

# 夏期節電オフィスの温熱環境：PMV 値の測定と評価

安田彰典\*1 齊藤宏之\*2,3, 澤田晋一\*4,5, 萩原正義\*6, 岡 龍雄\*2,3, 田井鉄男\*7,  
加部 勇\*8, 幸地 勇\*8, 佐藤裕司\*9, 瀧上知恵子\*9, 土肥紘子\*9

東日本大震災と福島第一原発事故後の電力需給対策の結果、全国的規模での節電による夏期・冬期のオフィス温熱環境悪化の問題が浮上している。夏期の場合、オフィスの室温は 28℃とするように改めて強く推奨されているが、29℃に引き上げる妥当性も検討されている。そのためには、職場における熱中症予防のための対策を講じることが不可欠であるが、オフィスの温熱環境の把握のための温熱測定においてもまだ精確な基準がない。また同一ビル、フロア内において温熱環境が均一でないという報告もあり、測定方法の検討も必要である。そこで本研究では、単に温湿度のみならず放射温度と風速も含め総合的に温熱環境を測定・評価できる Predicted Mean Vote (PMV) 装置を用いて、関東地方のオフィスビルを対象に現場調査を行い、夏期節電下のオフィス温熱環境の実態と問題点をより定量的に明らかにしようとした。

オフィスの温熱環境は、部屋の中央部と窓際や壁際等とは大きく異なる可能性が高く、空調をコントロールするための測定場所が重要であり、また一律的な空調システムでは対応が難しいと考えられた。温湿度だけではわからない放射温度や風速も快適度には重要な因子であるため、温熱環境の把握には PMV 装置による測定が有用であると考えられた。また、日の当たる窓際では気温が 30℃を越え、放射温では瞬間 36℃に達する場合もあり、節電による設定温度の上昇が職場の環境を悪化させている可能性も示唆された。

**キーワード:** オフィス環境, 温湿度, 健康影響, PMV, 熱中症, 節電。

## 1 はじめに

オフィスの温熱環境は労働安全衛生法に準拠した事務所衛生基準規則により、室温は 17 度以上 28 度以下及び相対湿度が 40%以上 70%以下になるように努めなければならないと決められているが<sup>1)</sup>、東日本大震災後、電力需給対策としての節電により夏期・冬期のオフィス温熱環境悪化の問題が浮上している。夏期の場合、オフィスの室温は 28℃とするように改めて強く推奨されているが、節電のため 29℃に引き上げる妥当性も検討されている。しかしそのためには、職場における熱中症予防のための対策を講じることが不可欠であるが、そのような観点に立ちつつオフィスの温熱環境の快適性を把握するための温熱条件の測定方法と評価基準は必ずしも十分に確立されているとはいえない。

また同一ビル、フロア内において温熱環境が均一でないという報告もあり<sup>2)</sup>、測定方法の検討も必要である。

本研究は、単に温湿度ではなく放射温度と風速も含めた総合的な測定・評価のできる Predicted Mean Vote (PMV) 装置を用いて、夏期の節電下でのオフィス温熱環境の実態を把握することを目的として実施した。

## 2 対象と方法

### 1) 調査対象

調査は首都圏の大型オフィスビル内の事業所オフィス 6 カ所とそこに勤務する従業員を対象とした。A 事業所は、高台にある 10 階建て大型オフィスビルで 6,7,8,9,10F を対象とした。B 事業所は、高層ビルで、28F を対象とした。C 事業所は、北東側が硝子張りの 9 階建てオフィスビルで 2F を対象とした。D 事業所は、10 階建てオフィスビルで 4,6F を対象とした。E 事業所は、工場内の二つの異なる建物を対象とし、3 階建て建物の 3F と 5 階建て建物の 5F を対象とした。

### 2) 調査時期

調査は震災原発事故後の 2011 年度夏期および 2012 年度夏期に実施した。すなわち、A 事業所は 2011 年 6 月 27 日、B 事業所は 2011 年 7 月 4 日、C 事業所は 2011 年 7 月 6 日、D 事業所は 2012 年 7 月 30 日～6 月 2 日、E 事業所は 2012 年 8 月 6 日～8 月 10 日に実施した。

### 3) 調査測定項目

作業場における温熱条件(温湿度, PMV) の測定ならびに、自覚症状と温熱環境への訴えを中心としたアンケートを実施した。

#### (1) PMV 測定

PMV 測定には、図 1 に示すアメニティメーター AM-101 (京都電子) を使用した。PMV とは、予測平均温冷感申告のことで、1970 年デンマーク工科大学の Fanger によって発表された<sup>3)</sup>。体感温度ではなく温冷感を指標にしたことが特徴的であり、1994 年に ISO 規格

\*1 労働安全衛生総合研究所 健康障害予防研究グループ

\*2 同 研究企画調整部

\*3 同 有害性評価研究グループ

\*4 同 国際情報・研究振興センター

\*5 同 人間工学・リスク管理研究グループ

\*6 同 環境計測管理研究グループ

\*7 同 作業条件適応研究グループ

\*8 古河電工株式会社

\*9 富士通株式会社

(ISO7730)<sup>4)</sup> になっている。気温・放射温度・相対湿度・風速の4つの物理的要素と着衣量(clo)・作業量(met)という2つの人間側の要素のあわせて6つの要素から方程式により PMV 値と PPD 値が算出される。

PMV 値は-3 (非常に寒い) ~+3 (非常に暑い) までの7段階で判定される。快適推奨値は-0.5~+0.5 となっている。PPD 指数は、何%の人がその環境に不満足かを表すのに用いられる。この指標は、オフィスなど通常人が居住する比較的快適温度範囲に近い温熱環境を評価するのに適している。PMV 値が0の時、予測不満率(PPD)は5%、+0.5の時は10%、+1の時は25%、+2の時は75%、+3の時は99%となる。

PMV 算出式は、 $PMV=f(M) \times S$ ,

$f(M)=(0.303e^{0.036M}+0.028)$ ; 代謝量 M の関係係数,  
 $S=(M-W \cdot Ed-Es-Ere-Cre-R \cdot C)$ ; 人体の熱収支

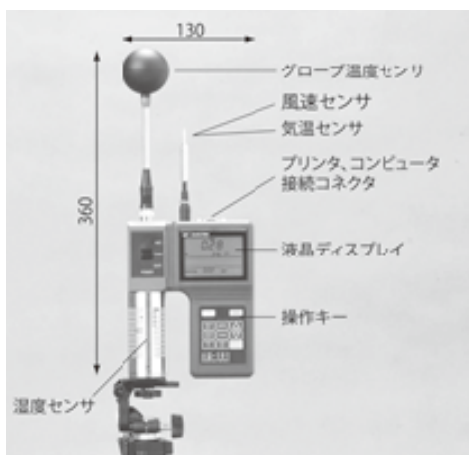


図1 アメニティメーターAM-101

で表される。

M : 代謝量 (W/m<sup>2</sup>)

E<sub>re</sub> : 呼吸による潜熱損失量 (W/m<sup>2</sup>)

W : 機械的仕事量 (W/m<sup>2</sup>)

C<sub>re</sub> : 呼吸による顕熱損失量 (W/m<sup>2</sup>)

E<sub>d</sub> : 不感蒸泄量 (W/m<sup>2</sup>)

R : 放射熱損失量 (W/m<sup>2</sup>)

E<sub>s</sub> : 皮膚面よりの蒸発熱損失量 (W/m<sup>2</sup>)

C : 対流熱損失量 (W/m<sup>2</sup>)

$$PPD=100-95e^{-(0.03353PMV^4+0.2179PMV^2)}$$

測定は、事業所の都合の良い日の9:00~18:00の間あるいは数日間連続で実施した。装置は三脚を用いて床上1.5mに位置するようにした。

PMV 解析は、測定日の9時から18時までのデータを代謝量 met=1.2, 作業服の保温力 clo=0.7 として行

なった。met は代謝量 M に関与し、(met=ある作業時のエネルギー代謝量 M/着席安静時のエネルギー代謝量 Ms), clo 値は熱損失に関与する。

また、調査事業所に一番近い気象台の気象観測データを調査日の屋外気象条件として、気象庁ホームページよりダウンロードしオフィス室内温熱環境条件と比較した。

## (2) アンケート調査

自覚症状ならびに環境への訴えを中心としたアンケート調査を測定事業所の従業員を対象に実施した<sup>5)</sup>。本報では環境への訴えのうち、「暑すぎる」の回答率を暑さ訴え率とし、PMV 設置場所並びに周辺エリアの値を集計した。各エリアに含まれる人数は約10~20人であった。

## 4) PMV 測定場所

温熱条件の測定場所の検討のためにフロア内の窓際、部屋中央部、窓の反対側の壁際、また特に暑いと訴えのある場所など数ヶ所に PMV 計を設置した。

### (1) A 事業所

6F 北西, 6F 東側中央, 7F フロア中央, 8F フロア中央, 9F フロア中央, 10F フロア中央の6カ所。

### (2) B 事業所

南西角部屋, 北東側北側, 南側部屋の中央, 南東側窓際中央, 南東側窓際の5カ所。

### (3) C 事業所

中央北, 中央部, 中央南, 南東壁際, 東側窓際の5カ所。

### (4) D 事業所

4F 中央東南窓際, 4F 中央北西廊下側, 6F 中央東南窓際, 6F 中央北西廊下側の4カ所。

### (5) E 事業所 3F

手前東南窓際, 奥西南窓際, 東側, 西側中央部の4カ所。

### (6) E 事業所 5F

中央部, 中央南窓際, 中央北廊下側, 右西南窓際, 右西側中央部の5カ所。

## 3 結果

### 1) A 事業所の測定結果

表1に設置場所別の平均計測データを示す。図2にA事業所の6Fの気温と外気温(近くの気象台のデータ)の推移を示す。図3に6Fの北西と東側のPMV値の推移を示す。図4にフロア別のPMV値の推移を示す。図5にフロア別の放射温度の推移を示す。図4, 5に示すように各フロアのPMV, 放射温は似たような変化のパターンを示したがフロアによってその時間軸は微妙にずれていた。気温も同様であった。

表 1 A 事業所の設置場所別の平均計測データ

	PMV	PPD	気温	相対湿度	風速	放射温度
		[%]	[°C]	[%]	[m/s]	[°C]
6F 北西	0.78	19.1	26.1	63.5	0.08	25.8
6F 東側中央	1.10	31.0	27.7	59.6	0.11	27.0
7F 中央	1.01	27.1	26.5	66.7	0.05	26.8
8F 中央	0.99	26.8	26.1	76.0	0.08	26.7
9F 中央	0.90	23.2	26.1	74.3	0.09	26.2
10F 中央	0.93	24.1	26.4	64.1	0.04	26.4

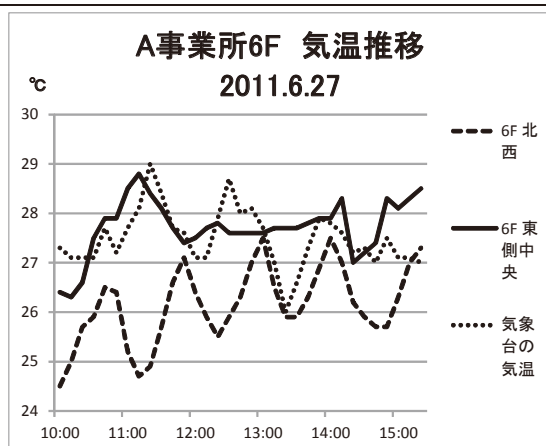


図 2 A 事業所 6F 気温推移

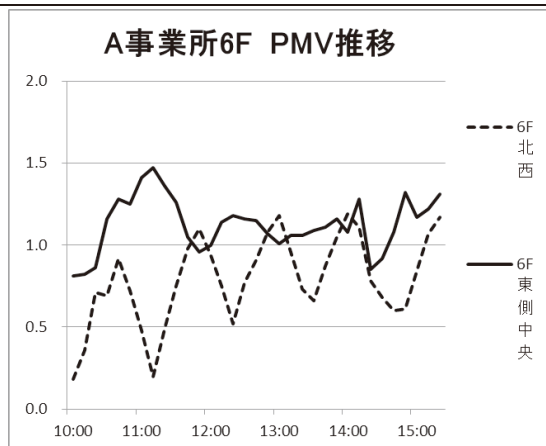


図 3 A 事業所 6F PMV 推移

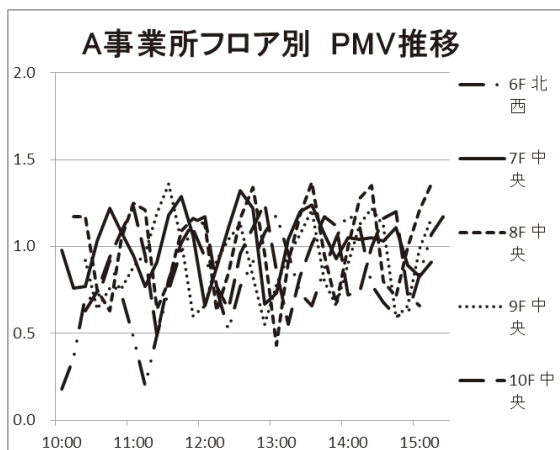


図 4 A 事業所 フロア別 PMV 推移

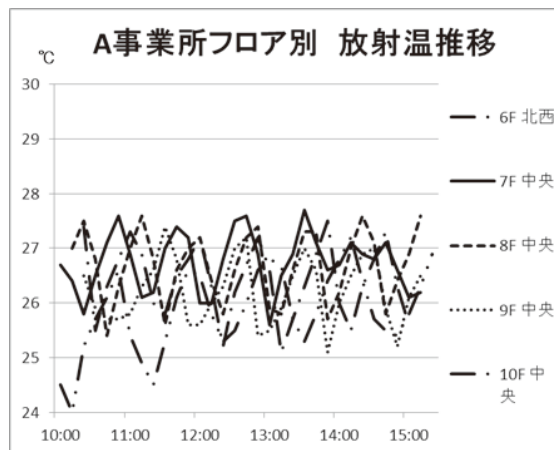


図 5 A 事業所 フロア別放射温推移

図 2 に示すように、6F 東側中央部は他の場所とは区切られた比較的小さな場所になっており空調のコントロールがほぼ均一になっていた。全体的には広いオフィス空間でこまめな空調コントロールが行われているが約 1 時間間隔で気温にして 3°C 程度、PMV 値で約 1 程度の変動が認められた。各階のそれぞれの平均を見ると PMV 値は約 1、気温はおよそ 26°C であるが、変動幅を見ると最高は PMV 値で 1.4、気温では 29°C 近くを示した。また、6F 北西部は他のどの場所よりも気温が低めであった。6F 東側部分は個別空調のため他の場所とは推移のパターンが異なった。気温も他より 1.5~1.2°C 高く、放射温度は 1.2~0.3°C 高かった。また、6F 東側部分以外は外部

気温と似たような推移を示したが、ピークはおよそ 30 分程度ずれていた。

相対湿度は、気温の推移と同様な 1 時間間隔で 50~80% の間の変動パターンを示した。平均相対湿度は事務所衛生基準規則の 40~70% にほぼ収まっていたが、8・9F では 70% を超えていた。風速も測定期間中は基準規則の 0.5m/s 以下であった。

## 2) B 事業所の測定結果

表 2 に設置場所別の平均計測データを示す。図 6 に B 事業所と当日の事業所近くの気象台の気温の推移を示す。図 7 にフロア別の放射温の推移を示す。図 8 に PMV の推移を示す。図 6 は、B 事業所の各場所の気温変化はほ

表 2 B 事業所の設置場所別の平均計測データ

	PMV	PPD [%]	気温 [°C]	相対湿度 [%]	風速 [m/s]	放射温度 [°C]
南西角部屋	1.19	34.7	27.8	51.9	0.02	27.5
北東側北側	0.96	24.9	27.7	46.1	0.17	27.3
南側部屋の中央	1.09	30.1	27.7	48.9	0.16	28.1
南東側窓際中央	1.23	37.0	27.9	46.1	0.04	28.1
南東側窓際	1.11	31.7	27.3	48.2	0.06	27.8

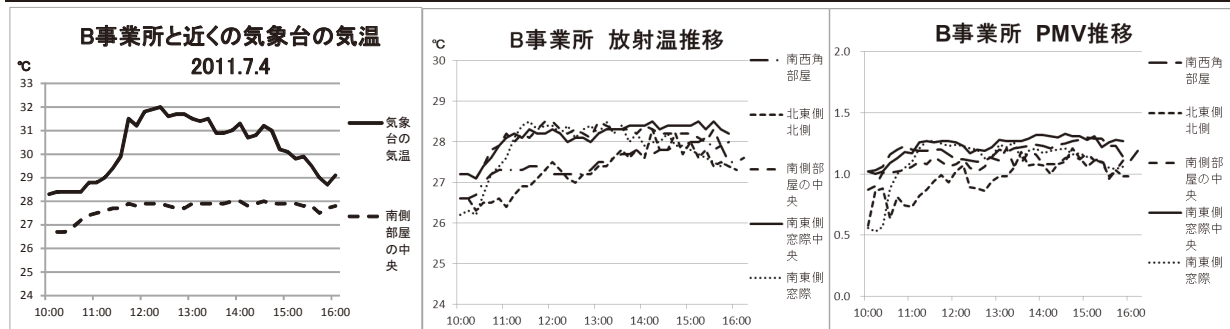


図 6 B 事業所の気温推移

図 7 B 事業所の放射温推移

図 8 B 事業所の PMV 推移

表 3 C 事業所の設置場所別の平均計測データ

	PMV	PPD [%]	気温 [°C]	相対湿度 [%]	風速 [m/s]	放射温度 [°C]
中央北	0.93	23.2	27.0	47.0	0.06	26.8
中央部	0.76	17.6	26.9	44.1	0.14	26.5
中央南	1.21	36.0	27.9	44.8	0.02	28.0
南東壁際	1.09	31.9	27.6	40.6	0.07	28.0
東側窓際	1.36	44.3	28.9	43.1	0.14	29.0

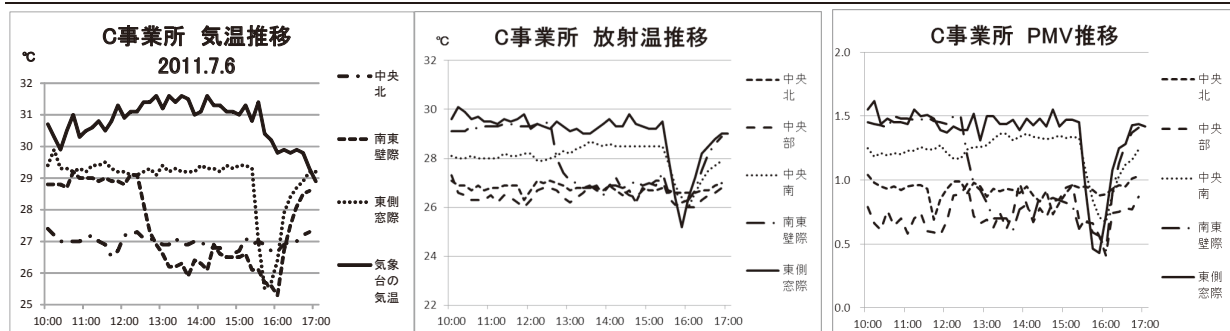


図 9 C 事業所の気温推移

図 10 C 事業所の放射温推移

図 11 C 事業所の PMV 推移

とんど同じであったので南側部屋の中央部の気温で代表させた。

気温は日中を通して 26.5°C~28.5°C の間にコントロールされており、外部気温の推移とは明らかに異なる推移であった。放射温度は、南側や窓側では 11 時過ぎから 16 時過ぎまで 28°C を超えていた。北側では 15 時頃ピークを迎え一時的に 28°C を超えた。このとき外部気温は下がり始めていた。つまり外部気温のピークの後にオフィス内での放射温度のピークが認められた。

相対湿度は、45~55% の間でほぼ一定に推移しており事務所衛生基準規則の 40~70% に収まっていた。風速も事務所衛生基準規則の 0.5m/s 以下だった。

### 3) C 事業所の測定結果

表 3 に設置場所別の平均計測データを示す。図 9 に C 事業所と当日の近くの気象台の気温の推移を示す。図 10 に放射温の推移を示す。図 11 にフロア別の PMV 値の推移を示す。南側、窓際が気温・放射温・PMV 値ともに高くなっていた。一日を通して北側と南側では、気温・放射温は 2°C~3°C、PMV 値は約 0.9 差があった。南東壁際、東側窓際では午前中外部気温の上昇とともに上昇したあと 29°C 前後で推移し、南東壁際では午後 26°C まで下降し、東側窓際は 15 時過ぎに 26°C まで下降したが、両地点で 16 時頃再び 29°C 程度まで上昇した。PMV

表 4 D, E 事業所の設置場所別の平均計測データと暑さ訴え率

		PMV	PPD	気温	相対湿度	風速	放射温度	暑さ訴え率
			[%]	[°C]	[%]	[m/s]	[°C]	(暑すぎる)
D 事業所	4F 東南窓側	1.01	27.8	27.9	48.7	0.28	27.4	50
	4F 北西廊下側	0.59	13.4	25.7	49.6	0.07	25.6	—
	6F 東南窓側	1.08	29.9	27.3	44.9	0.04	27.7	58
	6F 北西廊下側	0.80	18.8	26.6	47.7	0.09	26.5	—
E 事業所	手前(東南)窓側	1.22	36.8	27.9	45.3	0.13	28.8	76
	3F 奥(西南)窓側	1.43	47.2	28.7	42.5	0.09	29.4	60
	奥(東)側	0.84	21.6	26.9	48.1	0.14	26.9	76
	手前(西側)中央	1.01	27.1	27.5	48.1	0.12	27.4	66
E 事業所	5F 中央(南)窓側	1.39	45.5	28.7	41.9	0.13	29.5	52
	中央	0.95	24.2	27.0	43.7	0.06	27.1	—
	中央(北)廊下側	0.93	23.6	27.3	45.6	0.13	27.3	40
	右(西南)窓側	1.12	31.7	27.7	43.6	0.14	28.6	93
	右(西側)中央	1.10	30.9	27.9	44.2	0.10	27.7	—

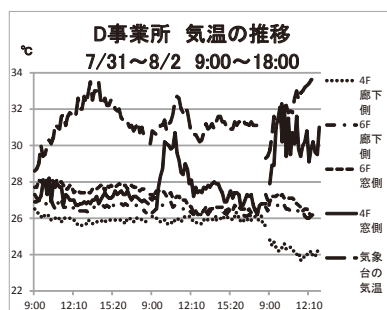


図 12 D 事業所の気温推移

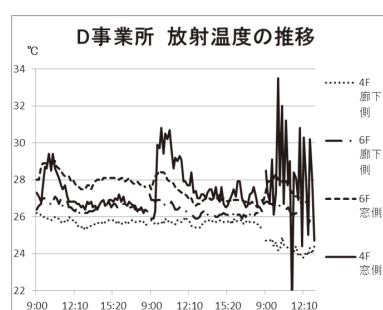


図 13 D 事業所の放射温度推移

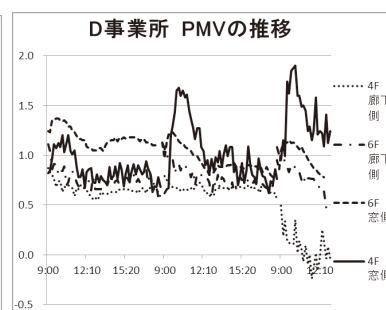


図 14 D 事業所の PMV 推移

値も気温と同様な変化を示した。何ヶ所かで気温・放射温度が一気に下がったり上がったりしているのは空調の手動によるオンオフによるものと思われるが、外部気温が下がりつつある 17 時においてもオフィス内では高かった。相対湿度の推移は、38～51%の間で微変動するパターンを示したが、事務所衛生基準規則の 40～70%にほぼ収まっていた。風速は事務所衛生基準規則の 0.5m/s 以下だった。

#### 4) D 事業所の測定結果

表 4 に D, E 事業所の平均計測データと暑さ訴え率を示す。図 12 に D 事業所の気温の推移を示す。図 13 に D 事業所の放射温度の推移を示す。図 14 に D 事業所の PMV 値の推移を示す。

4F, 6F ともに窓側が廊下側より平均気温で 0.7～2.2°C, 平均放射温で 1.2 から 1.8°C, 平均 PMV 値で 0.3～0.4 高かった。1 日目は外部気温の上昇にも室内気温は 28°C 以下に制御されていたが 2 日目 3 日目は外部気温の上昇に伴って午前中 30°C を超えていた。3 日目, 放射温度が小刻みに変動していたが原因はよくわからなかった。2 日目 3 日目の気温が上昇した時間には PMV 値も 1.5 を

超え、最高 1.9 を示した。窓側では PPD 値は 30%程度であったが、アンケートの結果では約半数の人が暑すぎると訴えていた。

相対湿度の推移は、勤務時間の始まる頃は高く、次第に下がるパターンを示したが事務所衛生基準規則の 40～70%に収まっていた。風速は概ね事務所衛生基準規則の 0.5m/s 以下だったが、窓際で一時 1m/s を超す場合が認められた。おそらく窓を開けたためだと思われる。

#### 5) E 事業所 3F の測定結果

図 15 に気温の推移を示す。図 16 に放射温度の推移を示す。図 17 に PMV 値の推移を示す。手前東南窓際と奥西南窓際、手前東側と奥西側中央部の推移はほとんど同じだったのでグラフでは、東南窓際と東側のデータを示す。さほど広いとは言えない部屋で窓側と中央部分では、平均気温で 1.8°C, 平均放射温度で 2.5°C, 平均 PMV 値で 0.6 の違いが認められた。窓側では 3 日ともに午後に放射温度が高くなり、32°C～36°C 近くまで上昇することも認められた。特に 3 日目の午後は気温も外部気温より高くなり 31°C 程度に上昇し、PMV 値は 1.5～2.12 まで上昇した。

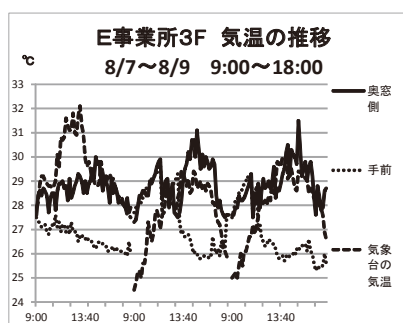


図 15 E事業所3Fの気温推移

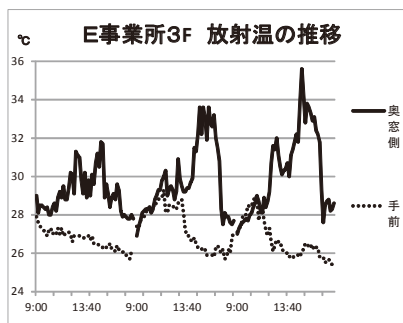


図 16 E事業所3Fの放射温推移

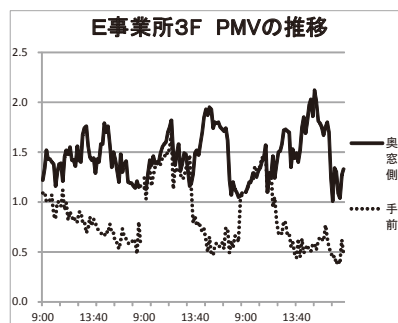


図 17 E事業所3FのPMV推移

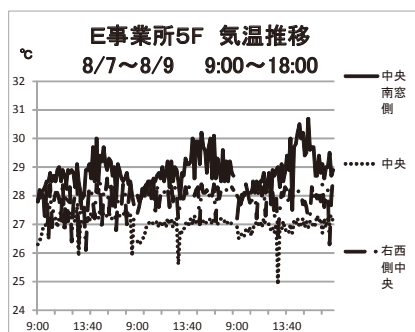


図 18 E事業所5Fの気温推移

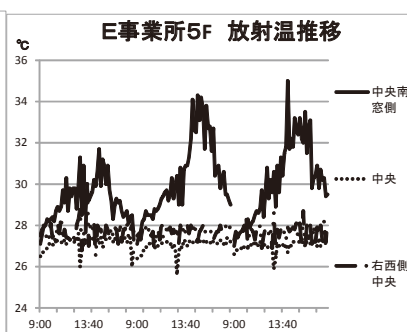


図 19 E事業所5Fの放射温推移

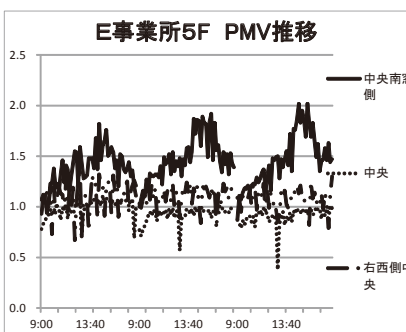


図 20 E事業所5FのPMV推移

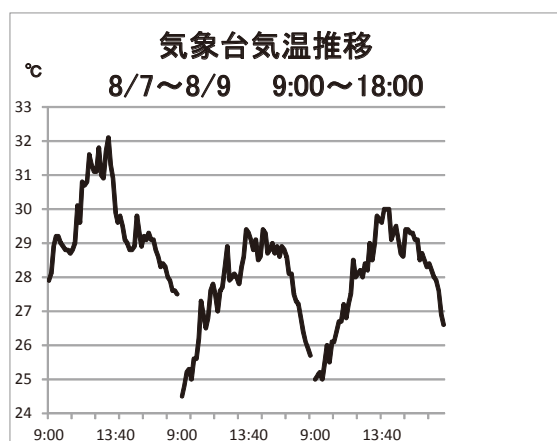


図 21 事業所近くの気象台の気温推移

PPD 値が 20% 台の場所においても実際のアンケート結果では 70% の人が暑すぎると訴えていた。放射温では窓側のほうが暑くなっているが、アンケートでは奥側も 76% と高い。これは、アンケート人数が 15~21 人と少ないことによる誤差と、E 事業所 3F の部屋は比較的狭く、また空調設備が古いことによってエリアによる差が少ないことによるものと考えられた。

相対湿度の推移は、始業時には 60% 程度あったが次第に下がり午後 3 時頃 30% 台になりまた再び上昇するパターンを示し、事務所衛生基準規則の 40~70% からすこし逸脱していた。風速は、事務所衛生基準規則の 0.5m/s 以下だった。

#### 6) E 事業所 5F の測定結果

図 18 に気温の推移を示す。図 19 に放射温度の推移を示す。図 20 に PMV 値の推移を示す。図 21 に事業所近くの気温推移を示す。右西南窓側のデータは計測時間間隔が他と違ったのでグラフから省いている。中央北廊下側と中央はデータがほとんど同じであったので中央で

代表させた。窓側では中央部・廊下側と比べて平均気温で 1.4~1.8°C、平均放射温度で 2.2~2.4°C、平均 PMV 値で 0.44~0.46 高かった。中央窓際の気温は 3 日通して 28~31°C で推移し、午前中は概ね 29°C 以下であったが午後にはほとんど 29°C を超えた。一方中央部では概ね 27°C で推移していた。放射温度も同様の推移を示したが窓側は 2 日目、3 日目の午後にはピーク時 34°C を超えた。PMV 値も同様な推移で、3 日もとも午後は 1.5~2.0 の範囲であった。

相対湿度の推移は、35~50% の間で微変動をするパターンであり、ほぼ事務所衛生基準規則の 40~70% 内に収まっていたが、窓側だけは午後の時間帯 35~40% であった。風速は概ね事務所衛生基準規則の 0.5m/s 以下だったが、窓側で瞬間的に 0.5m/s を超える時があった。

暑さ訴え率が右(西南)窓側で 93% と高く中央窓側が 52% と低い。同じ窓側で差があるのは、空調機の位置、席の配置やアンケート人数が 15 人と少ないことなどによるものと思われた。

#### 4 考察

PMV は ISO 規格にも制定され広く室内環境測定の基本となっている。単なる温湿度のみではわからない労働者の感じている温冷感を数値化して表示できるので、実際のオフィス環境での実態を把握するのに有用であると考えられている。

今回、A 事業所のように広いオフィス空間では空調温湿度がこまめに制御されてはいても部屋の中央部では気温や PMV 値は大きく変動を繰り返しておりオフィス内での労働環境の変化を PMV 測定によりはつきりと示すことができることがわかった。事業所間ではオフィス内の気温・放射温・PMV 値の推移は大きく異なったが、

これはオフィスの広さ・空調コントロールの仕組み・気象条件によるものの複合的な影響だと考えられる。

相対湿度は、どの事業所でも概ね事務所衛生基準規則の40～70%に収まっていたがE事業所で低い場合が認められた。E事業所3Fの場合は、空調設備が古くコントロールが効きにくいためだと考えられる。どの事業所においても相対湿度の変動はPMV値の変動とはほとんど関係なかった。

風速は、オフィス内ではほとんど無風状態で事務所衛生基準規則の0.5m/s以下だったため温熱環境への影響はほとんどないと思われる。

オフィスの窓際は部屋の中央部や窓と反対側に位置する場所に比べるとPMV値が高かったが、この原因は主に放射温度の高さに由来していると考えられる。平均気温の範囲は1℃以下に収まっていたとしても平均放射温度の範囲は1℃以上の場所が多く、瞬間的には10℃近くも差がある場合も認められ、窓際での日照の影響の強さがPMV値に影響しているものと思われる。D・E事業所のように中央部や廊下側では暑さを訴える率が40～50%台であるのに対し、窓側では70～90%以上に達しており、いかに窓際の環境が他と比べて劣悪であるかということがPMV測定によりはっきりさせることができたものと思われる。また、節電期間中、日の当たる窓際では気温が30℃を越え、放射温度では瞬間36℃に達する場合もあり、節電による設定温度の上昇が職場の環境を悪化させている可能性も示唆された。

屋外気象条件と室内環境を比べた場合、外気温が高くなれば高くなる場合もあれば変化しない場合も認められた。室内中央のように日照が届かない場所では外部気温の影響はほとんど認められないが、窓際では気温が高くなると日照により放射温度が高くなり室内内部と比較してPMV値も上昇している。また、そのピークは30分～1時間程度遅れていたことから、建物が日照により暖められた影響が強く出たものと考えられる。したがって窓側では日照を防ぐことが特に重要であると思われる。

今回の調査対象では、すべての場所でPMV推奨値である-0.5～+0.5の範囲を超えており、アンケートの結果からも労働者の主観的には相当暑く、不快であることが

確認され、節電下のオフィス環境の実態がPMV測定によりはっきりと示されたと考えられる。

オフィスの温熱環境は、部屋の中央部と窓際や壁際等とでは大きく異なる可能性が高く、空調をコントロールするための測定場所が重要であり、また一律的な空調システムでは対応が難しい。単なる温湿度測定では窓際のPMV値が高値であること、さらにいえば熱中症のリスクが高まっていることを見逃してしまう可能性もあるので注意が必要であろう。また、温湿度だけではわからない放射温度や風速も快適度には重要な因子であるため、温熱環境の把握にはPMV装置による測定が必要であると思われる。

近年、商用タイプの空調機にはPMVを利用した制御を搭載しているものが増えておりエネルギー削減に効果があると言われている。しかし、今回の調査でも認められたように、室内の環境は一定ではなく、窓際などでは放射温による影響が強く、測定場所のPMV値も大きく差が出る。よって、一律に制御するのではなくオフィス内の数ヶ所のPMV測定を柔軟に考慮した制御が必要と思われる。

## 文 献

- 1) 事務所衛生基準規則(昭和四十七年九月三十日労働省令第四十三号)
- 2) Fanger PO. 1977. Local discomfort to the human body caused by non-uniform thermal environments. *Ann Occup Hyg.* 1977 Dec;20(3):285-91.
- 3) Fanger PO. 1970. Thermal comfort. Danish Technical Press
- 4) ISO 7730:2005(E); Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria
- 5) 齊藤宏之, 澤田晋一, 安田彰典 他. 節電下のオフィス環境における温湿度と健康影響調査. 労働安全衛生総合研究所特別研究報告 No.43, 157-163, 2013.