

〔報告〕静岡県立美術館における温熱環境の測定Ⅱ

犬塚 将英・新田 建史*・石崎 武志

1. 緒言

1986年4月に開館した静岡県立美術館（静岡県静岡市）は、自然石を使った二階建ての本館（1986年開館）とロダン作の彫刻を中心とした展示が行われているロダン館（1994年開館）とで構成された美術館である。図1は館内の展示室の配置などを示した概略図である。

美術館の空調設備の稼働時間は8時から18時までを基本とし、年間を通して館内の温度が $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度が $60 \pm 5\% \text{RH}$ となるように設定されている。中央監視室では1時間毎に館内各所に設置されたセンサーの数値を目視で計測及び自動記録が行われており、状況に応じて設定値を手動で切り替えることもある。

静岡県立美術館が来客者を対象として行ったアンケートでは、特に夏期において、順路に従って観覧していく際の急激な体感温度の変化に関する意見が寄せられた。問題点の概略は以下の通りである：

- ・気象台のデータによると、静岡市の8月の最高気温は 30°C 以上に達する。最寄り駅で下車して15分ほど丘を登る間に、非常に暑さを感じる。
- ・美術館に到着して入館すると、本館内は 20°C の設定で空調されている。
- ・本館からブリッジ・ギャラリーを経て、天井がガラス張りのロダン館へ入館すると、日射の影響で再び体感温度が上昇してしまう。

前回の報告¹⁾では、来客者の動線に沿った体感温度の定量的な評価を試みるために、2006年9月26日に行った館内の温熱環境測定の結果を報告した。この測定結果では、本館からロダン館に向かうに従って体感温度が上昇する傾向は観測された。しかし、夏期を過ぎた測定日は既に「涼しい日」であったこと、測定日の天候は曇りのち雨であったことから、典型的な夏期における状態を議論するには不十分であった。

今回は前回の報告の続報として、体感温度の差が最も顕著に現れると予想された夏期を含む異なる季節に行った温熱環境の測定結果と、それらの比較に関する報告を行う。

2. 測定方法

人が体感として受けとめる「暖かい」「涼しい」などの温冷感に与える要因は気温のみならず、相対湿度、風速、輻射温度、人体の活動量（met値）、衣服の断熱性（clo値）の6つの因子が挙げられる²⁾。そして、P.O.Fangerによって提案されたPMV(Predicted Mean Vote, 予測温冷感申告)は温冷感による快適さを表す指標として、国際規格化されている(ISO7730)。ISO7730では、PMV値が 0 ± 0.5 以内である場合に、快適な温熱環境であるとしている。

静岡県立美術館の動線に沿った体感温度の変化を調べるために、京都電子工業株式会社製“アメニティメータ(AM-101)”³⁾を用いてPMV値の測定を行った¹⁾。2006年9月26日に加えて、体感温度の差が顕著に現れると予想された冬期と夏期、湿度が高い梅雨期に測定を実施した。測定日、天候、met値、clo値は表1に示す通りである。

*静岡県立美術館

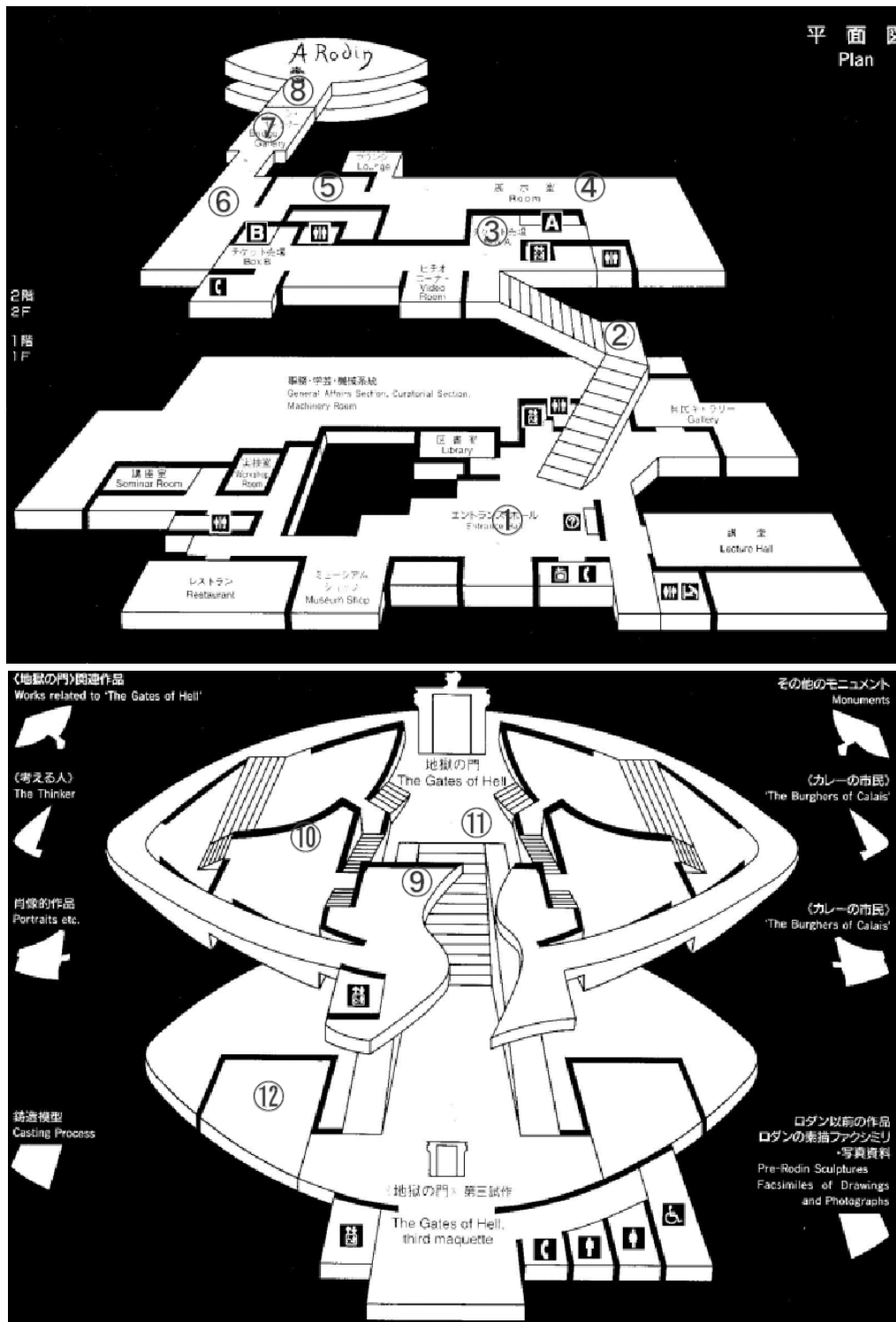


図1 静岡県立美術館の本館展示室およびブリッジ・ギャラリー（上）とロダン館（下）。数字で示した箇所は温熱環境測定ポイントである。
 （静岡県立美術館紹介パンフレットより転載）

表1 測定日とその日の天候、及び設定したmet値とclo値

測定日	天候	met値	clo値
2006年9月26日	雨	1.2	0.7
2007年2月10日	晴	1.2	0.7
2007年6月21日	晴	1.2	0.7
2007年8月14日	晴	1.2	0.5

3. 測定結果と考察

測定ポイントは図3の①から⑩に示されているように、来客者の動線（エントランス→本館展示室→ブリッジ・ギャラリー→ロダン館）に沿うように定めた。測定は、朝（10：30～11：30）、昼（13：30～14：30）、夕方（16：00～17：00）と3回に渡り実施した。図2では、各季節における昼の気温、平均輻射温度、相対湿度、風速、PMV値の測定結果を示した。

来客者の動線に従って観覧していく時の体感温度の変化、及び異なる季節間での測定結果の比較が今回の調査の目的だったが、測定結果から以下のようなことがわかった。

- ・ 今回の調査の主目的である夏期における温熱環境測定は2007年8月14日に実施した。この日は晴れており、ロダン館では日射の影響からPMV値が高くなることが予想されたが、他の季節と比較しても顕著な差は見られなかった。ただし、他の測定日と比較すると風速の測定値が大きかったことから、空調設備の運転状況の違いによるものと推測された。
- ・ 秋期（2006年9月26日）と冬期（2007年2月10日）の測定結果では、ブリッジ・ギャラリーからロダン館に向かうに従ってPMV値が上昇する傾向が見られた。この原因としては、ロダン館の天井から入る日射の影響により、平均輻射温度が上昇していたためだと考えられる。
- ・ 梅雨期（2007年6月21日）の測定結果では、どの時間帯でも館内を通じて、PMV値は 0 ± 0.5 内で安定しており、大きな変動も見られなかった。

ロダン館へ向かうに従ってPMV値が上昇する傾向が見られる場合もあったが、これは季節、天候、空調設備の運転状況に依存するところが大きかった。しかし、PMVの測定値は概ね快適な温熱環境の基準とされている 0 ± 0.5 内におさまっていた。

4回にわたって実施した結果をまとめると、以上のようになった。しかし、周囲の環境が急激に変化すると、人はその落差に「不快」と感じる場合がある。例えば、涼しい場所から暖かい場所へ移動した場合には「暑い」と感じる人もいるだろう。このような温熱感の履歴を念頭に置き測定方法に改良を加えて、来館者の温熱感申告と対応させていくのが、今後の検討課題である。

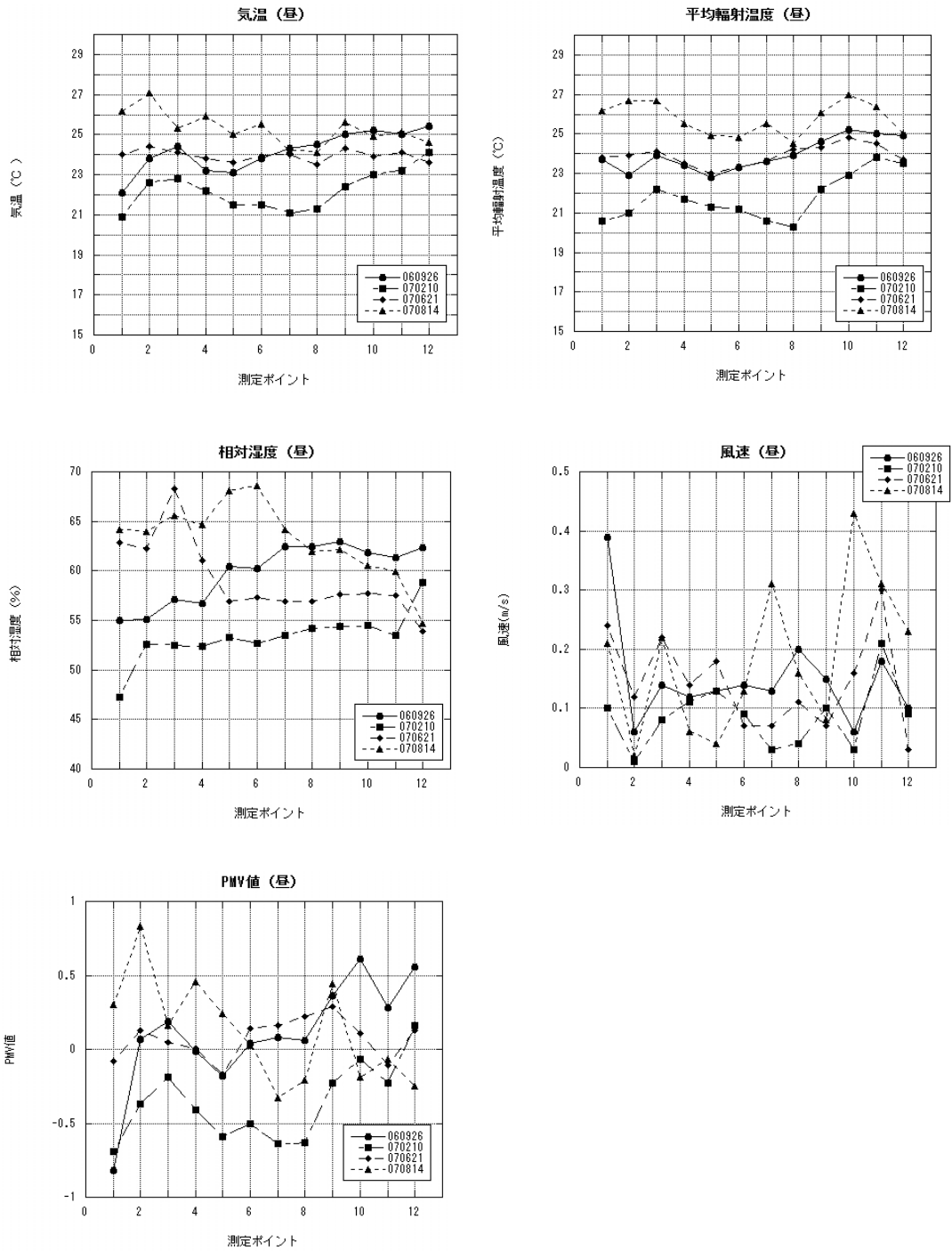


図2 各季節の昼における気温、平均輻射温度、相対湿度、風速、PMV値の測定結果の比較

謝辞

館内の温熱環境測定の際に、静岡県立美術館の皆様には多大なご協力をいただきました。また温熱環境測定に関しましては、清水建設技術研究所の奥山博康氏と大西由哲氏、北九州市立大学の白石靖幸氏からは貴重なご助言をいただきました。ここに記して感謝致します。

参考文献

- 1) 犬塚将英, 新田建史, 白石靖幸, 石崎武志: 静岡県立美術館における温熱環境の測定, 保存科学, 46, 291-300 (2007)
- 2) P.O.Fanger: Thermal Comfort, Danish Technical Press (1970)
- 3) 『アメニティメータ MODEL AM-101 取扱説明書』, 京都電子工業株式会社

キーワード: 静岡県立美術館 (Shizuoka Prefectural Museum of Art) ;
温熱環境 (thermal environment) ; 予測温冷感申告 (Predicted Mean Vote, PMV)

Measurement of the Thermal Environment at Shizuoka Prefectural Museum of Art, Part II

Masahide INUZUKA, Takefumi NITTA* and Takeshi ISHIZAKI

Shizuoka Prefectural Museum of Art is an art museum built in Shizuoka prefecture and opened in 1986. The museum consists of two buildings, the main building and the Rodin Wing. Responses to questionnaires reveal that some visitors feel uncomfortable when they walk in the museum, especially in summer. This is because they experience rapid changes of sensible temperature while moving in the museum.

In order to understand this problem quantitatively, measurements of the thermal environment were conducted by using an amenity meter. Measurements were conducted four times in different seasons. Although the results of PMV values were dependent on season, weather and the operation mode of air-conditioning equipments, in general the thermal condition of the exhibition room turned out to be almost within the acceptable level. Some further remarks on this measurement are added at the end of this report.

*Shizuoka Prefectural Museum of Art