

「情報」入試の試行の報告

中森眞理雄*, 金子敬一*, 小谷善行*, 品野勇治*, 辰己丈夫**, 中條拓伯*, 並木美太郎*

* 東京農工大学 工学部 情報コミュニケーション工学科

* {nakamori|kikaneko|kotani|yshinano|nakajo|namiki}@cc.tuat.ac.jp

** 東京農工大学 総合情報メディアセンター

** tatsumi@tt.tuat.ac.jp

〒184-8588 東京都小金井市中町2丁目24番16号

あらし 東京農工大学工学部情報コミュニケーション工学科では、平成18年度入学試験における個別学力検査(前期日程)に教科「情報」を出題することを決定した。そのための試行試験を平成16年度内に3回実施した。本報告では、「情報」出題の目的・意義と決定経過、試行試験の意義と目的、試行試験のあらし、社会の反応、等について述べる。

1. はじめに

平成15年度(2003年度)から、高等学校において新教科「情報」(普通教科「情報」と専門教科「情報」がある)の授業が始まった。特に普通教科「情報」は全員必修である。これらの教科「情報」を履修した高校生が大学を最初に受験するのは平成18年度入試である。これに対応して、東京農工大学工学部情報コミュニケーション工学科では、平成18年度入学試験における個別学力検査(前期日程)に教科「情報」を出題することを決定した。そのための試行試験を2004年7月31日、同12月27日、2005年3月28日の3回実施した。対象は現在高等学校の2年次に在籍する生徒であるが、現職の教員も多数参加した。以下に、「情報」出題の目的と決定経過、試行試験の目的、について述べる。この内容の一部は既に報告済みで

試行試験実施方法のあらし、社会の反応、等にあるが[1][2][3]、本論文ではその後の進展を含めて報告する。

2. 入試に「情報」出題を決定した経過

平成15年度から高等学校の新しい学習指導要領[4]が実施されたことに対応して、各大学において平成18年度大学入試の出題教科・科目・範囲の検討が平成14年度から始まった。東京農工大学では、約2年間の検討の結果、情報コミュニケーション工学科で、個別学力検査(前期日程)の出題教科・科目を

英語、数学、物理または情報

とすることが承認された。学内を説得するために、「情報」の試作問題を提示するなどの努力をしたことが功を奏した。

「情報」の出題範囲については、普通教科「情報」(情報A、情報B、情報C)および専門教科「情報」に共通する部分とすることになった。なお、「物理または情報」としたのは、2005年3月までに高等学校を卒業した者(浪人)が「情報」を履修していないことを配慮したためであり、数年後には見直しが予想される。また、欲を言えば、

Report on a Trial of "Information" Paper for 2006 Entrance Examination. by M. Nakamori, K. Kaneko, Y. Kotani, Y. Shinano, T. Tatsumi, H. Nakajo, and M. Namiki, Tokyo University of Agriculture and Technology

物理と情報を共に必須としたいところであるが、個別学力検査の日数が1日という制約から、一方を選択することに落ち着いた。

3. 入試に「情報」を出題する意義と問題点

大学の情報系学科の入学試験に、高等学校で教えられている必修教科「情報」を出題するのは当然であると筆者らは考えた。その理由を以下に述べる。

3.1 情報系専門学科に適性ある学生の選抜

当学科の個別学力選抜の科目は、従来は、

前期日程 英語、数学、物理

後期日程 英語、総合科目Ⅰ(物理・数学)

であった。

ところで、サイエンスとしての情報科学は旧来の自然科学とは性格が大きく異なる学問である。情報科学の特徴は、論理的モデルを構築する行為が大きな部分を占めているということである。自然科学でも、現象から数値的モデルを組み立てることにより研究が進められる。しかし、そのモデルから導かれる理論が現実と合わなければ、そのモデルは価値がない。つまり、自然がいちばん偉いのである。しかし、情報科学では、構築された論理的モデルが矛盾していないこと、うまく運用できること、などが最も重要である。このような特徴は、建築学などの「人工系の科学」に一般的に見られることである。このことを以て、『「情報」は実技である(したがって、入試には適していない)』と言う論者がいるが、これは情報科学の本質をついた発言とは思えない。情報科学におけるモデルの構築という考え方は数学における「証明」に近い(証明というものは機械的にできるものではなく、証明という物語の筋道を作るのが本質である)が、「数学は実技である」という人は(たぶ

ん) いない。

また、情報科学の対象はプログラム(およびプログラムによって処理されるデータ)である。したがって、情報工学科や情報科学科の教育の基礎はプログラミングにあり、学部教育の多くの時間をプログラミングに費やすのが普通である。このプログラミングに適性のある学生を選抜するには、上記の入試科目では不十分である。そもそも、プログラムという概念は時間と共に進む手順があらかじめ書かれたものであり、伝統的な自然科学では扱われていなかったものである(これに近いものとしては、ユークリッド幾何学の作図があるが、今日の学校教育ではユークリッド幾何学はほとんど教えられていない)。

この意味で、情報系学科の入試において教科「情報」の出題は不可欠である。

3.2 情報系専門学科のモデルカリキュラム策定とアドミッションポリシー

情報処理学会では、1989年度から、文部省の研究委託を受けて、大学等高等教育機関における情報系専門学科のモデルカリキュラム J90、J97 等の策定を進めてきた[5][6](本稿の著者の2名はその推進メンバーである)。モデルカリキュラム策定の次の課題は、それに適した学生の選抜、すなわちアドミッションポリシーである。すなわち、教科「情報」を入試に出題するのは、大学における情報教育の検討の自然な帰結でもあったのである。

3.3 社会へのインパクト

上記の J90、J97 は、情報科学が固有の原理に基づく体系をもつ確固たる学問であることを主張したものであった。しかし、そのことは、大学の外では、広く知られているとは言えない。今日の日本では、大学と社会の最大の接点は入試である(大学に対する社会の関心が入試にあって、卒業

生や研究成果などのアウトカムズではないということ自体は、奇妙なことではあるが）、このことを積極的に利用し、情報科学とは何であるのか、専門家として社会に情報発信しようと考えたのである。これは、情報系学科へ入学を希望する高校生に、卒業時にどのような能力が身につくのかを示すためにも必要である。

3.4 数学の一部として出題する案

高等学校の学習指導要領では、数学Bにおいてもプログラミングを扱うことになっている。したがって、数学の試験にプログラミング問題を出題することによってプログラミングに適した学生を選抜することは可能であり、それは筆者らの検討において、選択肢の1つであった。

しかし、数学の中でプログラミング問題を出題するのと、新設教科「情報」を単独で入試科目とするのでは、社会的インパクトが違う。社会を変えるということも考え、最終的に、筆者らは、教科「情報」を入試科目とすることを主張したのである。

ただし、「数学」の試験の中でプログラミング問題を出題するのではなく、「数学・情報」という試験区分を作るという案はあり得ないわけではない。このことは、今後の検討課題である。

3.5 出題範囲設定における問題点

普通教科「情報」や専門教科「情報」の学習指導要領の記述はきわめて漠然としたものである。例えば、「情報B」と「物理I」（付録参照）を比較するならば、両者の違いは明白である。例えば、幾何光学が「物理I」の範囲外であることはただちに判るが、論理回路が「情報B」の範囲内か範囲外かはただちには判らない。しかし、このことは、教科「情報」の学習指導要領の出来の悪さを表しているということを意味するわけではない。これは、情報科学と物理学の本質的な違いを反映

しているのである。情報科学は「方法に関する科学」という面が強いので、対象の違いに対応して項目をたてるという物理学のような流儀にはそぐわない。教科「情報」の出題範囲が、前述のとおり、普通教科「情報」（情報A、情報B、情報C）および専門教科「情報」に共通する部分という表現になったのは、これらのことを検討した結果である。

この出題範囲について、「本当に可能か」、「空集合ではないか」という疑問を呈する人がいる。筆者らは可能であると考えている。情報A、情報B、情報C および専門教科「情報」がいずれもコンピュータを対象としているものである以上、基礎は共通のはずである。情報A向けのコンピュータ、情報B向けのコンピュータ、情報C向けのコンピュータがあつて、それぞれ異なっているというわけではない。

また、「情報C」は文系科目であるという説があるが、これもいかなるものであろうか。学習指導要領の「情報C」では、「情報のデジタル化」と「情報通信ネットワーク」が大きな部分を占めており、必ずしも、文系科目とは言いつれないようである。

3.6 高等学校の実情

以上は出題する立場での問題点であるが、「情報」入試を受ける側にそれだけの準備があるかという問題点もある。

全国の高等学校での教科「情報」の諸科目の採用状況は普通教科の「情報A」がもっとも多く、全体の大半を占めている。また、専門教科「情報」を採用しているのは数校に過ぎない。情報科学の専門家の観点からは、普通教科「情報B」あるいは専門教科「情報」を教えてほしいところであるが、現時点では止むを得ない。

さらに深刻な問題は、当初想定されていた通り

に1年次に「情報」を履修させる高等学校が、実は少ないという事実である。「情報は大学入試に出題されない」と思われていたようである。これでは受験準備はできない。

教科「情報」を担当できる教員の不足も深刻である。現職の教員に3週間の講習(試験なし)で「情報」の免許を与えるというプロジェクト[7]によって、数の上では教員は確保できたが、サイエンスとしての「情報」の入試の指導ができる人材が揃っているかどうかは疑問である。

このように、「情報」入試の実施には難しい問題点が山積しているが、ここは強行突破することによって世の中を変えていこうというのが筆者らの方針である。

一方においては、「情報A」を1年次に必修として履修させ、3年次に「情報B」、「情報C」あるいは専門教科「情報」を選択科目として履修させるという意欲的な高等学校もあり、後者のタイプの高等学校に期待したい。

4. 試行試験実施の意義

当学科が「情報」を出題すること、どのような問題が出題されるか、等々の情報が公開されないと、受験生が少なく、情報科学に適性のある学生を選抜するという趣旨が生かされない。また、我々としても、出題の難易度をどの程度に設定したら

良いのか、ノウハウがまったくない。そのために、試行試験を行うことにした。

高等学校でも、「情報」は新設教科のため、教員側にも迷いがあると言われており、試行試験で良問(特に、「情報」のサイエンスとしての観点からの出題)を示すことによって、単なる操作技能の習得ではない本質的な情報教育の推進にも貢献できると期待している。

5. 試行試験実施の経過

試行試験を3回実施した。日時・会場等は表1のとおりである(大学名は略称)。

受験者148名の内訳は、

| | |
|------|-----|
| 高校生 | 64名 |
| 高校教員 | 70名 |
| その他 | 14名 |

である。

さらに、3回の試行の締めくくりとして、2005年3月29日には、シンポジウム「大学入試と教科『情報』」を開催した(参加者数約50名)。

この一連の試みは、マスコミでも取り上げられた(教育家庭新聞, 日本教育新聞, 日本新聞協会報, 毎日新聞)。また、教科書会社の定期刊行物・メールマガジンや受験雑誌などでも取り上げられた(ベネッセ, 啓林館, 一橋出版, 駿台予備学校, 旺文社)。

表1 試行試験実施の状況

| 実施日 | 会場 | 受験者数 | 案内状送付 |
|--------------|----------------------------------|------|--------|
| 2004年 7月31日 | 農工大 | 26名 | 約1000校 |
| 2004年 12月27日 | 農工大・愛教大 | 52名 | 約2000校 |
| 2005年 3月28日 | 農工大・愛教大・阪大・九大・九工大・山形大・千歳科技大・江戸川大 | 70名 | 約3400校 |

6. 作成した問題と採点結果

3 回行った試行の問題の内容と成績は表 2 のとおりである。全体として、

- (1) アルゴリズムや問題解決の手順を理解したり述べたりする能力
- (2) 問題を論理的に把握したり数式によってモデル化したりする能力

(3) 技術やそれを求める社会の動向に対して継続的な関心を払い情報化社会に参画する能力

という方向を目指して編まれている。いずれにしても、量的に把握・評価する能力を重視している。

表 2 試行試験の問題の内容と成績

| 2004年7月31日 | 2004年12月27日 | 2005年3月28日 |
|---|--|---|
| アルゴリズム、手順と手間の理解度・論理的に考え述べる能力を判定。 平均 44.6 標準偏差 18.1 | 広義のプログラム、2進数の概念、2進カウンタ、DNCLのような言語でアルゴリズムを記述させる。 平均 53.4 標準偏差 29.2 | LRUのアルゴリズム、手順を記述する能力・アルゴリズムをトレースする能力を判定。 平均 31.3 標準偏差 34.9 |
| 広義のプログラム、プログラムの流れの把握・ポイントの理解を判定。 平均 78.7 標準偏差 25.4 | 論理と論理演算、故障箇所の検出 平均 71.4 標準偏差 15.5 | 二分探索のアルゴリズム、プログラムを用いないアルゴリズム記述、手間の考察。 平均 46.6 標準偏差 26.1 |
| 種々の機器・サービスにおける計算機システムの応用、コンピュータに何ができるかが分っているかどうかを判定。 平均 63.0 標準偏差 19.8 | データ処理、データベース、典型的なデータ処理、日数計算、個人データのプライバシー 平均 41.9 標準偏差 25.8 | 暗号の手順とセキュリティ、換字式暗号、暗号化の意義、さまざまな暗号方式、暗号の強度。 平均 62.6 標準偏差 28.5 |
| 種々の記録メディアの特徴、情報圧縮、技術動向への継続的な関心・技術の進歩における必然と偶然を見分ける能力を判定。 平均 50.0 標準偏差 28.4 | 電子メールに伴う量的な問題チェーンメールの問題と対策、メールのデータ量の見積り 平均 45.4 標準偏差 26.5 | 表計算ソフトにおける手順の記述、表計算ソフトにおける手順 平均 40.2 標準偏差 31.9 |
| 平均 236.2 標準偏差 57.1 | 平均 212.1 標準偏差 72.7 | 平均 180.7 標準偏差 61.0 |

この試行に対し、毎回、学外の専門家に「外部評価」をお願いした。また、試行試験を受けた高校教員からも多くの意見が寄せられた。外部評価では、問題文の分かりにくさの指摘、

問題の場面設定の不自然さの指摘、「常識でも解ける」という指摘などがあった。高校教員に多かった意見は、「難しい」「学習指導要領の範囲を越えている」「偏っている」というも

のである。

「難しい」という意見については、確かに、平均点が回を重ねるごとに下がっている事実を重く受け止めるべきと思われる。また、一般に、教員の方が高校生より得点は高い。ただし、試行試験を受けた高校生の多くは、まだ「情報」を履修していないという事情がある。また、第3回は社会人や大学生（文科系）が多数受験しており、彼らが平均点を引き下げているという事情もある。これらの事情を考慮の上で、慎重な吟味が必要である。

「学習指導要領の範囲を越えている」という意見については、筆者らの間でも意見が分かれている。教科「情報」は他教科と異なり、学習指導要領の述べ方が特異である。これは、人工系の科学の宿命である。このような教科において、学習指導要領に明確に書かれていないこと、どの教科書にも取り上げられていないことは、問題中に定義があり常識で理解できる程度のことであって、学習指導要領の範囲を越えていると判断されるのであろうか。また、学習指導要領に「あまり深入りしない」と述べられていることを出題する場合、どの程度までが学習指導要領の範囲であるのか。他教科での「学習指導要領の範囲内か範囲外か」の議論からの単純な類推では論じられないと筆者らは考えている。

「偏っている」という意見に対しては、当学科が理工系の情報学科であることを理解いただきたいと答えることにしている。ただし、これは、出題範囲「普通教科『情報』(情報A, 情報B, 情報C) および専門教科『情報』に共通する部分」の一部しか出題しないという意味ではない。出題範囲は上記範囲の全般であるが、設問のしかたにおいて理工系の情報学科らしさを出すという意味である。

試行試験の問題と直接の関係はないが、「情報」の親学問はあるのかという質問があった。これは、「情報」を入試に出題する意義について先に述べたことと関係するが、筆者らは情

報科学こそが親学問であると考えている(20年前のような、「量子力学こそが情報科学の基礎である」、「確率論こそが情報科学の基礎である」というような議論は、今日ではさすがに影をひそめたが)。情報科学とは、プログラムに関する学問であり、アルゴリズムとデータ構造、計算機アーキテクチャ、プログラム言語、オペレーティングシステム、数値計算・記号計算、データベース、ソフトウェア工学、人工知能、ヒューマンインタフェースなどを主な分野とし、独特の頻出概念(recurring concepts)を有するものである(ACMのモデルカリキュラム[9][10]参照)。情報科学はコンピュータが出現して生まれた新しい学問であるが、その源流は古代ギリシアの幾何学における作図や古代バビロニアの計算術に遡る確固とした研究方法に基づく学問体系である。

8. おわりに

教科「情報」の試行試験への取組について報告した。日本における「情報」教育の質的向上を図るために、より多くの大学が「情報」を入試に出題することを期待したい。本学においては、個別学力検査後期日程の科目は従来通りであり、教科「情報」は含まれていない。この点は今後の検討課題である(後期日程がどうなるかが不透明なため、現時点では検討しにくい)。

さらに大きな課題としては、この入試を受けて入学した学生に対する大学のカリキュラムの検討があるが(これは既に検討を開始している)、この問題については、稿を改めて論ずることとする。

謝辞

試行試験の問題に貴重な意見をくださった外部評価委員の久野靖、阿部圭一、神沼靖子、竹田尚彦、和田勉、増澤利光、川合慧の諸先生方に感謝申し上げます。試行第2回、第3

回において会場借用の仲介の労をとってくださった高岡詠子，好田正紀，高田正之，小出洋の諸先生方（および前記竹田先生，増澤先生）に感謝申し上げます。本研究は，国立大学法人東京農工大学の平成 16 年度大学戦略経費（学長裁量経費）の援助を受けて実施しました。

参考文献

- [1] 中森眞理雄，中條拓伯，小谷善行，辰己丈夫，金子敬一，並木美太郎，品野勇治，“平成 18 年度入試に向けての「情報」試験の実施報告(1)”，情報教育シンポジウム論文集(2004 年 8 月 28～30 日)，pp.175-176，2004.
- [2] 中森眞理雄，辰己丈夫，金子敬一，並木美太郎，中條拓伯，品野勇治，小谷善行，“教科「情報」入試の試行とその結果”，平成 16 年度情報処理教育研究集会講演論文集，pp.656-659，2004.
- [3] 中森眞理雄，中條拓伯，小谷善行，辰己丈夫，金子敬一，並木美太郎，品野勇治，“情報」入試の試行の報告，第 46 回プログラミング・シンポジウム報告集，173-180，2005.
- [4] 文部省，高等学校学習指導要領解説情報編，大日本図書，2000.
- [5] 情報処理学会(編)，“大学等における情報処理教育のための調査研究報告書（平成 2 年度報告書）”，社団法人情報処理学会，1991.
- [6] 情報処理学会(編)，“大学等の情報専門学科における情報処理教育の実態に関する調査研究（平成 10 年度報告書）”，社団法人情報処理学会，1999.
- [7] 文部省(編)，“平成 11 年度新教科「情報」現職教員等講習会資料(1)(2)”，1999；文部省(編)，“平成 12 年度新教科「情報」現職教員等講習会テキスト(1)(2)”，2000.
- [8] 文部科学省(編)，“平成 13 年度新教科「情報」現職教員等講習会テキスト(1)(2)”，2001.
- [9] ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force, *Computing Curricula 1991*, ACM, 1990.
- [10] The Joint Task Force for Computing Curricula 2005, *Computing Curricula 2005 --- An Overview Report*, ACM, 2005.

付録

学習指導要領（平成 15 年度から年次進行で適用）における「情報 B」と「物理 I」の比較

| 情報 B | 物理 I |
|---|---|
| <p>1 目標</p> <p>コンピュータにおける情報の表し方や処理の仕組み、情報社会を支える情報技術の役割や影響を理解させ、問題解決においてコンピュータを効果的に活用するための科学的な考え方や方法を習得させる。</p> | <p>1 目標</p> <p>物理的な事物・現象についての観察、実験などを行い、自然に対する関心や探究心を高め、物理学的に探究する能力と態度を育てるとともに基本的な概念や原理・法則を理解させ、科学的な自然観を育成する。</p> |
| <p>2 内容</p> <p>(1) 問題解決とコンピュータの活用</p> <p>ア 問題解決における手順とコンピュータの活用</p> <p>イ コンピュータによる情報処理の特徴</p> <p>(2) コンピュータの仕組みと働き</p> <p>ア コンピュータにおける情報の表し方</p> <p>イ コンピュータにおける情報の処理</p> <p>ウ 情報の表し方と処理手順の工夫の必要性</p> <p>(3) 問題のモデル化とコンピュータを活用した解決</p> <p>ア モデル化とシミュレーション</p> <p>イ 情報の蓄積・管理とデータベース活用</p> <p>(4) 情報社会を支える情報技術</p> <p>ア 情報通信と計測・制御の技術</p> <p>イ 情報技術における人間への配慮</p> <p>ウ 情報技術の進展が社会に及ぼす影響</p> | <p>2 内容</p> <p>(1) 電気</p> <p>生活の中で用いられている電気や磁気の性質を観察、実験などを通して探究し、それらへの関心を高めるとともに、基本的な概念や法則を理解させ、電気の性質と日常生活とのかかわりについて認識させる。</p> <p>ア 生活の中の電気</p> <p>イ 電気に関する探究活動</p> <p>(2) 波</p> <p>地震波、水波、光、音などいろいろな波について共通の性質を観察、実験などを通して探究し、波動現象についての基本的な概念や法則を理解させるとともに、それらを日常生活と関連付けて考察できるようにする。</p> <p>ア いろいろな波</p> <p>イ 音と光</p> <p>ウ 波に関する探究活動</p> <p>(3) 運動とエネルギー</p> <p>日常に起こる物体の運動や様々なエネルギーの現象を観察、実験などを通して探究し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。</p> <p>ア 物体の運動</p> <p>イ エネルギー</p> <p>ウ 運動とエネルギーに関する探究活動</p> |