

# 大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の検討 ～出題範囲による解答傾向の差異などに焦点をあてた EMIU 情報模試 2024 夏の結果分析～

谷 聖一<sup>1,a)</sup> 植原 啓介<sup>2,b)</sup> 辰己 丈夫<sup>3</sup> 西田 知博<sup>4</sup> 角田 博保<sup>5</sup> 笈 捷彦<sup>6</sup> 高橋 尚子<sup>7</sup>  
中野 由章<sup>8</sup> 中山 泰一<sup>5</sup> 萩原 兼一<sup>9</sup> 坂東 宏和<sup>10</sup> 安田 豊<sup>11</sup>

**概要：**大学入試を念頭において、(1) 一般的な大問中間による学力評価手法、(2)IRT を想定した多肢選択による学力評価手法、(3)CBT を前提とした出題方式による学力評価手法の開発を行っている。その基礎的なデータを収集するため、IRT を想定した多肢選択による学力評価手法及び一般的な大問中間による学力評価手法を検討し、実際に問題を作成し 2024 年 6 月・7 月に「EMIU 情報模試 2024 夏」として高校生を対象とした CBT による模擬試験を実施した。この模擬試験の出題分野は、「プログラミング」および「データ分析」とした。学習指導要領では、「プログラミング」は「(3) コンピュータとプログラミング」の「アルゴリズムとプログラミング」の部分に相当し、「データ分析」は「(3) コンピュータとプログラミング」の「モデル化とシミュレーション」の部分「(4) 情報通信ネットワークとデータの活用」のデータ活用の部分に相当する。今後の研究の基礎とするため、一般的な大問中間による学力評価手法による出題では、CBT での実施ではあるが共通テストなどで採用されているマークシートによる出題を前提とした作問を行った。本報告では、「プログラミング」に関する問題と「データ分析」に関する問題の解答傾向の差異などにも注意を払いながら、結果を分析する。

**キーワード：**教科情報、情報入試、IRT、CBT、プログラミング、データ活用

## Evaluation Methods for Informatics Competence with a Focus on University Entrance Examinations (Analysis of the Results of the EMIU Informatics Mock Exam Summer 2024 Focusing on Differences in Answering Tendencies Based on Test Topics)

TANI SEIICHI<sup>1,a)</sup> UEHARA KEISUKE<sup>2,b)</sup> TATSUMI TAKEO<sup>3</sup> NISHIDA TOMOHIRO<sup>4</sup> KAKUDA HIROYASU<sup>5</sup>  
KAKEHI KATSUHIKO<sup>6</sup> TAKAHASHI NAOKO<sup>7</sup> NAKANO YOSHIAKI<sup>8</sup> NAKAYAMA YASUICHI<sup>5</sup>  
HAGIHARA KENICHI<sup>9</sup> BANDOHIROKAZU<sup>10</sup> YASUDA YUTAKA<sup>11</sup>

<sup>1</sup> 日本大学 文理学部, Nihon University

<sup>2</sup> 慶應義塾大学 環境情報学部  
Keio University

<sup>3</sup> 放送大学 教養学部, The Open University of Japan

<sup>4</sup> 大阪学院大学 情報学部, Osaka Gakuin University

<sup>5</sup> 電気通信大学 大学院情報理工学研究科, The University of  
Electro-Communications

<sup>6</sup> 東京通信大学 情報マネジメント学部, Tokyo Online University

<sup>7</sup> 國學院大学 経済学部, Kokugakuin University

<sup>8</sup> 工学院大学 教育推進機構, Kogakuin University

### 1. はじめに

2025 年度大学入学者選抜より「情報 I」を学んだ生徒が

<sup>9</sup> 大阪大学 大学院情報科学研究科, Osaka University

<sup>10</sup> 獨協医科大学 医学部, Dokkyo Medical University

<sup>11</sup> 京都産業大学 情報理工学部, Kyoto Sangyo University

a) tani.seiichi@nihon-u.ac.jp

b) kei@sfc.keio.ac.jp

受験することなどから、近年、情報分野における学力の評価手法が注目されている。例えば、2025年度入学者選抜からは大学入学共通テストに科目として「情報Ⅰ」が出題されることとなっており ([1]), また、各大学における個別入試で教科「情報」が出題されるケースもある ([2], [3]).

このような状況下では、高校で身に付けた情報に関する能力をどのように大学入試で測るのが重要な課題である。現在の高校の教科「情報」の学習指導要領 [4] では、共通教科情報科の「情報Ⅰ」において、(1) 情報社会の問題解決、(2) コミュニケーションと情報デザイン、(3) コンピュータとプログラミング、(4) 情報通信ネットワークとデータの活用、の4つを学ぶこととなっている。このように、高校の教科「情報」は幅広い内容を含むため、大学入試で情報に関する学力を適切に評価する手法の確立が期待される。

「大学入学者選抜を中心とした情報分野の学力評価手法の検討」(Evaluation Methods for Informatics Competence with a Focus on University Entrance Examinations, EMIU) 研究プロジェクトでは、(1) 一般的な大問中間による学力評価手法、(2) IRT を想定した多肢選択による学力評価手法、(3) CBT を前提とした出題方式による学力評価手法の開発を行っている。また、大学入学者選抜の主流は受験者が問題を解くタイプの学力検査であることを鑑み、学力評価手法として大学入学者選抜試験を想定し、そのための作問ガイドラインの作成を目指す。どのような問題をどのように作成すれば適切に高校教科「情報」の学力を測定することができるのかを、作問・模擬試験・分析によって明らかにすることで、高校教育現場においても活用可能である知見の得られるものと考えている。

そのため、まず、基礎的なデータを収集することを意図し、IRT を想定した多肢選択による学力評価手法及び一般的な大問中間による学力評価手法を検討し、実際に問題を作成し2024年6月・7月に「EMIU 情報模試2024夏」として高校生を対象としたCBT (Computer Based Test) による模試を実施した。この模試の出題分野は、「プログラミング」および「データ分析」とした。学習指導要領では、「プログラミング」は「(3) コンピュータとプログラミング」の「アルゴリズムとプログラミング」の部分に相当し、「データ分析」は「(3) コンピュータとプログラミング」の「モデル化とシミュレーション」の部分「(4) 情報通信ネットワークとデータの活用」のデータ活用の部分に相当する。今後の研究の基礎とするため、一般的な大問中間による学力評価手法による出題では、CBT での実施ではあるものの共通テストなどで採用されているマークシートによる出題を前提とした作問を行った。また、一般的な大問中間による学力評価手法による問題を、模擬試験終了後にEMIU 研究プロジェクトのウェブサイトにて公開をしている ([5])。一方、IRT を想定した多肢選択問題は、今後の模試等でも使用する可能性があるため、現時点では公開をし

ていない。本報告にて、参考のため、今後出題しない問題を3題\*1を紹介する。

520名が参加した模擬試験の結果からは、作問の方針を明確にし、その方針に沿って作成した問題が大学入学者選抜試験に適切であることをある程度示せたといえる。また、一般的な問題と項目応答理論 (Item Response Theory: IRT) を想定した多肢選択問題の間に0.7を超える強い相関があることを確認し、多肢選択問題によって情報分野の大学入学者選抜試験を実施できる可能性を示した。参加者数約200名時点での速報値を [6] にて報告しているが、本報告では、「プログラミング」に関する問題と「データ分析」に関する問題の解答傾向の差異などにも注意を払いながら、最終的な520名の結果を分析する。

本報告は、まず第2章において、「EMIU 情報模試2024夏」の実施内容と結果の概略を示す。その上で、第3章および第4章において、それぞれ、IRT を想定した多肢選択問題と従来の一般的な問題にの結果を分析し、第5章で本稿をまとめる。

## 2. EMIU 情報模試 2024 夏

### 2.1 EMIU 研究プロジェクトの目的

EMIU 研究プロジェクトでは、大学入試を念頭に高校教科「情報」の

- (1) 一般的な大問中間による学力評価手法
- (2) IRT を想定した多肢選択による学力評価手法
- (3) CBT を前提とした出題方式による学力評価手法

の開発を行っている。

現時点では入学者の中で一番多い選抜方式となっている一般選抜や一般選抜に準じる学力検査を行う方式では、筆記試験による学力検査が筆記試験による学力検査が実施されることが多い。このようなことから、本研究では、いわゆる一般選抜の筆記試験も対象とし、学力評価方法を開発している。筆記試験にも、多数の受験者を想定したマーク方式、少数の受験者を想定した自由記述など、その出題形態も様々である。マークシートに解答する学力検査に限っても、多数の小問から成る多肢選択問題、大問や中間として流れのある問題、数値をマークさせる計算問題などを含む問題などが存在している。また、人が採点することを想定した問題では、更に複雑な出題が可能である。一般的な大問中間による学力評価手法の学力評価手法の開発では、人が採点することも視野に入れた大問・中間で構成される問題やCBTとPBT (Paper Based Test) の両方の解凍方法も対象としている。本研究では、最終的な目的として、「試

\*1 「大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の検討シンポジウム2024」でも発表をした  
<https://emiu.sfc.keio.ac.jp/wp/?p=218>

験形態毎に知識体系のどのような項目が評価可能で、どのような限界があるのかを明らかにし、試験形態毎のベストプラクティスを明らかにすること」を掲げている。

また、IRT を想定した多肢選択問題も対象としている。多くの資格試験や言語の能力試験などでは、受験者も多く、また複数回に渡る試験で同じ能力の人に同じ点数をつける必要があるため、IRT を用いた多肢選択問題が採用されている。現在の大学一般選抜では、多くの場合、同時刻同問題で実施することが前提となっているため、点数をそのまま比較することができる。しかし、今後このような入試が継続されるかは未知数であり、将来も見据えて IRT を前提とした多肢選択問題も対象とすることとした。

その基礎的なデータを収集するため、IRT を想定した多肢選択による学力評価手法及び一般的な大問中間による学力評価手法を検討し、実際に問題を作成し 2024 年 6 月・7 月に「EMIU 情報模試 2024 夏」として高校生を対象とした CBT による模擬試験を実施した。

なお、模擬試験実施にあたり、慶應義塾大学 SFC 研究倫理委員会の審査を受け、承認された。この模擬試験は個人の意志で受験することを基本としている。そのため、高校への受験結果の公開などは一切行わず、個人の成績には受験者本人にのみ通知することとしている。

## 2.2 「EMIU 情報模試 2024 夏」の出題形式

今回の模擬試験では CBT を採用した。現在の大学入学者選抜において CBT を採用している大学はほとんどなく、多くは PBT を採用している。しかし、多くの被験者からデータを収集することで統計的に信頼のできる結果を得るために、より多くの生徒が受験しやすい CBT により模擬試験を実施した。CBT システムとしては、Open Assessment Technology 社 (以下、OAT 社) が開発した TAO[7] を採用した。

EMIU 研究プロジェクトでは、どのような分野の学力をどのような出題形式で計測することができるかを明らかにすることを目的としている。その最初の取り組みとして、IRT を想定した多肢選択問題による学力評価と一般的な大問中間による学力評価との間の関係を調査から始めることとした。そのため、今回の模擬試験では、IRT を想定した多肢選択問題による学力評価と一般的な大問中間による学力評価の双方から出題した。

また、本研究では、出題形式よりもどのような問題でどのような学力が測定できるかに重点を置いている。Paper Based Test (PBT) か CBT かの区別は行わず双方を対象に作問手順を検討し、「情報」という教科おける PBT による学力検査の限界の解明や CBT ならではの評価方法の開発も研究対象としている。これらを今後さらに議論するための基礎データを取得できるよう、一般的な大問中間による学力評価では、PBT と CBT のいずれでも出題し得る

出題方法の中から「多肢選択問題」と「数値解答問題」を用いた出題とした。そのため、自由記述問題や CBT ならではの対話的な問題やフィードバックが与えられる問題は今回の模擬試験では対象としない。また、出題できる問題数の制約から、今回は並べ替え問題を作問していない。なお、CBT での出題ではあるが、そのまま大学入学共通テストに準拠したマーク方式による PBT でも出題できるように作問した。

今回の模擬試験においては、試験の実施時間は 40 分とした。当初、高校の授業中での活用も視野にいており、事前説明やアンケートなどの時間も含めて高校の標準的な授業時間が 50 分で実施できるよう、試験時間は 40 分に設定した。今回は結果的に、受験者による個人の同意の下で試験期間中の任意の時間に受験してもらうこととしたため、試験時間を 40 分とする必要はなかった。この形式で実施する場合の受験時間は、大学入学共通テストなど多くの試験で採用されている 60 分とすることも検討可能である。

「EMIU 情報模試 2024 夏」の出題分野は、プログラミングおよびデータ分析とした。学習指導要領 ([4]) では、プログラミングは「(3) コンピュータとプログラミング」のに相当し、データ分析は「(3) コンピュータとプログラミング」のモデル化とシミュレーションを扱った部分と「(4) 情報通信ネットワークとデータの活用」のデータ活用を扱った部分に相当する。高校の教科「情報」は、非常に学習範囲が広く、40 分の試験時間ですべての分野から出題することは難しく、出題分野を絞る必要がある。今回は、教科「情報」で一番特徴的なプログラミングおよびデータ分析を対象とすることとした。これらの分野は大学入学センターが 2022 年に発表した試作問題 [8] でも配点が大きく、重要視されていることがわかる。

## 2.3 広報と試験期間

「EMIU 情報模試 2024 夏」の試験期間等は下記のとおりであった。

**実施期間** 2024 年 6 月 1 日から 2024 年 7 月 31 日まで

**実施場所** 任意の場所からオンラインにて実施

**結果公開** 2024 年 9 月 1 日から 2024 年 9 月 30 日まで

今回の模擬試験実施では、受験者に受験結果の統計情報を返すためのデータ分析期間を確保するために、実施期間終了日から結果公開日まで 1 ヶ月の間隔を設けた。実施した結果、この間隔を短縮できる余地があるという印象を得ている。

## 2.4 問題セット

2.2 節で述べたように、今回実施した「EMIU 情報模試 2024 夏」では、プログラミングおよびデータ分析を出題分

野とし、IRT を想定した多肢選択問題による学力評価と一般的な大問中間による学力評価の双方から出題した。試験時間は 40 分であるので、それぞれの問題群に 20 分で解答するように設計した。

IRT を想定した多肢選択問題では、プログラミングから全 35 問作問した。全 35 問のうち 30 問は、15 種類の問題をパラメータを変えて 2 問ずつ作問した。このような問題を Q01-1, Q01-2 のように枝番をつけて呼ぶこととする。また、残りの 5 問については単に Q16 のように枝番なしで呼ぶこととする。

一般的な大問中間による問題は、中間を 4 問作成した。出題分野は、プログラミング問題として 2 問、モデル化問題\*2として 2 問である。本稿では、それぞれ P1, P2, M1, M2 と呼ぶこととする。各問は 10 分\*3の解答時間を想定して作問した。

上記の 2 種の問題、IRT を想定した多肢選択問題と一般的な大問中間による問題を組み合わせて 8 種類の問題セットを作成した。問題セットの組み合わせは以下のとおりである。IRT を想定した多肢選択問題が  $Q = \{Q-1, Q-2\}$  で 2 種類 (各 20 問)、一般的な大問中間による問題が  $P = \{P1, P2\} \times \{M1, M2\}$  で 4 種類、合計 8 種類となっている。

- A P1, M1, Q01-1, Q02-1, ..., Q15-1, Q16, Q17, ..., Q20
- B P1, M2, Q01-2, Q02-2, ..., Q15-2, Q16, Q17, ..., Q20
- C P2, M1, Q01-1, Q02-1, ..., Q15-1, Q16, Q17, ..., Q20
- D P2, M2, Q01-2, Q02-2, ..., Q15-2, Q16, Q17, ..., Q20
- E P1, M2, Q01-1, Q02-1, ..., Q15-1, Q16, Q17, ..., Q20
- F P1, M1, Q01-2, Q02-2, ..., Q15-2, Q16, Q17, ..., Q20
- G P2, M2, Q01-1, Q02-1, ..., Q15-1, Q16, Q17, ..., Q20
- H P2, M1, Q01-2, Q02-2, ..., Q15-2, Q16, Q17, ..., Q20

出題の順番は、IRT を想定した多肢選択問題を 20 問出題した後、一般的な大問中間による問題を 2 問出題することとした。この中で、IRT を想定した多肢選択問題は出題順番をランダムとした。一方、一般的な大問中間による問題は、最初にプログラミング問題、次にモデル化問題が現れる。また、IRT を想定した多肢選択問題を合計 20 分、一般的な大問中間による問題を合計 20 分で答えなければなら

\*2 「(3) コンピュータとプログラミング」のモデル化とシミュレーションを扱った部分と「(4) 情報通信ネットワークとデータの活用」のデータ活用を扱った部分に相当するデータ活用に関する問題を「モデル化問題」と呼ぶ

\*3 共通テストの「情報」では、試験時間が 60 分で 4 問出題されると予想されており、大問 1 問あたり 15 分で解答することになる。この模擬試験では 1 問あたり 10 分で解答することを想定しており、15 分より短いので中間と呼んでいる。

ないように設定した。それぞれの問題セット合計で 20 分で、問題毎に解答時間をシステムで制御はしていない。

配点は、従来の一般的な問題と IRT を想定した多肢選択問題それぞれで 40 点とした。IRT を想定した多肢選択問題は各セット 20 問なので、各 2 点の配点となる。

## 2.5 EMIU 情報模試 2024 夏の結果概要

520 名が「EMIU 情報模試 2024 夏」を受験した。以下に受験結果について述べる。

IRT を想定した多肢選択問題は 520 名が取り組み、その平均点はセット毎に以下のとおりであった。満点はそれぞれ 40 点である。

- Q-1 19.33 点 (標準偏差 9.91 点) [受験者数 286 名]
- Q-2 18.34 点 (標準偏差 9.31 点) [受験者数 234 名]

一般的な大問中間による問題には 475 名が取り組み、その平均点はセット毎に下記のとおりであった。満点はそれぞれ 20 点である。

- P1 7.41 点 (標準偏差 6.23 点) [受験者数 286 名]
- P2 7.29 点 (標準偏差 5.26 点) [受験者数 217 名]
- M1 10.46 点 (標準偏差 5.43 点) [受験者数 248 名]
- M2 7.86 点 (標準偏差 5.72 点) [受験者数 223 名]

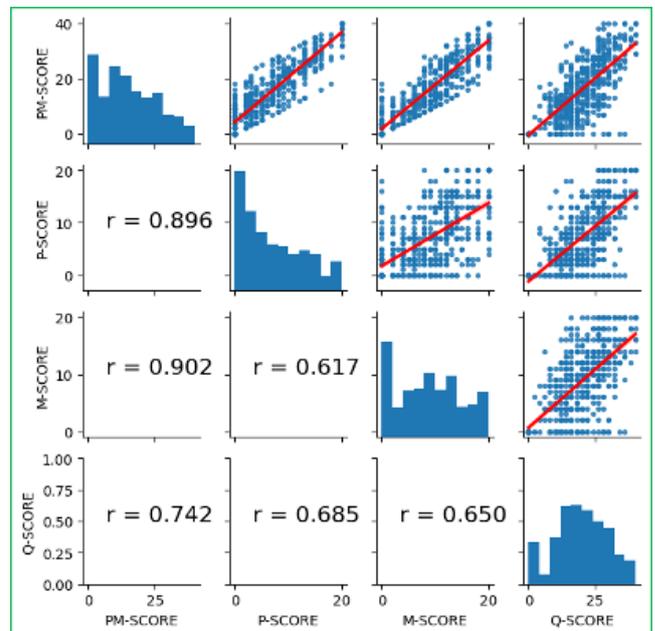


図 1 一般的なプログラミング問題の合計点 (P-SCORE)、一般的なデータ分析問題の合計点 (M-SCORE)、それらの合計点 (PM-SCORE)、および IRT を想定した多肢選択問題の合計点 (Q-SCORE) の散布図行列

一般的なプログラミング問題の合計点 (P-SCORE)、一

一般的なデータ分析問題の合計点 (M-SCORE), それらの合計点 (PM-SCORE), および IRT を想定した多肢選択問題の合計点 (Q-SCORE) の散布図行列を図 1 に示す. 散布図行列のヒストグラムより, 一般的なプログラミング問題は低い点数に寄っており, この理由の分析が必要である. 一方, 一般的なデータ分析問題 (M-SCORE) および IRT を想定した多肢選択問題は 0 点が一定数いるものの山形の分布をしている.

一般的なプログラミング問題は分布が偏っているとはいえ, 一般的なデータ分析問題や IRT を想定した多肢選択問題とは中程度の正の相関 (それぞれ 0.617, 0.685) があり, ある程度は学力を評価できていると思われる.

また, IRT を想定した多肢選択問題の合計点 (Q-SCORE) と一般的なプログラミング問題と一般的なデータ分析問題の合計点 (PM-SCORE) の相関は 0.742 となっており, IRT によって受験者の学力を測ることができる可能性を示唆していると考えられる.

### 3. IRT を想定した多肢選択問題による学力評価

本章では, IRT を想定した多肢選択問題の結果について検討する.

#### 3.1 IRT を想定した多肢選択問題

IRT を想定した多肢選択問題は, 連続性のない多肢選択問題の集合として構成される出題方式である. 個々の問題には困難度や識別力が設定され, どの問題にどの程度答えられたかによって受験者の能力を推定して数値化することができる. 問題に設定する困難度や識別力などのパラメータは, 受験者の正答率などによって設定される. そのため, 多くの受験者が必要であり, またほとんどの場合は事前に問題を解いてもらってパラメータを設定しておく手法が取られる. こうすることによって, 受験直後に受験者の能力を推定することが可能となる.

また, 問題にあらかじめパラメータを設定する必要がある性質上, 問題のパラメータを算出するフェーズと受験者を評価するフェーズを分け, 複数回にわたって同じ問題を出題する必要がある. そのため, 問題を非公開にしなければならないなどの制限がある. また, 別時刻に何度も実施することが想定されているため, 一部の問題が漏れたりした場合にも対応できるよう, 多くの問題を作成して問題プールを構築しておく必要がある.

#### 3.2 作問の方針

作問の方針については, [6] で述べた通りであるが, ここに再掲する.

先に述べたように, IRT を想定した多肢選択問題では大量の問題を必要とするため, 問題を効率的に作成するガイ

ドラインが必要となる. 情報分野で学ぶべき事柄のリストが存在することを前提に, 次のような方針で作問をおこなうこととした. 基本的には順に難しい問題となっていることを想定しているが, 期待するような結果が得られるかは今回の模試結果を分析することで明らかにする.

- 1 語句を知っている  
説明文を読んで適切 (あるいは不適切な) な語句を選ばせる. 不正解に正解を入れてしまうことがあるので注意が必要. 同義語 (あるいは反対語や非同義語) を選ばせる方法もある.
- 2 語句を説明できる (1)  
語句の説明として正しい (あるいは間違っている) ものを選ばせる. 語句があるクラスを表している場合はそのインスタンス (あるいは間違ったインスタンス) を答えさせる方法もある.
- 2' 語句を説明できる (2)  
語句の説明文の空欄を埋めさせる.
- 3 語句の内容を使える  
基数変換などの操作をさせる. 語句を文章の中で適切に使わせる.
- 4 語句の内容を応用できる  
知識を使って美しく解答を導く.

また, 多肢選択問題を自由に組み合わせることを可能とするため, 個々の問題にかける想定時間を一定にしておく必要がある. 今回は 1 問 1 分程度で答えられる問題を作成することとした. これによって, 例えば 60 分の受験時間では 60 問, 20 分の受験時間でも問題数 20 問の出題数を確保することができ, 様々な受験時間に柔軟に対応することができる. 1 分で答えられる問題では思考力を問うことは難しいという意見もあったが, 今回の模擬試験では本当に 1 分では短すぎるのかを確認することも目的の 1 つと考えている.

模擬試験の作問では, 個別の手続きごとに適した問い方を都度都度検討した. しかし, これは時間がかかるだけでなく, 提示されたアルゴリズムやコードの理解度を安定して測るためにも, いくつかの共通の問い方に集約するのが望ましいと考えられる.

#### 3.3 IRT を想定した多肢選択問題の正答率・解答時間の分布

図 2 に IRT を想定した多肢選択問題における問題毎の正答率を示す.

横軸は各問を正答率で昇順に並べたときの順位を示す. 正答率の高い問題から低い問題までよく出題できており, 今回の問題は適切だったといえる.

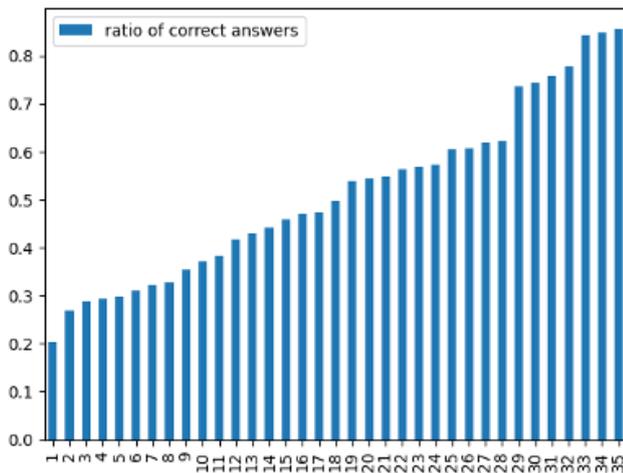


図 2 IRT を想定した多肢選択問題における問題毎の正答率 (縦軸は正答率, 横軸は各問を正答率で昇順に並べたときの順位)

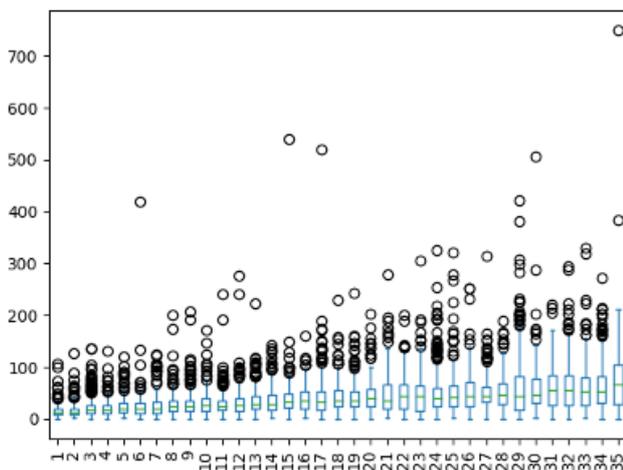


図 3 IRT を想定した多肢選択問題における問題毎の解答時間箱ひげ図 (縦軸は解答時間 (秒), 横軸は各問の平均解答時間で昇順に並べたときの順位)

図 3 に IRT を想定した多肢選択問題における問題毎の解答時間の箱ひげ図を示す。この図でも、横軸は各問の平均解答時間で昇順に並べたときの順位である。1 問 1 分の解答時間に関しても、おおよそ 60 秒以内に解答できていることより、解答時間であったことが伺える。

### 3.4 IRT を想定した多肢選択問題の例

「EMIU 情報模試 2024 夏」では、プログラミングに関する理解を問う多肢選択式の問題を 35 問用意した。「大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の検討シンポジウム 2024」において、その中から 3 つの問題<sup>\*4</sup>をサンプルとして紹介した。また、EMIU 研究プロジェクトウェブサイト<sup>\*5</sup>でも公開の予定である。なお、これらの問題は、今後の模擬試験では使用しない。

<sup>\*4</sup> <https://emiu.sfc.keio.ac.jp/wp/?p=218>

<sup>\*5</sup> <https://emiu.sfc.keio.ac.jp/>

- IRT-1. 最も正答率が高かった問題 (正答率 84.4%)
- IRT-2. 正答率が平均に近かった問題 (正答率 57.4%)
- IRT-3. 最も正答率が低かった問題 (正答率 20.3%)

すべての問題は多肢選択式 (選択肢 4 つ) であり、以下の説明では選択肢 1. が正解となるよう並べている。実施時は選択肢はランダムに並べ替えられて受験者に提示される。

#### 最も正答率が高かった問題

IRT-1. (正答率 84.4%)

問題を解くための作業手順を過不足なく説明したもののことをなんと呼ぶか。最も適切なものを選びなさい。

1. アルゴリズム
2. アプリケーション
3. ソフトウェア
4. パッケージ

解説:

用語に関する理解を「説明に適合する用語を正しく選べる」ことで問う形の問題。このような教科書に出てくる基本的な用語を問う問題は、正答率が高くなる傾向にある。

#### 正答率が平均に近かった問題

IRT-2. (正答率 57.4%)

次のプログラムを実行した際に得られる出力はどれか。ただし、 $X$  および  $Y$  は配列、 $i$  は変数である。また、配列の添字は 0 から始まるものとする。

```
X = [1, 5, 8, 9, 3]
Y = [3, 5, 2, 2, 9]
i を 0 から 4 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す:
| もし X[i] > Y[i] :
|   | 表示する(X[i])
```

1. 8  
9
2. 5  
8  
9
3. 1  
3
4. 1  
5  
3

解説：

正答率が全問題の平均 (52.7%) に近い。プログラミングの要素としてはループと条件分岐そして配列が含まれている。処理そのものはループによって配列要素を調べある条件を満たすものを調べる一般的なものである。簡単なアルゴリズムではあるが添字 (要素番号) による要素へのアクセスを把握できるかどうかを問うことで配列の概念的理解を確認することができる。このような「提示されたプログラムの挙動を推定させることで用いられているプログラミング言語の機能や概念の理解度を問う」方法はプログラミングに関する理解を確認するために幅広く使える手法である。単純なループによる処理だけを扱う (配列や条件分岐がない) ものは本問題より正答率が高くなる傾向にある。

### 最も正答率が低かった問題

IRT-3. (正答率 20.3%)

変数 a, b, c の値のなかで、最も小さな値を d にセットする処理 (記述) はどれか。

1.
 

```

            d = a
            もし d > b :
            | d = b
            もし d > c :
            | d = c
            
```
2.
 

```

            d = a
            もし d > b :
            | d = b
            そうでなくもし d > c :
            | d = c
            
```
3.
 

```

            もし a < b :
            | d = a
            もし b < c :
            | d = b
            d = c
            
```
4.
 

```

            もし a < b :
            | d = a
            そうでなくもし b < c :
            | d = b
            そうでなくもし c < a :
            | d = c
            
```

解説：

正答率がとても低い。選択肢は4つなのでランダムに選んでも25%になるはずだが、それを下回っており、そして25%以下になったのはこの問題だけであった。各選択肢の選択率は以下の通りで、4. が最も多かった。

1. 20.7% 2. 26.8% 3. 13.8% 4. 38.7%

選択肢4. のプログラムはたとえば  $c < a < b$  な値を与えると誤った結果を d に与える (例えば  $a=2, b=3, c=1$  の時 d は 2 に設定される)。選択肢2. と3. のプログラムも

同様に正しく動作しない値の組み合わせがある。また、選択肢4. のプログラムで a, b, c にすべて同じ値を与えると d には何も値が設定されない、という問題もある。他のプログラムではそうした問題は生じない。選択肢1. のプログラムだけがどのような大小関係の値を設定しても正しく動作する。選択肢4. のプログラムが最も強く誤答に誘導したが、その理由は明らかでない。この模試における擬似言語の「そうでなくもし」は通常のプログラミング言語では else if に相当する記述であるが、それが多い (二つもある) ことで誘引されたのか、あるいは最も行数が多いことによるのか。なお、逆に正解である1. のプログラムが最もシンプルでわかりやすいロジックだと考えられるが、変数の上書きが何度も行われるアルゴリズムでもある。こうした上書きを行う問題は正答率が低くなる傾向にある。ただしこれは受験者が手元にメモを用意せず解答していた可能性があることに注意が必要である。

### 3.5 IRT を想定した多肢選択問題の正答率上位者の解答選択分布と項目応答曲線

図4にIRTを想定した多肢選択問題における問題毎の上位約1/4の受験者\*6が選択した選択肢を示す。上から正答率が低い順に問題が並べられている。また、どの問題でも choice\_1 が正答となるように選択肢は並べ替えられている。



図4 IRT を想定した多肢選択問題における問題毎の上位約1/4の受験者の選択肢選択状況

正答率が低い問題では上位約1/4の受験者でも正答率が28%程度となっている。続いて、図5,6にIRTを想定した

\*6 同点の者がいるため、ちょうど上位1/4で区切れなかったため、上位約29%の受験者を抽出している

多肢選択問題におけるセット毎の項目応答曲線を示す。

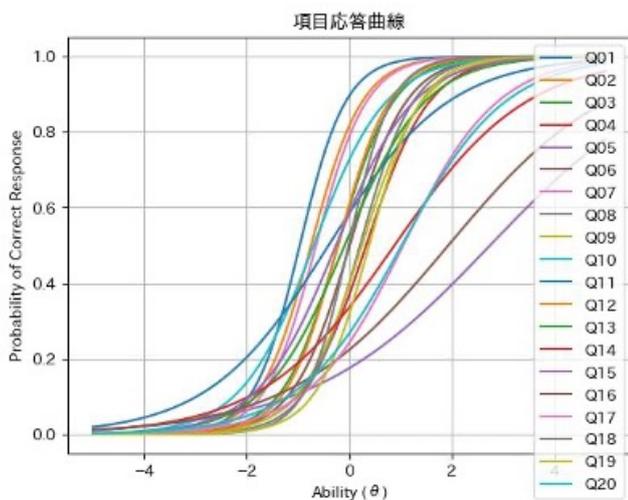


図 5 IRT を想定した多肢選択問題 Q1 における項目応答曲線

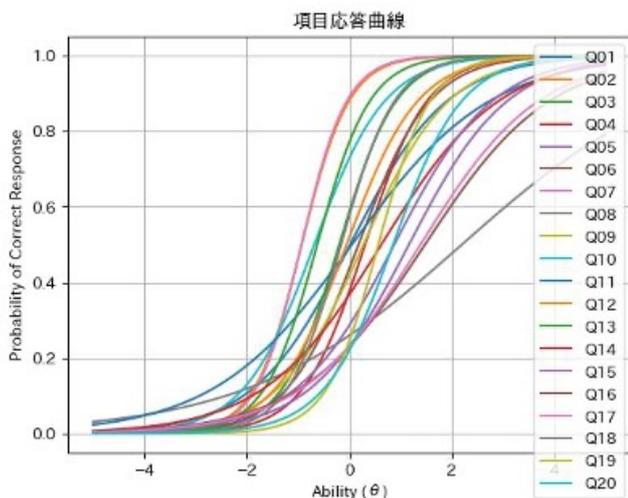


図 6 IRT を想定した多肢選択問題 Q2 における項目応答曲線

一部難易度が高すぎる問題も見られるが、概ね弁別性のある適切な問題を出題できたといえる。

#### 4. 一般的な問題による学力評価

本章では、一般的な問題による学力評価の結果について検討する。

第 2 章で述べたように、一般的なプログラミング問題を 2 問 (P1, P2)、一般天的なモデル化・データ分析問題を 2 問 (M1, M2) 作問した。IRT を想定した多肢選択問題と異なり、第 1 章で述べたように、これらの問題は EMIU 研究プロジェクトのウェブサイトにて公開をしている ([5])。いずれの問題に対しても、

- 問題
- 正解と配点

- 出題意図

を公開している。第 2 章で「CBT での出題ではあるが、そのまま大学入学共通テストに準拠したマーク方式による PBT でも出題できるように作問した」と述べたが、公開している一般的な問題は、共通テストを模したスタイルとした。正解と配点には、小問ごとに「問う能力」も記載している。解説でも、どのような狙いでの出題かを説明している。結果的に、このような出題となったが、出題の方針については手探りの状態である。[6] では、一般的な問題についても作問の方針を記述しているが、ここでは控える。

一般的な問題の得点状況を表 1 に、得点の箱ひげ図を図 7 に示す。IRT を想定した多肢選択問題を受験した 520 名中 475 名が一般的なプログラミング問題を受験している。プログラミング問題を受験してモデル化・データ分析問題を受験していない者が 4 名いた。(モデル化・データ分析問題を受験して、プログラミング問題を受験しなかった受験者はいない。) 一般的なモデル化・データ分析問題の M1 のみ平均点は 10 を超えている。一般的なプログラミングの P1 の得点中央値は 5.5 と低い値となっている。なお、プログラミング問題を受験した 475 名中 77 名が 0 点であった。

表 1 一般的な問題のセット毎の得点状況

	参加者数	解答者数	平均点	中央値
P1	282	258	7.41	5.5
P2	238	217	7.29	7
M1	271	248	10.48	10.5
M2	249	223	7.86	8

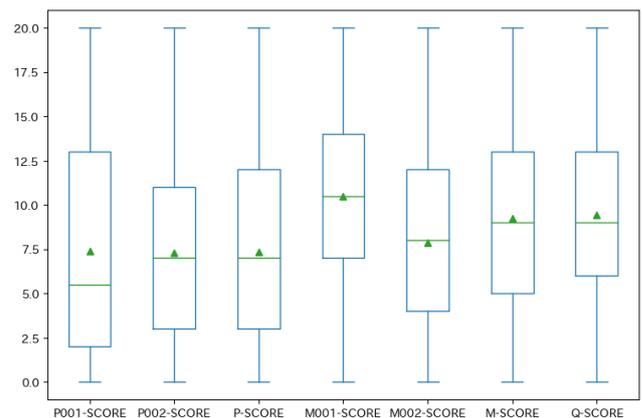


図 7 一般的な問題のセット毎の得点箱ひげ図

一般的な問題の解答時間状況を表 2 に、解答時間の箱ひげ図を図 8 に示す。いずれのセットにおいても、多くの受験者が 10 分以内に解答している。

一般的なプログラミング問題の解答時間 (P-duration) と一般的なデータ分析問題の解答時間 (M-duration) の散布

表 2 一般的な問題のセット毎の解答時間状況

	解答時間平均 (秒)	解答時間中央値 (秒)
P1	315.93	204.21
P2	322.16	300.34
M1	350.55	363.80
M2	381.32	404.98

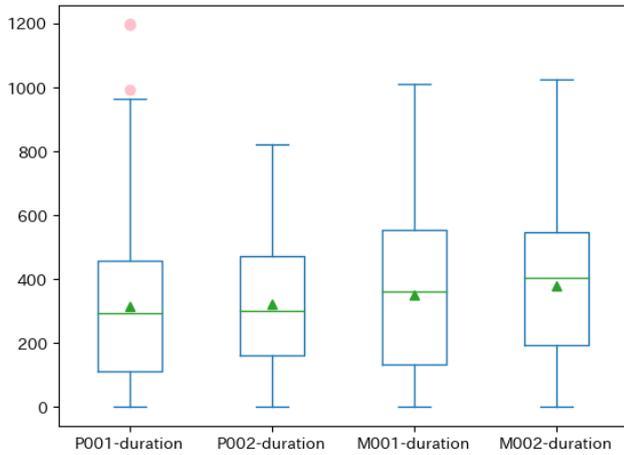


図 8 一般的な問題のセット毎の解答時間の箱ひげ図  
(縦軸は解答時間 (秒))

図 9 を示す。2 問合わせた解答時間が 20 分 (1200 秒) であり、一部の受験者はプログラミング問題あるいはデータ分析問題に多くの時間をかけている。プログラミング問題、モデル化問題の順に出題される (戻ることも可能) であるので、モデル化の問題に 10 分を大きく超えた時間を使った受験者はプログラミング問題にあまり取り組まずにモデル化問題に進んだ可能性もあるが、今回の模擬試験の実施方法ではこれ以上の分析は難しいと思われる。

図 10 からは、解答時間が極端に短い受験者に高得点者はいないが、3 分くらいから満点が出てくる。一方、時間をかけた受験者の中にも得点が低い者がいる。

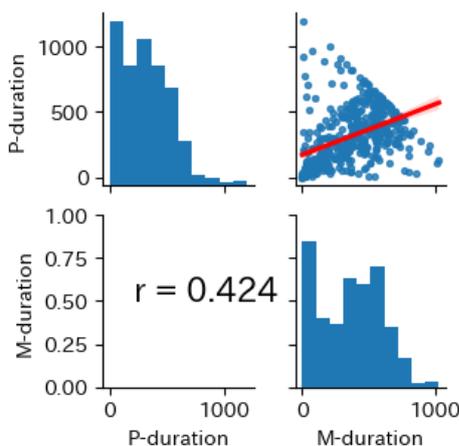


図 9 一般的なプログラミング問題の解答時間 (P-duration) と一般的なデータ分析問題の解答時間 (M-duration) の散布図行列

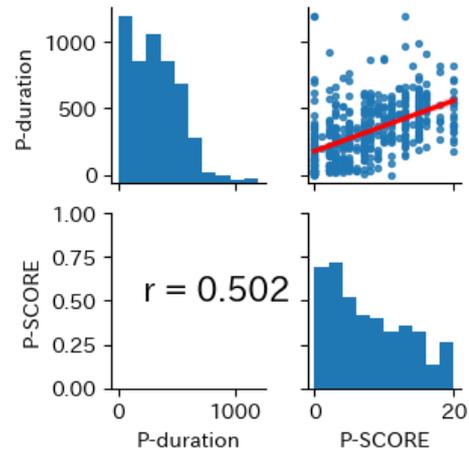


図 10 一般的なプログラミング問題の解答時間 (P-duration) と一般的なプログラミング問題の得点 (P-SCORE) の散布図行列

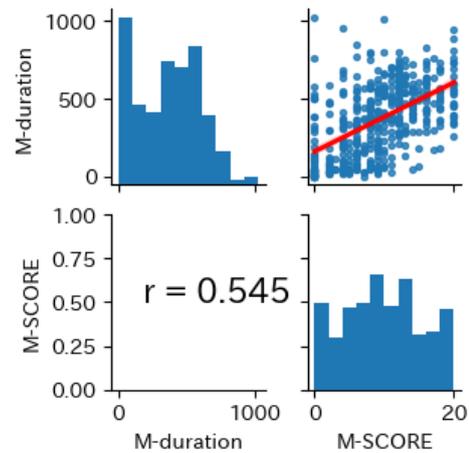


図 11 一般的なデータ分析問題の解答時間 (M-duration) と一般的なデータ分析問題の解答時間 (M-SCORE) の散布図行列

ここで、小問を 1 つだけ取り上げることにする。図 12 は P1 の問 1 の前半部分で、図 13 はその解答群である。「最大値を求める際に、繰り返しと条件反映を適切に組み合わせで意図した処理を行えるか。」を問う問題として出題した。【ア】は  $0: m1 = A[i]$  が、【イ】は  $4: A[i] > m1$  が正解となる。

表 3 に【ア】・【イ】の解答状況を示す。このような解答状況となっている原因を解明することは、今後の課題である。

方針 1

- ステップ1:  $A[1] \sim A[N]$  の繰り返しによって最長記録を変数  $m1$  に保存する
- ステップ2:  $A[1] \sim A[N]$  の繰り返しによって次点記録を変数  $m2$  に保存する
- ステップ3: 変数  $m1$  と変数  $m2$  を表示する

方針 1 のステップ 1 を図 1 のように作成した。反復は、配列の要素を  $A[1], A[2], \dots$  と順に見て行って、それぞれの回が終わった時にその回までに見た要素の中で最長である記録を変数  $m1$  に納めることを行う。記録はどれも正の値であるので、反復に先立って  $m1$  に 0 を与えおくことで、反復の最初回で  $m1$  に  $A[1]$  の値が納められる。

- (01)  $m1 = 0$
- (02)  $i$  を 1 から  $N$  まで 1 ずつ増やしなが繰り返し:
- (03) | もし【ア】ならば:
- (04) | | 【イ】

図 12 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1 【ア】【イ】

- ①  $m1 = A[i]$     ④  $A[i] > m1$     ⑦  $A[i] != m2$   
 ②  $m1 = m2$     ⑤  $A[i] > m2$     ⑧  $A[i] != m1$   
 ③  $m2 = m1$     ⑥  $A[i] != m1$

図 13 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1【ア】【イ】の解答群

表 3 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1【ア】【イ】の解答状況

	人数	%
アイ正解	110	46.63
アのみ正解	14	5.42
イのみ正解	9	3.38
ア・イともに不正解	76	30.23
アイ未解答	49	18.99

最後に、一般的なモデル化・データ分析の問題も一部を紹介する。M1 のリード文と問 1 を図 14 に示す。【ア】の正答率は 80.64% で、【イ】の正答率は 70.07% であった。

M001 次の問い(問1~3)に答えよ。

水が溜まっている湯舟に一定の温度のお湯を1分に1リットルずつ注入した時の、溜まっているお湯の温度を計算することを考える。 $a$ 度の水がリットルに $c$ 度の水をリットル注入したときできる  $b+d$  リットルの水の温度は、水の熱量を水の量で割ったものであるとする。水の熱量は(水の温度) $\times$ (水の量)である。これを式で書くと、 $\frac{a \times b + c \times d}{b+d}$  となる。

たとえば、10度の水30リットルが溜まっている風呂に、50度のお湯を1分に1リットルずつ注入する場合、1分後に風呂に溜まっているお湯31リットルの温度は  $\frac{10 \times 30 + 50 \times 1}{30+1} = \frac{350}{31}$ 、つまり約11.29 度となる。

問1 次の文章の空欄【ア】～【ウ】に入れるのに最も適当なものをそれぞれの解答群から一つずつ選べ。

湯舟の大きさは十分大きいとする。最初に10度の水が30リットル溜まっている状態で、50度のお湯を1分間に1リットルずつ注入することを考える。 $n$ 分後のお湯の量は【ア】で、お湯の温度は【イ】である。70分後のお湯の量は100リットルで、お湯の温度は【ウ】度となる。

【ア】の解答群

①  $30+n$     ②  $40+n$     ③  $50+n$     ④  $30+n \times 10$

【イ】の解答群

①  $\frac{10 \times 30 + 50 \times n}{30+n}$     ②  $\frac{10 \times 50 + 30 \times n}{50+n}$     ③  $\frac{50 \times n + 30}{30+n}$     ④  $\frac{30+n}{30+50 \times n}$

図 14 一般的なモデル化・データ分析問題の例 M1 問 1

## 5. おわりに

EMIU 研究プロジェクトでは、大学入試を念頭に情報分野の学力評価手法の確立を目指している。EMIU 情報模試 2024 夏では、プログラミング問題を中心に、従来の一般的な問題ではデータ分析も対象に作問した。この2つの分野であれば、情報分野の教員が作問を担当すれば、IRT を想定した多肢選択問題でも従来の一般的な問題でも、弁別度の十分な問題を作問できそうであることが確認できた。また、それぞれの出題方法において、作問手法に関する知見をある程度まとめることができた。

また、作問方針にそった問題を作成し模擬試験で出題し、520 名の希望者に受験をしてもらった。今回の出題の中では、一般的なプログラミング問題の得点分布に難があったが、概ね良好な結果が得られた。今後は、情報 I がカバーする分野全体に出題範囲を広げるとともにより多くの受験者を確保し、より頑健な結果が得られるよう、研究を進めていく予定である。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 23H00068 の助成を受けたものです。

**倫理審査** 本研究は、慶應義塾大学 SFC 研究倫理委員会の承認を得て実施された。(受付番号:536, 申請日:2024 年 1 月 8 日, 承認日:2024 年 1 月 30 日)

## 参考文献

- [1] 大学入学センター, “令和 7 年度大学入学者選抜に係る大学入学共通テスト出題教科・科目の出題方法等”, 2023 年 6 月 9 日, [https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken\\_jouhou/r7/](https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7/) (2024 年 6 月 2 日参照)
- [2] 小宮常康, “大学情報入試の動向: 2. 国公立大学における情報入試”, 情報処理, Vol.65, No.2, 2024 年 1 月 15 日, <https://doi.org/10.20729/00231768>
- [3] 谷聖一, “大学情報入試の動向: 3. 私立大学における情報入試”, 情報処理, Vol.65, No.2, 2024 年 1 月 15 日, <https://doi.org/10.20729/00231769>
- [4] 文部科学省, “高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)”, 2018 年 3 月, [https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt\\_kyoiku02-100002604\\_03.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_03.pdf)
- [5] 科研費 A「大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の検討」, “EMIU 情報模試 2024 夏 結果発表”, <https://emiu.sfc.keio.ac.jp/wp/?p=169> (2024 年 11 月 5 日参照)
- [6] 植原啓介, 辰己丈夫, 谷聖一, 西田知博, 角田博保, 箕捷彦, 高橋尚子, 中野由章, 中山泰一, 萩原兼一, 坂東宏和, 安田豊, “大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の検討 ~EMIU 情報模試 2024 夏の実施とその結果~”, 情報教育シンポジウム論文集(情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2024), pp. 79 - 86, 2024 年 8 月
- [7] オープン・アセスメント・テクノロジー, “デジタルアセスメントソフトウェア”, <https://www.taotesting.com/ja/> (2024 年 11 月 5 日参照)
- [8] 大学入試センター, “令和 7 年度大学入学共通テスト試作問題「情報 I」”, 2022 年 11 月 9 日 (2022 年 12 月 23 日一部訂正)