

一般教育課程での自然科学について

原 島 鮮

1. はしがき

この小論では、大学程度の一般教育課程での自然科学の内容が、自然科学を専攻しない学生に対するものと、自然科学を専攻する学生に対するもので、ちがっていなければならないことを指摘し、どのような内容を持つべきであるかを論じたいと思う。自然科学でも、数学・物理・化学・生物学などで共通点も相違点もあるので、ここでは物理学関係に問題を限定することにする。

以下述べることのうち、特に第3節の内容の一部は、1963年リオ・デ・ジャネイロで開かれた物理教育国際会議⁽¹⁾に提出し、発言した内容を含んでいる。

2. 自然科学を専攻しない学生に対する一般教育物理学

自然科学の応用についての最近の著しい発達によって、その有用性が強調され、他のもう一つの重要な面、すなわち、自然科学を人間の思想的活動の所産として考える面、または教養性とでもいふべきものが軽視されている傾向があった。

近年これまた自然科学の異常な発達にもとづくものと思われるが、実用的な立場に加えて、教養性をも重んじる、または場合によっては教養性のほうをより重くみる傾向が現われてきた。たとえば、1960年の第1回物理教育国際会議⁽²⁾で Clarke 氏は

“物理はそれが経済生活に役に立つという理由ばかりで教えられるべきでなく、その文化性の理由でも教育されなければならない”

といている。これと同じ趣意のことは第二回の国際物理教育会議でも再

確認された。この Clarke 氏の意見は、12歳～16歳の学生に対する一般教育の問題として述べられているが、大学の自然科学以外の学生に対する一般教育についても同じことがいえるであろう。

米国の高等学校の物理教育についての Physical Science Study Committee (PSSC) の計画をみると、やはり上に述べたことが強調してあると思われる。物理が実用にどのように役に立つかということ为基础にして教えるのではなく、物理によって、または物理学者によって、自然がどのように見えるかを示し、これを生徒に体得させるように計画されている。これまた高等学校教育を対象としているが、大学の一般教育の問題を扱う上にも非常に参考になることである。米国では、この PSSC の方針を大学の理・工科の教育にも発展させる試みが始められている。

従来、一般教育としての物理学を授業するのにいろいろな方針があった。

(a) 物理の諸部門を紹介すること、特に産業などに関連して教える。これは内容が断片的になりがちであるが、学生に現在人間が使っている文明諸施設についての知識を与えることができる。

(b) 物理をその歴史的発展をたどって教える。これは相当多くの物理教育者によってとられた方法で、これがもっともよい方法であると推す教育者もある。一般の歴史的のことがらとも関連させることができるので、学生の興味をつなぐこともできる。教育方法によってはよい教育ができる可能性があるが、物理学そのものの理解が必要なので、物理をある程度以上は学習したことのない平均の学生に対する講義としては困難を感じることが多い。

(c) 物理学の原理的なことがらだけを主として教える。これらのことからは、比較的予備知識なしに学習できること、人間の物の考えかた自身に関係があることなどから、一般教育物理学の教授方針の一つとなることができると考えられる。また人間の思想の産み出したところの成果の一つとしての物理学を教えることにもなる。

以上いくつかの方針があり、それぞれ特徴があるが、著者は現在上記(c)

の方針による試みをしている。

中心題目としては、相対性理論と量子理論の二つをとる。相対性理論が上記(c)の方針に適當であることは、1963年第二回物理教育国際会議(リオ・デ・ジャネイロ)で Holton 教授によっても指摘されている。大体的内容はつぎのとおりである。

物理学では空間をどう扱うか。絶対空間は存在するか。

時間はどのように扱われるか。

物理学(または他の部門)では一定に保たれるものが重要視されるが、その主なものとしての質量、運動量、エネルギー、電気量などの導入。

特殊相対性理論の考え方。時間と空間との融合。

古典物理学と量子物理学の考え方のちがい。状態に対する重ね合わせの原理。

光の粒子性と波動性。

物質の粒子性と波動性。

相対性理論と量子理論を選んだのは、これを教えるのに、数学、天文学(天動説、地動説など学生がよく知っていることがらを含む)、哲学などの、他の学問分野とも関連させることができること、予備知識が比較的不要なこと、同じ考えかたを繰り返し教えることができることなどによる。

3. 自然科学専攻学生に対する一般教育物理学

理・工科に進む学生に一般教育の物理学を授業することはひじょうに困難である。国際基督教大学では、従来全学生(自然科学に進むものも進まないものも含めて)は同じ一般教育物理学(自然科学の一部として)を課していたのであるが、種々欠点が認められたので、これを改変してみる試みがなされている。以下これを報告しよう。

全学生に同じ授業をするためにあらわれる欠点はつぎのようなものである。

(a) 自然科学に進む学生と進まない学生とで予備知識の程度，自然科学的考え方の度合いが著しくちがう。

(b) 講義の内容によっては，基礎物理学，専門物理学の内容と重複することが多くなる可能性がある。

(c) 学課目，学習の順序がある程度学生の自由になっているため，高学年になって一般教育自然科学を学習する自然科学所属の学生が現われる。

これらの欠点は講義のしかたによっては避けられるとも考えられるが，一般にはむずかしい問題である。しかし，このことよりもっと重要なことは，自然科学を学ぶ学生が，自然科学とは何か，ということその方法についての批判的学習，自然科学の限界，自然科学と他の部門，たとえば社会，宗教との関係について，学生自身深く考えることである。

このような事情を考えて，それまでの低学年の一般教育自然科学（ここでは物理学）を第4学年の総合演習と呼ぶ課目にまわして，一応自然科学を学んだ後に全部門を反省する機会を作ることにした。以下この背景と改変の理由方法を述べる。

(a) 背景 国際基督教大学はその設立のはじめから，12単位の一般教育としての自然科学（そのなかに物理学が含まれている）を学生に学習要求をしていた。これは同大学が一般教育を重視していたことによる。この方針では，自然科学科の学生は社会科学 12 単位，人文科学 12 単位とともにこの自然科学 12 単位の一般教育が課されていたわけである。そしてできるだけ低学年でこれらの一般教育課目をとるように指導されていた。このような方針下にあって，物理学の哲学的面，方法論などの講義がなされていたが，学生側の物理の予備知識が乏しいという欠点があった。ただよいところは，この授業時間に自然科学科の学生は他の学科の学生と同室で学ぶという利点があったので，これは実験，討論の場合に特に有利な点であった。

(b) 改変の基礎の理由 前に述べたように，近代の自然科学，特に物理学の発展が著しく，そのためその有用性はますます重視されてきている

が、他面自然科学は音楽、芸術、文学などと並んで人間の教養の一部とみなされてきている。⁽³⁾さらに、人間がその自然科学の産んだ原子力そのほかのものを正しく制御するためには、自然科学の本質に対する深い理解がなければならない。

(c) 方法 第4学年に対する総合演習 (Senior Integrating Seminar, SIS) をあてる。この SIS は従来から専門課程として実施されていたものであるが。これを一般教育課程の一部と見なそうというのである。自然科学科学生を数人の学生から成り立つ組に分けて、指導教授の下で討議しながら、適当な書物を講読する。そして、これを全体集まって報告しあい、また時には他部門の教授の講演を依頼する。

以上がいままで決定され、すでに実施されている方針であるが、実施後のデータが集積されてから、自然科学科職員の手によって報告がなされることと思われる。

参 考 文 献

- (1) A. Harasima and Donald C. Worth : A New Natural Science General-Education Program for Physics and Other Science Majors at International Christian University, International Conference on Physics Education (International Union for Pure and Applied Physics), Rio de Janeiro, 1963.
- (2) N. Clarke : Proc. International Conference on Physics Education, Paris p. 12, 1960.
- (4) C. P. Snow : The Two Cultures and The Scientific Revolution, Cambridge Univ. Press.

A Natural Science General Education Program for Physics and Other Science Majors

Akira Harasima

(English Résumé)

The recent development of natural science, especially of physics, has been so remarkable that, from the standpoint of the development of culture, the growth and contributions of science should be considered to parallel those of humanistic culture such as music, fine arts, literature, etc. It has been emphasized by many educators in physics that physics in general education program should be taught not only because of its usefulness but also because of its cultural value.

Moreover, in order that mankind can maintain proper control of products of science, a deep understanding of the nature of science as well as a very broad viewpoint with respect to various other disciplines is indispensable.

To meet these requirements, the following approach has been adopted.

(a) For Non-science Majors

The general tendency is represented by a statement by Mr. N. Clarke at The First International Conference on Physics Education, Paris, that "children should be able to appreciate that in studying physics they are studying one of the really important subjects that is of significance not only economically but culturally, representing an impressive intellectual achievement." The program of the Physical Science Study Committee (PSSC) of the United States seems to be based on a similar standpoint. Although Mr. Clarke's statement was done in connection with physics education for students of age between 12 and 16, and the PSSC program is for senior high schools, the basic policy can be applied to university general education physics.

A program is proposed in which only fundamental principles of physics is taught, emphasis being laid upon the way in which physicists observe nature and establish physical laws.

As an example, teaching of the theory of relativity as well as the quantum theory is proposed with the following content.

Space (Does the absolute space exist?); The nature of time; Mass, momentum, energy, electricity considered from the standpoint of conservation laws; Special theory of relativity; Fusion of space and time; Difference between classical and quantum physics; Principle of superposition; Corpuscular and wave nature of light; Matter waves.

These subjects have the advantage that we can combine these subjects with other branches of study such as astronomy, philosophy, etc.

(b) For Science Majors

Under the old system at International Christian University, it was required of natural science students, including physics majors, to take 12 units of natural science general education, together with 12 units each in humanities and in the social sciences. The students were recommended to take general education courses at their earliest opportunity. The principal drawback of this system was that physics students studied the philosophical aspects of physics, methodology of physics, etc. without taking full advantage of the factual knowledge. Although the arrangement that physics students and other science students attended the courses together with students majoring in other fields had the advantage of encouraging communication between science majors and the other students, there were also several disadvantages arising from the drawback mentioned above.

In an effort to improve the situation mentioned above, it was concluded to revise the whole program of the natural science general education for science majors. The Natural Science Division had a

fourth-year course called "Senior Integrating Seminar (SIS)" in which special common topics such as energy, life, water, etc. were selected for report and discussion.

This course has been revised so that this has now become part of the general education program for science majors at ICU. The natural science students are divided into groups of 4 or 5 students each. Students belonging to a group read a common book and discuss the content under the guidance of one or two faculty members. After that they meet together and reports are made by each of the groups. This is followed by discussion. Occasional invited lectures are given. It is intended that the students can thus learn the methodology of physics, philosophical aspects of physics, etc., after they have finished their own specialized fields of study.

Further reports will be made by the Natural Science staff after enough data are obtained.