

建築家 上遠野徹「札幌の家・自邸」の冬季の熱環境と人体エクセルギー収支

正会員 ○廣林 大河*1
同 中谷 航平*2
同 齊藤 雅也*3

上遠野徹 札幌の家・自邸 熱環境
寒冷地住宅 床暖房 人体エクセルギー収支

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 (以下、上遠野邸)」は、DOCOMOMO100 選、日本建築家協会の 25 年賞大賞などに選ばれ、近代住宅建築として高い評価を受けている。上遠野邸は「実験住宅」と称され、積雪寒冷地の住宅として、竣工当時では極めて珍しい 100mm 厚の断熱や床暖房・複層ガラスなどを採用し、冬季の室内で「寒さ」を感じない熱環境を目指した²⁾。このことから今日の寒冷地住宅の計画に対して大きな影響を与えた建築である。

筆者らはこれまで、2020 年晩冬と 2020 年夏季に上遠野邸の熱環境実測を行なった^{3,4)}。本研究では、2020 年 12 月~2021 年 2 月に実測を行ない、真冬と晩冬のデータを用いて人体のエクセルギー収支⁵⁾を求め、比較した。本報ではその結果と考察を述べる。

2. 上遠野邸の冬季の熱環境について

表 1 は、上遠野邸の建築・設備概要である。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 12 月 13 日~2021 年 2 月 15 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 ストープが稼働され、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暖房停止)。

図 2 は、外気温と居間・寝室・地下ピットの空気温度の経時変化である。外気温が約 $-14\sim-5^{\circ}\text{C}$ で変化するのに対して、居間の室温は約 $9\sim 21^{\circ}\text{C}$ 、寝室の室温は約 $12\sim 19^{\circ}\text{C}$ 、地下ピットの室温は約 $7\sim 11^{\circ}\text{C}$ である。居間・寝室の相対湿度は $15\sim 30\%$ だった。寝室よりも居間の最低温度が 3°C ほど低い理由は、夜間の室温が 5°C まで低下する玄関ホールに居間が隣接しているためと考えられる。また、居間の最高室温が寝室より高かった理由は、寝室がカーテンを常時開けていたのに対し、居間の日中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 ストープを併用していたからと考えられる。

図 3 は、居間・寝室の床面、地下ピットの天井・壁・床面の表面温度の経時変化である。各居室の室温変化よ

表 1 上遠野邸の建築設備・概要

竣工年	1968 (昭和43) 年
階/構造	平屋/鉄骨造 (耐候性鋼)
敷地面積	1,387.70 m ²
建築面積	198.00m ² 延床面積 165.10m ²
外部仕上	
屋根	ALC下地7スフェルト露出防水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、ガスケツ押え
内部仕上	
床	パ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
天井	軽鉄下地 合板+断熱材貼の上 合板貼シ工仕上 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ストープ: 居間のみ取り付け (1990年代後半より)



図 1 平面図と計測機器の配置

りも地下ピットは緩やかな変化をする。地下ピットの天井面は 10°C 以上である。これは、温水配管からの熱がピット上部 (床スラブ) に蓄えられた影響と考えられる。地下ピットの室温は $7\sim 11^{\circ}\text{C}$ を保っているため、ピット周囲の地盤内温度も概ね 10°C 前後と予想される。以上より、外皮の断熱性能に加えて床スラブ・地盤の蓄熱が、夜間の室温の極端な低下を抑えていると考えられる。

居間の床面最高温度が約 32°C に対し、寝室は 10°C ほど高い。竣工当時の温水配管図に拠ると、ボイラー室から居間の計測点までの配管距離約 49m に対して、寝室の計測点までは約 22m だった。よって寝室には居間よりも高い温水が供給され、床面温度の差が生じたと考えられる。

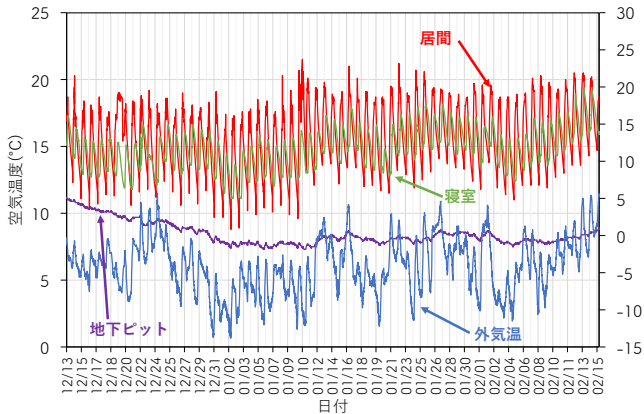


図2 外気温と居間・寝室・地下ピットの室温

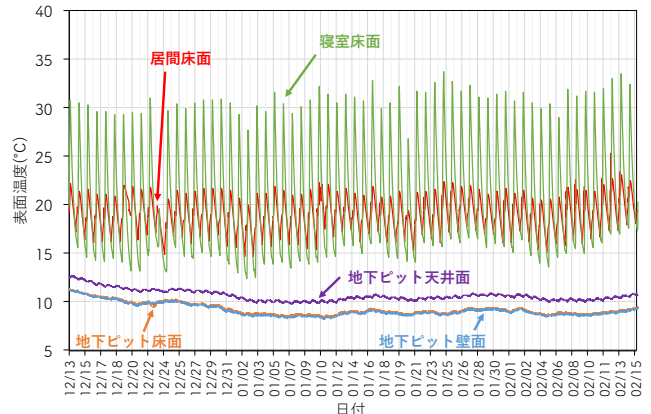


図3 居間・寝室の床面、地下ピットの天井・壁・床面

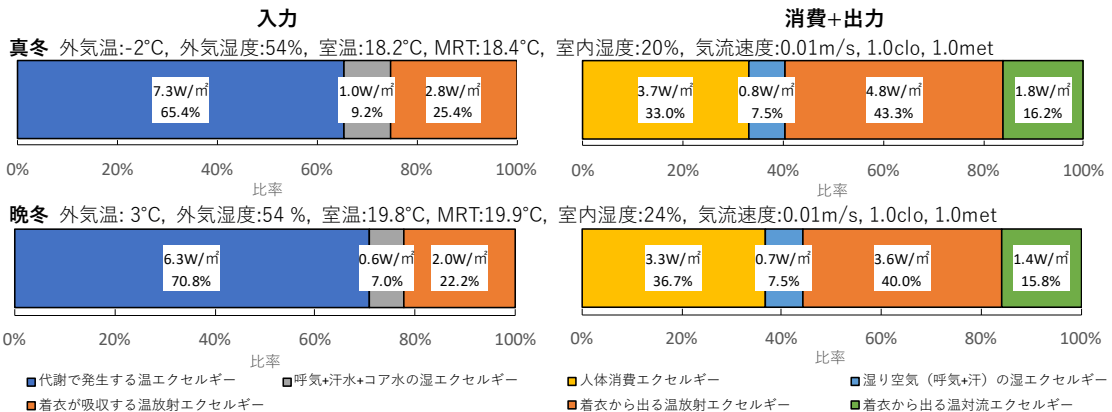


図4 真冬・晩冬における居間での人体エクセルギー収支

3. 真冬・晩冬の人体エクセルギー収支による解析

今回の真冬の実測時（以下、真冬）における居間での人体のエクセルギー収支を求め、1年前の2020年2月25日～3月16日の実測時（以下、晩冬³⁾の結果と比較した。人体のエクセルギー収支による熱環境評価は、PMVやSET*と異なり、外気温を環境温度として入力するので季節の移り変わり（外気温の差）を考慮できる特徴がある。なお、測定できなかった気流速度は真冬・晩冬ともに0.01m/s、着衣量は1.0clo、代謝量は1.0Metを仮定した。

図4は、真冬と晩冬の暖房稼働時間帯（14:00～17:00）における、居間での人体のエクセルギー収支である。真冬の「着衣が吸収する温放射エクセルギー」が晩冬より大きい（真冬:2.8W/m²>晩冬:2.0W/m²）。これは、真冬の外気温が晩冬より5°C低く（室内外温度差が大きく）、室内壁面から人体・着衣面に向かう温放射エクセルギーが大きい（温もりが大きい）ことを意味する。その結果、晩冬よりも真冬の方が皮膚や着衣の表面温度が高めになり、人体深部（約37°C）との温度差が小さくなることから、人体への入力エクセルギーに対して「人体消費エクセルギー」の割合が小さい（真冬:33.0%<晩冬:36.7%）。それに伴い、「着衣から出る温放射・温対流エクセルギー」の割合も真冬の方が晩冬より大きい（真冬:59.5%>晩

冬:55.8%）。

PMVは真冬が-0.4、晩冬が-0.2とどちらも快適域に入るものの、真冬の方が寒冷側で評価される。その一方で、晩冬より真冬の方が、人体への温放射エクセルギーが大きく、人体エクセルギー消費割合が小さいことから、人体エクセルギー効率（消費エクセルギー/入力エクセルギー）は晩冬より高い状態と言える。これは、上野野邸の真冬における熱的快適性の質の高さを示していると考えられる。

謝辞 本研究を進めるにあたり、(株)上野野建築事務所の上野野克氏、中田稔氏の協力を得た。ここに記して謝辞とする。

参考文献

- 1) 上野野徹:上野野徹 住宅作品集, pp. 14-15, p. 170, 凸版印刷, 1981.3.
- 2) 上野野徹, 角幸博:上野野徹インタビュー「北の住まい 私の原点」(建築家の清廉 上野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) 廣林大河, 中谷航平, 齊藤雅也, 上野野克:建築家 上野野徹「札幌の家・自邸」の冬季の熱環境と設備に関する考察, pp. 309-312, 日本建築学会北海道支部 研究報告集No.93, 2020.6.
- 4) 廣林大河, 中谷航平, 齊藤雅也, 上野野克:建築家 上野野徹「札幌の家・自邸」の夏季の熱環境について, pp. 137-140, 日本太陽エネルギー学会講演論文集(2020), 2020.11.
- 5) 宿谷昌則 編著:エクセルギーと環境の理論, pp.317-327, 井上書院, 2010.9.

*1 札幌市立大学大学院デザイン研究科 大学院生

*2 清水建設株式会社 修士 (デザイン学)

(当時、札幌市立大学大学院デザイン研究科・大学院生)

*3 札幌市立大学デザイン学部 教授・博士 (工学)

Graduate Student, Sapporo City University

Shimizu Corp., M. Design

(Graduate Student, Sapporo City University at the time of study)

Professor, Sapporo City University, Dr. Eng.