

高校理科I 実習案「太陽エネルギーの測定」

野 島 宏 二*

1. 理科Iのフィロソフィー(理念)の確立を

昭和52, 53年にかけて小中高の新しい学習指導要領が公示された。この改訂全体の大きい流れ「ゆとりある教育」のなか教育現場では、種々の研究、研修、準備がなされている。

高校理科においても「理科I」という新しい教科が1年生で全生徒に必修となる。

この内容は、「力とエネルギー」「物質の構成」「進化」「自然界の平衡」「人間と自然」であり、自然の物質についての基礎・基本的分野と自然環境の総合的分野とが柱となっている。これから教育現場では、この「基礎と総合」を有機的に結びつけた理科Iのフィロソフィー(理念)の確立に長い年月を必要とする。今までは、物、化、生、地と専門に分かれていたが、各教師が指導内容、指導方法について研究し、互いに協力して各分野を有機的に結びつけ、この「理科I」を年間通して1人で担当することが望ましい。

次に、この理科Iの位置づけであるが、小中高の教育内容の一貫性に基づき、中学のまとめ、高校段階の基礎、2・3年次の選択への足がかりとなる。全体としては、国民的基礎教養、最小限の基礎教育(ミニマム・エッセンシャル)として捉えるべきである。

2. 実習案「太陽エネルギーの測定」

理科Iの「自然界の平衡」での実習は太陽エネルギー測定である。この教材は、これからの理科Iのフィロソフィー確立のために大変良い内容と考える。

地球の表面、大気や海洋におけるさまざまな現象はほとんど太陽の放射エネルギーがその原動力となっている。このことを踏まえて、この実習及びその発展は自然界の大きなドラマ(自然界の平衡等)を総合的にダイナミックに取扱う。また、太陽エネルギー変化を理解するには、エネルギーに関する物理的基礎力が必要となる。

2-1. 位 置 づ け

理科Iの内容のなかで太陽エネルギーに関係するところを次に示す。測定実習は、下記の「地球の熱収支」の単元での導入として取扱うことになる。

(1) 力とエネルギー……………エネルギーの変換と保存

(2), (3) 略

(4) 自然界の平衡……………地球の形状(地表の変化)

地球の熱収支(大気や水の循環を扱うこと)

生態系と物質循環

(5) 人間と自然……………太陽エネルギー・原子力の利用

2-2. 実習例 「直達日射量の測定」

直達日射量($\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$)とは、太陽放射が垂直に当るようにおいた 1cm^2 の面が1分間にうける太陽エネルギーの量をいう。

* 県立浜松北高等学校

現在、本校での地学 I のこの測定は市販の K E N T 放射熱比較装置、五藤光学の簡易日射計で実習をしている。この測定器はともに水を入れる金属容器方式であるため生徒の頭に計算式がすぐでてこない。また、水漏がすること、器具を 2 人に 1 組としたいこと、などから水及び金属の実習測定器を自作した。以下、これに授業の展開例とを合せて報告する。

A 水による方法

(1) 器具及び測定例

水を入れる容器は、図 1 に示したようにアクリル板を裁断し、注射器にジクロロメタンを入れて接着させた。この方法は教材店のアドバイスによる。また、温度計を入れる穴は水漏れがあるため栓方式が良い。測定例は図 1 に示した。

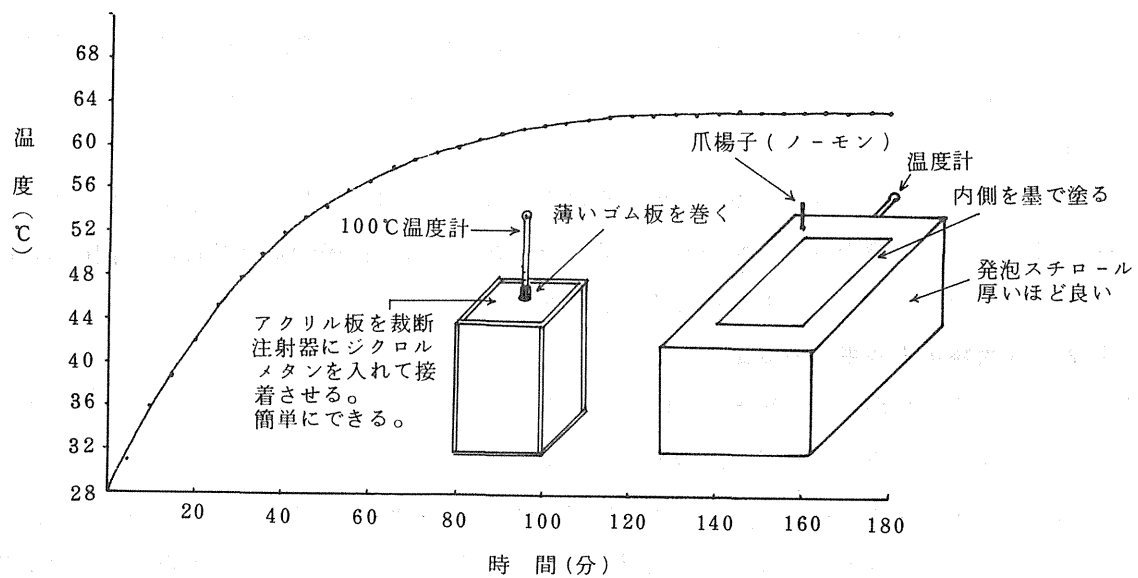


図 1. 太陽エネルギー（直達日射量）の測定例（参考；最新地学 I，教育出版）

(2) 授業・実習の展開例

- ① 実習器具を使用して直達日射量を求めるにはどうするか。
- ② 時間と温度変化の関係グラフを推定せよ。
- ③ この透明容器の水（質量 m g）の温度を t °C 上昇させるに必要な熱量（ Q cal）の式はどうか。
なお、物質の比熱を S とする。〔 $Q = m \times S \times t$ 〕

④ 直達日射量の式を示せ。但し、アクリル板の物理量及び性質は考えないとする。

$$\left[\text{直達日射量 (cal/cm}^2 \cdot \text{min)} = \frac{\text{水の重さ(g)} \times \text{比熱} \times \text{10分間に上昇した水温(°C)}}{\text{受熱面積 (cm}^2 \text{)} \times \text{測定時間 (min)}} = \frac{36.6 \times 1.0 \times 7}{20.3 \times 10} = 1.26 \right]$$

⑤ では実測してみよう。

(3) 透明アクリル容器の体積を変化させた場合。

容器の体積（ cm^3 ）を 40, 90, 150, 400, 800, 1,000, 1,200, 1,800 の 8 種類を変化させて実測した。

温度上昇が止むまでの時間(分)は順に120, 140, 160, それ以上となった。また直達日射量は、ほぼ $1.26 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$ であり、いずれの場合も同じ値であったが、容器が大きくなると深さによる温度変化を生じた。学校での実習では、容器の体積 50 cm^3 以下が望ましい。

B 銅板による方法

(1) 器具及び測定例は図2に示した。

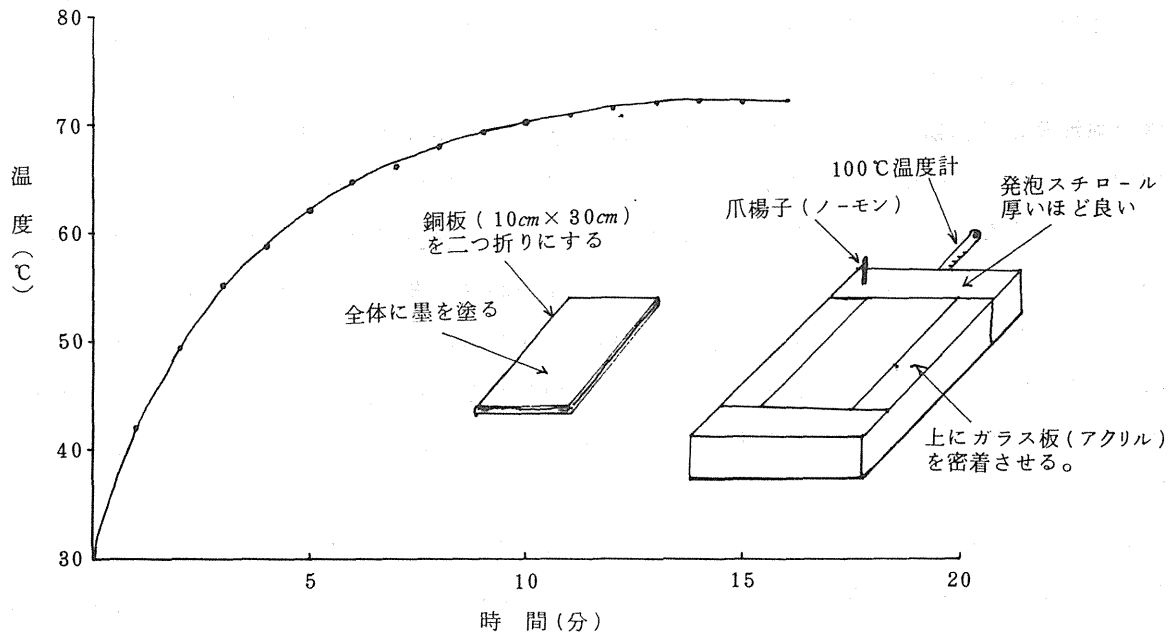


図2. 太陽エネルギー(直達日射量)の測定例、銅板による方法(参考:新版地学I, 大日本図書)

(2) 測定結果、この方法は測定時間が短くて良いが、銅の比熱が小さいため誤差が大きい。

2-3. ま と め

上記2種類の測定器では、アクリル容器に入れたものが、生徒の取扱い、測定結果、理解等々から勝れている。経験からいうと市販の簡易日射計、金属製の受熱容器よりも勝れていると思う。

2-4. 授業発展 「自然界の平衡」の問題例

- (1) この実習の測定結果によると、温度上昇がある時間後には止まる。これはなぜか。
- (2) 地球全体の1年間の受熱量と放熱量との関係はどうか。
また、この受熱・放熱量と緯度との関係グラフはどうか。
赤道から北極の向きに運搬されるエネルギーの種類と大きさはどうか。
- (3) 地球上の緯度別における降水量と蒸発量の関係グラフはどうか。
- (4) 陸風の風向を等圧断面にて考えてみよう。

(地学散歩続き)

山地とその北方を取巻くアラスカ山脈に集中している。これらの地域は降水量が多く、海拔高度も高い。これらの氷河のうち訪れたのはチュガッチ山地のマタヌスカ氷河、ウォシントン氷河、コロンビア氷河で、マッキンレイ山の氷河もエアイルソンから真近くに展望することができた。マタヌスカ氷河では、30 m余の高さのモレインの丘を下って氷河末端との間の泥水の水たまり（氷河の氷がとけてできたもの）を越えて氷の上に乗ってみた。氷にはクレバスがあり、その中をのぞくと水が流れ、表面には多くの角礫（頁岩が多い）が散在して入っていた。氷河末端からモレインの丘に渡った時足元がすべるので土（粘土質）を取りのぞいてみると土の下は氷であった。氷河からはどろ水の川が流れ出しているのが丘の上からよく見えた。

氷河地形及び堆積物 氷河湖はアラスカ山脈の山麓標高 500 m 以下に多く見られる。カールは海岸山地やアラスカ山脈の低い山陵にふんだんに見られる。やや高い所のカールの中には万年雪が見えることもある。広大な風景を展開するU字谷はマッキンレイ山国立公園内のハイウェイをエアイルソンに向う途中で幾度か見られ、そのなかにはすでに谷底にV字谷がきざまれているものもあった。

バルディーズ港の入江やウィッテア港はその背後の山地の氷河が過去に発達したときのU字谷が海進によって海底に没しフィヨルドを形成したものと思われる。また、アンカレッジ市のクック入江とそれから東に分かれるターナゲイン入江などもフィヨルドで、この入江は干満の差が大きく 9 m に達するという。

フェアバンクス南の銅河川の左岸から南方を見ると山のゆるやかな斜面に等間隔に三角形の突起（モレインの丘）がみえる。エスカーである。これは氷河がだんだんと後退したことを示す地形である。

氷河堆積物は氷河が山の谷をすべり下るときに削り取った岩屑または堆石（氷堆石）が氷河に運ばれて堆積したもので、粒子が不揃いである。粒の大きさは漂石と称されるはなはだ粗大な塊（粒径数 m ～ 10 数 m）から粉末状のものまであり、これらが分級されずに堆積している。また、礫は稜角のあるものや、円味のあるものなど種々あって、その中に二面または三面の研磨された礫、擦痕を有する礫などを混じえている。氷河堆積物の中の粘土は細かく、摩擦によって生じた岩石の粉末（氷河岩粉）であるので水を含むとどろどろになる。

湖水 アラスカには氷河湖の他に大平原を流れる河によって作られる河跡湖（三日月湖）も多数ある。各種湖水の数は 300 万以上もあるといわれている。面積 25 Km²（田沢湖ぐらい）以上の湖が 94 もあり、エアタクシーといわれる軽飛行機の発着場になって大いに交通に役立っている。

アラスカパイプライン このパイプラインは 1968 年に大量の石油が発見された北極海沿岸のバローの東 300 Km のノースロープのブルドー湾から、太平洋岸の不凍港のバルディーズまで全長約 1,300 Km あり、1977 年に完成した。パイプの直径は 48 インチで、1 日 120 万バレルの容量をもち、ノースロープにおける可能採掘量は 96 億バレルといわれている。

このパイプラインはフェアバンクス郊外で見学場所がつくられ、バルディーズまでリチャードソンハイウェイに沿って敷設され、この道路を南下すると大平原を白い糸がはうように、道路の右に、左に現われては消えて終点のバルディーズの石油基地に達している。

参考文献; The Alaska Almanac (1977). Facts About Alaska. Alaska Northwest Pub. Co.