

Vol. 96

CONTENTS

- 【コラム】説明できる人工知能：自分の知能の働きを説明できるのか？… 佐藤 真一
【解説】グローバル PBL —イノベーション創出と持続可能な開発のための人材育成— … 井上 雅裕
【解説】Computational Thinking は大学入試を変え得るか… 萩原 兼一

COLUMN

説明できる人工知能： 自分の知能の働きを説明できるのか？



顔の検出は、画像解析の重要な課題として古くから研究されている。1970年代、計算機自体の黎明期にすでに検討が開始されている。当時のアプローチは、我々人間はどうやってほかのものから顔を見分けているか、を考え、それに基づいて顔検出プログラムを作成していた。たとえば、まず目を見つけ、次いでその位置関係から鼻と口の位置を推定し、などとプログラムを作成していた。しかし、このアプローチでは高い性能は達成できなかった。すぐに想定に合わない事例（顔）が見つかり、それに合うようにプログラムを修正すると、ほかの場合にうまく動かない、というようなことになってしまったのである。考えてみると、そもそも我々自身どうやって顔を見分けているかうまく説明できるかという、実は疑問である（ぜひ試してみてください）。

1990年代後半になり、機械学習を用いた顔検出技術が提案され、きわめて実用的な性能を収め、大成功する（今スマホなどに搭載されている顔検出技術の基本的な形ができあがった）。どのように顔を検出するかは人間（開発者）は考えず、事例の顔画像をひたすら集めて機械学習システムに与え、具体的な詳細な手法（パラメータなど）は機械学習アルゴリズム、すなわち計算機に自動的に決めさせた。説明をあきらめることで、実用的な性能を達成したのである。

この学習データに基づく機械学習を利用したアプローチは、深層学習の後押しもあり、現在さまざまな分野で大成功を収めている。将棋や囲碁ではもはや人間は計算機に太刀打ちできないし、画像認識（与えられた画像を1,000クラスのカテゴリに分類するタスクなど：興味のある人はImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) を調べてみてください）でも人間以上の精度を達成し、自動運転技術にも応用が進んでいる。その一方、こうした手法は、予期しない状況で予期しない振舞いを行うことがある点が問題になってきた。将棋プログラムが人間では思いもよらなかった好手を考えだし（これはいい点）、Google フォトがユーザの写真に不適切なラベル付けをしたり、自動運転車が人間では考えられないような誤りにより事故を起こしたりするのがその例である。

こうした問題に対応するため、現在、説明できる人工知能技術の研究が盛んに行われている。特に想定とは異なる振舞いをした場合に、なぜそのように判断したかを説明させ、適切に対応しようという考え方である。考えてみると、少なくとも画像認識については、大体人間がどのように画像を認識しているか説明できないし、機械も説明をあきらめることで高性能を手に入れたという経緯がある。そもそも説明できないのが知能の本質かもしれない。挑戦は続いている。

佐藤 真一(国立情報学研究所)

LOGOTYPE DESIGN...Megumi Nakata, ILLUSTRATION&PAGE LAYOUT DESIGN...Miyu Kuno

グローバル PBL—イノベーション創出と持続可能な開発のための人材育成—

井上雅裕

芝浦工業大学

グローバル環境でイノベーションを創出できる人材の育成

イノベーションを創出する人材の教育が国内外で実施されている。社会と連携したイノベーション教育の必要性と重要性が議論されている。異なった専門性とバックグラウンドを持った人たちのチームワークが重要であること、知識や技術を統合する方法論の必要性が示されている。新しい価値を生み出す方法論と実習を含むイノベーション教育は、すべての理工系人材にとって必要であり、大学の学部、大学院の各段階で実施することが望まれる。

筆者らは分野を横断した社会課題の発見と解決やイノベーションを推進できる人材育成を目標として、日本、東南アジア等の諸国の学生を中心としたグローバル PBL (Project Based Learning) を 2013 年から実施している¹⁾。PBL は学生たちのプロジェクトであるが、同時に教育カリキュラムを設計して学修環境を整え産業界や地域との連携調整を行うなど授業を運営する教員と職員のプロジェクトでもある。ここでは、学生のプロジェクトと教職員のプロジェクトの両面に関し報告する。

グローバル PBL

□ グローバル PBL の概要

芝浦工業大学では、年間 80 件のグローバル PBL を国内外で実施している。グローバル PBL は、機械工学、電気電子情報工学、建設工学等の分野単位のみならず、複数分野を横断し、多分野

の学生が参加する分野横断型がある。分野横断型のグローバル PBL のテーマは、2015 年 9 月の国連サミットで採択された持続可能な開発目標 (SDGs) などの社会課題の解決や産業界や地域の実課題に取り組みイノベーション創出を行う分野横断した問題発見・解決策の検討である。そのテーマは、エネルギー、交通、環境、貧困、自然災害、教育など広範囲に及んでいる。分野横断型の PBL では多様な専攻の学生が参加し、問題の発見から課題設定、解決策の提案、プロトタイプ制作、プレゼンテーションまでを実施する。

アジアや欧州など海外で実施するグローバル PBL では、日本から学生と教員が協定校に滞在し、現地で、日本人学生と協定校の大学の学生が 10 日間程度の集中的な活動を実施する。一方、日本でグローバル PBL を実施する際は、世界各国から学生を日本に招き、多国籍のグローバル PBL を実施している (図-1)。

□ 分野横断型のグローバル PBL

芝浦工業大学とタイのキングモンクット工科大学



図-1 グローバル PBL のオープニング

トンプリ校 (KMUTT) との連携で 2013 年 2 月にグローバル PBL をバンコクで開始し、2014 年にはインドネシアのスラバヤ工科大学 (ITS) を加え、毎年改善を重ねながら実施し、2019 年 2 月には第 7 回目となるグローバル PBL を行った。

さらに 2015 年からは芝浦工業大学大宮キャンパスで、KMUTT, ITS 他、日本、アジア、欧州の大学が参加しての多国籍のグローバル PBL をスタートした。また、2017 年からはポルトガルのリスボンで、リスボン新大学、芝浦工業大学、KMUTT の連携でグローバル PBL をそれぞれ開始している。

□ グローバル PBL の構成例

芝浦工業大学大宮キャンパスと栃木県那須町で実施したグローバル PBL の概要を事例として示す。この PBL は 2018 年 12 月 5 日から 14 日まで、9 泊 10 日で実施された。参加した学生数は 71 人、ティーチングアシスタント (TA) が 6 名、合計で 77 名である。出身国は 11 カ国、出身大学は 21 大学に及んでいる (表-1)。

□ グローバル PBL のプロセス

分野横断の PBL はシステムズエンジニアリングのプロセス²⁾に従い問題発見、要求定義、要求分析、アイデア創出を行い、総合的な解決策の提案までを実施する。この間に中間デザインレビュー、最終発表会を実施する。学生はこの PBL により多分野・多文化の環境で連携して問題発見、課題解決、プロ

表-1 各国からの参加大学と学生数

参加国名	大学	学生数
日本	芝浦工業大学、愛媛大学、東京電機大学	34 名
タイ	3 大学	16 名
ベトナム	3 大学	5 名
インドネシア	1 大学	3 名
マレーシア	2 大学	3 名
中国	2 大学	3 名
台湾	2 大学	2 名
モンゴル	1 大学	2 名
アイルランド、ドイツ、インド	各 1 大学	各 1 名

トタイピングを行う経験を得る。この体験は、理工学分野の学生たちが近い将来のキャリアの中で遭遇する場面の事前体験になる。さらに、2018 年度は IoT のプロトタイピング³⁾を容易にする環境を導入している (図-2)。

□ 企業や自治体との連携

グローバル PBL では、2013 年度からプログラム中に、工場見学を組み入れた。タイで実施している PBL では日系企業の現地法人の見学を表-2 に示すように各年に実施した。

工場の見学と会社幹部との意見交換を通して、学生たちは、製造や設計、研究開発の現地化の状況、多国籍の社員間のコミュニケーションの方法などを理解することができた。また、2015 年度には、現地のコネクタメーカーから実際の製造と製品試験に関する課題をグローバル PBL のテーマをして受け取り、2 チームがそれに取り組んだ。学生たちは、現地の工場の生産ラインを見学し、技術者にヒアリングし、それを元に、多国籍・多分野横断の学生チームの特徴を活かし、現地の実状に合った具体的な解決策を提案した。その内容は、企業から高い評価を受けた。

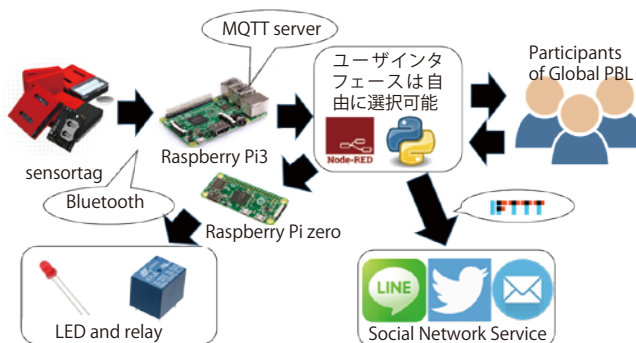


図-2 IoT のプロトタイピングの環境例

表-2 工場見学の実施一覧

年	企業名
2014 年	Honda Automobile
2015 年	Ajinomoto Thailand
2016 年	いすゞ自動車
2017 年, 2018 年	EXEDY Friction Material
2019 年	YKK



□ 学生の行動と教員の関与

東南アジアからの参加学生は、それぞれの国の工科大学のトップ校から選抜された学生であり、専門知識を活用し、与えられた課題を解くことに関して優秀である。しかし、問題を発見し、答えが1つではない課題に取り組む経験は乏しい。一方、日本人の学生は、環境、衛生、交通などの東南アジア各国の課題は、日本ではすでに解決済みの課題であり、そのままの手段で解決できると思い込む。このような学生が多国籍チームとして知恵を出し、新しい解決策を創出することが目標である。教員の役割は多国籍、多分野混成の学生チームが安易な解決策にとどまることなく創造的な活動をすすめるように仕掛けることである。

■ 学修成果のアセスメント

学修成果のアセスメントを参加各国の学生に対し実施し、結果を参加校にフィードバックしている。グローバルPBLの学修教育目標に沿って、個人の学修成果とプロジェクトの成果に対するルーブリック(評価水準表)を設計した。PBLの開始時に個人の自己評価を行い、PBLの終了時には、個人の学修成果に対して自己評価と学生間の相互評価を行う。一方、プロジェクト成果に関しては、教員評価とグループ間評価を実施する。その結果、国内外の学生ともに「多文化、多分野のチームで活動する能力」に関して自己評価、学生相互評価ともに高い値を示した(図-3)⁴⁾。



図-3 最終発表会の様子

また、社会人基礎力評価テスト Progress Report on Generic Skills (PROG) を多言語化し、導入した。PROGは、知識による基礎力を測定するリテラシー試験と経験による基礎力を測定するコンピテンシー試験により構成されている。両試験ともに英語版を準備し、さらにタイの学生に対しては長文のリテラシー試験に対しタイ語版を準備している。日本人のPROG試験のコンピテンシーは、PBLの前後で「計画立案力」、「課題発見力」、「実践力」、「親和力」、「協働力」が伸びている¹⁾。

■ 教職員のプロジェクト

グローバルPBLの実施のためには、教員側、職員側のそれぞれにおいてプロジェクト活動が必要になる。そのプロジェクトとは、教育プログラムの設計、国際的な学修環境の整備、および教育の活動を実施し、コントロールし継続的な改善を行う活動である。この教職員の国際連携プロジェクトにより、学生が国内外のフィールドで能動的学修を実施することが可能となる。

□ プロジェクトのステークホルダとスコープ

グローバルPBLのステークホルダは広範囲である。国内外の各大学の学生、各大学の教職員(科目担当教員、国際部職員、学事部職員、産学連携部門職員)、国内外の大学のTA、連携する企業や自治体、資金や補助金に関連する省庁、各国の大使館にまで及ぶ。教職員から見たグローバルPBLのプロジェクトとしてのスコープには下記が含まれる。

- (1) 教育プログラムとしてのグローバルPBLの設計(学修教育目標、カリキュラム設計、学修成果の評価設計)
- (2) 産業や自治体との連携のマネジメント、国内外への参加者の募集活動と参加者の選抜、TAの採用・育成・マネジメント
- (3) PBL期間中の教育学習の運営、学生間の文化

- 交流，参加する各国教職員間の連携調整
- (4) 学修成果の可視化や評価のためのツール開発や調達，評価結果の国内外の参加校への発送，表彰システム設計と実施
 - (5) 予算計画，資金や寄附集め，費用処理，各政府機関・連携企業・自治体・団体へのレポートイング
 - (6) 参加者の渡航と宿舎の手配（VISA 申請のための参加許可証の発行，VISA 申請，航空券手配，宿舎手配），国内移動手段としてのチャーターバスの手配や空港との間の送迎，ウェルカムランチや懇親会の手配，国内外学生や教職員の病気や怪我などへの対応

プロジェクトの開始に先立ち，プロジェクトの成果物と活動を階層的に整理してワークブレイクダウンストラクチャー（WBS）としてまとめる．プロジェクトに加わる教員と職員の役割を明確にして，準備段階の工程表とグローバル PBL 実施期間中の工程表を作成する．次に，プロジェクトの計画，実行，監視・コントロールをする．さらに，各年度のグローバル PBL の終結時には KPT（Keep Problem Try）法を使い，継続的な改善を実施する．この KPT 法とは，改善アクションを決定するために用いる思考のフレームワークである．K=Keep（良かったので継続したいこと），P=Problem（問題であり改善が必要なこと），T=Try（新たに組みたいこと）の順序でプロジェクトを検討して改善を行う．グローバル PBL の終了時に担当の教員，職員が WBS の項目に沿ってそれぞれ KPT を記述する．次に，これを集約し担当の教員と職員で共有し，継続的な改善を行った．

□ グローバル PBL での連携の拡大

グローバル PBL を実施する際の負担や難易度は開催場所，参加する学生の分野が単一なのか複数なのか，産学連携の有無，参加学生の範囲により大幅に異なる．最も負担が多く難易度が高いのは，多数

の国から学生を受け入れ，多様な技術分野，産学連携実施，複数大学の多様な専攻の学生が参加する形態である．このように教職員がプロジェクト計画を行い，実施するグローバル PBL を最大限に活用し，多くの大学や企業が参加し，その成果を共有することが望ましい．

□ GTI コンソーシアム

芝浦工業大学は，Global Technology Initiative (GTI) Consortium を 2015 年に設立した⁵⁾．GTI コンソーシアムでは，大学と企業，政府機関との連携により，グローバル PBL の共同開催，国際インターンシップ，国際共同研究，政府間協力プロジェクト，大学間国際連携，シンポジウムを実施している．グローバル PBL の実施には，PBL を計画・実施・コントロールできる教職員の育成が必要になる．GTI コンソーシアムによるグローバル PBL の共同利用により，大学の多くの教職員がグローバル PBL を経験することが可能である．グローバル PBL の企画，設計，運営のための研修も展開していく．

参考文献

- 1) 井上雅裕，長谷川浩志，間野一則，古川 修，山崎敦子，Khantachawana, A.: グローバル環境でイノベーションを創出するための人材育成プログラムの開発，工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.5, pp.101-108 (Sep. 2016).
- 2) 井上雅裕，陳 新開，長谷川浩志: システム工学一問題の発見・解決の方法一，オーム社 (2011).
- 3) 大江信宏，堂坂 辰，北上真二，金子洋介，井上雅裕，中島毅，汐月哲夫，小泉寿男: アイディアに基づく M2M/IoT プロトタイプシステム構築法の提案と実践，電気学会論文誌 C, 137(10), pp.1402-1413 (2017).
- 4) 織田佐由子，長谷川浩志，山崎敦子，井上雅裕，古川 修，間野一則: 多国籍・多分野・産学地域連携 PBL の開発と学修成果，工学教育 (J. of JSEE), Vol.64, No.5, pp.85-91 (Sep. 2016).
- 5) Global Technology Initiative (GTI) Consortium, <http://plus.shibaura-it.ac.jp/gti/>

(2019 年 5 月 30 日受付)

井上雅裕（正会員） inouem@shibaura-it.ac.jp

早稲田大学大学院理工学研究科物理学及応用物理学 博士前期課程修了。博士（工学），技術士（情報工学）。三菱電機（株）を経て，芝浦工業大学教授，副学長。日本工学教育協会理事 国際委員長。PMI 日本支部 教育担当理事。



Computational Thinking は 大学入試を変え得るか

萩原兼一

大阪大学

大学入学者選抜改革推進委託事業

大阪大学が代表機関となり、東京大学と本会が連携大学等として、約2年半実施してきた文部科学省・大学入学者選抜改革推進委託事業(情報分野)「情報学的アプローチによる『情報科』大学入学者選抜における評価手法の研究開発」¹⁾が2019年3月末に終了した。本稿ではこの委託事業を振り返る。

本委託事業で解決が求められているのは、主に次の2つの課題である。

P1. 情報分野において知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力(以降では Thinking, Judgement, Expression の頭文字をとって TJE と略す)を評価するための実践的で具体的な評価手法を構築する。

P2. 本委託事業で開発する手法は、各大学の個別入試で利用できる高いレベルのものであり、この手法を多くの大学に普及させる。

さらに、この委託事業募集時の文部科学省の担当者からは、10年先を見越して斬新的な手法を考えてほしい、とも付け加えられた。

本委託事業のタイトルにつけた「情報学的アプローチによる」は、この大学入試改革に Computational Thinking²⁾(以降では CT と略す)を適用してみようという意図がある。ここでは、CT をコンピュータ科学者が問題解決するときの考え方、という意味で使っている。上記課題 P1 をコンピュータ科学者が解決すればこのようになる、ということを示したい。私が小学生のころの生物学は、「桜の花びらは何枚？」などと分類学的なものであっ

た。そこに物理的な考え方が入り、数式が使われるようになり、さらに CT によりゲノム解析や、生体機能のシミュレーションなどができるようになり、生物学は飛躍的に発展した。同様に、CT は、物理学、化学、統計学、経済学などの分野での考え方を変えている。大学入試のようなテストの分野でも、CT により今までのやり方を改革するものと考えている。本委託事業は、TJE を評価する大学入学試験をコンピュータ科学者の考え方で研究したということが大きなポイントである。

委託事業の概要

2016年10月から2019年3月までの期間に、主に次のことを実施した。

- 委託事業に関するさまざまなことは、1泊2日の作業部会を30回開催し、検討した。
- TJE を評価する試験問題を開発し、CBT システムで解答する実証実験を実施した。
- 委託事業の内容を広報するために、シンポジウムを3回および本会全国大会の企画イベントを3回実施した。これらの内容は参考文献3)に詳しく紹介されている。

□ 思考力・判断力・表現力を評価する試験問題の作り方

課題 P1 に対処するとき、見本になるような試験問題を具体的に示し「このような試験問題を作成すればよい」という方法をよくとる。本委託事業でもルーブリックを具体化するところでそのような方

法を採用したが、主張したい重要な点は、試験問題そのものではなく、作問の具体的手続きを提案しているところにある(図-1)。我々が試験問題作成のときに、無意識に実施していると思われることを、明文化かつ手続化していると考えればよい。これはまことにCT的な試みである。もちろん、この作問手続は完璧なものではなく、順次更新していくことになる。

本委託事業で取り組むものは「知識・技能を用いて課題を解決するために必要な『思考力・判断力・表現力』を測定する試験」であるが、この「思考力・判断力・表現力」は、いわゆるバズワード(buzzword)であり、日本語としての意味は分かるが、具体的にTJEを評価するには何をすればよいかに関してはよく分からない。ソフトウェアを開発するときも、漠然とした仕様が与えられたときに、それをもっとブレイクダウンして、仕様を明確にしてからソフトウェアを開発する。本委託事業でも、TJEの内容を試験で評価可能と思えるレベルまでブレイクダウンして研究を進めた⁴⁾。

手続化がプログラム化まで進めば、問題を自動生成できるかもしれないが、まだそこまでは進んでお

らず、今後の研究が必要である。

□ CBTによる思考力・判断力・表現力の評価

新学習指導要領には、プログラミング、シミュレーション、データサイエンスなどの学習内容が含まれている。データサイエンスでは、比較的多量なデータの分析が必要となる。これらの能力を評価する場合、紙の試験(PBT: Paper Based Testing)だけで評価することは容易ではないので、コンピュータを用いて、プログラムを作成し、実行した結果を確認することや、比較的多量のデータを統計処理した結果などを判断することで評価する。

そのために、コンピュータを用いて試験するCBT(Computer Based Testing)システムと試験問題を開発した。CBTについては、4択問題などが出題され、コンピュータで自動採点されるなどの印象が多いが、本委託事業ではそのような観点ではなく、あくまでもTJEを評価するためにコンピュータを使うという立場である。PBTよりCBTの方が、出題の幅が広がると考えている。したがって、実際の入学試験をコンピュータで実施する場合に配慮しなければならないセキュリティやカンニングなどの対策は実装していない。

プログラムあるいはアルゴリズムの完成版を一度に作ることは難しい。プログラムを作っては、実行して結果を確認して、意図通りに動作していなければデバッグすることを繰り返す。このようなことができるCBT環境(図-2)を実装した⁵⁾。

CBTにおけるこのような工夫はまだ必要であり、主なものを今後の課題に記載する。10年後には、現在のスーパーコンピュータの性能がデスクトップコンピュータの性能になっている。このようなコンピュータの性能向上を想定してCBTを設計することが重要である。

なお、本委託事業で開発したCBTシステムは公開する。ただし、非営利用途に限る。



図-1 「授人以魚不如授人以漁」(老子)
「魚(試験問題)を与えるのではなく、魚の釣り方(試験問題の作り方)を教えよ」
「授人以題不如授人以製題之法」



□ CBT を用いた実証実験

2017年度および2018年度それぞれにCBTを用いた実証実験を実施した。2018年度は、プログラミングやソフトウェアのテスト (software testing) に関する能力を評価する試験問題を作成し、それらを実施するためのCBT機能(図-2)を追加実装し、大学生と高校生を対象に実証実験した。受験生はPCでインターネットを経由して大阪大学に設置しているサーバにアクセスし、Webブラウザ上でキーボードとマウスを用いて解答する方式である。両年度の試験問題は参考文献4)に掲載している。

なお、人(受験生)が関係する実証実験なので、大阪大学、東京大学、本会それぞれの研究倫理委員会の承認のもと、実験内容に関して同意した受験生のみを対象に実施した。

受験機会を複数回にする場合、テストに関する理論 (test theory) である項目反応理論⁶⁾ (IRT: Item Response Theory) を用いて実施することが主流であり、特にCBTとの相性が良い。この場合、すでに実施されているCBTでの解答方式は、四択など答えの候補からどれが正解かを選ぶ小問形式が多

い。多数の四択問題を用いた試験は、知識・技能のレベル確認にはある程度効果があると考えられている。一方、TJEを多くの四択問題を用いた試験で評価できるかどうかはリサーチ・クエスチョンである。そのため、2018年度の実証実験では、試験時間の半分を、IRTを想定した小問形式を出題し、残りの半分の時間には、TJEを評価する大問形式で出題し、それらの間に相関があるかも検討した。弱い相関は認められたが、今後の研究が必要である。

また、実証実験では、自由記述問題の一部の採点に機械学習を用いた。ただ、現在の機械学習では、その判定理由を明確にすることは容易ではないので、採点においてランキング案を出す前処理には使えそうである。

□ 高校教科「情報」のルーブリック

教科「情報」の内容を12分野に分け、各分野に対して、4段階のルーブリックを作成し、そこに内在するTJEを評価する試験問題例を作成した⁴⁾。新学習指導要領解説が公開されたのが最終年度の2018年7月であり、検討に十分な時間を割けなかったため、今後発行される教科書も参考にして、この内容を充実させる必要がある。

□ 情報を出題する大学について

課題 P2 に関して、本委託事業の成果が普及し、情報入試や高校の定期試験の作問に重宝がられることは明らかである。

一方、情報を大学入試の出題科目とすると、受験生が減ることを危惧する大学が少なくなく、情報入試の重要性とは別次元の理由で入試科目とされない可能性があるため、地道に大学関係者を説得する必要がある。

以下のとおり、0から数を最後まで順に進むプログラムを作れ。なお、無駄に多くのブロックを使っている場合は、減点、あるいは0点となる。

目標						実行結果			
4	3	2:14	13	12					
5		1:15		11					
6:26	7:25	0:8:16:24:32	9:23	10:22					
27		17:31		21					
28	29	18:30	19	20					

プログラムを実行してみる

前進 スタート

右回転

左回転

繰り返し 2 回

大きさ 2 の四角

図-2 ループ化をする問題のCBT画面

目標に示す順番通りにロボットを移動させる命令列を考え、ループを用いてコンパクトに表現する問題。実行ボタンを押すと、実行結果が表示され、指定通りに動いているかどうかを確認できる。

今後の課題

本委託事業の実施期間では次の課題まで手が回らなかった。今後の研究が必要である。

- TJE を評価する試験において、CBT システムにおける各種解答形式を充実させる。

具体的には、シミュレーションやデータ分析を実行できる環境、図など文字でないものを解答するインタフェースが必要である。

- TJE を評価する問題の場合、問題文が長くなり、参照する図や表が多くなる傾向がある。問題文等が PC の画面に収まらない場合に、それらを受験生にフラストレーションなく表示する必要がある。
- 採点で部分点を与える方法を研究する。

解答プログラムが正しく動かない場合でも、部分点を与えたいことがある。正解のプログラムに対して何が異なれば何点減点という規則を考える。

- 考案した試験問題を CBT で実施できるように設定する（以下では CBT 化と記す）ためのソフトウェアを研究開発する。

TJE を評価する上記のような解答形式の場合は、現時点ではコンピュータ実装に能力のある技術者が個別に CBT 化する必要がある。これを汎用化して、必要な試験問題の内容を平易な方式で入力すれば、機械的に CBT 化するソフトウェアの開発が望まれる。これにより、CBT 技術に詳しくない人でも入試問題の CBT 化が容易になる。さらに高校でも定期試験で CBT を用いることができ、CBT による大学入試環境に慣れることが期待できる。

- 前記の作問手続により、情報科で学ぶ各分野の小問に関する作問方法は具体的になった。一方、大問は分野横断的になる傾向にあり、この作問方法を研究する。
- 複数の受験機会を採用する場合を想定して、IRT を用いた試験問題の作問方法を研究する。

この場合、小問を用いることが多いが、IRT

は小問に限るわけではなく、中間や大問も用いることができる。TJE を評価するには、中間・大問が有効である。ただし、IRT による試験では、同じ難易度の問題を多数用意する必要があるので、人手での作問ではなく、汎用的かつ機械的な作問方法の研究が必要である。まず、IRT を適用しやすい個別の問題タイプから始めて、その適用範囲を拡張していくことが効果的と考える。

- プログラムを解答する問題で、それが実行可能な CBT 環境として出題する場合は、いくつかのプログラム言語から受験生が得意な言語を選択して解答できるようにする。
- TJE を評価するつもりで作問した問題が、本当に TJE を評価しているのかを検証する。

いずれの課題も容易ではないので、CBT 分野は研究の宝庫である。本会会員の今後の貢献を期待したい。

参考文献

- 1) 萩原兼一：大学入試における高校共通教科「情報科」の評価方法改革に関する研究プロジェクト―「思考力・判断力・表現力」を評価する問題の作成方法と CBT による試験実施、情報処理、Vol.58, No.9 (Sep. 2017).
- 2) Wing, J. M. : Computational Thinking, Communications of the ACM, Vol.49, No.3, pp.33-35 (2006). (日本語訳) 中島秀之：計算論的思考、情報処理、Vol.56, No.6, pp.584-587 (2015).
- 3) 河合塾：「キミのミライ発見」講演・シンポジウム：バックナンバー、<https://www.wakuwaku-catch.net/> 講演 - シンポジウム - バックナンバー / (参照 2019-05-29)
- 4) 文部科学省：大学入学者選抜改革推進委託事業成果報告会の開催について、http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/senbatsu/1413650.htm (参照 2019-05-29)
- 5) 西田知博：情報科大学入試の今後―CBT を用いた試行試験を通じて、【東書Eネット】(高等学校)ニューサポート高校「情報」Vol.16, pp.6-7 (2019年春号)、https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/ten_download/2019/2019048160.htm (参照 2019-05-29)
- 6) 別府正彦：「新テスト」の学力測定方法を知る IRT 入門―基礎知識からテスト開発・分析までの話、河合出版(2015).

(2019年5月31日受付)

萩原兼一 (正会員) hagihara@ist.osaka-u.ac.jp

大阪大学・大学院情報科学研究科・特任教授。大阪大学・名誉教授、本学会元地方編集委員、元理事、元関西支部長、理工系情報学科・専攻協議会元会長。

