

明治鍼灸大学における人工環境（室内温度、湿度）の観測

森本 安夫

明治鍼灸大学 物理学教室

要旨：ある施設の温度、湿度と言った人工環境は建造物の保守管理、職員の勤務及び学生の学習等の条件設定にとって重要な要件であろうが、明治鍼灸大学では過去に観測されたことがない。そこで本学において使用頻度の高い施設を7箇所を選び、そこでの温度、湿度を1ヶ月のうち1週間観測しその月変化を1年間にわたって観測した。7箇所は以下の通りである。事務棟1階事務室、同4階大会議室（教室としても使用）、学生食堂、学習棟4階大教室、同図書室、同1階学生ロッカー前廊下及び研究棟1階顕微鏡実習室である。結果は夏季における冷房、冬季における暖房の過剰、あるいはそれによる異常な湿度の低下等の空調に関する一般的な問題点の存在を示している。当物理教室は本学開設以来この地方の気象観測を続けており、既に10年を経過し新たな研究テーマとして上記の観測を開始した。

Observation of Artificial Environment (Room Temperature and Humidity) in Meiji College of Oriental Medicine

MORIMOTO Yasuo

Department of Physics, Meiji College of Oriental Medicine

Summary: Although the data on artificial environment(room temperature and humidity) are important for maintainance of buildings and for setting the conditions of work, study and research activities, they have not been observed since now. The department of physics has started the observation of the artificial environment since 1991 to attain a suitable control of artificial environment. Seven points were selected as follows: the conference hall of fourth floor and the office of first floor in clerical building, the restrunt for students, the large lecture room of fourth floor, the library of second floor and the corridor before the locker room for students of first floor in the lecture building, and the practice room for micro-scope observation of first floor in the research building. The results show the general problems concerning the air condition, that is, the over-cooling in summer, overheating in winter and the abnormal lowering of humidity by air conditioning.

Key Words : 人工環境 Artificial environment, 室内温度 Room temperature, 室内湿度 Room humidity, 空調 Air conditioning, 明治鍼灸大学 Meiji College of Oriental Medicine

I 序 論

当物理教室は本学開設以来（1978年）学習棟前の百葉箱によりこの保野田地区における気象観測を継続しており、1990年には10年間（1980～1980年）の気象報告を完成させた¹⁾。主な結果を記すと以下の通りである。

平均気温	12.1℃
平均最高気温	17.4℃
平均最低気温	7.2℃
最高気温	36.9℃(1981年8月2,3日)
最低気温	-14.2℃(1981年2月28日)
平均湿度	78%
平均最低湿度	47%
平均年降水量	1491mm
平均気圧	1010hPa

この報告書の完成とともに新たに2項目についての観測を開始した。一つは大学前駐車場の西側を流れる胡麻川の水温の観測で、もう一つは学習棟南側3～4階階段外側でのCO₂濃度の観測である。1990年の測定開始以来既に3年のデータの蓄積をみているので近い将来本誌上を借りて報告を行ってゆく予定である。

以上は自然環境についての観測であるが、我々にとってそれに劣らぬ重要性をもつのが室内、それも暖房、冷房の入った状態での温度、湿度であろう。これらは普通人工環境と呼ばれ、その中で我々は学習し、研究を行い、臨床に励みあるいは勤務することになる。従ってその条件の設定は重要な意味を持つ。快適な条件を設定しなければ正常なあるいは効率的な学習その他の勤務をなし得ない。あるいは逆に過剰な空調により夏冬の室温の逆転と言った馬鹿げたことも起こり得る。最後にその為の費用の問題がある。これは本学のみ問題ではなく夏場の一時期に電力需要が集中し停電等の心配が現実の問題となっているのはよく知られている。1992年には本学においても使用電力が契約電力を上回る事態が起り、必死の節電キャンペーンがなされたことは記憶に新しいことであ

る。もっともこれは動物舎の増築および臨床研究棟の新設といった固定的な需要増大の要素が大きいのであろうが。

いずれにせよ空調は諸々の面において重要な意味を持つ。これをベストの方向へもってゆくには現状の把握、すなわちデータの収集は必須の要件であろう。当物理教室では大学、病院の各施設における人工環境を観測する仕事を1991年から開始した。現在（1993年3月）大学の施設の観測を終了したのでここに報告することとした。病院については1994年3月に終了する予定なのでそれを待って報告する。

II 観測箇所とデータの整理について

観測項目は温度と湿度とした。普通人工環境というこの二つを指すようである²⁾。観測はある場所に対して1ヶ月につき1週間行いそれを1年間実施した。各月のうちの観測時期は不定である。施設の稼働日と非稼働日について例えば冬季を考える。稼働日で暖房が入っていればその日の最高温度は普通25℃程度になるが、そうで無ければ10℃程度になる。これらを単純に平均してしまえば最高気温（ほぼ勤務状態での室温）は日常感じている温度よりもかなり低めになってしまう。しかしこの平均値は建造物の保守管理には重要な値である。一方そこに勤務あるいは学習に従事する人にとっては稼働日の平均値が意味があることになる。このことは最近のように土、日曜日が休みとなり稼働日が少なくなると一層問題になる。これらを別々に出せればベストであろうが、各月の観測期間、1週間を稼働、非稼働に拘らず全ての日を単純に平均したものを表に出し、グラフには上、下限を示しその差を掴めるようにした（例としては表1および図3を見よ）。次に観測箇所としてはできるだけ多人数が使用しかつ使用頻度の高い所を選んだ。とりあげたのは以下の7箇所である。各観測箇所を本文では（ ）内の名称で記す。

学習棟 4階大教室、教壇前東側（大教室）
2階図書室、書庫入口付近（図書室）

- 1階学生ロッカー前廊下 (1階廊下)
- 学生食堂 入口東側 (学生食堂)
- 事務棟 4階大会議室, 北西隅 (大会議室)
- 1階事務室西側 (事務室)
- 研究棟 1階顕微鏡実習室南東隅 (顕微鏡室)

これら以外にも観測を要する場所は多い。例えば研究棟の各研究室, 学習棟の講義室, 実習室, 本館事務室あるいは大学院等。残念ながら観測機器の台数に限りのあるため, ひとまずは上記の場所に限らせてもらった。残る部分については今後の観測に委ねたい。それでは以下に各場所についてのデータをみてゆくことにしよう。

Ⅲ 結果 (データ各論)

3-1. 事務棟1階事務室

この場所をとりあげたのは事務職の人のほとんどがここで勤務していることと, 休日出勤が多く稼働率が高いこと及び学生, 外来者の出入りが多いためである。平均的な量を示す前に各季節における1週間の様子をみてみよう。図1 (1) は1992年2月10日から17日に至る室内のデータである。9時前に暖房が入り10時には20℃を越す。19~20時で仕事が終わる暖房が切られ以後翌日の朝暖房の入るまでゆっくりと温度が低下するという経過をたどる。下がり方は部屋の断熱の仕方とかなり異なる。ここでは13~15℃までしか下がらない。この点については後ほど詳述する。この傾向はもちろどこでもほぼ共通である。この時期は後期テスト, 資格試験, 入試あるいは卒業に関する事務が堆積しているので日曜, 休日も出勤している。湿度の方も暖房と共に急激に低下し, 16時頃最低となる。電力による空調なので水分量は変化しないためである。勤務中の湿度は25~40%とかなり乾燥している。温度は20~26℃の範囲にある。快感帯と

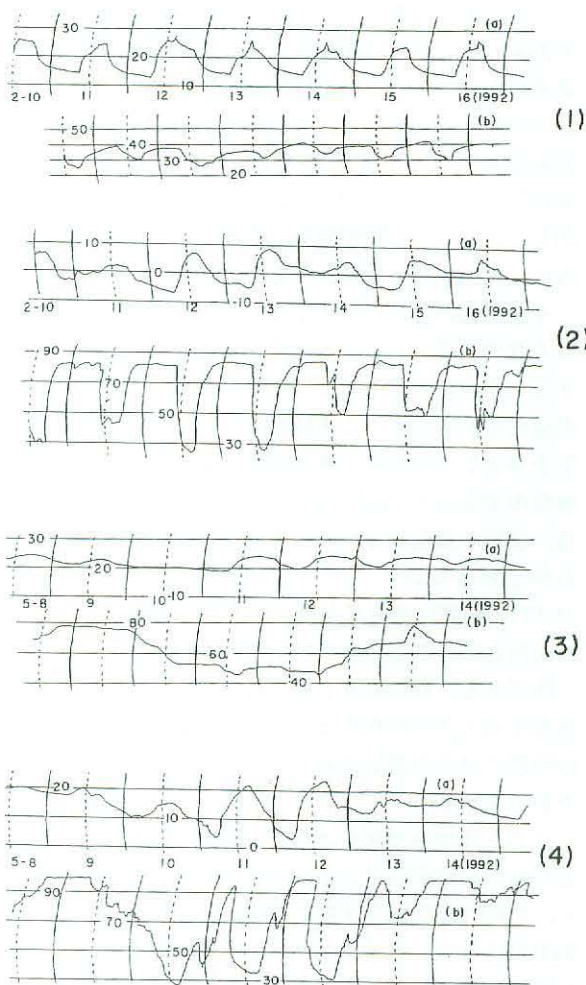


図1. 事務室及び外気の温度及び湿度。

(a)と(b)の間の数字は月, 日を示す。日記録計のドラムの回転スピードが異なるため図面上では日がずれているように見えるので注意されたい。(1 a)で30, 20, 10等の数字は温度を示し, 単位は℃, (b)で書いてある数字, 50-20は湿度を示し単位は%である。以下の図でもこれらのことは共通である。縦の実線は日の区切りを, 点線は午前12時を示す。

(1 a, b) 1992年2月10日から16日に至る室内の温度及び湿度。

(2 a, b) (1)と同時期の外気の温度及び湿度。

(3 a, b) 1992年5月8日から14日の室内の温度及び湿度。

(4 a, b) (3)と同時期の外気の温度及び湿度。

呼ばれる範囲は17~25℃, 45~65%とされている³⁾ので湿度については少し注意が必要である。このような傾向は4月初旬まで続く。参考のため図1(2)に同時期の外気温(a)及び湿度(b)を示す。12日を例にとると最低気温-6.8℃に対し室内では13.0℃, 最高では7.3℃に対し26.5℃とその差はいずれも20℃に近い。この時期外気の湿度もずいぶん低い。天気の良い日は20%をきることもある。

4月下旬から7月初旬までは暖房の必要はなくなる。図1(3)と(4)に1992年5月8日から14日の室内および外気の温度、湿度の変化の例を示す。この時期には外気温が10℃をきる事が少なくまた最高気温も20℃前後なので室内では温度変化が極端に少なくなる。夜間の最低気温に対して昼間は5℃程度しか上昇しない。この1週間室温は18.8~24.5℃の範囲にある。湿度は雨の降る日は70~80%と高くなるがそうでなければ45~55%の間である。外気よりも幾分湿っぽい。中で勤務する人間の存在によるものである。暖房の時期にはこの湿気は強制的に排除されていたわけである。

7月中旬を過ぎると冷房の時期となる。この時期の特徴的なことは朝方最高気温となり、昼間に最低気温が現われることである。例を1992年7月31日から8月7日の場合について図2(1)に示す。室温は1週間で最低22.8℃最高26.2℃でその差は3.4℃しかない。冷房は冬季の暖房と同じく9時に入り20時までの間働いているようだ。勤務時間中はほぼ23℃から24℃に保たれている。それが切れるとすぐ25℃程度にまで上昇し翌朝までそれを保っている。8月3日は雨のため外気温は最高23.8℃にしかならぬのにやはり冷房が入り23℃となっている。習慣のなせる技であろうが、もったいない話である。この時期には当然最低温度の条件で勤務していることになる。湿度の方は人の出入りとともに激しくかつ細かく変動している。発達した太平洋高気圧のため外気の湿度が高く人とともに室内に入り込んでく

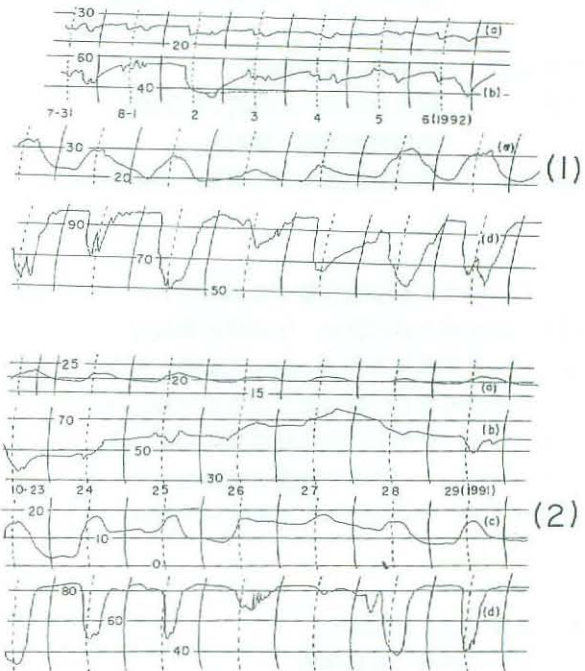


図2. 事務室の温度及び湿度。

(1 a, b) 1992年7月31日から8月6日の室内の温度及び湿度。

(1 c, d) (1) と同時期の外気の温度及び湿度。

(2 a, b) 1991年10月23日から29日の室内の温度及び湿度。

(2 c, d) (2) と同時期の外気の温度及び湿度。

るためである。冬季には外気が乾燥しているののでこんな現象はない。外気との差を見てみると8月5日外気温32.0℃にたいし室温26.1℃でその差6℃。少し下げすぎの感じがしないではない。また外気の湿度が50~75%の幅であるのに対し室内では35~60%の幅でふれている。冷房時に発生する水滴を外部へ捨てることで湿度が下がっているのだろう。この時期も室内に長時間居るときは乾燥に対する注意が必要である。

最後の季節秋に移ろう。図2(2)にそれを示す。1991年10月23日から30日で、ちょうど丹波祭をはさんだ週である。この時期にはまだ暖房は入らず、室内の環境の変化は春(図3)と似ている

表1. (a) 事務棟1階事務室及び同時期の外気の数値の月別平均値. 平均は観測した1週間についてとられている. 外気での平均温度, 湿度は9時の値を示している. 以下においても同様である.
 (b) 大学学生食堂及び同時期の外気の数値の平均値.
 (c) 学習棟2階図書室及び同時期の外気の数値の平均値.
 (d) 学習棟4階大教室及び同時期の外気の数値の平均値.

月	室 内				外 気				
	最高温度	最低温度	最高湿度	最低湿度	最高温度	平均温度	最低温度	平均湿度	最低湿度
1	23.8	15.1	53	41	6.5	2.1	-0.1	93	67
2	25.9	14.0	39	29	5.9	0.0	-0.8	81	39
3	24.2	17.5	49	41	9.9	4.7	0.4	87	63
4	24.0	18.1	47	37	15.1	9.3	0.9	71	41
5	23.5	20.4	68	57	19.9	16.4	10.0	70	56
6	23.7	21.1	67	57	20.3	15.0	12.6	74	60
7	26.5	24.6	75	66	27.2	22.4	17.7	82	61
8	26.2	23.6	56	42	29.7	25.8	20.3	76	60
9	27.1	24.4	66	46	29.2	24.4	17.9	69	43
10	21.9	18.9	65	52	16.5	10.6	8.0	81	51
11	24.5	19.5	64	51	14.5	10.7	7.5	93	72
12	24.1	16.2	42	34	9.9	4.7	1.0	81	54
1	19.6	11.1	87	50	6.5	2.1	-0.1	93	67
2	22.2	11.4	79	35	5.3	-0.2	-3.1	76	41
3	22.4	13.1	75	37	13.9	4.8	-0.8	75	33
4	19.6	15.7	79	62	15.3	10.8	5.2	81	56
5	20.9	17.3	74	52	19.7	16.4	9.7	69	55
6	25.1	20.8	77	60	24.7	17.5	9.8	75	49
7	28.5	23.4	86	59	29.9	25.6	20.3	71	52
8	27.9	23.6	79	62	30.4	25.9	21.4	87	64
9	26.4	24.1	80	60	23.5	18.6	14.8	76	54
10	25.3	21.7	76	64	21.1	15.7	11.5	90	61
11	22.6	15.6	74	46	13.2	7.5	4.1	79	57
12	21.5	14.3	79	52	11.8	5.8	1.8	91	58
1	20.1	15.3	50	46	6.3	0.9	-1.9	71	50
2	18.4	13.4	52	50	3.2	-1.1	-2.8	96	64
3	21.1	15.7	42	39	7.3	2.4	-1.2	63	42
4	21.3	16.7	52	46	16.1	11.3	5.8	85	58
5	19.2	17.4	56	52	21.8	16.6	9.2	75	50
6	21.5	19.9	61	55	25.2	21.2	13.3	73	49
7	25.7	24.1	69	61	27.7	23.2	16.9	67	51
8	26.2	24.7	56	51	30.7	26.1	21.4	87	62
9	26.4	24.8	60	55	25.2	21.2	16.1	82	61
10	21.7	19.7	59	54	16.7	9.4	5.5	82	40
11	19.9	18.1	65	62	14.4	10.3	7.1	93	69
12	21.1	16.3	47	42	9.4	2.6	-1.4	89	55
1	18.1	9.9	54	45	7.0	-1.9	-4.1	84	36
2	17.7	9.8	62	52	3.2	-1.1	-2.8	96	64
3	16.9	12.7	59	53	7.5	4.1	0.8	71	48
4	17.3	13.6	63	50	12.7	8.5	2.6	75	52
5	26.1	23.7	69	57	25.2	20.1	14.8	67	52
6	22.6	19.2	66	54	24.7	17.5	9.8	76	49
7	28.0	24.9	72	59	29.0	25.0	19.6	73	52
8	31.3	29.9	68	64	29.2	25.8	20.2	76	61
9	30.7	28.5	71	61	29.6	26.5	20.0	74	58
10	21.9	20.4	85	72	18.1	16.4	13.3	74	60
11	20.7	14.0	51	36	12.6	3.5	-0.4	83	34
12	19.1	14.2	68	56	11.8	5.8	1.8	91	58

(a)

(b)

(c)

(d)

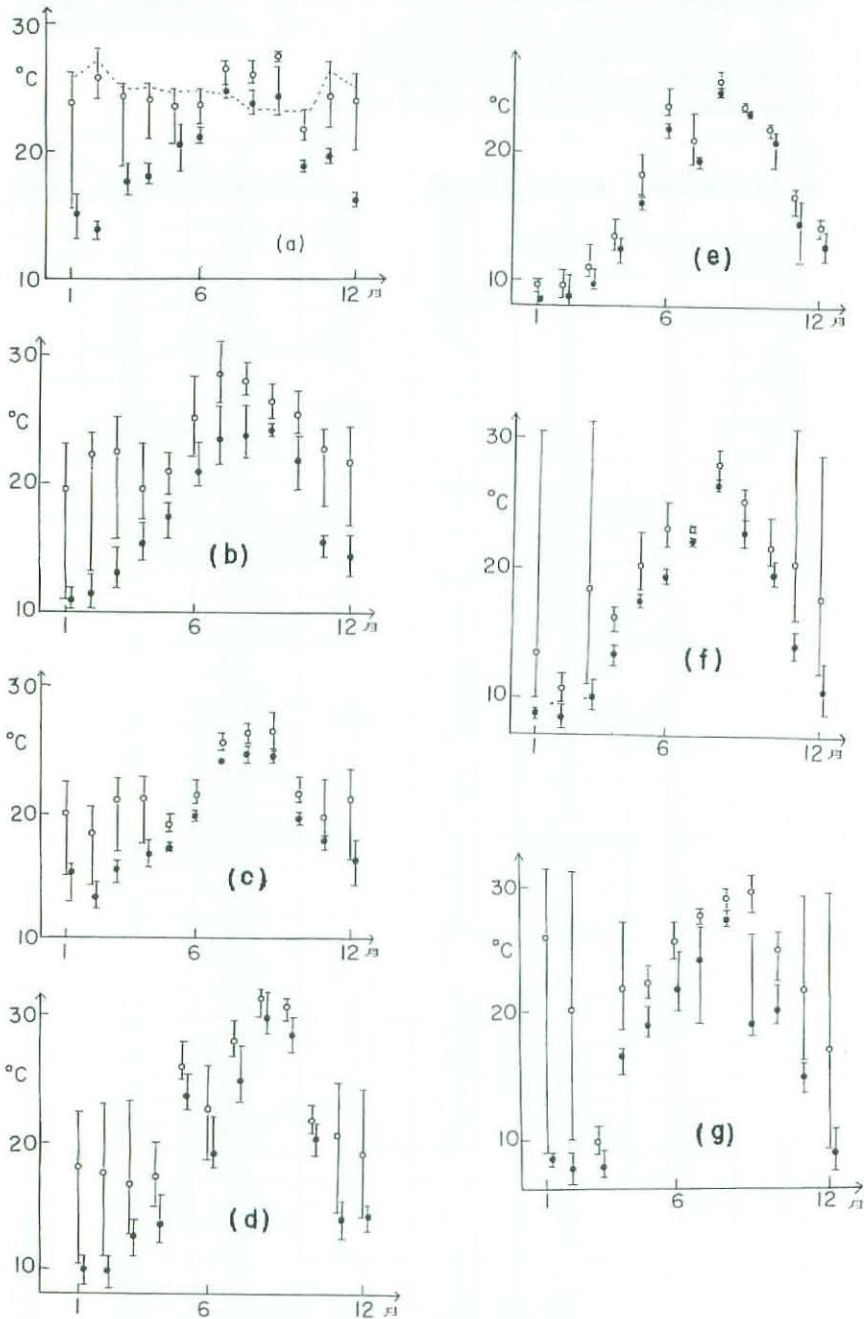


図3・各箇所内の室内の温度の月変化。

白丸及び黒丸は最高温度及び最低温度の1週間の平均値。実線はそれらの変動範囲を示す。
 (a) から (g) は事務室, 食堂, 図書室, 大教室, 1階廊下, 大会議室及び顕微鏡室のデータである。

がそれよりも更に変化が少ない。室温の変化は1週間を通じて18.8~22.4℃にとどまっている。湿度の方は27日に雨が降ったこともあって77%の最高湿度を記録しているが他の日は40~65%と快適な範囲にある。11月にはいるともう暖房が入り再び図1(1)の様な様子を示すことになる。

以上のデータを年間を通じてまとめたのが表1(a)である。ここでは各月の1週間の最高及び最低の室内温度、湿度の平均値を示してある。先に述べたごとくこれらの値は稼働日に関係なく平均している。参考のため同時期の外気温の最高、平均(9時の値)及び最低値、湿度の平均(9時の値)及び最低値を示してある。平均最高気温の月間変動は5.2℃以内であり如何によくコントロールされているかを示している。湿度は外気との交換が頻繁に行われる5, 6, 9, 10月を除いてはほぼ外気より10~20%低めとなり冷暖房いずれによっても室内はかなり乾燥した状態に置かれることを示している。表1(1)をグラフにしたのが図3(a)である。冬季の最高気温の変動が大きいのは稼働日と非稼働日の暖房の入、切りによることは勿論である。最低気温の変動は最高気温のそれよりも小さい。それは冬季には夜中で暖房が切れた状態であり10℃をきることはなく、夏季は冷房でコントロールされているからである。図中の点線がほぼ通常の勤務時での室内温度となる。年間を通じて23~26℃の範囲にとどまっており如何によくコントロールされているかが解る。気がかりなのはその温度が夏と冬で逆転していることである。冷房、暖房の効かせすぎの気配が濃厚である。空調は普通温度に対してのみ行われ湿度はそれに対して付随的に決定されている。従って湿度は日内変動は少ないが日間変動は非常に大きい。例えば雨が降ったかどうかで大きく変わる。よって湿度の方は最高及び最低値の平均値のみが示してある。ほぼ外気のそれと同じように変化するが冬季の乾燥ぶりはやはりすぎまじいようである。以下の図においても同様な形式を

用いるが勤務状態を示す点線については以後省略する。

3-2. 学生食堂

これも事務室と同じく稼働日が多くかつ学生、職員の集中する場所である。もっともその時間帯は昼休みに限られる。同じように各季節での様子を見て行こう。但し外気については先に出した図1を参考にしてもらうことにしてここでは省略する。図4(1)は1992年2月4日から10日に至る例である。暖房が入っている時点では室温に幅がついているがこれは測定器の故障ではなく室温がほぼ12分周期で振動しているためである。これについては後ほど詳述する。暖房の時間は11時から15時であり、これは食堂の使用時間と一致する。ここでは厨房(台所)という他とは異なった独特

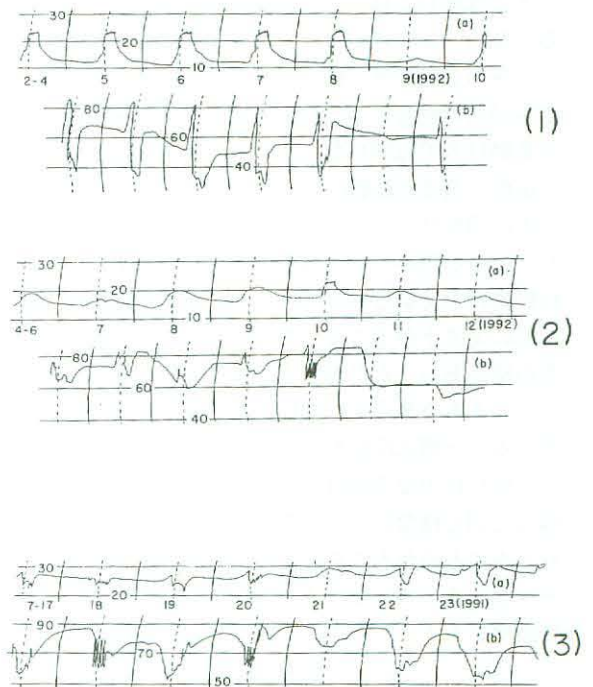


図4. 食堂内の温度及び湿度。

- (1 a, b) 1992年2月4日から10日の温度及び湿度。
- (2 a, b) 1992年4月6日から12日の温度及び湿度。
- (3 a, b) 1991年7月17日から23日の温度及び湿度。

の場所がある。この影響は湿度の変化に表れる。(1b) でみられるように9時頃湿度が急激に上昇する。これは厨房の暖房が入ったことでその水分が食堂へ吐き出されるためである。食堂の暖房の入ったところでこの湿気は取り去られる。この2点を除いては事務室とそう変わったところはない。最低湿度は40%程度でありやはりこの時期乾燥するようだ。また食事時の温度は23℃程度に保たれている。夜間の最低気温は10℃近くまで下がる。事務室と異なりガラスの面積が多いのでその分断熱が悪いためであろう。図4(2)は1992年4月6日から12日までの例である。この頃になるともう暖房は入らないが10日のみ入っている。ご存じのようにこの日は入学式であり新入生及び家族へのサービスであろう。2月の場合と違っているのは湿度である。かなり高い。これが厨房のせいであることはまちがいない。またこの時期になると稼働日と休みの日の間に顕著な差が無くなる。室内の温度、湿度はほぼ外気と連動していることを示している。図4(3)は1991年7月17日から24日の例を示す。冷房の効果で1週間の温度の変動は8℃以内になっている。冬季の同じように温度、湿度に振動が見られる。暖房の場合と違ってその周期は40分と長い。事務室の例と異なり、冷房が効いていても湿度はかなり高い。厨房の存在によるものであろう。最低気温が22℃にまで下がることもあり、少々冷やしすぎの感がある。ただ厨房の中はひときわ暑いことであろうからそこで作業する人のことを考えると一概に冷房を止めることは難しかろう。秋には再び空調は止まる。図4(2)の場合と同じ様な状況となるので図は省く。これらをまとめたものを表1(b)に、そのグラフを図3(b)に示す。冬季の最高気温の変動幅が大きく全時期にわたって最低気温の変動幅が小さいのは先の場合と同じ理由による。最高湿度は1年中高い。もちろんこれは厨房のせいである。食事時の湿度(最低湿度)は40~60%、マアアといったところか。食事時の室温は夏季に~23℃冬季で~24℃では

とんど同じと言ってよい。これも逆転現象を示しているのではあるまいか。

3-3 学習棟 2階図書室

ここは学生諸君が常時たむろしていることと大量の書籍、雑誌が集積されていることもあり、人工環境が重要な意味を持つ場所であろう。図5に1年分の温度、湿度の変化を示す。少し見にくいがこのようにしたのは1週間内の変化が非常に少ないのを実感してもらうためである。暖房の入っている3月、(a)では室温の変動が少し見られるがその幅は5℃以内である。また湿度の方も人の出入りが多いのにかかわらず35~52%の範囲におさまっている。これは図書室がもと非常に湿気が多く書籍の保護のため3台の除湿器を常時動作させているためである。(c)、(d)は5月の例を示す。暖房を止めたせいで最高温度は20℃以下になっているが読書、勉強にはこのくらいが適当であろう。温度の変動幅は3℃以内である。温度の低下の対応して湿度はわずかに増加するが(水分量はほぼ一定であることを示す)その変動はほとんどない。(e)、(f)は冷房の入った8月のものである。昼間に最低気温が発生するのは他の場合と同じである。湿度は外気に対応して他の季

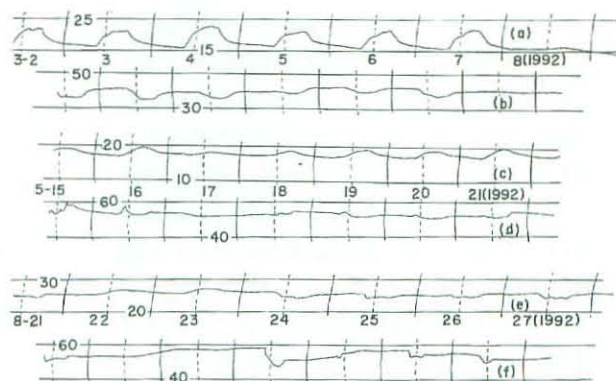


図5・図書室の温度及び湿度。

- (a, b) 1992年3月2日から8日の温度及び湿度。
- (c, d) 1992年5月15日から21日の温度及び湿度。
- (e, f) 1992年8月21日から27日の温度及び湿度。

節より高くなるがそれでも60%を越すことはない。年間を通じて乾燥した状態が保たれる。秋は春の場合とほとんど同じである。この図は省略する。表1(c)に1年の平均値を示す。最高温度がこれまでのものより低めである。それ以上に除湿が行われており湿度が他よりかなり低いのが特徴的である。またそのために最高、最低湿度の差も小さい。図3(c)はこれをグラフにしたものである。

3-4. 学習棟4階大教室

いよいよ学生諸君の講義の場の登場である。この特徴は天井がそのまま屋上になっておりかつ床が直接外気に接触しているので断熱がいちだんと悪いということである。このことは事務棟4階大会議室についても言える。図6(1)に1992年1月21日から27日の例を示す。講義のある時間帯

だけ暖房の入っている様子が表れておりこまめに暖房の入、切が行われているようだ。それにつれて湿度も変動するが外気が乾燥しているので40~50%の範囲におさまっている。人間による湿気の増加と暖房による乾燥とのせめぎあいの結果であろう。最低温度は10℃ちかくまで下がる。事務室の場合これが15℃程度であったからここの断熱はあまりよくないことを示している。図6(2)は1992年5月22日から28日のものである。外気の最低温度が15℃程度になるので室内の温度変化はほとんどなくなる。それを反映して湿度の方も50~70%の範囲に納まり大きくは変わらない。学生の出入りによる湿度の変化は外気の湿気によってマスクされているようだ。図6(3)は1992年8月31日から9月6日までの例である。9月1日から講義が始まっているのであるが、この年初めて使

用電力が契約電力を上回りそうな気配を示し、必死の節電キャンペーンがなされた。また病院の電源が止まっては一大事ということで学習棟はこの時期ほとんど冷房がストップした。ために講義がなされているのに教室は30℃にはりついたままであった。このとく外気の最高温度は29.6℃であるから外気より高温になっていた。また湿度も60から80%になっており学習にはすこしばかり酷な状況であった。秋の様子については省略する。1年間をまとめたのが表1(d)である。9月を除いては良好な学習状態が保たれている。2,3月は寒く8月は暑い。この期間は講義がなく教室が使用されていないためである。10月と11月に湿度の大きな変化がみられるがこれは10月は温度が下がっているのに暖房が入らず、そのため湿度が高いのだが、11月には同程度の温度であるのに暖房が入りそれによる湿度の低下が起こることによる。図3(d)には1年間のデータを示してある。冬季の最高気温の変動幅が非常に大きいのが解る。断熱の悪さを示すものである。

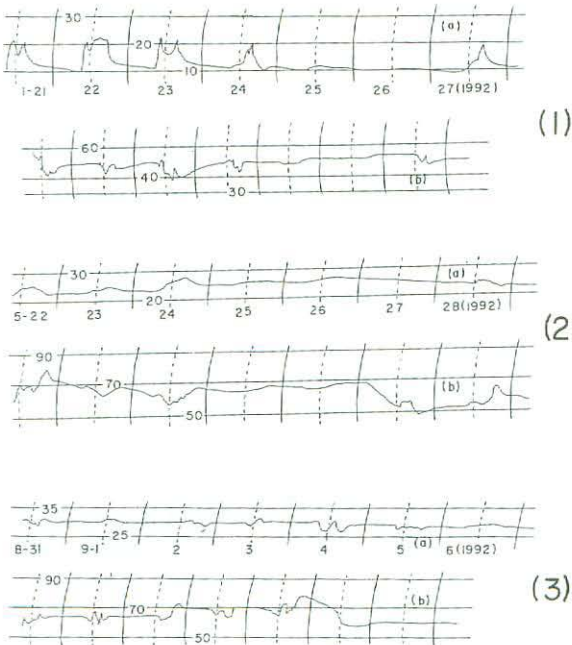


図6 大教室の温度及び湿度。

- (1 a, b) 1992年1月21日から27日の温度及び湿度。
- (2 a, b) 1992年5月22日から28日の温度及び湿度。
- (3 a, b) 1992年8月31日から9月6日の温度及び湿度。

3-5. 学習棟1階学生ロッカー前廊下

この場所は学生用ロッカーがあるためほと

多くの学生が1日に1回は出入りする。他の場所と異なり室内ではなく廊下であり外気との交換が多くかつ冷暖房による影響が少ない。特徴は学生諸君の出入りが多少あってもあたかも恒温槽のごとく温度の変動が少ないことと湿度が以上に高いことである。コンクリート製の建物の下部は一般にコンクリート中の水分が集中することによる。特に梅雨の時期にはロッカー室が水浸しになることもまれでは無い程である。図7に1月と8月の温度、湿度の例を示す。(a), (c)をみれば如何に温度変動が少ないかが解るだろう。1週間内の変動幅は1月で3℃, 8月で2℃である。これは空調の入っているためではない。湿度は人の出入りにつれて外気との交換が行われその分だけ変動している。(d)は8月の休み中なので人の出入りはなく湿度の変動もみられない。表2(a)には1年のまとめを、図3(e)はそれをグラフにしたものを示す。7月は廊下が水浸しになって強力な冷房を入れかつ換気を行ったため温度が下がりまた湿度も低くなっている。その月以外は冷房、暖房の効果はほとんど表れない。表よりこの場所が異常に湿度が高いのは明かであろう。この湿度の高さはこの付近の壁、天井の一面のカビとなってその存在を示している。できることなら図書室のように除湿器を常時働かせるのが望ましいだろう。

3-6. 事務棟4階大会議室

大会議室は教室として転用され、最上階であることと三方がガラス窓になっていることで学習棟4階大教室と比べて一段と断熱が悪いらしく空調の様子はかなり荒いものになっている。その例を図8(1)にみてみよう。1993年1月21日から28日のものである。夜間には10℃をきる。測定器を置いた場所は直接熱風がかかるのではないが暖房時30℃を越すことが多い。ここは学習棟と違い部屋のスイッチで簡単に暖房が入りかつその温度も自由に設定できるのでこのようなことが起こるのであろう。おそらく

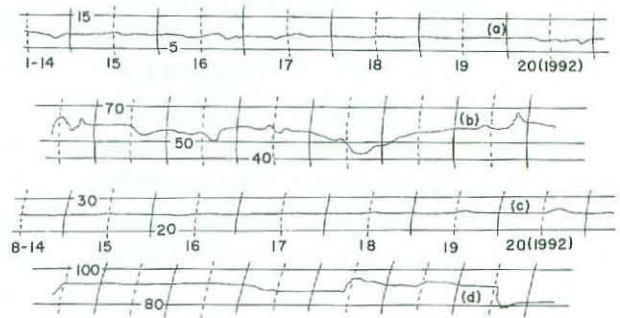


図7. 1階廊下の温度及び湿度。

(a, b)は1992年1月14日から20日の、(c, d)は1992年8月14日から20日の温度及び湿度。春、秋についてはここにある例以上に変化が少ないので図は省略した。

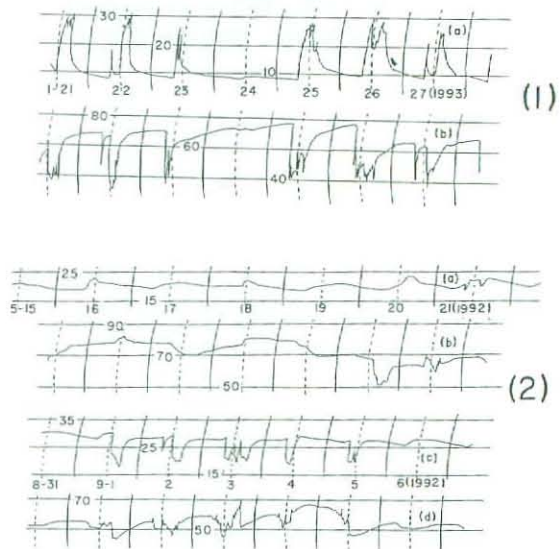


図8. 大会議室の温度及び湿度。

(1 a, b) 1993年1月21日から27日の温度及び湿度。荒っぽい暖房の様子がはっきりとでている。

(2 a, b) 1992年5月15日から21日の温度及び湿度。

(2 c, d) 1992年8月31日から9月6日の温度及び湿度。

断熱が悪いのと人の出入りが多いためであろう。温度の変動はかなり激しい。またこの多少過剰な暖房のおかげで湿度は40%近くまで下がり非常に乾燥した状態となっている。図8(2)は5月の空調

の入っていない時期のもので室温はよそと変わるところはない。湿度も50~80%の範囲にあり非常に穏やかである。(c), (d)は冷房時の様子を示す。冬の暖房時と同じで非常に空調の様子が荒い。20℃近くまで下がることもある。これは明らかに下げすぎである。部屋に独自にスイッチの付いているせいであろう。湿度は50~70%と適当な範囲におさまっている。表2(b)に年間をまとめたものを図3(f)にグラフにしたものを示す。図で解るように冬季の最高温度、夏季の最低温度の変動幅が他と比べて異常に大きい。空調が適切でないこと、部屋の断熱の悪さによることは間違いない。

3-7. 研究棟1階顕微鏡実習室

ここは前期は解剖後期は病理の実習が各々週2回行われる。稼働率は他と比べて低いのが特徴である。先ず冬季の例を図9(1)にみてみよう。1992年12月10日から17日までのものである。11日と15日に実習の行われたのが解る。15日にみられ

る温度、湿度の周期的な変動は食堂でみられたものと同じである。非稼働日は温度、湿度はそれぞれ12℃、60%、稼働日には26℃、40%前後の状態になる。図9(2)は5月で空調は入っていない。実習のあった22、26日は学生の出入りによる少しの温度上昇、湿度低下がみられる。(c), (d)は7月10日から17日までのものである。通常この週は実習は無いのであるが観測時期の1週間ずっと使用状態だったようである。温度、湿度の周期的な振動は食堂でみられたものと同じである。温度はかなり低めで23±2℃の範囲におさまっている。少し下げすぎのような気がする。その割には湿度は下がらず70%どまりである。冷房よりも除湿を行った方が良さそうだ。表2(c)には1年間のデータをまとめてある。図3(f)はこれをグラフにしたものである。1, 11, 12月の最高温度の広い幅は部屋の断熱の悪さと暖房の過剰を示している。8月は休みで冷房が入っていないので非常に暑い。2, 4月の最高温度の低いのも実習がもう終わっているからだ。湿度は冬季を除いては意外と高い。ここは顕微鏡という精密機械が置いてある。余り好ましい状況ではない。特に夏季は要注意である。

IV 各場所の比較

前節で各場所についての基本的なデータを紹介した。本節ではこれらのデータをもとに各場所の比較をする。

4-1 年平均値の比較

図10に各場所での最高及び最低温度(a)と最高及び最低湿度(b)の年平均値の比較を図示してある。順番は最高温度の平均値の高い順にしてある。1階廊下が最高、最低温度とも最も低いのは当然だろう。しかし意外なのは最低温度の平均に関しては大会議室、顕微鏡実習室とほとんど同じであることだ。後者は稼働率が低いためおる程度納得できるが前者は稼働率が高いにも拘らずそうなるのは断熱の問題であろう(後述)。最高湿度が最も高いのは学生食堂であるがこれは厨房のせいである。それにつぐのが1階学生廊下で

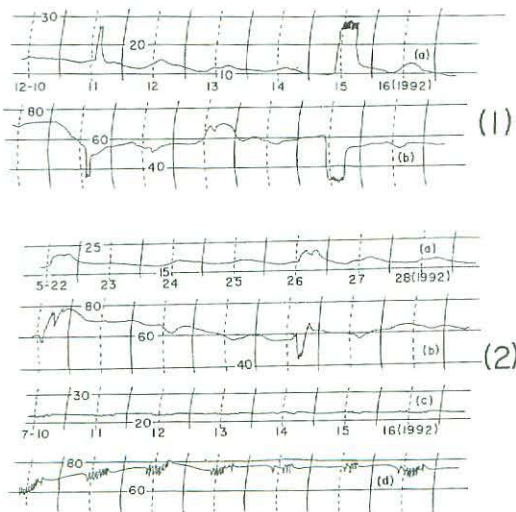


図9. 顕微鏡室の温度及び湿度。

- (1 a, b) 1992年12月10日から16日の温度及び湿度。
- (2 a, b) 1992年5月22日から28日の温度及び湿度。
- (2 c, d) 1992年7月10日から16日の温度及び湿度。

表 2. (a) 学習棟 1 階学生ロッカー前廊下及び同時期の外気の数値の平均値。
 (b) 事務棟 4 階大会議室及び同時期の外気の数値の平均値。
 (c) 研究棟 1 階顕微鏡実習室及び同時期の外気の数値の平均値。

月	室 内				外 気				
	最高温度	最低温度	最高湿度	最低湿度	最高温度	平均温度	最低温度	平均湿度	最低湿度
1	9.6	8.4	62	52	3.7	-0.9	-3.7	80	52
2	9.9	8.9	77	66	8.4	2.6	-0.7	80	56
3	11.0	9.7	68	59	9.0	2.5	-2.4	84	44
4	13.2	12.3	83	68	16.6	11.5	5.1	86	53
5	18.0	16.1	78	47	20.9	15.7	8.3	64	39
6	23.6	21.8	96	73	28.1	25.1	20.5	68	56
7	20.9	19.4	86	72	26.9	22.3	17.9	85	63
8	25.4	24.9	92	88	29.3	26.9	22.4	79	68
9	23.6	23.3	81	69	24.2	19.8	15.8	88	57
10	21.9	20.8	84	65	21.0	16.7	11.7	72	52
11	16.5	14.3	69	46	13.9	7.1	1.4	76	42
12	14.4	12.9	69	57	11.3	4.3	1.8	84	49
1	25.9	8.3	72	41	5.4	0.5	-1.9	97	59
2	20.1	7.6	77	49	7.6	0.4	-1.9	98	60
3	9.9	7.7	71	64	9.0	2.5	-2.4	84	44
4	21.6	16.4	63	45	19.5	12.9	1.2	71	32
5	22.2	18.9	77	66	21.3	16.1	9.4	77	53
6	25.6	21.7	73	63	25.5	21.4	13.7	75	49
7	27.6	23.9	78	73	27.1	22.4	19.3	77	68
8	29.0	27.2	62	56	29.4	25.5	20.6	85	80
9	29.3	19.0	61	47	29.6	26.5	19.6	74	58
10	24.9	20.0	73	61	21.1	15.7	11.5	90	61
11	21.6	14.9	69	52	14.3	5.7	2.0	98	55
12	16.7	8.7	66	52	7.5	1.5	-1.0	92	51
1	13.4	8.7	64	56	5.4	0.5	-1.9	97	59
2	10.6	8.3	69	56	7.4	0.4	-1.9	98	60
3	18.4	9.8	60	46	5.2	2.2	-2.2	66	50
4	16.1	13.3	60	51	18.8	12.2	1.3	72	33
5	20.2	17.5	71	58	20.2	15.6	7.0	75	47
6	23.0	19.3	72	61	24.8	18.9	12.2	76	49
7	23.0	22.1	77	68	27.1	22.4	19.3	87	66
8	28.0	26.3	85	80	29.4	25.5	20.6	84	64
9	25.2	22.8	72	58	25.9	21.4	15.7	79	56
10	21.6	19.5	77	70	18.7	14.7	11.5	97	71
11	20.7	14.2	70	59	14.3	5.7	2.0	98	55
12	17.9	10.6	64	49	7.5	1.5	-1.0	92	51

(a)

(b)

(c)

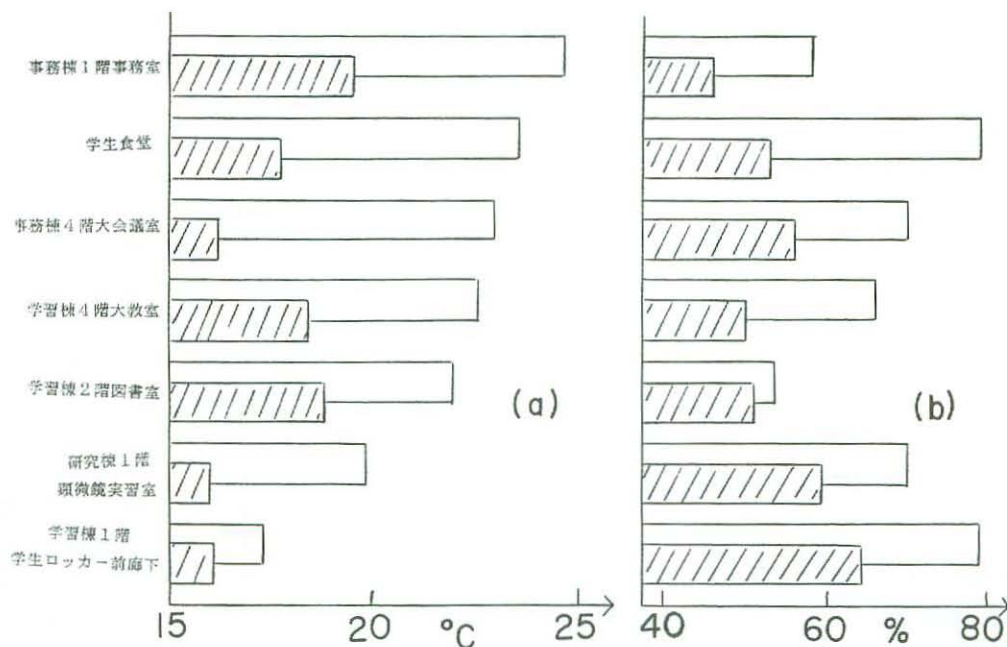


図10. 各場所の室内最高及び最低温度 (a) と同湿度 (b) の年平均値の比較. 白い部分は最高値を, 斜線部分は最低値を示す.

ある。最低湿度は学生食堂を上回っており最も湿った場所であることを示している。除湿が望ましい。顕微鏡実習室もかなり湿度が高く、最低湿度の平均が60%近くある。これはビルの1階という事情があるのと、稼働率が低く温度が上がらないことにもよるのだろう。事務室の最低湿度は41%である。これは少々乾燥のしすぎだろう。他の場所は温度に関しては良好な状態に保たれている。図書室は除湿器常用の効果が歴然としている。最高、最低湿度の差がわずか2%、要するに1年中湿度はほとんど一定に保たれていて、かつどこよりも乾燥しているということである。

4-2 冷暖房について

人工環境で最も問題になるのはやはり冷暖房であろう。それは自然の状態と著しく異なり我々人間、居住者への悪影響が心配されるからである。以下のようにデータをまとめてみた。先ず冷房から話を進めよう。7、8月の稼働日のみの最低温

度（ほぼ勤務時の温度）の平均を各場所について求めたのが以下の表である。一は稼働日の無かったことを示す。()は直接には冷房がされていない場所であることを示す。

	7月	8月
事務室	24.6°C	23.6°C
大会議室	20.8
学生食堂	23.0	22.8
1階廊下	(19.4)	(24.9)
図書室	24.1	24.5
大教室	24.2
顕微鏡室	22.1

省エネの為ということで政府の通達は冷房は25°C以上に設定して欲しいということからするといずれの場所もことに大会議室は冷やしすぎのようである。また食堂も人が多数入っている状態で23

℃なのでかなり寒く感じるのではないだろうか。全般的に冷やしすぎのようだ。次に同じようにして1, 2, 3, 12月の稼働日のみの最高温度（ほぼ勤務時の温度）の各場所での平均について以下に示そう。

	1月	2月	3月	12月
事務室	25.2	25.9	25.1	24.8
会議室	28.7	27.3	……	29.0
学生食堂	22.9	23.7	21.5	23.2
1階廊下	(9.7)	(9.6)	(11.0)	(14.4)
図書室	21.7	19.7	21.7	22.6
大教室	21.0	21.7	23.2	23.1
顕微鏡室	30.3	……	28.4	28.0

ここでも冷房の場合と同じで過剰暖房の気配が濃厚である。特に事務室、大会議室、顕微鏡室などは夏と冬の勤務時の温度が逆転している。食堂、図書室、大教室あたりが妥当なところであろう。

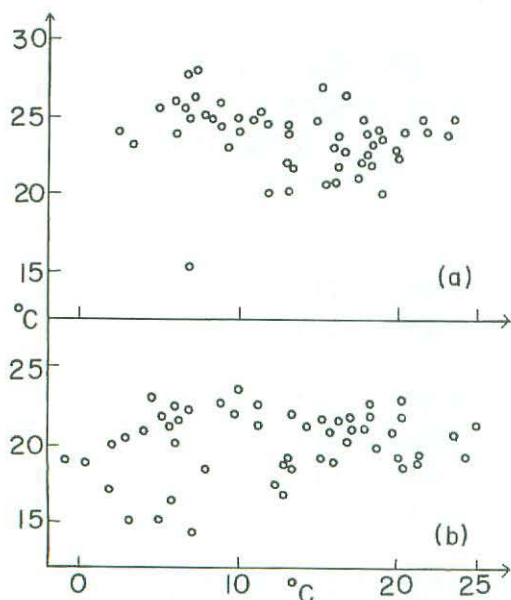


図11. 外気最高温度（横軸）に対する室内最高温度（縦軸）の関係。（a）は事務棟1階事務室、（b）は学習棟2階図書室の例を示す。

暖房の効果を端的に示したのが図11である。これは冷房の時期、7, 8, 9月を除いて外気の最高温度に対して室内の最高温度（ほぼ勤務時あるいは学習時の温度）をプロットしたものである。外気の最高温度が0℃から25℃まで変わっても室内は19から26℃の範囲に納まっている。室内は快適に保たれている。（a）の事務室の例で表れているが、外気の最高温度がひくいと（冬）逆に室内の最高温度は高くなり夏よりも暑いといった余りにも人工的な現象もみられる。留意すべき点である。同じ様なことは図書室、（b）でもわずかながらみられる。

4-3 各場所の断熱について

建造物の断熱は冷暖房の効果、費用に重要な影響力をもつ。断熱の度を調べるのに実験をすることは大変なのでここで得たデータを用いて推測することを試みた。冷房を行っている期間は室内の最低温度は昼間発生するのでこの期間（7, 8, 9月）を除いて外気と室内の最低温度の対応をとってみよう。最低気温はいずれの場合も明け方の6時から7時というほぼ同時刻に起こるのでその場所の断熱の度合を示しているとみてもよいだろう。図28がそれである。（a）は大教室、（b）は事務室の例である。図から室内と外気の最低温度が直線的な関係にあることが解る。もちろんバラツキは大きい。それは昼間の暖房の効果、部屋への人の出入りによる空気の交換等により影響を受けるからである。両者で大きく異なるのは勾配である。最小自乗法によるフィットでは室温を y 、外気温を x として、 $y = ax + b$ なる関係を仮定する。図28のデータを求めて a 、 b を評価すると次のようになる。

	a	b
大教室	0.65	13.0
事務室	0.28	16.2

a の値が小さいほど断熱が良いのはもちろんである。ほぼ2倍近い差がある。 b の値は外気が0℃に下がったときの室温を示している。先に述べた

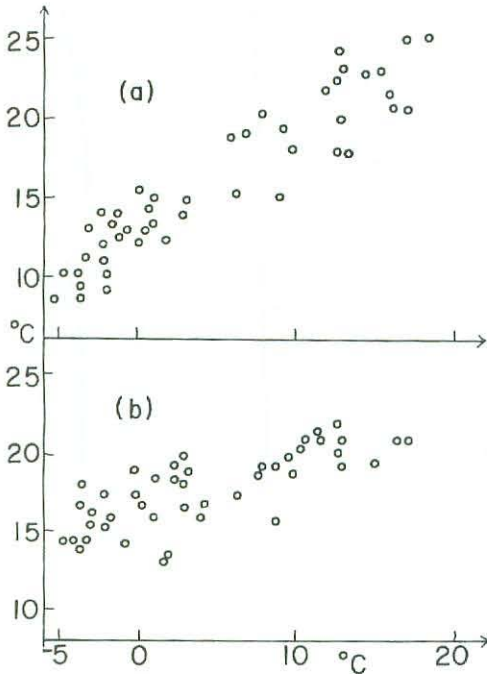


図12. 外気最低温度（横軸）に対する室内最低温度（縦軸）の関係。部屋の断熱の効果をみるため描いた。(a)は学習棟4階大教室,(b)は同2階図書室の例である。

ように学習棟4階大教室は断熱が悪い。断熱の悪いグループに属するのは学生食堂、大会議室、研究棟、顕微鏡室であり、図書室は断熱は良い。

4-4 冷暖房による温度、湿度の周期的変動

あまり重要なことではないと思われるが冷暖房時に温度、湿度の周期的な振動がみられる場合がある。顕著に認められるのは食堂と顕微鏡室であり、かすかに解るのが大会議室である。学習棟では全く認められない。ここでは集中冷暖房が行われており帰還制御はなされていない。一方前者ではなされているので振動の原因はこれだろう。制御系で振動が起こるのはもちろん制御がうまくいっていない場合である。その分電力の無駄な使用がなされていることになる。もっとも広い場所に対して制御がなされるので無理からぬところである

が。例を図29に食堂の場合について示す。(a)は夏季の冷房,(b)は冬季の暖房の例である。(b)では周期が短すぎてよく解らないので(c)に時間的に拡大した図を示している。ただし(a),(b)は温度についてであるが,(c)は湿度のデータである。大変規則正しく周期的に変動しているのがみえるだろう。冷房の場合の周期はほぼ40分、暖房では12分である。これは顕微鏡室でも偶然の一致であろうが同程度である。変動の振幅は冷房の場合の方が大きい。冷房では約2°Cの幅があるのに対して暖房では1°Cである。このことは定性的には暖房は直接的、すなわち冷えた空気に直接ヒータで熱を与えるのに対し、冷房では熱い空気と冷媒を接触させ熱交換をするというプロセスがあるため制御(帰還)に時間がかかり、その分周期が長かつ変動幅が大きくなるのだといえる。いずれにせよこの振動は可能な限り抑えるのが望ましい。

V まとめといくつかの議論

以上がほぼ年間にわたる大学の各場所での人工環境観測の報告である。大部分はあらためて観測せずとも予想できるようなものであるがとにかく実測して数値を確定したことは重要であると思っている。これらのデータが今後学内の空調設定のための参考資料として活用されることがあれば著者の望外の喜びである。

報告の中で浮かび上がったいくつかの問題点を箇条書にまとめてみると以下ようになる。

- (1) 事務室は冷暖房時期には非常に乾燥する。また勤務時間に夏は寒く、冬は暑いといった逆転現象がわずかながらみられる。
- (2) 学生食堂は夏季の冷房が過剰の傾向がある。
- (3) 大会議室及び顕微鏡室の空調は荒い。
- (4) 顕微鏡実習室は意外と湿度が高い。冷暖房以外に除湿器を考慮した方がよい。
- (5) 1階廊下の湿気は格別である。ここも常時除湿器の設定が望まれる。
- (6) 図書室は年間を通じて非常に乾燥している。除湿器をセットしているので当然ではある。書籍

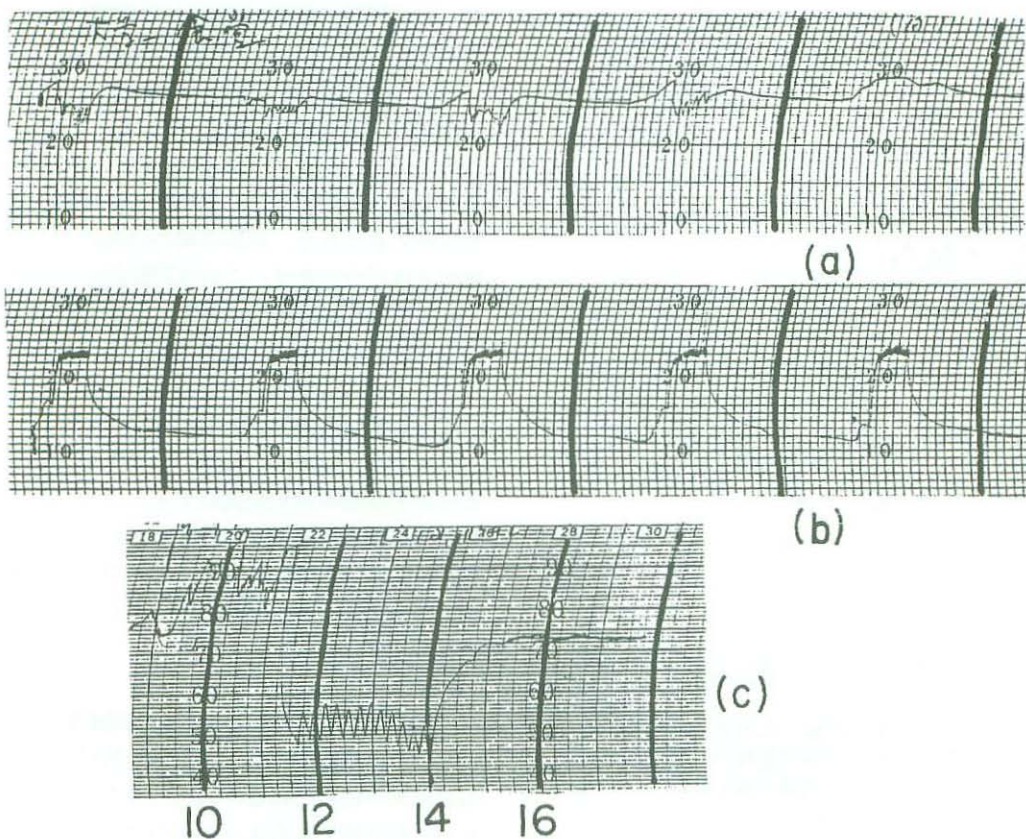


図13. 学生食堂における冷暖房時での温度、湿度の周期的な変動の例。(a)は1992年7月17日から21日の冷房時の例、(b)は1992年2月4日から8日の暖房時の例、どちらも温度である。(c)は1992年2月5日の9時から18時までの湿度の変動を示している。(a)、(b)での太い実線は日の区切りを、(c)でのそれは時間の区切りを示している。

のためには良いのだろうが人間むきには多少の注意が必要であろう。

最後になったが本観測を行うに際し観測機器の各場所への設置により担当部署の方々あるいは講義、実習の先生方には種々のご迷惑をおかけしたと思う。ここにお詫びと感謝の言葉を申し述べたい。

参考文献

- 1) 森本安夫：“明日は晴れるか……私設保野田気象台報告Ⅱ”，光和印刷，大阪，1991。
- 2) 吉田敬一：“新生理学体系22”，中山，入来編，医学書院，東京，pp.398～408，1987。
- 3) 中村繁，北村幸房：“気象データマニュアル”，丸善，東京，pp.180～182，1989。