

# 単板ガラスを用いたガラス建築の熱環境光環境特性と 快適性評価 (その2)

— 中間期 (春期) 温熱環境実測概要と結果 —

山口 温・内田 敦子・佐野 武仁

Thermal/Optical Environment Characteristics and Evaluation of Comfort  
of Glass Architecture Using Single-Pane Glass (Part 2)

— Outline of thermal environment measurement and results in mid-term (spring) —

Haru YAMAGUCHI, Atsuko UCHIDA and Takehito SANO

This is a report on the outline of the thermal environment measurement of the glass architecture in spring.

The gymnasium and the multipurpose hall are laid underground, and the height of the ceiling of the gymnasium is 7340-8200mm and the multipurpose hall is 5780-6333mm. The building skin is thin, and the influence of the outside environment is feared: When a comfortable temperature is assumed to be 26-28°C, the gymnasium and multipurpose hall are comfortable up to a height of 4000-5500mm, because the ceiling is high. In the viewing space of the gymnasium 1F, the permissible temperature is exceeded at a height of 1000mm.

On a day where the outside temperature exceeded 40°C, the permissible temperature was maintained by the use of air-conditioning in the multipurpose hall and the entrance.

The measurement results in summer and winter are scheduled to be reported on.

*Key words: thermal environment (温熱環境), mid-term (spring) (中間期 (春期))*

## 1. はじめに

本施設は外壁を15mmのフロートガラスで囲われた、外皮にガラスを多用した建物である。建物外皮を薄くすると日射など外部環境の影響を受けやすく、内部環境の制御が必要となり、空調機などの熱負荷の増大が懸念される。

本施設は体育館、ホールが半地下に配置されているが、高さをとることで、天井付近に熱を逃がし、居住域を快適に保つことが可能かどうか垂直・水平温度分布、気流などを実測した。

その1では建物概要および設備概要について示した。これに続き、本報では中間期 (春期) の温熱環境実測概要と結果について報告する。

## 2. 実測項目および実測点

### 2.1 自動計測実測点および自動計測項目一覧

下記1)~5)項目を自動計測した。自動計測実測点平面図 (図1-1)、断面図 (図1-2) および自動計測項目一覧 (表1)を示す。測定期間は5/1~5/6の6日間、各実測点のデータは1分毎に自動計測した。

- 1) 垂直温度分布: 多目的ホール (実測点1-1~1-5, 2-1~2-5), エントランス (実測点3-1~3-5, 5-1~5-5), 体育館 (実測点6-1~6-5, 7-1~7-5), 体育館1F (実測点8-1~8-5)
- 2) 風速: 体育館 (実測点9-1, 9-2)
- 3) 湿度: 室内, 室外 (実測点10, 10')
- 4) 日射量: (実測点11)
- 5) 外気温: (実測点11')

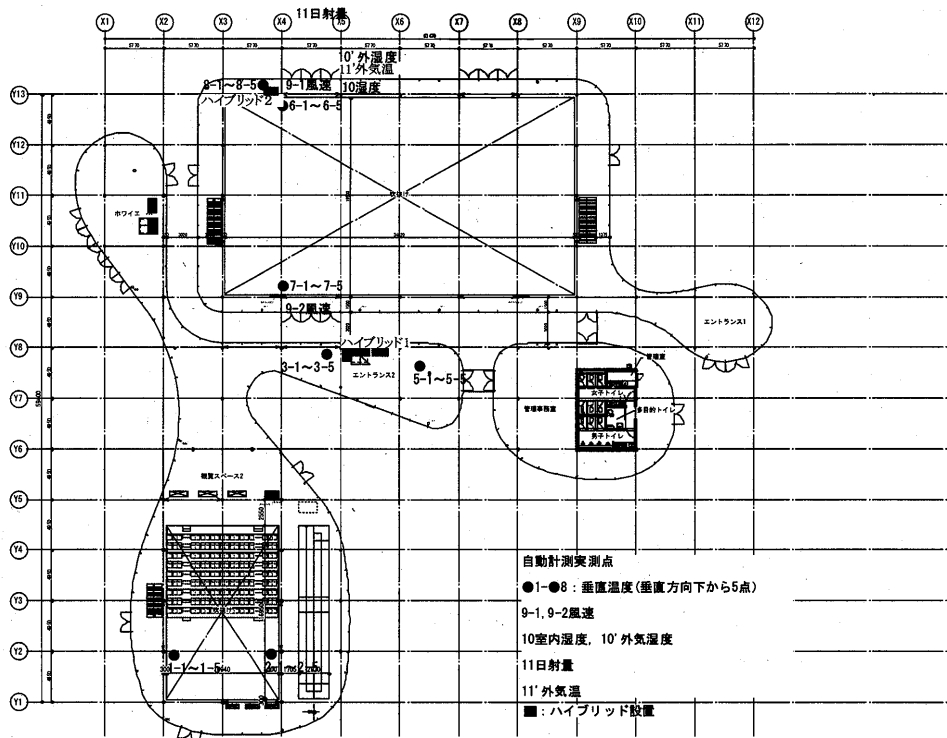


図 1-1 自動計測実測点平面図

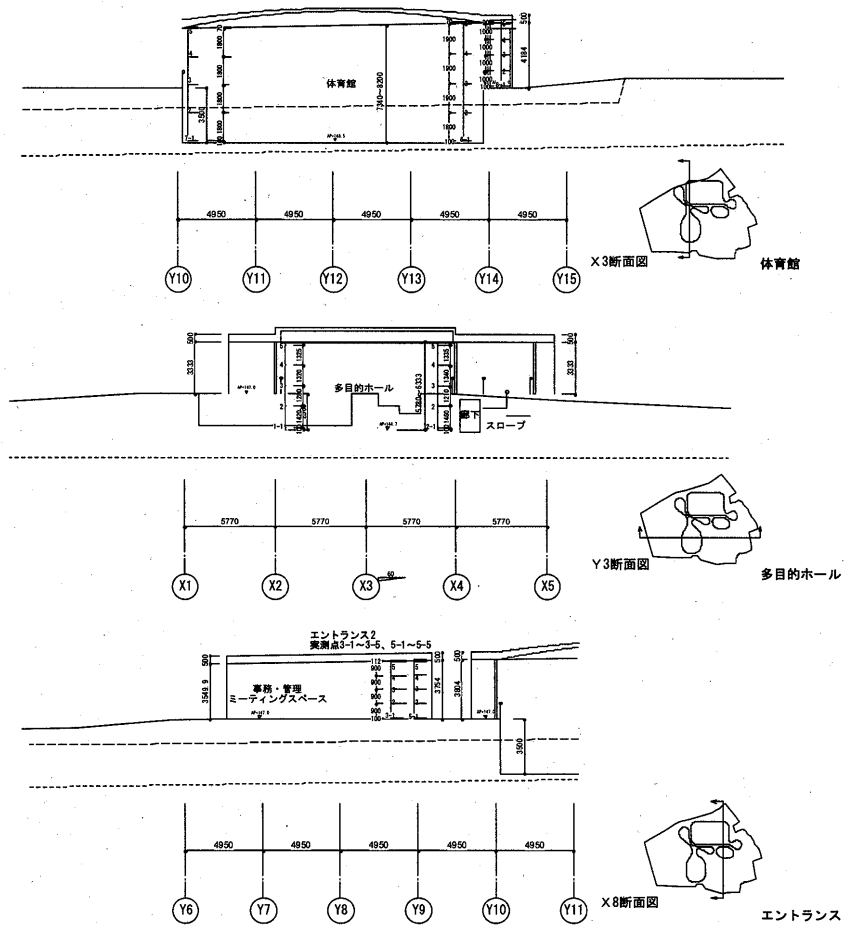


図 1-2 自動計測実測点断面図

表1 自動計測項目一覧

ハイブリッド 1

ハイブリッド 2

実測点	加工番号	実測項目	測定場所	床からの高さ (mm)	
1-1	1	垂直温度分布	多目的ホール 南側	100	
1-2	2			1520	
1-3	3			2800	
1-4	4			4120	
1-5	5			5445	
2-1	6		多目的ホール 東側	100	
2-2	7			1560	
2-3	8			2770	
2-4	9			4110	
2-5	10			5445	
-	11		-	-	-
-	12				-
-	13				-
-	14				-
-	15				-
3-1	16		エントランス2 奥	100	
3-2	17			1000	
3-3	18			1900	
3-4	19			2700	
3-5	20			3600	
5-1	21		エントランス2 入口	100	
5-2	22			1000	
5-3	23			1900	
5-4	24			2700	
5-5	25			3600	

実測点	加工番号	実測項目	測定場所	床からの高さ (mm)
6-1	1	垂直温度分布	体育館北西側	100
6-2	2			1900
6-3	3			3800
6-4	4			5700
6-5	5			7600
7-1	6		体育館南東側	100
7-2	7			1900
7-3	8			3700
7-4	9			5500
7-5	10			7300
8-1	11	風速	体育館北西側 1F	100
8-2	12			1100
8-3	13			2100
8-4	14			3100
8-5	15			4100
9-1	16	湿度	体育館北西側	
9-2	17		体育館南東側	
10	18	日射量	体育館北西側	
11	19	外気温	体育館北西側	
11'	20	外湿度	体育館北西側	
10'	21			
	22			
	23			
	24			
	25			

## 2.2 温度・放射温度手計測点

下記1), 2)項目を手計測した。図2に手計測実測点を示す。測定日は晴天日, 曇天日の各1日を含む4/30, 5/1, 5/3の3日間, 10:00, 12:00, 15:00の3回測定した。

温度は床上1.5m位置を計測し, 放射温度(実測点16, 29, 36, 47, 53)はガラス面の上・中・下部の3

点について計測した。

1) 温度分布: 体育館(実測点12-46), エントランス・ホワイエ(実測点47-54), 多目的ホール(実測点55-66), 通路(実測点66-69)

2) 放射温度: 体育館(実測点16, 29, 36), エントランス・ホワイエ(実測点47, 53)

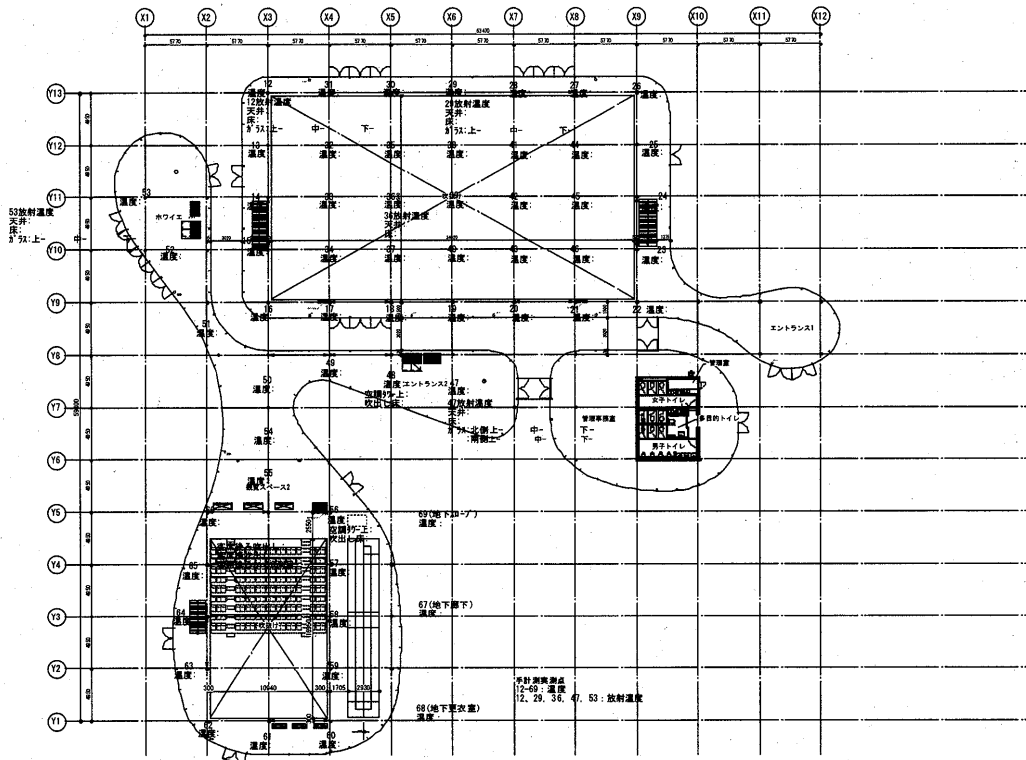


図2 手計測実測点

## 3. 実測結果

### 3.1 外気温湿度と日射量

図3-1に外気温湿度と日射量を示す。外気温は5/1~5/6測定した。5/2, 5/4は日中35℃, 5/3は40℃を超える。5/5は20℃以下であった。

外気湿度は5/1, 5/3の10:00~15:30測定した。5/1は午後は50%近くになるが, 5/3は10%以下となり, やや低めである。

日射量は5/1, 5/3の10:00~15:30測定した。曇天日の5/1は500W/m<sup>2</sup>, 晴天日の5/3は11時過ぎで670W/m<sup>2</sup>である。

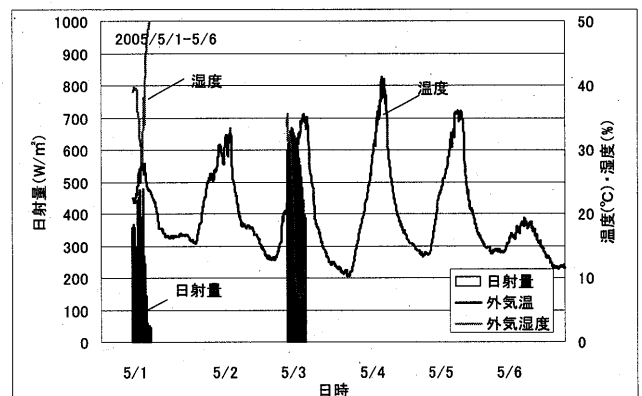


図3-1 外気温湿度と日射量(5/1-5/6)

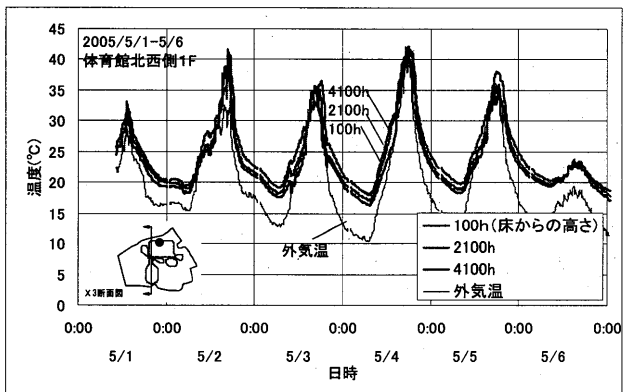
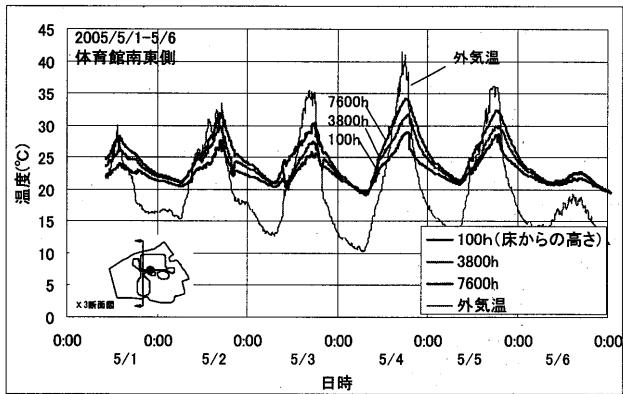
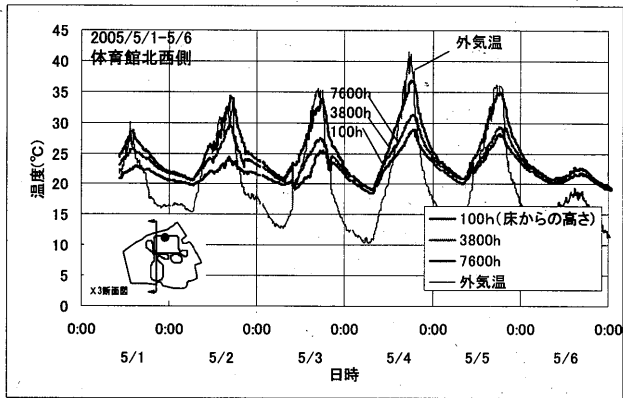


図3-2-1 ① 室温と外気温の時系列変化 (体育館)

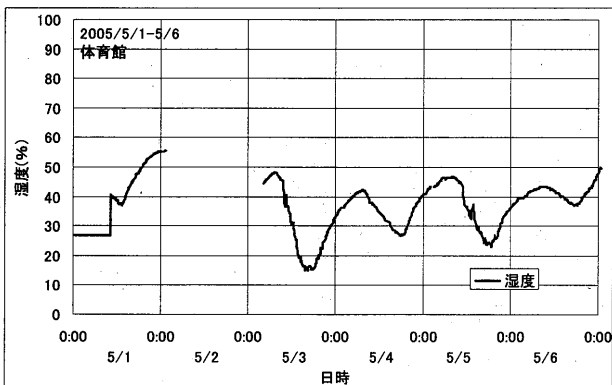


図3-2-1 ② 体育館湿度 (5/1 - 5/6)

### 3. 2 室温の時系列

実測期間中の室温と外気温の時系列を示す。

#### 1) 体育館 (図3-2-1 ①, 図3-2-1 ②)

図3-2-1 ①に温度, 図3-2-1 ②に湿度を示す。体育館は冷房がなく半地下に埋設しており, 建物位置から西日の影響で15時以降温度がピークとなっている。体育館南東側の外部は通路, エントランスがあるが, 北西側は遮蔽物がないため, 特に西日の影響を受けやすい。居住域では20~30℃の範囲で変動しており, 外気温が25℃を超えると室温よりも外気温が高くなる。5/3は外気温が40℃に対し, 居住域の室温は30℃程度である。体育館の北西側と南東側では居住域では特に温度差は見られない。

北西側1Fの観覧スペースはガラス面に向けて測定しており, 17~42℃の範囲で変動し, 日中のピーク時は外気とほぼ同じ温度となっている。

湿度は15~55%の範囲を変動しているが, 日中は30%前後と低めである。

#### 2) 多目的ホール (図3-2-2)

多目的ホールは舞台近くの南と東を測定した。南

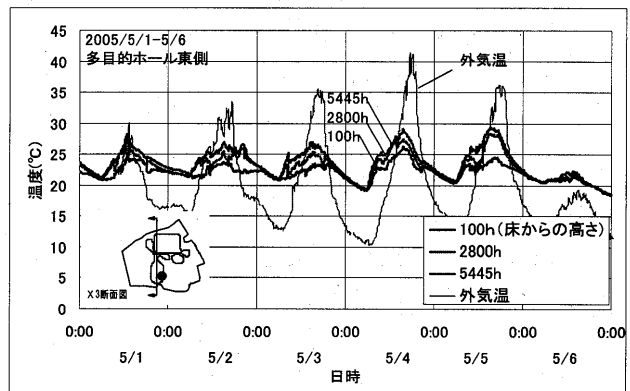
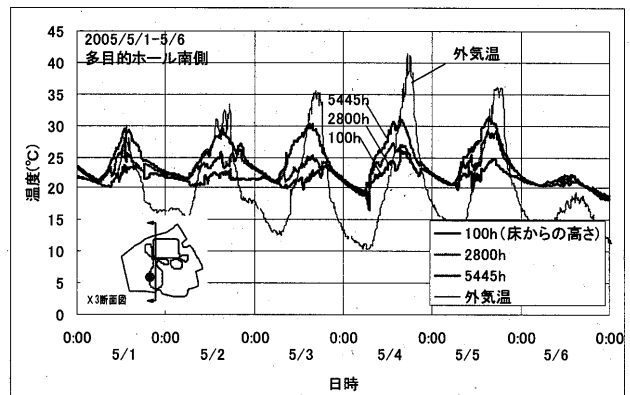


図3-2-2 室温と外気温の時系列変化 (多目的ホール)

側，東側とも居住域では20～27℃前後を変動している。多目的ホールも体育館同様半地下に埋設している。ホール全体をカーテンで囲い空調機を運転させると外気温が40℃を超えても，あまり影響を受けない。

### 3) エントランス入口，奥 (図 3-2-3)

エントランスは建物1Fの東側に位置し，早い時間から温度が上がる。17～36℃の範囲で変動し，多目的ホールと比較すると，ピーク時で8～10℃の差がある。

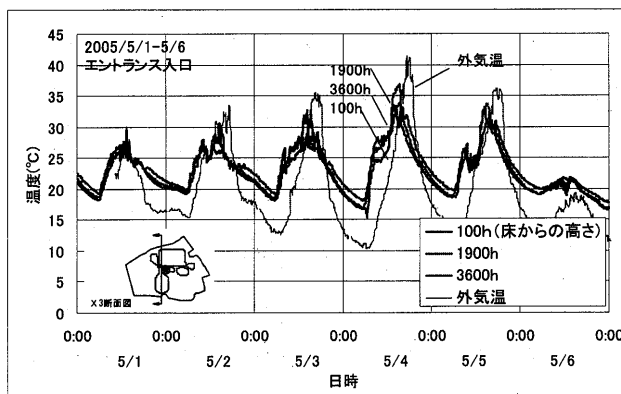
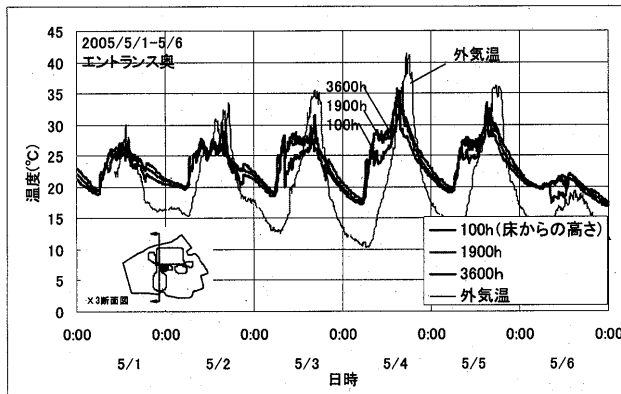


図 3-2-3 室温と外気温の時系列変化  
(エントランス奥，入口)

### 3. 3 床・天井と床・居住域の温度差および床上100mmの温度と垂直方向実測点の温度

5/3を代表日とし，各図①に床・天井と床・居住域の温度差について実測結果を示す。また，各図②に床上100mmの温度と垂直方向実測点の温度の関係を示す。快適温度を26℃から省エネルギー法で奨励されている夏期の冷房設定温度28℃を許容温度として示した。

### 1) 体育館 (図 3-3-1 ①, 図 3-3-1 ②)

図 3-3-1 ①に示すように，床と天井の実測点は約7100mm離れているが，北西側はピーク時で7～9℃，南東側は4～5℃の温度差がある。北西側は直射光の影響もあり，天井の温度が南東側に比べ4℃程度高い。床・居住域の温度差は北西側が南東側よりも1℃程度差が大きい。また北西側1Fは温度差が小さく，14～16時は床，居住域の温度が天井の温度を超える。

図 3-3-1 ②に示す床上100mmと垂直方向実測点の温度との関係を見ると，北西側は床からの高さ

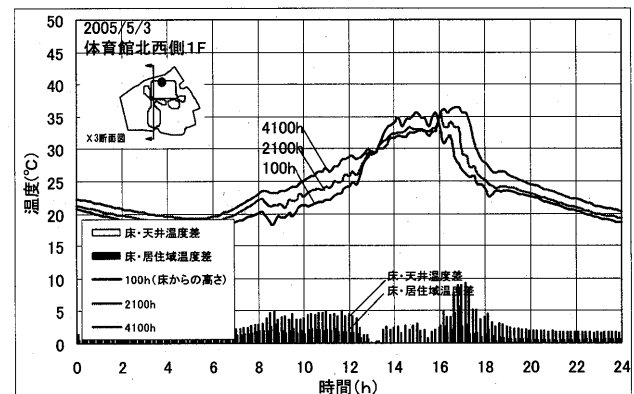
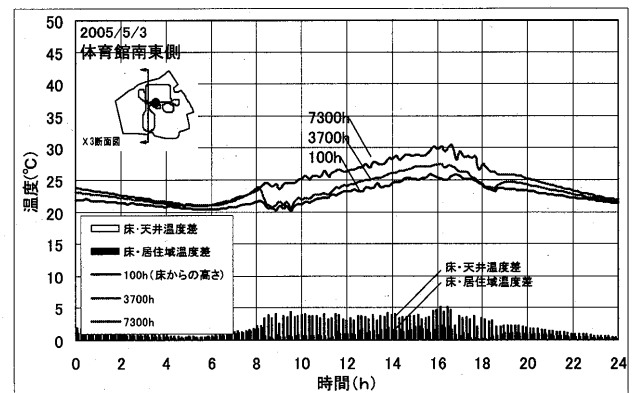
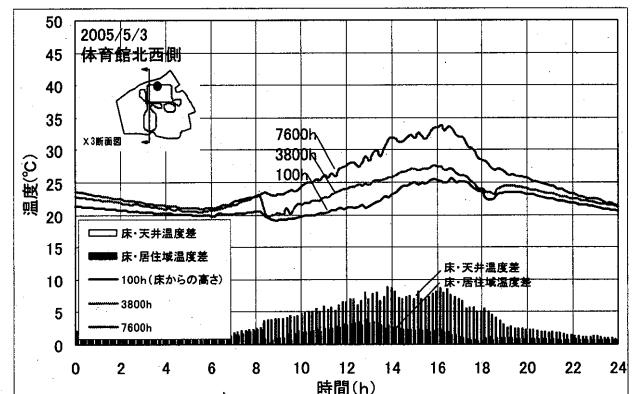


図 3-3-1 ① 床・天井と床・居住域の温度差  
(体育館北西側，南東側，北西側1F)

4000mm, 南東側は5500mm ぐらいまで許容温度範囲である。北西側1Fは直射光の影響もあり, 床から1000mmの高さでも許容温度を超える。

2) 多目的ホール (図3-3-2①, 図3-3-2②)

図3-3-2①に示す多目的ホールの実測点は床と天井が約5500mm 離れている。南側は1F部分に陽が入るため, 天井の温度が高く, 床との温度差が7℃あるが, 東側は4℃以内である。床と居住域の温度差は南, 東側とも同じで空調機運転中は1℃, 別の測定日であるが, 空調機停止時で日中4℃程度である。

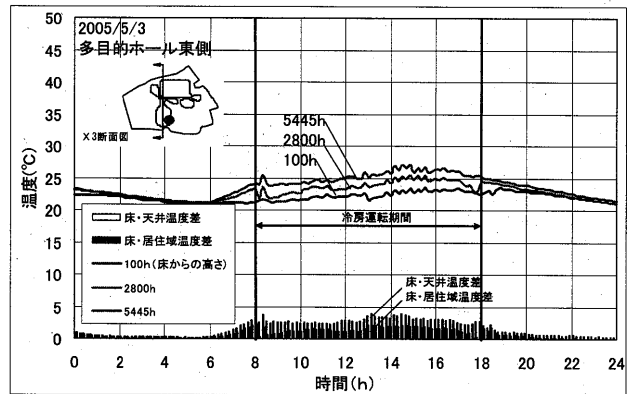
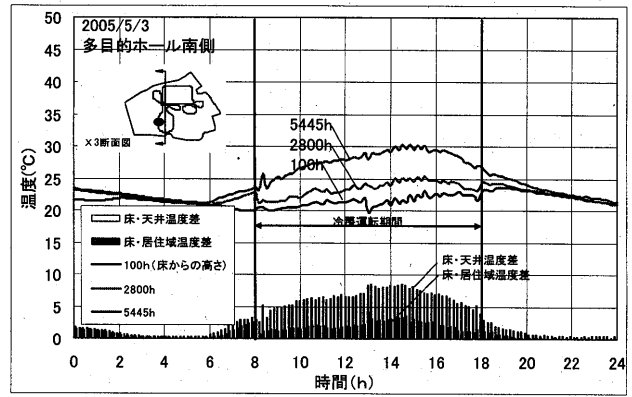
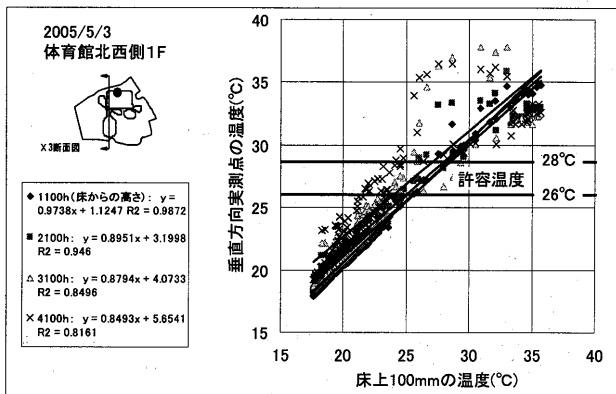
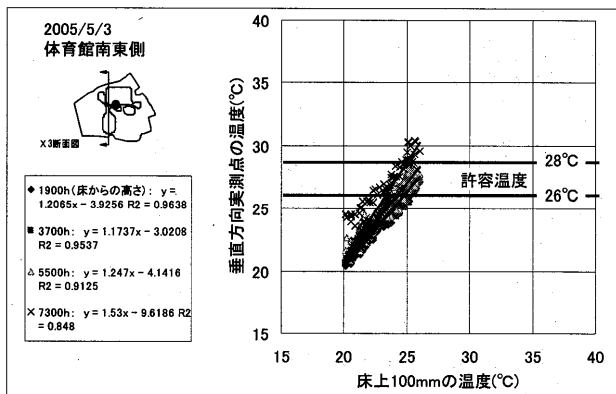
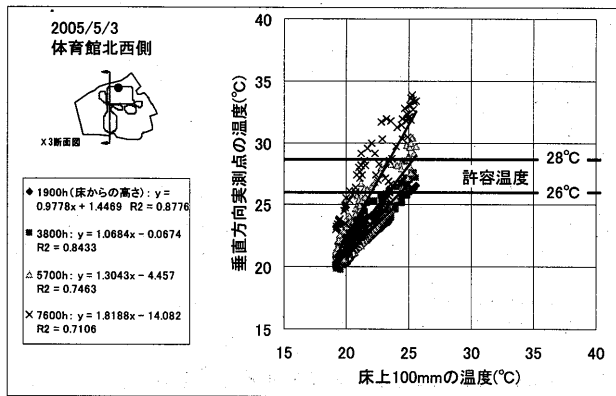


図3-3-2① 床・天井と床・居住域の温度差 (多目的ホール南側, 東側)

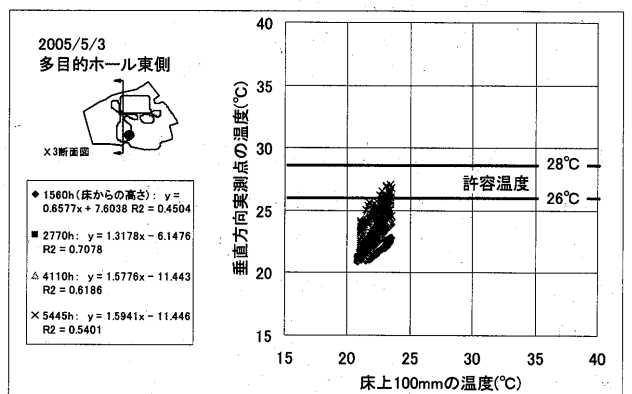
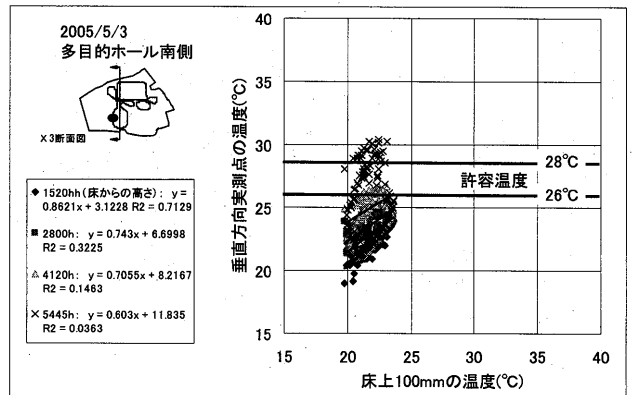


図3-3-1② 床上100mmの温度と垂直方向実測点の温度 (体育館北西側, 南東側, 北西側1F)

図3-3-2② 床上100mmの温度と垂直方向実測点の温度 (多目的ホール南側, 東側)

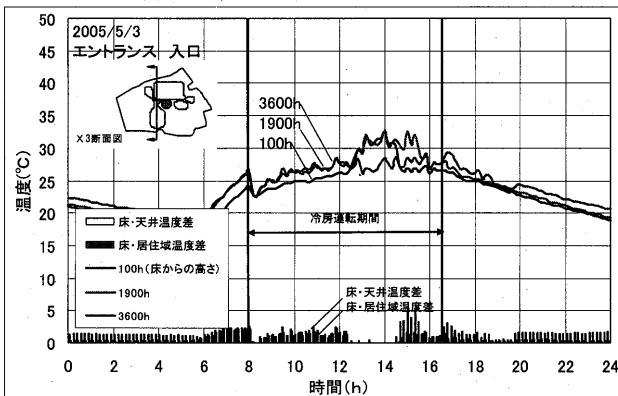
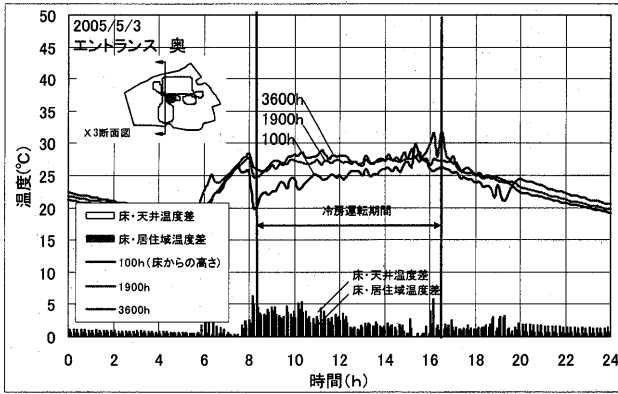


図 3-3-3 ① 床・天井と床・居住域の温度差  
(エントランス奥, 入口)

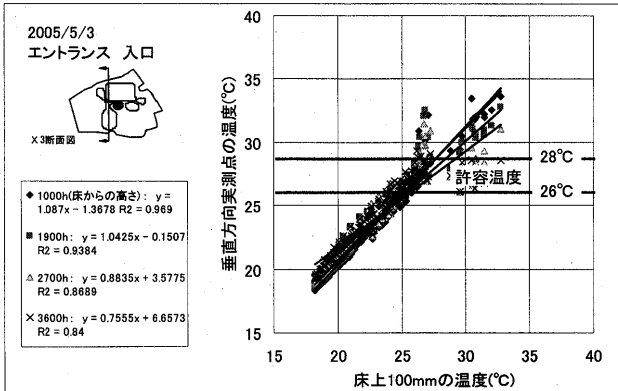
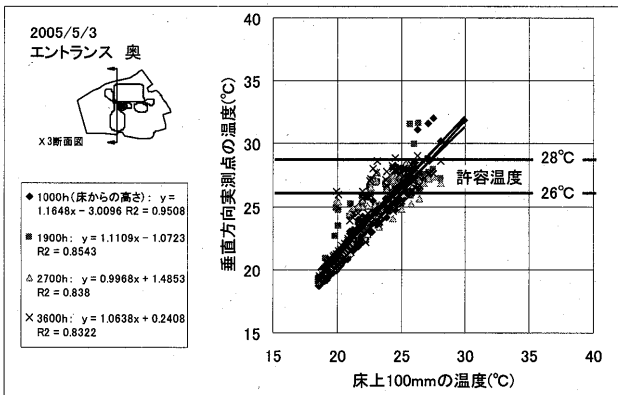


図 3-3-3 ② 床上100mmの温度と垂直方向実測点の温度  
(エントランス奥, 入口)

図 3-3-2 ②を見ると, 多目的ホール南側は体育館北西側同様直射光の影響もあり, 床から4000mmの高さまで, 東側は5000mmの高さまで許容温度範囲である。

3) エントランス入口, 奥 (図 3-3-3 ①, 図 3-3-3 ②)

図 3-3-3 ①に示すエントランス入口は床と天井の実測点は約3550mm 離れているが, 室の中心と天井の温度差はあまりなく, 床・天井, 床・居住域の温度差はどちらも 1~3℃である。エントランス奥は15時ごろ直射の影響で床の温度が天井よりも高くなる。

図 3-3-3 ②を見ると, エントランス入口は直射光の影響から一部居住域でも許容温度を超える場合が

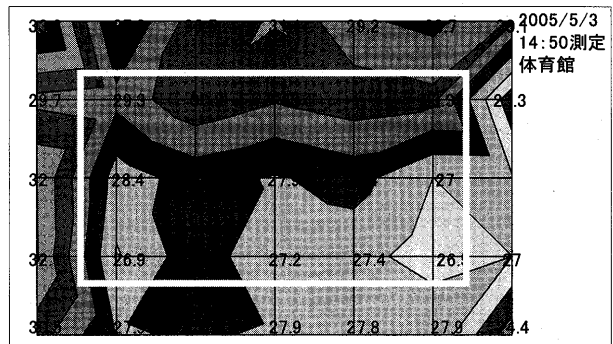
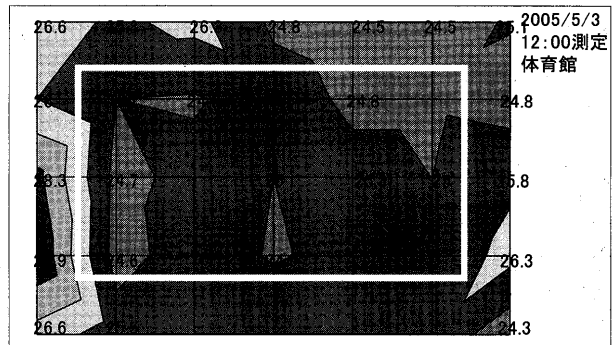
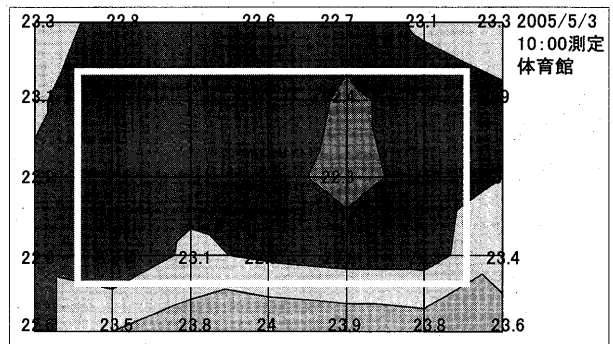


図 3-4 体育館水平温度分布



あるが、エントランス奥ともほぼ許容範囲である。

### 3. 4. 体育館の水平温度分布

図3-4に代表日の5/3の10:00, 12:00, 15:00の床上1.5m位置の水平温度分布を示す。実測点12-31は1F観覧スペース, 実測点32-46は地下である。10:00は東側の1Fと地下で約1℃の差があるが, 全体の温度差は1.5℃である。12:00は南側1Fと地下で4.5℃の差があるが, 直射光が当たらない場所では24.5~26℃程度で, 地下と1Fの差があまりない。15:00になると全体に気温が上がり, 西側1Fは最高で33.5℃を超えるが, 同じ1F部分で直射光が当たっていても窓を開放している部分では1.5℃程度低い。

## 4. ま と め

5月の鬼石多目的ホールの温熱環境および光環境実測から以下の結果を得た。

体育館, 多目的ホールは半地下に埋設しており, 天井高さが体育館は7340~8200mm, 多目的ホールは5780~6333mmある。建物外皮が薄く外部環境の影響が懸念されたが, 快適温度を26℃から, 28℃とすると, 天井の高さをとることで体育館では床からの高さ4000~5500mm, ホールでは4000~5000mmまで快適に保たれる。

また体育館1Fの観覧スペースは直射光の影響で床から1000mmの高さでも許容温度を超えることがあった。今回, 中間期の温熱環境を実測し, 日中外気温が40℃を超える夏日もあったが, 多目的ホール, エントランスでは冷房効果があり, 許容温度の範囲となった。

今後, 夏期・冬期の実測結果について報告する予定である。

### <参考文献>

- 1) 「新建築」5月号, pp.64-77, p.226, 新建築社, 2005. 5
- 2) 「GA JAPAN」74号, pp.10-23, エディーエー・エディタ・トーキョー, 2005. 7

(やまぐち はる 生活環境学科)  
(うちだ あつこ 生活環境学科)  
(さの たけひと 生活環境学科)