

# 京大教養部地学実験が果たした役割

住友則彦 (1960 年卒)

半世紀にも及ぶ歴史を持つ旧教養部地学実験は、基本的には今でも総合人間学部・全学共通科目・地球科学実験として受け継がれている。同科目は地球物理学科との関連も深かったのも、かつて旧教養部で 25 年以上にわたってこの科目を担当してきた筆者の経験を残したいと思う。ここでは特別な場合をのぞき、個人名は控えさせていただく。

この機会に、あらためて旧教養部教育の必要性を再認識したいと思う。知識の単なる集積からは新しいものは生み出せない。教師が疑問に思い、学生と一緒に考え、工夫し、失敗し、成功する、喜ぶ、興奮する、感動する。このときに学生は学問研究の面白さを掴むと言って良いのではないか。地学実験は全て共同実験（水準測量、測風気球、空中電場観測、地震波速度の測定、……）で、共に考え、行動する、達成感を共有することをねらいとしてカリキュラムは組まれていた。

受験勉強は自分との戦いで、正解を見つけることが勉強であった。地学実験では正解があるとは限らない。自分で考え自分で答えを探す。殆どが彼らのこれまでの経験になかったもの（水準測量、針金の引張強度、琵琶湖の静振、地電流、……）への挑戦であったと思う。地球物理学科への進学者のみならず、地質鉱物学科、宇宙物理学科、物理学科、さらに工学部、農学部などへの進学者からも、毎日が面白く記憶に残ったとの声を耳にした。

地学実験は実験 1 と 2 に分かれていた。実験 1 は主として地質鉱物学系統の実験（1 回生向き）であり、実験 2 は主として地球物理学系統の実験（2 回生向き）であった。受講学生は必ずしも地球科学方面への進学を希望していたわけではない。理科の教員免許を取得するためには、必須の科目であった。但し、教員免許の取得には、半期 1 単位のみを取得すれば良かった。にもかかわらず、地学実験 2 を選択した学生は、殆どが前期・後期の両方を受講した。中には実験 1 と 2 の計 4 単位を取得する学生もいた。2 単位は理工系の基礎科目として認められたが、それ以上は卒業のための必須単位には認められなかった。単に地学が心から好きな学生が少なからずいたという事にしておこう。学生の多くは、高等学校で地学を選択していなかった。その所為か、特に野外でやる授業には、大変興味を持ったようである。1960～80 年代当時は教養砂漠と言われたように、大人数教育が多い中で、地学実験は先生と直に話が出るし、専門分野の話や学会の話なども聞けるので、理学部学生の場合、学部の専門課程への進学にずいぶん参考になると評判が高かった。教養部のオアシスと評した学生もいた。筆者は 25 年以上にわたって地学実験 2 のみを担当したので、ここではそれのみに限って述べる。

## 地学実験 2

地学実験 2 は内容、指導の仕方も 1960 年代当時から全国的に例を見ない科目であったと思っている。これは殆ど全て、故太田柁次郎教授が開かれた道であった。まさに手作りの実験で、それぞれに自然を実感、体験させる工夫がなされていた。実験内容別に 2 頁程度の簡単な実験の仕方を説明するプリントが付いている場合もあったが、殆どは実験を担当する教員の工夫に任されていた。太田教授の古鞆は有名で、テスターから半田コテ、抵抗、コンデンサー、銅線の切れ端、リレーなど、何でも入っていた。教授の方針は、計測器が壊れたら自分で修理させるというものだった。

太田教授の指導理念は基本的には学生の目線で、学生と共に実験を行う。受験勉強で得た知識を一旦解体し、再構築させる。物理実験、化学実験の場合等は殆どの場合レポートに正解を書かねばならなかった。地学実験は多くの場合正解のない実験、体を動かし、自分の目で対象をよく見る。特に観測誤差の体験を強調した。

### 地学実験 2 のカリキュラム（前期）

対象 2 回生 理・工・農・医、と薬（初期の頃）

2 回生の前期に 5～6 項目に分かれ、1 項目 3 週間実験、学生は 5 項目を選択。

実験の項目（主なもののみ）年代によって多少実験内容は異なる。

天文：太陽観測（写真、現像技術の習得）、太陽観測用レンズ磨き。  
気象：測風気球、微細気象。  
陸水：琵琶湖の静振、土砂の透水係数。  
測地：水準測量、光弾性による歪み測定、真北の方位観測。  
地震：地震計の常数（最小2乗法入門）、杭打ち法による地震波速度、  
松ヤニの破壊、針金の引っ張り強度、コンクリートの破壊。  
電磁気：地電流、接地抵抗、無定位磁力計、自然電位、空中電気。

## 筆者の記憶に残る実験の例

**水準測量**：高さとは何か、長さではない、水準器とは、…等に始まり、水準測量の手ほどきをする。教養部構内数カ所に設けた仮設水準点を回り各点の高さを1mm以内で決めよと言うと、そんなこと出来るわけはないと叫んでいた学生が、測量をやり始めると、見事に閉塞誤差の基準をクリアーし、驚嘆していた。吉田神社境内までの往復測定も、暑いときでも誇らしげに黙々と測量を続けていた。後に毎年繰り返したデータから水準点が経年的に変化することを見いだすまでになり、今日でも続いている長寿テーマである。ある学年で、標尺を前後に揺らして視準する方が精度は向上すると言いだした学生がいた。心理学の動体認識の実験で学んだという。何人かの学生が協力を申し入れ、時間外に日の暮れるまで繰り返し測定をしていた。

**地震計（倒立型振子）の感度や固有周期などを決める実験**：記録は煤書き方式で顔を真っ黒にしていた女子学生も居た。麦藁によるペン書き。地震計の原理から常数の決定は最小自乗法で求めさせた。面倒な計算にも関わらず、学生には新鮮味が有ったらしく、そろばん、手回し式計算機（後には電卓へ変遷）で頑張っていた。高等学校までの教育では、直線の方程式は2個のデータがあれば係数は一義的決定できた。多数のデータを全て平等に使うとすればどうするか。彼らが今までに一度も考えたり、実践したりしたことは無かった問題である。最小2乗の考え方は、誤差のガウス分布から始めねばならない。理学部生は、発想に興味を持って食いついてくる学生が少なくなかった。工学部系は、ともすれば計算方法と結果を知りたがった。たかが2回生くらいでも考え方の傾向に違いが出てくるのは不思議であり興味深かった。測定には誤差が伴う事も彼らにとっては感覚的には納得できても、数値的評価はなかなか理解しがたい概念だったようである。

他の実験テーマについても、一つ一つが斬新に見え、観測事実やそれらから推定される結果について、彼らなりに色々議論をしていたようである。中でも、彼らの興味を強く引いたもの一つに、空中電場の測定があった。静電場そのものが100V/1m程度と意外性があったこと、雷に係する事、その電場測定に棹の先に取り付けた香取線香を燃やして周りの大気を帯電させ、電荷を集めて静電位計に取り込む。理屈はともかく、「蚊取り線香の実験」と称し圧倒的な人気番組の一つだった。

琵琶湖に連れて行って静振を観測させる。日曜日をまるまる1日つぶしての観測、南湖の6カ所くらいに学生を分散配置、グループ観測、確か3分間隔、午前9時から夕方5時くらいまでの測定だったかと思う。1カ所でも観測に失敗（遅刻、欠測など）すると全体のデータが駄目になるぞと脅かすと、学生達は緊張してそれぞれの持ち場で頑張っていた。データ処理は後日、後期に琵琶湖の静振を選択したグループが行うことにしていた。

**引張強度の実験**：支持棒に吊した細いリン青銅の糸の先に小さな容器を取り付け、それにスポイトで少しずつ水を入れて行き、何グラムで切れるかを測定させる実験である。これはもともと、準静的にダイヤルなど操作して計測する場合の基礎実験だったが、だんだんと切断の仕方に興味が移って行き、吊るす糸の長さや切断荷重が関係すると言いだした学生が出てきた。少しずつ糸の長さを変えて行き最後には教室の天井くらいの高さから吊るして実験した。どうやら長いほど早く切れることを見だし、弱いところで切れるとして、弱部を含む確率に關係するなど、レポートに延々と「理論」を展開し、ついには地震の起こり方にも關係すると書き連ねたグループもあった。

この様な、彼らなりの小さな発見は他の実験にもあったと思う。地球物理学科へ進学した学生がその素質を伸ばしたかどうかは知らない。

## 後期実験

5~6の班に分かれ1テーマを半年、1教員のもとでグループ実験する。実験内容はそれぞれの指導教員に任されていたので、様々な工夫がなされた。実験計画を学生達に立てさせる班もあった。物理、化学、生物実験などにはない全く地学独自の方式である。当然担当していただく教員の負担は重くなる。実験に必要な経費は消耗品程度で殆どない状態で、まさに手作りの実験であり、教育であった。主として地球物理学教室や防災研の先生方にご苦勞を頂いた。授業時間は午後1時から4時までだったが、この時間内で終わる実験は殆ど無かった。夜の9時頃までつき合わされることもあった。

筆者の担当した実験の一部を紹介する。京都市内にまだ市電が走っていた頃、軌道からの漏洩電流を計らせたことがあった。電流の流れる卓越方向は場所によってほぼ一定、しかし教養部構内では場所によって異なる。理学部のある北部構内と、教養部構内で殆ど同期した信号が得られた事も彼らにとって意外でもあり、感激の発見でもあった。さらに自然電位の空間分布から花折断層（理学部構内植物園内を横切る）の位置を推定する実験も興味を引いたようであった。この実験は高じて修学院付近や八坂神社の境内の花折断層を追跡した学年もあった。

たまたま当時（1964年頃）、重力偏差計の開発を行っていたので、キャベンディッシュもどきのニュートンの万有引力常数を求める実験をやらせたことがあった。30kg程度の鉛の球を偏差計に近づけると、光学記録上引力の影響が目を確認できる事に学生は強く感動したようである。引力が本当にあることを実感した時、その驚きを生涯忘れないと言っていた。

## 他のグループの実験から

**測風気球：**京都盆地の中で風は渦巻いている。トランシットで追跡するのはたいへんだった。3次元飛跡を書くのに一苦勞。最終的にどこまで飛んで行くか、学生達は知りたがった。それで、拾われた方は、その場所は何処であったか知らせて欲しいと、学生達は、はがきに一生懸命お願いの文章を書いていた。三重県奈良県南部まで飛んでいった気球も有った。返事が返ってきたときは、まさに鬼の首でもとったかのように感激し、歓声を上げていた。

**琵琶湖の静振：**前期に全員で手分けして観測した湖面の水位データをもとに、教室で移動平均から複数の固有周期を抽出する。初期の頃は、そろばんと手回し式計算機で来る日も来る日も（と言っても週に一回）計算を続ける。今頃の学生にはとても出来ない、素朴であるが、自然の意外性を認識させる実験であった。南湖のたてとよこの固有周期、北湖の長周期の一部などが検出でき、学生は感動していた。

最後に筆者にとっては強烈な印象を与えた、大学紛争時のことを残しておきたい。地学実験2のクラスが割れた事はつらかった。実験を履修している学生同志が直接対立することはなかったが、結果的に授業はつぶれた。しかし、バリケード封鎖中にも関わらず、実験だけはやらして欲しいと申し出る学生も少なからずいた事には驚いた。自由参加と言うことにした。また、かつて地学実験2を履修していた学部生と、バリケードの中で夜通し政治と学問と公害について議論したこともあった。その学生は汚染された瀬戸内海を元通りにするには潮汐力だけでは100年以上かかりますと教えてくれた。また、大学紛争がくすぶり続けている頃、学部へ進学した学生（地学実験2の履修者）が里帰りをしてきて、自主ゼミをやりたいというのでつき合った事もあった。

気象観測にしる、物理探査にしる、科学として自然現象に初めてぶつかり、不思議だな、面白いなと感じる、これは理系の学生がある時期におそらく極短期間だけ感じる経験である。このときそのまま通り過ぎるか、立ち止まるかはまさに運命的な出会いとも言える。教師がその場に立ち会う（啐啄の機）、ほんの一言が学生の運命に大きく関わることもある。恐ろしい事でもあり、教師冥利に尽きる事でもある。

教養の地学実験、伝統的に学部や防災研究所の先生方に助けられて半世紀以上の歴史を綴ってきた。それぞれの先生方が色々と工夫をして学生達を育てて下さった。稚鮎が帰ってくるのを待つ心境だと言われた方も居た。鼻目に見れば、稚鮎は戻ってきて立派に学内の色々なところで活躍していると思われる。このことは地学実験指導が地球科学系の教師の登竜門的役割も果たしてきたのではないかと密かに思っている。現在でも学内外に活躍の先生方の中には、かつて地学実験2の履修学生であったり、また指導教員であったりする方が少なくない。現在の総合人間学部担当の地球科学実験、指導方法など様々な伝統は続いているようである。今後も地球科学へ多くの学生を送っていただきたいものである。