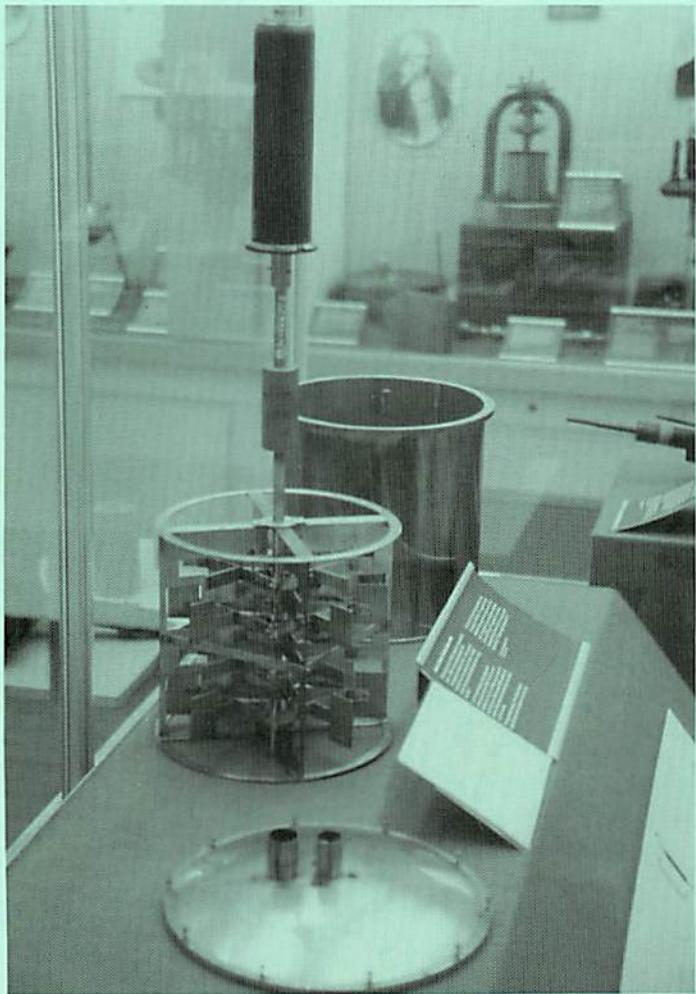


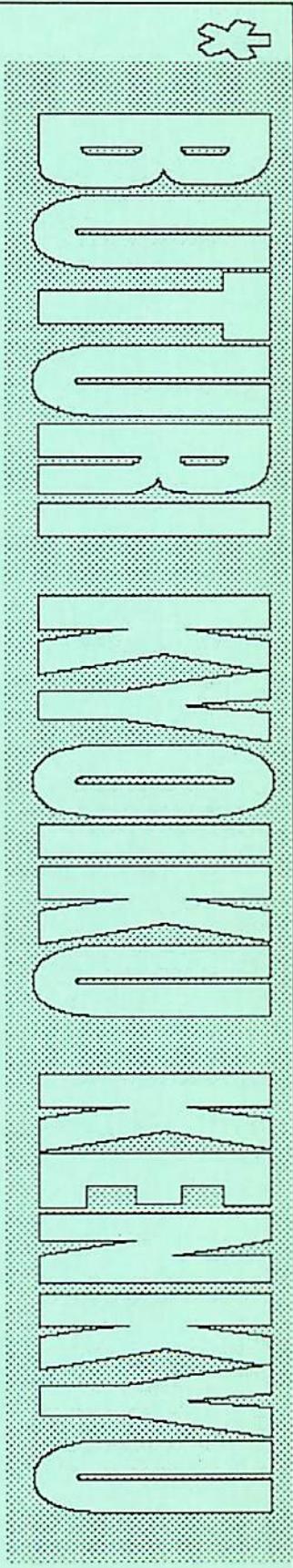


物理教育研究

日本物理教育学会 北海道支部



Vol. 30, 2002. 7



卷頭言

大いなる波紋を返せ

北海道札幌稲北高等学校 教頭 永田敏夫

大学教員による物理教育研究、高校教員の実践研究、小学校教員のためのワークショップ、中学生・高校生による研究発表会、青少年のための科学の祭典、衛星通信による交流会など、教育実践者のための研究交流が活発に行われ物理教育が質の高いものとなっていることは北海道で活動している私たちの誇りです。

特に、物理教育の領域も、理工学系技術者や研究者の基礎教育にとどまらず、広く市民の憩いや文化としての教養の領域にまで及ぶ広い範囲に渡るものに発展してきていることは、大変素晴らしいことです。

物理教育の危機が叫ばれて20年近く経過したでしょうか。何が危機なのかいくつか要因はあるでしょう。物理を道具として学ぶ者の減少、このために、物理を教える職業の需要は減少しました。これが、物理教育者の職業環境の変化です。知識であれ、思考方法であれ、需要がなければ潰れるのは必定です。では、なぜ需要が減ったのか。再び増やすことはできないのか、職業として生き延びる方法はないのか。解決の方法はいくつかあるでしょう。一つは、物理からはずれ新たな分野を開発すること。これも魅力ある仕事です。なんと言っても物理で鍛えた基礎があるのですから。もう一つは、意義をもう一度考え直し、新しい需要を開発することです。

しかし、物質的な豊かさに満たされて、人々の関心は多方面にわたり、豊かさを実現する手立てとしての物理学習人口を再び増加させることは、景気の低迷する中景気回復法を探る社会の動勢

とあまりにもよく似ています。現在地球が直面している様々な課題を解決するためにも、新たな物理教育の構築や改革は新しいアイデアや創造性が必要です。

新しい教育課程が今年から小中学校で、来年からは高等学校で始まりますが、大きな1つの振り子を振り続けるのではなく、振幅の違うたくさんの振り子の振れに変換してゆく教育体系の研究を始めることができます。

学習需用者を増加させる研究は勿論、他の地域の研究者との交流を増やす研究、若い教育実践研究者や女性の仲間を増やす研究、活気のある活動を進めるための研究、小中高大や関連分野機関等との国際的なネットワークの形成を進めるための研究、社会教育を充実するための研究、産業界や教育行政と連携する研究など課題解決に向けた新たな研究分野の開発を進め、条件と効果を見極め、成果のある具体的な展開を進めて行かなければなりません。物理教育の次の世紀は大きな課題があるが故に、大きな希望も持てるのです。中央から広がってきた波紋を跳ね返せるのは、行き先のない壁か断崖です。伝える先のない北海道は打ち返せる条件を大いに備えているのです。新しい波紋を元気に打ち返そうではありませんか。

シンポジウム「高校から大学に期待すること大学が高校に望むこと」

司会 札幌平岸高等学校 横関直幸

記録 札幌南陵高等学校 菅原陽

1 横関（札幌平岸高校）

「理科離れ」が叫ばれ、10年以上たちました。そんな中で「高校で物理をちゃんとやってこないから、大学でやりますよ」と補習授業に力を入れるところもある。あるいは高校には期待せず「学生にやる気さえあれば大学で物理の基礎を指導する」と言う大学の先生もいる。確かに、今の高校は、習熟度別になっていたりしてて、理系に進学する生徒に対してさえ必ずしも全員に物理IIを最後まで教えることができる状態にはありません。もちろん高校でも昔のようにきっちり全ての範囲を教えたいのですが。しかし、大学側からは、入試科目の設定を通して高校への期待が明確に示されています。物理IIまで範囲とする、物理I Bまででよい、あるいは情報関係の大学では物理は課せられていないところもあります。北大はどうでしょうか。

2 小野寺（北大）

I Bだけで物理の面白さが分かるとは思えないし、I BとIIの分け方自体が不自然な構成になっていると思います。学内では、入試についてI Bだけでよいと言う声は聞こえませんね。

3 横関

北大ではAO入試についての検討の中で物理IIの扱いはどうなっていますか。

4 山岸（北大）

話題になりました。今年度のAO入試で、物理IIが開講されていない高校があるため、「求める学生像」に当てはまるけれど、出願資格である「物理IIの履修」を満たせなくて、出願をあきらめた生徒があったそうです。物理IIの現状に即して、出願資格を考えたいという意見が出ています。物理IIが入試で必修であることが受験生の負担になっている現状を踏まえて考えたいという意見もありました。

5 横関

室蘭工大はどうですか。

6 福田（室蘭工大）

6 学科ある中で物理を課していない学科は応用化学学科だけです。他は物理I B、IIが必須です。しかし、私は、地方の物理I Bしか学習していない高校の生徒は、I

Bだけで受験可能とする例外を設けた場合でも、物理IIまで課すことがよいと思います。大学でもセンター試験の成績で輪切りが進んでおり、入学してくる生徒は見事に上下の差が少ない。だからといって、物理I Bだけでよいとすると、勉強しないで入学する学生が増え、社会的にも困るのでI BとIIの両方を課す方がよいと思うわけです。

また、論理性を身につけるために数学も重要なと思います。短い高校教育の間でも高校の先生には是非頑張ってもらいたい。

7 石田（千歳科学技術大学）

千歳科学技術大学では電磁気学を教えていますが、今年から物理の補習を設け、その基礎クラスを担当しています。また、私達の大学では物理なしでも受験可能です。高校では本来物理はIIまで、数学も微分方程式まで教えることを期待します。しかし、現実には道内の高校ではクラス編成の都合で物理IIが履修できない生徒もあります。そんな生徒にも門戸を開くため、やむを得ず物理を入試の必修にしていません。

理科離れについては、高校で物理の授業が減っていることも心配だが、数IIIの履修が減っていることにも危惧の念を持っています。また、進学校と言われているある高校でも、物理の選択者は2割だそうです。このような現状を考えていかなければならないと思います。

8 平野（北海道教育大札幌校）

教育大にはいろいろな課程がありますが、入試では理科を1科目、センター試験で課ししております。高校では多くの理科科目を履修していないことを前提として、大学の授業をしています。学生の中には、低学年の教育に関して「高校の理科の内容を知つていれば小中学校の理科を教えることができる」との安直な意識を持っており、それでいて十分習得していないものもあります。心を痛めていますが、特に理科については問題が大きいと痛感しています。

今、教科科目を増やすことにはいろいろな意見がありますが、ここ3年間、私が教える30名の学生の中で高

校で物理を履修した学生は10名で他の20名は物理を習ってません。中学生の知識しか持たない6割の学生に物理教育を進めているのが現状です。

9 山岸

北大のAO入試で物理IIの履修条件を検討しようという意見があります。物理II履修している生徒が少ないとのことの他にAO入試の「求める学生像」に当てはまる生徒には、できるだけ門戸を広げるという意味でIB、IAでの入試も可能にするという意見が出ています

10 福田

しかし、室蘭工大でも同様に門戸を広げていますが、それに対応する受験生は一人もいません。本人が「ついで行けない」と思うからでしょうか。

11 中野（北海道薬科大）

薬科大学は他の大学と異なっています。薬学は総合的な学問であり生物、化学、物理が関わります。私は全員が物理を履修することが望ましいと考えています。しかし、現状はそのような状況はない。

12 横関

ここまで大学側からの現況を出してもらいました。高校では昔は4教科を全て履修していたが、2教科になり、理系大学でも入試が1教科で可能という具合に変遷してきました。高校の現状を報告して頂けるでしょうか。

13 鶴岡（札幌清田高校）

高校の教育課程をみていくと、総合理科A・Bは中学校の第1・2分野の残りの受け皿になり、理科基礎は科学史的となっており、中学の基礎なしに授業を進めることは難しい。それでは総合理科のどちらを選ぶかというと、多くの理科教師はできるだけ4教科全てを教えたいとの気持ちから、履修率の少ない「物理」を含む総合理科Aを選ぶことを考えていると思います。しかし、実際の講義の展開では限られた時間と状況の中で、どのように教えるか難しい面もあります。

入試の問題については、入試科目が多い方がよいと思います。というのは、受験の教科でないと授業中に入試教科を内職し、健全な高校教育に害するが多くなる。逆に受験教科が多い方が高校教育に資するという現実があると思います。

14 石川（札幌啓成高校）

私の高校では、理系を選択する生徒の割合は約25%で、市内の高校の平均より多い方かと思います。理系クラス

の数IIIの履修はさらにその半分です。その理由は大学で数IIIを入試に課している大学が無いので生徒も教師も必要ないと考えているわけです。さきほど大学側から「高校で物理IIや数IIIを履修していないから」門戸を広げるために「入試に必修として課さない」と言われていましたが、高校から見ると入試に物理IIや数IIIを課さないからますます生徒の選択肢から物理IIや数IIIが外されていきます。その辺が痛し痒しかなと思います。大学は現状を追認するのではなく、客観的な要請として毅然とその必要性を示し、要求していくほうが問題解決にとって近道ではないかと思います。

15 山岸

入試に関わる問題は、実際のところ受験生の確保という別のメカニズムで動いています。だから科目で縛るのは難しい。現実は悪循環の中に入っていると思います。



16 大野（北大）

IBやII、あるいは、総合理科A・Bなどの科目の内容に踏み込んで議論するとしても、IBだけで完結するわけではない。また、理科基礎（科学史）等、ほとんど選択されないカリキュラムが用意されても、発展的な議論には進まないと思います。また「入試に多くの科目を課す」という問題は、例えば、北大は「課せばいい」となり、私立大学はそうはならない。そのような結果にしかならないだろうと思います。それで高校側はよいのでしょうか。「入試科目で釣って生徒を勉強させる」という解では、問題の解決にならないのではないでしょうか。それよりも、高校自身が高校でどんな教育をやろうとするのかをはっきり出すことが重要だと思います。下手をすると、「大学に何人入れたか」が目標になり、そのため「カリキュラムはこうなりました」と、なりかねない。また、高校の選択についての本来の理念は生徒が選択できることが前提になっています。私は個人的には「自由な選択」は反対ですが、この現実と合わない前提でつくられたカリキュラムの中で議論しても、展望は見いだせないと思います。高校で理科4領域をやらねばならないという目標についてですが、「理科が楽しい・面白い」と感じさせるのは小中学校の目標です。高校に求められる目標は、ある程度の学問領域に触れ、自分にあっているかどうか判断できること。それによって得意不得意や将来の自分の進路を判断する材料にすることが1つの目標だと思います。そのために、やはり4領域に触れない、「自分はエンジニアには向かないな」とかの判断は高校生にはできないだろうと思います。いずれに



せよ、高校での教育にポリシーを持たなければ、入試教科の「んじん」をぶら下げる教育をする以外に答えを見いだせないと思います。

17 石田（千歳科学技術大）

私立大学の立場では入試のハードル上げることは難しいと思います。見識を持って理念を高くすることにより、結局、何年か後に大学がなくなっている可能性すらある。ハードルを高くしたいという気持ちもありますが、そのような現実の事情もあります。他にも言いたいことがあります。私の体験ですが、企業サイドから学生に要求されることがあります。一番は意欲、2番目は広い意味でのコミュニケーション能力、意志を伝える術や文章による表現力、英語力も含め相手からのメッセージを受け止める力です。3番目に学力かも知れません。昔はヨーロッパを目標に日本は進んできましたが、最近アジアの進展が目覚しい。半導体にせよ液晶にせよ、日本を追い越してきている。日本も進んでいかねばならないけれども、そのためには技術開発力がいる。しかし、それを支えるはずの日本の若者は、アジアの若者と比較して残念な状況にある。「10年20年後の将来に展望を見いだせない」と、話題になります。どうやって日本で意欲ある人材を育していくか考えているところです。



18 平野

高校で何を学ぶかということについてですが、ある論点では、「日本では、高校で大学にとっても十分な基礎教育を育成してきた」とされ、「大学は専門教育を行うべきだ」となっています。「大学は専門教育を行うところ」だというのは賛成なのですが、ひるがえって、小中校も含め高校までの教育は、「18才の青年たちを社会で活躍する人材として送り出す」内容になっているのか。高校で必要な「教育の質」とは何か?が学力問題と裏腹な問題だと思っています。

19 横関

石田先生に質問があるのですが、意欲・モチベーションをどうやって上げるかという問題と、ペーパーテストで把握できる能力とが異なることに問題があるということですか?

20 石田

大学で考えると、入口と出口でねじれていると言うことで、大学が望むということではありません。たまたま私の大学では社会人として卒業していく学生が多いということです。

21 横関

大野先生が主張する立場を確認したいのですが。

22 大野

高校の先生が入試に無いとその科目的授業ができないという訳ではないでしょう。授業はいい授業をすることが第1です。また、生徒がその科目ができる、できないだけで、進路を決めてる訳でもないでしょう。自分に好みに合うか合わないか、その延長で進路選択のための判断ができることが、高校生にとって重要だと思います。

今のAO入試は悲しい状況の中で出てきたなと思っています。現在の高校のクシの歯が抜けたようなカリキュラムでAO入試をやっているので、大学ではリスクを多く持っている状況です。昔ならのびのび選べたと思います。授業は高校でここからここまでやっていますから、あとは大学で面接でもやって選んで下さいと。高校である程度保証しているから大学では安心して受験生と接していく。

結局、いま議論されている入試改善だけでなく、高校のカリキュラムを直さないとうまくいかないでしょう。

23 横関

確かに今の高校では物理をやってから理系文系のどちらに進むかを決めるのではなく、文系理系を決めてから物理の選択をするかどうかを決めるケースが多いのが実状だと思います。物理をやらせてから進路コースを選ぶことは難しい。

24 小野寺

高校生がそれを選択できますか?

25 山田（札幌開成高校）

理科Iを推進した一人ですが、理科Iがなぜだめになったかを分析することが大事だと思います。結局は点数の差ができないから、入試教科にならない。それを予備校から批判されて、3年で国大協が押されてしまった。将来を心配する良心があるのなら、国大協が突っ張らなければならなかったが、そこは行政の不甲斐なさを感じる。特に、4分野をやることの意味は物理の必修にあると思う。昔、物理の不得意な子供の母親は「物理はとるな」と負のサポーターになったが、そのような生徒に理科Iや物理IAのレベルが必修であれば良いと思う。特に、教育大学については文系大学として受け止められ、当然のように物理は履修せず、理科の第1分野の授業に生かせない。そんな背景で、ますます「物理離れ」の拡大再生産になっていると思う。ノスタルジア的ですが、今回の総合A・Bを必修にすべきだ。それが一つの解決策だと思う。物理IBについては一般教養的な扱いで良いが、IIについては高校と大学の共通理解が必要であると思う。人づくり、学力形成の面で高大も中高も要求を

出す機会をたくさん作ることが必要だと思う物理の履修率を見ても平成6年から見ると6割ぐらいに減っている。そうなってからでは遅いのではないか。もっと早く実態調査を行い、その結果を基に手を打つことが重要で、このようなシンポジウム等で意見交換を行って対応すべきである。千葉大では歴史的にも地元の高校と連携していくことが重要な位置づけとする伝統がある。そのような人的な交流が北海道でもさらに必要だと思う。

26 中野

本学は薬剤師を養成する大学です。それでも、薬学の中には物理学がたくさん出てきます。昔は古典物理からの一通りの物理を教養物理としてやりましたが、今は彼らに必要な部分を絞って教えていくわけです。同様に高校でも、一通り満遍なくやることは必ずしも必要ないのではないでしょうか。

27 小野寺

高校は大学入試に、中学は高校入試に問題があるという。企業が物理が必要というのなら、よく勉強した学生を優先的に採用するとか、技術者のした仕事を評価し、給料に反映させるとかすれば、今の理科離れは一気に解決する。しかし、企業は大学教育に問題を転化するだけで、現実的な対応はとらないですね。

また、今の大学生を見ていると自分の進路を決めかねている。取りあえず修士課程に行こう。それでも先を決めかねて博士課程に行こうと、どこまでも自分の進路を先延ばしにしている。大学生でもこんな状態なのだから、高校生が自分で進路を決めることができるのでしょうか。

28 大野

高校生が進路を決められないと言うことですが、彼らなりに取り敢えず選んでいると思います。中にはマルクス経済学をやりたいとか薬学に行きたいとか明確に決めている生徒もいる。どんな理由で選んだか、その掘り下げ方は個人個人で違います。しかし、決める場は高校時代でしょう。その意味では今の高校のカリキュラムの中で、理系文系さえも決めるだけの材料が与えられているかどうかが問題だと思います。

大学側にも問題があるかも知れないが、大学生でさえ進路を決めれない。あるいはフリーターが増加しているなどの問題は、世の中豊かになったせいもあると思う。逆に豊かな時代だから、一度自分の進路を振り返って、別な道に進むことができる。昔だったら、一度進んだ道を外れてやり直すチャンスはそう多くはなかったと思います。そんな時代が来たことについては楽観的に見ています。

29 横関

大学と高校の連携という意味で、提案や事例がありますでしょうか？

30 大野

埼玉大学で高校生に大学生と一緒に授業を受けさせる講義を試みたところ、高校にも大学の教官側にも良いフィードバックがあるという結果を聞いています。講義に手加減はしないという前提で、高校生は一番前、大学生は後ろの方で聞いてるのかなと思います。このような実践を実現するためには高校と大学の話合いが当然必要となり、日頃からのコンタクトが生まれるわけで面白い試みだと思います。

31 四方（北海道東海大学）



東海大学の四方です。今のような話がつい今学期から始まったのですが、東海第四高校とやっています。数は少ないのですが、試みとしてやっていいのではと思っています。また、各大学でもやっていると思いますがオープンキャンパスで授業をやることもあります。それからもう一つ物理関係の実践では教科書と一緒に作ろうとする試みもあります。これは法人東海大学の中の3大学と15くらいある附属高校との間で行いました。なかなか大変な作業でしたが、実験主体の副読本を作りました。国公立・私立を含めて、(道内の)大学と高校の間でこのような試みがあつてもよいと思うし、その仕組みを作るのが良いのではないでしょうか。

32 横関

立場を明確にしながら高大連携につながる話ができたのではないかと思います。北海道支部でも何らかの取組みを行い、仕組みを作っていくうと思います。これは継続テーマとさせて頂きたいと思います。最後に支部長の小野寺先生から一言お願いいたします。

33 小野寺



物理教育の発展のためには個人の努力と共に関係者の力を結集することが重要だと思います。また、問題に応じて今回のようなシンポジウムを設けて意見交換することも必要と考えております。特に今回は、いろいろな立場で物理教育に携わっておられる方々に参加して頂き、大変有意義な議論ができました。ここで改めてお礼申し上げますと共に今後ともご協力のほど宜しくお願ひいたします。

原著講演

理科カリキュラムを考える

北海道大学大学院教育学研究科 大野栄三

自然科学教育における自主編成、教育内容の現代化運動について考えるために、簡単に歴史を振り返り、自主編成活動が置かれている現状を考察する。最後に、ひとつの取り組みとして、「理科カリキュラムを考える会」について紹介し、将来展望を述べる。

「理科カリキュラムを考える会」について、北海道のみなさんにお詫びをとります。ありがとうございます。「理科カリキュラムを考える会」の運動が始まって1年半ほどであり、具体的な活動について確固としたコンセンサスがあるわけではありません。これからもどんどん変化、発展していくものと思います⁽¹⁾。そこで本稿では、「理科カリキュラムを考える会」について、北海道にいる私自身がどのように考えているかを述べたいと思います。

60年代から70年代にかけての雑誌『理科教室』を見ますと、「教科書の自主編成」や「教育課程の自主編成」という言葉を目にはします。自主編成というのは、簡単に言えば、現場教師が使える教育内容、教科書、教育課程を、現場教師や研究者の自主的な取り組みによって編成しようということです⁽²⁾。民間教育団体でこのようなことが議論されていたときに、私自身は小中高の生徒として教育を受ける立場でした。しかし、年配の理科教師の中には、この言葉の意味するところ、そして、その実際がどうであったかを身をもって知っている方がおられることだと思います。

私は、今、いろいろなサークル活動や研究会に参加していますが、教科書や教育課程の自主編成という言葉を耳にすることはほとんどありません。というか全くないと言つてもよいでしょう。当時の自主編成という活動は、個々の地道な取り組みが残りはしましたが、大きな運動としては非常に中途半端なかたちで終息してしまったと思います。

自然科学教育の歴史を考える場合、60年代から70年代にかけては、教育内容の系統性が問題とされた50年代に引き続いて、教育内容の現代化運動が行われた時期という具合に区分されています。そして、教科書の自主編成や教育課程の自主編成といった活動は、教育内容の現代化運動の中で登場しました。この教育内容の現代化運動は失敗であった、といとも簡単に総括されてしまうことがよくあります。しかし、教育内容の現代化運動の破綻(ということが実際にあったとして)は、自主編成という活動が終息した(かのように見える)原因なのでしょうか。

教育内容の現代化運動が失敗した原因については、学

問中心で内容が高度になり過ぎたとか、科学者になる人のことしか考えない教育であったとか、科学者がつくったカリキュラムをトップダウンで現場に降ろしたとか、現場からのフィードバックを有効に取り入れなかったとか、教師教育や教師の能力に問題があったとか、70年代にはいって社会情勢が変わったとか、いろいろと挙げられています。しかし、ここで注意しなければならないのは、諸外国と

日本とでは教育内容の現代化運動の中身がちがうということです。

たとえば米国では、1957年のスプートニクショックをきっかけにして、それ以前から行われていた自然科学教育のmodernizationが燎原の火のごとく全国に拡がりました。そして、先に挙げた様々な失敗の原因というのは、米国における教育内容の現代化運動について議論されたものなのです。このあたりをいい加減に捉えてしまうと、あたかも日本でも米国のPSSCのような物理教育をやって破綻したかのような理解になってしまいます。

文部省の学習指導要領に則った官主導の教育に関する限り、PSSCのような、ある意味で進んだ自然科学教育が日本でなされたことはありません。したがって、当時の日本において、ほんとうの意味での教育内容の現代化運動というものをさがすとすれば、民間教育団体の取り組みに目を向けなければなりません。

民間教育団体による日本版“教育内容の現代化運動”が失敗であったと私は考えていません。米国も日本もいつしょくたにして教育内容の現代化運動は失敗したなどと議論して、過去を清算することは間違っていると思います。自主編成という活動について考える場合も同様です。教育内容の現代化運動が米国で破綻したのだとしても(PSSCの物理教科書は今でも版を重ねているのですが)、その結果として、日本における自主編成活動が頓挫したわけではありません。

実は、よくご存知のことかもしれません、自主編成活動については次のようなネガティブな評価があります。1. 自分たちの好き勝手につくったので、子どもたちを待ちかまえている受験という現実に対処していなかった。2. 学習指導要

領から逸脱するため、上から睨まれて、露骨に干された。3. 自主的につくった内容が第三者の眼で十分に吟味されていたかどうか怪しい。

自主編成終息の原因はどうもこのあたりにありそうです。

いずれも、文部省主導型の強い統制が加えられていたことと密接に関わっています。上のような批判的な評価が、文部省サイドの関係者からではなく、自主編成に少なからず関わっただろう実践家の口から漏れることもあります。しかし、そのことはむしろ、渦中の人であったからこそできる批判なのだと考えるべきでしょう。確かに、当時の状況は自主編成という活動に向いていたとは言えません。

自主編成が消えていく中で登場したのが、実験・観察教材の研究になります。教育内容、教科書、教育課程については文部省がつくったものに縛られているのだが、その縛りの中で、個々の教材を優れたものとすることによって、授業を改革していくこうという取り組みです。このような取り組みの向うに、教育課程の自主編成が位置づけられていました。しかし、そこまで到達できたのかが、現在、問われているのだと思います。

さて、やっと本題である、「理科カリキュラムを考える会」について考えるところまで来ました。「理科カリキュラムを考える会」は、優れた教材を開発し優れた授業を実現しようという現在の取り組みを一步進めて、もう一度、カリキュラムの自主編成に挑戦しようと主張しています。

このような挑戦を全国の理科教師に向けて宣言する理由は、新学習指導要領の理科に象徴される、日本の自然科学教育の危機的状況にあります。このことについてはみなさんにおらためて詳しく論じる必要はないと思います¹³⁾。予想される未来を考えたときに、優れた実験教材による楽しい授業で、はたして大丈夫なのか。いや、それだけではもはやダメで、教育内容、教科書、教育課程の、つまりカリキュラムの自主編成が必要だという意見が登場しても、何も不思議ではないのが現状です。

カリキュラムの自主編成をやったとしても、過去の過ちを繰り返すだけではないかという意見があるかもしれません。先程挙げた3つの批判を、現状の中でもう一度考えてみましょう。受験という現実にどう対処するのかという縛りはどうでしょうか。ほんの少しかもしれませんが、この縛りは緩和されています。たとえば、AO入試といった制度の改善が検討されています。日本の社会に適した多様な入試制度が模索されています。

学習指導要領から逸脱すると上から睨まれてしまうという心配は、昔と比べれば薄らいでいるでしょう。必要最小限と言われる新学習指導要領については、そこからいかに逸脱するのかが問題となっています。このような新学習指導要領

を墨守して校長から褒めてもらおうと考えるのは、その教師が無能であることの証と言えそうです。

第三者の眼による十分な検討は、ITによって大きく前進します。今や、自主編成の成果をweb上で公開し、意見を求めることは用意です。メールや掲示板をつかった議論もできます。種々のファイル等で配信し、利用者がダウンロードして活用することもできます。インターネットは、自主編成という活動を支えるインフラストラクチャです。このように、以前は障害となった社会の状況は着実に変化しています。向かい風が弱くなっているこの好機にこそ、もう一度、カリキュラムの自主編成に挑戦してみてはどうでしょうか。

今回、現場教師から何もでこなければ、これまで通りのシステムはそれなりに意味があるものとして受け取られてしまいます。将来、理科教育が落ちる所まで落ちて日本の社会が危機的状況を迎えたとき、文部科学省はたるんだ生徒を締め上げるための新しい学習指導要領を、これまでと同様に閉鎖的な手続きで策定するでしょう。そして、御上から学校現場へ降ろされてきた学習指導要領下の体制で、一部の熱心な教師たちは、優れた実験教材と楽しい授業をこれまでのように手弁当で研究開発していくことになるでしょう。

現実はそういうものなんだよ、という納得の仕方もあります。そのように納得して済ませたい方は、この「理科カリキュラムを考える会」に参加してくれとは言いません。しかし、これまでどおりにしたくない、そんな納得の仕方で済ませたくないという方、そして、21世紀のカリキュラムを自主編成してみようという方は、「理科カリキュラムを考える会」に是非、参加してください。

私は、ここに述べたようなことを北の大地で語って、同好の士とともに、草の根からのカリキュラムづくりを展開したいと考えています。また、北海道でのさまざまな理科教育団体のコラボレーションが可能になればと期待もしています。よろしくお願いします。

本講演の内容は、ガリレオ工房発行の会誌への投稿原稿にもとづく。

- (1) 「理科カリキュラムを考える会」のweb上のサイトは、“<http://www.sh.rim.or.jp/~science>”です。
- (2) 大野栄三、左巻健男「オープンソースとしての自主編成を見直す」『現代教育科学』(2002年7月号)pp. 83-87.
- (3) 左巻健男編著『理数力崩壊』(日本実業出版社、2001)

2001年12月8日に開催された日本物理教育学会北海道支部研究会 原著講演(於: 北海道大学)に参考文献を加筆したもの

大野栄三 TEL/FAX: 011-706-3100
e-mail: eohno@edu.hokudai.ac.jp

シンポジウム

新しい教育課程の実施に向けて

司会 札幌平岸高等学校 横 関 直 幸
記録 札幌南陵高等学校 菅 原 陽

このシンポジウムは下記の特別講演の後に行われた。

(札幌清田高校教諭 鶴岡森昭氏)「高大連携を前提とした最近の高校物理の現状」

(札幌開成高校教諭 山田大隆氏)「新しい教育課程実施に向けての高校物理教育の改善」

1 横関 ご講演ありがとうございます。過激な内容もあり質問や意見がたくさんあろうかと思います。どなたか口火を切って、ご意見や質問がありますでしょうか。



2 鶴岡 理科総合Aの実際の扱いはどうなると予想しますか。また総合A・Bは中学校の内容を補うための橋渡し的な教科であり、内容をおろそかにすると、理科知識の齒の抜けた生徒を排出するおそれがあります。その実施については、理科Iと同様の運命にならないか心配です。

3 山田 大きな声では言えないが実際には読み替えて指導要領通りにやらない学校もあるかもしれないが、できれば手にしたA・Bの教科書を各学校の実状に合わせて総合的に使用することを望んでいます。



4 池田 小中学校のトータルの時間が問題であると思います。授業時間のトータルは900から640に減っている。授業時間数から判断すると、新指導要領では、極端にいえば、小学校の理科知識を持つ生徒が高校へ来ることになると言ってよい。憂うべきことです。

5 北村 なぜそんなことを(文部省は)やったのかを考えていただきたい。理科の学問上の性格を知った上なのか、あるいは科学技術・理科の理論内容は憶えるに足りないことだという思想があったのか。私は、後者の方であると見ている。だから教科書の内容の順番が減茶苦茶になったりする。「理科についての考え方さえしっかり

していれば内容の順番などはどうでも良い」という思想は、教科調査官が書いている本の中に出ているし、引用しているアメリカの間違った教育理論の文献にも同じ内容が書かれている。今の日本の教育危機がここにあると大変心配している。

6 山田 科学的な実態把握が必要ではないでしょうか。現状分析を数字を持ってする統計的調査が不足しているのではないか。重要なことだと思います。

7 池田 理科だけを見ていても解決にならないだろうと思いません。国語や他の教科についても、科学や理科的な内容がどのぐらい入っているのかなど、理科を全体的に見る別の角度からの調査も必要ではないか。

8 鶴岡 昔の国語の教科書に物理的な内容が話題にされていて、教育効果が大きかった事例を聞きました。もう少し視野を広げ、他教科も含めて理科に関する記述について調べたいと思ってます。



9 横関 先ほど発言された北村先生の「アメリカでも同様のことがあった」との事ですが、結末はどうだったのか教えてください。

10 北村 92年にアメリカではじめられた「ナショナル・エデュケーション・スタンダード」の作成に当たっては、いわゆる、「構成主義教育」の教義思想に基づき作られました。日本との違いはアメリカではこれが明記され、たくさんの人に配られたことです。これに著名な

科学者（ホールトン）が反対運動を起こし、いくつもの本を出し批判をしている。逆の立場の人々（生物学者グロス、数学学者デビット）は、「高度の迷信」や「科学と理性からの逃避」という本を出し、大論争になった。彼らの雑誌「サイエンスウォーズ」の特集号にニュー・ヨーク大学の物理学者アラン・ソカールは、「 π や重力Gなどの定数は人間が考え出したものである（つまり不变ではなく時代と共に変わるもの）」というインチキな内容をワザと出し、そしてインチキ論文がそのまま掲載されるとすぐさまソカールは「大学1年生でも分かる、科学常識から反することをそのまま載せるとは学術論文に値しない」と痛烈に批判した。ソカールは日本名「知の欺瞞」という本を出し、そこで詳しい批判している。

数学においても、カリホルニア州では高校2年生でも小学2年生の分数がわからない生徒が出始めて、慌ててこの「スタンダード」教育を変更した。マサチューセッツ、ニュージニア、ミネソタ、ワシントンなど他の州でも同様の反乱が起き、現在はほとんどの州で反対の流れが大きい。このような反科学的教育思想を「構成主義」というが、その旗頭であるオレゴン大学の教育学者レーダーマンに対する批判は、「彼らの教育研究はなんら根拠のないオピニオンを書いたもので、そのオピニオンを相互に引用しているだけである。」という批判の声はますます大きくなっている。アメリカでの最終決着はしていないが、日本との大きな違いは、アメリカにおいては歯止めがかかっていることである。また、オープンであり各州での選択肢があるが、日本では選択肢はないことがある。特に、日本では新指導要領により全国一斉に展開される。

11 細川 もうすでにご存じの方も多いとは思いますが、学習指導要領の成立のプロセスに実際に加わった先生からお聞きした話です。十数名の大学・高校の先生が各教科ごとに集められ作業を進めますが、重要な点はこの作業がクローズであり隔絶されていることです。「隔絶」とはどういうことかと言いますと、中学のグループと高校の編纂グループの意志の疎通は全くないことだそうです。全体をコントロールしているのは文部省のお役人です。さらに問題を感じることは、「評価」の機構がなく、



外部からの意見を取り入れる仕組みがないことです。この仕組み自体を変えなければならないという話でした。我々の知らないところで、一部の人の裁量で決められているという現状ではないかということです。

10年ごとに大きな流れを変えてゆく学習指導要領作成のたびに、各分野の先生を集めてマスタープランに沿って編纂される。外部からクローズされた中で、お互いの意見交換も制限され、「マスタープランに沿ってやってくれ」では、どうしようもないのではないかですか。仕組みを変えて行かねばならないと考えます。

12 北村 一つ付け加えます。構成メンバーに大学の先生方も加わっていますが、その大部分は元教科調査官で大学の理科教育へ天下りした人たちです。

13 横関 物理の教科内容に戻って考えていいかと思います。これまでの力学から始まる順序立てた教え方に對して今回の電磁気から導入する教え方にも良い面があるのでと思うのですが。

14 山田 技術立国を支える物理教育の観点、つまり科学や工学の技術者を養成するには、やはり過去に蓄積され体系立ったこれまでの物理教育が良いのではと考えています。しかし、他の分野（音楽やサッカー）でもそうですが、コンクールや対外試合で勝負する場面があり、それを理解し支えていくセンターも必要であるわけです。その意味では「文系のための物理」、「市民のための物理」、アメリカでは「交通事故の物理」とか、「スポーツのための物理」など市民的な教育も必要で、「技術者養成」とともにこの両面が大事だと思います。

15 石川 70年代の当時の「物理」のイメージについて、その頃高校で授業を受けた人たちに聞いてみると、大多数が「物理はとても難しい」と答えが返ってくる。それは、なんと理科教師仲間でも、物理以外の科目の人にとっては共通した意見になっている。ましてや、職員室の文系教科の先生方に聞けば、テストの平均点はいつも10点くらいだっただの、高校で唯一赤点を付けられた科目だっただの、その評判は最悪です。当時が理科教育の黄金時代だったなどという論調をたまに見聞きすることがあります。私は



全く逆の意見です。また、情報関係の大学の学部学科では「高校では物理は必要ない。あんな物理がなくとも理工系の人材は育つ。」と言われる先生もいる。このような物理のイメージを生んできた従来の教育方法には賛成できません。70年代のようなふるいにかけて選別する方法ではなく、護送船団方式といいますか、全員を目的地に連れて行けるような教授法を開発することが重要ではないかと思っています。つまり受験指導の名のもとに実験をさっぱりしない学校をなくし、実験を取り入れ、かつレベルを落とさない工夫をして、マイナスイメージの出ない物理にすることが大切ではないでしょうか。

16 北村 お二人の先生の意見には双方に聞くべきところがあると思います。そして、レベルを落とさず「学生におもねることはない」、けれども、一般の学生にとってどんな物理が必要かについて真剣に議論すべきだと考えます。

理科の面白さは実験であり、現象を見て驚くことです。その面を評価せず、現在は大学の入試成績でしか評価されないことに問題があり、入試科目に理科科目の必修が減ったことのみを理由として、増やせばよいと対応するのは時代に逆行していると思います。理工系の場合は物理を必修にする、ないしは履修していなくてもセンター受験で評価できるようにするなど様々な対応があると思います。

私が 1959 年にアメリカにいたときの経験ですが、幾つの物理学がありました。「文系学生」、「生物系」、「医学」、「化学系」、「理工系」とあり、さらに文系の学生が学期を経て生物系を履修し、そして 2 年もすると理工系の学生と席を同じくして、物理学を専攻して勉強することも可能なフレキシブルな教育体制でした。今の日本のように、入学時に全部決めてしまった方が教えやすいと言うのは大学の先生の怠慢であると思います。このことを大学の先生方はよく考える必要があります。同じようなことを高校の物理としてもっと考えていいのではないかでしょうか。物理 I 、あるいは II 、総合理科についても深く練られているのか、皆さんで検討していただきたい。

17 山田 1950 年代からのかつての物理、物理の本質は時代を経ても変わらないわけですが、その内容や教授法の工夫（多様な実験・映像など）に問題を含んでいて、かつ、それが必修であったために物理に恨みを持つようなことも生まれたと思います。

18 石川 理数科設置校の札幌啓成高校の新カリについての方向について紹介してください。

19 佐藤 総合 A 2 単位、化学 I 3 単位、その分社会が 2 単位に減っています。理科総合をはじめに取り組むかを議論しましたが、中学校での内容の減の部分はきっちと対応していこうとしています。また、理科の 1 単位分は実験を準備し、化学だけでなく生物地学関連についても顕微鏡実習などを取り入れて実施するつもりです。



20 池田 かつても物理 A と B があった。当時の教師は程度が低いということで A を選ばなかった。その後もいろいろ変遷があるが、10 年ごとに指導要領が改訂になっているわけで、10 年後の指導要領はもうすでにスタートしているのが現実です。早急に声を大きくして主張しなければならない。今回の改訂でも中学校と高校の内容に段差ができた。例えば、新カリでの理科の知識が少ない状態では、中学卒業生にとって高校の教科書の文章は難しすぎるという指摘がすでにある。中学生は高校の教科書を読んでわかるような状態ではないというのだが、そんなことも 10 年後に向けてどんどん発言して行かねばならない。

原著講演

「新しい教育課程実施に向けての高校物理教育の改善」

札幌開成高校 山田 大隆

本シンポジウム「新しい教育課程実施に向けての高校物理教育の改善」に関して、問題事例とその改善方向の最近のすぐれた取り組みを紹介する。

I. 最近の物理教育における問題事例

(配布資料①「山田：理科教育の最近の話題」)

私は最近の物理教育における問題事例として、次の3点をあげる。これに関する資料①の筆者の論考は、最近出版された、某学術団体の機関紙に「科学談話室」として投稿したものである。それは、1)日本の高校物理離れの留まることのない進行(物理教育の溶解?)、2)新指導要領で示される新教科書物理Ⅰの認識論的に不可解な新構成(電磁気から力学へ)、3)小中学校の教科書の内容に見られる科学の相対化の「構成主義」の徹底であった。



1)については、筆者は次の内容を提言する。

日本の物理教育はどこへ行くのか。これへの回答は、本学会20周年記念のシンポジウム「国際的に見た日本の物理教育」(1989年9月23日札幌会館)の内容にある

(配布資料②シンポ記録参照)。この古典、原点ともいえるシンポ内容を再検討する意義は、物理教育学会の存在意義が問われる今日、誠に大きい。また、物理教育で目的とする物理学の教授内容は、10年前の『無限大』誌に掲載された論考「変わりゆく物理学」中の、物理は哲学である、が重要と思われる(配布資料③論考メモ参照)。この原点に帰る、かつての議論の価値を再度検討することは意義があり、必要である。物理は固有の価値を強調出来ないがため魅力を失い、今日の履修低下を招いているのではないか。日本は人材育成と工業立国形成統行以外に国際社会に生きる道は今後もないから、この物理の価値と学習の意義を特筆大書する今日的意義は大きい。

2)について詳述する。筆者の主要論点である(回覧の新課程教科書、物理Ⅰ、Ⅱ、理科総合A、B、情報A、B、C参照)。

1. 物理教育学(物理概念の認識論)が積み上げてきた、基礎的数理的扱いの静力学から運動学、波動、気体論、電磁気学の応用学への自然な学習発展過程を崩壊させた記述に変わり、電磁気、光学の行動学(興味関心)から入る方法になり、認識論的に実力者の養成は期待出来ない。日本物理教育学会の霜田光一現会長も、これが物理というもので学生を鍛えないと、日本の物理は滅びるとかねがね言っている。

この正統派の系統性物理教育は、今日物理一貫教育の可能な中高一貫教育の私学でしか期待出来ず、この私学に入るための教育投資の有無で、日本の教育状況は家庭の収入格差による教育の実質的複線化となっている。これは、これまでの日本の教育美德である公平主義を継続してきた日本の伝統ではなく由々しき事態といえる。

2. 正統派物理教育を実現出来る本州私学は、文部科学省の指示する教育は混乱と学力低下を招来するだけとして、指導要領を無視した教育体系を作り、これまで2期制、中学での教育欠落事項を一貫教育の強みで補い、学力確保で成果を上げている。それは、本州私学(特に東京)が、日本の学力上位大学に独占的に合格している現実で証明される。アメリカでは昔から、きちんとした高度の教育は裕福な子弟用の私学でなされている。この傾向に日本は強く指向している。経済状況による教育の差別化は確実に進行している。

新教育課程では、私学は新教科書、総合A、物理Ⅰ、Ⅱは使用せず、旧来の教授的には正統派の教科書物理Ⅰ、Ⅱを資料として購入、指導する体制を固めたといわれる。新要領で懸念される、中学での3割内容削減の欠落事項指導も、中高一貫の強みで克服出来るとしている。公立高はこの装置がなく、総合Aをやらざを得ず、Ⅰ、Ⅱの指導時間不足で、高校3年以内の期限で確実に私学との学力差は開くといわれる。

3. 本校では、この学力問題と制度の不整合に鑑み、総合Aを物理Ⅰの抜き刷り使用による読み替えで対応する予定である（理科部会決定）。

4. 理科科目の時間数を圧迫していると考えられる新科目「情報」の内容は、使用予定の新教科書（回覧のもの）を検討するに、必ずしも学校科目として開講する必要がないと思われる（家庭でのリテラシーで十分である）。情報科目時間を理科の指導内容（数式の表現方法等）を取り込んで、理科の時数不足を解消出来ないか。中高一貫にはない公立高校の場合、この科目を視野に入れた理科研究も大事である。

3) については、これまでに勝れた膨大な北村先生の論考があり、ここでは資料のみ配布し、説明は省略する。

（配布資料④「北村：科学を否定する理科教育」、配布資料⑤「北村：もうひとつに理科ばなれ」）

II. 改善のための最近のすぐれた取り組みの例

効率的な物理教育研究の実現のためには、高校と大学の連携が今日重要になってきており、その取り組みに学ぶ必要がある。以下、そのすぐれた最近の取り組み例を紹介する。（1）本校の高大連携の取り組み

本校では、学校個性化の一貫として、平成16年度開校を目指して語学を重視した理数科「国際科学科」の企画を立て、校内体制を組んで準備状況にある。ここでは、他高、他大学の先進研究例に即して、高大連携の大学出張講義企画をブルースカイプランとして取り組んでいる（配布資料⑥「札幌開成高等学校国際科学科施設・設備に関する要望書」、配布資料⑦「札幌開成高校ブルースカイプラン実施計画」、配布資料⑧「本校平成15年度普通科、平成16年度新学科教育課程表」参照）

平成13年度事業：平成14年2月26日名古屋工業大学の出張講義（建築史） 平成13年7月25日小樽商科大学ゼミの生徒参加

平成14年度事業：95名の外部講師リストの作成と千葉大学先進科学教育センターの出張講義計画（物理、化学、地学）（配布資料⑨）

（2）他高校の高大連携企画先進例

福岡県城南高校ドリカム・プラン、旭川北高校の出張講義（配布資料⑩、⑪参照）

（3）他大学の先進例（施設設備の新設計を含めて）

・酪農学園大学高大連携構想書、出張講義一覧（配布資

料⑫、⑬参照）

・千葉大学先進科学教育センター内総合研究棟の新設計（配布資料⑭）

（4）文部科学省のスーパー・サイエンス・ハイスクール構想

平成14年3月決定で、全国26校のスーパー・サイエンス・ハイスクールが決定した。3ヶ年に渡り、各年度3500万円、合計1億500万円の施設、設備、講師派遣費等が認められ、日本の科学技術立国を担う、教育課程外の独自学校教育を可能とするもので、結果は文部科学省の重要な教育政策になるとされる。北海道では札幌北高校が決定した。全国100校からの応募があり、結果的には各県の代表校が決定した。関東関西の私学も多いのが特徴で、私学の効率的教育内容と意欲が評価された。この構想は今後の規模拡大で続くとされ（100校指定へ）、改善方向として検討の価値は大きい（配布資料⑮）。

（5）北海道大学の高大連携構想

北大は大学の教育改革の分析と新しいモデルに関するジョイントプログラムを開発し、意欲的に教育改革に取り組んでいる（配布資料⑯「北海道大学－ポートランド州立大学の大学（大学院）教育改革の動向と新しいモデルに関するジョイントシンポジウム」）。このなかで、北大は、AO入試の意義、指導要領の結果、大学で求められる質、学習量と学習指導の質、情報ネットワーク化を促進するもの、学習指導を阻害する要因、北大が求める学生像、北大の理念とAO入試、北大の取り組み例、高大連携の今後の方向等について分析と提言を意欲的に行なっている。

ワークショップスペースを科学館に

北海道札幌西高校 伊藤 新一郎

今年から学校教育の完全週休二日制が実施され、科学館など地域の社会教育施設における教育の可能性が着目されています。帯広市児童会館では付属する科学展示室をリニューアルするにあたって、ワークショップスペースを導入することにしたそうです。この試みを担当されている児童会館の吉岡さんに聞きました。

キーワード 科学館、社会教育、ワークショップ

Q. まず初めに、児童会館とはどうような施設ですか？

A. 「帯広市児童会館」は、児童期から青少年期の子どもたちが、科学的なものの見方を養い、集団生活などを通して心身ともに健やかに育つ場となることを目指し、青少年科学館と児童文化センターの機能を併せ持った館として昭和39年9月に開設されました。

現在行われている事業としては、十勝管内の小学5年生が1泊宿泊をしながら科学実験や工作などを行う「宿泊学習」、学校週5日制にも対応して、親子で紙工作などを楽しむ「親と子のおもしろ教室」、イラストや手品を学ぶ各種文化教室、アウトドアでの自然観察や簡単な理科実験を楽しむ各種科学クラブなどがあります(詳しくは、当館のホームページでご確認ください)。特に小学生の宿泊理科学習は全国的にも例をみない取り組みとなっています。

また、来館者のための施設設備として、科学展示室やプラネタリウム、幼児期の子どもの心の発育に役立つ、木のおもちゃを備えつけた「もっくんひろば」などが整備されています。

Q. その中で、科学展示室はどのように使われていますか？

A. 児童会館の科学展示室(600m²)は、プラネタリウムとともに館の科学部門を担っており、来館される市民の方々(大人も子どもも)が科学技術(の先端)にふれ、楽しむことができるスペースとなっています。

また、先に述べた小学生の宿泊学習のプログラムにも組み込まれています。

Q. 普段の科学展示室の来館者数はどれぐらいですか？また、入場料はいくらですか？

A. 13年度の入場者数は、18,546人(大人・高校生5,155人、小中学生9,894人、幼児3,497人)でした。そのうち、宿泊学習での入場者数は6,298人(大人・高校

生848人、小中学生5,450人)です。

入場料は大人200円、高校生100円、小中学生50円、幼児は無料です。

Q. 今回のリニューアルはどういう方向で(どうして)行われるのですか？

A. この展示室は今年8月に全面リニューアルされます。直接的には現在の展示品が陳腐化し、更新時期を迎えたことによるのですが、これを機会に、最近の子どもたちの理科離れを少しでもくい止めることを目的に、手で確かめ、頭で考えたりしながら展示品と格闘し、また館からの問いかけに自らが答を考えていくプロセスを育てることを重点に考えた展示構成となっています。

この展示室で遊ぶことで、特に子どもたちが「科学って面白い、人間って不思議だ」という感想を持ったとすれば、今回の試みは成功することになります。

Q. 今回、ワークショップスペースを設けようと思ったのはどうしてですか？

A. 来館者の興味を引くような展示品を備えているとはいえ、ただ物を置いてあるだけでは、それが何を訴えようとしているのか、十分に伝わっていない恐怕が多分にあります。やはりそこには、人ととのコミュニケーションが必要になってくるのです。それも展示品の単なる解説ではなく、「これって、どうしてだかわかるかい」といった問い合わせと、それに対する考え方の発表といったやりとりが。

毎年行われている「科学の祭典」の盛況ぶりを見ればわかるように、科学するのも、心(ハート)が大切なのです。そんなわけで今回の展示更新には、Face to faceなワークショップを行えるスペースを設け、定期的に開催して展示室全体の充実を図っていく予定です。

Q. ワークショップスペースの具体的な開始時期や、出し物は決まっていますか？

A. 展示室のワークショップは、8月の再オープン時から始まり、月1回のペースで開催されます。

今年度の日程とメニューは、次のようにになっています。

1回目 8月3日、4日オープン記念ショップ

「極低温の世界」、

「静電気の不思議」、「マジック！色変わり」

2回目 9月8日 会館職員による、科学の祭典PR

3回目 10月13日、14日

北海道科学の祭典帯広大会 特別ブース

4回目 11月10日 以下、題材未定

5回目 12月8日

6回目 平成15年1月12日

7回目 2月9日

8回目 3月9日

Q. 帯広市の科学館は今後どのようなスペースとして活動していくことをめざしていますか？

A. この事業展開を考えた場合、どのように話を進めれば子どもたちの興味をひき、理解力が増すかということに関してそのノウハウを持っているのは、やはりなんといっても、普段子どもたちに接している現場の先生方です。児童会館では、そのような教育者や自分の知識を生涯学習として役立てたいと考えている市民の方々にお手伝いいただいて、このワークショップを盛り上げ、展示室の一つの目玉としていきたいと考えています。また先生方だけではなく、高校や大学の学生さんたちも、スタッフとして参加することによって自分たちの知識レベルを再確認し、普段の授業では味わえない実験や臨場感を得られる場としての存在理由もあるのではないかでしょうか。

さらに将来的にワークショップ題材が増えてメニューが充実していけば、十勝管内などの地域の科学的拠点として、各学校にある科学クラブやサークルが活動する場として利用するなどの連携も可能になるのでは、と考えています。遠い将来にこのワークショップで育った子どもの中から世界的な研究を行う科学者が生まれるということがあれば、このうえない栄誉となることかと思います。

Q. ワークショップスペースを立ち上げる上で、苦労している点はどのようなことですか？

A. このワークショップについては、現在オープニングを目指して準備を進めていますが、子どもたちが興味を持ってくれそうな題材を探すことと、それを実際に演じてもらえる高校・大学の先生などのスタッフをいかにして発掘していくかということが最大の課題です。

東京の科学技術館を頂点とした全国の科学館では、こ

のようなワークショップ・サイエンスショーが数多く開催されています。これらを参考にすれば解決するのかもしれません、それではちょっと芸がない。他館のまねではない、オリジナルな題材をどうやって作っていくか、児童会館職員の頭だけでは容易に解決しない問題です。

Q. これらの取り組みを進めていく中で、大学（帯広畜産大学など）の先生に期待することはありますか？

A. 先ほどの問題を解決する上でも、特に大学・高校の理科系の先生たちの、教育の先端で培われたノウハウと人的資源を、是非このワークショップにご協力いただければと思います。

この試みはこれから走り出していくわけですが、十勝という狭い地域に限らず、全道・全国的に興味のある方々の参加（どのような形でも結構です）を求めておりますので、皆さんのご協力をお願ひいたします。

＜リニューアルされる科学展示室に置かれる展示品＞
巨大万華鏡、人間等高線、くねくねボード、サウンドウェーブ、サウンドディスク、かつ車にチャレンジ！、ジャンボ・シャボン玉、エアーバスケット、ポールレース、不思議なビリヤード、コマファンタジー、ボールコースター、電気実験バー、2mダッシュ、ハラハラバランス、ピンスクリーン、頭蓋骨パズル、ステレオスコープ、残光ウォッキング、デジタル似顔絵、不思議な額縁、ドキドキセンサー、21世紀科学者たちの夢、いろいろレンズのテーブル、映像ギャラリー

＜帯広市児童会館＞

〒080-0846 北海道帯広市緑ヶ丘2

電話 0155-24-2434

e-mail children_hall@city.obihiro.hokkaido.jp

HP <http://www.city.obihiro.hokkaido.jp/jidoukaikan>



帯広市児童会館

小学校の先生に聴く

北海道札幌西高校 伊藤 新一郎

小学校1、2年の理科に代わり生活科が導入されたり、効果的な実習・実験のためにTT（チームティーチング）が取り入れられたり、理科専科の教員がおかれようになって久しく経ちます。しかし、実際の現場はどうなのでしょうか。今年、北海道科学の祭典の岩内大会と帯広大会の二大会に参加された帯広市立西小学校の杉山晶子先生に小学校での様子や科学の祭典に参加された感想を聴きました。

キーワード 小学校理科、TT、生活科

Q. まず初めに、杉山先生が昨年、担当した学年、専門、教員歴等を教えてください。

A. 昨年度、TT（チームティーチング）で担当した学年は1・2年生の生活科と3～6年生の理科です。（主に理科室で実験を行う単元を教えてました。）専門は幼児教育（中学校の免許は国語です。）で、教員歴は12年目になります。

Q. 先生は学校内で具体的にはどのようなことをしているのですか？

A. 昨年度、理科専科としてではなく、あくまでもTTなのですが、先生方の負担を軽くするために理科室の実験単元をまかせてもらう形で仕事をしていました。（ほぼ専科といつてもいいかもしれません、実験単元以外はほとんど関わってはいません。）

理科室の環境整備（実験器具などの補充・洗浄、理科室の整理整頓、少しでも理科に興味を持ってもらえるような理科室の掲示、生き物の飼育など）、実験の準備（予備実験、実験方法の工夫）、授業の組み立て、実際の授業、理科室通信の発行などです。

Q. そのような活動するうえで、支障となることはなかったですか？

A. 理科専科ではなくTTだったので、どちらかというととても中途半端な位置にいたと思います。専科であれば、もっとやりやすかったんだろうなあと…。小学校の事情として、ぴったり理科にはりついでいるからというとそうでもなく、結局は理科室を使って実験を行う単元を中心に授業の準備や授業をしました。専科で入っていたとしても、小学校は栽培や1年間を通しての観察単元がとても多く、授業の合間に観察したり…と時間も不規則だったりするので、その単元は組み立てるのが難しいのではないかと思います。

Q. 機材や教材など、小学校で理科を教えるうえで障

害となることはないですか？

A. 目で見て結果のわかるものが子ども達にとってはとてもいい機材・教材であると思いますが、教科書にのっているものよりももっとわかりやすい教材があったりするので（理科センターなどに行くとわかりやすい教材を教えてもらいます）、そのあたりの知識が不足していることが障害でしょうか。

Q. そのような面で、教員の研修体制などは充実していると思いますか？

A. 決して充実しているとは思えません。少子化に伴って、子どもの人数も少なくなってきた、専科の先生やフリーの先生を置ける状態ではなくなってきています。そうなると、担任を持っている先生はなかなか自分の学級をあけることが難しくなります。また、予算もたくさんあるわけではないので、思い切って研修を見に行くようなことも少ないと思います。また、校内の研修も短い時間の中で行うことになるので、なかなか充実させることはできません。

Q. 子供の人数が少なくなってくると、先生方にも余裕ができて、専科の先生やフリーの先生における余裕が増える訳ではないのですか？

A. 教員の人数については、クラス数（学校規模）と学校からの要請の部分が大きく関わってきます。大規模校になれば、必然的に担任外の先生の数を多くしなければ、学校運営上、難しくなります。（担任の先生が休んだり出かけたりする場合に代わりに勤める先生が多くないと大規模校では補欠授業をうまく組むことができませんよね。）したがって、小規模校になると担任外の先生の数も少なくなるので、結果的には先生方の負担が増えることになるわけです。また、学校からの要請で希望をした場合も、かなりきびしい条件でなら加配も可能…という感じなので、たくさん加配してもらうということ

は難しいのではないでしょうか。

Q. 小学校では多くの場合、専門でない先生が理科を教えていますが、どのような問題点がありますか？また、専門の教員はいた方がいいですか？

A. 専門的な先生がいないと、まず、理科室の環境が整いません。消耗品が不足していてもすぐに補充できなかつたり、とりかえたほうがいい状態の機材を使わざるおえなかつたり…。また、なかなか時間がとれないでの、予備実験なしで実験をして失敗したり、後片付けがきちんとできなかつたりということもあります。以前の西小学校も理科室準備室は物置のような感じでした。いらないものは理科室へ…のような感じです。数年かけて、理科の専門の先生やTTの先生で、理科室と準備室を使いやすいようにかえてきました。いらないものは捨て、新しく機材もそろえました。なので、専門の教員はいたほうが絶対にいいです。

Q. 理科の先生でも、理科専科になることをあまり希望しないと聞きますが…？

A. それは聞いたことがありません。ただ、小学校の場合は担任を持つというのが一般的なので(というより、担任を持ちたいと思うというか…) 理科の免許を持っていたとしても、担任を希望するのではないでしょうか。また、学校事情で専科は置かないという場合もありますし…。

Q. 小学校低学年では、理科から生活科に変わって久しいですが、影響はありましたか？

A. 生活科は生活科でおもしろいのですが、専門的というよりは広く浅く…という感じです。私自身、今年度はじめて2年生を担任し、はじめて生活科をやっていますが、理科と社会を合わせたもの…というよりは、まったく別のものといった感じをうけます。子どもたちは、理科的なことととても興味を持つので、1・2年から理科があったほうがいいんじゃないかなあって勝手に思ってますが…。子どもたちは3年生になってはじめて理科を学習することをとても楽しみにはしています。

Q. 学年が上がるほど理科嫌いになるといわれていますが、この傾向は小学校の中ではどうですか？

A. 子どもたちは科学クラブとかが大好きで…要するに実験したりすることは好きなんです。担任の先生が理科好きであれば、子どもも理科好きになると思います。現実には全ての先生が理科好きというわけではないのでそうはいかないのでしょうが…。何度も話題になっている「理科専科」の先生がいる場合は、理科が好きという割合は高くなると思うのですが…。

Q. 科学の祭典に参加した率直な感想（批判）を教えてください。

A. とてもおもしろかったです。全道大会に出たときに「地域でバスが出るはずだったのに、参加人数が少なくて、車を出したんだ。」なんて話をしているお父さんがいました。地域の人たちがもっと参加しやすい体制をつくるといいなかなあとと思いました。

Q. もし、科学の祭典を続けるとして、小学校の先生方がもっと参加しやすくなるにはどうしたらよいと思いますか？

A. 小学校の先生たちは理科が専門ではない先生もたくさんいます。もっと情報があれば（昨年度のガイドブックだけではなく、もうすこしきわしいものや、参考になる本の紹介、HPの紹介など）参加しやすくなると思いますし、小学校の先生向けに一度模擬科学の祭典みたいなものを開いて見てもらうとやりやすいのかなあとは思います。見たこともない先生が多ければ、やっぱり参加しづらいですよね。または、初任者研に入れてしまうとか…。とにかく実際にやってみたり、やってみなくとも見る機会を積極的につくらなければ、参加は増えないのではないかと思います。

Q. 小学校の理科教育から、高校や大学などへこういうことがあったらいいのではないか？という要望はありませんか？（例えば、高校の理科の先生による出前授業、高校生が小学校でミニミニ科学の祭典を行うなど）

A. 出前授業もミニミニ科学の祭典も、どちらも大賛成です。実現できたらいいですね！

杉山先生、お忙しい中お答えいただき、ありがとうございました。写真は、科学の祭典帯広大会の「偏光板のふしぎ」というブースです。中央に写っているのが杉山先生です。先生は、このブースのほか、サイエンス・ショーで「ちょっとドッキリ?!パンデグラフで静電気実験」も担当されました。



雑誌「ニュートン」を利用した「学校図書館」とコンピュータによる総合的学習

－生活意識と読書傾向の実体分析と教育実践－

北海道札幌南陵高等学校 菅 原 陽

近年、生徒の「活字離れ」が進行するとともに、「表現力」や「発表力」が低下していることが話題にのぼっている。学校教育でも教科を問わずそう感じている教師も多く、理科教育の立場からは「理科的な興味・関心」が低下する「理科離れ」なる言葉も古くなり、「"智"離れ」が進んでると言われている。

このような傾向は全国的なものであり、特に読書量の低下はすべての教科の基礎を揺るがしていると考える。しかし、ここ数年危機感を募らせた学校の教師が図書活動を強化し、わずかながらの回復の傾向が伺えるようだ。全国の傾向を踏まえ、本校の生活意識と読書傾向の実体分析と、その生徒実体に対応した理科の教育実践の試みを紹介する。

1. 読書の全国的傾向

「本校の研究紀要 生徒・父母アンケート実施と結果」によると、本校の新学期に3年になる生徒は、この1年間で3割が1冊も読まず、3・5割がようやく1冊を取り3冊以上読むは全体の3割を少し越えるぐらいである。今回卒業した学年の半数は1年に1冊以下である。

さて全国の傾向は毎日新聞社の「第54回読書世論調査」と「第46回学校読書調査」(全国SLAと毎日新聞社とが共同で実施)がまとめたてあるが、30年間の読書傾向やメディアの接触率の推移を学校読書調査より以下に抜粋した。この調査では下記のようなここ数年間での読書活動の回復傾向がみられる結果がでている。(以下抜粋)

「毎日新聞では全国学校図書館協議会の協力を得て、全国の小中高校生計約1万2000人(小学生は小4以上)を対象に行った、2000年「第45回学校読書調査」には次のような結果が出ている。小学生の1カ月平均の読書量は調査を始めた1954年以降、最高の7・6冊になった。「朝の10分間読書」運動が全国の小、中学校で広がっていることなどが、読書量増大の背景にあるとみられる。

1月平均の読書量(教科書、マンガ、雑誌などを除く)は、小学生は昨年調査と比べて0・8冊増の7・6冊だった。過去10年間では、95年調査の5・4冊が最低だったが、この4年間で一挙に2・2冊も増えた。中学生は0・1冊減の1・7冊、高校生は0・3冊増の1・3冊だった。朝の10分間読書が広がったうえ、「最近読んだ本」で、大人の世界のベストセラーの『五体不満足』(乙武洋匡著)が小6以上の各学年で上位を占めたことが、読書量低下の歯止めになったとみられる。しかし、雑誌離れの傾向は激しく、1月に1冊も読まない

小、中、高校生が質問を始めた72年以降、最高になった。」『読書世論調査2001年版』(毎日企画サービスより)

2. 本校1年生徒の意識調査と読書の実態

本校の1年生に毎年6月に行われる意識調査の結果をから生徒の実態を把握する。グラフの説明を以下に示す。

各学年に時間をおいて同じ調査をした。

「11入」は入学年度の6月の調査であり「11追」はその学年が3年生になったときに行った調査である。

11入 H11年入学生の6月の調査

11追 22ヶ月後の2年生3学期3月に調査

12入 H12年入学生の6月の調査

12追 10ヶ月後の1年生3学期3月に調査

13入 新年度になり新入生のH13年6月の調査

まだいたい同時期の各学年の男女を比較することも行った。具体的には次のように分けた。

新年度になり2年生(12追)3年生(11追)はH13年月、新入生の1年生はH13年6月の調査で比較した。「13男」とあるのは13年度入学の男子生徒でつまり1年生男子である。調査時期は1年だけが6月調査、2・3年は3月の調査で時期が比較的近く意味があると考える。

13男(平成13年入学の現1年男子生徒) 13女も同じ

12男(平成12年入学の現2年男子生徒) 12女も同じ

11男(平成11年入学の現3年男子生徒) 11女も同じ

* 上記は平成13年度の時点のこと

3月と6月では3ヶ月弱の差があり、1年生は入学当初の調査に対して、2・3年は高校生活をへた中での調査である。男女ごとの比較としてこの点を考慮する必要もある。

簡単な分析を示し、本校生徒の生活意識を見てみよう。

分析

入学時点での高校生活に対する期待度は約7割の生徒

図8

一方、テレビを見る時間が3から4時間の者は7割もいるのだからこれらの者には、勉強時間はないであろう。

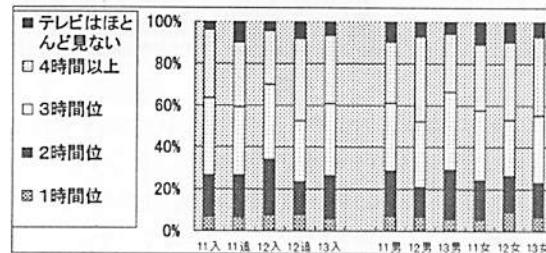


図9

そして、そのテレビ番組の内容はバラエティとドラマ映画でやはり7割となっている。

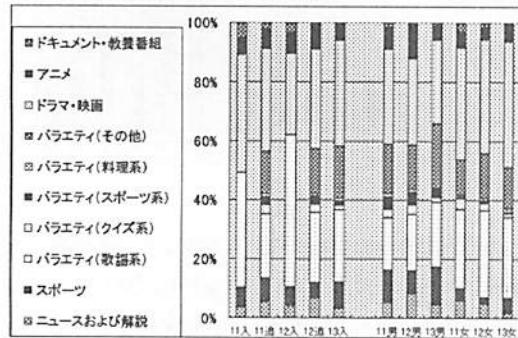


図10

現在の教養的なテレビ番組には優れた番組も多くあるが、大半はそのような番組には接していない。

読書となると読まないが半数である。「この1年間に何冊読んだか？」の問い合わせに、1冊以上読むが残りの5割である。本の内容に過分な期待はしていないが、ともかく本を手にする者がいることはいるが、本校の学校教育の中でも何らかの手を打たねばならないのではないか。

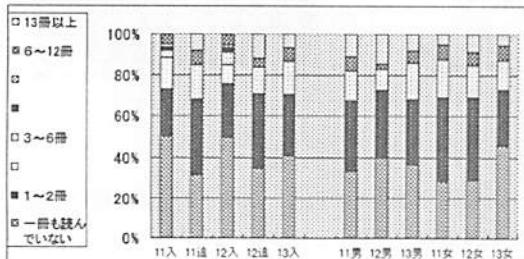


図11

2 実践1 疑問集作成

このような生徒に疑問集作成と調査活動の課題を出し実践を進めると、次第に興味を深めてくる。過去の先輩の疑問集を参考に自分自身の興味・疑問を探すことから出発して、探求し・調査することに意欲を持つよう指導する。興味や疑問を再び呼び覚ますことに重点を置く。

自分自身の疑問はその生徒の個性でもあるので、疑問集は個性を出す場でもある。何回かの授業の終わりの5分を使って疑問作りの意識高揚をはかる。

疑問集の例 (2001.3月 1年生で作成)

魔法は本当に存在するのか？ ヨーロッパの騎士は（あの鎧で）戦えたのか。なぜ指は5本か 星は何個あるか？ どうして骨は鳴るのだろう？ 日本刀と騎士剣どちらが優れている。どちらが強い？ どんな刀が切れるのか。人はなぜ死ぬか。殺人も遺伝子DNAによる？ なぜ海は青いのか？ なぜ人はしゃべれるか？ なぜ髪は白くなるのか。なぜ空は青いのか？ どうしたら視力が回復するか？ 人はなぜ眠くなるか？ 人が存在する理由は？ 足などがつるのはどうしてか？ 人は死ぬ直前恐怖を感じるか？ 快楽殺人者の心理は？ 宇宙になぜ酸素がないのか。人が知ると魂はどうなる。タイムマシーンは作れるか。日本はなぜ四季がはっきりしているか？ 気圧が低いところはなぜ息苦しくなるか。カセットテープからなぜ音が出るか？ なぜ疲れるのか？

動物の眠り（睡眠）の違いは何か？ 海はなぜしおばいのか？ 蚊に刺されるとなぜかゆい？ ほんとうに宇宙は膨張しているのか？ どうして空は青いのか？ 虹はなぜ7色なのか？ 歌手の人気が落ちたりあがったりする仕組みは？ 人はなぜ皮がむけるか 人の目の色がなぜ違う？ 髪の脱色と染色ができるのはどうしてか？ 脱色するとなぜ茶色になるか？ 木は無限にのびるのか？なぜ靈感を感じる人と感じない人がいるのか？

爪になぜ線が入るのか？ 流れ星はどこから来てどこに行くのか？ 海の水はなぜ塩辛いか？ 将来どちらもんは誕生するか？ 月はいかにしてできたか？ 台風は何のためにあるのか？ タイムスリップはできるか？ ブラックホールって何？なぜ、年をとるとしづや白髪になるか？虹はどこからできるのか？



本校図書室での作業風景

3 実践2 学校図書館(図書室)を利用した調査活動 (索引の整備された購読雑誌を利用)

疑問集をまとめた後に、10年分の雑誌の索引を印刷し、その中から自分の興味を引く素材を見つける課題を与える。4人で1班とし索引を廻して調査する。また、放課後や帰宅しての宿題として自宅の書籍・新聞、地域の図書館での調査課題とする。

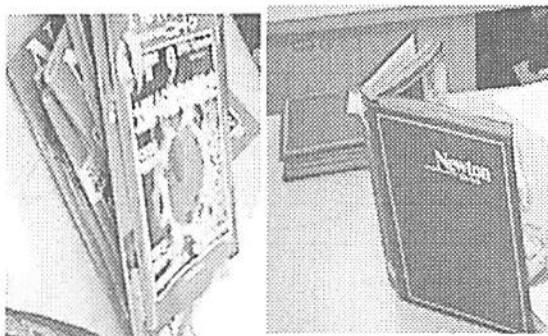
雑誌の索引は「ニュートン」の81年から89年までの9年分である。ちょうど今在籍する生徒が生まれた頃の雑誌である。本校の図書室にて調査活動を行う。図書室では、調査項目と冊子の発行年月日、該当ページを書き込み文章を書き写す。所定の時間に所定の量を課題とする。1時間の授業では300~500文字に相当する量である。

4 調査内容のまとめ

2時間も図書館授業を行えば、材料が揃い、まとめの時間をとてコンピュータ室で入力作業をさせる。写真資料があればスキャナーで取り込み、文章の中に張り付ける。この作業で、先人が書き写真や図表でわかりやすくまとめられた内容を、まねることにより興味を深くするように指導する。実際、クラスの中の10名は取り組みの姿勢はさらに深まる。図書館での作業は、2~4時間、まとめにはコンピュータ室で4時間以上必要である。

5 疑問・興味をさらに深化させ継続させる。

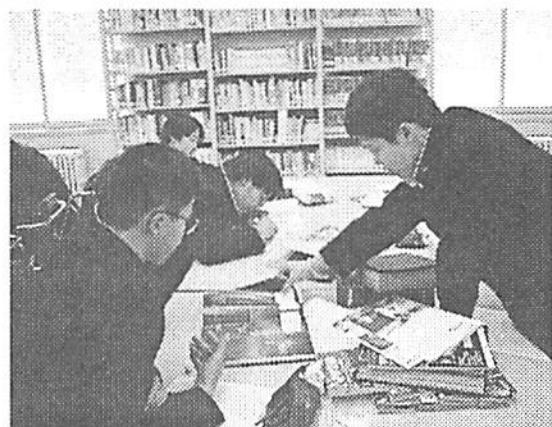
今後インターネットでの情報検索の「道具」が例え揃っても、使う生徒の疑問や興味が深くなれば、「道具」を使いこなすことはできない。探求心を持っていなければ意味がない。使う人間にその土台がなくてはならないのである。その土台作りのために自己啓発を意識して、自分の疑問を発展させ深化させる作業を生徒自身の中に養成したい。



「科学雑誌ニュートン」(バインダーに6冊セットされている)

科学雑誌「ニュートン」は本校に81年から89年まで揃っている。それは現生徒の出生の時期と重なる。「生

まれた頃の科学情報」の調査を動機付けにする。そして、この基礎調査に基づき、インターネットで現在の先端の知識やその後の進展を探ることが、次の課題となる。



文献調査の様子

6 図書館実習での指導事項と工夫

この授業を行うには図書館での作業プリントの準備の他、図書館の一般的注意、バインダーに閉じられた雑誌をスムーズに利用する方法、コンピュータの使用マナー、コンピュータの操作、作業に対する評価方法、できた作品の評価方法とそれぞれに工夫が必要である。また授業の所要時間なども以下、箇条書きにする。

一般的な注意事項

図書館 (コンピュータ室もほぼ同様)

- ・指定された座席に座ること
- ・図書館での飲食禁止
- ・本の分類位置を移動しない。
- ・授業の後にはすべて元に戻す。

生徒に徹底すること

- ・雑誌をバインダーに戻す訓練を十分にする。
- ・コンピュータのファイル操作を十分に体得させる(ファイル名の付け方、どのフォルダに保存するか等)
- ・コンピュータ室でのリープロ作業と

評価方法

- ・図書館での作業は、書き写した文字の量で評価する
- ・できた作品は相互評価を取り入れる。

所要時間 (1図書館とは1時間目は図書室の意味)

1図書館 説明 10分 その後作業 5分前に整頓

2図書館 作業 5分前に整理整頓

3~7コンピュータ室 説明 10分 入力開始

途中操作説明を適時に何度も入れる。

8~9コンピュータ室 インターネットでの調査 感想記入

音と電波の共鳴分離の実験

北海道札幌南陵高校 菅 原 陽

北海道支部会報2001.7では音共鳴分離装置を紹介しました。ここでは共鳴をさらに直感的に説明できる装置として携帯電話の「光るアンテナ」を物理実験に利用する例を紹介します。

1.はじめに

私たちの使用する携帯電話は850メガHz付近の領域と1.5ギガHz付近に各社の電波の使用領域が割り当てられています。この周波数の電波の共鳴を利用して、私たちは発信局からの信号を受け取り、さらに音（空気振動）に変換して、耳で聞きとります。音も電波も同じ原理（共鳴）によって遠くの情報を伝えることをこれらの装置は直感的に分かりやすく理解できると考えます。

2.電波の共鳴器の作成と実験準備

準備するもの

- ア 高輝度発光ダイオード（数百mcdと輝度の高いもの）
- イ ショットキーバリアント二極管（高周波用1SS99など）
- ウ ハンダゴテ、はんだ、
- エ アンテナ（細い被膜電線コート10cm）
- オ 携帯電話、（PHSは出力が弱いので見えにくい）
- カ 定規（30cm）

作成方法

図1に回路図と実体配線図および写真を掲載しました。

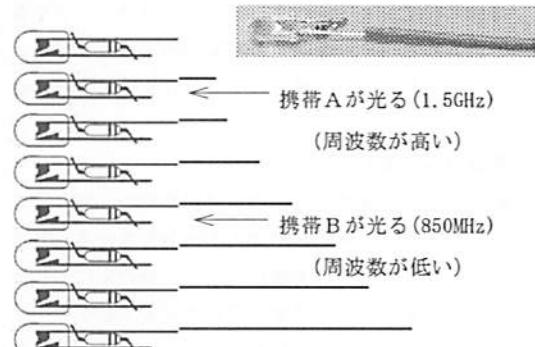
回路は非常にシンプルで部品さえ手に入れば、はんだ付け作業の経験者であれば誰でも簡単に作成できます。購入部品の原価は1つ百円程度です。

図と写真のように部品をはんだ付けし、アンテナの長さを使用電波の $1/4\lambda$ にすれば完成します。

3.電波の共鳴 実験1

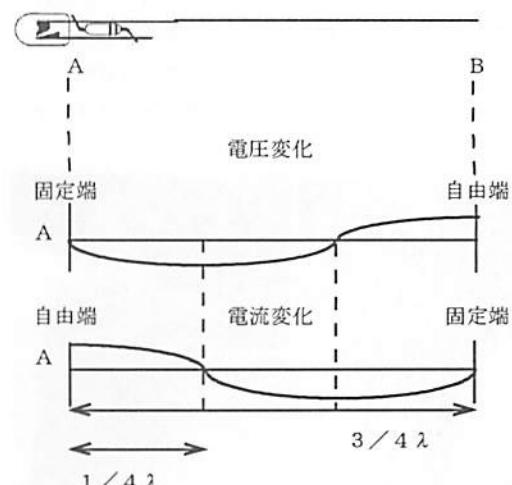
携帯電話の電波で発光ダイオードが光ります。その使用

電波帯域の種類により、携帯電話のメーカーと型番がにより反応するアンテナの長さ異なります。



電波の受信と発光させるための電流変化は下記のように考えられます。ショットキーダイオードは電流を片方向に整流し、その位置の電流値の振幅が大きければよく光ることになります。電流と電圧は位相が $\pi/2$ ことなり、図3のようになっていると考えられます。

(Aはダイオード)



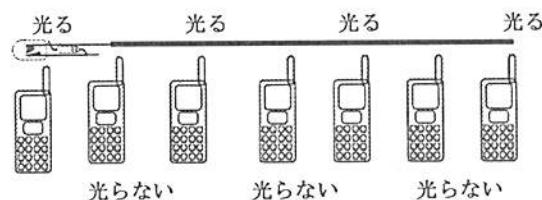
(ここで、ショットキー及び高輝度発光ダイオードの先の部分の様子については、現在確認作業中です。)

4.電波の共鳴 実験2

携帯電話は種類により、携帯電話Aは1.5G(ギガ)、携帯電話Bは850M(メガ)のように電波の周波数が異なります。音も電波も高い周波数では短いアンテナが反応し、低い周波数で長いアンテナが反応します。

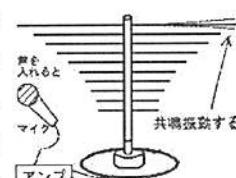
電波は目に見えませんが、この光るアンテナを使用すると、音やその他の実験と同じ原理で反応していることが観察できます。

実験2 アンテナを長くして発信電波の位置をずらして実験すると光らない所、光る所が一定間隔になることも観察できます。



この結果も音やその他の振動の実験と似ています。

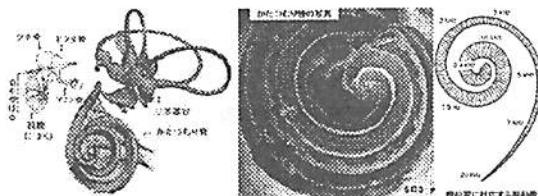
これらの実験を右の音共鳴分離器とともに比較実験するとアンテナの長さは、 $1/4\lambda$ $3/4\lambda$ で共鳴振動することが目に見え、音も電波も全く同じ原理で共鳴していることが直感的に理解されます。



以下は、この物理現象が生物のセンサーである「聴覚」にも利用している例と、我々が利用している電波の周波数帯域の資料を加えてこの実験の紹介を終わります。

<参考資料>

人の聴覚器官



<http://mvf.neurophys.wisc.edu/~ychen/auditory/w-ad.html> (University of Wisconsin — Madison)

人の内耳（聴覚器管）と カタツムリ管の写真・模式図

人の聴覚器官も体液中の膜の「共鳴」により周波数分離を行っています。

人は耳の「こまく」のもっと奥に音とらえる装置「カタツムリ管」をもっています。音は「こまく」から小さな骨（ツチ骨・アブミ骨・キヌタ骨）を通して「かたつむり管」に届き、中の膜に伝わります。膜は入り口の方は高い音で、奥は低い音で振動します。色々な高さの音が混じり合っていてもそれぞれの音が膜のきった場所で振動し、音は分離されます。そして2000個以上の音を聞き分け神経を伝わり脳に届きます。

聴覚の秘密を解いたのはゲオルク・フォン・ベケシーでした。彼は通信技師であり、物理学者ですが、物理の知識と技術で彼は聴覚の秘密を解き明かそうと決心し、ライフワークとします。様々な動物の蝸牛を観察し、人の蝸牛についても死体を解剖しながら蝸牛に穴をあけ、アルミニウムと石炭の粉を混ぜた食塩水をいれ、顕微鏡でで観察するなど、大変苦労して実験を繰り返しました。そしてついに「基底膜共鳴説」により1961年ノーベル賞を受賞しました。

我々が利用している電波の周波数帯域

MHz = 1000 KHz

短波放送

アマチュア無線

ラジコン (27MHz)

FMラジオ放送 (76MHz ~ 90MHz)

テレビ放送 1~3チャンネル (90MHz ~ 108MHz)

テレビ放送 4~12チャンネル (170MHz ~ 222MHz)

コードレス電話 (255MHz)

テレビ放送 13~62チャンネル (470~770MHz)

携帯電話 (約800MHz ~ 960MHz)

GHz = 1000 MHz

携帯電話 (約1430MHz ~ 1560MHz)

PHS (1893MHz ~ 1920MHz)

無線 LAN (2400MHz ~ 2497MHz, 5.150MHz ~ 5.250MHz)

電子レンジ (2450MHz)

BS放送 (11.7GHz ~ 12.2GHz)

CS放送 (12.2GHz ~ 12.75GHz)

GPS 気象レーダ 低周波治療器 マイクロ波通信

THz = 1000 GHz

赤外線 (3THz ~ 384THz)

可視光線 (384THz ~ 789THz)

海外研修報告 イギリス・ドイツの炭鉱遺産を視察して

—国際産業遺産保存会議（TICCIH 2000）参加報告—

札幌開成高等学校 山田大隆

1. はじめに—TICCIH国際会議とは—

世界的有名な国際産業遺産保存会議（TICCIH）の2000年会議（2000.8/31～9/2ロンドン）に参加し、その帰路、学会ツアーと個人で、イギリス・ドイツの著名な鉱山、鉄鋼遺産地を視察した。著者の今回の視察旅行の目的は、平成10年より「そらち・炭鉱の記憶」調査委員（委員長）として関わっている空知支庁での産炭地振興事業の紹介（研究発表）と海外専門家との討論、日本（空知地方）の産炭技術の源流となった英独炭鉱技術の現状と博物館化の方策の収集と資料購入、また、ドイツ・ルール工業地帯の観光事業開発（エムシャーパークプロジェクトIBA）現状視察と資料入手にあった。折しも今大会はミレニアム年で各國の記念イベント、施設作りがあり、貨幣ユーロ転換、東西ドイツ統合10周年の節目の節目でもあり、ヨーロッパの歴史的大転換の現場に触れた幸運にも恵まれた旅行であった。

今学会（TICCIH-The International Committee for the Conservation of the Industrial Heritage）は、本部はイギリスにあり、1972年アイアンブリッジ（現世界遺産）の第1回に始まり、3年毎に国際会議（本会議）を開催し、世界各国代表（博物館学芸員、保存運動団体代表者、大学博物館研究者、行政代表者、産業考古学会会員他）が集まり、各國の保存状況と保存問題を発表・協議し、討論の進捗で国際連絡組織を結成し、会議後に行なわれる5日程の充実した主催国の独自で入念準備の産業考古学ツアーも好評の国際会議である。技術史、博物館学関係学会では世界最高最大の組織で、近年は世界遺産の技術史部門の審査会ともなって、権威ある機関になっている。学会形式は、記念講演、基調報告（プレナリー）のほか、2日間の数領域のワークショップがメインで（テーマは事前の申し込み状況で改廃、統合がある）、各國から多数の重厚なナショナルレポートが報告される。事後、記念講演、基調講演内容（発表図表を含む）がプロシーディングズとして出版され、ワークショップ報告はインターネット上で要旨が報告公開される（前回（1997年アテネ会議）のプロシーディングズはまだ出版されておらず、その印刷作業遅れの状況報告が今大会の総会でなされていた）。

今大会はミレニアム大会として、第1回大会地の由緒ある英国大会となった。世界産業考古学の創始で指導国（英國産業考古学会）が総力を挙げて取り組んだ大会であ

ったことは、大会運営のあらゆる局面に表れていた。

学会参加費は会議費310ポンド（5万円）、学会ウェーブツアーアイチ260ポンド（食事、宿泊、バス代込み4泊5日、4.2万円）であった。

2. TICCIH 2000国際会議の内容

（8/30～9/2）

8/30（水）29日朝7:50千歳発、10:40に羽田から成田ヘリムシンで移動、11時に第1ターミナル（BA）着後、13:05に成田をBAノンストップ便で発ち、12時間で同日17:35ヒースローへ。筆者にとり8回目のヨーロッパ旅行でロンドン訪問は4回目である。バティントン駅近くのホテル・グロブナーコートに1泊して、30日午後4時に学会登録のため、会場のサウスケンジントン（博物館街）のインペリアルカレッジへ行く。ここに28ヶ国200名の各國代表者が集まつた（日本は11名参加で4番目。ホスト国イギリスは58名参加、他にスエーデン21、ベルギー12、ドイツ10、スペイン8等で、完全な国際会議であった）。大学学寮（ドーミトリー）。会場に至近で国際会議参加には最適、値段もB&B並で4泊で160ポンド＝2.6万円）に宿泊登録をして、夜6時より同所近くケンジントン・ゴーにあるロイヤル・ジオグラフィックソサエティ（リビングストン他アフリカ探険報告等で由緒ある地理学協会）の中庭でのレセプションに出席、日本人代表団の結団交流をする。その後夜7時より、会議室で今大会議長N.コッソーンズ氏（卿、前ロンドン科学博物館館長、英國産業考古学会AIA新会長）の「産業考古学の展望」と題する開会講演がなされた。社交と学術にけじめをはっきり付ける国際学会の雰囲気と同時に、全英産業考古学会が総力を上げて取り組んだ今大会の意欲が、サーを冠する会長講演の他、運営の隨所に感じられた開会レセプションであった。

8/31（木）は6時半スタートの早朝オブショナルバスツアーがあり、スマス・フィールド食肉工場の1867年製鉄製造物と食肉加工現場をB.トリンダー教授（ノーザンブリトン・ユニバーシティカレッジ、アイアンブリッジ研究で世界的に著名な英國産業考古学者）の案内で見学した。筆者の予想より巨漢で、精神性の温厚博識なトリンダー氏は今学会の実質的な企画運営の中心者であり、歐米の産業考古学研究者の象徴の「歩く学者」の典型を見る。日本では日本を代表する国際的産業考古

学者として、故飯塚一雄氏（産業考古学会幹事長当時）が有名であったが、氏を一回りスケールアップしたような好漢、知的巨人といえる人物であった。

9時より3時間インペリアルカレッジ講堂で基調報告A（プレナリー、全員参加）がなされた。テーマは「18世紀の産業革命」で、仏（1件）、英（4）、スエーデン（1）から、各国産業革命史と産業遺跡の紹介が貴重な多数のスライドでなされた。立食の昼食の後、午後1時よりこの学会総会となり、今会議議長コッソンズ卿の挨拶、ICOMOSとの連合調印式、次期議長E. カサネルズ氏（スペイン）の挨拶、実行委員紹介、次回会議（2003年）地のロシアの開催都市、ロシア、ニズニイ市代表からの歓迎挨拶等があった。

午後2時半から3時間、ワークショップ（前半）が7会場に分かれて一斉に開かれた。第1会場はテーマ「産業建築の記録方法」（6件）、第3A会場はテーマ「大規模産業サイトの記録と保存」（9）、第5会場はテーマ「歴史的機械のデモ」（6）、第6会場は「多産業地帯」（4）、第8会場は「世界遺産サイトのデザインと運営」（4）、第13A会場は「産業博物館の未来」（7）、第N1会場は「1850年以前の産業化の経験」（6）で、各会場は20～30名の参加者であった。日本人の発表は、この学会で5件（栗野、安田、横山、種田、山田）あり、この日3件（栗野、安田、横山）が発表された。プレナリーとワークショップの発表はナショナルレポート（各国代表審査論文）で高水準であり、プレナリーではテムズ川のドック史と遺跡の紹介、ワークショップ（筆者参加の3A会場）では、ウラル工業史跡紹介、スエーデンのマルコニー無線電信塔遺跡紹介等が目立った。夜は午後7時30分から9時まで、今大会のメイン実行機関ロンドン科学博物館の見学（新館長挨拶）と特別展資料配布、トレジャーホールでの夕食会（世界最大の科学博物館の展示ホールでの夕食会はユニークな企画。また、いくつかの歴史的技術記念物を前に博物館学芸員による解説も印象的）があった。

9/1（金）は午前9時から3時間、講堂で基調報告Bがあり、テーマ「1850～2000年の大量生産と消費主義」で6件の報告がされた。英（2）、スエーデン（2）、ノルウェー（1）、カナダ（1）で、各国の産業革命史とその波及効果に社会史的考察を加えた発表が多くかった。

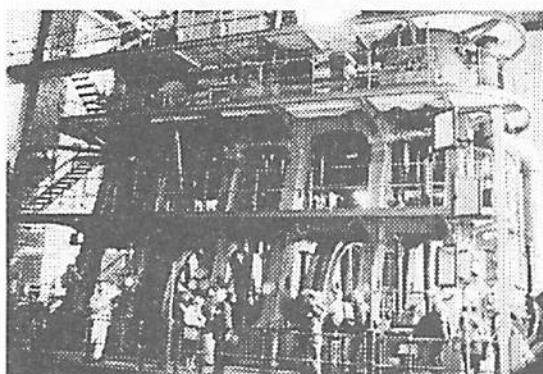
午後は午後1時にテムズ川エンバンクメント（近くにミレニアム記念で新設の直径130m世界最大の大空中観覧車あり）のピアの外輪船「エリザベサン」に集合し、1時間テムズ川下りをし（旧ドック遠望）、河畔右岸の新設ミレニアムドームを見てグリニッジピア下船、著名な天文台（博物館）と海事博物館を見学した。ミレニアムは時を主題とするこの天文台には最適で記念出版物も多かった。1675年創立この天文台は経度0度子午線

を有し、ハレーの彗星観測、ブラッドレーの光行差観測での相対論寄与、ハリソンの航海用クロノメーター開発、エアリーの風圧測定等で世界の天文学、航海学、橋梁風学の中心になった場所である。1960年代から、本来気候条件の悪いこの観測地がロンドンの光害を避けて、ドーバーのハーストモンソーに天文台を移し、現在は栄光の歴史を証明する観測器具や天文道具、歴史的遺物を保存公開する天文博物館となっている。夜はピカデリーのソホーの中国人店で日本人参加者10名で最後の夕食を楽しんだ。

9/2（土）学会最終日で、午前は9時より3時間ワークショップ（続）が一斉に7会場に分かれて行なわれた。第3B会場はテーマ「大規模産業サイトの記録と保存」（8件）、第9会場は「インターネットによる産業遺産保存推進」（6）、第11会場は「地方輸送体系と公共利用」（7）、第12会場は「産業遺産説明上の性、人種、階層差問題」（6）、第13B会場は「産業博物館の将来」（6）、第15会場は「小売りと食品工業」（5）、第N2会場は「1850年以降の産業化の経験」（5）であった。筆者は13B会場で、種田教授とともに、持参した60頁延資料とTP約100枚を用いて30分間「北海道の石炭産業遺産とエコミュージアムとしての保存戦略」と題して発表、事後質問（エコミュージアムの経営問題、参加者の注目を得た世界的技術の赤平・奔別住友立坑の英語文献他）も活発になされ、国際的発信不足でこれまで知られることの少なかった日本（北海道）炭鉱史の内容（種々の炭鉱が日本近代化の中であった）とエコミュージアムとしての遺産保存活用現状の世界的紹介に役立ったことは幸いだった（日本ではナショナル・レポートとして国内序列があり、地方の報告は世界に反映しにくい。その点今回の筆者の北海道炭鉱史に関する積極的発表参加は、必要でかつ国際学会認知されたことは北海道の行政と学会にとり画期的といえた）。

午後はバスツアーで、最初に午後1時までにアクトンタウンのロンドン交通博物館（収蔵、修理倉庫に近い）に集合、地下鉄史と2階建バス史を見、次いでバスでケンブリッジの水道給水用巨大スチームエンジン（船舶用改造、3気筒2基、各1000馬力。平地のロンドンでは、水道水加圧に蒸気機関を使用）を見、最後にキューブリッジの有名なポンピングステーション（1850年設置の巨大ピームエンジンの動態保存、1944年まで操業。他に5台の稼働コーニッシュ水平蒸気機関やピーム機関、屋外水車展示、SL動態展示のされた蒸気エンジンの好きなイギリスらしい動力史博物館。同様の水道用ピーム機関動態展示のポンピングステーション博物館が、1865年創設1956年まで使用のウールリッチのクロスネスエンジン等3箇所ある）を見学、夕食をとり、今学会の閉会式となった。式中、最近亡くなった英國産業考古学創立者のK. ハドソン氏への黙祷と、今学会コ

ツソンズ議長挨拶、日本からも種田氏によるアピールが積極的になされ、盛会のうちに多くの行事が消化された記念すべき印象深い、歴史的な今ミレニアム学会を終了した。このキューブリッジ蒸気博物館（ポンピングステーション）はロンドン中心部から遠く、ここから最も近い国鉄キューブリッジ駅から地下鉄ウォータールー駅乗り継ぎで1時間半かけ、サウスケンジントンの大学学寮に戻ったのは夜11時を過ぎていた。



ロンドン、ケンブリッジ地区にある世界最大の水道用蒸気エンジン遺構（1000馬力で船舶用に改造）

3. 國際会議後のウエールズ産業考古学ツアーコンテンツ

（9/3～7）

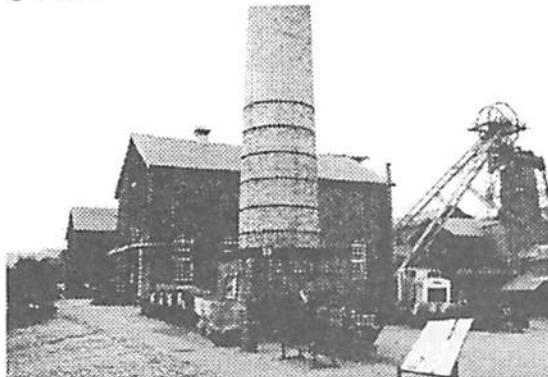
9/3(日)は、ほぼ全員参加者が3方向（スコットランド50名、コーン威尔30名、ウェールズ30名）に分かれて、会議後ツアーパートに参加した（筆者は現在関わっている炭鉱遺産保全活用の視察目的で鉱山史のウェールズツアーパートに参加した。結果としてこのツアーパートは今学会の最高のもので、ブランーボン製鉄サイトの世界遺産登録申請支援の意図もあった充実した内容で幸運であった）。大学学寮チェックアウト後午前8時半に大学正門前集合、バス2台でスウェーデンに向かう。10時、スウェーデン着。ここはブルーネル創始のGWR（グレートウェスタン鉄道）の基地で、彼の2メートルゲージ鉄道史（D. グーチ設計のノーザンスター号の動輪直径2.8mの歴史的SLもあり）で有名である。今は広大なGWR車両工場と事務所を改造した1999年オープンの大規模鉄道博物館（博物館チーム、復元車両工場と多数のGWRで使用の保存車両、スチーブンソンとブルーネルの標準・超広軌ゲージ論争の市民模擬討議演劇もあり）、商品見本市会場、ウェールズヘリティセンターセンター（ウェールズ考古学、産業史資料のみ、市民利用可）も見学した。広大な駐車場は車両工場跡で壁のみが残る。博物館の売店ではGWRを含めた多数の英國鉄道史本が売られ、日本に比べても極めて充実している。この博物館サイト周辺にはブルーネルの最初のGWR工場発祥地跡（敷地のみ）、1800年代後期の石造住宅街、鉄道

員集会場、協会の旧環境も町並み保存で残っている。午後3時にスウェーデン辞去、カーディフに向かう。市郊外高台のカーディフ大学学寮（学部キャンパスは市中心部）に入り、夕食後、講堂でR. キーン氏の開会講演がなされた。ツアーパート、この毎日の夕食後の充実した第一人者による講演はハードスケジュールであったが、名物であり、参考度の高いウェールズ産業考古学の紹介であった。

9/4(月)午前中9時より3時間、ツアーパートワークショップ（課題報告、海外では通例。日本の観光的と異なり、大変面白である。また、ツアーパートに見られた海外の産業考古学者のパワーには驚かされた。）があり、筆者は日本代表話題提供で、9/2講演とほぼ同じ内容を紹介し、好評であった。他にD. アバンゴ氏（スウェーデン）、E. ブレークリー氏（英）、H. カニヤ氏（独）、S. ヒューズ氏（英、司会）の各国の遺跡紹介があり、国際色豊かな鉱山史と遺跡紹介保全活用紹介であった。特に、ヒューズ氏の世界遺産TICCIH鉱山遺産基準決定の構想、日程紹介提起は重要であった。また各紹介では、カニヤ氏のエッセン・エムシャーバークのドイツ最大の炭鉱であったツオルフェルайн（関税連盟）炭鉱第12立坑の保全活用（エムシャーバーク・プロジェクトの一貫として）についての歴史文書と現施設の多数のスライド報告は、内容的にもまた炭鉱史とその活用で今ドイツ旅行の筆者の最大関心事でもあり圧巻であった。討論は国際的情報交流方法（Eメールによる）と組織作り、世界遺産登録への鉱山分科会での基準作りの話題となり、日本のように発表実績作りでなくオルガナイズを旨とする典型的な国際会議の雰囲気を感じた。旅行参加での実質をとる点、交流、研修だけの日本の学会機能との差は大きいといえる。

午後はバスツアーパート、ロンドン炭鉱（世界的に有名。1950年代映画「わが谷は緑なりき」で知られる）、スオングを回るロングツアーパートであった。ロンドン炭鉱では有名な谷奥の保存炭鉱でガイドツアーパート立坑施設（巻き上げ機は蒸気機関）やロンドン物語を映像で見、もう一つの立坑である近くのヘッティ・エンジンハウスを見学する。午後4時、次の炭鉱のタワー炭鉱に着く。ここは、サッチャー政権時代、国有取り消し（即閉山）を全英国一の労働運動で阻止し、現在、労組管理で出炭する数少ない現役炭鉱で、帰りに広大な敷地の水洗選炭工場を見学した。山中密集の日本と異なり、広大な敷地に施設が散在、ズリ山も広く低く平地にあるのが英國の炭鉱の特徴である。立坑の規模はどれも標高さ20m、深さ100mと小さいが数が多く、全英で日本の5倍（独は3倍）を出炭し、産業革命を駆動した。午後6時にスオング着。市ホール（ディラン・トマス・センター）で7時から市長歓迎会（レセプションとヒューズ氏著書贈呈式）、事後、このツアーパートのリーダー、S. ヒューズ氏の

「スオングーの産業社会史」と題する氏の労作近著「コッペロボリス」にもとづく講演があり、8時から夕食会となった。夕食後のカーディフへの帰着は夜10時を過ぎていた。



英国の代表的保存炭坑のウェールズのロンド炭坑の全景
(1950年代の映画「わが谷は緑なりき」の舞台で有名)

9/5 (火) この日はカーディフを辞去、ブラナーボン製鉄遺跡を見学して4時間バスで走り、北ウエールズのカナーボンまで行き、宿泊した。午前9時大学学寮出発、カーフィリー城（ローマ時代遺構）近くのカフォルファ製鉄所跡着。ここは整備中（全英では、現在、本土にある産業遺産サイトを発掘整備中で、一大エコミュージアム化運動を展開中である。英國産業考古学の新発展と世界遺産の複合遺産整備が背景と思われる。）で、19世紀ウエールズ製鉄史を支えた大規模マウンドと壁が並ぶ。ウエイクリン氏の説明で見学した。午前10時、ブラナーボン製鉄地帯（整備中）のビッグピット炭鉱に着く。この観光炭鉱はアンダーグラウンドツアーが充実し、世界的に有名である。立坑を可動で残し（巻きモーターは87馬力）、90m下の水平坑道までケージでヘッドランプ姿で下りる。この実物体験コースは日本では皆無である。次いで、同じくウエイクリン氏の解説で、現在、ユネスコ世界遺産申請中のブラナーボン製鉄所遺跡（大型高炉2基と水力鉱石昇降機跡）を見学する。1770年アイアンブリッジで試験的に始まったコークス製鉄はこのブラナーボンで18世紀末に本格的大量生産に入り、英國産業革命を実質的に支えたもので、ウエールズ人の最も誇りにする歴史的サイトである。午後2時、ブラナーボンを辞して国道470号線を北上、途中午後4時、エコツアーで有名なエラン渓谷ビジターセンターで休憩、スノードンの不毛地帯（スレート質で畠地なく、羊を大量に放牧）を通り、午後7時にカナーボンのセルティック・ロイヤルホテルに到着した。夕食後、D. グウェイン氏の「北ウエールズ・スレート産業史」の歴史とサイトガイドの講演があった。この日と翌日のグウェイン氏の解説は明瞭で音楽的でウエールズ語の紹介もされ、人気が高かった。

9/6 (水) 午前9時ホテル発。本日は世界的なスレート鉱山跡と銅鉱山跡を見学する。町近郊のウェールズ・スレート鉱山（ディノルウイッグ地区）へ。金山のスレートと眼下のスランベリス湖の雄大な鉱山景観は日本には全くなく、近年評価される景観保存で世界第一級のものである。1986年閉山後放置されていたが、エコミュージアム運動活発化で、金山をフィールドミュージアム化へ整備中である。このイギリス産業考古学会のパワーには驚かされる。世界の博物館学、産業考古学の創始国の意地と実力、過去の実績がそうさせるのである。スレート鉱山の頂上から有志でインクライン跡を下り、輸送体系（レール、巻きドラム）や途中の鉱夫小屋跡を見ながら、湖畔のスレート博物館に着く。隣のスランベリス湖ナロー鉄道（ゲージ762mm）に乗る（6ポンド）。SLで10両程のトロッコ列車が湖畔1.5kmを往復する。他に近くにスノードニアン・ナロー山岳鉄道があって、ここは世界の鉄道マニアの聖地である。SL2両、DL3両を納める駅機関庫を駅長の好意で見学し、スイス直輸入のアプト式SL技術を実見した。スレート博物館には日本ではもうない継型スチームボイラークレーンや直径1.5mの水車駆動の大量大型の工作機械、スレート切断旋盤等が残り、貴重な珍しい工場博物館になっている。

午後はアルムウイッチの風力発電地帯（風車20本）を通り、その近くのパリスマウンテン鉱山露天堀跡を見学した。この鉱山はアルムウイッチ港（銅鉱石の積出港）の背後の丘にあって、現在も大型立坑が1基あり稼働している。旧鉱山は18世紀に世界の40%の銅を生産した200年以上に渡って稼働した当時世界最大の著名鉱山である。当時の古画に露天堀で出来た大ホールに鉱夫と籠を下ろす多数の昇降機が描かれている程で、現在もそのホールの巨大さと底に強酸性水を貯めた荒涼とした廃坑風景は人間活動の凄まじさへの異常な印象を見学者に与える場所である。これも英國産業史上の重要な景観保存の箇所である。巨大なホールの他、周辺の沈殿池、エンジンハウス（排水用）遺構、補助排水用の風車塔遺構があった。帰路メナイ海峡道路通過では、英国土木史の至宝であった、1850年のホーリー・ヘッド鉄道用のR. スチーブンソンの箱桁橋（ブリタニア橋）のビア（橋は1970年の失火で消失）を見、テルフォードの吊橋が遠望出来、英國産業遺産見学で遠路やってきた感激に満った。この2橋の見学は筆者20年来の宿願であった。レンター氏による「北東ウエールズの産業考古学」のガイド講演がなされた（聴衆は疲労であり消化出来なかつたが）。ホテル帰着後、夕食後、例により午後8時半よりS. グレンター氏による「北東ウエールズの産業考古学」のガイド講演がなされた（聴衆は疲労であり消化出来なかつたが）。



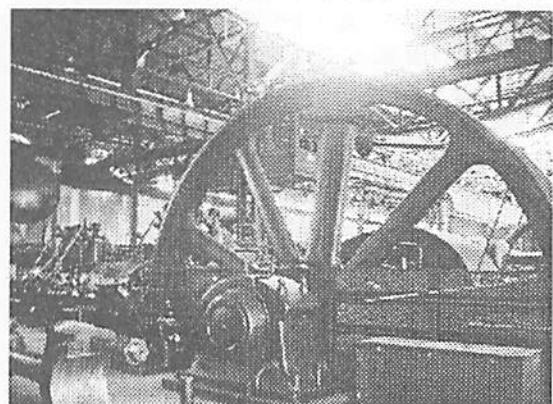
英国産業革命の世界的遺構テルフォード建設の
アキダクト（運河橋 レクサムの運河公園）

9/7(木)ツアーフィナル最終日で、朝7時にカナーボン城見学（ローマ時代遺構で巨大）。午前9時にホテル出発。コンウェイ城のもう一つのスチーブンソンの箱桁橋を見、10時半ポンテ・カサクテのアキダクト（運河橋）着。ここは、トレフォー（レクサム市）の一見平凡な運河公園だが、1795-1805年にテルフォードの建設した世界最大のアキダクト（幅2.5m、水深0.5m、長さ300m、高さ30m）が有名である。天を行く船（ナロー・ボート）の不思議な光景がある。鉄道輸送網発達以前の19世紀初頭のブリッジウォーター運河輸送時代の技術の白眉で、まさに産業革命の当地にいる名状し難い感動にかられた。運河部分は鉄製で防水はアスファルトを使用している。下部は広大な谷に30連程の鉄と石造の連続アーチになっており景観も素晴らしい。11時半にベルシャム製鉄所跡へ。小規模だが製鉄・製鋼で有名なウイルキンソンにちなんだ19世紀の8角高炉も復元された由緒ある遺跡で、最初の製鉄炉跡の横に復元された鉄博物館ではこの人物と時代の製鉄のジオラマが印象的であった。隣のヘリティジセンターでレクサム市長の歓迎を受けた。午後2時ミネーラ鉛鉱山跡へ。考古学的の遺跡はエンジンハウス程度と少ないが、木製水力駆動シックナー等旧技術を完全動態復元して、義務教育生徒の選鉱など体験學習用教育施設として成功している（年間3000人の学校訪問）。午後4時、バーシャム炭鉱跡着。立坑（檜高さ20m）とエンジンハウス（巻きモーター900馬力設置）保存の他、日本と同様型のドラムカッター自走枠複合採炭機等の坑内機械、交換前の1920年代蒸気機関巻き上げ機が屋外放置で残り、整備、博物館化は今後に見うけられた。最後に、製鉄用のベンロス・エンジンハウス（送風用ビーム機関が設置されていた）を見、午後6時、マンチェスター・ピカディリー駅で解散し、万感の思いの残る印象的なツア

ーを終えた。

9/8(金)11:55ヒースロー発フランクフルト行きBAに乗り、14:30フランクフルト空港着。フランクフルト中央駅(Hbf)前のホテルコンチネンタルにチェックインして、この日はゲーテハウス、ゲーテ、シラー像等のロスチャイルド銀行のある金融、文化中心の市内見学をした。夜8時半、マンチェスターからの種田先生と合流した。メセナ中のドイツのホテルは混んでおり予約は困難で、宿泊費1泊2万円であった。

9/9(土)午前8時半ホテルを出る。日本より購入のジャーマンレールバス(5日用3・5万円)によりDBで2時間程度でカイザースラウテルンへ。今日宿泊予定の駅裏のミノーテルシュルテ・ホテルにチェックインする。軽装で世界遺産のあるザールブリュッケン駅隣のフェルクリング駅へ。この2駅間に炭鉱(ザール炭鉱)の2本の立坑を見つけた。駅横のインフォメ・センターで諸資料購入してフェルクリング製鉄所(1873年創立、6万平方m敷地、1986年操業停止、1993年以降世界遺産。操業中止後14年経つが、銷が殆どないのには驚かされる)へ。入場料8DM(撮影料含む)で10人ほどで元職員のガイドツアーで見学する。



1993年にユネスコ世界遺産に決定したフェルクリング製鉄所1928年製デマーク社巨大スチームエンジン

電力工場では、1900年初頭のデマーク社とマン社の6基の巨大水平蒸気機関駆動発電機が目を惹く。高炉下部は鉄博物館になり、電力工場内では喫茶店やコンサートも開かれている。ここはコークス工場併置もユニークである。ドイツ最初の近代的製鉄所であったこの製鉄所は隣のザールブリュッケンの石炭、西のルクセンブルグ南西地区の鉄鉱石を活用して世界的製鉄所となり、ガス送風塔、ゴンドラ式トロッコ、乾式ガス精練装置、連続焼結装置など、のちのドイツおよび世界の近代製鉄所の典型技術開発をした点で、工業遺産として初めて世界遺産に選ばれた。現在、エッセンのドイツ最大の関税連盟炭鉱第12立坑炭鉱博物館も同様遺産として申請中である。ドイツではライン川上流僻地のここへ、世界からの

観光、技術史視察者が急増するなど世界遺産認定の効果は大きいと言っていた。この旧製鉄所博物館から1km程遠方に新製鉄所も稼働しており、新旧技術対比も出来る地区となっている。カイザース・ラウテルンに夕方7時に戻り、落ち着いた古い田園都市の町並みの市街地のレストランで種田先生と最後の夕食をともにする。ゴミひとつない徹底した清潔なホテル内の造作と環境対策の洗剤使用規制徹底のドイツスタイルには驚かされた（宿泊費1泊2,5万円）。

9/9(日)朝7時、種田氏と別れ、一人でDBでエッセンに向かう。12時40分エッセンHbf着。駅のコインロッカー（4DM）に荷を置き、ツオルフェルアイン（ドイツ関税連盟）第12立坑炭鉱博物館に向かう（レンタカーより、ルールでは発達した各都市市電Uバーン利用が便利。乗車券は駅でも市電内でも購入出来る。距離により2、4、6DMのABC3ゾーン用があり、乗車と同時に日付け刻印する。エッセンHbfから20分ほど）。ドイツ炭鉱最大のこの施設は1847年創業、年500万トンを生産し、1986年に139年の炭鉱史を終えた。建築史上でも傑作といわれる有名な工場建物は解体を免れ、多数の巨大な炭鉱機械類は殆ど撤去されたが、エムシャーバーク構想（1989～1999年の10ヶ年事業）の中心的炭鉱博物館として見事に再開発され、市民若者ボランティア（黄色ヤッケを着用）で運営され、高さ100mの立坑（4輪シープは可動で印象的）、工業美術館（デザインツエントラム）、写真展示会場他となっている。立坑隣のインフォメ・センターは第12立坑案内の他、エムシャーバーク全体の総合案内所もかねており、パンフレット類も多く資料的情報的な価値が高い。隣のコーカス工場は更に規模が大きく、常設の理・工業博物館となり（入場料12DM）こちらのほうが賑わっている。バルコンを改組した客車で6階最上屋上まで上ると、かつて「世界の工場」といわれたルール工業地帯の中心都市エッセンの工業地区が全貌出来る。巨大なコーカス炉内部を見る空中観覧車もアイデアである。特にブックショップは充実し、日本では入手不可能のクラールテキスト社（エッセン）のドイツ炭鉱史、立坑写真集の珍しい本が大量にあり、ドイツや日本炭鉱技術史研究者には必見の箇所である。午後5時辞去し、エッセンHbfから市電で30分（タクシ-30DM）の旧立坑密集地帯、ゲルゼンキルヒエン中心の、企業メッセの最中のこの時期、観光業者経由の予約が大変なために日本からEメールで個人予約しておいた小綺麗なホテル・ビューアラーホーフ（ホテル・ガルニー：ビジネスホテル、宿泊費1泊6千円）に泊まった。周辺は小バリの感じで歴史的建造物や観光店や飲食店が多く誠に好印象のルール工業地帯最初で最後の夜であった。

9/11(月)ドイツ滞在最終日で、本日は著名なドイツ・ルール工業地帯観光再開発地、エムシャーバーク

主要16サイト中の最大サイト、デュイスブルクのラントシャフト・ノールト（北部景観地区。同市には景観箇所が5箇所ありその最大地区）を見学する。午前8時、ホテルを辞去する。本旅行中に各地で購入した総計30kgの本、資料（12パック）の最後の3パックを郵便局で出し（航空便200DM）、市電でエッセンHbfへ、SバーンでデュイスブルグHbfへ。荷をコインロッカーに預け、身軽にしてUバーン（市電）で20分で、ラントシャフト・ノールトへ。入口を抜けると中学生の郊外学習集団に会う。日本ではまだ遅れているこの博物館群と学校行政との連携はヨーロッパでは大変良い（今回の国際会議で会ったイギリスのナショナルヘリティジの役員も、博物館の今後の課題は教育（学校との連携）と強調していた）。入口周辺には牧場があり、遠方にクルップの廃棄された巨大高炉群が見え、近くに古エムシャー川もある。田園やクライエン・ガルテン（菜園）を抜けるとコーカス地区で、ズリの盛山が散策地に改修されている。2つの高炉は約80mの高さがあり、60mちかくまで登れ、その上からは廃棄され畠地化したルール工業地帯中心部（デュイスブルグのティッセン地区）が遠望出来る。タービン工場壁面は昨年の建築博（IBA）の使用看板（ガスタンク史の写真）が一面に貼られ、高炉は夜には見事にライトアップされる。ガスタンク内には水が張られ、スキーバダイビングが出来、高炉付属施設のコンクリートの壁ではロッククライミング中であった（他に、オーバーハウゼンにある高さ117m、直径6.7mの世界最大のガスタンク（ガソメーター）を内部改修した着色ドーム1,3万本を積み上げた異色の巨大美術館もあるが、今回未見であった）。午後5時、後ろ髪引かれる思いでエムシャーバークを後にし、デュイスブルグHbfへ、更にSバーンでドルトムントへ出て、午後6時発の長距離列車DB3時間で、夕刻のライン川を見ながらランクフルトHbfに夜9時に着く。明日朝11時の日本に戻る同空港発ヒースロー経由成田行きBA国際便に確実に乗るため、ランクフルト前泊のためであった。

9/12(火)朝7時半、ホテルコンチネンタル出発。タクシーで9時フランクフルト国際空港にチェックインする。11:05にBAでフランクフルト発。11:55ヒースロー空港第1ターミナル着。直ちにフライトコネクションセンターで長距離便チェックインし（バッグはドイツから連続）、ターミナル間バスで第4ターミナルへ移動する（約50分所用）。到着から日本便出発へ乗り継ぎ時間が1時間半は結構大変である（個人旅行の場合、海外からの帰路が最大の緊張時間である）。第4ターミナルで成田行きのBAに乗り換え、13:25ヒースロー発。12時間飛行して、9/13(水)9:00に15日ぶりに日本の土を踏んだ。札幌へは13:30羽田発、15:00千歳着であった。

4. おわりに

—産業遺産保存国際会議の日本開催の展望—

永くも短かった2週間のTICCIH国際会議参加旅行と事後の英独の鉱山遺産視察旅行であったが、多くの見聞を広め、貴重な大量の現地資料を入手出来た収穫の多い旅であった。日本にとり国際社会への発信（国際会議への積極的参加）は今後益々重要であり（日本の地域実践は欧州と比べて決してひけをとらない。また、ユネスコ世界遺産登録への鉱山遺産部門の基準作りと推薦候補の世界リスト作成は、今学会で年内締切がAIA鉱山史責任者のヒューズ氏より提示され、発信は緊急の課題である）、その日本での組織作り（TICCIH参加経験者を中心とする国際会議実現の推進連絡組織）の重要性を感じた。世界の博物館学の進歩の流れは誠に速く、特に最新の産業考古学の保全活用形態であるエコミュージアムの研究と遺産整備にかけるイギリス、ドイツ（特にイギリス）の隆盛は驚くべきものがあり、彼地の産業考古学者のパワー（歩く学者）には圧倒され、その学术的姿勢、研究の手法、実績内容に日本の産業考古学が学ぶものは多い。日本にこの学会の日本大会を近い将来（5年以内）に招致して、国内の産業考古学、博物館学のレベルを一気に引き上げる時期に今来ている。

（最新情報では、今年6月にメキシコで開催された国際鉱山学会で、次回会議2003年6月開催300人規模を日本との要望が出され、北海道産炭地開催も有力視されており、この会議は産官学合同でぜひ実現させたいものである。）

参考資料および海外入手文献リスト

- 1) TICCIH 2000 参加案内(2000.2)
- 2) TICCIH 2000 CONGRESS PROGRAMME (2000.8.30)
- 3) TICCIH 2000 Tour of Wales
(Planned Site Visits) (2000.8.31)
- 4) TICCIH National Reports (www.nmsi.ac.uk/researchers/ticcih2000)
- 5) TICCIH 2000 Conference Thames River Trip(2000.9.1)
- 6) N. Cossoms Address
From English Heritage(2000.8.30)
- 7) GENERAL ASSEMBLY OF TICCIH(2000.8.30)
- 1) T.Cramm und T.Mertens:Die Zeche Adolf von Hansemann(Klartext,1995)
- 2) G.Streich und C.Voigt:Zechen -Dominanten im Revier(Nobel,1999)
- 3) A.Hoeber und K.Ganser:Industrie Kultur -Mythos und Moderne im Ruhrgebiet(Klar text,1999)
- 4) Geschichtswerkstatt Zollverein :Zeche Zollverein(Klartext,1996)
- 5) J.Stoffels:Bergwerke (Ruhrlandmuseum Fotodokumente,1990)
- 6) W.Hoppe und S.Kronsbein :Landschaftspark Duisburg-Nord(Mercator,1998)
- 7) R.Kitt:Tour The Ruhr(Klartext,2000)
- 8) J.Cornwell:The Great Western and Lewis Merthyr Collieries(Brown and Sons,1983)
- 9) W.Thomas:Big Pit Blaenafon:(National Museums and Galleries of Wales,1997)
- 10) H.Francis:The Tower Story(Tower Colliery Limited,1996)
- 11) R.Rosser:Collieries of the Sirhowy Valley (Old Bakehouse Publications,1996)
- 12) S.Hughes,B.Malaws,M.Parry and P.Wakelin:Collieries of Wales(Royal Commissions on the Ancient and Historical Monuments of Wales,2000)
- 13) N.Cossoms:Industrial Archaeology(David and Charles,1993)
- 14) J.Benett:Minera-Lead Mines and Quarries (Wrexham Maelor Borough Council,95)
- 15) C.Williams:Metal Mines of North Wales (Bridge Books,1997)
- 16) H.Glaser und G.Skalecki:Museumsweg alte Voelklinger Huette(Ottoweiler,1996)
- 17) W.Buschmann:Koks, Gas, Kohlechemie (Klartext,1993)
- 18) Zugaenge zum Eisen (Landschaftspark Duisberg-Nord,2000)
- 19) R.Vernon:NAMHO-Mining Heritage Guide(Malcolm Newton,1994)
- 20) H.Kaffenke und A.Franke:Zillern-Germania 1850-1971(Klartext,1999)
- 21) D.Kift:The Zillern II/IV model colliery (klartext,2000)

物理教育研究 論文集

日本物理教育学会 北海道支部

Vol. 30, 2002. 7

世界の大学にせまる e-Learning の波

The wave of e-Learning is coming to universities in the world

北海道大学高等教育機能開発総合センター高等教育開発研究部 細川敏幸

インターネットの普及により、随時情報を読み出し、送ることが個人のレベルでできるようになってきた。e-Learning はこの利点を利用して急速に欧米で広まってきた教育補助システムである。この技術は遠隔教育に使われる一方、通常の教育をサポートする方法として一般化してきている。この報告では、その現状を分析するとともに日本の教育に及ぼす影響について考察した。

キーワード e-Learning, 遠隔教育, マルチメディア, インターネット

はじめに

コンピュータを利用した教育は、コンピュータが開発された当初から試みられてきたが、以下の理由で一般に使われることはなかった。まず、初期のコンピュータは高価で個人が所有することはできなかつたし、その性能も低かつた。1GFLOPS 級の計算能力、1Gbyte のメモリ、100Gbyte のハードディスクを持ったコンピュータを個人が購入できるようになったのは最近のことである。また、ネットワーク環境が整備されておらず、伝達量の限られた電話線を借用する他はなかった。ところが、ここ 5 年間の IT 革命は、家庭で動画をリアルタイムで見ることのできるレベルにまで到達した。特に WWW を利用したホームページは世界的な標準となり、多くの情報がホームページを介して供給されるようになってきた。この環境を利用した、統一的な教育支援システムが e-Learning である。その機能は豊富で、すべてを活用すれば、教室が不要になる。このような教育支援システムは、使い方によっては教育のあり方を根底から覆してしまう可能性すら含んでいる。その影響はひとり大学に止まるのみならず、すべての教育に波及することが考えられる。そこで、本稿では e-Learning とはどのようなシステムで、我々の教育現場にいかなる変化をもたらしていくのかを考察する。

1. 主要なシステム

e-Learning 用ソフトの機能には、およそ表 1 のようなものが含まれる¹⁾。A の機能があれば、ホームページを見れば授業内容は一目瞭然となる。B の機能を利用すると遠距離学習 (distance learning) も可能になるし、対面授業でも大人数講義での個別指導が可能になる。大学の講義

は、時として聴講者が 500 名を越えることがある。これまで、このような授業で個別の学生とコミュニケーションを持つことは極めて困難であったが、e-Learning はこれを可能にする。授業時間以外の時間にコミュニケーションの場が延長されるのである。さらに、資料の一部を公開すればアカウンタビリティーに容易に結びつく。税金で運営されている以上、どのような授業を行っているかを国民に示す必要があるが、e-Learning によりそれが可能になる。

表 1 総合学習環境

(A. 基本的教育手法の補助と教育のための機能)

- カリキュラム・教科内容（シラバス）の表示
- 学習目標の表示
- 学習成績の表示
- 個別指導・個別学習

(B. 学習環境の整備)

- マルチメディアの利用
- 掲示板・チャット・グループメール
- リアルタイムな教科書、資料

(C. 教育の管理運営)

- 大学内の教育・統計情報の統合

欧米で使用されている教育支援ソフトは、使用頻度順に WebCT、BlackBoard CourseInfo、TopClass、eCollege、Lotus Learning Space などがある。これらは、いずれも現在のネットワーク環境-ホームページ、掲示板、メール、チャットを取り込んでいる。この中で、WebCT はシェアが半分を超える。このソフトのみが日本語化を終了している。そのため、以後は、WebCT を例に話を進めて

いく。

2. システムの概要

WebCT はカナダ・ブリティッシュコロンビア大学の教員達（プロジェクト・リーダー Murray Goldberg）によって開発され、一般的な教員が比較的容易に Web 上で学習環境を構成できるように作られている。ソフト自体は、UNIX マシンや Windows マシンなどに対応しており、クロック 1 GHz メモリ 1 Gbyte ハードディスク 100 Gbyte もあれば、数十一数百の講義に対応できる。費用は日本語版が年間 130 万円ほどである。その機能は表 2 にあるように多彩で、遠隔授業で望まれる機能はほぼ満たされている。一方、対面授業でも有用な機能が含まれており、通信教育を目的としない世界および日本の大学はその点に着目して、導入をはかりつつある。

まず、このソフトを使って授業を構成するためには、教育の基本的な手法を理解する必要がある。換算すれば、このソフトを使うことで教育の基本的手法が身に付くことになる。すなわち、講義をするためには、大学に目標があり、その目標からカリキュラムが決定され、カリキュラムの必要性を元に各講義が設定される。各講義はシラバスでその詳細が前もって公表され、シラバスに基づいて授業が進められる。初等中等教育で当たり前に行われていることが、これまで大学ではなおざりにされてきたのだが、e-Learning はそれを改める機会になるのである。

さらに、e-Learning を利用することで学生同志、教師と学生の間でのコミュニケーションが容易になる。講義ごとに掲示板やメーリングリストを設定できるため、これらが講義時間以外の会話の場所となるからである。学生が数百人いたとしても、メールを送ることで個別に対話をすることが可能である。メーリングリストを使った学生同志の会話も重要である。

上手に使えば、このシステムだけで通信教育をすることも可能である。しかし、そのためにはすべての教材と講義とテストをホームページ上に配する必要があり、特定の教科（信州大学工学部情報工学科大学院が 14 年度から試行中：<http://www.cs.shinshu-u.ac.jp/>）以外は、コンテンツ作成の困難が予想される。すなわち、現在の

ところ、すべてのデータをホームページに置くための労力・資力はかなり大きいのである。本と同様に、図と文字だけのホームページならば容易にできるが、文部科学省の定めた通信教育の要件に合わないため学科として単位を出すことができない²⁾。

表 2 WebCT の機能 (WebCT のホームページから再編)

学生用

- ・掲示板
- ・教師-学生、学生-学生間の通信
- ・リアルタイム相互通信
- ・リアルタイム授業
- ・選択問題、即座に解答とコメントを送る
- ・写真や図のデータベース
- ・用語集
- ・学生のホームページへリンク
- ・自動化された小テスト
- ・外部のホームページ参照
- ・索引
- ・学生別のコメント
- ・学習目標の表示
- ・全体の成績、個々のテストの成績、
　　クラスの最高・最低・平均等
- ・学生別の講義内容の設)
- ・復習
- ・学生用ホームページの作成
- ・学習予定表

教師用

- ・個別の学生の学習状況の参照、
　　アクセス状況、進行状況
- ・小テストの作成
- ・成績の書き込み、クラス全体の統計等
- ・学生のアクセスの制限・許可
- ・コース全体のバックアップ
- ・各種ツール間のデータの転送・加工
- ・学生側の見えかたをチェック
- ・最初のページの編集

平成 13 年 3 月の大学通信教育設備基準の改正では「メディアを利用して行う授業」で卒業要件のすべての単位を取得できることになった。しかし、「メディアを利用して行う授業」とは、文字・静止画以上のものを指しており、動画やリアルタイム通信を含まなければならない。文字静止画だけなら、本と同じであるという考え方をとっているのである。

3. 日本の大学への波及

北米およびヨーロッパの大学は上記の利点を理解して、驚くべきスピードで e-Learning システムを取り入れつつある。WebCT に限っても、導入した機関は 2500 を越え利用国数は 90 カ国にせまる勢いである。日本でも 17 の機関が導入しているが、大学全体として利用しているのは立命館大学 (http://www.ritsumei.ac.jp/acd/mr/i-system/it_support/itshien.html) のみである (2002 年 5 月現在)。直ちにこのようなシステムを導入するためには、教師がいつでもコンテンツを作れるような、体制が必要である。そこでは、コンピュータの整備はもちろんのこと、使用方法がわからなかつた場合にすぐに相談にのってくれるようなサポートシステムが必要である。同様に、学生の側もいつでもどこでも利用できなければならぬ。学生側の整備のためには、大学内に多数のコンピュータを用意するか、学生にラップトップを買わせてネットワーク用の端子を大学内に多数用意する必要がある。学生には、入学と同時に情報処理教育を行い、メイルアドレスを配布しなければならない。日本では、これらの整備は、それほど進んでおらず、e-Learning システムを導入する際の大きな壁となっている。

MIT (マサチューセッツ工科大学) は、今後 10 年の間に大学で行われているすべての授業をホームページに掲載・公開することを目指した事業を開始した (<http://web.mit.edu/ocw/>)。このようなデータベースが完成すると、MIT でいかなる教育が行われているかが世界に明示される。このため、入学前に大学の教育内容を知りたい人は MIT に関しては可能になる。他大学の学生は、入学後に自分の受けている授業といかに異なるかを比較することができる。すなわち、一種の教育の標準がここに確立されるわけである。教育に自信のある他大学が同様に公表することも可能であるが、常に MIT のように公表している大学と比較され競争しなければならなくなる。このようなシステムは、うまく動作すればお互いに教育内容が洗練され良いものになっていくが、そうでなければ主要大学の独走を許すことになりかねない。

4. 通信教育、著作権、セキュリティー

世界に目を向けると、e-Learning システムは建物を持たない大学、バーチャル・ユニバーシティの登場を可能にした³⁾。日本ほど大学教育への規制が厳しくない米国では、1989 年に学位が取れるコースを開始したフェニックス大学を始めとして、多数の大学が IT 技術を利用した通信教育を実施している。2001 年現在では公立大学の 84% が何らかの形でオンラインコースを持っている。その維持の仕方も多様で、1 校でコースを持つ形態だけではなく、コンソーシアムを形成し複数校でコースを維持したり、いくつかの大学のコースを買い取り、その複合体で大学を形成する方法などがある。

日本で e-Learning システムを構成することを考えると、著作権の問題は深刻である。通常、授業には多様な情報源から得たデータを利用する。米国の場合、著作権の買い取りと小口販売を専業にする店舗が大学周辺に存在するが、日本はない。また、現在の日本の著作権法では、たとえ教育のためにあっても、著作権が他にある共通の情報をプールし、配布することはできない。したがって、e-Learning システムを利用する際には、制作者自身で作った資料のみを用いることになる。

大学がホームページ等を運用するには、セキュリティーの問題を避けて通ることはできない。外部からアクセス可能であることは、悪質なハッカーに門戸を開いていることにもなる。これに対する安全性を確保しながら、e-Learning システムの運用を図らなければならない。

いたん教育システムとして確立された e-Learning システムは、あらゆる場所あらゆる機会に利用できる。これに目をつけ大規模に利用しているのが企業である⁴⁾。企業内教育は多岐にわたり、新しい知識や技術を教育する以外にも、新製品の紹介や、顧客との接待方法などを全社に周知する機会がたびたびある。その際、人間関係を深める目的の講習会は該当者を集めて行い、それ以外は e-Learning で実施する企業が米国で多くなってきた。巨額の滞在費、交通費がこれによって不要となり企業の業績改善に寄与している。企業の場合、学校のような規制はないので、自由に活用できるのが利点であるが、人間同士の接触の場は残していることに注目すべきである。これは、教育の現場への規制が、いかに撤廃されようとも、対面教育は残す必要があることを示唆している。

5. 日本の初等中等教育への影響

大学の教育内容が公開されることは初等中等教育にとっても有用であろう。総合学習等で利用できるデータが飛躍的に増加し、最新の情報にふれることもできる。また、大学入試に際して、希望大学でどのような教育が行われているかを、学生、教師、父兄のそれぞれが確認して、大学選択の資料として使うことができる。公開が進めば、大学選択の対象は国内から全世界に広がることも期待される。

一方、急激な IT 化は学生を二分する可能性も秘めている。中等教育レベルでこれらの情報に接するためには、家庭にコンピュータがあり電話線等を経由して、対象ホームページにアクセスできる環境が必要である。それができるか否かが、この e-Learning を活用できるかどうかにかかっている。このような二分化を防ぐためには、各高校で自由にホームページにアクセスできる環境が整っていなければならない。大学同様高校でも IT インフラの整備が要求されるわけである。

さらに、e-Learning のシステムそのものが近い将来各学校に導入される可能性も考えられる。コンテンツが完備された e-Learning システムを利用すれば、ある意味で理想的な教育環境となりうる。すなわち、学習に必要な資料がすべて揃っているわけだから、教師の介入なしに、自分のレベルに合わせて学習を進めることができる。個別のコンピュータとネットワークさえあれば、クラスがどんなに大人数でも、学生の進度に合った学習が期待できる。教師は、個別の進度を点検しながら必要なところで接触をはかればよいことになる。教科数が多く内容も教官によって変動する大学と異なり、初等中等教育は文部科学省が定めた学習内容を全国一律に行うので、いったんコンテンツができてしまうと、誰でも利用できることになる。この効果は大きい。ただし、教師が不要になるわけではない。記述問題など、人間が判定しなければならない問題や、人間が教えるべき教科、内容は依然多数存在するので、それらを補うために教師は必要である。

一方、現代でも、様々な要因で学校に行けない児童学生が多数存在する。不登校、海外在住、長期病気入院等

を合計すると僅に 10 万人を超えてしまう。これらの児童にとって e-Learning は朗報となる。学校外からでも教育が受けられるシステムが制度として完成すれば、多数の児童がその恩恵を受けることができる。この点に関しては、早めの制度実施を願いたいが、政府行政機関の目立った動きはまだないようである。

さいごに

日本の国立大学は、数年後に民営化をひかえ、教育改革に真剣に取り組みつつある。e-Learning システムは、その中の目玉のひとつとして導入が進むと推測される。一方、学業年齢層人口の減少と『ゆとり教育』のもたらす大きな波が中等教育にも迫ってきており。その解決手段のひとつとして e-Learning システムが考えられるかもしれない。e-Learning は上述のように長所もあれば、従前の教育方法に及ばない点も多々存在する。我々は、大きな改革の嵐の中にいるが、実感がわからないのが一般的の教師の感想であろう。気がつくと、10 年後には e-Learning は空気のような存在になっているかもしれない。そのとき、これらの長所がうまく生かされるよう、導入に際して配慮するのが我々の世代の役割である。

参考文献

- 1) 細川敏幸：米国の教育支援ソフト利用（e-Learning）の現状、コンピュータ&エデュケーション、Vol. 10, pp. 54-58, 2001
- 2) 清水康敬：e-Learning を支える政策と今後の展望、情報処理、Vol. 43 No. 4, pp. 421-426, 2002
- 3) 吉田文：高等教育における e-Learning-バーチャル・ユニバーシティの登場-, 情報処理、Vol. 43 No. 4, pp. 407-413, 2002
- 4) 小松秀園：企業における e-Learning-導入の効果-, 情報処理、Vol. 43 No. 4, pp. 414-420, 2002

クーロンの法則と静電気力を考える

Consideration on the Coulomb's law and the electrical force

北海道教育大学札幌校 岡崎隆、遠藤太郎

Hokkaido University of Education Sapporo Takashi Okazaki, Taro Endo

静電気力の実験教材化にはその特性による困難さがある。米田氏によって提案された電子天秤による静電気力の測定方法の有効性を検証し、静電気力を考える視点としてファイマンによる考察を紹介する。

キーワード： クーロンの法則、静電気力、電子天秤、ファイマン物理学

1. はじめに

静電気力の距離依存（逆二乗則）は発見者にちなんでクーロンの法則と呼ばれ、この力はクーロン力と呼ばれる。霜田氏による「歴史をかえた物理実験」¹⁾には、クーロンの実験装置とその測定、1992年に行われた再現実験の結果が詳しく紹介されている。クーロンの実験装置（ねじれ秤）は非常に敏感で制御が難しく再現実験において逆二乗を確認することができなかつたことから、霜田氏は「逆二乗の法則が、クーロンの実験によって確立されたと断言することはできない。」としている。また、同書において、静電気力の逆二乗則を示す演示実験の試みが米国・PSSC（1957年）、日本・科学研究所特定研究「科学教育」（1968年）においても成功しなかつたことが述べられている。これらの事実は静電気力測定実験の難しさを示している。

一方、1998年の「物理教育」研究速報において電子天秤を使って静電気力の逆二乗則を確かめるというアイディアが奈良県立桜田高校の米田氏によって報告されている²⁾。電子天秤にのせた帯電体（発泡スチロール四角柱）に働く静電気力を「重さ」として測定するという方法であり、容易に逆二乗則を確かめることができる有効な実験教材である。以下に、この実験教材による測定の有効性を考察すると共に、静電気力に関するファイ

マンの記述を紹介し静電気力を考えるいくつかの視点を述べる。

2. 電子天秤による静電気力の測定

米田氏による測定は、二つの発泡スチロール四角柱の断面（1.9 cm × 1.9 cm）を摩擦で帯電させ、一方を電子天秤（精度 1 mg）上に立て他方を近づけながら（30 cmから 0.14 cm）帯電面間に働く静電斥力、引力を電子天秤によって測定するというものである。引力は負の重量として測定される。測定値の解析によれば、帯電面の距離 r が 3 cm以上であれば $1/r^2$ の振る舞いが確認でき、またこれは一様な電荷分布の広がりを仮定した数値計算結果とも矛盾しないとの結論である。

$r < 3 \text{ cm}$ の測定値が $1/r^2$ の振る舞いからずれる要因として電荷分布の広がりが無視できなくなることが考えられる。しかしながらこの解析を行うためには電荷分布についての情報が必要であり、一様な電荷分布を仮定する根拠は定かではない。また電荷分布は帯電面が接近すると大きく変動することが予想されこれらを定量的に解析することは困難である。以下に逆二乗則を確かめる実験として米田氏の方法の有効性を考察する。

合う帯電面の電荷分布はより不安定であり、電荷は常に面から流出し減少する傾向にあるためと考えられる。

クーロンが力の測定に用いた「ねじれ秤」に代わって電子天秤を用いることによって微少な力の測定は容易になった。しかしながら、摩擦による帯電は制御が難しく、測定を通じて帯電を安定に保つことが難しい。これは次に述べる静電気力の本性に基づく困難であるといえる。

4. 静電気力と万有引力

静電気力と万有引力は次式で与えられ、係数を比べると静電気力が大きい印象を受けるが、これらは $1[C]$ に働く静電気力と $1[kg]$ に働く万有引力を表すものでありこの比較には意味がない。

$$\begin{aligned} F_e &= kQ_1Q_2/r^2, \quad k=8.98 \times 10^9 [\text{Nm}^2/\text{C}^2], \\ F_g &= GM_1M_2/r^2, \quad G=6.67 \times 10^{-11} [\text{Nm}^2/\text{kg}^2] \end{aligned} \quad (2)$$

ファイマンは有名な物理学シリーズ「力学」³ のなかで静電気力と万有引力の大きさの比較は自然界における普遍電荷をもつ電子($m_e=9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)に対して行えばよいとして電子間に働く二つの力の比を求めている。

$$F_e/F_g = ke^2/Gm_e^2 = 4.17 \times 10^{42} \quad (3)$$

ファイマンはこの「格違い」な大きさの違いは「地球の体積とノミの体積のような偶然的なものではなく」、「電子という同じ一つのものの両面」であり「一つの自然定数であって、自然の深奥にふれたものを含んでいいる。」としてこれを宇宙の年齢と結びつける可能性、「引力定数が宇宙の年齢と共に変化する」ことによって生ずる可能性を述べている。最近、重力を含む統一理論からミリメートル以下の領域での重力の逆二乗則の破れ(余次元の存在)が予言されており、ねじれ秤を使った

近距離重力測定実験が行われている⁴が、これも「基本定数」の格違いな大きさを説明しようとする試みの一つである。この問題の決着はまだついていない。

ファイマンは物理学シリーズ「電磁気学」⁵ のなかで、静電気力のもう一つの特徴、引力と斥力の存在について言及し、「正(負)の電荷同士は強引に反発しあい八方に飛び散り、正負の電荷は莫大な力で引き合い固く細かい混合物(原子)となり、この細かい混合物からできている物体の間の静電気力は事実上全く無くなる。」と述べている。こうして我々の世界は「格違い」に小さい重力によって支配されている。従って、摩擦などによる帯電はこの静電気力の性質によって極めて不安定であり我々の世界で静電気力の測定を行うことの困難さの原因はここにあるといえる。

一方、静電気力は原子・分子の世界で重要な役割を演じている。例えに膨大なエネルギーを生み出す核分裂は 10^{-15} cm 程の原子核内に閉じこめられた正電荷=陽子集団のもつ巨大な静電エネルギーが解放されたものであり、化学結合力、化学反応で生ずるエネルギーは原子スケール(10^{-8} cm)での静電気力によるものといえる⁶。分子間力もまた分子の電荷分布の偏在による静電気力にその源を求めることができる。例えれば水分子 H_2O は全体としては電気的に中性であるが、酸素と水素の共有結合を担う電子が酸素原子側に局在しているため大きな分極をもち、水分子間には分子間水素結合と呼ばれる強い静電引力が働いている。この強い水分子間力は、水の特異な物性、他の液体(例えはエチルアルコール)に比べて高い融点・沸点、大きな比熱・蒸発熱、表面張力をもたらす要因となっている⁷。水滴を形成する表面張力は身近な物理現象であるが、この力を分子概念と静電気力抜きに理解することは不可能である。表面張力は分子間引力の表面における現れに他ならない。

物理教育においては、静電気力は原子・分子の世界を

支配する力、物の性質（弾性、粘性、比熱、融点・・・）を担う力であるという視点での理解が重要であり、万有引力（重力）との対比においてこの力の特徴を明らかにするファイマンの考察は意義深い内容を持っているといえる。

5. まとめ

静電気力と言えば、クーロンの法則、逆二乗力、摩擦で帯電させて落檢電氣で二種の帯電を区別するというのが高校物理の教科書の定番である。「歴史をかえた物理実験」で紹介されるクーロンの発見にまつわるエピソードはこの法則が決して「当たり前」の実験事実ではなく、この発見の過程には物理学者の多くの試行錯誤がありそれはまた静電気力の本質によるものであることを教えてくれる。このような例は科学の発見の歴史には数多くある。木星の衛星食の観測から光の有限な速度を史上初めて正しい形で導き出したのはデンマークの物理学者レーマーであるとされる（1675年）。しかし、この導出に必要とされる食時刻測定の精度は2秒程度であり、これはこの時代の時計の精度からは困難であろう。食そのものが1分程度の時間を要する現象であるためその一瞬を眼視で特定することの困難さを考えると、レーマーの測定も光の速度の最初の発見と断言することはできない¹⁾。

科学的発見が如何に行われたか、失敗や試行錯誤、「あやしさ」も含めて語られこれが他ならぬ人間の営みであることが理科教育のなかで強調されて良いのではないだろうか。静電気力の強さを単なる数値、当たり前のこととして受け止め、暗記してしまうことからは何も生まれてこない。これを重力と公平な比較をすることによって、そのあまりにも大きな違いに「何故」という問いを發するところから次のステップが踏み出される。その答えの探求が今理科を学んでいる子供達に託されていることが語られなければならない。ファイマンの考察は豊かな理解へと導く教育的示唆に富んでいる。静電気

力は決して物理の教科書のなかにあるものではなく、意外に身近な現象を支配しているということが理解される必要がある。

引用文献

- 1) 霜田光一 歴史をかえた物理実験 丸善
- 2) 米田隆恒 物理教育 Vol.46, No.5, 251 (1998)
- 3) ファイマン物理学 I 力学、II 電磁気学 岩波書店
- 4) B.シュワルツチャイルド バリティー Vol.16, No.4, 45 (2001),
坂井伸之 数理科学 No.461, 43 (2001)
- 5) 岡崎隆 北海道教育大学紀要（第1部C）
Vol.45, No.1, 255 (1994)
- 6) 荒川弘 4°Cの謎・水の本質を探る 北大図書刊行会 (1991)
- 7) 岡崎隆、横田恭平、西山鉢 物理教育
Vol.49, No.5, 469 (2001)

グラフ電卓を利用した制御の試み

A trial of the simple control with graphing calculators

北海道教育大学函館校 小泉一幸, 徳田真*, 松木貴司

* 平成 13 年度卒業 現在 エイチ・アイ・ディ

グラフ電卓と携帯用データ収集装置を使い、外部機器の制御をおこない物理実験に応用できる計測・制御の試みをおこなった。市販のステッピングモータ駆動回路を利用すると容易に電卓と携帯用データ収集装置で計測・制御が可能であることを確認した。

キーワード: 物理実験 グラフ電卓 携帯用データ収集装置 制御

1 はじめに

最近、携帯用のデータ計測収集装置として電卓を利用したものが開発され数学教育や理科教育への利用が注目されている。⁽¹⁾ これらは専用の携帯データ収集装置とともに、学校教育の中で容易に利用できることを目指して開発がなされ、電卓をデータ解析に利用している。この携帯用のデータ収集装置を利用すると、今までのように実験室の中だけに限定されないで、屋外でもさまざまな物理量を計測することができる。さらに電卓の通信機能を利用すると電卓の間でのデータの共有や別の計算機への転送や蓄積も可能となる。

われわれがこのグラフ電卓やデータ計測収集装置を知ったのは、The Physics Teacher からである。そこでは、高校生が遊園地のなかでパソコンを操作したり、何やら電卓で計算している様子がうかがえた。さらに、これらを利用して学生たちが遊園地でブランコやシーソーの動きや滑り台での運動などを観測し、データを処理しながら楽しそうに物理を学んでいる内容の論文⁽²⁾が掲載されていた。そこで使われていたのがグラフ電卓と CBLTM(Caluculator-Based LaboratoryTM)と呼ばれる携帯データ収集装置であった。教室や実験室の中だけではなく、実際の運動を体験し、観測し、調査することの魅力にあふれ、屋外で物理の勉強をしているようすはとても新鮮に思えた。

このデータ計測収集装置のデジタル入出力ポートを利用すると電卓を利用した機器の制御^(3, 4)が可能になり、これをうまく活用できると実験や観察の領域を広げられる。ただし、携帯性をそこなうことなく計測・制御の機能を物理実験に利用することが重要となる。

2 グラフ電卓

使用したグラフ電卓は米国 Texas Instruments 社の TI-83 である。このグラフ電卓は普通の関数電卓の機能やグラフ描画機能の他に、リスト処理機能・プログラム機能・外部機器との接続などの機能が備わっている。また、I/O ポートにより他のグラフ電卓とのプログラムやデータの送受信や、TI-Graph LinkTM により、電卓の表示画面、プログラムやデータなどをコンピュータに転送可能である。さらに、CBL や CBRTM(Caluculator-Based RangerTM : 超音波距離センサー)などの外部機器と接続しデータの収集・解析が可能なことが特長としてあげられる。⁽⁵⁾

3 データ収集装置

3.1 CBL について



図 1: 音センサー、電卓と CBL の接続例

CBL は携帯用電池式のデータ収集装置である。各種

の物理量を収集し、データをグラフ電卓に送ることによりデータ解析や加工が可能になる。データの収集条件や解析にはグラフ電卓側で用意するプログラムやグラフ電卓の機能を用いる。データをリアルタイムで収集しグラフ表示することも可能で、またグラフ電卓と切り離してデータを収集することもできる。

CBL は距離、音、力、圧力、磁界、温度、光、加速度、電流・電圧など多くのセンサーと接続できる。センサーは、チャネルと呼ばれる入出力ポートによって CBL 本体に接続できる。CBL 本体には各種センサー用のアナログインプット (CH1 ~ CH3)、距離センサー用 (SONIC)、デジタルインプット (DIG IN)、デジタルアウトプット (DIG OUT) の 6 つのチャネルがある。⁽⁶⁾

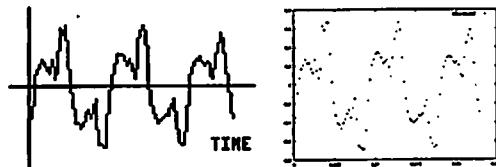


図 2: 音の計測例: 中空のパイプを叩いた音 (左: 電卓の画面; 右: データをコンピュータに転送して作図)

3.2 CBL の特長

- 同時に 5 つのチャネルでデータの収集が可能
- 1 秒間に 10000 データ、1 チャネルあたり 512 データ収集が可能
- アナログチャネルと SONIC チャネルには、CBL が測定した物理量を使いやすい単位に変換可能
- 収集したデータに対し、特定の処理が可能

3.3 CBL の制御

グラフ電卓 (TI-83) から CBL にリストを送り CBL 本体を制御する。CBL 本体はリストを命令文 (コマンド) とみなすことから、このリストによって CBL の動作を制御する。これらのコマンドを使ってデータ収集に関するチャネル、収集するデータの数と測定間隔などを CBL に対して指定する。

コマンド・リストには、各パラメータが設定され、リストの最初は常にコマンド番号である。

4 ステッピングモータの制御

4.1 ステッピングモータについて

電卓での制御の試みとして、ステッピングモータを選んだ。現在ステッピングモータはわれわれの周りで大量に使われており、FA 機器や OA 機器では必ずといっていいほど使用されている。このステッピングモータの制御を習得すると、各種の実験装置に応用が広がると考えた。

ステッピングモータは、一般的のモータとは異なりコイルに電圧を加えるだけでは、回転しない。ステッピングモータは、駆動回路に入力するパルス信号で制御するため、回転角度は入力パルス信号の周波数できる。⁽⁷⁾

4.2 ステッピングモータの特長⁽⁸⁾

- パルス数と回転角が正確に比例する
- 1 ステップ当たりの角度の誤差が少ない
- モータの正逆転、停止の応答がよい
- ディジタル信号の出力パルスで制御できる
- 自己保持力 (ブレーキ) があるため停止位置を保持できる

今回の実験には 2 相ユニポーラ駆動 42SPM を使用した。

4.3 制御プログラム

モータやセンサーの制御命令は、CBL のディジタル出力ポートおよびチャネル 1 を通して行う。コマンド 1 で CBL の動作およびチャネルの設定を、コマンド 3 によりサンプルとトリガーの設定を行う。

『温度の測定』

```
:{1, 0} → L1 …… CBL 全ポートの初期化
:Send(L1) …… CBL ヘコマンド送信
:{1, 1, 10} → L1 …… コマンド 1: チャネル 1 から
:Send(L1) …… 温度の測定を設定
:{3, 1, 1, 0} → L1 …… コマンド 3: チャネル 1 から
:Send(L1) …… 温度の測定命令を出力
```

温度を測定するプログラムの 1・2 行目で CBL の入出力の初期化を行い、3~6 行目で温度の測定を行う。

『モータの制御』

```
:{1, 31, 2, 1, 0} → L1 …… コマンド 1: DIGout から
:Send(L1) …… “1”=0001 を出力設定
:{3, T, 2, 0} → L1 …… コマンド 3: DIGout から
:Send(L1) …… “1”(回転命令) を出力
```

モータを回転させるプログラムでは、ディジタルアウトポートから"1"=0001 を出力することでモータを T 秒間回転させる。回転時間 T(s) を変えることで回転角度を制御する。このふたつのプログラムを組み合わせることで制御と計測を同時にを行うことができた。

4.4 モータ制御の実際

今回ステッピングモータの制御回路には入手のしやすさなどを考慮して秋月電子の汎用・ステッピング・モータ・ドライブ・キットを選択した。このキットは、クロック発振回路にタイマ用 IC:555 を、2 相励磁回路には CMOS DUAL D-FF:40H074 を使った、ユニポーラ駆動回路に 4ヶのパワー・ダーリントン型トランジスタを用いていて、小型・中型のステッピング・モータの駆動に適していると説明されている。⁽⁹⁾

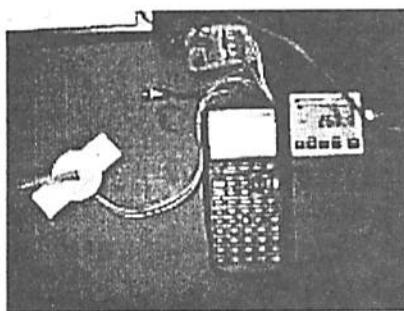


図 3: ステッピングモータの制御の様子

実際の実験回路では、ステッピングモータの駆動用のパルスを外部から供給した。さらに、この駆動パルスのステッピングモータへの供給をデジタルゲートを使ってグラフ電卓から制御できるように一部改良し使用した。ステッピングモータの回転角度は入力パルス数に比例するので、電卓内のプログラム動作により CBL からのデジタル信号を制御して入力パルス数を調整出来るようになっている。ステッピングモータの回転数あるいは回転角度が、簡単なプログラムにより制御できることを確認した。

また、ステッピングモータを一定数回転させた後、CBL のセンサーポートを使い温度の計測を行わせ、この動作を何度もループさせることも容易に実現できた。まだ、簡単な制御と計測を組み合わせた動作確認をしただけであるが、より複雑な作業を行わせての実際の計測を試みる予定である。

5 まとめ

グラフ電卓には多くの機能があることが利点としてあげられる反面、その操作を難しくする要因となる。機能とともに増えるボタンと操作は機器の扱いを困難なものとし、結局は対象とする現象そのものの理解をさまたげる可能性がある。測定や数値処理などをブラックボックス化することは教育への支障をきたす可能性も指摘される。

しかし、携帯用データ収集装置と電卓を組み合わせて、物理量の測定を実験室内でとどまらず、日常の環境の中で容易に計測・解析できる機能はこれらの欠点を十分におぎなうものと考える。そのためには、制御の機能を十分に発揮させた実験教材としての検討を十分に重ね、広い領域での教育に利用できるように、さまざまな取り組みを試みたいと考えている。

6 参考文献

- 1) T^3 Japan の活動。 <http://t3japan.gr.jp/index.html>
<http://www.t3ww.org/> など
- 2) R. Taylor, D. Hutson, W. Krawiec, J. Ebert and R. Rubinstein : Computer Physics on the Playground, The Physics Teacher Vol 33 No 6, pp.332~337, 1995
- 3) Calculator-Based Control Systems : http://www.sinclair.edu/departments/phy/Fred/CBL_Control.html
- 4) 東京学芸大学附属大泉高校 後藤貴裕先生からの私信および T^3 Japan 第 4 回年会（東京大会）の予稿原稿
- 5) TI-83 グラフ電卓のマニュアル Texas Instruments 社
- 6) CBL システム ガイドブック Texas Instruments 社
- 7) 平山良裕 : ステッピングモータ&駆動回路の種類と特徴, トランジスタ技術 Vol. 37 No2, pp.253~264, 2000
- 8) 岩本 洋 監修 森田克己, 天野一美 : メカトロニクス入門, オーム社, 1997
- 9) 汎用・ステッピング・モータ・ドライブ・キット説明書, 秋月電子, 1986

**A4 原稿執筆要項 表題は14 ポイント (pt) のゴシック文字
(副題は12 pt ゴシック：両端をカッコでかこむ)**

English Main Title:12ptTimes (論文の場合英語タイトルが必要)
(English Sub Title:12ptTimes)

所属は9 pt 明朝 名前は 10pt ゴシック 明朝大学 ゴシック太郎 執筆高校 執筆 一朗
Name 9pt Times Sippitu Koukou Sippitu Itiro

抄録 本文の9行目に相当する位置から書き始めます。200字以内。日本語文字は9ptを標準です。例えば「・について、・・という発想で、・・行なったところ、・・という結果を得た」キーワードを含めて下さい。

Abstract (論文の場合英語の抄録が必要)

Abstract must be written with 9pt Times or Times new Roman Font. The number of words is within 200.

キーワード 9pt 5語程度 Keywords:Times Font, 9pt, About 5 Words

1. 章タイトルはゴシック10pt太字

本資料はオフセット印刷で、縮小B5板の冊子を作成する際に、A4版の原稿作成での必要な投稿規定の情報を、視覚的に理解しやすい形で提供することを目的として作成したものです。

$$F_0 = C \cdot 1/2 \rho \quad |V| vs \quad (5)$$

のように記入する。式を文章中で参照する場合は、式(5), 式(7) - (10)のように番号の前に"式"を付ける。

2. 本文執筆の要点

2.1 用紙と上下左右マージン・段組み用紙はA4, マージンは、上：21mm, 下：27mm, 左：18mm, 右：18mm とする。

本文は2段組で段間隔：8mm 段幅：82mm とする。

2. 2 使用フォント・サイズ・改行幅

標準フォントは9ptの

和文：MS明朝、平成明朝

英文：Times, New Roman, Times Symbol とする。

ただし太文字は、9ptの和文：MSゴシック、平成角ゴシック、英文：Arial, Helveticaを使用すること。上記フォントがない場合は、類似のフォントを使用すること。

2. 4 図・表・写真およびその説明

図・表・写真是、1段幅、あるいは2段幅に収まるように作成し、論文内の適切な位置には配置する。

図中の文字は、十分認識できるサイズ（9pt程度）とする。6pt未満の文字は使用しないこと。また図・表・写真的前後に空白行を設けること。図・表・写真的説明は以下に示す例のように、太字の図・表・写真番号の後に、9ptの標準文字で説明を記入する。

例 Fig.2 Schematic of experimental apparatus

Table 3 Fluid properties in each run

Photo 4 Flow pattern around sphere

文章中で図表などを参照する場合は、太文字で Fig.2 Table 3 Photo 4 などと記入する。

2.3 式および記号

式および記号の標準文字は、9ptのイタリック体とする。ベクトルの場合は太文字のイタリックとする。

上下添字は6pt程度の立体（イタリックも可）とする。以下にいくつかの例を挙げておく。

$f_c \quad V_i \quad P_{\text{air}}$

式を記入する場合は、式の上下に白行を設け、右端に式番号を記入する。例えば、

2. 5 記号説明

結論・謝辞等の次に本文で使用した主な記号の説明を英語で記入する。文字サイズは、9pt程度とする。

引用文献¹⁾は右肩に¹⁾を文章中に記入し下記のように、一括して末尾に著者名文献名ページ等を示す。

引用文献1) 山川谷男：エントロピーの・・教育、物理教育研究、Vol.22 No.3, pp.1~4, 1999

日本物理教育学会北海道支部規約

第1条 本支部は、日本物理教育学会北海道支部と称する。

第2条 本支部は、北海道在住の会員の連絡と研究の交流をはかり、北海道における物理教育の振興と、その地域的な活動への寄与を目的とする。

第3条 本支部は、前条の目的を達成するために次の事業を行なう。

(1) 講演会、講習会、学術映画会、研究会懇談会等の開催

(2) 会報の配布、研究成果の刊行

(3) 物理教育についての調査及び研究

(4) その他、前条の目的達成に必要な事業

第4条 本支部は、事務所を当分の間、札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部内におく。

第5条 本支部の会員は、北海道在住の日本物理教育学会の正会員及び賛助会員からなる。

第6条 本支部に次の会員をおく。

1. 支部長1名、副支部長2名、支部理事若干名、及び監事2名。

2. 支部理事の数は、支部長が支部理事会の議を経てこれを定める。

3. 副支部長は、支部理事の中から支部長がこれを委嘱する。

第7条 支部長・副支部長及び支部理事は、支部理事会を組織し、支部長は支部会務を統括する。副支部長は支部長を補佐し、支部理事は支部の業務を分掌する。

第8条 監事は、民法第59条の職務に準ずる職務を行なう。

第9条 本支部に支部評議員若干名をおく。

支部評議員の数は、支部長が支部役員会の議を経てこれを定める。支部評議員は支部理事会の推薦により支部長がこれを委嘱する。

第10条 支部評議員は、支部評議員会を組織し、支部長の諮問に応じ、支部の事業遂行について支部長に助言する。

第11条 支部役員及び支部評議員の任期は2年とし、再任を妨げない。

補欠による支部役員の任期は前任者の残任期間とする。

第12条 次期支部役員は、本支部役員中の次の者の中から支部総会において選任する。

(1) 支部理事の推薦した正会員

(2) 正会員又はその団体の推薦した正会員

第13条 元支部長及び本支部の地域内に在住する本部理事ならびに本部評議員は、支部理事会に出席することができる。

第14条 支部総会は、毎年1回、支部長がこれを招集する。支部長が必要と認めたときは支部理事会の議を経て臨時支部総会を招集することができる。

第15条 次の事項は、支部総会において報告し承認を得るものとする。

(1) 事業計画及び収支予算

(2) 事業報告及び収支決算

(3) その他、支部理事会において必要と認めた事項

第16条 支部規約に記載のない事項は、本学会定款に準ずる。

(附 則)

(1) 本規約は、総会において、正会員の3分の2以上の同意を得なければ変更できない。

(2) 本規約は、昭和44年6月25日より施行する。

物理教育北海道支部会報「物理教育研究」 目 次

卷頭言	北海道札幌稲北高校 永田 敏夫	1
1 北海道物理教育学会 年会より		
シンポジウム「高校から大学に期待すること 大学が高校に望むこと」		3
原著講演 「理科カリキュラムを考える」		7
北海道大学大学院教育学研究科 大野 栄三		
2 北海道物理教育学会 総会より		
シンポジウム 「新しい教育課程実施に向けて」		9
原著講演 「新しい教育課程実施に向けての高校物理教育の改善」		
札幌開成高校 山田 大 隆		12
3 科学の祭典レポート		
ワークショッピングスペースを科学館に		
北海道札幌西高校 伊藤 新一郎		14
小学校の先生に聞く		
北海道札幌西高校 伊藤 新一郎		16
4 実践報告		
雑誌「ニュートン」を利用した「学校図書館」とコンピュータによる総合的学習		
－生活意識・読書傾向の実体分析と教育実践－		
北海道札幌南陵高校 菅原 陽		18
5 ワンポイント実験講座		
携帯電話の「光るアンテナ」作成と共に鳴実験		
北海道札幌南陵高校 菅原 陽		22
6 海外研修報告		
イギリス・ドイツの炭鉱遺産を視察して		
－国際産業遺産保存会議（TICCIH 2000）参加報告－		
札幌開成高校 山田 大 隆		24
7 大会案内・その他の年間行事など		
		31
	研究論文集（中表紙）	36
8 世界の大学にせまる e-Learning の波		
北海道大学高等教育機能開発総合センター高等教育開発研究部 細川 敏幸		37
9 クーロンの法則と静電気力を考える		
北海道教育大学札幌校 岡崎 隆、遠藤 太郎		41
10 グラフ電卓を利用した制御の試み		
北海道教育大学函館校 小泉 一幸 徳田 真* 松木 貴司		45
	* 平成13年度卒業 現在エケ・アイ・ティ	
11 執筆要領		48
12 日本物理学会北海道支部規約		49
13 投稿規定		50

平成 15 年 11 月 28 日

支部会員各位

日本物理教育学会北海道支部長

小野寺 彰

(北海道大学大学院理学研究科教授)

日本物理教育学会北海道支部研究会のご案内

晩秋の候、時下ますますご清祥のこととお喜び申し上げます。

日頃より、物理教育の充実のためご尽力を賜りありがとうございます。

さて、日本物理教育学会北海道支部では、下記の通り研究会を開催致します。多数の皆様のご参加をお待ちしております。

なお、お届けがたいへん遅くなりましたが、支部会誌を送付致しました。

同封の郵便振替用紙にてご送金をお願い致します。

記

1、日時 平成 15 年 12 月 13 日（土）13 時 00 分～17 時 20 分

2、場所 北海道大学高等教育機能開発総合センター

情報教育館 3 階 中講義室

3、内容 別掲の通り

4、問い合わせ先

横関 直幸（札幌平岸高校） yokozeki@pep.ne.jp

電話 011-812-2010

Fax 011-812-2049

以上