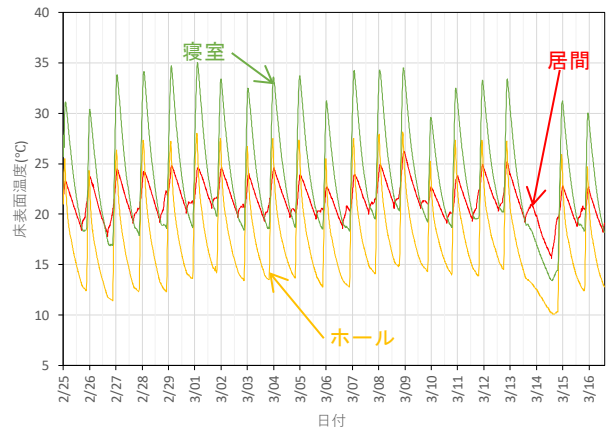


図3 居間・寝室・ホールの床面温度

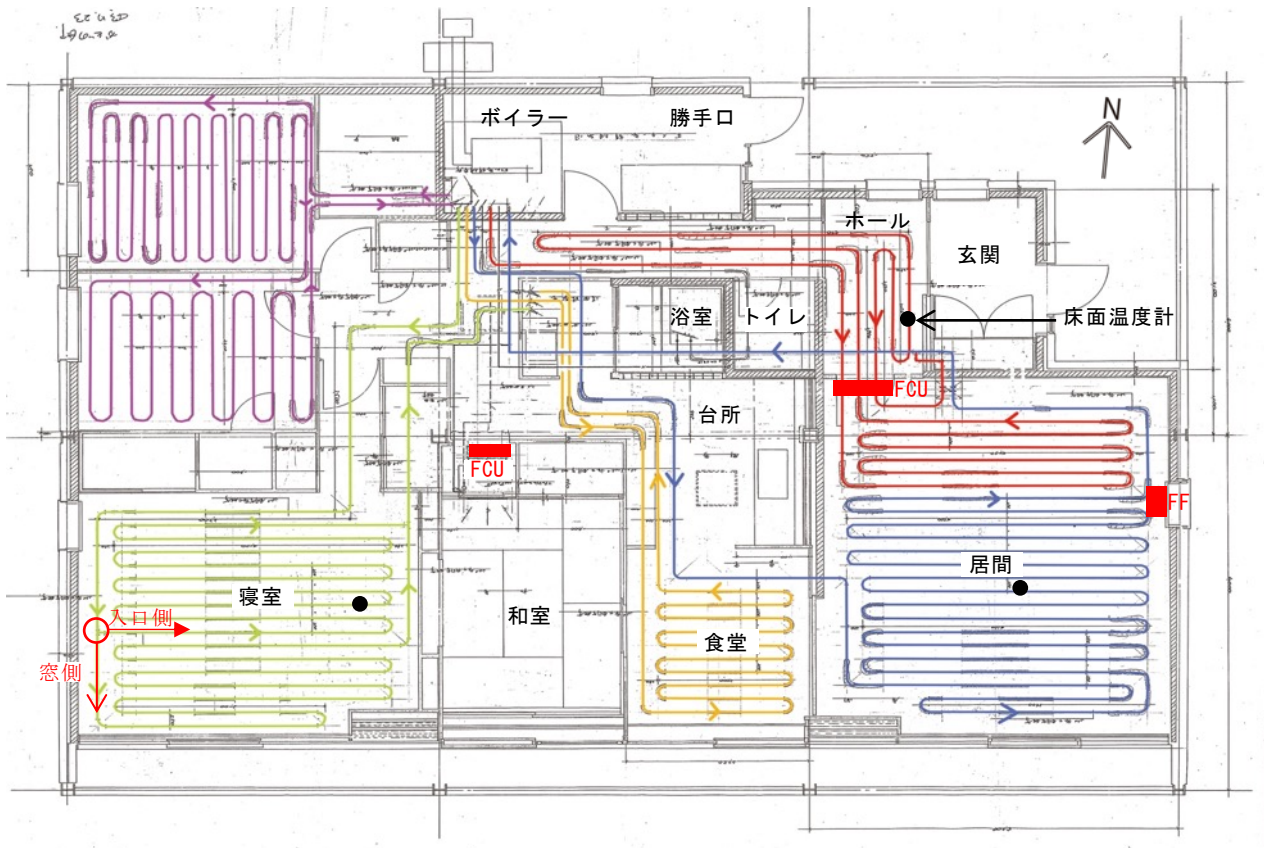


図4 床暖房配管の系統図(系統別に色分け)

が埋設され、ボイラーから居室に温水を供給する床暖房・給湯システムを採用している。床暖房用の温水は和室・玄関・勝手口(ボイラー室)以外の各居室に供給され、和室にはファンコイルユニット(以下、FCU)へ温水が供給される。竣工後、居間の北側上部にもFCUが増設され、床暖房と併用されたが、上遠野が天井近くから吹き出す温風を不快に感じたため、しばらくしてすぐに居間のFCUの運転は取り止めたとされる。その後、20数年は床暖房のみ(冬季は終日運転)となり、上遠野が70歳を過ぎた1990年代中頃にFF式灯油ストーブ(以下、FF)が増設されたことを確認している。

### 3.上遠野邸の冬季の熱環境について

図1は上遠野邸の平面図と計測機器の配置で、実測期間は2020年2月25日～3月17日である。現在、上遠野邸の居住者はいないが維持管理のため、冬季の日中は暖房が運転されている。そのスケジュールは、毎朝7:30頃に居間のFFが稼働され、午後は管理者が作業で在室するために昼12:30頃に床暖房用のボイラーが稼働される。作業終了の夕方17:30～18:00にFFとボイラーが止められる(夜から朝にかけては無暖房)。

図2は、居間・寝室・ホールの空気温度と外気温の変化である。外気温が $-5\sim+5^{\circ}\text{C}$ で変化するの

に対して、居間・寝室の室温は15～25℃、ホールは10～15℃である。各室のグローブ温度も概ね同じであった。日中の居間はカーテンが開けられ、日射によるダイレクトゲインに加え、FFを併用している分、日中は23～24℃(最高温度)に達する。このときにホールより5℃、寝室より3℃高い。居間・寝室の相対湿度は20～30%、ホールは30～40%である。

夕方の暖房停止後の居間の温度下降は、ホールと寝室よりも大きい。これは、後述する床暖房の配管計画の影響の他に、寝室が建物の奥側にあるのに対し、居間はホールに隣接しているためである。玄関とホールの間にはガラス戸があるが、玄関ドアからの冷放射の影響を多少受けたと考えられる。しかし、居間・寝室ともに無暖房の夜間において、外気温の低下の影響をあまり受けずに室温を15～20℃に維持しているのは、上遠野邸の外皮の断熱性の高さを示している。

図3は居間・寝室・ホールの床の表面温度、図4は床暖房の配管図を系統別に色分けしたものである。上遠野邸の竣工時の配管計画は、暖房用の6系統(床暖房用5系統+FCU用1系統(のちに1系統追加))、給湯用1系統である。居間は、北側の廊下を経由する系統(赤)と、南側の台所・食堂を経由する系統(青)の2系統から構成され、ホールで合流し、スラブ下の地下ピットを介してボイラーに還る。

居間の床面最高温度23～26℃に対し、寝室の床面最高温度は居間より5℃以上高い。上遠野は図4中の黄緑系統で示す配管を、赤丸の箇所まで二股に分けている。その結果、寝室の入口側・窓側の床面温度が高い状態でムラなく温められていると考えられる。また、日中のホールの床面温度が居間よりも高い理由は、計測地点同士で比べた時の配管の総長が、ホール(赤系統)よりも居間(青系統)のほうが長いと考えられる。

次に居間・食堂・寝室・ホールの空気温度と平均放射温度(MRT)の関係をみた。MRTは計測した空気温度とグローブ温度を用いて、室内風速を0.01m/sとして簡易式にて算出した。空気温度とMRTの散布図を描いたところ、近似直線の傾きは1.1、決定係数( $R^2$ )は0.996であった。以上より、どの計測点でも空気温度 $\approx$ MRTになる。これは上遠野邸の室内が快適であることを示していると言える。

空気温度・相対湿度の実測結果と、算出した

MRTを用いて予測温冷感申告(PMV)を試算した。外気温は夜間(無暖房時間中)平均を-3.6℃、日中(暖房時間中)を-0.6℃とし、外気湿度は夜間65%・日中31%とした。風速は0.01m/s、着衣量は多少の厚着を考慮し0.9clo、代謝量は1metとした。

ホールのPMVは日中(-1.6)、夜間(-1.5)に対して、居間のPMVは日中(-0.2)、夜間(-0.7)。食堂は日中(-0.3)、夜間(-0.7)、寝室は日中・夜間ともに(-0.5)であった。PMVは、-0.5～+0.5の範囲が快適域とされるが、ホールは玄関ドアや北側窓からの冷放射の影響で、「やや寒い(-1.0前後)」に相当する。しかし、滞在空間ではないので支障はないと言える。居間・食堂は、無暖房の夜間は-0.7で「やや寒い」となるが、日中の暖房中は-0.2となり「暑くも寒くもない( $\pm 0$ 前後)」で快適な熱環境と言える。寝室のPMVは終日に渡って変化がなく、熱的快適域に入る。

竣工当時の北海道の一般住宅の窓は、木製か鉄製サッシと単板ガラスが多く、熱損失が大きい上に表面結露が問題となっていた。上遠野邸ではガasket抑えの複層ガラスで、さらにその内側には木枠の両面に和紙が貼られた「太鼓張障子」が設けられている。この障子は2枚の和紙の間に空気層(20mm)があるため、通常の障子よりも断熱性が高い。さらに夜間は厚手のカーテンを閉じる3層構造となる。日中は採光に考慮しつつ室内への冷気の侵入、冷放射を防げるよう、季節・天気・時間に合わせて調整できる<sup>4)</sup>。

図5は窓ガラスのみの状態の様子、図6はそのときの熱画像、図7は窓に加えて太鼓張障子を閉めた状態、図8はさらにカーテンを閉めた状態の熱画像である。撮影時(2020/2/28 16:00)の居間の室温は19.2℃、湿度は24%、外気温湿度は-0.9℃、74%であった。

「窓のみ」では、窓ガラスの室内側表面温度が約17℃で、冷気が溜まりやすい窓面下部は13℃である。その上で「太鼓張障子を閉めた状態」では、障子の表面温度が約21℃で、「窓のみ」と比べて約4℃高く、下部は約16.5℃で約2.5℃高い。日中の採光を得ながら冷放射を抑えるのに寄与していると言える。さらに、カーテンを閉めることで、カーテンの表面温度は約22.5℃、下部は約19℃となる。上遠野邸では建築外皮の高断熱性と床暖房のハード面に加えて、居住者が日中・夜間で設えを調整するソフト面によって、高質な「温もり」が室内で得られると言える。



図5 窓のみの状態の様子

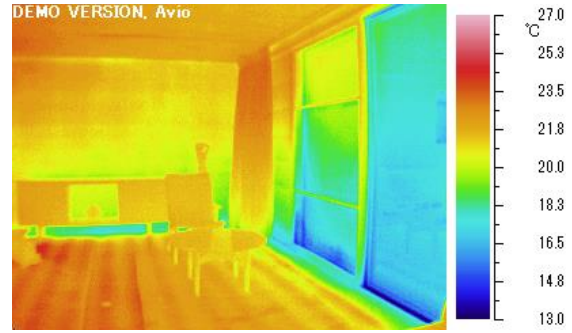


図6 窓のみの状態の熱画像

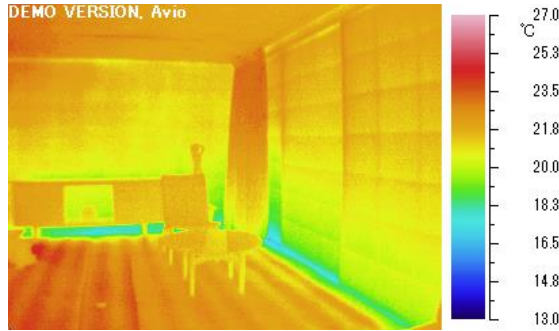


図7 太鼓張障子を閉めた状態の熱画像

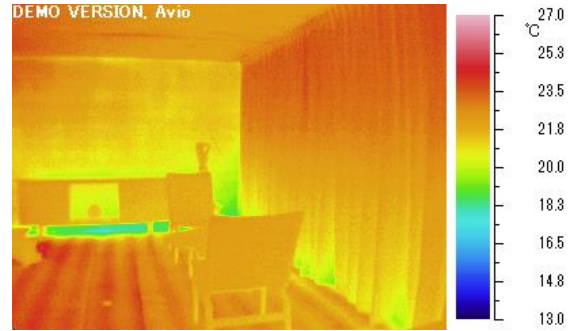


図8 カーテンを閉めた状態の熱画像

#### 4. 国内近代住宅の床暖房の系譜と上遠野邸

上遠野邸の竣工当時、寒冷地住宅の床暖房の事例はまだなかったが、本州では戦前の1930年代には柳町政之助(1931)・山越邦彦(1933)・土浦亀城(1935:但し天井暖房)・谷口吉郎(1935)らの自邸で導入されていた<sup>5)</sup>。床暖房はこの時すでに上下温度分布がなく、気温が低くても快適だが、床からの熱損失が大きいので改善を要することが判っていた。太平洋戦争(1941~45)に入り「贅沢な暖房」とされ、一時廃れる。しかし戦後、清家清の自邸「私の家(1954)」などで再び採用され、建築家による近代住宅の暖房方式の一つになった。

上遠野が自邸で床暖房を採用した理由は定かではないが、建築史家の角幸博らとの対談で、イームズやサーリネン、ミースの作品(レイクショアドライブ・アパート)に触発されたとの紹介がある<sup>6)</sup>。また上遠野は自邸以前に設計したいくつかの木造住宅で、居間にペチカを採用している。室内はペチカからの温放射と吹抜を介して暖気が全室に拡がり暖かかったようであるが、自邸のような平屋ではその効果が得られないと判断し床暖房に至った可能性がある。上遠野はさらに1955~60年代初頭に北海道でアントニン・レーモンドとの関わりがあったこと、同じ頃に温泉宿の設計で床に源泉を流す

手法にヒントを得た<sup>7)</sup>話があるが詳細は不明である。上遠野自身の作品集(1981)のあとがきには「省エネルギーについても、すでに重要な課題として設計の基盤におき、制作をしてきました」<sup>8)</sup>とある。上遠野は寒冷地住宅の成立条件として断熱性の確保と床暖房の組合せは必須と判断し、それを自邸で実証したと考えられる。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、角幸博氏(北海道大学名誉教授)、圓山彬雄氏(株アーブ建築研究所)、中田稔氏(株上遠野建築事務所)の協力を得た。ここに記して謝辞とする。

#### 参考文献

- 1) 上遠野徹: 上遠野徹 住宅作品集, pp.14-15, p.170, 凸版印刷, 1981.3.
- 2) 上遠野徹・角幸博: 上遠野徹インタビュー「北の住まい 私の原点」(建築家の清廉 上遠野徹と北のモダニズム 所収), pp.18-34, 企業組合建築ジャーナル, 2010.8.
- 3) 橋村明・羽深久夫: 建築家上遠野徹の鉄骨造住宅における架構形態, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.527-528, 1999.
- 4) 齊藤雅也: 札幌の家・自邸(設計のための建築環境学 みつける・つくるバイオクライマティックデザイン 日本建築学会編 所収), pp.92-93, 彰国社, 2011.5.
- 5) 堀越哲美・堀越英嗣・小竹暢隆: 戦前の日本における先端設備としての床暖房・パネルヒーティングの住宅への導入, 日本建築学会計画系論文集 No.534, pp.89-94, 2000.8.
- 6) 上遠野徹・角幸博・赤坂真一郎: 北の厳しい自然と40年共生する鉄とレンガの住まい 上遠野徹自邸, 住宅建築 2009年8月号, pp.8-17, 建築資料研究社, 2009.8.
- 7) 圓山彬雄: 北海道に近代住宅の花を開かせた建築家 上遠野徹(前掲2) 所収, pp.36-41.
- 8) 前掲1), p.195.

\*1 札幌市立大学大学院デザイン研究科 大学院生  
 \*2 札幌市立大学デザイン学部 教授・博士(工学)  
 \*3 株上遠野建築事務所 代表

Graduate Student, Sapporo City University  
 Professor, Sapporo City University, Dr.Eng.  
 Katono Architects Co., Ltd., Chief.