

## 紙製電動式乾湿計の製作と校内の気温分布の観測\*

## ——理科教材化への試み——

榊原保志\*\*

## 要旨

理科教育では生徒自らある程度完結した問題体験が必要であるといわれているにもかかわらず、気象領域では気象観測に基づく教材システムがない。その原因として、1つに授業の中で設定し易い接地境界層は難しく、その実態さえ十分把握されていないこと、さらに教材としての適当な測器がないことなどが考えられる。そこで、アスマン通風乾湿計に近い精度を持ち、安く自作できる紙製電動式乾湿計を開発した。これは従来学校現場で用いられていたうちわ式温度計の通風のむらの生じやすさをモーターとファンを用いることにより解決している。このことにより観測に慣れていない生徒でも容易に気温や湿度を測れるようになった。さらに、これを用いて学校内の気温分布を調べた。その結果、窓を閉めた授業中の校舎では上の階の方が暖かくなっていること、地面がぬかかってない校庭において日射を受けている建物の前に高温域が生じることなどが明らかになった。

## 1. はじめに

自然現象に直接触れる学習や自然と人間との関係を重視するということが学習指導要領改訂の中で強調されているにもかかわらず、依然として、気象領域では観測に基づく教材システムが見あたらない。日本気象学会第11回夏季大会(1977)のパネルディスカッションで、学校における気象教育のプログラムが持たれた。その中で野外観察、観測のまったくない気象学習という批判が既に出されている(伊藤, 1979)。気象領域が中学校では第2分野、高等学校では地学に属していることを考えると、応用物理的アプローチ中心の現行の教科書に疑問を感じざるを得ない。小中高等学校の教科書の中で取り上げられている気象領域の基本操作・測定・実習・実験を

第1表にまとめた。気象学における主な観測項目はすべて含んでいて、だいたいが小中学校で基本操作は取り上げられている。

測定方法を学び、それを利用して、観察・実験をし、それをまとめ、考察をするというのが一般的な科学の学習方法である。例えば、磁界と電流の単元では、方位磁針の向きが磁界の向きであることを学び、磁石の回りの磁界の向きを調べ、棒磁石やU字形磁石の磁力線の特性を知る。つぎに、電池とコードと方位磁針を使い、導線の回りの磁界を調べる。そして、いろいろなケースをまとめ、右ネジの法則を導くのである。ところが、気象領域ではどうだろうか。たくさんの基本操作を学んでもどれ一つとして実験に生かされていない。つまり、雲を観察したり、風や気温を観測し、そのデータを用いて、ある程度完結した問題を体験させる教材システムがない。たとえば、フラスコで雲をつくる実験はされても、それは気象現象を理解するための一助としてより、凝結の物理実験にとどまっているという批判もある。気象現象をとらえる場合、物理的手法を使わざるを得ない場合が多く、個々の実験はそれなりに意義はある。しかし、学習指導要領の理科の目標で“自然現象に直接触れる学習”

\* The production of a moter-ventilated psychrometer made of paper and bubbled polystyrene and the observatons of temperature distributions in schools—a trial run as teaching material in science

\*\* Yasushi Sakakibara, 東京都目黒区立第二中学校  
——1987年6月22日受領——  
——1987年10月26日受理——

第1表 小中高等学校の教科書の中で取り上げられている気象領域の基本操作・測定、実習、実験

基本操作・測定	太陽高度の求め方 (小) 気温の測り方 (小) 地温の測り方 (小) 湿度の測り方 (中) 雨量の測り方 (中) 風向・風速 (中) 雲の分類 (中) 気圧の測り方 (中) 日射量の測り方 (高)
実習	天気図を使って、天気の変化の規則性を調べる。(中) 各地の気圧をトレーシングペーパーに写し、等圧線を引く。(中) 気圧の断面図の作成(風の分布と等圧線)(中) 大気の大循環(高) 転向力の向きと大きさ(高)
実験	空缶に少量水を入れて熱して、沸騰させ、空気を追い出し、缶に栓をする。そして、缶を大気圧でつぶす。(中) ピストンによる大気圧(中) 吸盤フックを使った気圧(中) 金属性コップによる露点(中) フラスコによる雲の発生(中) 実験室で霧を作る(ビーカー、フラスコ、氷、アルミ箔)(中) 冷気と暖気との境界面の観察(ドライアイス)(中) 電球のまわりの空気を調べる(中) コップの中に水を入れ、気圧の働きを調べる。(中) 物質の拡散(高) 転向力と緯度変化を調べる(高) 中緯度の大気の循環を調べる(ロスビー波)(高)

とうたっている以上、モデル実験だけでなく、基本操作から大気現象の理解に結び付く、教材設定がなされるべきである。

そこで、本研究では気象観測実習を実施するにあたっての問題を探り、身近な大気現象を調べる教材を開発したので、ここに報告する。

## 2. 教材化の課題

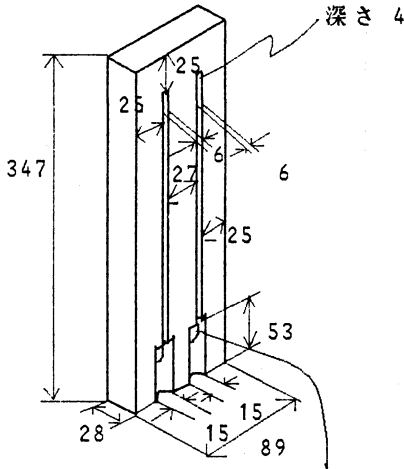
教材化ができなかった理由の一つは学校の中に教材に適当な気象現象が見つかっていないことである。どんな現象を捉えるために観測が行われているのかがハッキリしないと授業の中に設定することは難しい。多少気象に自信のある先生でも観測を授業に取り入れることをしりごみする一番の原因がこれである。接地気層は上層の気象現象のように単純ではなく、乱れが大きく、複雑であ

る。そのため、微気象や局地気象は不明な部分が多く、文字どおり局地的であるために、特殊現象と考えられがちである。しかし、条件が似ていれば学校というスケールであっても、一般的法則があるはずである。つまり実地観測に基礎をおく教材システムを開発するための1番目の課題は学校という限られているが似たような環境の中に共通する現象を見つけることである。

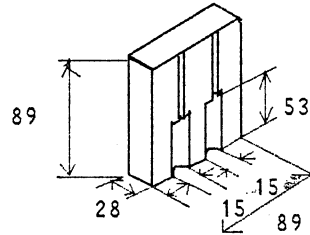
次に何を測るのかを考える。教材化するという観点からすれば、気圧の分布はメソスケールならともかく局地的なスケールではその違いを議論することは難しい。つまり、学校という空間スケールでは気圧の分布を調べる実習は設定に無理があるといえる。気圧と天気との関係も授業という時間的スケールでは解析できない。1時間そこら観測してもその差は低気圧の接近時以外では気圧計の誤差範囲内である。日変化なら非常に小さい規則性



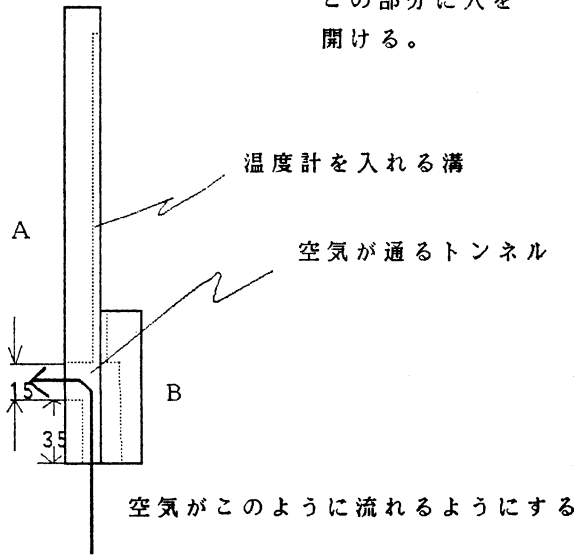
発泡スチロール A



発泡スチロール B



この部分に穴を開ける。

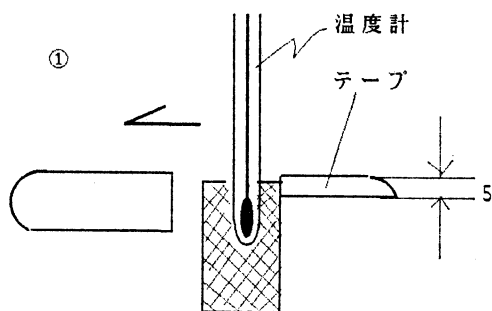


第2図 発泡スチロールの加工

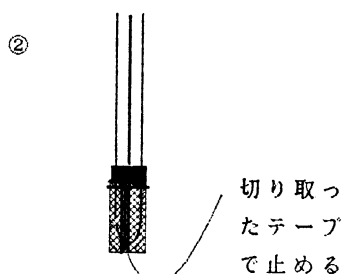
側を覆っているテープをとり、ガーゼをひろげて温度計の感温部を包むようにして巻き、テープでガーゼの上部を止める。切り取ったテープを 4mm×10mm の大きさに切り、ガーゼを巻いた横の部分止める (第3図)。

モーター台の足は両方を本体の底に固定するより、片方を本体の側壁につけた方がモーター台はぐらつかない。モーターの電気コードは短いので、延長コードをつけておく。モーター台がしっかり固定できたら、モーター台にモーターの軸が本体の断面の中央部になるとこ

ろでモーターを接着する。次に発泡スチロールAを本体に挿入する。このとき本体と接する部分には木工用ボンドを塗っておく。また、モーターの電気コードは本体の底の両側の隅に寄せておく。挿入したら発泡スチロールBがはいる本体の壁面の部分と発泡スチロールAのBと接触する部分には木工用ボンドを塗っておく。この場合も電気コードを底の両側の隅に寄せておく。発泡スチロールを本体に取り付けた後、これらの間に隙間があるのなら、パテをその部分に押し込み、空気が通らないように



①  
ガーゼの下にあるテープ部分を切り取り、ガーゼをひろげる。



第3図 湿球温度計

する。つぎに、扇風機のファンをモーターの軸に木工用ボンドでつける。そして、スイッチ付き電池ボックスに電気コードを接続し、本体の入口付近に接着する。温度計は本体の底の穴から挿入し、第2図の空気が通るトンネル付近に感温部がくるようにする。また、発泡スチロールの摩擦だけでは観測中に温度計がずり落ちてしまう危険性もあるので、つまようじを温度計の上部にある穴に通して発泡スチロールAに突き刺しておく(第4図)。

なお、乾電池の土の向きはモーターの発熱を避けるため温度計からモーターの方に通風が生じるようにセットする。使い方はアスマン通風乾湿計と同じで、湿球にスポイトで水をつけ、2、3分通風を行ったのち示度を読み取る。

### 3.2. 測定精度

このモデル(以下紙アスマンと呼ぶことにする)がどの程度信頼しうるものかを調べるため気象庁検定付きアスマン通風乾湿計と比較検定を行った。さらに、従来提案されていたうちわであおぐタイプの通風温度計(以下うちわ温度計と呼ぶことにする)も同時に比較した。測定は室内で行い、時刻をずらした25組のデータを得た。

観測者は中学校1年の生徒である。うちわ温度計においては温度差は $+0.08^{\circ}\text{C}$ で標準偏差は0.29、紙アスマンの乾球では温度差は $+0.01^{\circ}\text{C}$ で標準偏差は0.08、紙アスマンの湿球では温度差は $+0.03^{\circ}\text{C}$ で標準偏差が0.09となった。

## 4. 学校内の気温分布の観測

### 4.1. 学校の一般的環境と観測方法

学校の環境は主に校舎と校庭からなる。校舎はほとんどの学校でも鉄筋コンクリート4階建てであり、エレベーターがないのが普通である。上下方向の移動は階段で行い、屋上へ出るための小さな屋上部屋が付いている。窓は広く、壁に断熱材が入っている場合は少ない。これは校舎の設計が住居用としてではなく、事務所用とされているからである。また、校舎はたいてい校庭の北側に位置している。そのため校庭は十分に日射が当たるように設計されている。都心の一部の学校では校庭がアンソーカーやアスファルトから出来ているところもあるが、大部分の学校では土である。以上が一般的な学校の景観である。このような似た環境の中から局地現象を見つけ出し、程度の差はあっても、どこでも、いつでも生じる類似現象を明らかにするのがこの章の目的である。

そこで上記の問題設定に対し、学校内の気温分布について異なる気象条件下の事例を、そして異なる学校での事例を多く得ることが一般性を見出すことにつながると考えて観測計画を立てた。

測器は以下のすべての観測にアスマン通風乾湿計と紙アスマンを使用し、感温部が1.1mの高さを保つように支え、移動観測を行った。

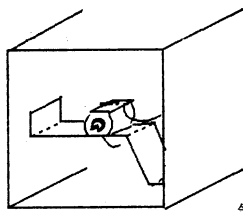
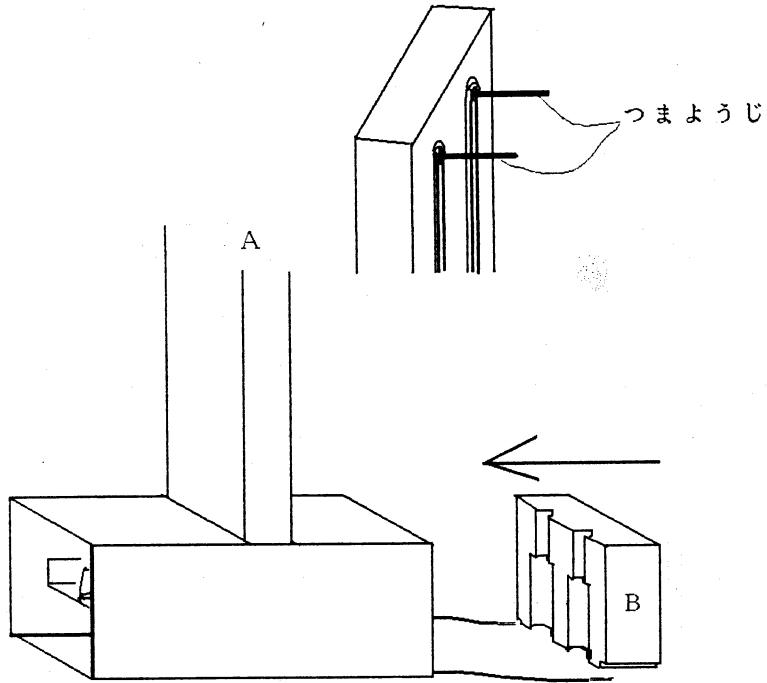
観測の対象にした学校は東京の北東部に位置する足立区立第七中学校(以下足立七中と呼ぶ)と都心に近い目黒区立第二中学校(以下目黒二中と呼ぶ)である(第5図)。どちらの校舎もL字型で、足立七中では校庭の北側と西側、目黒二中では北側と東側に位置している。

### 4.2. 観測結果

気温分布の調査の対象としたフィールドは教室、階段、校舎、校庭及び学校周辺を選んだ。その中で教材化が可能と思われる階段、校舎、校庭のケースを紹介する。

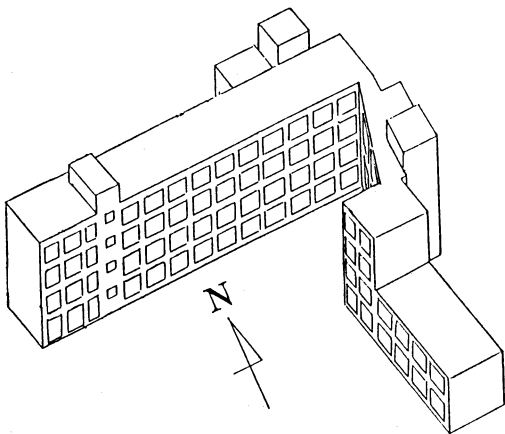
#### (1) 階段

研究の始めとしてできるだけ現象が複雑でない場合を選ぶという観点から、各階段の前のホールの中央部で、窓が締めてあるときに5回観測を行った。1981年8月10

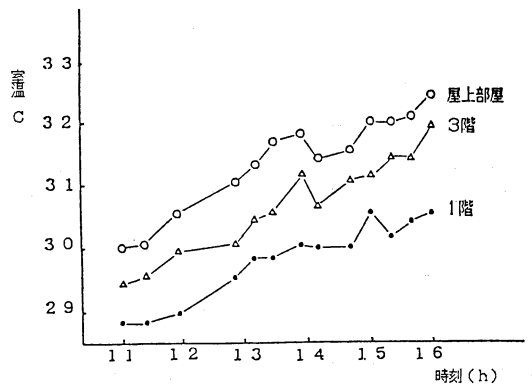


木工用ボンドで断面の中央にくるよう接着する。

第4図 組み立て



第5図 目黒区立第二中学校校舎の概念図

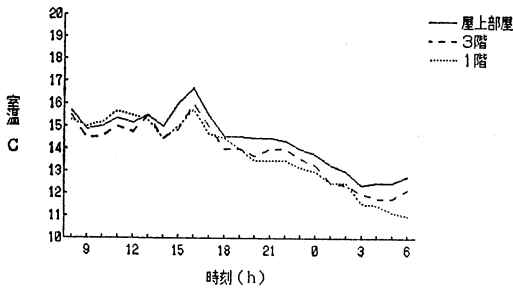


第6図 階段前ホールの室温変化1 (1981年8月10日 天気;晴れ一時曇り, 場所;足立七中)

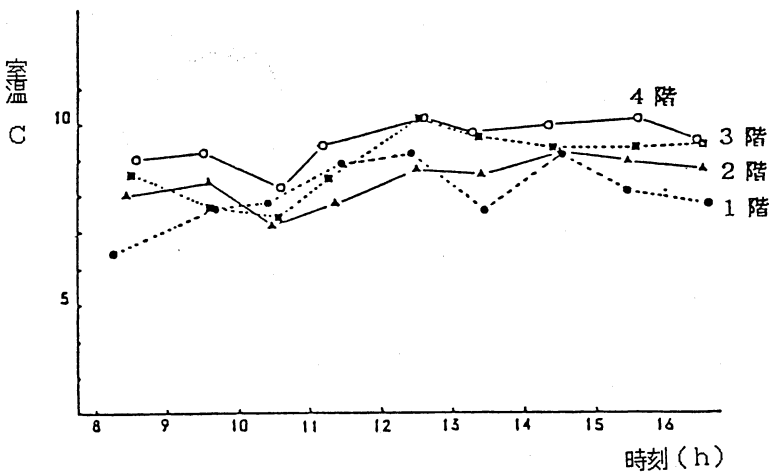
日に11時から16時にかけて足立七中で観測した。この日の東京地方の天気は晴れ一時曇りであった。以下気温以外のデータは東京管区気象台の観測値である。その結果を第6図に示す。2階も4階も観測したが、以下に述べる内容と同じ傾向なので、省略した。ホールでの室温(ここでは外の気温と区別するという意味で室温と呼ぶ)は気温が最高になる14時から15時を過ぎても上昇をしている。また、上の階の方が下の階より高くなっている。上の階ほど高温であることが一日中いえるかどうか調べるため1982年3月31日の9時から4月1日の6時まで前回と同じ場所で観測を実施した(第7図)。この日は東京地方曇り後雨で9時から14時まで雨が降っていた。その後天気は回復に向かい21時には晴れてきている。室温は16時に最高値を示し、その後徐々に下がっている。雨が降っている期間のホールの室温は上の階のほうが下の

階より高いとはいえない。その後は1階と3階の関係においてはそうではないところも少しあるが、夜間を通して屋上部屋における室温は一番高くなっていた。つぎに1986年8月11日に12時から16時45分にかけて目黒二中で観測をした。この日の東京地方の天気は晴であった。この場合も上の階の方が暖かいということが成り立っていた。

これらは生徒が学校にいない時の観測例だが、次に実際の授業として行う場合のような生徒がいるときの例を示す。まず、1986年2月25日8時から16時まで目黒二中で休み時間に観測を実施した(第8図)。4階は一番高温ということは言えそうだが、その他は不明確である。生徒がいる場合、上の階のホールの室温のほうが下の階より高いという仮説が当てはまるかどうかを調べるため、1986年3月4日の授業中に、同様な観測を実施した(第9図)。結果は上の階が下の階より暖かいということを示している。つまり、授業中で窓が閉められているときは生徒がいても、上の階の方が高温になるようだ。そこで、授業中と休み時間の違いを見るため3階ホールに自記記録温度計を置き、1987年1月29日から2月1日にかけて観測した(第10図)。日中の天気はそれぞれ快晴、快晴、曇り後晴れ、晴れとなっている。第10図の横軸は5分毎の目盛りになっていて、数字は時刻(時)を示している。Rは休み時間、Lは昼食時間を示している。この図から休み時間になると室温がジャンプしているのが分かる。しかし、土曜日の午後や日曜日にはジャンプが起こっていない。したがって、生徒が休み時間になって



第7図 階段前ホールの室温変化2 (1982年3月31日～4月1日 天気;曇り後雨, 場所;足立七中)



第8図 階段前ホールの室温変化3 (1986年2月25日 天気;晴れ, 場所;目黒二中)

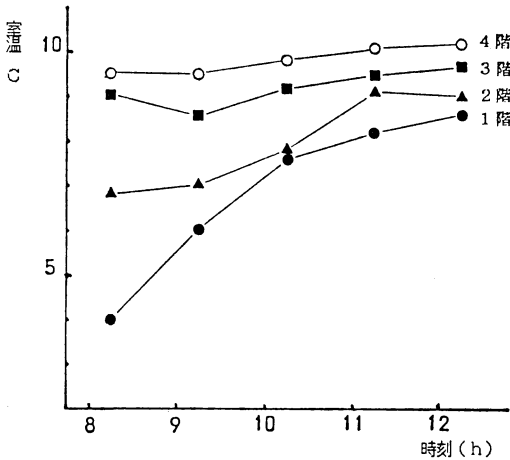
廊下にてることにより廊下の室温を一時的に変えるということが分かる。この原因をさらに解明することは今後の課題にするとして、少なくとも授業中になると平衡温度に達するようだ。以上から、休み時間における各階ホールで、上の階が下の階よりも暖かいという仮説が成り立たなかった理由は、休み時間の室温ジャンプが原因だと思われる。

(2) 校舎

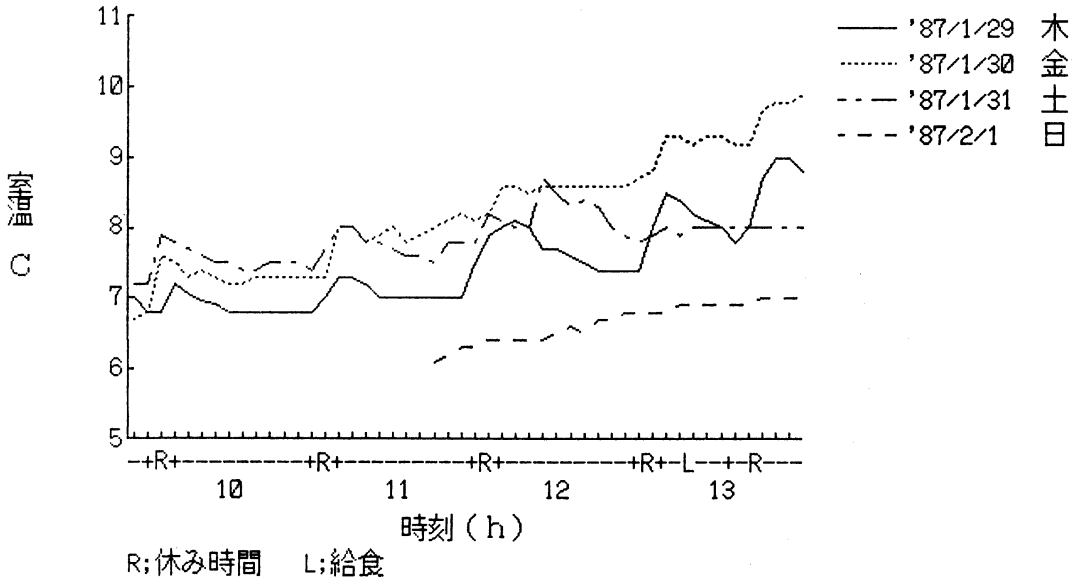
上記の階段での例は1次元的な鉛直方向の例であった。つぎに、平面的に校舎の廊下を使って、室温分布を延べ9回調べた。観測場所は各廊下の中央部である。そのうちの一例を第11図に示す。この日の東京地方の天気は晴れ一時曇りであった。結果はいままで述べてきている上の階の方が暖かいと言うことを支持する。ただし、これは生徒がいないときで窓が締めてあるケースである。次に、窓が開いていたケースを示す(第12図)。東京地方は曇り一時晴れの天気であった。この日はまだ夏休み明けということもあってまだ暑い日が続いており、ほとんどの教室の窓は開けて授業をしていた。結果は2階の中央部に高温域があり、上の階が暖かいという仮説は当てはまらない。

次に、建物自体の温度では室内はどうなっているのかを調べるためパーンの赤外線放射温度計を用いて校舎の廊下における床と天井の表面温度を測定した。なおこの日の窓はすべて閉まっていた。その分布を第13図に示すと、上の階になるにつれて暖かくなるということがわかる。

以上は廊下で観測した例であるが、つぎに各教室で室温を観測した分布図を示す。ただし残念ながら午前と午後の観測日は同一日ではない。天気は両日も東京地方晴れであった。7月31日の午後の観測時には一部窓が開

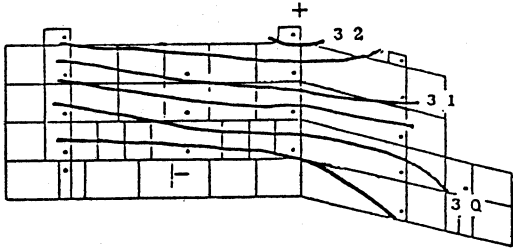


第9図 授業中における階段前ホールの室温変化 (1986年3月4日天気;晴れときどき曇り, 場所;目黒二中)

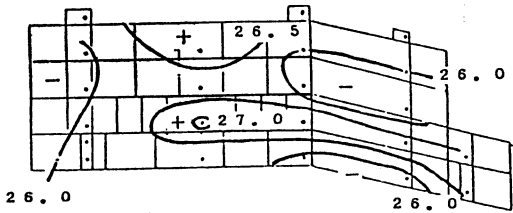


第10図 3階ホールにおける室温の変化 (場所;目黒二中)

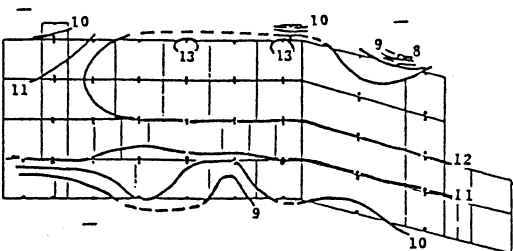




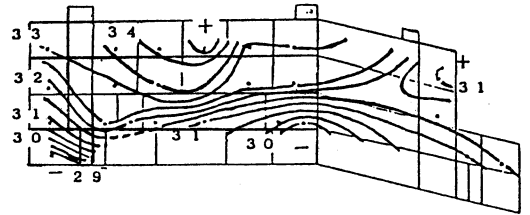
第11図 窓が閉じている校舎の廊下における室温分布 (1986年7月31日9:00~9:48天気; 晴れ, 場所; 目黒二中)



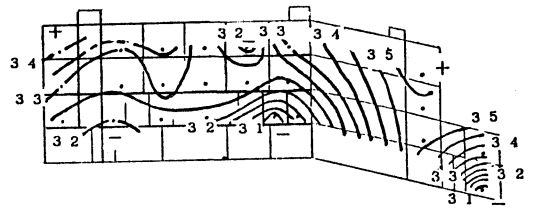
第12図 窓が開いている校舎の廊下における室温分布 (1986年9月19日15:08~天気; 曇り一時晴れ, 場所; 目黒二中)



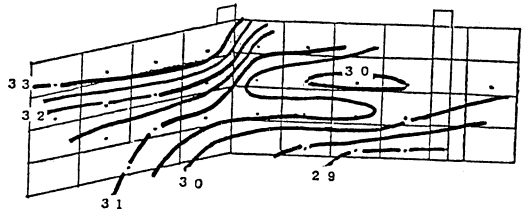
第13図 校舎の廊下における天井・床の表面温度分布 (1986年3月1日12:50~13:10天気; 晴れ後曇り, 場所; 目黒二中)



第14図 校舎の教室における室温分布1~午前の場合 (1986年8月11日8:50~天気; 晴れ, 場所; 目黒二中)



第15図 校舎の教室における室温分布2~午後の場合 (1986年7月31日14:30~15:22天気; 晴れ, 場所; 目黒二中)



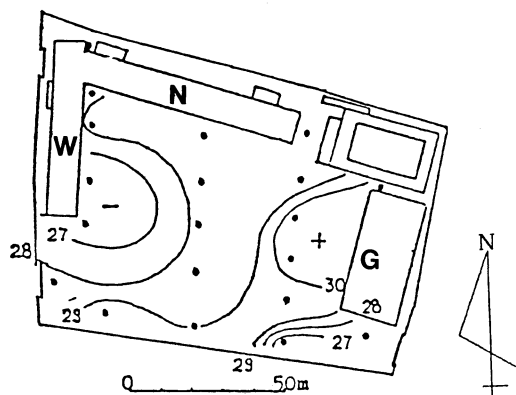
第16図 校舎の教室における室温分布3~午前の場合 (1981年8月27日9:27~10:20天気; 雨一時曇り, 場所; 足立七中)

いている教室があったが、廊下の観測例より北校舎と東校舎の違いが明白になっている。午前中は東校舎は北校舎より冷えているが(第14図)、午後は逆に暖かくなっている(第15図)。このことは東校舎の東側は窓が小さく壁の部分が大きいためと考えられる。なぜなら、足立七中における観測によると西校舎は東側に大きな窓の部分を持っていて、午前の観測では北校舎より暖かくなっていたからである(第16図)。つまり、校舎の水平方向の室温分布を議論するときにはおのおの校舎の構造をよく調べる必要がある。しかし、この場合も少なくとも上の階の方が暖かいと言うことは成り立っている。すな

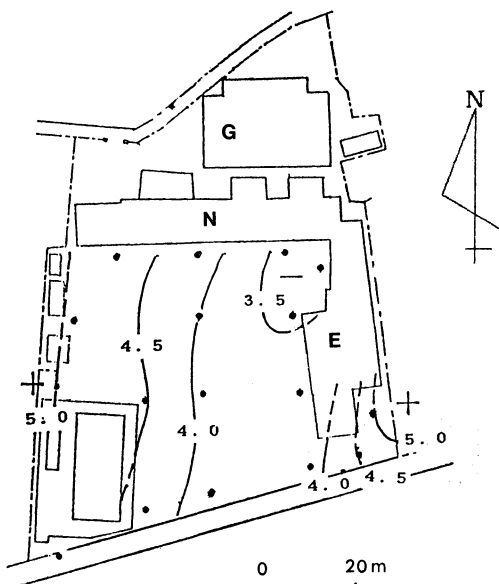
わち、校舎の窓を閉めた条件で授業中を選んで校舎の室温を測定すれば、上の階の方が暖かいことが明らかになった。

(3) 校庭

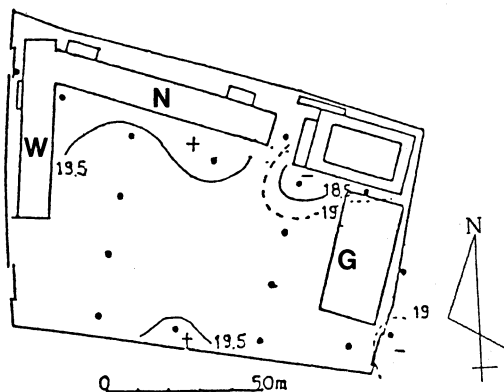
ここでは屋外の観測フィールドとして校庭のケースを示す。足立七中で観測した例は2件ある。一つは東京地方曇りときどき晴れの天気で、観測時刻には南の風4m/sが吹いていた。観測結果は校庭の東側に高温域が生じていることを示している(第17図)。観測時刻が15時ということで西日が体育館の西側に当たり、その照り返しでその前の空気が暖まっていると考えられる。もう一つの例を第18図に示す。この日の東京地方の天気は雨のち曇りで、2時から9時まで14mmの雨が降った。幸いにも観測時刻には雨は止み南南東の風2m/s、日照率は



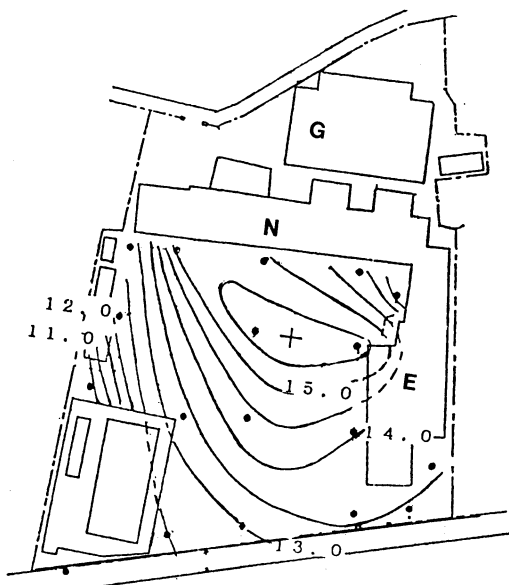
第17図 校庭の気温分布 1 (1982年6月11日15:30  
～天気；曇り時々晴れ南の風4m/s, 場所；  
足立七中, ただしGは体育館, Nは北校  
舎, Wは西校舎とする)



第19図 校庭の気温分布 3 (1987年1月11日9:00  
～9:20 天気；晴れ北北西の風7m/s, 場  
所；目黒二中, ただしGは体育館, Nは北  
校舎, Eは東校舎とする)



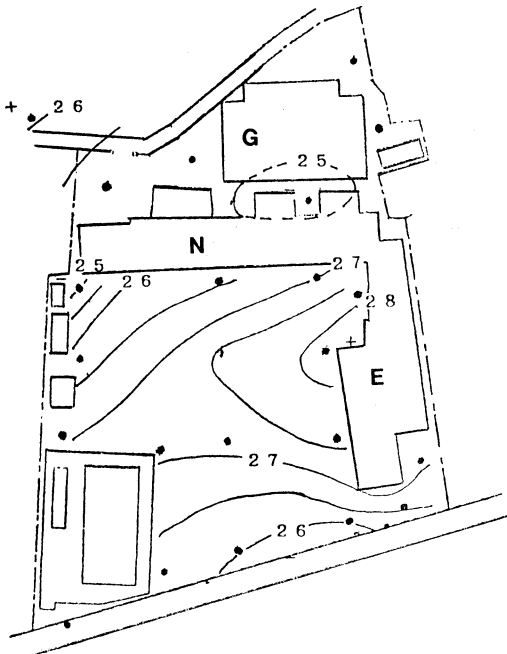
第18図 校庭の気温分布 2 (1982年5月7日15:30  
～天気；雨後曇り南南東の風2m/s, 場所；  
足立七中, ただしGは体育館, Nは北校  
舎, Wは西校舎とする)



第20図 校庭の気温分布 4 (1986年12月24日11:25  
～12:15 天気；快晴北の風1m/s, 場所；  
目黒二中, ただしGは体育館, Nは北校  
舎, Eは東校舎とする)

0.6となっていた。しかしこの日は特徴ある分布は得られなかった。その理由として、まだ校庭が湿っていたことが考えられる。

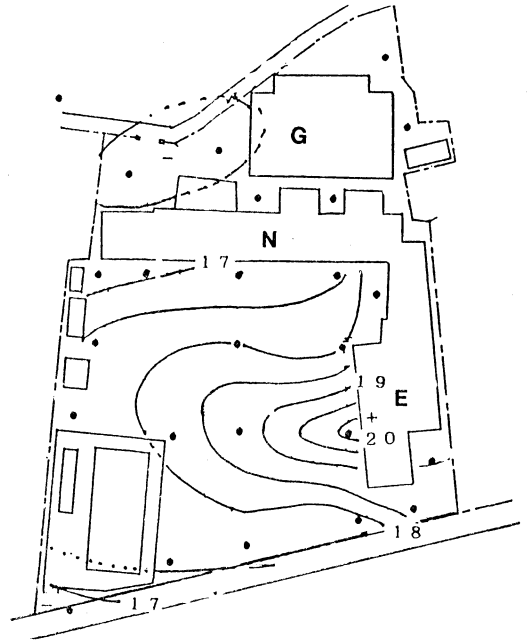
目黒二中では16回観測した。そのうち曇りの日が10回あり、観測時刻は9時から15時とまちまちであるが、1回を除いて余り温度差がみられなかった。残りの6回は快晴または晴れの日でどの場合も特徴ある分布が得られた。目黒二中の校庭の西側には、図には示してはいるが4階建てのマンションがある。南側は道路になっている。まず、1987年1月11日の観測例を第19図に示す。この日は東京地方の天気は晴れであった。観測時刻には北



第21図 校庭の気温分布 5 (1986年9月26日13:30～13:40 天気; 晴れ 東の風 3 m/s, 場所; 目黒二中, ただし G は体育館, N は北校舎, E は東校舎とする)

北西の風 7 m/s と強い風が吹いていた。観測時刻は9時から9時20分までであった。これによると校庭の北東部に低温域が生じ、校庭の西部と東校舎の東側に高温域がある。校庭の西部の高温域は西側にあるマンションの、また東側の高温域は東校舎の東側にそれぞれ朝の日射があたり、その部分が暖まり、その前に高温域が生じたと考えられる。校庭の北東部の低温域は日の出以後この部分が日陰であったためと考えられる。ここで、校庭の高温域は太陽の位置で決められ、日射を受ける建物の前方で生じるという仮説を立て、観測結果を検討する。1986年12月24日の観測結果を見ると(第20図)、高温域が北校舎の壁面のすぐ前ではないが、前方に生じている。これは太陽が真南にあり、北校舎に強い日が当たって、その照り返しが強くなった結果と考えられる。次に1986年9月26日の観測結果を示す(第21図)。これによると高温域が東校舎の前に生じていて、東校舎の西壁に日がよく当たり始めたからだと考えられる。さらに、1986年11月7日の結果を見ても、観測時刻が15時だということから考えて、高温域が東校舎の前に生じているこ

1988年2月



第22図 校庭の気温分布 6 (1986年11月7日15:00～天気; 晴れ 後曇り 北北東の風 2 m/s, 場所; 目黒二中, ただし G は体育館, N は北校舎, E は東校舎とする)

ともうなずける(第22図)。また、1983年の11月11日と11月18日にも15時に観測を行ったが、気温分布は第22図と同様な結果になっていた。このことから校庭の高温域は太陽の位置から判断できそうである。

##### 5. まとめ

気温分布を調べるためには測器を多く必要とするが、学校では価格の問題からアスマン通風乾湿計を何台も取り揃えられない。そこで、現在学校ではうちわ温度計が使われているが、うちわ温度計には、通風のむらが生じやすいので、精度を維持するために十分な練習が必要となるなど問題点が多い。そこで、うちわの代わりにモーターとファンを利用して通風のむらをなくした。また、アスマン通風乾湿計の重量は1.1 kg であるが、今回開発した紙アスマンは220 g と軽く、目盛りが安定するまで、体から離して測器を支えることも容易となった。つまり、紙アスマンはうちわ温度計が持つ安価さと軽さの利点とアスマン通風乾湿計の持つ高い精度と測定の容易さという利点の両方を兼ね備えているといえる。つぎに学校内の気温分布について、窓を閉めた条件下では授業

中に校舎の室温を測定すると上の階の方が暖かくなっていること、校庭においてはグラウンドが乾いた晴れの日には日射を受けている建物の前に高温域が生じることが明らかになった。

しかし今回の観測結果では、高温域あるいは低温域と一般風との関係は見いだせなかった。今後は、地上付近の風は局地性が強く、建物が立ち並ぶところでは非常に複雑であるので(榊原, 1982), 気象台及びそれに準じるところの風のデータをその地区の一般風として、それと校庭における実測風との関係を調べる必要がある。また、室内の場合には上の階の高温化のメカニズム及び休み時間の室温ジャンプの原因など解決すべき課題がある。さらに、今回は校内の気温分布を調べたが、測器の性能から考えて湿度を調べることも可能であり、校内の湿度分布における共通法則も見いだしたい。

本研究を進めるにあたり、貴重なコメントをいただいた目黒区立第八中学校長伊藤久雄先生に感謝の意を表し

ます。なお、本稿は日本気象学会1987年春季大会において討議されたものに加筆・修正したものである。

## 文 献

- 伊藤久雄, 1979: 小・中・高等学校理科における気象学習の扱い, 天気, 26, 235~242.  
 ———, 1985: 手づくり簡易通風乾湿計の作り方と局地気象の調べ方, 地学教材の研究, 東洋館出版社, 64~65.  
 ———, 1986: 学校教育の中での気象の扱い, 気象研究ノート, 153, 4~26.  
 川西 博, 1981: 学校理科教育における気象領域の開発, 天気, 28, 43~44.  
 榊原保志, 1981: 中学校気象教育における野外観測指導の事例, 都立教育研究所長期自主研修会発表資料.  
 榊原保志, 1982: 草加松原団地の気候環境, 日本気象学会春季大会予稿集, 41, 85.

## 日本気象学会誌 気象集誌

# 第II輯 第65巻 第5号 1987年10月

斎藤 定・田中 浩: 前線付近に発生する帯状降雨域の形成メカニズムとしての条件付対称傾圧不安定の数値実験: 第I部 基本的実験

Harald Lejenäs・Bo R. Döös: プロッキング期間中の停滞性および移動性プラネタリー波の振舞い

Xue-Ling Wang・村上多喜雄: 南半球の夏における季節内変動的な南北方向の吹き出しと赤道域での積雲対流

加藤内蔵進: 初夏のモンゴル・華北一帯の乾燥地帯における気団変質と大陸の梅雨前線の構造急変

甲斐憲次: 日本における地表風のスペクトル気候学

第II部 日変化, シノプティックスケールの変動, 10~20日周期の変動および年変化

花輪公雄: 日本南方海域における大気海洋間の熱と運動量フラックスの精度

高橋 勲: 雷雲モデルでの放電源の決定

近藤 豊・小島 浩・鳥山哲司・森田恭弘・高木増美・W.A. Matthews: 航空機観測のための化学蛍光法オゾン測定器

村上正隆・松尾敬世・中山 嵩・田中豊顕: 雲粒子ビデオゾンデの開発

## 要報と質疑

山中大学: 盛夏季南日本付近で観測された上部対流圏の風の約1週間サイクル: 速報