

大学入試を中心とした情報分野の学力評価手法の 検討 ～プログラミング問題を中心とした EMIU 情報模 試 2024 夏の結果分析～

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

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。本稿では、特に、プログラミングに関する問題の結果について分析をする。

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 Centered on Programming Problems)

TANI SEIICHI^{1,a)} UEHARA KEISUKE^{2,b)} TATSUMI TAKEO³ NISHIDA TOMOHIRO⁴
KAKUDA HIROYASU⁵ KAKEHI KATSUHIKO⁶ TAKAHASHI NAOKO⁷ NAKANO YOSHIAKI⁸
NAKAYAMA YASUICHI⁵ HAGIHARA KENICHI⁹ BANDOHI HIROKAZU¹⁰ YASUDA YUTAKA¹¹

1. はじめに

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 ([1]). また、大学における個別入試における教科「情報」の出題も散見される ([2]). このような状況において、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かは重要な課題である。

現在の高校の教科「情報」の学習指導要領 [3] 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「情報 I」だけでも学ぶ範囲は情報モラルからプログラミングやデータ分析まで非常に幅広く、「情報」に関する能力を適切に評価する手法の確立が期待される。

そこで、著者らは、(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などを行う「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 [4]) 研究プロジェクトを実施している。この研究プロジェクトでは、大学入学者選抜の主流は受験生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、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し、その上で作問ガイドラインの作成を目指している。

そのため、まずは基礎的なデータを収集することを意図して、2024 年 6 月・7 月に高校生を対象とした模擬試験「EMIU 情報模試 2024 夏」を実施した。この模擬試験を実施するため、項目応答理論 (Item Response Theory: 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、そのうえで実際に問題を作成し、CBT (Computer Based Test) で実施した。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。参考のため、今後出題しない問題を 3 題を [6], [7] で紹介している。

「EMIU 情報模試 2024 夏」には、520 名が参加してくれた。この結果からは、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、IRT を想定した多肢選択問題と一般的な問題との間に 0.7 以上の相関があることを確認し、IRT を想定した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。「EMIU 情報模試 2024 夏」の概要や結果については、[8] や [7] にて報告しているが、本稿では、「プログラミング」に関する問題を中心に

¹ 日本大学 文理学部, Nihon University

² 慶應義塾大学 環境情報学部, Keio University

³ 放送大学 教養学部, The Open University of Japan

⁴ 大阪学院大学 情報学部, Osaka Gakuin University

⁵ 電気通信大学 大学院情報理工学研究所, The University of Electro-Communications

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

⁷ 國學院大学 経済学部, Kokugakuin University

⁸ 工学院大学 教育推進機構, Kogakuin University

⁹ 大阪大学 大学院情報科学研究科, Osaka University

¹⁰ 獨協医科大学 医学部, Dokkyo Medical University

¹¹ 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

分析した結果を報告する。

本稿は、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から「情報 I」における「プログラミング」に関する能力測定という観点から示唆が得られそうな問題を一部選び、分析をする。最後に第 5 章で本稿をまとめる。

2. EMIU 情報模試 2024 夏

2.1 「EMIU 情報模試 2024 夏」概要

「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

試験方式や出題範囲をどのように設定したかについては、本稿では省略する。これらについては、[6], [7], [8] を参照いただきたい。今回の模擬試験は Open Assessment Technology 社が開発した TAO[9] を用いて CBT で実施した。試験の実施時間は 40 分とした。

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両形式で出題した。

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」という教科における 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。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。

「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 [3] 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。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 [10] でも配点が大きく、重要視されていることがわかる。

2.2 問題セット

前節で述べたように、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両形式で出題した。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部で 35 問を作問した。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。これらの問題から、次のように 20 問から成る 2 つのセット Q1 と Q2 を用意した。

- Q1: Q01-1, Q02-1, ..., Q15-1, Q16, Q17, ..., Q20
- Q2: Q01-2, Q02-2, ..., Q15-2, Q16, Q17, ..., Q20

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*1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*2の解答時間を想定して作問した。

IRT を想定した多肢選択問題が $Q = \{Q1, Q2\}$ の 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 種類の問題セット（セット名は A ~ G とした）を作成した。

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。IRT を想定した多肢選択問題の出題順序はランダムとした。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、問題毎の解答時間をシステムでは制御していない。解答時間と出題数に関する分析や考察の詳細は [6], [7] を参照いただくとして、多くの受験者にとっては解答時間が十分であったと思われる。

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。

*1 「(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

*2 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。

2.3 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。受験者の「情報 I」の履修状況を表 1 に示す。

表 1 「情報 I」の履修状況

参加者数	履修済	履修中	未履修	未回答
520	421	81	6	12

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次のとおりであった。満点はそれぞれ 40 点である。

- Q1 19.33 点（標準偏差 9.91 点）[受験者数 286 名]
- Q2 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次のとおりであった。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]

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) の散布図行列を図 1 に示す。

P-SCORE は分布が偏っているとはいえ、M-SCORE や Q-SCORE 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、Q-SCORE と 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と考えられる。

表 1 より、割合は少ないものの「情報 I」を履

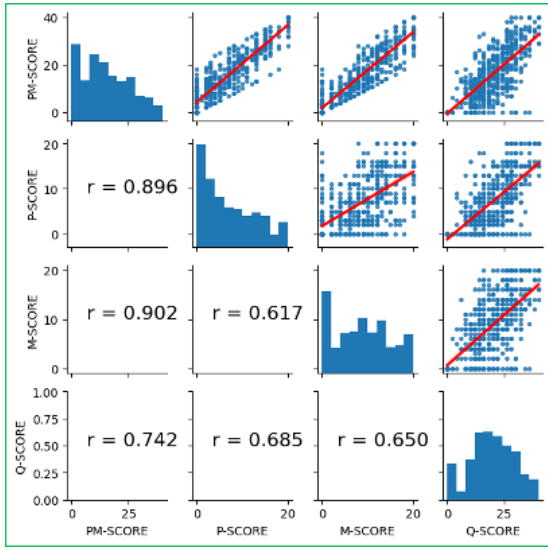


図 1 P-SCORE, M-SCORE, PM-SCORE, Q-SCORE の散布図行列

修中の者やまだ履修していない者が受験していることが分かる。6月・7月に実施した関係で、「情報 I」を履修中の生徒はプログラミングに関する単元を学んでない場合も多いと推察される。表 2 に、履修状況による得点箱ひげ図を示す。また、図 3 と図 4 に、それぞれ、「情報 I」履修済者と「情報 I」履修済でない者の、P-SCORE, M-SCORE, PM-SCORE, Q-SCORE の散布図行列である。このように、「情報 I」を履修済かそうでないかにより得点分布は大きく異なるが、次章以降では区別せずに解析を行う。

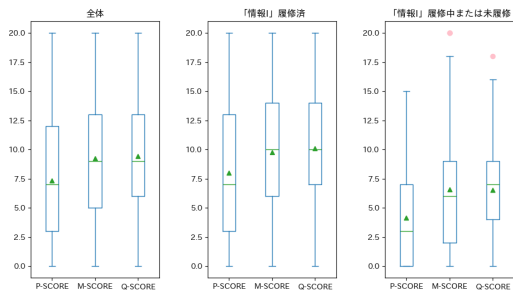


図 2 P-SCORE, M-SCORE, Q-SCORE (この図の Q-SCORE は 1 問 1 点 20 点満点をとって集計) の箱ひげ図

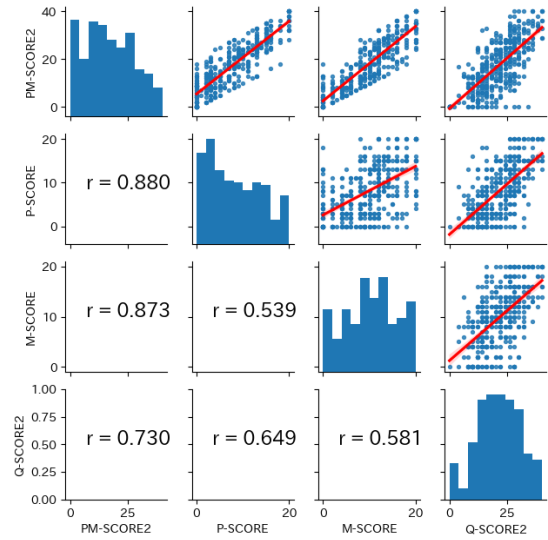


図 3 「情報 I」履修済者の P-SCORE, M-SCORE, PM-SCORE (図中の表記は PM-SCORE2), Q-SCORE (図中の表記は Q-SCORE2) の散布図行列

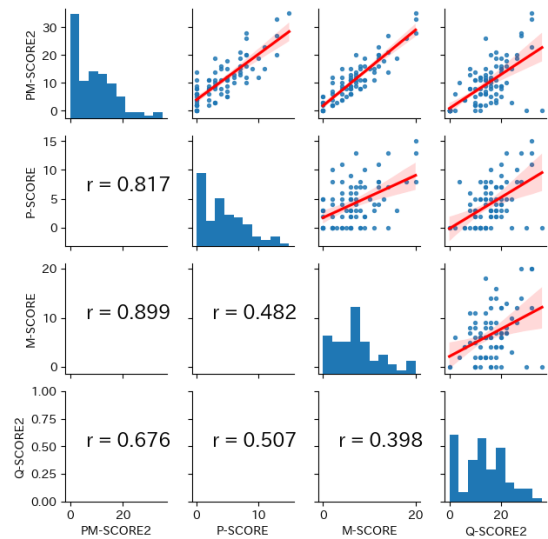


図 4 「情報 I」履修済でない者の P-SCORE, M-SCORE, PM-SCORE (図中の表記は PM-SCORE2), Q-SCORE (図中の表記は Q-SCORE2) の散布図行列

3. IRT を想定した多肢選択問題による学力評価

「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。IRT を想定した多肢選択問題の作問方

針や結果の概要については、[6], [7] を参照いただくとして、本稿では省略する。「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」において参考のため 3 つの問題*3を紹介している。

IRT-1. 最も正答率が高かった問題（正答率 84.4%）

IRT-2. 最も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%）

この 3 問に限らず IRT を想定した多肢選択問題はすべて選択肢数は 4 であり、以下の説明では「選択肢 1.」が正答であるが、模擬試験では受験生毎に選択肢がランダムに並べ替えられ受験生に提示された

ここで、今後の議論に必要な 2 問を再掲する。

最も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。

- ```
d = a
もし d > b :
1. | d = b
 もし d > c :
 | d = c

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

もし a < b :
3. | d = a
 もし b < c :
 | d = b
 d = c

もし a < b :
4. | 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

\*3 これらの問題は、今後の模擬試験では使用しない。

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（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。 □

図 5 に IRT を想定した多肢選択問題における上位約 1/4 の受験者\*4が選択した選択肢の分布を問題毎に示す。上から正答率が低い順に問題が並べられている。choice\_1 が正答であるが、模擬試験では受験生毎に選択肢がランダムに並べ替えられ受験生に提示された。

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 6,7 に IRT を想定した多肢選択問題におけるセット毎の項目特性曲線を示す。

一部難易度が高い問題も見られるが、概ね弁別性

\*4 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

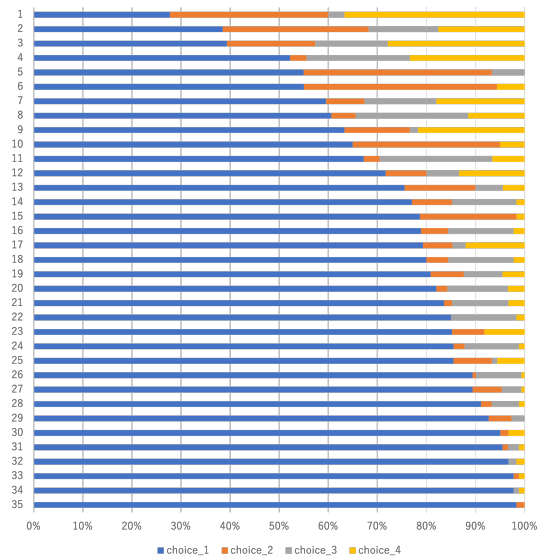


図 5 IRT を想定した多肢選択問題における上位約 1/4 の受験者が選択した選択肢の分布

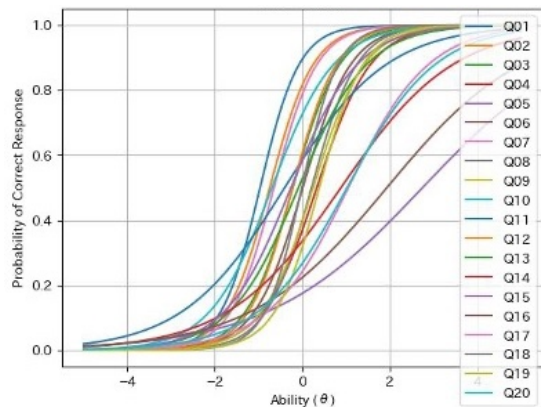


図 6 IRT を想定した多肢選択問題 Q1 における項目特性曲線

のある適切な問題を出題であったといえる。参考のため、最も正答率が平均に近かった問題 IRT-2 の正解・不正解による合計点の状況を図 8, 図 9 に示す。なお、最も正答率が低かった問題 IRT-3 の誤答選択に関して、次章で議論する。

#### 4. 一般的な問題による学力評価

一般的なプログラミング問題を 2 問 (P1, P2), 一般的なモデル化・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



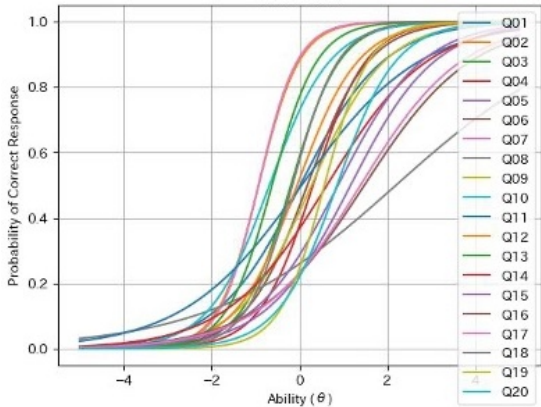


図 7 IRT を想定した多肢選択問題 Q2 における項目特性曲線

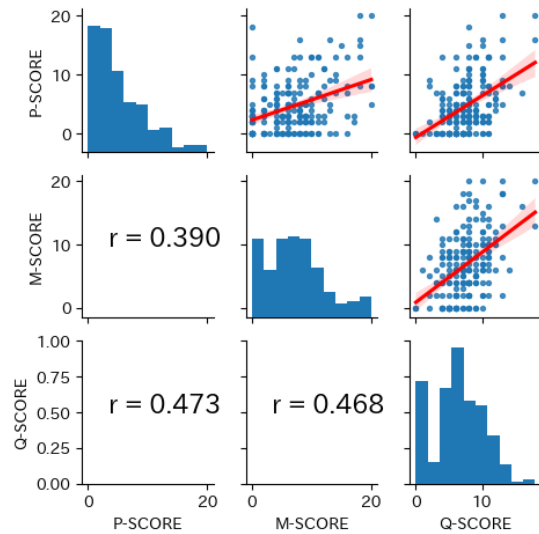


図 9 IRT-2 を不正解した受験者群の P-SCORE, M-SCORE, Q-SCORE の散布図行列

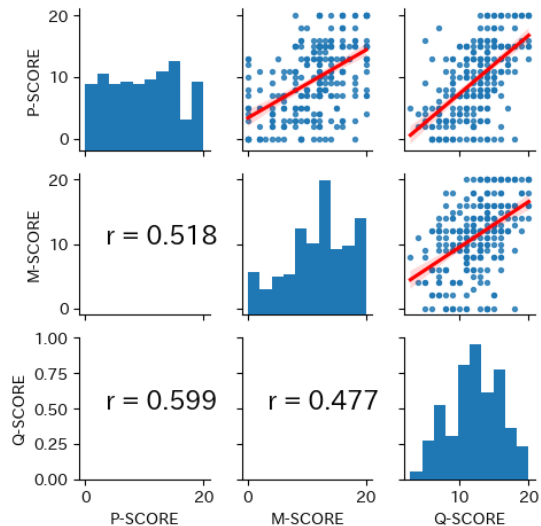


図 8 IRT-2 を正解した受験者群の P-SCORE, M-SCORE, Q-SCORE の散布図行列

なり，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，「問題」\*5・「正解と配点」・「出題意図」を公開している ([5])．

一般的な問題についても，作問方針や結果の概要などは [6], [7] を参照いただくとして本稿では省略するが，議論に必要な情報については本稿にも再録する．

IRT を想定した多肢選択問題を受験した 520 名

\*5 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．

中 475 名が一般的なプログラミング問題を受験した．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．）一般的なプログラミング問題受験者の「情報 I」履修状況を表 2 に示す．

表 2 プログラミング問題受験者の「情報 I」の履修状況

| 受験者数 | 履修済 | 履修中 | 未履修 | 未回答 |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 475  | 394 | 76  | 4   | 1   |

一般的な問題の得点状況を表 3 に，得点の箱ひげ図を図 10 に示す．一般的なモデル化・データ分析問題の M1 のみ平均点が 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 2 にあるように，80 名が「情報 I」を「履修中」あるいは「未履修」である．）

ここで，P1 から小問を 1 つ取り上げる．図 11 は P1 の問 1 で，図 12 はその解答群である．「最大値を求める際に，繰り返しと条件判定を適切に組み合わせて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】



表 3 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    |

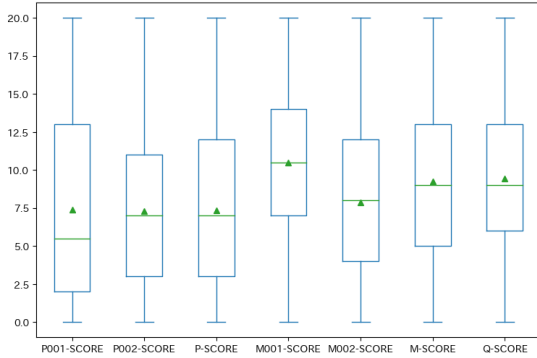


図 10 一般的な問題のセット毎の得点箱ひげ図（この図では、Q-SCORE は 1 問 1 点 20 点満点として集計）

は 4:  $A[i] > m1$  が正解となる。

表 4 に【ア】・【イ】の解答状況を示す。「情報 I」の履修を終えていない者が 80 名いることを考慮しても、正答率は高くない。

プログラムを次の方針 1 のようにステップ分けて構成した。

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、反復の最初一回で  $m1$  に  $A[1]$  の値が納められる。

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

図 1 方針 1 のステップ 1 のプログラム

続いて、方針 1 のステップ 2 を図 2 のように作成した。次点記録は、最長記録を取り除いた記録の中で最長の値に他ならない。すでに全ての記録の中で最長記録の値が  $m1$  に入っているため、反復の各回では、その回で対象とする値  $A[i]$  が  $m1$  に等しいなら何れもせず、そうでない値ならそれらの中で最長の値が  $m2$  に書き残す作業を行う。全ての記録が正であるので、反復に先立って  $m2$  に 0 を入れておけば  $m2$  に次点記録が書き残される。

- (01)  $m2 = 0$
- (02)  $i$  を 1 から  $N$  まで 1 ずつ増やしながら繰り返す:
- (03) | もし【ウ】ならば:
- (04) | | もし【エ】ならば:
- (05) | | | 【オ】

図 2 方針 1 のステップ 2 のプログラム

図 11 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1

次に、【ウ】の選択状況に注目して、分析を行う。

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

図 12 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1 の解答群

表 4 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 |

なお、【ウ】と【エ】は、順不同で「4:  $A[i] > m2$ 」「5:  $A[i] != m1$ 」が正答となる。（【オ】の正答は「1:  $m2 = A[i]$ 」である。）【ウ】は「もし」と「ならば」に挟まれているので、プログラミング実践経験がある程度あれば条件が入ることが分かる。解答群の 0～3 は代入で、4～7 は条件である。ただし、「EMIU 情報模試 2024 夏」でのプログラムの表記は「共通テスト用プログラム表記」([11])に準じている\*6が、“=”を「代入」と理解して 0～3 を選んだのか、“=”を「等号」と誤解して 0～3 を選んだかの判別は難しいため、今回は両者を区別せずに分析を試みる。ここでは、P1【ウ】の解答として 0～3 を選択した者を「代入」選択者、4～7 を選択した者を「条件」選択者と呼ぶことにする。表 5 に、【ウ】の解答状況を示す。「条件」を選択した者と「代入」を選択した者はほぼ同数である。「条件」選択者の得点状況を表 6 に、「代入」選択者の得点状況を表 7 に示す。また、「条件」選択者の得点状況散布図行列を図 13 に、「代入」選択者の得点状況散布図行列を図 14 に示す。

表 5 一般的なプログラミング問題の例 P1 問 1【ウ】の解答状況

|    | 参加者数 | 解答者数 | 条件  | 代入 | 未解答 |
|----|------|------|-----|----|-----|
| P1 | 282  | 258  | 104 | 99 | 55  |

前章で、IRT を想定した多肢選択問題で最も正答率が低かった問題 IRT-3 で、正答ではない選択肢 4 が一番選択されていたことを示した。この問

\*6 共通テスト用プログラム表記では、“=”が代入で、“==”が等号（比較演算）である。

表 6 P1 問 1【ウ】の「条件」選択者の得点状況

|      | P     | M     | Q     |
|------|-------|-------|-------|
| 人数   | 104   | 103   | 104   |
| 平均点  | 11.80 | 10.96 | 12.12 |
| 標準偏差 | 5.72  | 5.64  | 4.11  |
| 最低点  | 0     | 0     | 2     |
| 1/4  | 7     | 8     | 10    |
| 中央値  | 13    | 12    | 12    |
| 3/4  | 15    | 14    | 15    |
| 最高点  | 20    | 20    | 20    |

表 7 P1 問 1【ウ】の「代入」選択者の得点状況

|      | P    | M    | Q    |
|------|------|------|------|
| 人数   | 99   | 98   | 99   |
| 平均点  | 5.97 | 9.17 | 9.14 |
| 標準偏差 | 4.91 | 5.00 | 3.47 |
| 最低点  | 0    | 0    | 1    |
| 1/4  | 2    | 6    | 7    |
| 中央値  | 5    | 9    | 9    |
| 3/4  | 10   | 12   | 11.5 |
| 最高点  | 18   | 20   | 18   |

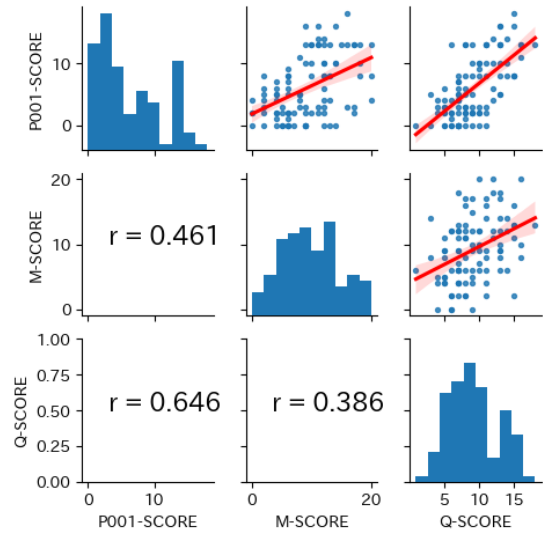


図 14 P1 問 1【ウ】の「代入」選択者の得点状況散布図行列

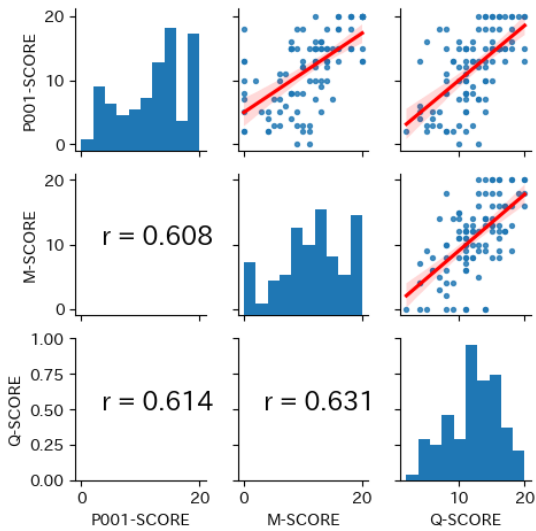


図 13 P1 問 1【ウ】の「条件」選択者の得点状況散布図行列

題 IRT-3 の解答選択状況を、P1【ウ】で「条件」を選択した受験者群と「代入」を選択した受験者群に分けて、観察してみる。IRT-3 は Q1 に含まれており、Q1 と P1 の組で解答したのは、A ～ H の 8 グループ中で A (M1 を解答)、E (M2 を解答)

である。A と E の参加者数は合わせて 135 名で、【ウ】を解答したのは 94 名、そのうち 45 名が「条件」を選択し、49 名が「代入」を選択している。図 15 と図 16 は、それぞれ、P1 問 1【ウ】の「条件」選択者と「代入」選択者の IRT-3 の選択毎の得点別累積和である。満点である 20 点（右端）を基点として、0 点（左端）に向かって累積和を算出している。P1 問 1【ウ】の「条件」選択者と「代入」選択者とは、IRT-3 で正答の選択肢 1 を選択した者の数が異なるだけでなく、誤答の傾向が全く異なっているのが興味深い。

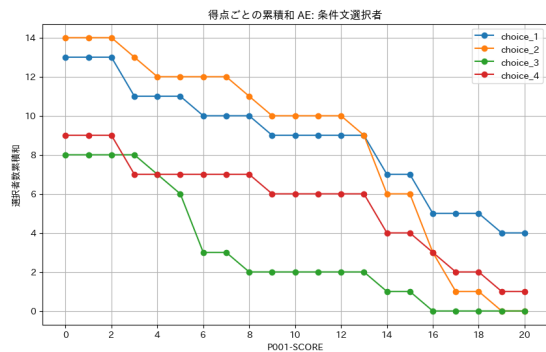


図 15 P1 問 1【ウ】の「条件」選択者の IRT-3 選択状況

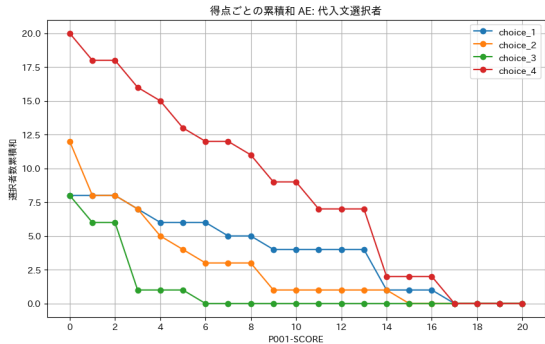


図 16 P1 問 1【ウ】の「代入」選択者の IRT-3 選択状況

## 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。

本稿では、プログラミングに関する問題の結果について分析を行った。特に、いくつかの正答率が低い問題について、選択状況により受験者を群に分けることで、ある傾向があることが見出された。しかし、この傾向をどのように解釈すればよいのかについては、今後の慎重な検討が必要であろう。また、これらの知見を今後の作問や高校での教育にどのように活用すればよいのかも、今後の課題である。

**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 11 月 27 日参照)
- [2] 赤澤紀子, 小宮常康, 井上智生, 安田豊, 谷聖一, 植原啓介, 角田博保, 中山泰一, “個別入試への「情報」の出題”, 令和 6 年度全国大学入学者選抜研究連絡協議会大会自主企画セッション, 2024 年 5 月 23 日, <https://uec.repo.nii.ac.jp/records/2000232>
- [3] 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
- [4] 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」, <https://emiu.sfc.keio.ac.jp/> (2024 年 11 月 27 日参照)
- [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 27 日参照)
- [6] 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」, “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 報告”, <https://emiu.sfc.keio.ac.jp/wp/?p=218> (2024 年 11 月 27 日参照)
- [7] 谷聖一, 植原啓介, 辰己丈夫, 西田知博, 角田博保, 笈捷彦, 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 ～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～”, 情処研究報告 2024-CE-177-6, 2024 年 11 月
- [8] 植原啓介, 辰己丈夫, 谷聖一, 西田知博, 角田博保, 笈捷彦, 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
- [9] 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 27 日参照)
- [10] 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)
- [11] 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」の概要”, p.18 (“令和 7 年度試験の問題作成の方向性, 試作問題等” [https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken\\_jouhou/r7/r7\\_kentoujoukyou/r7mondai.html](https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7/r7_kentoujoukyou/r7mondai.html) より) (2024 年 11 月 27 日参照)