

平成28年度 文部科学省

大学入学者選抜改革推進委託事業

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

成果報告書

平成29年 5 月

受託機関
連携大学
連携機関

国立大学法人
国立大学法人
一般社団法人

大阪大学
東京大学
情報処理学会

様式第 16 (無断複製等禁止の標記)

無断複製等禁止の標記について

委託業務に係る成果報告書の無断複製等の禁止の標記については、次によるものとする。

本報告書は、文部科学省の大学入学者選抜改革推進委託事業の委託費による委託業務として、国立大学法人大阪大学大学院情報科学研究科長 尾上 孝雄が実施した平成28年度「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」の成果を取りまとめたものです。

従って、本報告書の複製、転載、引用等には文部科学省の承認手続きが必要です。

目次

1. はじめに.....	1
2. 業務の背景と目的.....	1
3. 業務の概要.....	2
4. 本年度の実施課題.....	3
4.1 本年度の課題項目.....	3
4.2 業務実施体制.....	5
5. 本年度の研究開発内容と成果.....	6
5.1 「情報科」入試実施における評価手法の検討.....	6
5.1.1 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理.....	6
5.1.2 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討.....	10
5.1.3 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討.....	23
5.2 「情報科」CBTシステム化に関する研究.....	49
5.2.1 「知識・技能」+「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討....	49
5.2.2 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定.....	63
5.2.3 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築と試行実施.....	68
5.3 情報技術による入試の評価に関する研究.....	71
5.3.1 AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価.....	71
5.4 広報活動と動向調査研究.....	89
5.4.1 「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画.....	89
5.4.2 高等学校や予備校などとの連携.....	102
5.4.3 産業界での情報関連スキルのニーズ調査.....	104
5.4.4 国内外の動向調査.....	107
6. まとめ.....	121

1. はじめに

高大接続改革を実現するためには、高等学校教育と大学教育との間に位置する大学入学者選抜の改革が不可欠であり、各大学の入学者選抜において、「知識・技能」の十分な評価が行われるとともに、「思考力・判断力・表現力」や「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」に関する評価がより重視されることとなるよう、改革を進める必要がある。

本事業は、こうした背景を踏まえ、大学入学者選抜に関する専門的・実証的な研究能力を有する機関に委託して、情報分野（例：情報科）について、各大学における大学入学者選抜改革を進める上での具体的な課題や問題点を整理するとともに、特に「思考力・判断力・表現力」や「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」に関する多面的・総合的な評価を行うための実践的で具体的な評価手法を構築し、その成果を全国の大学に普及することにより、各大学の入学者選抜改革を推進するものである。

2. 業務の背景と目的

近年、「日本再興戦略2016」、「世界最先端IT国家創造宣言」、「教育再生実行会議第七次提言」、「新産業構造ビジョン」などの政府方針においても、各種イノベーションを創起するためには、情報技術の活用は必要不可欠と記されており、プログラミングや情報セキュリティ等、情報の科学的な理解に裏打ちされた情報活用能力を身につけることが重要であると考えられている。次期学習指導要領*でも高等学校で、情報I、情報II(ともに仮称)の科目でこのような資質・能力に関する教育を行おうとしている。中国や韓国などでも、情報関連科目は必修科目として位置づけられており、我が国が今後も国際競争力を維持するためにも重要な事項となっている。

今後の大学入学者選抜においては、「知識・技能」に加え、「思考力・判断力、表現力」や「主体性を持って多様な人々と協働して学ぶ態度」に関する評価も重視する必要がある、これにはCBT (Computer Based Testing)システムの利用が想定されている。コンピュータ技術と密接に関連している情報科の選抜試験では、その整合性を最大限に活用する評価手法が望まれている。

このような状況を鑑み、本調査研究では、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確立を目的とした研究開発を実施する。

* 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号）

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm

3. 業務の概要

本事業は、情報学的なアプローチから新しい大学入学選抜試験の評価手法について検討するものであり、その成果、特にCBTに関する知見は「情報科」の評価に加え、他教科の評価に対しても活用が期待できる。このため、まずはCBTシステムならびにマニュアルの整備により、「情報科」入試実施を検討する多くの大学でその成果を共有・活用できるように事業を推進する。また、「情報科」で得られるCBT活用に関する知見を体系的に纏めることにより、他教科の評価手法を検討する際の一助となるように留意するとともに、今後計画されているCBTフィージビリティ検証事業への成果展開も視野に入れる。具体的には事業に関する以下の4つの研究開発に取り組む。

(1) 「情報科」入試実施における評価手法の検討

次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行なう。

(2) 「情報科」CBTシステム化に関する研究

「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築と試行実施、大規模CBT構築への要求要件整理を行なう。

(3) 情報技術による入試の評価に関する研究

AI(Artificial Intelligence)/ビッグデータ技術による試験問題の評価(難易度、評価項目の被覆率等)、AI/ビッグデータ技術による作問検討、模擬試験結果とルーブリックによる検証、CBTの新たなユーザ・インタフェースの検討を行なう。

(4) 広報活動と動向調査研究

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なう。

4. 本年度の実施課題

4.1 本年度の課題項目

本事業に関する4つの研究開発について、平成28年度は下記の11の課題項目に関する業務を実施した。

(1) 「情報科」入試実施における評価手法の検討

1-1) 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理

これまでに実施した「情報科」模擬試験問題を対象として、次期学習指導要領の知識体系、教科情報 I,II(ともに仮称)に組み入れられる学習項目との関係を整理する。

1-2) 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討

日本学術会議の大学教育の分野別質保証委員会では、専攻分野毎に大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準を設けている。ここでは、主に理工系大学教育の各分野および情報学分野で共通的に必要となる「情報科」の内容について考慮し、入試評価項目を検討する。

1-3) 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討

課題項目 1-1),と 1-2) において、知識体系、参照基準を考慮して検討された情報科入試の評価項目について、「思考力・判断力・表現力」を評価するための手法について検討する。

例えば、情報社会に関係した問題を与え、その問題点を分析し、モデル化し、情報モラルにも注意しながら情報技術を活用した問題解決法を示すという方法を CBT で実施することにより、問題を適切に捉える「思考力」、各種アルゴリズムなど情報技術をどのように活用するかと言った「判断力」、モデル化とそのプログラム実装を通じた「表現力」などを、多面的に評価することが可能となる。次年度以降に行なうループリックによる評価との相関を分析することにより、検討内容を検証し、PDCA サイクルを機能させる。

(2) 「情報科」CBTシステム化に関する研究

2-1) 「知識・技能」+「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討

CBT の機能性を整理し、課題項目 1-3) で検討する従来からの「知識・技能」に加えて、「思考力・判断力・表現力」を評価する CBT の実施方法を探る。

2-2) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定

新たな枠組みで検討した「情報科」に関する評価方法での試験を試行実施するためのプロトタイプシステム構築を目指し仕様策定を行なう。

2-3) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築

設計仕様に基づいて「情報科」試行用 CBT プロトタイプシステムを構築する。まず、CBT の核となる CMS (Content Management System)を設計製作し、そのうえで、CBT プロトタイプシステム仕様に基づいたシステム構築をはかる。次年度には、大阪大学と東京大学で情報系入門科目を履修した大学1年生を新学習指導要領に準じた内容を履修した仮想高校生とみなして CBT プロトタイプシステムを用いた試行試験を実施し、その機能性を確認する。

(3)情報技術による入試の評価に関する研究

3-1) AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価

試験問題作成段階で、AI/ビッグデータ技術の適用可能性について探る。具体的には、問題難易度や評価項目の被覆率等のアセスメントをめざす。平成28年度は小規模な模擬試験実施結果を具体例として、ビッグデータ技術の一種であるクラスタリング等を応用し、問題の難易度や問題間の関連性を自動推定するアルゴリズムを開発する。

(4)広報活動と動向調査研究

4-1) 「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画

情報処理学会の全国大会にて「情報科」大学入学者選抜を取り扱うセッションを行なうとともに、本事業に関するシンポジウムイベントを企画し、活動を一般に広く周知するとともに意見聴取も行なう。

4-2) 高等学校や予備校などとの連携

新学習指導要領や新しい入学者選抜試験、特に「情報科」の取扱いについて、高等学校や予備校などと意見交換することにより、「情報科」入学試験の導入が円滑に行えるよう工夫する。

4-3) 産業界での情報関連スキルのニーズ調査

理工系一般学生の情報関連スキルについて、産業界でのニーズ調査を行なう。次年度以降、評価項目設定などに適切に還元することをめざす。

4-4) 国内外の動向調査

CBT について、国内外のさまざまな試験での採用状況、課題などを包括的に調査する。また、世界各国で重要視されつつある情報教育、ならびにその大学入学者選抜への適用状況も調査する。

4.2 業務実施体制

前項で述べた課題項目ごとの実施機関と業務担当責任者を表1に示す。

表1 実施期間と業務担当責任者

課題項目	実施機関	業務担当責任者
1-1) 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理	情報処理学会	松原仁(情報処理学会・教育担当理事)
1-2) 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討	東京大学	萩谷昌己(東京大学・情報理工系研究科教授)
1-3) 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討	情報処理学会	松原仁(情報処理学会・教育担当理事)
2-1) 「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討	情報処理学会	松原仁(情報処理学会・教育担当理事)
2-2) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定	情報処理学会 大阪大学	松原仁(情報処理学会・教育担当理事) 尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長)
2-3) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築	大阪大学	尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長)
3-1) AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価	大阪大学 東京大学	尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長) 萩谷昌己(東京大学・情報理工系研究科教授)
4-1) 「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画	情報処理学会 大阪大学	松原仁(情報処理学会・教育担当理事) 尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長)
4-2) 高等学校や予備校などとの連携	大阪大学	尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長)
4-3) 産業界での情報関連スキルのニーズ調査	大阪大学	尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長)
4-4) 国内外の動向調査	大阪大学 東京大学 情報処理学会	尾上孝雄(大阪大学・情報科学研究科長) 萩谷昌己(東京大学・情報理工系研究科教授) 松原仁(情報処理学会・教育担当理事)

5. 本年度の研究開発内容と成果

5.1 「情報科」入試実施における評価手法の検討

次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行なうために、本年度は次の3件の課題項目を実施した。

- 1-1) 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理
- 1-2) 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討
- 1-3) 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討

以下、課題項目ごとに研究開発内容と成果を示す。

5.1.1 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行う。

(b) 平成28年度の研究開発内容

これまでに実施した「情報科」模擬試験問題を対象として、次期学習指導要領の知識体系、教科情報I,II(ともに仮称)に組み入れられる学習項目との関係を整理する。

(c) 担当者

担当者一覧を表2に掲載する。

表2 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
公立はこだて未来大学	システム情報科学部、教授	松原 仁
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
早稲田大学	名誉教授 情報オリンピック日本委員会、理事長	笈 捷彦
慶應義塾大学	環境情報学部、准教授	植原 啓介
神戸市立科学技術高等学校	電気情報工学科、教諭	中野 由章

電気通信大学	大学院情報理工学研究科、准教授	中山 泰一
電気通信大学	大学院情報理工学研究科、教授	久野 靖
日本大学	文理学部、教授	谷 聖一

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

高等学校次期学習指導要領において教科「情報Ⅰ」と「情報Ⅱ」に組み入れられるべき学習項目を、鹿野利春教科調査官による資料②から抽出した。これらの項目を知識体系として整理するために、情報学の参照基準との対応付けを行った。この際に各項目は、情報学の参照基準における知識の体系の中の項目だけでなく、情報学に固有の能力およびジェネリックスキルの中の項目にも対応付けた。この対応付けを通して、情報Ⅰ・Ⅱの項目を知識体系として整理することができた。

以下図1～図4はその結果である。各図において、左が情報Ⅰもしくは情報Ⅱから抽出した項目であり、右は情報学の参照基準における知識の体系の中の項目もしくは情報学に固有の能力およびジェネリックスキルの中の項目である。それらの間に対応を両矢印で示している。

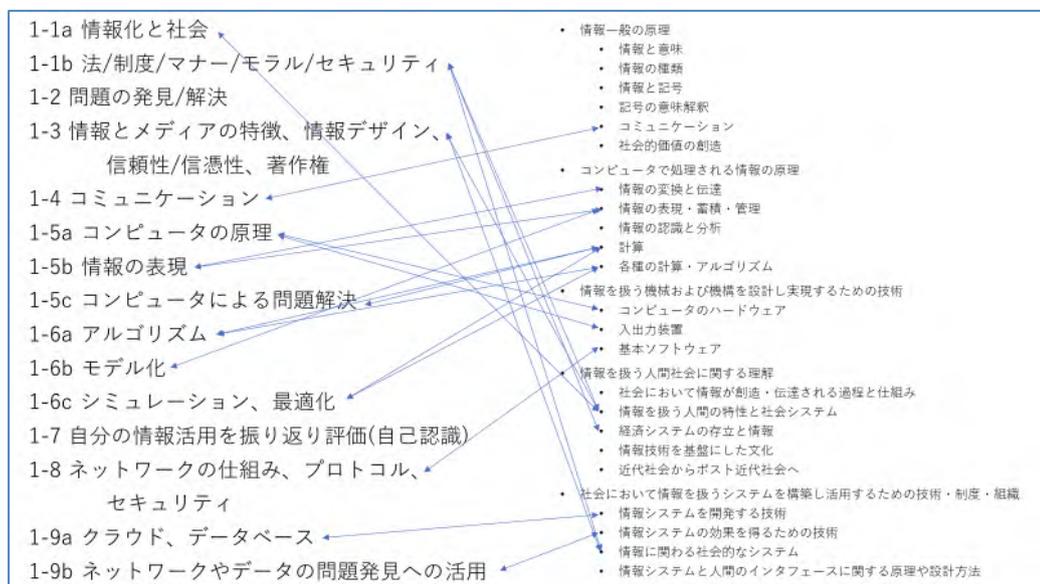


図1 情報Ⅰと知識の体系の対応

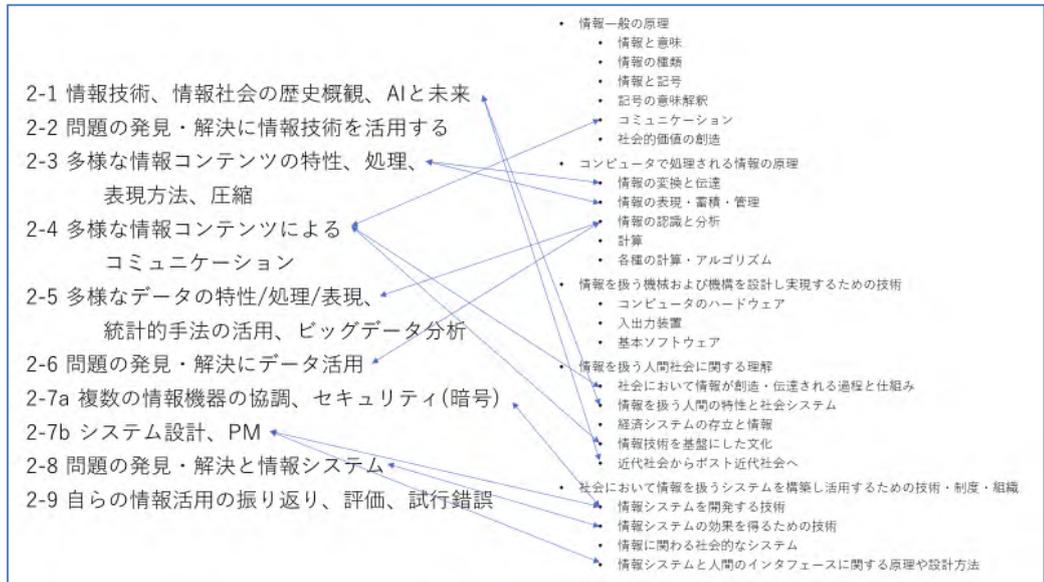


図2 情報IIと知識の体系の対応

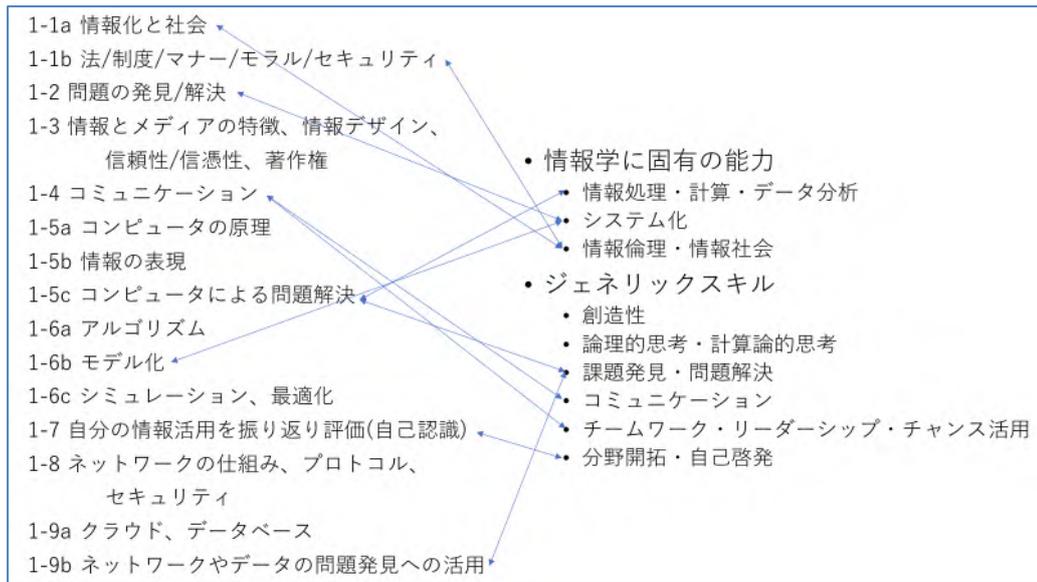


図3 情報Iと能力との対応

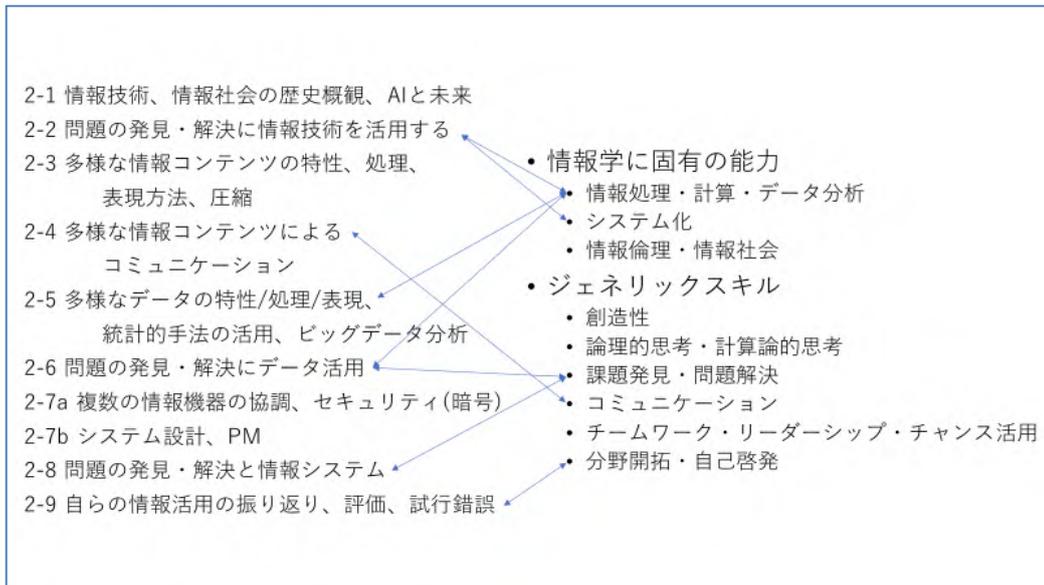


図4 情報Ⅱと能力との対応

以上の知識体系をもとに、情報処理学会の情報入試研究会 (<http://jnsg.jp/>) で作成した情報入試模擬試験の過去問題の検討を行った。各設問がどの学習項目に関するものであるか検討し、情報入試模擬試験が情報Ⅰ・Ⅱの知識体系に収まっていることを確認した。

次に、情報入試模擬試験の各設問に対して、知識・技能、思考力、判断力、表現力のどれを問う問題であるかの検討を行った。ここで、思考力、判断力、表現力は以下のように捉えることとした。

思考力：問題を適切に捉える

判断力：各種アルゴリズムなど情報技術をどのように活用するか

表現力：モデル化とそのプログラム実装

以上の方針に従い、情報入試模擬試験の過去問題 #002A、#002B、#004A、#004B、#005A、#005B に対する検討を行った。併せて、河合塾の問題分類も参照した。

以上の検討の結果により、5.1.3で述べる課題項目1-3)の情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法を定式化した。

(b) 達成状況と今後の課題

情報学の参照基準をもとに、情報Ⅰ・Ⅱの項目を知識体系として整理し、情報入試模擬試験の過去問題がその知識体系に収まっていることを確認した。また、課題項目

1-3)の評価手法を定式化するために、情報入試模擬試験の過去問題を検討し、思考力、判断力、表現力が問われていることを確認した。

この確認は情報Ⅰ、情報Ⅱの各項目が参照基準によってカバーされるかを調査したもので、参照基準の項目がすべて情報Ⅰ、情報Ⅱによってカバーされているかについては検討していない。したがって、創造性、論理的思考・計算論的思考の項目には、情報Ⅰと情報Ⅱの項目との間の対応が存在しないが、これらの項目も情報Ⅰ、情報Ⅱのしかるべき項目によってカバーされていると考えられる。特にこれらの項目は情報Ⅰ、情報Ⅱの多くの項目によって、もしくは、全体的にカバーされていると予想される。

5.1.2 理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行う。

(b) 平成28年度の研究開発内容

日本学術会議の大学教育の分野別質保証委員会では、専攻分野毎に大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準を設けている。ここでは、主に理工系大学教育の各分野および情報学分野で共通的に必要となる「情報科」の内容について考慮し、入試評価項目を検討する。

(c) 担当者

担当者一覧を表3に示す。

表3 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
東京大学	大学院情報理工学系研究科、教授	萩谷 昌己
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討を行うという目的に従い、情報学以外の分野の参照基準の精査を行った。当初

の目的では「理工系大学教育」を想定していたが、情報学の参照基準が文系と理系に広がる情報学を定義していること、情報Ⅰ・Ⅱにも情報社会に関連した項目が含まれていることに鑑み、理系だけでなく文系の分野の参照基準も精査の対象とした。(ただし、情報学と同様にメタサイエンスとして位置づけることができる数理科学と統計学については、情報学と関連する部分が大きいため、除外した。)より具体的には、各分野の参照基準において、情報Ⅰ・Ⅱの各項目が現れている箇所を網羅した。

また、各分野の学部教育で実施されている専門基礎教育も参照した。具体的には、文部科学省より情報処理学会が委託された「超スマート社会における情報教育の在り方に関する調査研究」による調査結果、および、東京大学において各学部・学科(学部後期課程)において実際に行われている情報教育を参照した。

以上の結果により、情報Ⅰ・Ⅱの各項目と各分野のマトリックスを作成した。以下の図5に作成したマトリックスを示す。黒の●は参照基準から抽出した対応、緑の●は情報処理学会「超スマート社会における情報教育の在り方に関する調査研究」の結果から推測した対応、赤の●は大学の授業など各分野の現状から類推した対応である。なお、数理科学(および統計学)については、情報学と極めて関連が深く、情報学と同様にメタサイエンスの側面を有しているため、このマトリックスからは除いてある。



図5 情報Ⅰ・Ⅱの各項目と各分野のマトリックス

(b) 達成状況と今後の課題

上記に示したマトリックスにより、学術の各分野において必要とされる情報Ⅰ・Ⅱの

項目が明らかとなった。このことは、各項目の大学教育における必要性を示唆しており、大学入試の評価項目として妥当であると結論付けることができる。

(3) 資料

① 情報Ⅰ・Ⅱの各項目と各分野のマトリックス作成のための分析資料

日本学術会議の大学教育の分野別質保証委員会が設けている専攻分野毎の大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準と、東京大学における授業科目に対し、情報Ⅰ・Ⅱに関連する箇所を調査したもの。教育学、薬学、医学の参照基準はまだ公開されていないので、空白としている。また、統計学の参照基準が個別に公開されているが、統計学は数理科学にも含まれているため、統計学の参照基準は調査対象としていない。

哲学

- 定義
 - 倫理学：20世紀の後半になると、社会構造の複雑化や技術の飛躍的な進展とともに、様々な社会事象への規範的対処を考究するために、生命倫理、環境倫理、情報倫理、ビジネス倫理・職業倫理、工学倫理等をめぐる「応用倫理学」が、探究の領域として重要になっている。
- 知識と理解
 - 現代社会における各専門領域（政治、社会、経済・ビジネス、芸術、倫理、宗教、物理科学、生命科学、医療・看護、環境、メディア・報道、教育）においてどのような原理的な諸問題が生じており、それに対してどのような議論がなされ、どのような思想や思潮が生み出されているかを、自分の生活に引きつけながら理解する。

言語・文学

- 固有の能力
 - 言語と文学に関連する文献やデータを収集し、それを批判的に吟味し、聞き手に分かるように発表(プレゼンテーション)することができる。
- ジェネリックスキル
 - 文献や画像に関わる多様な情報を収集し、それを構造的かつ体系的に加工・整理することができる。
 - 情報や議論を咀嚼し、自らの考えをまとめ、相手が理解できるよう、意見を発表(プレゼンテーション)、討論・対話をおこなうことができる。
- 学修方法
 - グローバル時代のコミュニケーションにおいては、インターネットなど情報通信技術の発展やソーシャルネットワークの世界的拡大も相俟って、書記言語が音声言語と並んで重要な役割を果たしている。それゆえ音声言語の運用能力と並んで、リテラシーの学修を重視すること。

歴史学

- 学修方法
 - 美術史：情報を正確に読み取る能力が求められる。文字資料がいわばデジタル情報であるのに対し、モノ資料はアナログ情報である。このため古文書学のようなリテラシーを想定しにくく、モノに対する緻密な観察力と鋭敏な感性を養う必要がある。また、我々の社会にとって過去の遺品（文化財）が持つ価値と、それらを次世代に引き継ぐことの大切さを理解し、その役割を担ってきた美術館、博物館、アーカイブなどの活動の社会的意義を理解することも欠かせない。

文化人類学

- 固有の能力
 - 文献、口頭伝承、映像、マルチメディア等の資料のテキストを、それが置かれた歴史的、社会的、理論的文脈に照らしながら解読し解釈できる能力。
- ジェネリックスキル
 - （口頭と書面、さらにITを用いての）他者、とりわけ異文化の他者との間のコミュニケーション能力と発表能力。
- 学修方法
 - テキスト、モノグラフ、ビデオ、標本など、図書館や古文書館、博物館や電子媒体の資料などで得られる幅広く、入手しやすい学修教材。

地域研究

- 定義
 - 地域研究を学ぶ基本は、インターネット上に公開されている情報や資料を含む文献を読み、ときには映画やドキュメンタリーなどの映像資料から発想を得、できれば現地に赴いて調査（フィールドワーク）を行うことである。
- 固有の能力
 - 当該地域の諸現象に対する自分なりの情報ソースを確保することによって、マスコミなどで取り上げられていないにもかかわらず、重要だと思われる現象に対する情報を入手し、さらに、その情報をどのように解釈するのかに関する独自の見方を獲得することができる。

心理学

- 知識と理解
 - 心の生物学的機構に関連して、近年、脳科学（認知神経科学）の目覚ましい進歩により、特定の脳の活動と心的機能の対応付けが進んでいる。
- ジェネリックスキル
 - コミュニケーション能力：自分の考えを明快に説明し、聞く人を説得するための発表技術、情報リテラシーの力を身に付けることができる。
- 学修方法
 - 基礎科目としては、方法論の体得を目的とする心理学基礎実験、統計処理・実験機器操作を実践的に修得を目標とする心理学実験、データ収集およびフィールドワーク、事例研究など質的分析を修得する心理学演習などが必要である。

社会学

- 固有の特性
 - 量的調査は、仮説設計、サンプリング、調査票作成、調査票の配布・回収、コーディングやデータクリーニングなどのデータ整理の手順を明確化しており、データ分析においては重回帰分析、分散分析、パス解析、ログリニア分析、因子分析、数量化理論、構造方程式モデルなどの方法を利用してきた
 - 現在の新しい研究法としてシミュレーションがあり、これは、コンピュータを用いて数理解析では困難な複雑性の介在するシステムについて、エージェント間の相互作用の集積プロセスを可視化できるという特徴をもつ。
- ジェネリックスキル
 - 情報リテラシーとプレゼンテーション能力：公表された調査結果などの情報を批判的に吟味し、必要な情報を的確に読み取ることができる。また、必要に応じて情報を検索し、収集すること、加工・編集を行って適切に活用することができる。このなかには、自らが調査・収集した一次資料による情報、他者が収集・編集した二次資料による情報が含まれる。

教育学

地理学

- 固有の特性
 - 今日では地理情報システム（GIS）の活用により、オープンデータや大量のデータを効率よく地図化することが可能となっている。GISの活用は今後ますます必要となる。
- 知識と理解
 - 地図学や測量学、地理情報システム(GIS)などから得られる地図や地理空間情報に関する手法
- ジェネリックスキル
 - 地域の情報を収集し、加工・整理・分析し、適切な形で発信する能力
- 学修方法
 - オープンデータなども活用した統計処理や地理情報システム(GIS)を用いた空間分析手法

法学

- 知識と理解
 - 新たな対象に対して学際的な方法により確立しつつある新領域には、法と心理学、法と経済学、環境法、ジェンダー法、立法学、サイバー法、法情報学等がある。

政治学

- 固有の特性
 - とりわけ公共政策など政策に関わる分野では、情報工学など工学的な分野との連携が進みつつある。
- ジェネリックスキル
 - 感情的な思い込みによって左右されずに統計情報を読み解くリテラシーや、メディアの報道を鵜呑みにせず、自ら検証を試みるメディア・リテラシーを身に付けるなど、いま目の前にある現実を極力客観的に見つめ、問題点を見出すための手法を、政治学はさまざまに提供する。

経済学

- 固有の能力
 - 抽象的思考・演繹的思考・帰納的思考・数量的スキル
 - 問題設定能力・全体を総合的に把握する能力
- ジェネリックスキル
 - 情報収集能力：経済学を学修することを通じて、集められた情報の中から統計的なパターンや一定の法則を発見し、その因果関係について考察する能力を獲得できる。
 - 数値データの理解・活用能力：数値データや統計分析を鵜呑みにしない能力や、正しいデータの読み取り能力が育成される。

経営学

- 定義
 - 経営情報学は、情報科学の発達に伴い、経営資源としての情報の動きとその経営内での活用を明らかにする。それは情報科学と経営学の統合・融合を意図したものである。
 - 第五に、近年の情報通信技術の進展・普及に伴って、顧客の購買に関する様々なデータが利用可能となった。これらのデータは市場における競争状態や各企業のマーケティング計画に対する顧客の反応を表している。そこで、これらのデータを多変量解析などの統計学的アプローチを用いて分析することによって、競争構造の理解やマーケティング計画の適切性を定量的に評価できるようになった。
- 学修方法
 - 経営工学や経営情報学のようにコンピュータに直接触れながら技能を身に付けたり、シミュレーションをしながら理論を身に付ける学修もある。

家政学

- 知識と理解
 - さらに、人間の生活に関わる隣接学問分野の進歩が理解できるように、人文科学、社会科学、自然科学、情報処理、技術などの基礎的な知識を持ち、それら分野の最新の知識と情報を生活に関する問題解決のための知識として正確に理解し分析できる能力を身に付け、それを実生活の上で利用することについて、その意味や方法の説明ができる。

社会福祉学

- 学修方法
 - 調査については、統計的解析技法の習得を必要とする定量的な調査方法と、フィールドワークやヒアリングなどによって得られる質的データを分析する定性的な調査方法があり、双方の方法論が習得されることが望ましい。
- 教養教育
 - 例えば、心理学、哲学、法学、政治学、社会学、経済学、保健学などをはじめコミュニケーション能力の向上をめざす諸領域や、バリアフリー社会の実現に必要な福祉工学や情報科学といった自然科学の諸領域の基礎的理解も必要である。

数理学

- 定義
 - 数学との境界分野であるが既に独立した学問分野として確立している情報科学と、数理学と密接な関係を持っていても他分野から考えた方が適切な分野は、当参照基準の対象からは除く。
- ジェネリックスキル
 - 問題を整理分析し、その本質を見極めようとする態度が身に付き、習慣や因習に隠された諸前提や、推論に含まれる問題点を見出す力が身に付く。
 - 抽象的思考に強く、物の本質をとらえようとする態度が身に付き、既存の事柄を一般化したり類推したりして、新しい局面を切り拓く能力が身に付く。
- 学修方法
 - 現在は、計算機を抜きにしては科学を語れない。数理学の分野においても、その必要性は増大している。専門科目の一つとして、計算機実習の授業を設け、プログラミングや数式処理についての基本的な技術を身に付ける機会を作ることが必要である。

数理学

- 東大・数学科
 - 計算数学I
 - TeX
 - Linux・スクリプト言語
 - コンピュータネットワーク・システム構築・運用・管理
 - 計算数理I
 - 連立方程式・非線型方程式
 - 数値積分・常微分方程式
- 東大・計数工学科
 - 数理情報工学演習第一C
 - C言語
 - 算法数理工学
 - アルゴリズムとデータ構造
 - 数値解析

物理学・天文学

- 固有の特性
 - 単純な仮説の検証にも統計的取り扱いが必要となり、大量のデータが必要になることが多い。近年は高性能コンピューターによるシミュレーションが広義の実験の役割を果たす場面が増えてきた。
 - 計算物理学：自然現象の全てをコンピューター上で再現すると同時に、プラズマ、乱流等カオスの制御や新物質・量子機能の設計を実現することを目指している。
- 知識と理解
 - コンピューターを使った実験結果の解析や現象のモデル計算ができるようになる。基本法則から適切なモデルを導き、計算を行い、自然現象、実験結果、観測結果を定量的に予測できる。
- 固有の能力
 - 適切な技術を用いたデータ解析ができる。
- ジェネリックスキル
 - 学生は、適切なプログラミング言語やパッケージ等のソフトウェアを使用できるようにする。学生は、文章の作成、情報の検索、数値計算、及びデータの解析、まとめ、そして発表等にコンピューター及びICT (Information and Communication Technology) 技術を使用する能力が身につく。

物理学・天文学

- 東大・物理学科
 - 計算機実験
 - UNIX
 - C言語
 - 科学技術作成技術
 - 数値計算アルゴリズム
- 東大・天文学科
 - 計算天文学
 - Fortran・C言語の基礎
 - 統計解析
 - 常微分方程式の数値解法

地球惑星科学

- 固有の特性
 - 60余年前の発明直後に電子コンピューターが数値天気予報に応用されて以来、地球惑星科学とコンピュータ技術は互いに影響を及ぼし合いつつ共に発展してきた。
- 固有の能力
 - 世界中のデータや情報を収集し、その内容を読み解いて必要な情報を得ることができる。
 - 観測データを利用して、解明したい目的のためにコンピュータを駆使して解析することができる。
- ジェネリックスキル
 - 計算機プログラミングやそれを用いた数値シミュレーション、多変量統計解析を行うことができる。
- 学修方法
 - 数値や画像データ解析や数値シミュレーションの重要性が増している現状を鑑みれば、コンピュータを用いた演習・実習が効果的に学修に組み込まれることが望ましい。

地球惑星科学

- 東大・地球惑星物理学科
 - 地球惑星物理学演習
 - UNIX
 - Fortran
 - 行列固有値問題
 - 時間発展方程式
 - データ統計解析
- 東大・地球惑星環境学科
 - 地球惑星環境学基礎演習II
 - Fortran
 - データ解析・統計解析・多変量解析・時系列解析

土木工学・建築学

- 知識と理解
 - 情報処理技術の基本的事項の理解：調査、計測（測量、実験）を通じたデータ収集と統計的処理に関する基礎的技術を理解すること
- 固有の能力
 - 情報技術を生かした高度交通システム等の新しい課題も生まれてきている。
- ジェネリックスキル
 - 多様な現象を理解するための情報を収集し、数理的に解析する能力

機械工学

- 知識と理解
 - 人・物質・エネルギー・情報の相互関係を理解し、機能の発現を取り扱う（設計する）学術
 - 設計された系の挙動を予測し、制御する、あるいは、系の効果を最適にする学術
- 固有の能力
 - 情報科学に関する知識を取り入れることによって新しい機械技術が生まれつつあることも大切な視点である。
 - 機械工学および機械技術に関する特定の課題や諸問題について、文献やデータを収集して吟味し、解決できる。

機械工学

- 東大・機械系
 - ソフトウェア第一
 - ソフトウェアの基礎
 - C言語
 - Python
 - 機械ソフトウェア演習
 - ソフトウェア第一の演習
 - 機械工学総合演習第二
 - C言語の復習
 - OpenCV・OpenGL
 - 並列プログラミング

電気電子工学

- 固有の特性
 - 人間生活にとって必須の『エネルギー』と『情報』とを主として取扱う「対象」とし、この対象を自在に操る「手段」として『エレクトロニクス』を中心とした学術領域を位置付けている。
- 知識と理解
 - 情報を数学的に表現する手法ならびにそれを評価する手法を説明できる。
 - システムをモデル化しその状態を把握して適切にこれを制御し、所望のシステム機能を実現する方法を説明できる。
 - 上記の各知識と理解をさらに抽象化し、統合して、より大規模なシステム機能を実現する方法を説明できる。
- 固有の能力
 - システムをモデル化しその状態を把握して適切にこれを制御し、所望のシステム機能を実現する方法を新たに案出できる。
 - 情報を数学的に表現する手法ならびにそれを評価する手法
- 学修方法
 - 実際にものを分解し、組み立て、測定し、あるいはシミュレーションを通してシステムの理解を深めることが重要である。

電気電子工学

- 東大・電気系
 - ソフトウェアI
 - C言語
 - ソフトウェアII
 - C言語続き（ポインタなど）
 - プログラミング基礎演習
 - ソフトウェアI・IIの演習
 - アルゴリズム
 - アルゴリズムとデータ構造

化学

- 東大・化学・生命系
 - コンピュータ科学
 - アルゴリズム
 - コンピュータの動作原理
 - ネットワーク
 - コンピュータ及び演習
 - Fortran
 - 連立一次方程式
 - 常微分方程式・数値積分

材料工学

- 固有の特性
 - 第三は、演繹的・実践的アプローチである。物質、材料、あるいは構造体について、理論や計算によって、客観的かつ実証的に記述や説明を試み、より確実な知識の基盤の上に材料化を展開する。
- ジェネリックスキル
 - 情報を収集し、加工・整理し、適切な形で発信できる。

材料工学

- 東大・マテリアル工学系
 - マテリアルシミュレーション
 - 表計算ソフトによるデータ処理・データサイエンスの基礎
 - Pythonによるプログラミングの基礎
 - 基礎的な数値計算手法
 - 種々の方程式の数値解法

生物学

- 固有の特性
 - 生物学は、生物を主な研究対象とする応用科学（医学、薬学、農学、林学、水産学、海洋学、畜産学、獣医学など）のみならず、環境科学、情報科学、食品科学、生命工学、バイオミメティクス、ロボット工学、都市工学、古生物学、心理学など、対象の少なくとも一部に生物やそのシステムを含む学問分野の基礎として重要である。
- 知識と理解
 - 近年大きく進展したゲノム解読技術の基礎を理解し、生物のゲノム情報から、遺伝子進化の歴史の推定や、品種改良への応用、遺伝子治療への応用などが可能になりつつあることを理解する。
- ジェネリックスキル
 - 多くの要素と関係からなるシステム一般に対して、その特性を理解して予測するためには、還元的な分析（上位階層から下位階層へ）と総合的な考察（下位階層から上位階層へ）の両方が必要であり、それらを有機的に結びつけて統合的な理解を得ることが重要なことを理解している。

農学

- 知識と理解
 - 農学の基礎となる手法である、ラボラトリー科学的手法、フィールド科学的手法、情報科学的手法に関しては、各大学の人的資源や構成分野により、それらの位置付けは異なるが、農学を学ぶものすべてが、ある程度の基礎的な知識を獲得し、基礎的な技術を修得しておく必要がある。
- 農芸化学
 - ケミカルバイオロジー、オミックス、インフォマティクス等新しい手法の修得、食による疾病やエイジングの制御、バイオレメディエーション等に関する新規な理論や技術の修得を心掛け、常に学問の最新化を意識する必要がある。

薬学

医学

- ② 鹿野利春：全国高等学校情報教育研究会第9回大会，講評・講演，
http://www.zenkojoken.jp/pdf/20160809_zenkojoken_kanagawa_kano.pdf

5.1.3 情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行なう。

(b) 平成28年度の研究開発内容

5.1.1に示した課題項目1-1)、および5.1.2の課題項目1-2)において、知識体系、参照基準を考慮して検討された情報科入試の評価項目について、「思考力・判断力・表現力」を評価するための手法について検討する。

例えば、情報社会に関係した問題を与え、その問題点を分析し、モデル化し、情報モラルにも注意しながら情報技術を活用した問題解決法を示すという方法をCBTで実施することにより、問題を適切に捉える「思考力」、各種アルゴリズムなど情報技術をどのように活用するかと言った「判断力」、モデル化とそのプログラム実装を通した「表現力」などを、多面的に評価することが可能となる。次年度以降に行なうルーブリックによる評価との相関を分析することにより、検討内容を検証し、PDCAサイクルを機能させる。

(c) 担当者

担当者一覧を表4に示す。

表 4 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
公立はこだて未来大学	システム情報科学部、教授	松原 仁
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
早稲田大学	名誉教授 情報オリンピック日本委員会、理事長	笈 捷彦
神戸市立科学技術高等学校	電気情報工学科、教諭	中野 由章
電気通信大学	大学院情報理工学研究科、准教授	中山 泰一
電気通信大学	大学院情報理工学研究科、教授	久野 靖
島根大学	総合理工学部、准教授	鈴木 貢
専修大学	ネットワーク情報学部、教授	松永 賢次
明治大学	情報コミュニケーション学部、准教授	山崎 浩二

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

思考力・判断力・表現力の評価手法の検討の提として、「思考力」「判断力」「表現力」とは何であるかについての包括的・網羅的定義は行なわないこととした。理由は、そもそもこれらのうちどれか1つだけだったとしても、その包括的・網羅的定義を定めることはそれ自体が挑戦的な課題であり、本事業の中だけで可能とは思われなからである。また、「判断」「表現」のためには当然「思考」も必要であり、これらの切り分けも簡単ではない。

そうする代わりに、今回の検討では「思考力」「判断力」「表現力」の「狭い定義」を天狗的に定め、それに基づいて問題を作成する、というアプローチを取った。

たとえば、思考力を狭くTであると定義することは、ある受験者がTを持つならば、世の中の全般的な理解として、その受験者がその特定面について言えば「思考力」を持つと異論はないであろう、というようなTを定めるわけである。なおかつ、そのTを「問題を作ることが比較的容易であるように」定めることで、具体的な作題につなげる。

本年度は「作題に適した」思考力4種(Tr、Tc、Td、Ti)と判断力(Ju)、表現力(Ex)を定義した。以下にこれらの定義とそれを計るための問題に対する目論見を示す。

(Tr) reading: (自分にとって必ずしも馴染みのない) 記述を読んで意味を理解する力
問題例: 記法の定義やその定義を参照する記述の読解ができていないことを見る問題。

(Tc) connection: (一見関連が分からないところから) 結び付きを見出す力。
問題例: 多数の事項の中から結び付きを発見できるか見る設問。

(Td) discovery: (Tcで結び付きを発見したものを含めた事項の集まりに関して) 直接に示されていない事柄を発見する力。事柄としては、次のものが考えられる。

- ・ 事項どうしの関連が持つ規則・規則性やトレードオフ。
- ・ 事項に内在する問題・法則・原理。これらは「問題発見」「仮説構築」に相当する。
- ・ 事項の特性や振舞いを説明する上で有用なモデル化や抽象化。
- ・ 事項に対する現に記述されているのとは異なる視点。
- ・ 事項が記述されている範囲(文書等) 外のものと事項との関連。
- ・ 事項の記述・表現に内在する意図。

問題例: 事項の記述を与えた上で、上記のような新たな事柄を発見できるかを見る設問。

(Ti) inference: (Tcで結び付きを発見したものやTdで発見したものを含めた) 事

項・事柄の集まりに対し推論を適用する力ー問題例：推論の正しさ判別を見たり、推論そのものを構築させる。

(Ju) judgement：（優先順位づけを含め）複数の事項(トレードオフを含む)の中から、規定した基準において上位ないし下位のものを選択する力。基準としては、次のものが考えられる。

- ・ 個数、効率、金額などの理工学的に合理的な指標。
- ・ 社会的、倫理的、道徳的な影響や重要度。
- ・ 制約条件を与えることで順位が変化するような指標(セキュリティ、安全などエンジニアリングデザイン的な指標)。

問題例：設問によって与えられた事項や、Tc の結び付きの中から、Td で発見した事柄の中から、あるいはTi の推論の道筋の中から、正しいものや重要なものを選ぶ設問。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

(Ex) Expression：（与えられた基準において有用な）表現を構築/考案/創出する力。基準としては、次のものが考えられる。

- ・ 日本語記述としての適切性(内容が過不足ない、把握しやすい提示順序、適切な接続関係の採用など)。
- ・ 図や絵(グラフや状態遷移図その他特定の図法によるもの、および一般的な模式図や絵の形のもの)・表などで事項を表現する場合の適切性。重要な事項が読み取りやすく表現されているか、アピールするかなど。
- ・ 自分や他者の問題解決に資する表現としての適切性(提示された問題の本質的な部分の選択や解決に至りやすい構造の選択など)。
- ・ プログラムなど処理手順記述としての適切性(求める結果の出力や構文規則への合致など)。
- ・ 自分と必ずしも前提が共通しない他者に理解可能な表現としての適切性(コミュニケーション内容としての適切性)。
- ・ SNS やネットなどの場における行動の適切さ(誤解を生まない、他者に迷惑を掛けない、自分や他者にとって価値がある等)。

問題例：設問によって与えられた事項や、Tc の結び付きについて、Td の発見した事柄について、あるいはTi の推論の道筋について、適切な表現を構築する設問。Tr の記法や定義(所与のものまたは自分で定める)を適切に活用した記述も含む。必要に応じて前提とする状況や制

約を付記する。

(b) 達成状況と今後の課題

思考力・判断力・表現力を包括的・網羅的に定義することを見送り、これらを限定的にとらえることにより作題に適した思考力・判断力・表現力を定義することができた。これらを前提として、「情報科」の大学入試を想定した問題作成を行い、CBTシステムを用いた試行に提供する。

以上についての詳細な検討結果を以下(P.28～P.48)に示す。

思考力・判断力・表現力の評価手法について

1 はじめに

文部科学省による「大学入学者選抜改革推進委託事業」の1つとして、大阪大学・東京大学・情報処理学会が事業「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」を受託した。この事業の中に次のものが含まれる。

(1)「情報科」入試実施における評価手法の検討 — 次期学習指導要領を加味した知識体系の整理、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情報科」入試評価項目の検討、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討、模擬試験の問題作成と実施を行なう。

本文書ではこの下線部、すなわち、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法について、検討した結果を報告している。

2 重要な前提

今回の検討に際しては重要な前提として、「思考力」「判断力」「表現力」とは何であるかについての包括的・網羅的定義は行なわないこととした。理由は、そもそもこれらのうちどれか1つだけだったとしても、その包括的・網羅的定義を定めることはそれ自体が挑戦的な課題であり、本事業の中だけで可能とは思われないからである。また、「判断」「表現」のためには当然「思考」も必要であり、これらの切り分けも簡単ではない。

そうする代わりに、今回の検討では「思考力」「判断力」「表現力」の「狭い定義」を天下りの的に定め、それに基づいて問題を作成する、というアプローチを取った。

たとえば、思考力を狭く T であると定義するとは、ある受験者が T を持つならば、世の中の全般的な理解として、その受験者がその特定面について言えば「思考力」を持つと異論はないであろう、というような T を定めるわけである。なおかつ、その T を「問題を作ることが比較的容易であるように」定めることで、具体的な作題につなげる。

この方法に対する批判はもちろん、受験者が T とは違うような「思考力」を持つ場合にそれが計れないという点にある。それに対する回答は、提案する枠組みはそのような場合に、その別の面に対応する T' 、 T'' 、… を追加し、それに対応する問題を追加することを妨げない、というものである。実際、今回も「思考力」について複数の定義を示している。

とはいっても、新たに定義を増やすことは簡単なことではないから、作題が難しくならない範囲において、できるだけ「広く(汎用的に)」、この「狭い」定義を行なうことが、肝要であるといえる。

なお、ここまでの議論はすべて「一般的な」思考力・判断力・表現力について述べており、「はじめに」で述べた「情報科の」という限定は入っていない。情報科に固有の部分は、次のように、それぞれの力の「題材」「基準」として現れるものとする。

- 思考力・判断力・表現力を計る問題の題材として、情報一般やコンピュータ・ネットワークなど情報技術に関するものを取り上げる。
- Tdに現れる「抽出される事項」として情報科学的なモデル化・抽象化の結果が含まれる。
- Juに現れる「判断の基準」として、情報倫理に関わる基準、計算量などコンピュータ科学に関わる基準が含まれる。
- Exに現れる「表現の手段ないし形式」として、プログラムや手順、状態遷移図やデータフロー図などの情報科学・情報技術に関わるものが含まれる。
- Exに現れる「表現のよしあしの基準」として、SNSやネットワーク上での行為としての適切性、コミュニケーション手段としての適切性などの基準が含まれる。

これらを以外の部分については汎用的能力となり情報科に限定されないが、このことは情報学の参照基準でも多くの汎用的能力について言及されていることと合致している。

3 思考力・判断力・表現力の便宜的定義

ここでは今回の検討の成果の1つである、前節で述べた意味での「作題に適した」思考力 (Tr、Tc、Td、Ti)、判断力 (Ju)、表現力 (Ex) の定義を、それを計るための問題に対する目論見と併せて示す。

(Tr) reading — (自分にとって必ずしも馴染みのない) 記述を読んで意味を理解する力 — 問題: 記法の定義やその定義を参照する記述の読解ができていることを見る問題。

(Tc) connection — (一見関連が分からないところから) 結び付きを見出す力。 — 問題例: 多数の事項の中から結び付きを発見できるか見る設問。

(Td) discovery — (Tcで結び付きを発見したものを含めた事項の集まりに関して) 直接に示されていない事柄を発見する力。事柄としては、次のものが考えられる。

- 事項どうしの関連を持つ規則・規則性やトレードオフ。
- 事項に内在する問題・法則・原理。これらは「問題発見」「仮説構築」に相当する。
- 事項の特性や振舞いを説明する上で有用なモデル化や抽象化。
- 事項に対する現に記述されているのとは異なる視点。
- 事項が記述されている範囲 (文書等) 外のものとの関連。
- 事項の記述・表現に内在する意図。

—問題例: 事項の記述を与えた上で、上記のような新たな事柄を発見できるかを見る設問。

(Ti) inference — (Tcで結び付きを発見したものやTdで発見したものを含めた) 事項・事柄の集まりに対し推論を適用する力—問題例: 推論の正しさ判別を見たり、推論そのものを構築させる。

(Ju) judgement — (優先順位づけを含め) 複数の事項 (トレードオフを含む) の中から、規定した基準において上位ないし下位のものを選択する力。基準としては、次のものが考えられる。

- 個数、効率、金額などの理工学的に合理的な指標。
- 社会的、倫理的、道徳的な影響や重要度。
- 制約条件を与えることで順位が変化するような指標 (セキュリティ、安全などエンジニアリングデザイン的な指標)。

—問題例: 設問によって与えられた事項や、Tcの結び付きの中から、Tdで発見した事柄の中から、あるいはTiの推論の道筋の中から、正しいものや重要なものを選ぶ設問。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

(Ex) Expression — (与えられた基準において有用な) 表現を構築/考案/創出する力。基準としては、次のものが考えられる。

- 日本語記述としての適切性 (内容が過不足ない、把握しやすい提示順序、適切な接続関係の採用など)。
- 図や絵 (グラフや状態遷移図その他特定の図法によるもの、および一般的な模式図や絵の形のもの)・表などで事項を表現する場合の適切性。重要な事項が読み取りやすく表現されているか、アピールするかなど。
- 自分や他者の問題解決に資する表現としての適切性 (提示された問題の本質的な部分の選択や解決に至りやすい構造の選択など)。
- プログラムなど処理手順記述としての適切性 (求める結果の出力や構文規則への合致など)。
- 自分と必ずしも前提が共通しない他者に理解可能な表現としての適切性 (コミュニケーション内容としての適切性)。
- SNS やネットなどの場における行動の適切さ (誤解を生まない、他者に迷惑を掛けない、自分や他者にとって価値がある等)。

— 問題例: 設問によって与えられた事項や、Tc の結び付きについて、Td の発見した事柄について、あるいは Ti の推論の道筋について、適切な表現を構築する設問。Tr の記法や定義 (所与のものまたは自分で定める) を適切に活用した記述も含む。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

4 抽象化能力との関連

4.1 抽象化とモデル化

抽象化 (abstraction) とは一般に言えば、複雑性を持つ事項に関連して不要な細部を除外し、直面している問題解決に必要な事柄のみを残す/取り出すことを指す。この場合に必要とされる力を前節の分類に従って挙げるなら、次のものになると考えられる。

- Td — もとの事項に関して、抽象化において考慮すべき要素を見出すことが必要である。
- Tc — 上記で見出された事項どうしの関連性について把握することが必要である。
- Ju — 要素のうち何を残すべきかを判断することが必要である。

ここで、残された事柄 (群) が整合性・完結性を持ち単独で利用可能なものであるときにそれを (元の事項の) モデル (model) と呼び、このプロセスをモデル化 (modeling) と呼ぶ。抽象化がモデル化である場合には、さらに次の力が必要である。

- Td(再), Ti — 残すべき要素の関連性に基づき、整合性・完結性があり利用可能な抽象化を考案する必要がある。
- Ju(再) — 複数の可能な抽象化から前項の基準に照らしてより優れたものを選択する必要がある。
- Ex — 選択した抽象化を外部化して表現する必要がある。

すべての抽象化が必ずしもモデル化とは言えない例を挙げる。たとえば「音とは媒質の振動である」という場合、抽象化は行なわれているが、「媒質の振動」という概念は単純すぎてそれ単独で利用可能とは思われないので、モデルとは呼びにくそうである。もう少し多くの要素を残して、たとえば「振動の大きさと主成分の周波数」まで加えるのであれば、モデルと呼んでもよさそうである。

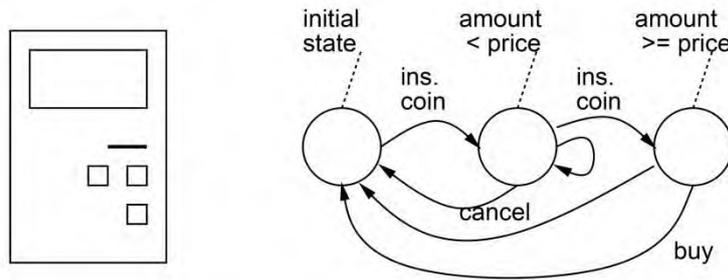


図 1: 自動販売機のモデル

4.2 モデル化の例: 自動販売機

使い尽くされた例ではあるが、自動販売機を題材としてモデル化の過程を例示する(図1)。ここでは簡単のため、(1)商品は単一で、(2)コインのみを受け付ける販売機を考える。

前節の順番に従って考える。実在の自動販売機においてはその形とか商品の表示などいろいろな要素があるが、モデル化の眼目が販売機の動作であるなら、コインの投入や(商品ボタンあるいは取消ボタンによる)返却、商品の提供などの「出入り」に着目すべきと考えよう(Td)。また、これらを選ぶ時点で残すべきものとそうでないものの選別を行なっている(Ju)。

次に、上で挙げられた事項の関連性を把握する(Tc)。コインを投入したとき、商品の金額を上回れば購入ボタンが押せるようになり、そうでなければ押せない。いずれでも、返却ボタンを押せばコインは戻り、最初と同じ状態になる。購入ボタンが押せた場合、押せば商品が提供され、必要ならお釣りも返され、やはり最初と同じ状態になる。

さらに細かい事柄もありそうであるが、現在着目している内容で動作の理解には足りそうである。ここまでで販売機の動作が抽象化できたものとする。

次にこれらをもとにモデルを作る。上で「最初と同じ状態」とあるように、さまざまなモデル化の方法のなかでも「状態」に基づくモデルが有用であろうと考え(Ju)、「最初の状態」「コインは投入したがまだ購入ボタンは押せない状態」「購入ボタンは押せる状態」の3つがあるものと考えつく(Td)。

これらに対して先にあげた動作を矢線により記入することで状態遷移のモデルとして表現できる(Ex)。この状態遷移と上でまとめた動作の整合性を調べることで、モデルの正しさを検証する(Ti)。

ここで挙げた過程はこの通りには進まないかも知れないが、モデル化の過程で現れる「考える内容」はおおむねここに挙げたものようになるものと想像される。

4.3 コンピュータサイエンスにおける抽象化

コンピュータサイエンスの分野で抽象化という言葉は、システムを構築する手段として、抽象データ型(abstract data types)を設計し実装するという意味で用いられることも多い。この場合に必要とされる事柄を図2にまとめた。

まず、抽象化において「隠される部分」と「残される部分」を切り分けた区分線を定める必要がある。この区分線のことを抽象化界面(abstraction interface)と呼ぶ。そして、抽象化界面の内側にある機能呼び出すための操作(メソッド、関数)群のことはAPI(application programming interface)と呼ばれる。

適切なAPIを設計することは良い抽象化のために不可欠であるが、そのためにはそのAPIを使う側がどのように使うか(ユースケース)を適切に定め、さらにそのユースケースに従って、使う側が抽象化界面によって隠された内部全体についてこのようなモデルに従っている、と考えれば済むような外部モデルを定めることが必要である。そして、その外部モデルに従ってシステムを利用する具体的な手段がAPIの操作群となる。

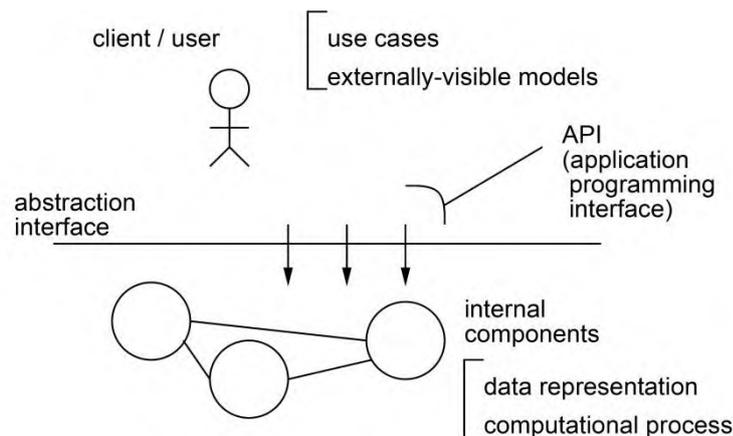


図 2: 抽象化に関する要素群

抽象化界面の内部について考えると、それ自体がある程度の複雑さを持ったシステムになっているはずであり(そうでなければ抽象化を必要としないだろう)、その内部でどのようなデータをどのように保持し、どのような計算によって API のサービスを提供するかを設計する必要がある。

ここでは 1 レベルの (1 つの抽象化界面から成る) 抽象化について述べたが、ネットワークやオペレーティングシステムなど複雑なシステムでは、このような界面が複数レベルにわたって存在する、階層構造のシステム (layered architecture) となっている。

最後に、このような抽象化されたシステムを設計・構築するのに必要な力について整理する。

- 抽象化界面の決定 — 前節の抽象化と同様 (Td, Tc, Ju)
- ユースケースの収集・策定 — Td, Tc, Ju, Ex
- 外部モデルの策定 — Td, Ti, Ex
- API の設計 — Td, Ex
- 内部実現の設計 — Tc, Td, Ti, Ex

5 中央教育審議会の整理との関連

5.1 本節の位置づけ

「重要な前提」で述べているように、本事業では思考力・判断力・表現力を天下一的に定義して構わないという立場ではあるが、そこでの定義が中央教育審議会等で議論されている内容と相反しないことは最低線として確認する必要がある。

ここで問題なのは、中央教育審議会でも思考力・判断力・表現力について包括的な定義はなされておらず、特定の場面を前提として「このようなもの」という説明がなされた文書が大半だという点である。

検討した結果、ここでは次の 4 つの資料の記載内容を対象として上記の確認を行なうこととした。

- 中央教育審議会 教育課程部会, 次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ (第 2 部) (情報, 主として専門学科において解説される各教科・科目、道徳教育), 2016.8.26. [1], p6 別添 14-1 「情報科において育成を目指す資質・能力の整理」
- 中央教育審議会 総則・評価特別部会 (第 4 回) 配布資料 資料 2-1 情報に関する資質・能力について, 2016.1.18. [5], p5 「資質・能力の三つの柱から整理した、高等学校卒業までに全ての生徒に育むべき情報に関わる資質・能力のイメージ (案)」

- 文部科学省高大接続システム改革会議（第1回）資料6, 2015.3.5 [6], p2「新テストで評価すべき能力等（特に思考力・判断力・表現力等）のイメージについて（たたき台の一例）(1)」
- 文部科学省高大接続システム改革会議（第4回）資料1 高大接続システム改革会議（中間まとめ）(素案), 2015.7.13[7]. p23「問題発見・解決のプロセスとプロセスの中で働く思考・判断・表現等のうち、特に重視すべきものの例」

これらのうち前2つは、現在行なわれている学習指導要領改訂のための中央教育審議会の資料で情報科において育成すべき資質・能力として思考・判断・表現に言及していることから取り上げている。

後2つは、中央教育審議会に先行して検討をおこなった高大接続システム改革会議の資料で、[6]については「思考力・判断力・表現力」についてそれ以前の文書から整理しまとめたもの、[7]は問題解決プロセスの各段階でのさまざまな思考・判断・表現についてまとめたものであることから取り上げている。この2つの資料は図3として掲載した。

これらの資料では後のものほど、「問題の発見・解決」「価値の創造」「考えの形成」「情報手段の活用」「分析」「評価」「洞察 仮説」「検証」「判断」などの一般的な用語が多く出現する。これらが重要なものとして挙げられることに異論はないが、これら一般的な用語をもとに「分析力を見る」「洞察力を見る」などの指針を構築しても、既にある問題の分類には役立つとしても新たな問題を構築する具体的な指針としては役立てにくいと考える。このことから、このような一般的な概念を表す箇所については「一般的概念」とだけ記し、検討しない。

5.2 情報科において育成を目指す資質・能力の整理

この資料は、本文書執筆時点で次期学習指導要領における情報科の内容・方針について記された最も新しい資料に含まれる別添資料であり、「思考力・判断力・表現力等」について情報科では次のものの育成を目指すとしている（付番は本文書）。

- (1) 様々な事象を情報とその結び付きの視点から捉える力
- (2) 問題の発見・解決に向けて情報技術を適切にかつ効果的に活用する力
 - (2-1) 必要な情報の収集・判断・表現・処理・創造に情報技術を活用する力
 - (2-2) プログラミングやシミュレーションを効果的に実行する力
 - (2-3) 情報技術を用いたコミュニケーションを適切に実行する力
- (3) 複数の情報を結び付けて新たな意味を見いだす力

これらのうち(1)については、まず事象の中から情報の部分を抽出する点、そして次に情報の結び付きを捉える点のいずれも、(Tc)「結び付きを見出す」がカバーしていると考ええる。

次に(2)については、(Ju)「事項の中から規定した基準に基づき選択」(Ex)「規定した基準において有用な表現の構築」の両方があてはまる。具体的には、(2-1)については、問題の発見や解決に有用という基準で事項を選択し(Ju)、また同じ基準で表現を創出する(Ex)。(2-2)については、適切なプログラムやシミュレーションを創出することから、(Td)「事柄の発見」に相当する。(2-3)については、他者に理解可能な表現を創出することから(Ex)に相当する。

最後に(3)については、新たな意味という基準に照らして事項(情報)を結び付けるという点で、(Tc)に相当する。

これらを総合すると、当該文書に記された「思考力・判断力・表現力等」は3節の定義に包含されていると考ええる。

5.3 高等学校卒業までに育むべき情報に関わる資質・能力

この資料は前記資料[1]にも参照されているもので、小学校から高校までを通した「3つの柱」(知識・技能、思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等)の育成目標を表の形で整理して記載している。

この文書ではまず、思考力・判断力・表現力等について「知っていること・できることをどう使うか」という説明が付されているが、これは極めて広い範囲を示す表現であり、本文書での定義内容も明らかにすべて含まれている。

次に、その内容について次のように記されている（付番は本文書）。

- (1) 情報を活用して問題を発見・解決し新たな価値を創造したり、自らの考えの形成や人間関係の形成等を行なったりする能力。
 - (1-1) 目的に応じて必要な情報を収集・選択したり、複数の情報を基に判断したりする能力。
 - (1-2) 情報を活用して問題を発見し、解法を比較・選択し、他者とも協働したりしながら解決のための計画を立てて実行し、結果に基づき新たな問題を発見する等の能力。
 - (1-3) 相手や状況に応じて情報を的確に発信したり、発信者の意図を理解したり、考えを伝え合い発展させたりする能力。

- (2) 問題の発見・解決や考えの形成等の過程において情報手段を活用する能力など。

(1) および(2)は前述の一般的概念に相当することから、検討しない。(1-1)～(1-3)については、より具体的であるので以下で検討する。

(1-1)については、必要な情報を選別するという点、また複数の情報を基にするという点はいずれも(Tc)に含まれると考える。その後の「…判断したりする能力」は、判断力の定義に判断力と書かれているのでとまどいがあるが、これをたとえば「推論を適用」のように読み替えられると解釈するならば、(Ti)に含まれることになる。

(1-2)については、「問題を発見」が2回出て来るが、これは記述に明記されていない事柄の発見と考えれば(Td)に含まれる。「解法を比較・選択」については、有効性などの基準に基づき選択するので(Ju)に含まれる。「計画を立てる」については、有効な手順を見出す部分は(Td)に、またそれを整理し表現する部分は(Ex)に含まれる。

(1-3)については、相手との適切なコミュニケーションを求めているという点で、(Ex)に含まれると考える。

これらを総合すると、当該文書に記された「思考力・判断力・表現力」は広い概念としての内容とより具体的な内容に2分され、前者は第3節の定義を包含し、後者は第3節の定義に包含されると考える。

5.4 「思考力・判断力・表現力等」についての整理のイメージ

5.4.1 「整理のイメージ」の由来

この資料は高大接続システム改革会議の第1回配布資料に含まれているので、その開催時点(2015.3.5)までに既存の資料を取りまとめて作られたことになる。この資料は1ページだけだが、思考力・判断力・表現力に関する多くの情報が盛り込まれている(図3上)。

具体的には、国立教育政策研究所による「論理的に思考する過程での活動」、文部科学省による「主として活用に関する問題の基本理念」、OECD PISA調査の「読解力・数学的リテラシー・科学的リテラシー」「問題解決プロセスの側面」の4つのグループに分けて、思考力・判断力・表現力の要素となる側面を挙げている。本来であればそれぞれの元となった資料を再度当たるべきであるが、膨大な量となることが予想されるため、ここではこのまとめを元に検討する。

5.4.2 特定の課題に関する調査(論理的な思考)

この部分では「論理的に思考する過程での活動」と題して、6つの行為が挙げられている。またそれら全体に対する注記として「上記(1)～(6)それぞれの活動において、思考の過程や結論を適切に表現することを評価する問題も合わせて出題」と記されている。この注記部分についていえば、それ

「思考力・判断力・表現力等」についての整理のイメージ

I. 特定の課題に関する調査（論理的な思考） 【国立教育政策研究所】	II. 全国学力・学習状況調査 【文部科学省】	III. PISA調査（3分野）【OECD】	IV. PISA調査（問題解決能力調査）【OECD】
<p>＜論理的に思考する過程での活動＞</p> <p>①規則、定義、条件等を理解し適用する 資料から読み取ることができる規則や定義等を理解し、それを具体的に適用する</p> <p>②必要な情報を抽出し、分析する 多くの資料や条件から推論に必要な情報を抽出し、それに基づいて分析する</p> <p>③趣旨や主張を把握し、評価する 資料は、全体としてどのような内容を述べているかを適確にとらえ、それについて評価する</p> <p>④事象の関係性について洞察する 資料に提示されている事象が、論理的にどのような関係にあるのかを見極める</p> <p>⑤仮説を立て、検証する 前提となる資料から仮説を立て、他の資料などを用いて仮説を検証する</p> <p>⑥議論や論証の構造を判断する 議論や論争の論点・争点について、前提となる暗黙の了解や根拠、また、推論の構造などを明らかにするとともに、その適否を判断する</p> <p>※上記①～⑥のそれぞれの活動において、思考の過程や結論を適切に表現することを評価する問題も併せて出題</p>	<p>【主として「活用」に関する問題の基本理念】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力 ・様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力など <p>○国語では、実生活の具体的な場面や生徒が授業などで実際に行っている言語活動を想定</p> <p>○数学では、次のような数学的なプロセスを整理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日常的な事象等を数学化すること ・情報を活用すること ・数学的に解釈することや表現すること ・問題解決のための構想を立て実践すること ・結果を評価し改善すること ・他の事象との関係を捉えること ・複数の事象を統合すること ・事象を多面的に見ること 	<p>【読解力】＜読む行為の側面＞</p> <p>①情報へのアクセス・取り出し 情報を見つけ出し、選び出し、集める</p> <p>②テキストの統合・解釈 テキストの中の異なる部分の関係を理解し、推論によりテキストの意味を理解する</p> <p>③テキストの熟考・評価 テキストと自らの知識や経験を関連付けたり、テキストの情報と外部からの知識を関連付けたりしながら、テキストについて判断する</p> <p>【数学的リテラシー】 ＜数学的プロセスの側面＞</p> <p>①定式化 数学を応用し、使う機会を特定することを含めて、提示された問題や課題を数学によって理解し、解決することができること</p> <p>②適用 数学的に推論し、数学的概念・手順・事実・ツールを使って数学的に問題を解決すること</p> <p>③解釈 数学的な解答や結果を検討し、問題の文脈の中でそれらを解釈すること</p> <p>【科学的リテラシー】 ＜科学的能力の側面＞</p> <p>①科学的な疑問を認識する能力 与えられた状況において科学的に調査できるような疑問を認識すること</p> <p>②現象を科学的に説明する能力 現象を科学的に記述し、解釈し、変化を予測すること</p> <p>③科学的な証拠を用いる能力 科学的証拠を解釈し、結論を導き、伝達すること、結論の背景にある仮定や証拠、推論を特定すること</p>	<p>＜問題解決のプロセスの側面＞</p> <p>①探究・理解 問題状況を観察し、情報を探究して、制約又は障害を見つけ出す。与えられた情報及び問題状況を通じて、見つけ出した情報を理解していることが示される</p> <p>②表現・定式化 問題状況の各側面を表現するために、表やグラフ、記号、言語を用いる。関連要素とその相互関係に関する仮説を立てる</p> <p>③計画・実行 最終的な目標及びそれに向けての小さな目標を設定し、問題を解決するための計画又は方法を決定して、それに従い実行する</p> <p>④観察・熟考 問題解決へと至るそれぞれの段階・過程を観察する。途中経過を確認し、想定していない出来事や遭遇した場合、必要な処置を行う。解決に至る方法を様々な観点から熟考し、想定外別の解決策を批判的に評価し、追加情報や明確化の必要性を認識し、進捗状況を適切な方法で報告する</p>

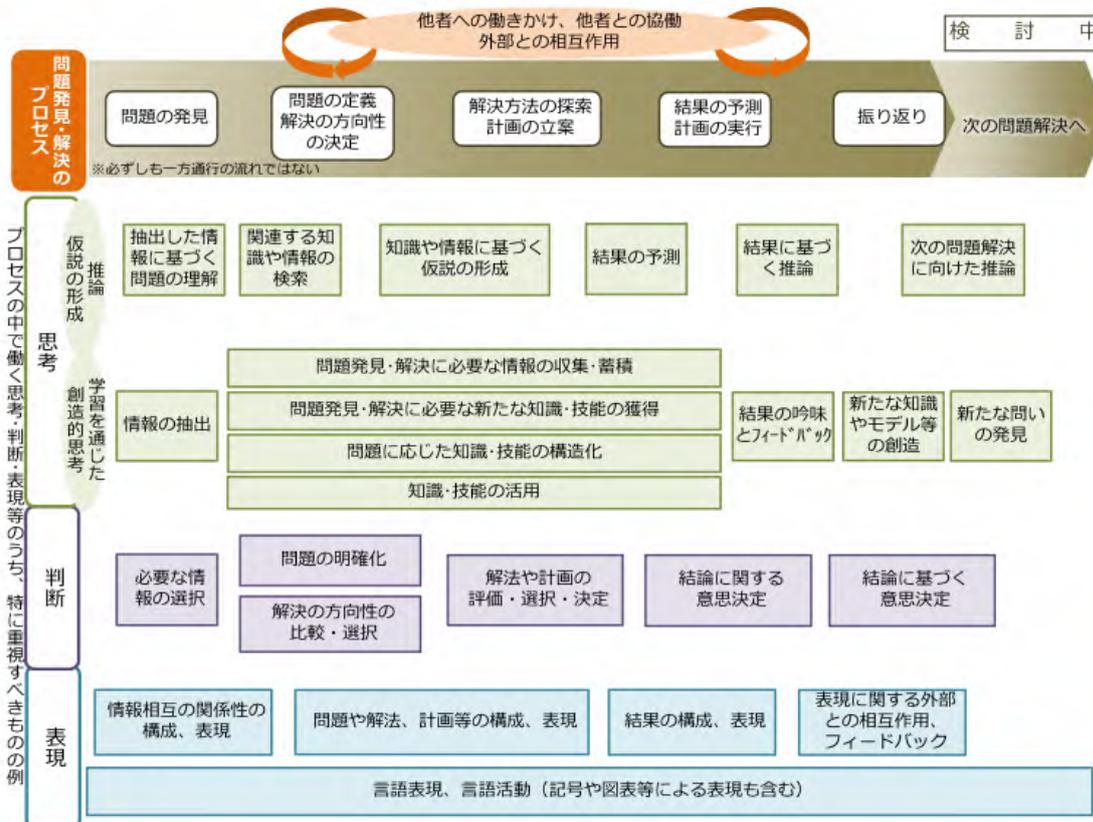


図 3: 「思考力・判断力・表現力等」についての整理のイメージ

それぞれの基準の上での適切な表現を見るという点から、(Ex)でカバーされる。6つの行為については以下の通りである。

- (1) 規則、定義、条件等を理解し適用する — 記述を読んで意味を理解するという点から、(Tr)でカバーされる。
- (2) 必要な情報を抽出し、分析する — 情報の抽出については、結び付きを見出すという点から、(Tc)に含まれる。分析については一般的概念と考える。
- (3) 趣旨や主張を把握し、評価する — 前半は記述を読解するという点から、(Tr)に含まれる。ただし、意図の発見という点は、(Td)に含まれる。評価という語は一般的概念と考える。
- (4) 事象の関係性について洞察する — 関係を見出すという点から、(Tc)に含まれる。ただし、関係性が規則性のようなものであれば、(Td)に含まれる。洞察という語は一般的概念と考える。
- (5) 仮説を立て、検証する — 仮説も検証も一般的概念であると考ええる。
- (6) 議論や論証の構造を判断する — 構造を理解する、見出すという点では、記述理解の(Tr)、関連性の理解の(Tc)、規則の発見(Td)に含まれる。判断という語は一般的概念と考える。

全体として、ここでは多くの一般的概念が挙げられているが、それを除外した具体性のある内容については、いずれも本文書の思考力・判断力・表現力の定義でカバーされていると考える。

5.4.3 全国学力・学習状況調査

この部分では、主として「活用」に関する問題の基本理念(この「活用」は知識や理解を前提としてそれを「活用」という意味で思考・判断・表現の部分に相当すると考えられる)として、次のものを挙げている。

- 知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力
- 様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力など
 - 国語では、実生活や授業などでの言語活動を想定
 - 数学では、次のような数学的なプロセスを整理(事象の数学化、情報活用、数学的な解釈や表現、問題解決の構想・実践、結果の評価・改善、他の事象との関係、複数事象の統合、事象を多面的に見る)

これらのうち、上位の項目はいずれも一般的概念である。その後の国語と数学について言及されている部分であるが、国語については言語活動全般を言及しているので、一般的概念ではないが、範囲が広く作題につなげる指針とはなりにくい。数学の中で「他の事象との関係」「複数事象の統合」については、事項の関係を捉える(Tc)に含まれると考える。「事象を多面的に見る」については(Td)に含まれる。

5.4.4 PISA 調査(3分野)

この部分では、PISA 調査で見られている「読解力」「数学的リテラシー」「科学的リテラシー」についてそれぞれ具体的内容を整理している。まず「読解力」については次の通り。

- (1) 情報へのアクセス・取り出し — 情報を見つけ出し、選び出し、集める
- (2) テキストの統合・解釈 — テキストの中の異なる部分の関係を理解し、推論によりテキストの意味を理解する
- (3) テキストの熟考・評価 — テキストと自らの知識や評価を関連付けたり、テキストの情報と外部からの情報を関連付けたりしながら、テキストについて判断する

情報を見つけ出すこと、関連を理解することは、関連の発見 (Tc)、規則の発見 (Td) に含まれる。推論については (Ti) に含まれる。意味の理解は (Tr) に含まれる。関連づけについて、「自らの知識や評価」「外部からの情報」など「異質なもの間の関連づけ」に言及しているが、これはいずれも (Td) に含まれる。

次に、「数学的リテラシー」については次の通り。

- (1) 定式化 — 提示された問題や課題を数学によって理解し解決できる
- (2) 適用 — 数学的に推論し、数学的概念・手順・事実・ツールを使って数学的に問題を解決
- (3) 解釈 — 数学的な解答や結果を検討し、問題の文脈の中でそれらを解釈

これらはいずれも数学の文脈ということになるが、(1) は問題や課題の読解の点は (Tr)、そこから重要な要素や関連を見出すことは (Tc)、数学的な定式という外部のものとの関連づけは (Td) に含まれると考える。また (2) の推論については (Ti) に含まれると考える。(3) の数学的な解答と問題の文脈の関連づけは元の文脈における対応物の同定という点では (Td)、それを表現するという点では (Ex) に含まれると考える。

最後に、「科学的リテラシー」については次の通り。

- (1) 科学的な疑問を認識する能力 — 与えられた状況において科学的に調査できるような疑問を認識
- (2) 現象を科学的に説明する能力 — 現象を科学的に記述し、解釈し、変化を予測する
- (3) 科学的な証拠を用いる能力 — 科学的証拠を解釈し、結論を導き、伝達する。結論の背景にある仮定・証拠・推論を特定する

これらはいずれも科学の文脈ということになるが、(1) の疑問の認識は「与えられた状況」と外部にある「科学的な定式化」の対応づけという関連づけであるため (Td) に含まれる。(2) の科学的に記述も上記と同じく、異質なもの間の関連づけであるため (Td) と言える。変化を予測については推論の適用 (Ti) に相当する。(3) については、解釈については推論の適用 (Ti)、伝達については表現の構築 (Ex)、仮定・証拠・推論の特定についてはそれらを発見することから (Td) に相当すると考える。またその一部ではより合理的なものを選択するという点で (Ju) に含まれる部分があると考えられる。

5.4.5 PISA 調査 (問題解決能力調査)

この部分は「問題解決のプロセスの側面」と記されており、PISA 調査のうち問題解決の側面について項目を挙げている。その内容は次の通り。

- (1) 探究・理解 — 問題状況を観察し、情報を探究して、制約または障壁を見つける
- (2) 表現・定式化 — 問題状況の各側面を理解するために、表やグラフ、記号、言語を用いる。関連要素とその相互関係に関する仮説を立てる
- (3) 計画・実行 — 最終目標および部分目標を設定し、問題解決の計画または方法を定め、実行する
- (4) 観察・熟考 — 問題解決の各段階を観察する。想定外の事象に対処する。解決に至る方法を様々な観点から熟考し、想定や別解法を批判的に評価し、追加情報や明確化の必要性を認識し、進捗状況を適切な方法で報告する。

(1) については、事項の中から制約として働くものを見つけるという点で、(Td) の発見に対応する。(2) については、前半が (Ex) の表現の構築に相当し、後半は関連を見出す部分が (Tc)、仮説の発見が (Td) に相当する。(3) および (4) については、一般的事項または問題解決行動という特定のスキルに当たると考える。ただし (4) の中でも、複数の解法を比較選択する部分は (Ju) の判断に相当し、また適切な方法で報告については表現の (Ex) に相当すると考える。

5.4.6 問題発見・解説プロセスと思考・判断・表現

資料 [7](図 3 下) は前記の通り、問題解決プロセスの各段階で求められる思考・判断・表現を列挙している。思考についてはさらに「推論・仮説の形成」と「学習を通じた創造的思考」に分けている。以下ではこれらの分類ごとに挙げられている項目について検討する。問題解決プロセスのどこの部分かについては、本稿では重要な区分ではないので、とくに分けて考えないこととした。

「思考: 推論・仮説の形成」についての事項は次の通り。

1. 抽出した情報に基づく問題の理解
2. 関連する知識や情報の検索
3. 知識や情報に基づく仮説の形成
4. 結果の予測
5. 結果に基づく推論
6. 次の問題解決に向けた推論

これらのうち、1 の問題の理解については (Tc) の事項の関連抽出、3 の仮説形成は (Td)5 と 6 の推論については (Ti) の推論に含まれると考える。他の部分は一般的事項と考える。

「思考: 学習を通じた創造的思考」についての事項は次の通り。

1. 情報の抽出
2. 問題発見・解決に必要な情報の収集・蓄積
3. 問題発見・解決に必要な新たな知識・技能の獲得
4. 問題に応じた知識・技能の構造化
5. 知識・技能の活用
6. 結果の吟味とフィードバック
7. 新たな知識やモデル等の創造
8. 新たな問いの発見

これらのうち、7 のモデルの構築は (Td)、それ以外はいずれも一般的事項に相当すると考える。

「判断」についての事項は次の通り。

1. 必要な情報の選択
2. 問題の明確化
3. 解決の方向性の比較・選択
4. 解法や計画の評価・選択・決定
5. 結論に関する意思決定
6. 結論に基づく意思決定

これらは 2 を除いては「複数のものから適切なものを選択する」という点で (Ju) でカバーされると考える。ただし 5 や 6 の意思決定は一般的事項とした方が適切かもしれない。

「表現」についての事項は次の通り。

1. 情報相互の関係性の構成、表現
2. 問題や解法、計画等の構成、表現

3. 結果の構成、表現
4. 表現に関する外部との相互作用、フィードバック
5. 言語表現、言語活動(記号や図表等による表現も含む)

これらはいずれも表現を構築することがらであり、(Ex) でカバーされると考える。

6 How to Solve It のメタ戦略

6.1 How to Solve It の位置付けと本節の趣旨

“How to Solve It”(邦訳題名は「いかにして問題をとくか」)は Gorge Polya による古典的な名著であり [4]、主に数学の問題を題材に、問題を解くにはどのような方法を取るべきかを指南している。また近年、他の著者による、この本の内容をより平易に解説した和書 [3] も刊行されており、これらの内容は問題解決の分野における定番であるといえる。

問題を解くという活動は、思考・判断・表現いずれとも関係が深いことは言うまでもない。そこでここでは、これらの著書の見返しに整理されている問題を解くための一般戦略と、本文書で提案する思考・判断・表現の内容を比較し、これらにある程度の共通性があり、同書の戦略の多くは本文書で分類した思考・判断・表現のいずれかに相当することを確認した。以下に戦略の再掲と対応する本文書での分類を示す。戦略の分類は同書に掲載されたものを踏襲している。なお、本節の内容については東京大学の萩谷昌己氏に多くを依っている。

6.2 問題を理解すること

- 未知のものは何か。与えられているもの(データ)は何か。条件は何か。Tr
- 条件を満足させうるか。条件は未知のものを定めるのに十分であるか。又は不十分であるか。又は余剰であるか。又は矛盾しているか。Ti(特に矛盾の検出)
- 図をかけ。適当な記号を導入せよ。Ex
- 条件の各部を分離せよ。Tc / それをかき表すことかできるか。Ex
- 問題がなんであるのか(問題の定義)、何か原因になっているのか(原因の特定)を分析する。そこで考えられる原因はすべて列挙する。Tc

6.3 計画をたてること

- データと未知のものとの関連をみつけなければならぬ。Tc
- 色々な項目がお互いにどんなに関連しているか、又わからないことがわかっていることとどのようにむすびついているかを知る。Tc
- 関連がすくにはわからなければ補助問題を考えなければならない。Td
- 前にそれをみたことがないか、又は同じ問題を少しがかった形てみたことがあるか。似た問題を知っているか。役に立つ定理を知っているか。未知のものをよくみよ!そうして未知のものが同しか又はよく似ている、みなれた問題を思い起こせ。Tc
- 似た問題で既にといたことのある問題がここにある。それを使うことができないか。その結果をつかうことができないか。その方法を使うことができないか。Tc / それを利用するためには、何か補助要素を導入すべきではないか。Td
- 問題をいいかえることができるか。それを違ったいい方をすることができないか。Ex / 定義にかえれ。

- もし与えられた問題がとけなかったならば、何かこれと関連した問題をとこうとせよ。もっとやさしくてこれと似た問題は考えられないか。Tc / もっと一般的な問題は? もっと特殊な問題は? 問題の一部分をとくことができるか。Ti / 条件の一部をのこし、他をすてよ。ju / そうすればどの程度まで未知のものが定まり、どの範囲で変わりうるか。データを役立たせうるか。未知のものを定めるのに適当な他のデータを考えることができるか。Td / 未知のもの若しくはデータ、あるいは必要ならば、その両方にかえることができるか。Ti / そうして新しい未知のもの、新しいデータとか、もっと互いに近くなるようにできないか。Td
- データをすべてをつかったか。条件のすべてをつかったか。問題に含まれる概念はすべて考慮したか。Ju
- 問題の原因について、それぞれ「可能性のある解決策を列挙」して、Td / 「ベストの解決を選択する」作業を行う。解決方法には、一時的解決と永久的解決があることに留意する。Ju

6.4 計画を実行すること

- 解答の計画を実行するとき、各段階を検討せよ。その段階が正しいことをはっきりとみとめられるか。Ti
- 計画を着実に実行に移す。「勤勉は成功の母」、「思う念力岩をも通す」という諺を信じて、弱気にならずに努力する。

6.5 ふり返ってみること

- 結果をためすことができるか。議論をためすことができるか。Ti
- 結果をちがった仕方で見直さることができるか。それを一目のうちにとらえることができるか。Ti
- 他の問題にその結果や方法を応用することができるか。Tc
- 解決策を実行後、問題が解決したかどうかの評価を行う。未解決の部分が残った場合、原因の特定が正しかったのか、解決策に不備がなかったのか、などを見直す。そして再び第2のステップに戻り、別の解決策を考え、実行し(第3のステップ)、その後また評価し(第4のステップ)、問題が解決するまでそれを続ける。

7 APCSP Computational Thinking Practices(CTP)

米国では高校でより進んだ内容を学ぶ AP(advanced placement) が制度化されており、高等教育に進む多くの高校生がこれを取っている。APには多くのプログラムが含まれるが、その中でも2016年から開始された“AP Computer Science Principles”([2]、以下 APCSP)は情報教育の設計ならびに評価という観点から興味深い。

このコースでは生徒が計算的思考(computational thinking)のスキルを身につけ、それを進路のさまざまな方面で活かせるようになることをめざしている。APCSPでは計算的思考のスキルを computational thinking practices (CTP) と呼ぶ複数の項目に分類し、カリキュラムにおける個々の学習目標との関連を示している。

CTPの内容そのものは汎用的なスキルであり、本文書で検討している思考力・判断力・表現力とも多く関連している。このため、CTPと本文書で提唱している各項目との対応づけを検討することを通じて、本文書の各項目が適切であるか確認をおこなった。以下のP1~P6の記号はAPCSPの文書で付したものである。

- P1: Connecting Computing — コンピューティングにおけるさまざまな概念と現実の結び付きを分かり、またそのことを説明できる。Tc Td Ex
- P2: Creating Computation Artifacts — コンピューティングではDTM、アニメーション、Webサイト、プログラムなど多くのものを作り出す。その際に適切な方法を選択したりアルゴリズムを用いたりする。Td Ju Ex
- P3: Abstracting — 計算的思考では多段階の抽象化を使いこなす必要がある。それを表現したり記述し、またモデルを作ることもある。Tc Td Ex
- P4: Analyzing Problems and Artifacts — コンピューティングで成果物を作り出すにあたって、その方法論や戦略を分かって使いこなす必要があり、それらを多様なクリテリアに照らして分析・評価できる必要がある。Ti Ju
- P5: Communicating — 計算や情報技術について、また自分の作り出したものについて説明したりコミュニケーションを取る必要がある。Tr Ex
- P6: Collaborating — コラボレーションによってより多くのことや新しいことができるようになる。そのために協調活動のさまざまな側面を身につける必要がある。Tr Ex

8 作題手法の案

8.1 本節の位置づけ

ここでは3節に示したそれぞれの力について、それを見るための問題を作る具体的方法の例を収集する。この部分はとくに、今後の具体的な作題によって見直し、追加、変更が見込まれる。

8.2 [Tr-a] 用語や記法の定義と参照

一般に既知でないような用語や記法を定義し、その用語や記法を用いた記述が読解できることではじめて題意が分かるような設問。純粋にこの項目だけであれば、読解できることで直ちに分かるような設問となるが、通常は読解した結果がTc、Ti等他の力を要求する設問となると思われる。

設問例: アルファベットA～Zと演算◇および△が混ざって並んだ列を考える。列sに対し、s◇はsを2回繰り返すこと、s△はsを左右反転することを意味する。sは空でもよい。演算は左から解釈する。

例: $AB◇△ \rightarrow ABAB△ \rightarrow BABA$

以下の選択肢のうち互いに同じ結果となるものをすべて挙げよ。

- ア BABA◇
- イ ◇A◇◇
- ウ ABBA△
- エ AB△◇
- オ AAAAA△
- カ B△A△◇

(注記) 演算範囲を () で限定できる方が面白いかも

8.3 [Tc-a] 事項の並びに基づく思考問題

多数の事項を項目として並べる。その並べた事項の中から「○○であるような組(2つ組、3つ組、任意の集合など)を選べ」という設問。ただし設問の条件は各項目と個別に照合可能なものであってはならない。

項目例: 1 2 5 8 11 13 14 (順序はランダム化した方がよい)
よい設問例: 「2つの数の対で、差が2であるものを挙げよ」
わるい設問例: 「偶数をすべて挙げよ」

付記: 設問の条件として、項目中に存在しない要素を想起しなければ解答できないようにすることで難易度を高められる。

例: 上記で「ある数 x が存在し、 x と 1 番目の数の差と x と 2 番目の数の差を足したものが x と 3 番目の数の差に等しいような 3 つの数を挙げよ」

8.4 [Tc-b] 長文による事項提示に基づく思考問題

任意の事項について記された長文を示す。その文章の中から「○○であるような組(2-tuple, 3-tuple, set など)を選べ」という設問。ただし設問の条件は各要素と個別に照合可能なものであってはならない。

文例: 「正人は起きて、寒くはなかったが、シャツを着た。春子が来る予定だったので。次に空腹だと思い、パンを食べた。ジャムは塗らなかった。嫌いだったので。」
よい設問例: 「正人の動作とその理由の組を挙げよ。」
悪い設問例: 「出て来るもののうち、食物を挙げよ。」

付記: 設問の条件として、文章中に現れない事項を想起しなければ解答できないようにすることで難易度を高められる。

8.5 [Ti-a] 事項の並びによる思考問題 2

多数の事項を項目として並べる。その中から適切な部分集合を選ぶことで解答が得られる事項を問う。(または矛盾が生じる最小の集合を指摘する。)

項目例: $x == 1, y == x + 3, z == x + 4, t = 2 * z$
設問例: z の値を述べよ
設問例: t の値が定まらないことを述べる文章を作るとき必要な項目は?

8.6 [Ti-b] 長文による事項提示による思考問題 2

任意の事項について記された長文を示す。その文章の中かから「○○である(でない)」が示される記述の列を示す。(または矛盾の存在を指摘する。)

8.7 [Ju-a] 事項の並びによる判断問題

多数の事項を項目として並べる。その中からある基準に照らして重要度の大きいもの(=その基準の事項により多く影響を与えるもの)を選択させる。

項目例: 自動車の値段:200 万、米 1Kg の値段:2000 円、標準的なアパート家賃:10 万、親の月給:30 万、1日の米消費量:300g、家族の人数:4 人、1ヵ月の日数:30 日。

設問例: この家族が飢えずに暮らして行けるか否か判断するのに必要とする事項を挙げよ。ただし食費以外の出費はなく…

8.8 [Ju-b] 長文による事項提示による判断問題

長文を用いて上記と同様に…

8.9 [Ex-a] 短冊型表現問題

文章の断片の集合を与え、指定した事項の論証や説明を構築させる。

項目例:

- ア 自転車にはタイヤが2つついている
- イ 自転車に乗るのには技能が必要である
- ウ 自転車は人力によって動く
- エ 自転車に乗る能力は多くの人か子供時代に身につける
- オ 大人になってから自転車に乗ることを学ぶのは大変である
- カ 自転車の駐輪が社会問題となっている
- キ 自転車はエコである
- ク したがって
- ケ しかし
- コ 一方

設問例: 「自転車の利用を促進することがよい理由」を平易に説明せよ

8.10 [Ex-a] 社会的事項を加味した表現問題

上記と同様だが社会的な状況を考慮した記述内容の選択を求める。

設問例: 「目が悪い人に対して説明する場合」など…

参考文献

- [1] 中央教育審議会 教育課程部会, 次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ (第2部) (情報, 主として専門学科において解説される各教科・科目、道徳教育), 2016.8.26.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm
- [2] CollegeBoard, AP Computer Science Principles — course and exam description, 2016.
<https://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-computer-science-principles-course-and-exam-description.pdf>
- [3] 芳沢光雄, いかにして問題をとくか 実践活用編, 丸善, 2012.
- [4] Gorge Polya, 柿内賢信訳, いかにして問題をとくか, 丸善, 1954.
- [5] 中央教育審議会 総則・評価特別部会 (第4回) 配布資料 資料2-1 情報に関する資質・能力について, 2016.1.18.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/061/siryo/1366444.htm
- [6] 文部科学省高大接続システム改革会議 (第1回) 資料6, p2, 新テストで評価すべき能力等 (特に思考力・判断力・表現力等) のイメージについて (たたき台の一例)(1), 2015.3.5.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/shiryo/1355804.htm
- [7] 文部科学省高大接続システム改革会議 (第4回) 資料1 高大接続システム改革会議 (中間まとめ)(素案), p23, 問題発見・解決のプロセスとプロセスの中で働く思考・判断・表現等のうち、特に重視すべきものの例, 2015.7.13.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/033/shiryo/1360077.htm

A 議論の記録

A.1 第1回会議 (2016.10.9-10) 後の Moodle での議論

- Tiの「推論の正しさ判別」は一般的すぎる。推論にはさまざまなものがあり、そのもっと細かい分類をするべきではないか。また Polya の How to solve it にあるような類形も考えるべきではないか。
- 本文での定義あくまでも設問を構築するための手段としてのものであり、その網羅性や包括性は目的ではない。細かく分類することで設問が作りやすくなるかどうかは分からない(が、今後細かく分類したら作りやすくなると考えられた時点で、そのような分類を行なうことは否定しない)。

A.2 第2回会議 (2016.10.29-30) での議論

- この定義では情報科に固有のものがないのではないか。「情報科での」という前提がついていることを取り入れるべきではないか。
- 問題の題材として情報科のものを取り入れることはまずある。(J1)(当時)の判断内容に情報倫理に関わる判断内容が含まれる点、および、(E2)(当時)の目的にコミュニケーションのための表現のよしあしを前提としたものが含まれる点など、個々の目的に情報科固有のものが含まれると言える。それ以外の部分については確かに情報科に限定されていないが、これは情報学の参照基準でも汎用的能力に言及していることと合致している。そして、これらの出題の題材とする個々の事項が情報科に関わる題材であることで、「情報科での」に対応できるものと考えられる。これは情報入試研究会の作問においても実際にそのようであったと考えている。(これらの事項は「重要な前提」に追記した。)

A.3 第3回会議 (2016.11.19-20) での議論

- J2の内容について、セキュリティやエンジニアリングデザインなどの要件も追加するのはどうか。
 - E1ないしE2の内容として、自分が問題解決を行なうのに資する表現も含めるべきではないか。
- これらについて検討した結果、それまでの J1/J2、E1/E2の区分をやめて、それぞれについて「重用度の基準として取り上げる可能性のある事項」「表現の評価の基準として取り上げる可能性のある事項」のリストを示す形に変更し、J1のみ、E1のみの形に書き直した。

A.4 第3回会議 (2016.11.19-20) 後の Moodle での議論

- 文部科学省が公開している「審議のまとめ」には、情報科の内容に関わる思考・判断・表現について記述されている部分がある。これらとの整合性は確認するべきではないか。
- 確かにその通りなので、文部科学省が公開している文書を調べた、そのうち重要なもの4つについて内容を整理した上で、本文書での定義との整合性について検討する節を追加した。

A.5 第4回会議(2016.11.19-20)での議論

- T1の「事項の結び付きを発見する」とT2の「推論を行なう」の間に、仮説など、トレードオフ、意図、モデル、抽象化など「新しいものを発見する」カテゴリのものが必要ではないか。
→ 指摘通りだと思うので、T1とT2の間にT1.5のようなものを追加することとする。
- 表現の創出において、DFD、状態遷移図、シーケンス図、魚の骨図など既存の図法による図を表現するものも加えてはどうか。
→ もっとも指摘だと思うので、箇条書の中に加えることとする。
- コミュニケーションの事項において、SNSやネット上での発言、言動についてもっと具体的に示すべきではないか。
→ 確かにその通りだと思うので、そのような表記の追加または箇条書の項目追加を検討する。

そのほかこの会議では、議論の記録を後ろに移すことが検討され、また新規に追加された文部科学省の文書との整合性の記述についてレビューを行ない、いくつか修正点の指摘がなされた。また、3節の定義に入るべき事項についての指摘もあった。これらに基づき、会議終了後、文書全体を大幅に改訂した。

A.6 第5回会議(2016.12.10-11)での議論

改訂した文案に基づいて議論した。次のような議論があった。

- E1に図を描く力を追加する。
- 仮説を立てるのはT1に入るのか議論し、問題を発見する部分は入れることとした。
- トレードオフについては、T1.5に含まれるように記述を追加する。トレードオフにも「発見する」と「選択する」の2つの段階があるので、前者がT1.5、後者はJ1に含まれる。
- 5.3節「高等学校卒業までに育むべき情報に関わる資質・能力」の(1-3)相手や状況に応じて情報を的確に発信したり、発信者の意図を理解したり、考えを伝え合い発展させたりする能力、コミュニケーションについて述べているとの指摘。
- 情報技術を使ったコミュニケーションも、TJEの中に含まれるように見えるようにTJEを定義する必要がある。
- 5.3(1-3)のところのJ1はE1の間違いと指摘。
- 全体的な話にならないように、情報科の話に最終的には絞る必要がある。

これらの議論に基づいて文書を改訂し、2017.1.18版とした。また、T1.5は読みづらいので番号を振り直してはという議論がMoodle上であり、番号を振り直すと混乱するので前置する記号から変えて一意性を維持するという提案があった。これに基づき、「大文字+小文字の2文字」という識別記号につけ直した。

A.7 第6回会議(2017.1.21-22)での議論

改訂した文案に基づいて議論した。次のような議論があった。

- Tdの個別項目で規則性・仮説が2箇所にあった。1箇所に統合する。
- Exの表現対象として図をいれることになっていたはずだが、入っていないので追加する。
- (旧)4節の4つの資料のうち4番目が4.4~4.9となっているが、1つの資料なのだから4.4.1、4.4.2と4.4の下に置くようにしたい。(改訂により抽象化の節を4節として挿入したので該当節は5節になった。)

- 抽象化 (abstraction) は我々として重要であると訴えたいので、抽象化 (の力) と本文書のそれぞれの力との関連を検討する内容を追加したい。

これらの議論に基づいた改訂を行ない、2017.1.23 版とした。

A.8 第 6 回会議 (2017.2.25-26) での議論

改訂内容を一通り説明した。細かな内容についてはとくに意見は出なかった。新たに追加した 4 節 (抽象化能力との関連) について、次の意見があった。

- 「単独で役立つ」の「役立つ」は価値判断を含むので、より中立な「利用可能」などとしてはどうか。
- モデルと抽象化の違いについて述べているところの「有用なモデル」も同じ。またこの部分はモデルの定義にモデルという用語を使っているので循環定義では。
- モデルに対しては構築の「目的」があるのではないか → 目的なく (モデルを作ってみたいというだけで) 作るとか理解のために作るとかもあるかも → とくに目的については言及しないという方向。
- 複数のモデル化の選択肢から判断して選ぶという点で「Ju」を後半の箇条書に追加したい。
- 例示に出てくる「空気の振動」は物理的な事実であり抽象化の例としてはよくないのでは → 「媒質の振動」くらいにしたい。

4.2 節 (コンピュータサイエンス…) についてはコメントはなかった。これらの議論に対応してこの 4 節を改訂し、2017.2.25 版を作成した。さらに 26 日にこれらについて検討した際、「具体的なモデル化のようすを引いて説明する」内容を追加してほしいという要望があり、新たな 4.2 節として自動販売機の状態遷移モデル構築を例にモデル化の過程を例示する節を挿入した (2017.2.26 版)。

B 大学情報入試全国模擬試験の検討

Aに示した議論は、情報処理学会の情報入試研究会 (<http://jnsg.jp/>) で作成した模擬試験を分析しながら実施した。次に、この問題がTJEと新指導要領の項目とどう対応するかをまとめた結果を示す。用いた問題は、第4回大学情報入試全国模擬試験(http://jnsg.jp/?page_id=108) #005Aと第4回大学情報入試全国模擬試験#005Bである。

B.1 第4回大学情報入試全国模擬試験#005Aの分析結果

新指導要領の分野	問題番号(*1)																				
	1-1(1)	1-1(2)	1-1(3)	1-1(4)	1-2	1-3	1-4(1)	1-4(2)	1-4(3)	1-5	2-1	2-2	2-3	2-4	3-1	3-2(1)	3-2(2)	3-3	3-4	3-5	
情報I																					
1-1a 情報化と社会																					
1-1b 法/制度/マナー/モラル/セキュリティ							○														
1-2 問題の発見/解決											T2										
1-3 情報とメディアの特徴、情報デザイン、信頼性/信憑性、著作権																					
1-4 コミュニケーション																					
1-5a コンピュータの原理																					
1-5b 情報の表現	T1	T2	T1 J1	T1 J1	T1	T1		T1	T2	T2											
1-5c コンピュータによる問題解決																					
1-6a アルゴリズム										○		T12 J1 E2	T12 J1	T12 J1 E2	T12 J1 E2						
1-6b モデル化																					
1-6c シミュレーション、最適化																					
1-7 自分の情報活用を振り返り評価(自己認識)																					
1-8 ネットワークの仕組み、プロトコル、セキュリティ																T12 J1	T12 J1	T12 J1	T12 J1	T12 J1 E1	
1-9a クラウド、データベース																					
1-9b 問題発見への活用																					
情報II																					
2-1 情報技術、情報社会の歴史概観、AIと未来																					
2-2 問題の発見・解決に情報技術を活用する					○	○															
2-3 多様な情報コンテンツの特性、処理、表現方法、圧縮																					
2-4 多様な情報コンテンツによるコミュニケーション																					
2-5 多様なデータの特性/処理/表現、統計的手法の活用、ビッグデータ分析																					
2-6 問題の発見・解決にデータ活用																					
2-7a 複数の情報機器の協調、セキュリティ(暗号)																					
2-7b システム設計、PM																					
2-8 問題の発見・解決と情報システム																					
2-9 自らの情報活用の振り返り、評価、試行錯誤																					

○: 知識を問う問題 その他: TJEの古い分類
 (*1) <http://jnsg.jp/wp-content/uploads/2013/01/eq005.pdf>

5.2 「情報科」 CBT システム化に関する研究

「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築と試行実施、大規模CBT構築への要求要件整理を行なうため、本年度は次の3件の課題項目を実施した。

2-1) 「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」を評価するためのCBTの機能性検討

2-2) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの仕様策定

2-3) 「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムの構築

以下、課題項目ごとに研究開発内容と成果を示す。

5.2.1 「知識・技能」＋「思考力・判断力・表現力」を評価するための CBT の機能性検討

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

CBTの機能性を整理し、5.1.3で述べた課題項目1-3) で検討した従来からの「知識・技能」に加えて、「思考力・判断力・表現力」を評価するCBTの実施方法を探る。

(b) 平成28年度の研究開発内容

今年度は、CBTの機能性を整理するために、CBTにより実施されている試験のサーベイを行う。それに基づき、「思考力・判断力・表現力」を評価するCBTの出題形式や、フレームワークに関して検討することを目標とした。

(c) 担当者

担当者一覧を表5に示す。

表5 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
公立はこだて未来大学	教授	松原 仁
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
慶應義塾大学	准教授	植原 啓介
電気通信大学	教授	久野 靖
島根大学	准教授	鈴木 貢
日本大学	教授	谷 聖一
大阪学院大学	准教授	西田 知博
専修大学	教授	松永 賢次
明治大学	准教授	山崎 浩二

東京大学	教授	萩谷 昌己
東京大学	助教	角谷 良彦
東京大学	特任研究員	本多 健太郎
國學院大學	教授	高橋 尚子

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

① 既存CBTのサーベイ

現在CBTによって実施されている試験に関し、

- 試験の性質（合否判定／能力測定）
- 出題形式分類（リニア／ランダム／アダプティブ／シミュレーション）
- IRT（項目反応理論）利用の有無
- 規模、周期
- 機材(PC/タブレット/専用機) / 環境(ネイティブアプリ/Web) / ネットワーク接続(無し/イントラ/Internet)
- 監督方法
- 問題作成体制
- 問題の作成手順（メタな作成手順のようなものを持っているか）
- アイテム（問題項目）プールの項目数
- 出題数/回
- 出題形式（大問、中間、小問構成など）
- 思考力・判断力・表現力が問えているか
- 回答の制約（前の問題に戻れない、問題ごとの時間制限など）
- 即時採点の有無
- マルチメディア使用の有無

などに関して調査した。CBTの特性を利用し、小問形式の問題を多数用意してアイテムプールを作り、IRTを利用して採点を行う試験が多く見られ、アダプティブ（適応型）な出題を行っている試験もあった。また、医療系大学間共用試験の「順次解答連問形式」のように1つのシチュエーションで複数の問題を後戻りすることなく順次回答させ、トータルの理解度を図るような出題形式もあった。

加えて、CBTを実施しているオデッセイコミュニケーションズと日本商工会議所にヒアリングを実施した。それぞれアプリケーションなどの操作を伴う試

験を実施しており、ヒアリングによりそれぞれの工夫点を知ることができた。

② 「思考力・判断力・表現力」を評価するCBTの出題形式／フレームワーク検討
既存システムのサーベイ結果などを元に、「思考力・判断力・表現力」を評価するCBTとしての出題形式やフレームワークの検討を行った。出題形式としては、

- ゲームブック形式（ストーリーのある連続設問）
- ビジュアルプログラミング
- 状態遷移図などの作図
- デバッグやトラブルシューティング
- 二次元テーブルのデータの変化から考えさせる出題(Table World)
- 回答プロセス記録（クリックストリーム等）から評価するような出題

などが検討された。状態遷移を作図して評価するツールはさまざまな出題に応用できるフレームワークになると考えられ、東京大学において試作ツールが作成された。また、Table Worldは図6に示すような二次元のテーブルに示したデータの入出力例をもとに、与えられた入力から出力を考えさせる問題や、図7に示すようなプログラムを作成させる問題を出题するフレームワークである。このフレームワークに基づいたツールは東京大学において試作されている。この他、IRTに対応した小問形式の出題で「思考力・判断力・表現力」を評価することが可能かどうかの検討や、出題の際のインターフェースや自動採点の手法などについて議論を行った。

入力			出力				
	1	2		1	2		
1	1		1	3			
入力			出力				
	1	2	3		1	2	3
1	1			1	3		
2	98			2	100		
入力			出力				
	1	2		1	2		
1	2		1	4			
2	3		2	5			

図6 二次元テーブルのデータの変化から考えさせる出題(Table World)

```
i を 1 から 行数(Cell) まで 1 ずつ増やしなが  
| j を 1 から 列数(Cell) まで 1 ずつ増やしなが  
| | もし Cell[i, j] ≠ "" ならば  
| | | Cell[i, j] ← Cell[i, j]+1  
| | を実行する  
| を繰り返す  
を繰り返す
```

図7 プログラムを作成させる問題を出題するフレームワーク

(b) 達成状況と今後の課題

平成28年度は既存CBTのサーベイを行い、「思考力・判断力・表現力」を評価するCBTの出題形式の検討とツールの試作を行った。

今後は、検討された形式の問題が出題できるフレームワークの要件を整理し、解答インタフェースや自動採点の可能性を評価するために、それらを実現するためのツールの試作を行う。また、IRTに対応した「思考力・判断力・表現力」を評価するための小問形式の出題の研究を進めていく。

(3) 資料

- ① CBT調査結果比較表
- ② 大規模CBT実施に向けた問題点の整理に向けての調査報告

① CBT比較結果比較表 (1/2)

A 通番	1	2	3
B 試験の名称	医学系CBT	ITパスポート	J-CAT 日本語テスト
C 参考文献、URLなど	http://www.cato.umin.jp/		http://www.j-cat.org/ - 今井 新悟 (著、編集)、赤木 彌生 (著)、中園 博美 (著)、「J-CATオフィシャルガイド: コンピュータによる自動採点日本語テスト」、ココ出版、2012年3月29日
D 分類	ランダム	ランダム	アダプティブ
E IRTの有無	有	有	有
F 実施形態 (IBT、指定会場、学校などの機関による実施)	機関受験	会場運営はプロメトリック社が行い、会場は同社の契約会場を使用。	個人受験と機関受験の2種類がある。個人受験は自宅でも受験可能。
G 規模 (1回あたりの受験者数)	歯学系と合わせて12000人/年程度	会場により異なり、10~50人程度	N/A
H 回数 (1年あたりの実施回数)	1回 (12~3月+6~9月)	随時H27年度実績: 約7500回 (全国103会場の延べ開催数)	随時
I 受験費用	25,000円 (追試験:無料, 再試験:25,000円)	5700円 (税込)	無料
J 試験時間	1時間x6ブロック	120分	受験者によって変わる (45~90分程度)
K 試験の性質 (能力計測/合否)	基準を各大学が決めて合否判定 (受験者には、正答率、IRTスコア、大学内順位などを通知)	合否判定 (評価点も提供)	能力計測
L 機材		会場サーバ (専用)、受験者端末用パソコン、管理者端末用パソコン	パソコン
M 機材環境		受験者端末、管理者端末用OS:Windows Vista, 7, 8.1, 10受験者端末、管理者端末には専用アプリケーションをインストール	<ul style="list-style-type: none"> o Web ブラウザ: <ul style="list-style-type: none"> - Internet Explorer 6.0 以上 (7.0 以上推奨) - Mozilla Firefox 3.5 以上 - Apple Safari 4.0 以上 - Google Chrome 5.0 以上 o Adobe Flash Player 9.0.28 以上 o PDF ビューア (Adobe Reader など) o モニタ: 1024x768px 以上の解像度 o 音声を再生できること o Javascript を有効にすること o 動画が再生できる Internet接続のスピード (broadband)があること
N ネットワーク接続		問題受信、解答等送信に管理者端末がインターネットを使用。試験中はサーバ、受験者端末間でLAN接続。	インターネット
O 監督方法		監督員の巡視、カメラによる監視 (一部会場)	機関受験においては機関巡視
P 問題作成体制	大学で作題し、全国的に集約	非公開	非公開
Q 問題の作成手順口メタな作成手順のようなものを持っていないか?		非公開	非公開
R 問題プールの数	20000以上?	非公開	非公開
S 1回あたりの出題数	320 (うち80は採点対象外)	100問	受験者によって変わる
T 出題形式 (大問、中間、小問構成など)	小問 (関連した連続問題有り)	小問	小問
U 思考力・判断力・表現力が問えているか? 問えているとするとどういう工夫をしているか?			
V どんなCBTの特性を使っているか? (口前の問題に異なる等)	前の問題に戻れない	試験は任意に中止できる。試験中は任意の間に移動可能。問題の拡大縮小、文字色、背景色の変更可能、試験残り時間のカウントダウン、試験結果 (評価点) の即時表示	前の問題に戻れない、途中で試験をやめることができない、各問題の解答時間が定められている。受験者の解答状況からレベルを判断して能力別に異なった問題が出される
W 採点	IRTスコアと正答率	IRT (Item Response Theory: 項目応答理論) に基づいて解答結果から評価点を算出	素点計算ではなく尺度得点の算出
X その他のメモ	歯学系CBTも医学系に準拠	問題作成以外のCBT運営は日立製作所が入札により受託し、CBT運営のうち会場運営を日立製作所からプロメトリック社へ委託している。	http://www.j-cat.org/html/jaj-cat-project/index.html

① CBT比較結果比較表 (2/2)

A	通番	4	5
B	試験の名称	薬学系CBT	CASEC
C	参考文献、URLなど	http://www.phcat.or.jp http://pr.fujitsu.com/jp/news/2010/05/17.html http://www.phcat.or.jp/app-dsf/S-102/wp/wp-content/uploads/2013/05/H23report.pdf	http://casec.evidus.com 林 規生「英語能力測定におけるCATの適応例と効果測定」 https://www.jstage.jst.go.jp/article/sice/1962/40/8/40_8_572/_article-char/ja/
D	分類	ランダム	アダプティブ
E	IRTの有無	有	有
F	実施形態 (IBT、指定会場、学校などの機関による実施)	機関受験	個人受験と機関受験の2種類がある。個人受験は自宅で受験可能。
G	規模 (1回あたりの受験者数)	計1万人前後 (12・1月の間に大学ごと実施)	17万人 (2015年度実績)
H	回数 (1年あたりの実施回数)	1回 (+ 再試験1回 + 体験受験)	随時
I	受験費用	25000円 (CBT再試:12500円、体験3000円)	3600円 (税込)
J	試験時間	2時間 × 3ゾーン	平均40-50分、最大79分
K	試験の性質 (能力計測/合否)	合否 (通知された能力から大学が合否判定)	能力計測
L	機材	センターサーバ2台、各大学に中継サーバ、クライアントPCは各大学で用意 (学生個人のPCの利用も可)	パソコン
M	機材環境	専用ソフトウェアを利用 (毎年更新) 必要環境は ・Windows Vista/7/8.1/10とOS X 10.9/10/11 ・400MB以上のHDD空き容量 ・XGA以上の画面解像度	Windows Vista/7/8.1/10: Win Vista: Internet Explorer 9 - Windows Media Player9以降 Win 7/8.1/10: Internet Explorer 11 Google Chrome Microsoft Edge20以降 Macintosh OS X Safari 5.1以降 Google Chrome
N	ネットワーク接続	試験前日にセンターサーバから中継サーバへ、問題セットと受験時に必要なパスワードを配布。受験生の解答はリアルタイムに中継サーバへ送信。中継サーバ・クライアント間の通信は30秒ごとの接続テストで常に監視。	インターネット
O	監督方法	専用ソフトウェア及び目視。試験監督をモニターする他大学のモニター員を派遣。	
P	問題作成体制	参加大学で作題	
Q	問題の作成手順口メタな作成手順のようなものを持っているか)	古: 74大学に各分野2題、合計20題ずつの作題を依頼。集めた問題は3ステップの精選。その後体験受験で利用し難易度推定及び出題可否を判断。新たな問題はかりできるのを防ぐために、現在は持ち回りで大学に訳山作題させている。最終的な問題間の依存関係は人手でチェックしている。	
R	問題プールの数	問題自体は3万弱あるが、困難度が適切で出題可能なのは1万程度。	
S	1回あたりの出題数	310	受験者によって変わるが最大60問
T	出題形式 (大問、中間、小問構成など)	小問	小問
U	思考力・判断力・表現力が問われているか? 問えているとするとどう工夫をしているか?	目的が習熟度テストなので、問うていない。複数のSBO項目を組み合わせてはいけないうことになっている	
V	どんなCBTの特性を使っているか? (口前の問題に問えない等)	未回答問題の一覧表示、しおりの利用、将来的には動画などを取り入れたいがaccessibilityの問題がある。	前の問題に問えない、途中で試験をやめることができない、各問題の解答時間が定められている。受験者の解答状況からレベルを判断して能力別に異なった問題が出される。音声問題
W	採点		
X	その他のメモ	合格基準は正答率80%以上、到達率は97%超 -統計的には、正答率でもIRTスコアと大差がなかった -問題はスクロールなしで解答できるようにしている。 問題漏洩に気を遣っている -専用ソフトは他のアプリケーションが起動すると終了する -受験生や試験監督に守秘義務 -試験監督は受験者のPCを注視してはならない -出題されたか否かもきめ問題側へは一切のフィードバックがない -腕時計・スマートフォン・カメラなどは身につけていることを禁止 -受験時期の違いで大学間で問題が伝達しないように出題問題を調整	

② 大規模 CBT 実施に向けた問題点の整理に向けての調査報告

大規模CBT実施に向けた問題点の整理に向けての調査報告

本稿は、大規模CBTを実施する際の問題点を整理するために、システム運用に関わる研究者および企業の方々へのインタビューを通して得られた知見をまとめたものである。なお、最終的な報告書は最終年度に提出する予定であり、本報告書はあくまで中間報告であり、ここで記載した内容が後で変更される可能性もあることをご承知頂きたい。

ここで、大規模というのは、全受験生、すなわち、約50万人が一斉に受験する状況を想定している。なお、複数回に分けて試験を実施するとしても、同時受験者数のオーダーが変わることはないので、ここでの問題点の解決にはならない。

[1] 京都女子大学へのインタビュー

日時：2017年01月26日（木）13:00 - 16:00

場所：大阪大学大学院情報科学研究科 C棟602室

担当：萩原兼一、松浦敏雄、中西通雄(Skype経由)

まず、京都女子大学現代社会学科の概要を説明頂いた後、AO入試での「思考力」および「表現力」を問う問題について御説明頂いた。

次に、CBTシステムについて、検討して頂いた。まず、入試に用いる端末については、既存の端末を利用することは公平性の観点から避けるべきであり、入試のための新たな端末を購入するしかないとの見解であった。そこで、Windowsパソコン、Tablet端末などを検討したが、Chromebookのような単機能端末が良さそうとの結論であった。

次に、端末とサーバ間のネットワークの構成について、少なくとも外部からの攻撃を防ぐためには、以下のような閉じたネットワーク構成にする必要がある。

- (1) 一つのL2-VLANに全端末とサーバを押し込む。

試験に合わせて、すべての会場で間違いなくネットワーク設定を行うのは、技術的に困難と思われる。(どこかで、設定ミスが起こりそう。)

(2) 各大学もしくは会場毎に、閉じたL2-VLANを構成する。

これも各大学の負担は大きい。

いずれも、すべての会場で間違いなく設定を行うのは容易ではない。

そこで、試験前に、試験用アプリケーションおよび問題データを何らかの方法で各端末に配布しておき、試験中は、各端末がスタンドアローンで動作するようにする。試験終了後、何らかの方法で、解答を集める。

上記の方法では、試験中はネットワークに接続しないのでネットワークを経由した攻撃にさらされることはない。しかし、試験中に端末が故障した場合に備えて、何らかのバックアップ対策を検討しておく必要がある。

そこで、試験中の各端末は、Internetには接続しないが、各会場の端末同士で、peer-to-peer(p2p)ネットワークを構成し、試験中の状態をある一定の間隔でp2p上の複数の端末で保存するようにする(DHTなどのkey-valueストアを用いる)。端末が故障した場合、受験者は予備端末に移動してログインするだけで、それまでの試験途中の状態に復帰できるようにする。

端末をつなぐネットワークに有線LANを用いるのは、有線LANの設置工事を考えると現実的でない。無線LANを用いた場合、アクセスポイントに外部から繋がられないようにするための何らかの対策（特別なプロトコルを用いるなど）が必要である。アクセスポイントの故障は致命なので、何らかのバックアップ体制が必要である。また、アクセスポイント間の干渉も考慮しないとイケないなど、無線LANの現実的な解とは言い難い。

試験会場毎（もしくは教室毎？）に、管理用端末を設ける必要がある。管理用端末では、誰がどの端末を使っているかなど、試験中の状態をモニタすることや、異常事態への対処などの役割が考えられる。

以上の議論をまとめると、閉じたネットワークを用意するのは難しいと思われるので、個々の端末で閉じて試験を実施する。何らかの方法で、試験システム+試験問題（必要なもの全てを含む）を試験開始前までに、各端末に入れておく。試験開始時に、パスワード等の入力により、試験を開始できるものとする。試験中は、広域のネットワークを使

用せず、基本的にスタンドアロンで動作する。ただし、試験会場毎に端末間でp2pネットワークを構成する。試験中の解答は、一定間隔毎にp2pネットワーク上でバックアップを取る。端末がハングアップした場合は、別の端末に移って、ログインすることで、p2pネットワークから、解答中の答案を取り出して、続きを行う。ネットワークの故障（無線LANの基地局の故障など）に備えるため、USBメモリにも解答中の答案をバックアップしておくことも有効かもしれない。試験終了後に、何らかの方法で、回答を集める。

[2] 株式会社 Mokha へのインタビュー

日時：2017年02月28日 14:00 - 17:00

場所：株式会社 Mokha 東京都文京区本郷

担当：増澤利光，松浦敏雄

まず、今回想定している50万人規模というのが、ネットワーク的に実現可能なのかどうかについて、ゲームのプラットフォームの実例からお話ししていただいた。

Steam(store.steampowered.com)では、1億6千万人の登録利用者がおり、同時接続数も1400万人程度で、プレイ中の利用者も250万人居るそうです。ネットワークのトラフィックがどの程度あるのか詳細は不明だが、ゲームは有料なので、利用者はサーバもしくはネットワークに起因する遅延に対しては、厳しいと予想される。そのような状況で250万人が同時にプレイできることから、50万人の受験者が同時に試験をうけてもネットワーク的なネックはきにする必要はないかもしれない。しかし、サーバに対するDOS攻撃への対策を講じる必要があるが、完全に防ぐことは困難である。

端末側のネットワークを無線LANにした場合、公平性の問題、電波の干渉の問題などがあるので避けた方が良く、有線LANで構成すべきである。

次に受験者の端末についてご意見を伺った。入試のためだけのハードウェアを用意するのはコスト的な問題があるだろう。別の目的にも使えるようにするなど、利用頻度を上げることができるかを検討すべきだろう。しかし、普段から使えるものになると、試験時にCleanUpする必要がある、これも大きなコストを要することになる。入試専用とした場合、試験時以外の置き場所も考えておく必要がある。また、1年間保管した後、

次の入試時に電源投入したらトラブル続出ということにもなりかねない。充電するための設備も必要となるだろう。

その他の問題点として、認証系をどのように構築するかが重要となるだろう。認証サーバがネックにならないような工夫が必要である。端末の故障対策も必要で、試験の途中状態をサーバ側に残しておく必要がある。

以上の議論をまとめると、解決すべき問題として、(1)教室の確保、(2)電源の確保、(3)ネットワークの敷設などが挙げられる。サーバと端末側のネットワーク間は、VPNで接続するのが良さそうである。

[3] さくらインターネット株式会社へのインタビュー

日時：2017年03月15日 13:30 - 15:30

場所：さくらインターネット東京支社 東京都新宿区

担当：中西通雄、松浦敏雄

前半はさくらインターネット側で用意された資料に従って説明を受けた。この会社がサーバ提供を業務としているため、主にサーバ側の話を中心に意見交換を行った。後半は、Deep Learningに関する取り組みについて紹介して頂いた。

以下では用意して頂いた資料「センター試験用CBTに関する課題整理（インフラ）」の各項目に従って議論の内容を説明する。

1. Computer Based Testingの基本ポリシー

以下のポリシーに従う必要があるだろう。

- | | |
|---------------|--------------------|
| ポリシー1: 公平性 | 全ての受験生にとって公平であること |
| ポリシー2: 可用性 | 試験中に止まらないシステムであること |
| ポリシー3: セキュリティ | 情報漏洩対策が充分であること |

2. 公平性

公平性を担保するために必要な項目を列挙する。

(1) クライアント端末の標準化

i) 入出力の標準化（画面サイズ、解像度、入力装置、...）

同一の表示画面、同一の入力環境が必要である。

ii) 処理能力の標準化（CPU、画像エンジン）

同一のレスポンスタイムが必要である。

iii) OSの標準化

同一の操作環境が必要である。

iv) 起動方式の標準化

- ・ スタンドアローン
- ・ ネットブート
- ・ VDI

⇒ 各大学のパソコン教室の利用は困難と思われる。

(2) サーバ性能

i) サーバ・レイテンシー：集中 or 分散

サーバ集中型が管理負荷・セキュリティの点で有利である。

ただし、1カ所ではリスクがあるので、2カ所以上必要。

各県くらいに中継サーバが必要かもしれない。

ii) サーバ・パフォーマンス：物理サーバ or 仮想サーバ

→ 物理サーバが無難ではあるが、年1回の試験では、

物理サーバを確保するのはコスト的に難しいのではないか。

3. 可用性

(1) サーバ多重化 → データセンターに置くのがよい。

1) サーバ多重化

いろいろな方法がある。

2) サーバ間通信の多重化

3) 停電対策

4) 災害対策（地震・台風・洪水・雷）

(2) 通信多重化

1) サーバ拠点不具合時の切り替え方式

2) 通信回線不具合時の切り替え方式

3) 通信回線の選択：専用線、SINET5、インターネット

専用線は高すぎる、例：東京⇄石狩 1Gbps 400万/月

DDoS攻撃対策、VPNの帯域は実質的に専用線の数分の1

→ SINETかインターネットの利用が現実的か。

(3) データ保存（試験終了後の保存）

1) 保存方式：分散 or 集中

採点・集計は集約化したほうが効率的

2) 保存期間

3) 保存方法

試験中（解答中）のログ採取はアプリに依存

4. セキュリティ

(1)受験者認証

従来通りの方法(試験官が写真で顔認証)で良いか？

(2)セキュリティ対策

1) サーバ

2) クライアント（ウイルス、マルウェアの除去）

3) 通信経路(暗号化)

4) 試験データ（データの暗号化、ストレージの暗号化）

5) 採点データ（改竄対策）

5. その他

(1) 追試験への対応

(2) 障害者への対応

(3) 対外システムとの接続（各大学、入試センターとの接続）

(4) データ保管（保管年限、元本性保証）

[4] 株式会社IIJでのインタビュー

日時： 2017年03月27日 10:00 - 12:00

場所： 株式会社 IIJ 東京都千代田区

担当： 萩原兼一、中西通雄、増澤利光、松浦敏雄

最初に萩原教授より本プロジェクトの概要を説明した。

続いて、サーバに対して大規模にアクセスする例として、大学入試におけるインターネット出願の事例について、河合塾の鳥井氏より説明頂いた。既に全大学の40%がインターネット出願を採用しており、のべ300万人が利用している。大規模な大学では、Webサーバとして6台程度で対応している。また、合格発表にWebを利用している大学では、Webサーバ1台あたり700同時アクセスを設計上の上限としている。

VPNのサービスとして、低速でよければ1万円/月程度で提供しているとのことであった。

Mobile端末用のSIMを用いて、ネットワークの接続先を固定できるサービスがあることもわかった。全端末にこのSIMを入れて、直接クラウド側のサーバとネットワークを構成することも可能である。

[5] 丸山伸氏へのインタビュー

日時： 2017年03月28日 13:30 - 16:30

場所： 京都大学情報科学研究科 C605号室

担当： 萩原兼一、中西通雄、増澤利光、松浦敏雄

50万人規模のCBTによる試験を実施する際の問題点として以下の点を挙げられた。

(1) どこで試験を実施するのか？

大学の教室？ 高校？ 予備校？ 自宅？

(2) どんな端末を使うのか？

(3) 採点はどうするのか？

3日程度でできるのか？>(自由記述などがあると)多分無理。

(4) 公平性をどこまで求めるか？

まず、(1)については、一般的には大学+高校が考えられるが、予備校を活用した方が良いだろう。予備校を活用することで利用可能な端末数を増やすことが出来る。予備校側は必ず模擬試験を実施するので、協力してくれるだろう。

試験会場の可能性として以下のものが挙げられる。

(a) 数百台規模の試験センター（専用）を大学内に設置する。

学内の単位認定などにも使う。

(b) 大学の既存の教育用端末(1000台規模)を活用する。

(c) 個人の端末を使う(BYOD)

個人端末を使う場合は、試験用アプリを常駐させる。

端末のカメラで受験者を監視（視線をモニタ）する。

(4)の公平性をどこまで求めるかについて、自宅で受験することを認めれば、端末台数の問題は解消する。しかし、社会的合意は得られそうにはないだろう。

(2)については、タブレット+Webでできるかという点について、試験の際に入力デバイスとしてはキーボードを外せないだろうとの見解であった。

また、端末に付随する問題として、ネットワークの問題を指摘された。有線LANを一時的に敷設するのも困難であるが、無線LANにしても、安定的かつ公平なアクセスを提供することは難しい。

妨害に対する対策も困難であるとの指摘を頂いた。

どのような方法を採用するとしても、ソフトウェアの問題に帰着できれば、どうにでもなるだろう。大学の既存の端末を有効活用すべきである。日本の入試（徹底した公平性を要求するもの）を実施するのは難しい。

5.2.2 「情報科」試行用 CBT プロトタイプシステムの仕様策定

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

新たな枠組みで検討した「情報科」に関する評価方法での試験をCBTの形式で試行実施するためのプロトタイプシステム構築を目指した仕様策定を行う。

(b) 平成28年度の研究開発内容

今年度は、本格的CBT試行システムを検討するためのプロトタイプの仕様を作成する。この仕様に基づくCBTプロトタイプシステムは、平成29年7月実施予定の模擬試験に適用することを目標とした。

(c) 担当者

担当者一覧を表 6 に示す。

表 6 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
慶應義塾大学	准教授	植原 啓介
電気通信大学	教授	久野 靖
島根大学	准教授	鈴木 貢
日本大学	教授	谷 聖一
大阪学院大学	准教授	西田 知博
専修大学	教授	松永 賢次
明治大学	准教授	山崎 浩二

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

今年度は以下を前提に、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステム(以下、本システム)の仕様を策定した。

- ・情報処理学会の情報入試研究会がPBTの形態で実施している大学情報入試全国模擬試験の出題形式をCBTの形態で実施する。
- ・これに基づき、試験問題は大問、中間、小問の構成とする。
- ・WebAPとして動作する。受験者はPC上でブラウザを動作させて受験する。

本システムは以下の3つの機能部(サブシステム)で構成される。尚、①と②③は全く個別に動作することを可能とする。

①作問機能部

大問単位で試験問題をXMLファイルとして記述した大問定義書と、複数
の大問定義書を統合して全体の試験問題をXMLファイルとして記述した
試験問題定義書の記述内容を確認するための機能を提供する。

②試験機能部

試験会場で試験実施に関連する以下の機能を提供する。

- 試験問題定義書投入
- 受験者登録
- 試験会場管理（受験者管理、試験開始・終了管理）
- 受験

③採点・集計機能部

試験機能部で受験者が解答した結果を、採点者が受験者毎に採点し、全
体を集計する機能を提供する。

本システム仕様として、アクターの一覧を表7に、ユースケース図を図8～図10に、
大問定義書の例を図11に示す。

表7 アクター一覧

アクター名	説明	備考
作問者	大問をXMLファイルで大問定義書として記述・作成する者。本システムの作問機能部にその記述内容を登録、蓄積し、動作を確認する。	
試験コーディネータ	試験問題として使用する大問を決定し、その大問定義書を統合してXMLファイルで試験問題定義書を記述・作成する者。本システムの作問機能部でその記述内容を登録、蓄積し、動作を確認する。	
査読者	試験問題定義書に記述された試験問題を査読する者。本システムの作問機能部でその記述内容や動作を確認する。	
会場管理者	試験スケジュール（試験実施日時、試験会場）を作成する者。	
試験問題登録者	試験スケジュールに基づき、実施する試験の試験問題定義書を本システムに登録する者。本システムの試験機能部に試験問題定義書を投入して登録する。	
受験者登録者	試験を受験する者を本システムに登録する者。本システムの試験機能部に受験者登録ファイルを投入して登録する。	
試験監督者	本システムで実施する試験を監督する者。本システムの試験機能部にて該当する受験者の試験開始、試験状態を監督する。	
受験者	本システムの試験機能部にPC上のブラウザでアクセスして受験する者。	
採点者	本システムで実施した試験結果を採点し、集計する者。本システムの試験機能部にて	

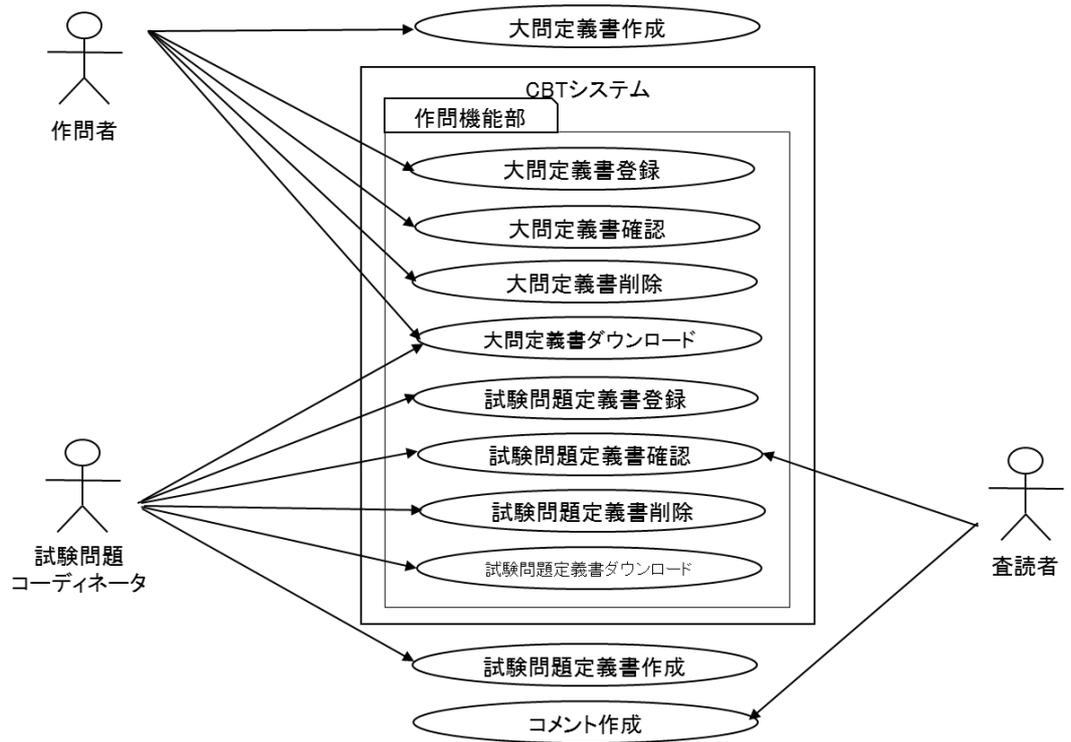


図 8 ユースケース図 (1)

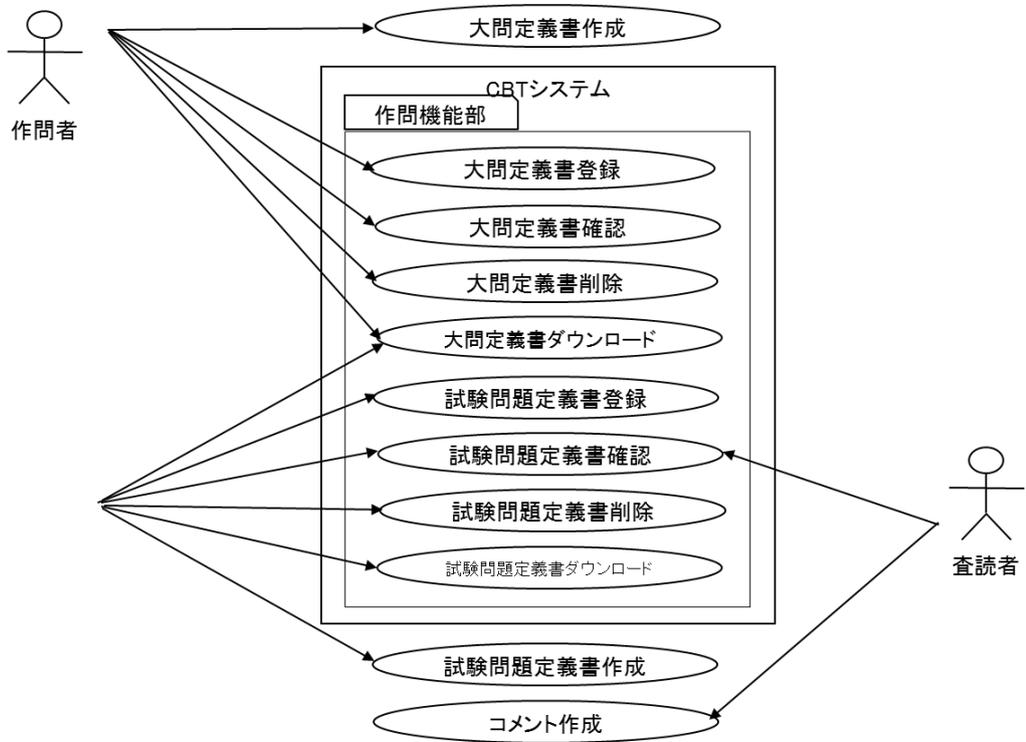
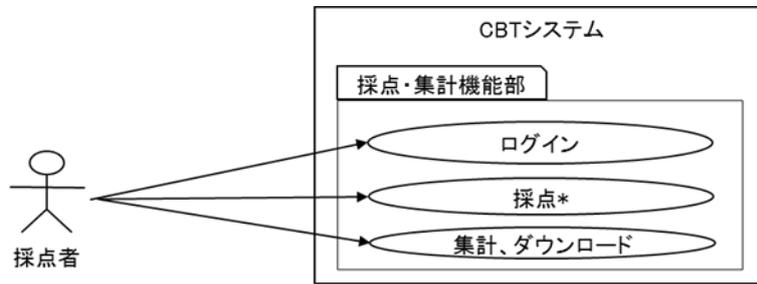


図 9 ユースケース図 (2)



* 自動採点と手動採点のケースがあります。

図 10 ユースケース図 (3)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <root>
  <title>情報の科学</title>
  <subject>情報</subject>
  <other_info_1/>
  <other_info_2/>
  <text>下の問い(問1～問5)に答えよ</text>
  - <m_questions>
    - <block>
      <text>図1のようにライトが6つ並んでいるとする。ライトの点灯状態で数を表すことを考える。</text>
    </block>
    - <block>
      - <img>
        <file_name>test.jpg</file_name>
        <caption>図1:点灯状態で数を表す6つのライト</caption>
      </img>
    </block>
    - <block>
      <text>6個のライトそれぞれについて、ライトが点灯していれば1と書き、点灯していなければ0と書いて、ライトの番号の順に左から右へと並べると6桁の数字の列が得られる。この列をライトの点灯状態と呼ぶ。点灯状態の左2桁を二進法での数表現とみたときに得られる値がm、右4桁を二進法での数表現とみたときに得られる値がnであるとき、点灯状態は、 $2^{\sup}m \times n$ を表すとする。ただし、 $2^{\sup}0$ は1である。
    </text>
    </block>
    - <block_panel>
      <text>以下の1～4の問いについて、答えを下の解答群の選択肢から選べ。</text>
      - <s_questions>
        <text>点灯状態が100001で表される数を答えよ。</text>
        <type>radio_horizontal</type>
        <choices>2</choices>
        <choices>4</choices>
        <choices>12</choices>
        <choices>32</choices>
        <choices>40</choices>
        <choices>120</choices>
        <choices>128</choices>
        <choices>250</choices>
        <choices>256</choices>
        <correct_answer>4</correct_answer>
        <points>10</points>
        <comment/>
      </s_questions>
    </block_panel>
  </m_questions>
</root>

```

図 11 大問定義書の例

(b) 達成状況と今後の課題

大問及び試験問題をXMLファイルで記述する大問定義書、試験問題定義書を作

成し、それに基づくCBTプロトタイプ仕様を策定した。

今後、2017年7月に実施予定の模擬試験への適用結果をフィードバックし、仕様面での品質を向上させる。

5.2.3 「情報科」試行用 CBT プロトタイプシステムの構築と試行実施

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

「情報科」試行用CBTプロトタイプシステム仕様に基づいて、「情報科」試行用CBTプロトタイプシステムを構築する。また、新学習指導要領に準じた内容を学習した大学1年次学生を対象として試験を試行実施し、その機能性を確認する。

(b) 平成28年度の研究開発内容

今年度策定した「情報科」試行用CBTプロトタイプシステム仕様に基づき、CBTプロトタイプシステムを開発、構築する。本システムは、平成29年7月実施予定の模擬試験に適用する。

(c) 担当者

担当者一覧を表1に示す。

表8 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	井上 克郎
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長、教授	尾上 孝雄
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	東野 輝夫
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	増澤 利光

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

今年度策定した「情報科」試行用CBTプロトタイプシステム仕様に基づき、本システムの開発と構築を行った。

本システムの動作環境を表9と図12に、図11に示した大問定義書を本システムに入力して実行した結果を図13に示す。

表 9 動作環境

項目	内容	備考
OS	CentOS7.3	
HTTP	Apache/2.4.6	
DBMS	5.5.52-MariaDB(MySQL)	
プログラミング言語	PHP5.4.16	CakePHP2.9.4を使用

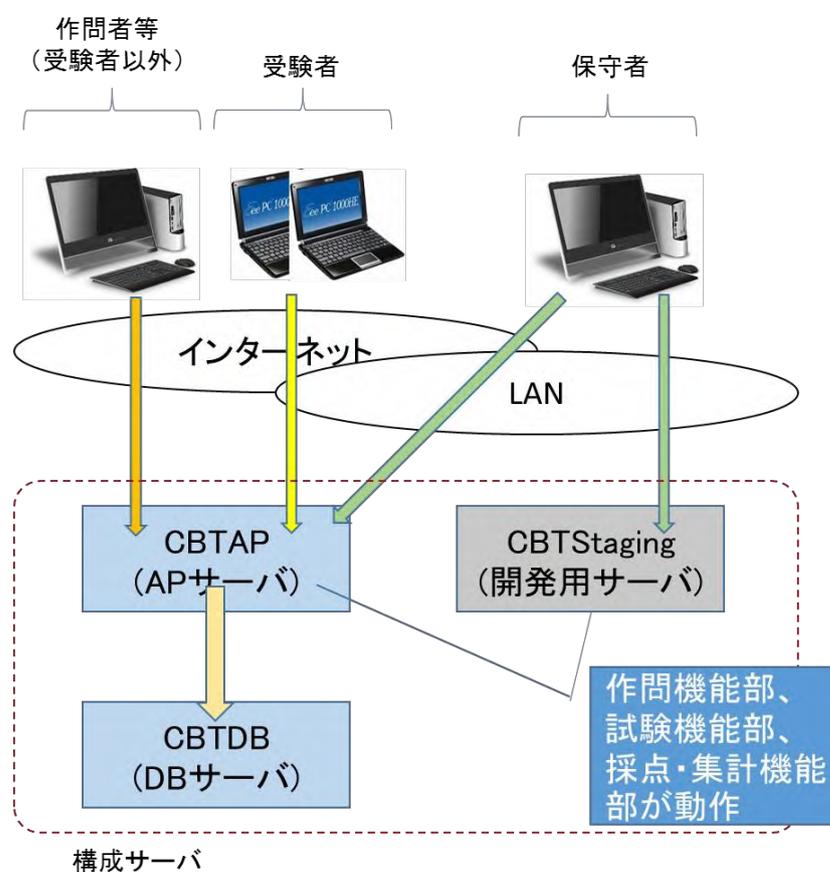


図 12 システム構成



図 13 大問表示例

(b) 達成状況と今後の課題

今年度策定した「情報科」試行用CBTプロトタイプシステム仕様に基づき、CBTプロトタイプシステムを開発、構築した。

今後、2017年7月に実施予定の模擬試験への適用結果をフィードバックし、機能面での品質を向上させる。

5.3 情報技術による入試の評価に関する研究

AI(Artificial Intelligence)/ビッグデータ技術による試験問題の評価(難易度、評価項目の被覆率等)、AI/ビッグデータ技術による作問検討、模擬試験結果とループリックによる検証、CBTの新たなユーザ・インタフェースの検討を行なうため、本年度は次の課題項目を実施した。

3-1) AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価

5.3.1 AI/ビッグデータ技術による試験問題の評価

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

AI(Artificial Intelligence)/ビッグデータ技術による試験問題の評価(難易度、評価項目の被覆率等)、AI/ビッグデータ技術による作問検討、模擬試験結果とループリックによる検証、CBTの新たなユーザ・インタフェースの検討を行なう。

(b) 平成28年度の研究開発内容

試験問題作成段階で、AI/ビッグデータ技術の適用可能性について探る。具体的には、問題難易度や評価項目の被覆率等のアセスメントをめざす。平成28年度は小規模な模擬試験実施結果を具体例として、ビッグデータ技術の一種であるクラスタリング等を応用し、問題の難易度や問題間の関連性を自動推定するアルゴリズムを開発する。

(c) 担当者

担当者一覧を表10に示す。

表 10 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長・教授	尾上 孝雄
東京大学	大学院情報理工学系研究科、教授	萩谷 昌己
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	鬼塚 真
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	松下 康之
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	下條 真司
東京大学	大学院情報理工学系研究科、教授	坂井 修一
東京大学	情報基盤センター、教授	柴山 悦哉
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
早稲田大学	名誉教授 情報オリンピック日本委員会、理事長	笥 捷彦

神戸市立科学技術高等学校	電気情報工学科、教諭	中野 由章
東京大学	大学院情報理工学系研究科、特任講師	角谷 良彦
東京大学	大学院情報理工学系研究科、研究員	本多 健太郎

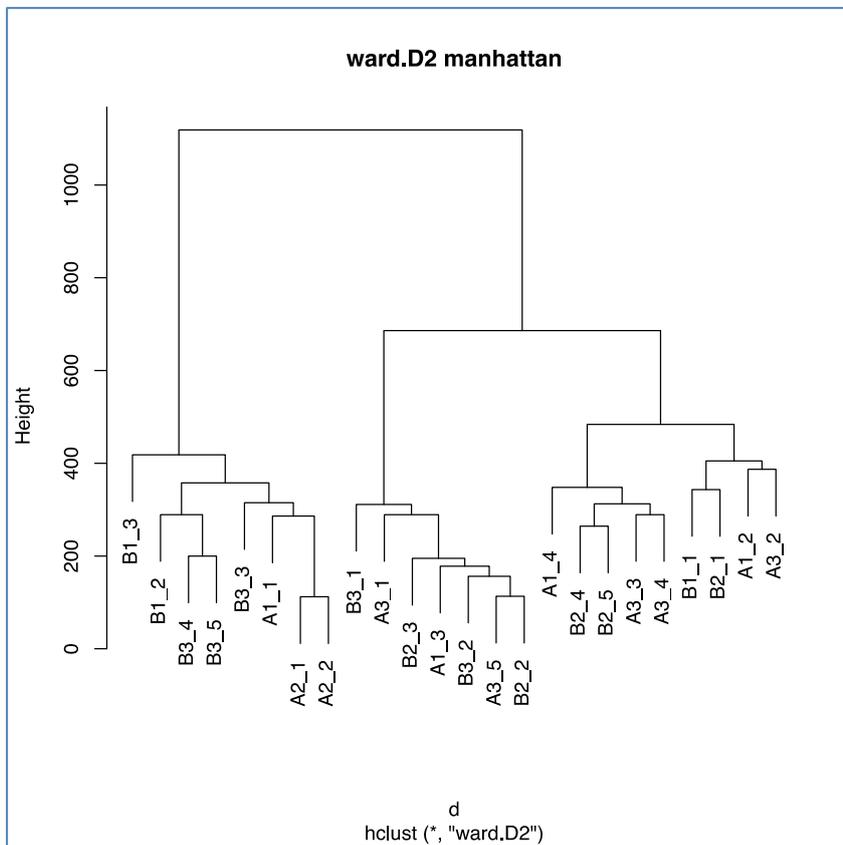
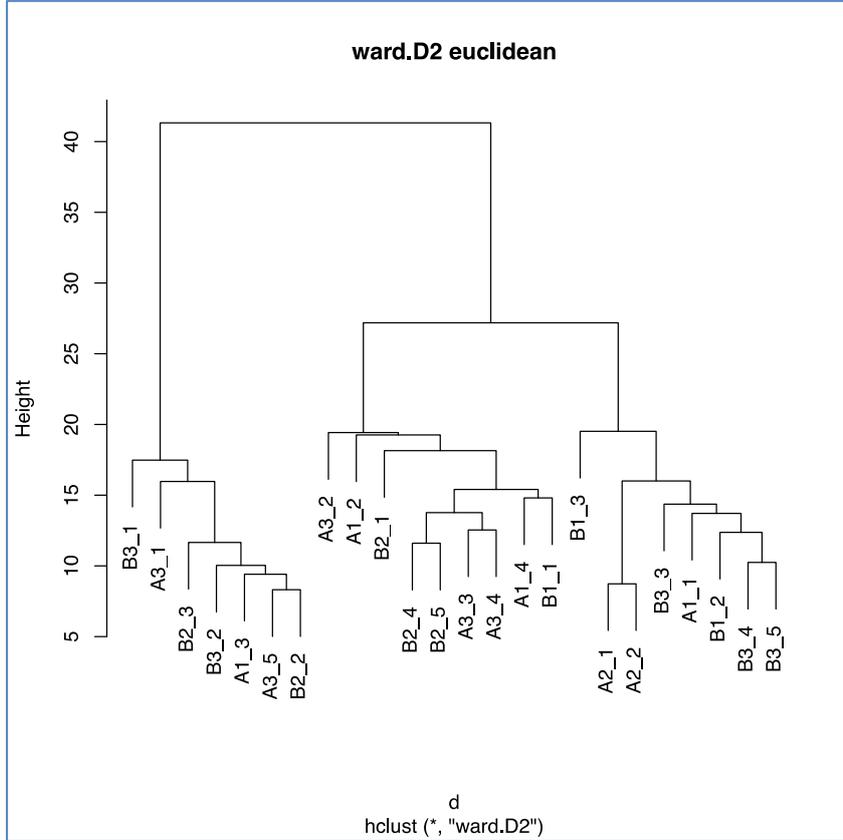
(2) 平成28年度の成果

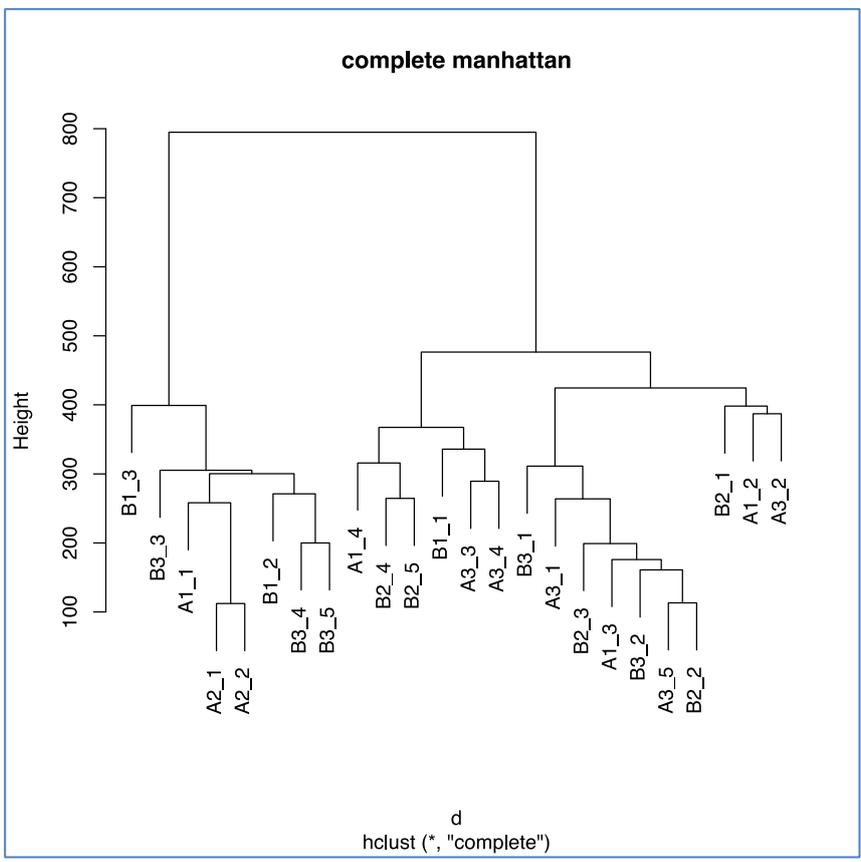
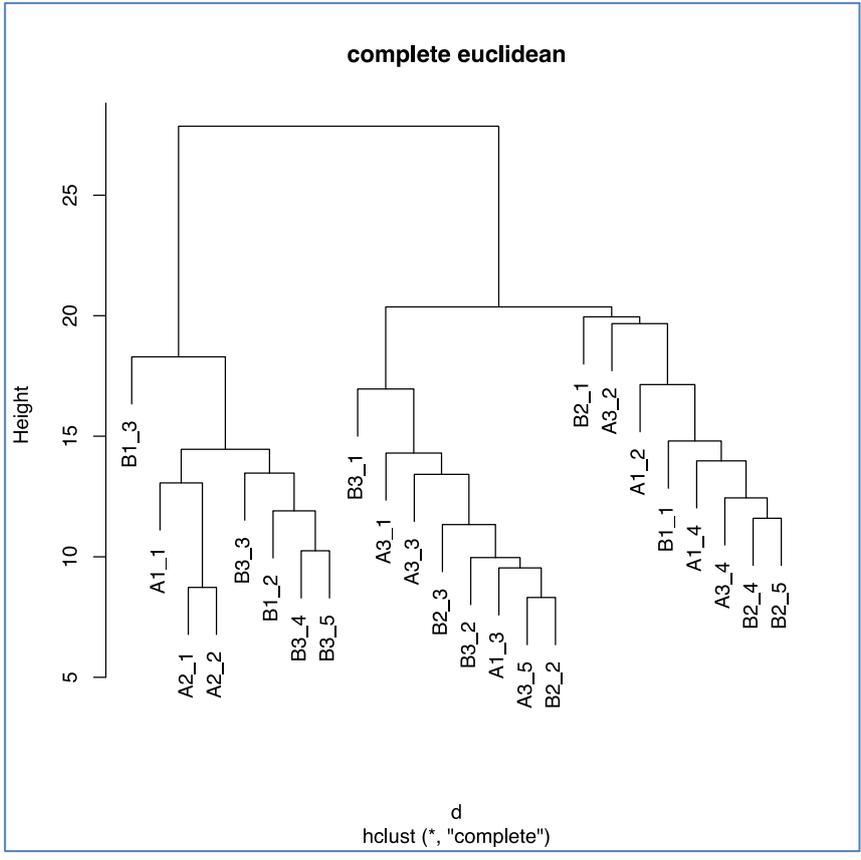
(a) 業務の成果

過去に情報入試研究会で実施された模擬試験の実施結果について、データ分析を行った。情報入試研究会の模擬試験は、次世代の情報入試を視野に入れた試験であり、本事業とも関連が深い。過去の模擬試験の結果を分析することで、今後の作問や試験問題評価に役立つことが予想される。

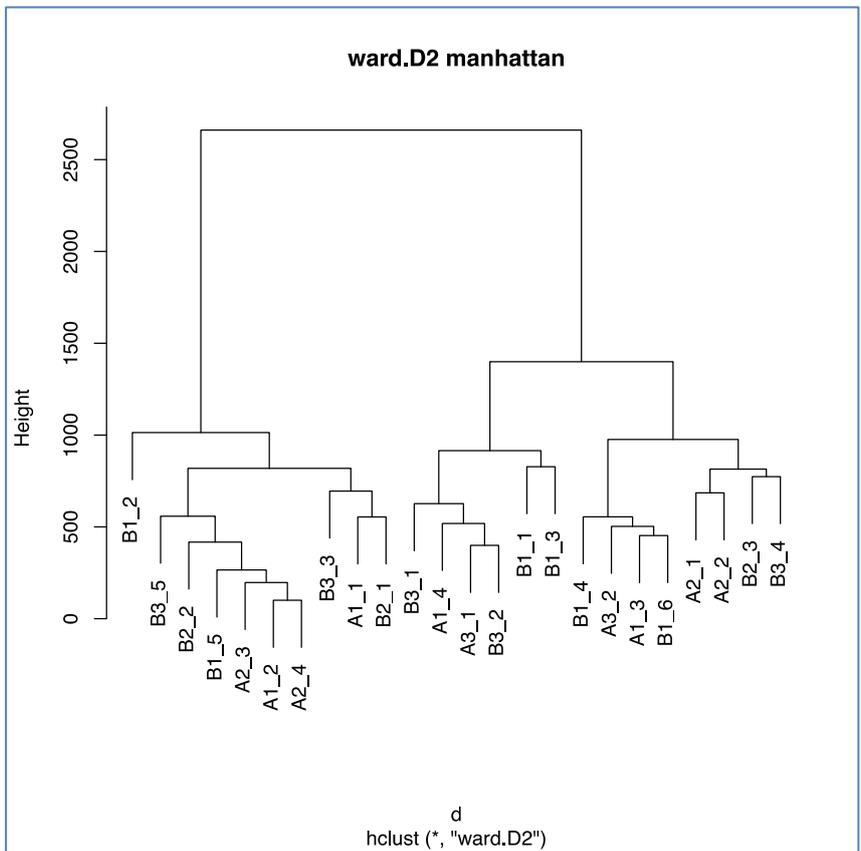
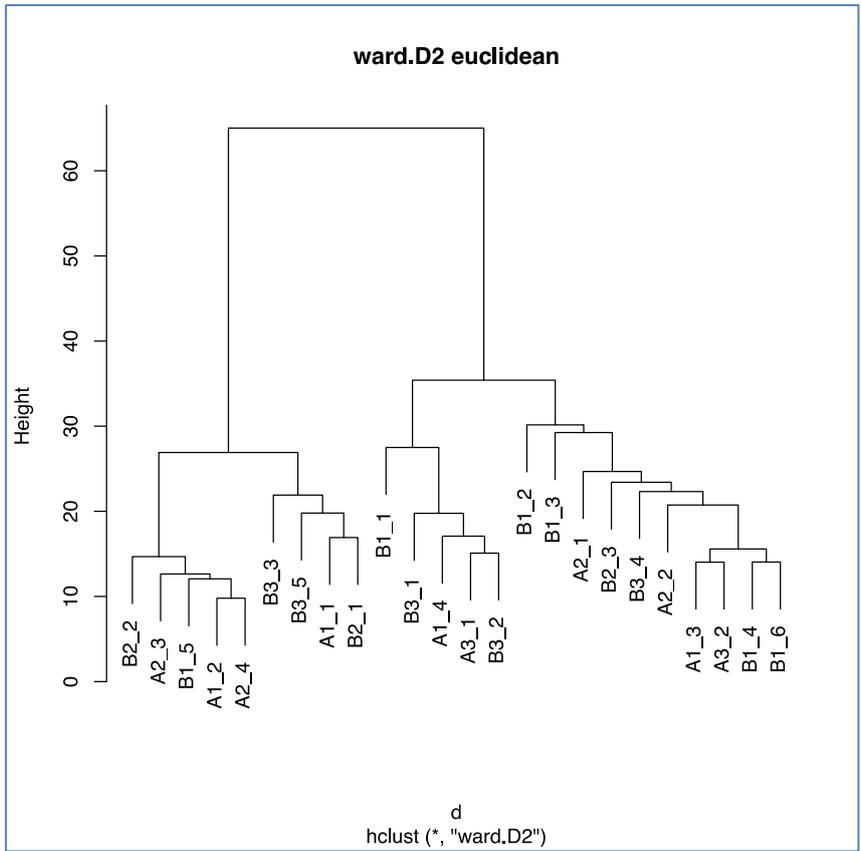
クラスタリング技術を適用し、受験者の正誤分布に応じて試験問題を分類した。クラスタリングには、Rのhclust関数を利用した。分類結果は以下の通りである。実際にはサポートされている全てのアルゴリズムと距離関数の組合せについて実験を行ったが、ここには結果の抜粋を掲載する。

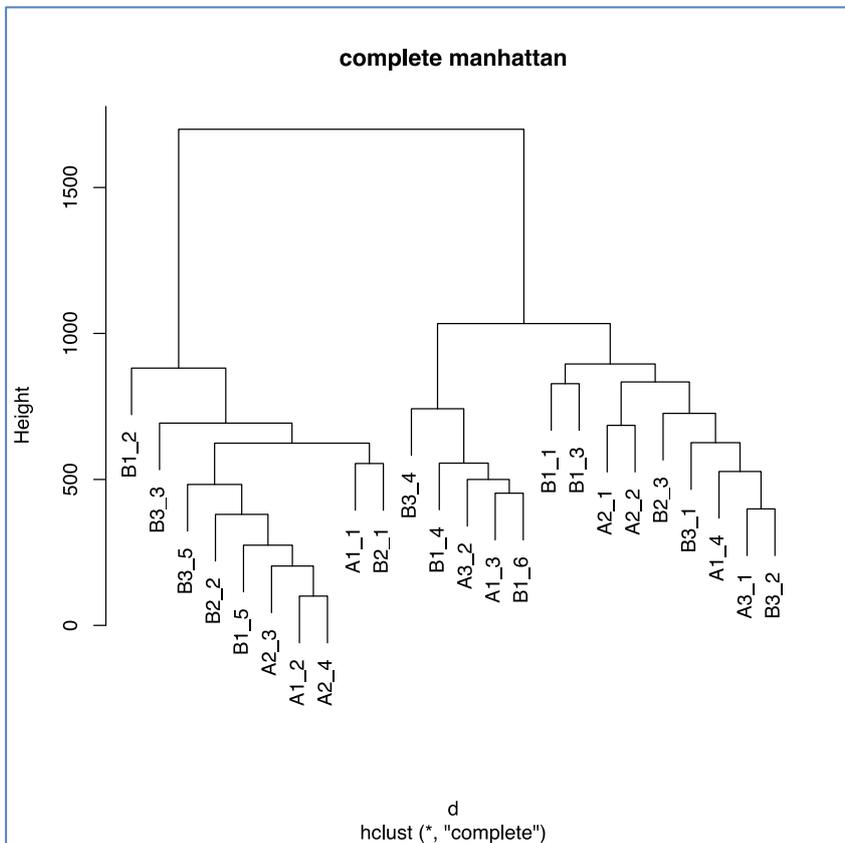
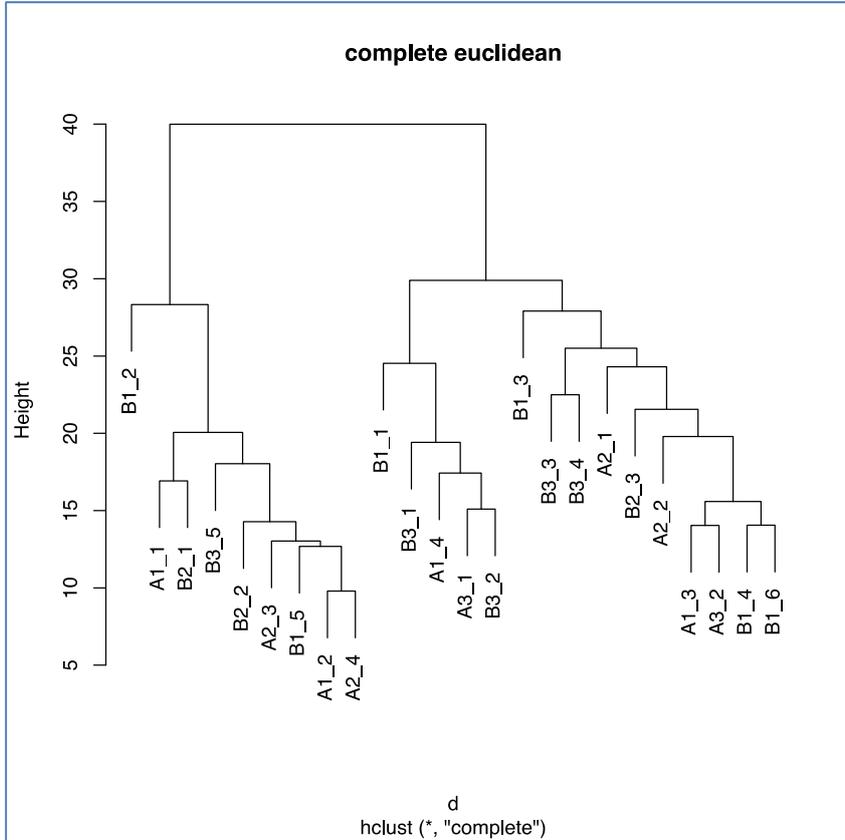
第2回模擬試験



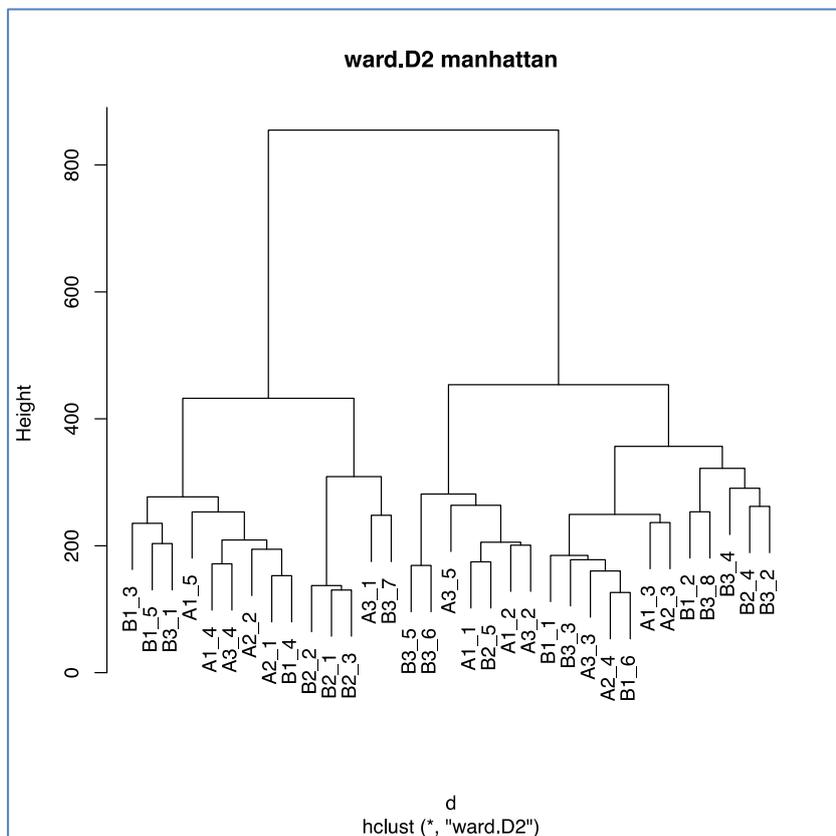
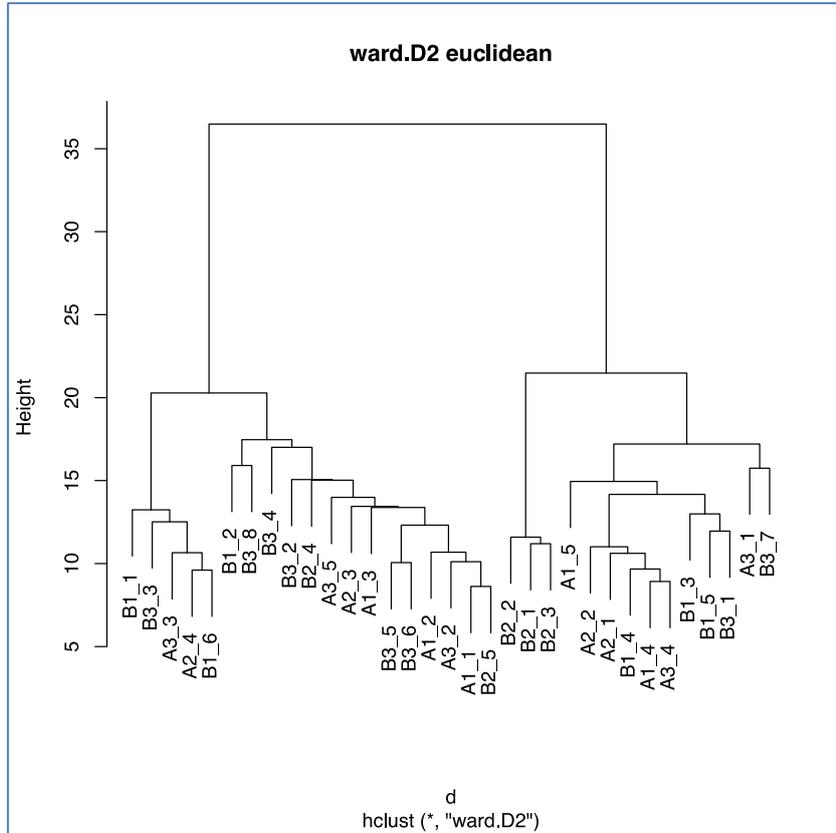


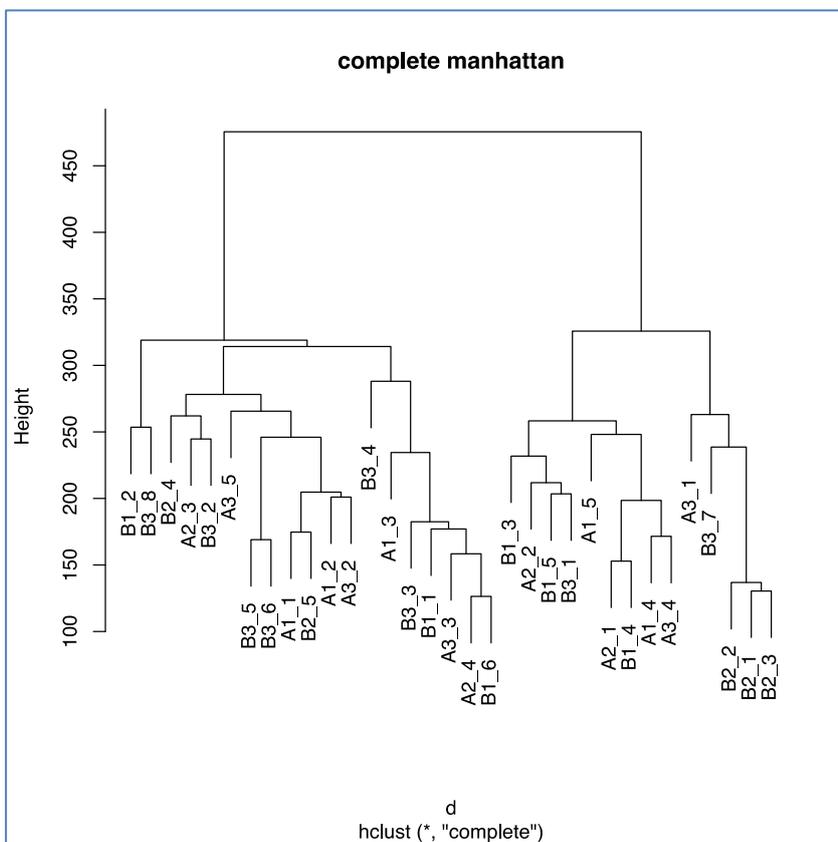
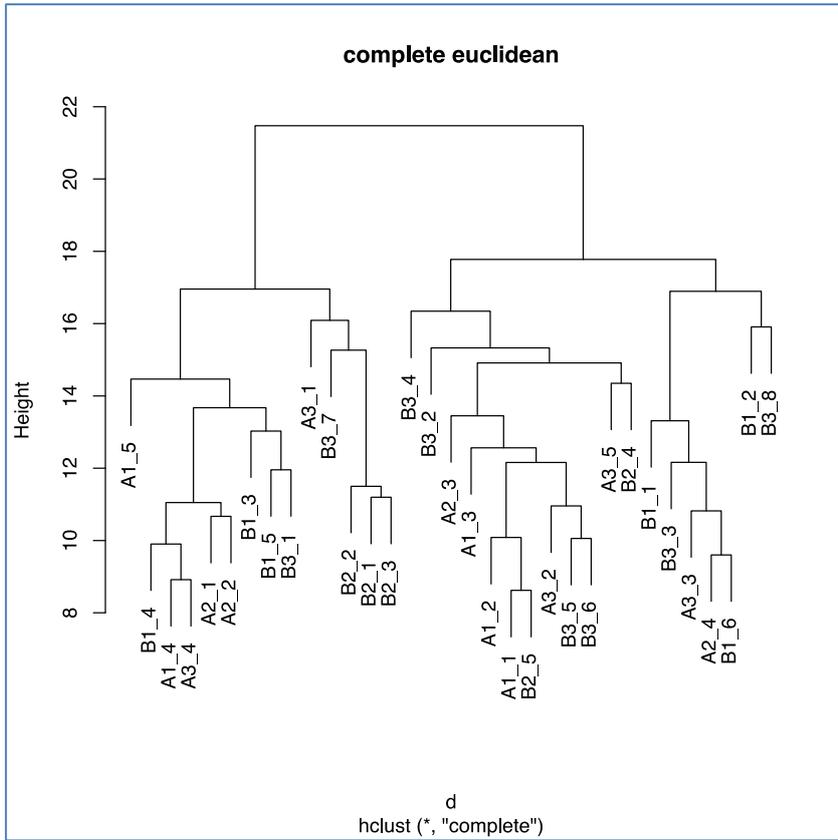
第3回模擬試験





第4回模擬試験





いずれの試験においても、今回のクラスタリング結果と5.1.1において行った思考力・判断力・表現力による分類の間に関連を見出すことはできなかった。特に、多くのクラスタリングアルゴリズムにおいては、全ての問題がほとんど独立であるという傾向が見られた。

次に、模擬試験の正誤分布を用いて試験問題の因子分析を行った。計算に用いたのは、Rのfa関数である。因子数が3から10の範囲で全ての場合について試行したが、ここには抜粋を掲載する。結果は以下の表11～表13の通り。

表 11 第2回模擬試験の因子分析

第2回模擬試験 因子数3				第2回模擬試験 因子数5					
Loadings:				Loadings:					
	MR1	MR2	MR3		MR1	MR2	MR3	MR5	MR4
A1_1	0.281	0.120	0.321	A1_1	0.150		0.237	0.387	
A1_2	0.166	0.132	0.229	A1_2			0.165	0.281	
A1_3	0.195	0.209	0.133	A1_3	0.152	0.138	0.118	0.122	0.158
A1_4	0.153		0.146	A1_4				0.208	
A2_1	0.149	0.248	0.636	A2_1	0.175	0.205	0.665	0.158	
A2_2		0.108	0.637	A2_2			0.612	0.153	0.106
A3_1	0.167	0.260		A3_1					0.469
A3_2	0.125	0.141		A3_2				0.159	0.176
A3_3	0.267	0.206		A3_3	0.159			0.157	0.355
A3_4		0.356	0.128	A3_4		0.184	0.126		0.492
A3_5	0.165	0.160		A3_5	0.119				0.302
B1_1	0.373		0.175	B1_1	0.147			0.584	
B1_2	0.199	0.263	0.201	B1_2	0.119	0.180	0.158	0.209	0.203
B1_3			0.174	B1_3			0.166		
B2_1	0.453	0.133	0.177	B2_1	0.376		0.117	0.313	
B2_2	0.383			B2_2	0.452				
B2_3	0.597	0.136		B2_3	0.606			0.190	0.131
B2_4	0.345	0.121	0.160	B2_4	0.348		0.155		0.174
B2_5	0.536	0.228	0.220	B2_5	0.480	0.147	0.175	0.280	0.162
B3_1	0.201	0.210		B3_1	0.163	0.191		0.169	
B3_2	0.242	0.181		B3_2	0.234	0.138			
B3_3	0.202	0.292		B3_3	0.204	0.230			0.153
B3_4		0.596		B3_4		0.629			0.109

B3_5	0.643				B3_5	0.109	0.652		0.173		
		MR1	MR2	MR3			MR1	MR2	MR3	MR5	MR4
SS loadings	1.789	1.541	1.264		SS loadings	1.365	1.129	1.083	1.044	0.969	
Proportion Var	0.075	0.064	0.053		Proportion Var	0.057	0.047	0.045	0.044	0.040	
Cumulative Var	0.075	0.139	0.191		Cumulative Var	0.057	0.104	0.149	0.193	0.233	

表 12 第3回模擬試験の因子分析

第3回模擬試験 因子数3				第3回模擬試験 因子数5					
Loadings:				Loadings:					
	MR2	MR1	MR3		MR3	MR1	MR4	MR2	MR5
A1_1	0.447	0.167	0.191	A1_1	0.114	0.409	0.229		0.237
A1_2	0.343			A1_2		0.188	0.282		0.122
A1_3		0.105	0.129	A1_3				0.147	
A1_4		0.192	0.186	A1_4		0.106		0.177	0.292
A2_1	0.366	0.169	0.390	A2_1	0.154	0.504	0.118	0.167	0.150
A2_2	0.285	0.120	0.382	A2_2	0.127	0.507		0.145	
A2_3	0.578	0.103	0.147	A2_3		0.350	0.506		
A2_4	0.407			A2_4			0.510		
A3_1	-0.102	0.218	0.532	A3_1	0.183			0.741	
A3_2			0.442	A3_2		0.154		0.387	
B1_1	0.126	0.156		B1_1		0.109			0.201
B1_2	0.136	0.165		B1_2			0.119		0.370
B1_3	0.132	0.223		B1_3	0.125				0.299
B1_4	0.170	0.145		B1_4	0.118		0.188		
B1_5	0.214			B1_5			0.222		0.151
B1_6	0.248	0.190	0.265	B1_6	0.205	0.284	0.142	0.143	
B2_1	0.470	0.360	0.270	B2_1	0.375	0.448	0.268		0.118
B2_2	0.366	0.207	0.200	B2_2	0.261	0.321	0.259		
B2_3	0.210	0.247	0.141	B2_3	0.298	0.256			
B3_1	0.146	0.506	0.206	B3_1	0.454	0.131	0.101	0.171	0.250
B3_2		0.558	0.310	B3_2	0.545	0.176		0.223	0.154
B3_3	0.187	0.452		B3_3	0.445	0.128	0.137		0.122
B3_4		0.395	0.141	B3_4	0.417			0.107	
B3_5		0.371		B3_5	0.342				0.175

	MR2	MR1	MR3		MR3	MR1	MR4	MR2	MR5
SS loadings	1.710	1.656	1.290	SS loadings	1.492	1.431	0.986	0.946	0.652
Proportion Var	0.071	0.069	0.054	Proportion Var	0.062	0.060	0.041	0.039	0.027
Cumulative Var	0.071	0.140	0.194	Cumulative Var	0.062	0.122	0.163	0.202	0.229

表 13 第 4 回模擬試験の因子分析

第4回模擬試験 因子数3				第4回模擬試験 因子数5					
Loadings:				Loadings:					
	MR1	MR3	MR2		MR1	MR4	MR5	MR2	MR3
A1_1	0.546	0.316		A1_1	0.310	0.504	0.271		
A1_2	0.306	0.182		A1_2	0.188	0.218	0.193		
A1_3	0.287		0.101	A1_3		0.130	0.295		0.149
A1_4	0.523	0.199		A1_4	0.207	0.328	0.376	0.145	
A1_5	0.285		0.135	A1_5			0.311	0.152	0.110
A2_1	0.305	0.205		A2_1	0.167		0.461		
A2_2	0.557	0.308		A2_2	0.270	0.217	0.645		
A2_3	0.672	0.231	0.103	A2_3	0.210	0.607	0.383		0.105
A2_4	0.548	0.127	0.157	A2_4	0.119	0.576	0.203	0.104	0.160
A3_1	0.372	0.104	0.238	A3_1	0.165	0.180	0.229	0.355	
A3_2	0.298		0.262	A3_2	0.168	0.101	0.184	0.414	
A3_3			0.100	A3_3				0.219	
A3_4	0.237	-0.106	0.311	A3_4			0.179	0.464	0.112
A3_5	0.223	-0.152	0.318	A3_5		0.122		0.522	
B1_1			0.121	B1_1					
B1_2			0.194	B1_2			0.101	-0.112	0.354
B1_3	0.299	0.168	0.186	B1_3	0.159	0.196	0.223		0.201
B1_4	0.255	0.226	0.171	B1_4	0.240		0.240	0.149	0.122
B1_5	0.384	0.395		B1_5	0.400	0.220	0.299		
B1_6	0.317		0.117	B1_6	0.122	0.391		0.142	
B2_1	0.278	0.723	0.104	B2_1	0.719	0.182	0.228		0.100
B2_2	0.248	0.695		B2_2	0.680	0.161	0.223		0.111
B2_3	0.211	0.715	0.152	B2_3	0.733	0.136	0.150		0.122
B2_4		0.240	0.225	B2_4	0.274	0.109		0.135	0.134
B2_5	0.439	0.351	0.177	B2_5	0.401	0.419	0.133	0.202	
B3_1	0.355	0.426	0.194	B3_1	0.446	0.249	0.216	0.139	0.136
B3_2	0.233	0.248	0.378	B3_2	0.275	0.210		0.204	0.292

B3_3	0.156	0.124	0.182		B3_3	0.162	0.151		0.159		
B3_4	0.177	0.129	0.101		B3_4	0.147		0.121			
B3_5		0.119	0.342		B3_5				0.408		
B3_6		0.172	0.450		B3_6	0.148	0.128		0.515		
B3_7	0.233	0.279	0.306		B3_7	0.259	0.105	0.238	0.347		
B3_8			0.302		B3_8				0.338		
		MR1	MR3	MR2			MR1	MR4	MR5	MR2	MR3
SS loadings		3.411	2.796	1.390	SS loadings		2.845	1.918	1.854	1.153	1.135
Proportion Var		0.103	0.085	0.042	Proportion Var		0.086	0.058	0.056	0.035	0.034
Cumulative Var		0.103	0.188	0.230	Cumulative Var		0.086	0.144	0.201	0.235	0.270

各因子が思考力、判断力、表現力のいずれかを表している可能性について、5.1.1で行った分類に基づいて検討を行ったが、因子と思考力・判断力・表現力の間、一見して分かるような関係は存在しなかった。また、そもそもいずれの因子分析結果においても、累積寄与度が低いことは大きな問題である。このような広く利用されている単純な分析手法ではなく、より複雑な分析手法を用いることで問題が解消される可能性がないとは言い切れない。さらに踏み込んだ考察については、今後の検討課題である。

本課題における“CBTを利用した新たなユーザ・インタフェースの検討”については、今年度の当初予定には含まれていなかったが、先行検討としてCBTを利用した新たな試験問題のユーザ・インターフェースについても検討を行った。紙の試験では問いただけなかった能力を問う問題の類型として、以下のようなものを提案する。問題の内容そのものについては、5.2.1に報告している。

- ・ インタラクティブなプログラミング環境を用いる問題。特に、作問の定型化を考えた、2次元配列を操作するプログラムを題材とする。(TableWorldと呼称する。)
- ・ 状態遷移図を作図させる問題。状態遷移を視覚化して受験者に見せることで、問題が過度に難化することを抑制する。
- ・ ロールプレイング型の問題。受験者が実際に何らかの行動を選択し、それに応じて状況が変化する。

このうち上の2つについては、試験問題の有効性を検討するための試作CBTシステムを実装した。試作されたプログラムは資料に挙げたURLから入手可能である。

(b) 達成状況と今後の課題

過去の試験データに対する分析では、思考力・判断力・表現力をパラメータとして

抽出することはできなかった。この成果を踏まえると、今後は以下のような方針で研究開発をすすめることが考えられる。

- ・ 広く利用されているクラスタリングや因子分析などの方法では思考力・判断力・表現力を十分に説明できないので、思考力・判断力・表現力を適切にパラメータ化するために、これまでとは異なるモデル化の可能性を探る。
- ・ 思考力・判断力・表現力を分析するには十分な量のデータが揃っていない可能性があるため、より多くの問題について模擬試験を実施しデータを収集する。
- ・ これまでの試験問題では思考力・判断力・表現力を十分に識別することができていない可能性があるため、従来とは異なる新たな作問手法について検討する。

CBTを利用した新たな形式の試験問題については、試作システムを通じて問題類型の有効性の検討を行うことが今後の課題である。ユーザ・インタフェースの洗練も今後の重要な課題である。

(3) 資料

(a) 資料一覧

- ① TableWorldサンプルページ
- ② TableWorld出題用ページ
- ③ 状態遷移系問題サンプルページ

(b) 資料

(次ページ以降に示す)

① TableWorldサンプルページ

<http://hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/TableWorld/Question/q.html>

解答ページ

正解のプログラムの出力を元に、正解プログラムと同じ挙動をするプログラムを記述して下さい。
初めに、解答する問題を選択して下さい。

「正解のプログラムを実行する」を押すと、各データを入力データとして正解のプログラムを実行します。

「自分のプログラムを実行する」を押すと、各データを入力データとして自分のプログラムを実行します。

「テーブルを追加する」を押すと、新たに入力データを追加することが出来ます。

「正解のプログラムを実行する」もしくは「自分のプログラムを実行する」を押すと、新たに追加した入力データに対してもプログラムを実行できます。

プログラムを記述し終えたら「プログラムをテストする」を押してテストして下さい。

規則

- Cellはセルの値を格納した配列。
- i 行 j 列目のセルの値はCell[i,j]に格納されている。
- i 行 j 列目のセルの値を変更するにはCell[i,j]に対応する値を代入する。
- Cellの行数は行数(Cell)で取得出来ます。
- Cellの列数は列数(Cell)で取得出来ます。
- セルは一列目は数値で、それ以外は全て空文字である。

問題名

入力例

入力

	1	2
1	1	

出力

	1	2
1	3	

入力

	1	2	3
1	1		
2	98		

出力

	1	2	3
1	3		
2	100		

入力

	1	2
1	2	
2	3	

出力

	1	2
1	4	
2	5	

解答

hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/TableWorld/Question/q.html

アプリ サイバー創研 公募・社外DB 阪大入試 クラウドサービス 検索 tools mikami

新規データ

行 列 テーブルを追加

自分のプログラムを実行する 正解のプログラムを実行する プログラムをテストする

プログラム(DNCL)

← を 増やす を 減らす を表示する 「」 "" | + - × ÷ = ≠ >

≧ < ≦ かつ または でない と もし ならば を実行する

を実行し、そうでなくもし ならば を実行し、そうでなければ の間、を繰り返す

を から まで ずつ増やしなが、を繰り返す 行数(Cell) 列数(Cell) Cell[,]

```

1 i を 1 から 行数(Cell) まで 1 ずつ増やしなが、
2 | j を 1 から 列数(Cell) まで 1 ずつ増やしなが、
3 | | もし Cell[i,j] ≠ "" ならば
4 | | | Cell[i,j] ← Cell[i,j]+1
5 | | を実行する
6 | を繰り返す
7 を繰り返す

```

② TableWorld出題用ページ

<http://hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/TableWorld/CreateQuestion/q.html>

設定ページ

問題名、入力、テストデータ、正解プログラム、入力チェック用プログラムを設定してください。
入力例は解答者に例として示されるデータで、テストデータは解答者が提出したプログラムをテストする際に使われるデータです。
プログラムは入力チェック用プログラムのチェックを通った場合のみ実行されます。
「自分のプログラムを実行する」を押すと、各データを入力データとしてプログラムを実行します。
入力し終わったら、「送信」を押して下さい。

規則

- $Cell$ はセルの値を格納した配列。
- i 行 j 列目のセルの値は $Cell[i, j]$ に格納されている。
- i 行 j 列目のセルの値を変更するには $Cell[i, j]$ に対応する値を代入する。
- $Cell$ の行数は $行数(Cell)$ で取得出来ます。
- $Cell$ の列数は $列数(Cell)$ で取得出来ます。

問題名

入力例

行 列

テストデータ

行 列

設定

hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/TableWorld/CreateQuestion/q.htr

アプリ サイバー創研 公募・社外DB 阪大入試 クラウドサービス 検索 tools mikami

正解プログラム(DNCL)

← を 増やす を 減らす を表示する 「」 "" | + - × ÷ = ≠ >
 ≧ < ≦ かつ または でない と もし ならば を実行する
 を実行し、そうでなくもし ならば を実行し、そうでなければ の間、を繰り返す
 を から まで ずつ増やしなが、を繰り返す 行数(Cell) 列数(Cell) Cell[,]

1	
---	--

入力チェック用プログラム(javascript)

cm.checkInput には入力チェック用の関数を代入して下さい。
 この関数はセルを表す二次元配列を受け取り、 入力が正しければtrueをそうでなければfalseを返します。
 cm.inputMessage に代入した文字列が、解答者に入力規則として示されます。
 cm.alertMessage に代入した文字列が、入力データが不正だった場合にアラートで表示されます。

1	
---	--

③ 状態遷移系問題サンプルページ

<http://hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/StateTransition/>

状態遷移系

hagi.is.s.u-tokyo.ac.jp/DNSKSIJ/StateTransition/

アプリ サイバ-創研 公募・社外DB 阪大入試 クラウドサービス 検索 tools mikami

```
graph LR; a((a)) -- Z --> a; a -- else --> b((b)); b -- X --> c((c)); c -- Y --> b; c -- else --> c;
```

点を移動

a b c d e f g h

X Y Z

リセット 実行

入力	状態
(初期状態)	

[出題UI](#)

5.4 広報活動と動向調査研究

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なうために、本年度は次の4件の課題項目を実施した。

- 4-1) 「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画
- 4-2) 高等学校や予備校などとの連携
- 4-3) 産業界での情報関連スキルのニーズ調査
- 4-4) 国内外の動向調査

以下、課題項目ごとに研究開発内容と成果を示す。

5.4.1 「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なう。

(b) 平成28年度の研究開発内容

情報処理学会の全国大会にて「情報科」大学入学者選抜を取り扱うセッションを行なうとともに、本事業に関するシンポジウムイベントを企画し、活動を一般に広く周知するとともに意見聴取も行なう。

(c) 担当者

担当者一覧を表14に示す。

表 14 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
公立はこだて未来大学	システム情報科学部、教授	松原 仁
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長・教授	尾上 孝雄
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
電気通信大学	非常勤講師	角田 博保
早稲田大学	名誉教授 情報オリンピック日本委員会、理事長	笥 捷彦

慶應義塾大学	環境情報学部、学部長	村井 純
神戸市立科学技術高等学校	電気情報工学科、教諭	中野 由章
文教大学	情報学部情報システム学科、准教授	佐久間 拓也

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

情報処理学会第79回全国大会のセッションおよび本プロジェクト主催のシンポジウムについて、結果を報告する。

① 情報処理学会第79回全国大会のセッション

【実施概要】

1. 名称: 文部科学省大学入学者選抜改革推進委託事業「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」
2. 日時: 2017年3月16日(木) 13:00～15:30
3. 場所: 名古屋大学 東山キャンパス ESホール
4. 主催: 情報処理学会

【セッション概要】

文部科学省の大学入学者選抜改革推進委託事業に、大阪大学、東京大学、情報処理学会が連携して応募し、情報分野での現行の入学選抜における課題や問題点を調査・分析の上、その改善に向けた実践的で具体的な手法を研究・開発している。特に「思考力・判断力・表現力」の評価に関する考え方、現在審議中の学習指導要領改訂の方向性などに留意し、学力を適切に評価するための革新的な手法の開発に取り組んでいる。本事業では、「情報科」入試実施における評価手法の検討、「情報科」CBTシステム化に関する研究、情報技術による入試の評価に関する研究、広報活動と動向調査研究、を4つの柱として活動しており、現状で得られたいくつかの成果について、報告し、議論する。

【実施結果】

<実施内容>

角田博保（情報処理学会 情報入試委員会 委員長）が司会を務め、5件の講演と6名によるパネルディスカッションを行った。以下に概要を示す。

13:00-13:20 基調講演 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

萩原 兼一（大阪大学 大学院情報科学研究科 教授）

（講演概要） 文部科学省の大学入学者選抜改革推進委託事業を大阪大学が受託機関、
東京大学および情報処理学会が連携機関として受託し、高校科目「情報科」に関
する大学入試評価手法の研究開発を実施している。現在、高校の次期学習指導要
領が検討されていて、平成34年度の高校入学生から実施される。したがって、平成
37年度の大学入学生から入試内容が変わる。その大学入試では、これまでの入試内
容は主に知識・技能を評価していたが、思考力・判断力・表現力も評価することが求
められる。本事業では、その要求を満たす「情報科」の入試問題はどのようなもので
あるかを明確にし、その試験を実施するCBT(Computer Based Testing)システムを
開発することを目標とする。本講演ではこの事業の概略を説明する。

（講演内容） イベントでは萩原が文部科学省へ出張のため、萩谷が代理で講演した。背
景、高大接続、真の学ぶ力として学力の三要素について述べ、大学入学者選抜改
革に関して情報分野の評価手法にとりくんでいることが示された。大きな方向性と
しては、思考力、判断力、表現力について、各大学の入学者選抜試験で活用でき
るような評価方法を研究する。大阪大学が受託し、東京大学と情報処理学会が連
携している。情報科入試、CBT、評価、広報と動向調査(含む海外調査)に関して、
2016年10月から始めて、丸2日に及ぶ会議をすでに6回開いている。入試問題と
CBTプロトタイプを開発中であり、最初は大阪大学と東京大学の1年生を対象に試
行実施する予定である。2017年3月20日にはグランフロント大阪でシンポジウム開催
することになっており、高校の教員も対象にして、すでに満席となっている。また、理
工系情報学科・専攻協議会、第10回全国高等学校情報教育研究会全国大会(東
京大会)、FIT等で広報活動を行うことが示された。

13:20-13:40 報告(1) 「情報科」の情報学参照基準による知識体系化

萩谷 昌己（東京大学 大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専
攻 教授）

（講演概要） 本事業では、理工系大学教育の分野別質保証、参照基準を考慮した「情

報科」入試評価項目の検討を行うことを目標としている。日本学術会議の大学教育の分野別質保証委員会では、専攻分野毎に大学教育の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準を設けている。本事業では、上記目標を達成するために、主に理工系大学教育の各分野および情報学分野で共通的に必要となる「情報科」の内容について考慮し、入試評価項目を検討する。具体的に、「情報科」で教えられる知識および技能を、情報学の参照基準に照らして体系化することを試みている。また、他の分野の参照基準も参照し、各分野に共通的に必要となる知識と技能を明らかにする。本講演では以上の検討の結果について報告する。また、本事業では、試験問題作成段階でAI/ビッグデータ技術の適用可能性について探ることも目標としており、時間があればその成果についても報告する。

(講演内容) 情報学の参照基準と高校情報科の情報I,情報IIの対応付けを行っている。

現在は2科目からの選択必修であるが、次は情報I必修となる。

情報学以外の参照基準を精査し、各分野の学部教育の専門基礎教育として実施されている情報教育を調査した。J17のための調査や東大のカリキュラムの状況も参照しながら、高校の情報科で教えられる項目と大学で必要となる項目との対応マトリックスを作成している。各項目の必要性、つまり、大学入試の評価項目に入れると言うことはほとんどすべての学問で活用されるから必要なのだという意味であり、それを確認して行こうという活動である。

情報学はメタサイエンスの側面を有する。参照基準の(ア)～(オ)の項目を考慮する。情報Iと情報II、それぞれの(1)-(2)をみると、情報Iではプログラミングが本格的に入っており、情報IIではデータサイエンス、データ分析に関するものも入っている。知識というより能力に関するものもある。

参照基準の他の分野(30)のそれぞれを見ていくと情報に関する記述がいろいろ見つかる。言語・文学、心理学、統計学、社会学、経済学、経営学を含む経営情報学などにある。また、理系分野には当然含まれている。物理学・天文学、地球惑星科学、機械工学などである。項目対学問分野の表のマトリックスを作成した。こういうマトリックスを大学入試に情報科を入れる際の動機付けにできる。

本事業における東大のミッションの一つにAI/ビッグデータの適用可能性の検討がある。情報入試研究会(情報入試WG)の過去4回の試験結果をクラスター分析、因子分析したが、あまりよい結果が出ていない。データ量が少ないこともあり、トップダウン的にやるのが現状では有効と思われる。

13:40-13:55 報告(2)「情報科」大学入学者選抜における評価手法

久野 靖 (電気通信大学 大学院情報理工学研究科 教授)

(講演概要) 現在我々は、文部科学省の大学入学者選抜改革推進委託事業の一環として、情報分野での具体的な選抜手法を研究・開発している。その中でもとくに重要となるのが、思考力・判断力・表現力を評価できるような試験方式やその作題の手法を定式化することである。本報告では、思考力・判断力・表現力を試験で問える形にするためにどのように定式化し、またそれに対応する力を見るためにどのような形で設問を構築しようとしているかについて、現状を報告する。

(講演内容) 暗記していれば答えられる問題(知識問題)は思考力を問う問題ではないがすべての問題－知識問題＝考える力を問う問題かというところ単純ではない。

思考力とは何かについて包括的網羅的定義は困難なので行わない。思考力、判断力、表現力(TJEと略する)の定義をたたき台として1つ定め、委員会での議論を通して、検討して行った。その定義に基づいて作題し、作題がやりやすいように恣意的に定めた。以下の6種類を定義している。Tr(reading) 見慣れない記法の理解、Tc(connection) 多数の事項の中から結びつきを発見できるか、Td(discovery) 視点を変えていく力、Ti(inference) 推論、Ju(Judgement)、および、Ex(Expression)。「自転車の利用は社会的に良い、なぜならば…」という作題例を示した。

13:55-14:10 報告(3)「情報科」大学入学者選抜CBTシステム化の仕様

西田 知博 (大阪学院大学 情報学部 准教授)

(講演概要) 現在大学入試センター試験では試験科目とはなっていない「情報科」の学力評価を全国規模で行うことは、それをCBT(Computer Based Testing)として採点コストを削減することにより実現性が高くなると考えられる。また、コスト削減だけでなく、コンピュータの操作を通じた評価や、個々の受験者に適応した出題など、CBTの導入により実現できることも多くある。本事業では、これまで情報入試研究会(情報入試WG)として実施してきた大学情報入試全国模擬試験を出発点とし、「思考力・判断力・表現力」を評価するという視点も加えて「情報科」大学入学者選抜をCBTシステム化するためにはどのような機能が必要かを検討している。ここではそこ

で挙げた要求仕様とそれらの実現可能性について紹介する。

(講演内容) TJEの試験をどうやってCBTに載せていくのかについて、まず、既存のCBT調査を行った。また、各既存試験の関係者のレクチャを受けた。2種類のCBTシステムを考えている。1つ目は、2017年夏の試験用のCBTシステムである。過去の情報入試全国模試が実施可能であることを第一義としている。大問、中間、小問構成をとり、センター試験よりは自由度が高い。大きくても大学の学年単位といった小規模な単位で実施する。パソコンを使って解答させる。問題はXMLで記述し、選択と自由記述を許す。図表はイメージファイルであたえる。選択型、穴埋め型、短冊型、記述型がある。デモを交えて説明した。

2つ目は次年度以降に向けてのもので、IRT(項目反応理論)についても検討している。それには小さい問題を多数作る必要がある。また、インターフェースは2018年度まではキーボードとマウスであるが、その後はタブレットペンの可能性も考える。出題のフレームワークは、プログラムで動かして入力例で設問可能にするというTableworld、医学系に例があるストーリーのある連続設問方式、また、状態遷移図を描かせる、デバッグやトラブルシューティング、回答プロセスの評価も考えられる。採点については、自動採点は確実性からみて入試に使うのは難しいので、キーワードの抽出、アンダーライン、出現数のカウントなどの採点補助を行う。自動作題としては、とりあえず計算問題について考え、フレームワークを整備し、出題分野の調整を行う。

14:10-14:25 報告(4)「情報科」大学入学者選抜の国内外の動向

辰己 丈夫 (放送大学 教養学部 教授)

(講演概要) 我が国で「情報活用能力」とされる内容は、多くの国の初等中等教育段階では「情報科」のような独立した教科ではなく、他教科で学習される。本講演では、その能力を他国ではどのように測定・評価し、それが本人のキャリアにどの程度関連するようになっているのかについて、複数の国での聞き取り調査などを元にして報告する。

(講演内容) 国内外の動向について、情報処理学会と東大が合同で実施した。国内の様子は中野サイトに詳しい。情報入試をやっている大学が載っているが、ともかく受

験者が少なく、試験問題作成にコストがかかるという問題がある。

海外では以下の調査を行った。

イギリスの大学入試制度はレベルが3種類であり、試験を作っているのは4団体それを管轄するOfqual(The Office of Qualification and Examination Regulation)がある。大学入試センターのようなものはない。どの試験団体の試験を受けるかは高校が決める。訪問した高校では、入試に出るからということで、プログラムを疑似コードに書き下す問題を解いていた。

アメリカ東海岸のビンガムトン大学ではスタンダードなことをやっていた。さらに、SIGSSE、や、中国を訪問し、これからインドに行くところである。訪問してない調査としては、エストニアやロシアがある。

14:30-15:30 パネル討論 どうする「情報科」大学入学者選抜

中野 由章（神戸市立科学技術高等学校、司会）

パネリストは5件の講演者（萩原については大阪大学の東野輝夫教授が代理）

（討論概要） 高等学校共通教科情報科の次期学習指導要領の全範囲に亘って、「思考力・判断力・表現力」を評価する観点からどのような問題をどのような方法で課し、それをどうやって評価すべきかを議論する。具体的な手段としては、CBTを想定しているがその有効性についても考える。そもそも、高等学校共通教科情報科は必修教科であるにも関わらず、現段階においてそれを入学試験に取り入れている大学は極めて少数である。このことが、高等学校において情報科の軽視や教科内容の過剰な分散、さらには教員の採用や配置の不適切な状態を放置することにもつながっている。この現状が望ましくないことは誰の目にも明らかで、大学、高校双方に改善のための努力が必要である。一方、PISAでは課題解決力が非常に重視されており、情報科は課題解決力を涵養する中核的な教科として期待されている部分もある。そこで、高等学校共通教科情報科を大学入試に導入するために克服すべき課題や、われわれは何をしていけばいいのか、各パネリストの立場から議論する。

（討論内容） 活発な議論、質疑応答が行われた。パネリストの代表的な意見を以下に示す。

・3月20日に阪大シンポジウムが行なわれる。西尾先生、文科省荒木氏、鹿野氏が

登壇され、参加者の2/3強が高校の先生。すでに満席であるが、内容は公表する。いわゆる入試科目しかペーパーテストでやらないのは高校入試も同じ。しかし、高校入試は内申書を使う。音楽、家庭は内申書の比率をあげる。それが入試には効く。大学入試だと内申書は無い。(中野)

- 計画しているCBTは最終的には高校生対象だが、まずは入学早々の学生をターゲットに試行適用を行う。それ以外にも高校や予備校に協力を求めている。(東野)
- 阪大総長の西尾先生には、大きな国立大学のトップとして発言してほしいということ伝えてほしい。アメリカは実はそんなに進んでない。入試段階でAP(Advanced Placement)が考慮される状況になっていない。入試に関して特段遅れているわけでもない。Jeanette Wing氏の話でも日本は一元制度が作れるのだから、実現すれば日本がトップに立てるのではとされている。(萩谷)
- 情報が入試に入ることはすでに決まっている。そこで価値がある試験ができることを示すことが重要。そこで測ったものが大学教育に役立つということを示したい。(久野)
- CBTの立場では、IRTで基準をクリアするまでやってもらうということなら向いている。難しい課題だがトライしたい。(西田)
- センター入試の情報関係基礎が1.2%の受講に対して、イギリスはそれに比べると多い。(辰己)

<参加者>

約80名が参加し、そのうち高校教員は3名だった。

<成果・実績>

本プロジェクトの概要を説明し、来場者に考え方は理解してもらえたと考える。平日だったこともあり、高校の教員が少なかったが、高校の教員への情報提供は、3月20日に開催されるシンポジウムで行うこととした。

当日の写真を図14に示す。



図 14 情報処理学会第 79 回全国大会でのパネルディスカッション

③ シンポジウム

【実施概要】

1. 名称:2025年の高校教科「情報」入試を考えるー思考力・判断力・表現力を評価するー

2. 日時:2017年3月20日(月・祝) 13:30～17:30

3. 場所:グランフロント大阪 ナレッジキャピタル カンファレンスルーム C01+C02

4. 主催:文部科学省大学入学者選抜改革推進委託事業

「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」(大阪大学、東京大学、情報処理学会)

5. 後援:

大阪府教育委員会、兵庫県教育委員会、京都府教育委員会
滋賀県教育委員会、奈良県教育委員会、和歌山県教育委員会
大阪市教育委員会、神戸市教育委員会、全国高等学校情報教育研究会
大阪府高等学校情報教育研究会、大阪私学教育情報化研究会
理工系情報学科・専攻協議会

【実施目的】

今までの大学入試では主に「知識・技能」が評価されていると言われていたが、高大接続改革の検討の結果「思考力・判断力・表現力」を評価することが求められている。この受託事業では、特に新しい学習指導要領で内容が大幅に改定される「情報科」に関して、思考力、判断力、表現力とは何かを暫定的に定義し、これらを実験問題を議論している。本シンポジウムは、その内容を説明し、そのような試験問題を解く能力を育てるために、高校ではどのような教育ができるか、などを高校教員と意見交

換することを目的として開催した。



図 15 シンポジウムのポスター

【実施結果】

<実施内容>

1. 主催者挨拶:西尾章治郎(大阪大学総長)

挨拶の要旨を次に示す。

- ・イノベーションを起こすためには、情報技術が必要不可欠である。
- ・本プロジェクトでは、高校の科目「情報」の大学入学者選抜試験について検討するとともに、試験のコンピュータ化CBTも検討する。
- ・CBTの検討は大きなチャレンジであるとともに、他の教科への適用も視野においている。
- ・今回のテーマは、今、国を挙げて取り組まなければ時宜を逸するものであり、皆様のご意見をいただきながら、盛り上げていただきながら、取り組んでいきたい。

2. 来賓挨拶:荒木秀治(文部科学省)

挨拶の要旨を次に示す。

- ・子供たちにとって、知識、技能に加えて、思考力、判断力、表現力を身に着け、主体性をもって多様な人々と協働して学んでいく態度が重要である。
- ・今回の事業は5つのプロジェクトで構成しているが、このプロジェクトが未来にとつ

て一番影響力のある事業ととらえており、見通しをもって進めていただきたい。

・CBTについては、実際にどのような姿なのかを見える化していただくことを期待している。

・今回の議論、意見を今後の活動に活かしてもらいたい。

3. 基調講演:「情報Ⅰ・Ⅱで育む思考力・判断力・表現力」

鹿野利春(国立教育政策研究所)

育成すべき資質・能力の三つの柱の一つである「思考力・判断力、表現力」が、「情報科」における学習プロセスでどのように関係しているか、その評価方法、具体的な教育内容について紹介された。

鹿野氏のプレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

4. 事業概説:「思考力・判断力・表現力」を評価する試験問題

萩原兼一(大阪大学)、久野 靖(電気通信大学)

発表内容は、①に示した情報処理学会での内容とほぼ同じである。

プレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

5. 現状報告:高校での「情報科」教育～大阪府内高校への調査結果をもとに

加藤 光(大阪府高等学校情報教育研究会・大阪府立岬高等学校)

大阪府内の高校教員の「情報科」に対する意識調査の結果が報告された。

新指導要領の「情報科」の考え方や入試について理解は深まっているとはいえない状況が紹介された。「思考力・判断力・表現力」をテストで評価することに疑問を持っている教員が半数近くいることも示された。

加藤氏のプレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

講演内容については、5.4.2でもふれる。

6. パネル討論:思考力・判断力・表現力の教育方法／評価方法

鹿野利春、萩谷昌己(東京大学)、久野 靖、加藤 光、片岡 晃(IPA)、

コーディネータ 萩原兼一

パネル討論に先立ち、萩谷、片岡氏が10分程度のプレゼンを行った。
プレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

片岡氏の講演内容については、5.4.3でふれる。

7. 閉会の挨拶：尾上孝雄(大阪大学・大学院情報科学研究科長)

挨拶の要旨を次に示す。

- 本シンポジウムは、思考力、判断力、表現力について、どういうものか、どう教育すべきかを考えるきっかけとなり、新しい発見があった。
- 検討を開始してから半年経ち、今後2年間検討を進めていく。
- 皆様の意見を取り入れながら、より良いものを作り、「情報」科目のプレゼンスアップ、日本全体のレベルアップにつなげていきたい。

<参加者>

合計 143名

内訳	大学教員・大学関係者	54名
	高校教員・高校関係者	79名
	予備校関係者	1名
	その他企業	7名
	官庁	1名
	学会	1名

当日の様様を図16に示す。



図 16 シンポジウムの様子

<成果・実績>

本プロジェクトの概要を説明し、高校関係者方と有益な意見交換をすることができた。また、アンケート提出者の92%から、役立つ内容のシンポジウムだったとの評価が得られた(図17)。質疑応答やアンケートの内容から特筆すべき点を以下に示す。

- ・思考力・判断力・表現力の定義TJEに対して高い評価が得られた。
- ・特にTJEの定義が授業内容の評価(ものさし)にも使いたいとの感想があった。
- ・授業と入試のギャップを感じるという意見もあった。
- ・高校教員としては、シンポジウムの開催時期は、休日がよいとの意見が多かった。

アンケートの個々の意見については、分析した後、今後の本事業の活動に反映する。

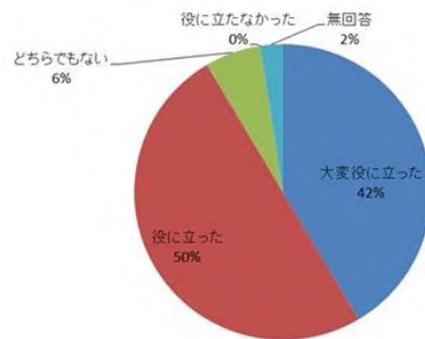


図 17 アンケート結果

(b) 達成状況と今後の課題

本プロジェクトの考え方、検討状況を高校教員、大学、企業に伝えるという目的は達成できたと考える。

高校の授業と入試とにギャップがあると考えられる高校教員との情報交換を進めながら、研究を進めていく。

そのために、引き続きHP、シンポジウム、学会等での発表を通じて広報活動を継続する。

(3) 資料

シンポジウムでのプレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

5.4.2 高等学校や予備校などとの連携

(1) 研究開発内容

(b) 研究開発の目的

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なう。

(c) 平成28年度の研究開発内容

新学習指導要領や新しい入学者選抜試験、特に「情報科」の取扱いについて、高等学校や予備校などと意見交換することにより、「情報科」入学試験の導入が円滑に行えるよう工夫する。

(d) 担当者

担当者一覧を表15に示す。

表 15 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長・教授	尾上 孝雄
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	井上 克郎
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	東野 輝夫
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	増澤 利光

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

3月20日に開催したシンポジウムにおいて、大阪府立岬高校の加藤氏に大阪府内の高校の状況を紹介してもらうとともに、80名の高校教員および予備校関係者に本プロジェクトの概要を紹介した。

アンケートの結果、今回のほとんどの参加者がシンポジウムが役に立った、次年度も開催してほしいと希望していることから、当初の目的は達成できたと考える。

(b) 達成状況と今後の課題

加藤氏の調査報告によると、新しい「情報科」に対して十分に考え方が伝わっているとはいえない。また、思考力・判断力・表現力の評価は、実技や制作物で評価すると考えている教員が多い。

今後は、本プロジェクトで検討している入試に対して理解を深めてもらうため、広報活動や情報交換が重要である。

(3) 資料

加藤氏のプレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

5.4.3 産業界での情報関連スキルのニーズ調査

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なう。

(b) 平成28年度の研究開発内容

理工系一般学生の情報関連スキルについて、産業界でのニーズ調査を行なう。次年度以降、評価項目設定などに適切に還元することをめざす。

(c) 担当者

担当者一覧を表16に示す。

表 16 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長・教授	尾上 孝雄
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	井上 克郎
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	東野 輝夫
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	増澤 利光
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	鬼塚 真
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	下條 真司

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

3月20日に開催したシンポジウムにおいて、IPAの片岡氏から企業が必要とする人材のスキルについて紹介していただいた。

ここでは、IPAのIT人材白書などを引用しながら、人材に要望するスキルが変わってきたことが紹介され図18のような人材が必要であり、この内容は、本プロジェクトで考えている思考力・判断力・表現力ともつながる内容だとされた。

IoT・ビッグデータ・AI時代に求められる人材とは

IPA

「IT人材白書2016」インタビュー調査より

- ・アイデアをふんだんに出すイノベーター、技術を組み合わせるアーキテクト/デザイナー、技術の専門性を高めていく技術者の3種類の人材が必要であり、それぞれの人材の育成を考えている。
- ・IoTの技術をビジネスモデルにマッチングさせて、マネジメントしていく能力が必要になるため、マッチング、マネジメント能力を育成しようとしている。
- ・異なる分野の専門家同士の仕事になるので、お互いの単語がわからない。ITに関しては我々の方で翻訳してわかりやすい表現にし、業務に関してはわかりやすく説明してもらい、初歩的なことでも質問をして理解を深めている。お互い歩み寄りをしている。
- ・すでにあるIoT化の事例を自社の事業に置き換えて類推できる人材がいれば、ITベンダーがアイデアを具現化できる。
- ・機械から取得したデータを、どのような視点で価値に結びつけたらよいかわからない。分析の手法はあっても、何をアウトプットにするかがわからず、皆、苦勞している。

技術とビジネスを繋ぐ力、技術を俯瞰し全体を設計する力、創造性、専門性etc

All Rights Reserved, Copyright ©IPA2017

5

IoT・ビッグデータ・AI時代の人材育成(まとめ)

IPA

- クロスファンクションチーム、社員交流の場
多様性、若手の成長、組織の活性化
- 自社と異なる分野、新たな分野に外部の力を注入
複数のスキルを習得、異種の血(知)
- MOOC、社外コミュニティなど多様な学び方
最新技術の習得、相互研さん
- ベンチャー・スタートアップ(企業内新規事業含む)支援
事業を生み育てられる人材の育成、個性を生かす(十人十色)
- ハッカソン、アイデアソン、社内コンテスト

All Rights Reserved, Copyright ©IPA2017

7

図 18 IPA による「求められる人材」

(b) 達成状況と今後の課題

産業界での情報関連スキルのニーズは、片岡氏に分かりやすく紹介していただき、シンポジウムの参加者の理解も進んだと思われる。

今後は、IPAのIT人材白書(<https://www.ipa.go.jp/jinzai/jigyoku/about.html>)も参考にしながら、産業界のニーズとの連続性をもった試験問題の研究を進める。

(3) 資料

片岡氏のプレゼン資料は、下記で公開している。

<http://www.cybersoken.com/johoka/link.html>

5.4.4 国内外の動向調査

(1) 研究開発内容

(a) 研究開発の目的

「情報科」大学入学者選抜に関するシンポジウムや大会セッションなどのイベント企画、高等学校や予備校などとの連携、産業界での情報関連スキルのニーズ調査、国内外の動向調査、他教科評価手法検討への知識供与を行なう。

(b) 平成28年度の研究開発内容

CBTについて、国内外のさまざまな試験での採用状況、課題などを包括的に調査する。また、世界各国で重要視されつつある情報教育、ならびにその大学入学者選抜への適用状況も調査する。

(c) 担当者

担当者一覧を表17に示す。

表 17 担当者一覧

所属機関	役職	担当者氏名
大阪大学	大学院情報科学研究科、研究科長・教授	尾上 孝雄
東京大学	大学院情報理工学系研究科、教授	萩谷 昌己
公立ほこだて未来大学	システム情報科学部、教授	松原 仁
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	井上 克郎
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	萩原 兼一
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	東野 輝夫
大阪大学	大学院情報科学研究科、教授	増澤 利光
東京大学	大学院情報理工学系研究科、教授	坂井 修一
東京大学	情報基盤センター、教授	柴山 悦哉
神戸市立科学技術高等学校	電気情報工学科、教諭	中野 由章
電気通信大学	大学院情報理工学研究科、准教授	中山 泰一
青山学院大学	社会情報学部、准教授	伊藤 一成
放送大学	教養学部、教授	辰己 丈夫
日本大学	文理学部、教授	谷 聖一
大阪学院大学	情報学部、准教授	西田 知博
長野大学	企業情報学部、教授	和田 勉
電気通信大学	大学院情報理工学研究科 教授	久野 靖

(2) 平成28年度の成果

(a) 業務の成果

本事業の活動として、外国・日本国内における情報に関連する入試動向の調査を行なった。本節では、以下の国について述べる。

- 日本
- イギリス
- アメリカ合衆国
- 中国
- エストニア
- ロシア
- インドネシア
- インド
- オーストラリア
- カナダ

① 日本

これまでの、日本国内での、高校教科「情報」や情報活用力に関する入試動向について記す。

まず、高等学校の情報科が設置されるより前、1993年から実施された高等学校学習指導要領では、数学Aに「計算とコンピュータ」、数学Bに「算法とコンピュータ」、数学Cに「数値計算」が領域として設定された。これにともない、大学入試センター試験においても、数学Aと数学Bの選択問題に、BASIC言語で書かれたプログラムを見て、その動作を確認させたり、計算内容の意味を問う問題が出題されていた。

さらに、1997年からは、工業科や商業科などの専門科を卒業する学生を主な対象として想定した「情報関係基礎」が、大学入試センター試験で出題されるようになった。

2003年から高等学校で実施された教科「情報」に対しては、2006年度入試において、いくつかの大学が、普通教科「情報」(後に、共通教科「情報」)の領域を出題した。専門教科「情報」のほうは、対応する問題を出題する例はなかった。だが、「情報」の入試は受験生が非常に少なく、多くの大学が出題を中止している。

なお、大学入試における情報科の出題の変遷については、本委員会委員の

中野が開設しているWebサイト「中野情報教育研究室」(<http://www.nakano.ac/>)にまとめられている。

② イギリス

訪問概要は、以下の通りである。

- ・ 2月6日: Coundon Court, Northbrook Road, Coventry ロンドンから150km離れたところにある、公立中等教育学校
- ・ 2月7日: UCL Institute of Education (UCL: University of London, University College London) ロンドン大学の一部であり、世界的に著名
- ・ 訪問者: 辰己、久野、本多、小俣 (UCLの大学院生)
- ・ GCE (General Certificate of Education)、GCE A Levelが、該当するもの。

まず、Coundon Court では、Mr. Dan Thomson 先生の授業を見学した。以下の状況であった。

- ・ 授業は、プログラムを見て疑似コードに書き下す構成。
- ・ GCEで出るから、この方法を採用。
- ・ BBCと政府が配布した Micro:Bit は、配布スケジュールが遅延したため、実際には使えなかった。
- ・ 対応できる教員があまりいない。
- ・ 英国全体で政府はComputingをやらせたいが先生が対応できていない。

続いてUCLの Prof. Adrian Mee にインタビューを行ない次の情報を入手した。

- ・ 毎年30人の教師教育をやっている。
- ・ 1986年から30年間、OCR (Optical Character Recognition/Reader) の ICT (Information and Communication Technology) を教え続けている。
- ・ イギリスの入試制度 (特に情報系) について解説。

ここで、イギリスの大学入試制度について、簡単にまとめておく。

試験のレベルは次の3種類があり、試験を受けさせるかは大学が決める。したがって、志願者が希望した大学が求める試験を受けることになる。

- ・ GCSE (General Certificate of Secondary Education)
- ・ GCE
- ・ GCE A level

イギリスでは、大学入試センターのような組織はない。政府機関は Ofqual (The Office of Qualifications and Examinations Regulation) であるが、こゝは、自ら出題するのではなく、各試験団体を監督している。

試験団体は、大きく AQA (Assessment and Qualifications Alliance)、OCR (Oxford, Cambridge and the Royal Society of Arts Examinations)、Edexcel (educationと excellenceの造語)、CCEA (Council for the Curriculum Examinations & Assessment)、WJEC (Welsh Joint Education Committee) の5つがあり、Edexcelを除いてNPOとして運営されている。また、どの試験団体の試験を受けるかは高校が決め、試験の採点は高校教員が行ない、採点済答案を試験団体が抜きうちチェックすることで、採点の公正性を確保している。

なお、イギリスの大学入試には ICT という科目があったが、2016年度で終了した。一方、2011年度から Computing という試験科目が出題されるようになり、これは、2017年度から Computer Science と名前を変える予定である。この試験では、疑似コード (pseudo code) を書かせたり読ませたりする内容になっており、先の Coundon Court での授業も、これに対応したものであるといえる。情報領域を課している大学は多くなく、受験生全体の 5%程度が受験するに留まっている。(なお、日本は、センター試験50万人のうち、600名程度 (0.12%) が情報関係基礎を受験する。)

③ アメリカ合衆国

訪問概要は以下の通りである。

(ア) アメリカ東海岸 (概要)

- ・ 2月16-17日 ビンガムトン大学
- ・ 2月20-22日 プリンストン大学、カレッジボード
- ・ 訪問者: 萩谷、本多、角谷

(イ) SIGCSE (ACMの研究会)

- ・ 3月6-14日 シアトル
- ・ 訪問者: 中野、和田、谷、本多、角谷

- ・ Dr. Lien Diaz(CP Computer Science Principles)

ここでは、(ア)(イ)をまとめて報告する。

- ・ CS(Computer Science)はABET(Accreditation Board for Engineering and Technology)の認証を継続。
- ・ 工学部では、初年次では学科に分かれていない。学科に分かれた後は、学科ごとにprogrammingなどの授業がある。たとえばEECE(Engineering and Computer Engineering)ではLabviewを使う。
- ・ GPA(Grade Point Average)やSAT(Scholastic Assessment Test)などの点数が優先される。APやプログラミング経験などはボーダーの状況でしか有効にならない。
- ・ AP(Advanced Placement)
 - USとカナダではAPは一般的。
 - 高校で大学レベルのコースがとれる。
 - 年度末のテストのスコアで単位認定。
 - プロバイダが実施し、Collegeboardがレビューをする
- ・ AP Computer Science Principles Including the Curriculum Framework
 - Explore Performance Task 8 hours 16%
 - Create Performance Task 12 hours 24%
 - End-of-Course Exam 2 hours 60%
- ・ The AP Computer Science Principles Exam Page
 - Explore Scoring Guidelines
 - Create Scoring Guidelines
- ・ Computer Science Principle (CSP)
 - USでのCS教育を広げる必要性から生まれた。
- ・ CS教師
 - US全体での教育プログラムがない
 - 教師不足は日本と同じ
- ・ 30,000人の受験者、採点は250人。
- ・ 1週間かけて、トレーニングしたり採点基準をすり合わせ。

- ・ CSP のカリキュラムがしっかりして、評価の基準も詳細に定めてそれを公開。

④ 中国

訪問概要は以下の通り。

- ・ 2月22日 東華大学
- ・ 2月23日 上海交通大学
- ・ 萩谷、和田、斎藤が訪問した。

大学の情報教育に関する意見交換を行なったが、結果としてわかったことは、中国は国土が広大で、地域の違いと入試の時間の制限があるので情報入試は困難であるということであった。

⑤ エストニア

エストニアは事情に詳しい人からの聞き取り調査を行なった。

- ・ 高校の情報関連の単元：受講している生徒の数はわからなかったが、ほぼ全ての学校で何らかの情報関連の授業が開講されている事がわかった。少しずれるが中学校では85% で 情報関連の授業が開講されている。
- ・ 教員養成：情報関連の事柄を 専門的に学ぶ学生には、報告書内にあったタルト大学の修士課程と、報告書外になるがタリン大学の学部で2003年から情報系の教員を養成する授業を受けられる。
- ・ ただしエストニアでは国の教育免許ではなく、教育学部または専門の大学の卒業証書を元にして教員を採用するらしく、また 学校で教える事ができる教科は大学で学んだ専門に限定されないようである。これは教員の数が足りていないのが理由。
- ・ 情報系教育のカリキュラム
入試制度調査票には「国は特にカリキュラムを定めない」としたが、最新の状況ではカリキュラムの標準を整えていく方向で話が進んでいるようである。また2016/17年に中学と高校でITスキルのテストを試行し、2020年までに すべての義務教育を終えた生徒が一定以上の ITスキルを持つようにすることを目標にするようである。
- ・ 2018年から高校の 全ての必修科目と5つ程度の選択科目でeラーニングの試行を開始するようだ。最終的には全てまたは一部をeラーニングで 行

う高校を開設する予定である。

⑥ ロシア

ロシアは、本委員会委員の辰己が、ウラジオストクにある極東連邦大学の中村純教授(元・広島大学)からの聞き取りによって、以下の事情を得た。

- ・ 統一国家試験
- ・ 必須が2科目(ロシア語と外国語?)
- ・ 3科目選択(選択科目には情報もある。)
- ・ 3科目の選択は大学の学部が決める。
- ・ 例:極東連邦大学では数学学部、情報学部、経営情報学部では、情報の受験が指定される。

⑦ インドネシア

インドネシアのCBT試験実施を紹介した日本発行の新聞記事を入手した。

<http://www.jakartashimbun.com/free/detail/24270.html>

これによれば、試験の正式名称は「Ujian Nasional」で、約5万人程度が、CBTによる受験を行なった、ということがいえる。

⑧ インド

- ・訪問先、対応者、訪問日

Global Edge School Kukatpally、校長他3名、 3月28日

The Indian Institute of Technology Hyderabad (IIT Hyderabad, IITH)、片岡広太郎准教授、 3月29日

在インド日本国大使館、児玉 大輔 一等書記官、 3月30日

- ・訪問者

辰己、谷、中野

- ・入手資料

Central Board of Secondary Education (CBSE) Curriculum/Syllabus

<http://cbseacademic.in/curriculum.html>

Central Board of Secondary Education (CBSE) EXAMINATION
RELATED MATERIALS

<http://cbse.nic.in/newsite/examination.html>

Joint Entrance Examination (JEE)

- Mock Test for Computer Based Examination

<https://www.digialm.com//OnlineAssessment/index.html?223@M131>

- Question Papers 2016

<http://jeemain.nic.in/webinfo/QuestionPapers2016.htm>

JEE (Advanced)

- Past Question Papers <http://www.jeeadv.ac.in/sample-questions>

British Council - Indian School Education System, An Overview

https://www.britishcouncil.in/sites/default/files/indian_school_education_system_-_an_overview_1.pdf

Educational Statistics - At a Glance

<http://mhrd.gov.in/educational-statistics-glance-2>

All India Survey on Higher Education (2014-2015)

<http://aishe.nic.in/aishe/viewDocument.action?documentId=206>

インドから日本への留学生数統計資料

・調査結果

Global Edge School Kukatpally からは初等中等教育を行っている機関の立場から、IIT Hyderabad からは学生を受け入れる高等教育機関の立場から、インドの教育制度・大学入学制度について聴取した。在インド日本国大使館からは、インド全体全体の状況を説明いただいた。

インドにおける学校制度は、基本的に 5-3-2-2 制である。Primary 5年間 (Class I ~ Class V)と Upper Primary (Middle) 3年間 (Class VI ~ Class VIII) を合わせた Elementary 8年間が義務教育である。義務教育終了後、2年間の Secondary (Class IX, Class X)が、また、その後の2年間の Senior (Higher) Secondary (Class XI, Class XII) が設置されている。

様々な教育段階で、被抑圧階級に属する人々のうち “Scheduled Caste” (SC) と “Scheduled Tribes” (ST) に指定されたカースト・部族などに入学者数(枠)が確保されている。

初等中等教育のカリキュラムは、the Council of Boards of School Education in India (COBSE) に加盟する種々の組織が策定している。代表的な機関に the Central Board of Secondary Education (CBSE) があ

る。

(評価の高い)高等教育機関に進学するには、Class XII 終了時に CBSE のカリキュラムに従い CBSE が実施している Secondary School Examination (Class XII) を受験し合格することが、一般には必要とされている。また、CBSE のカリキュラムに準拠した Senior Secondary の学校に進学するには、Class X 終了時に Secondary School Examination (Class X) を受験し合格することが必要である。また、これらの試験の結果は、公務員の採用に使われることもあるらしく、(評価の高い)高等教育機関に進学をしない生徒にも大きな影響を与えている。このように、CBSE が実施する試験を受験することが必要なキャリアパスを検討している生徒は、the Central Board of Secondary Education (CBSE) が策定するカリキュラムに準拠している Secondary School で学ぶことが多い。2016年3月1日～3月28日に実施され5月28日に結果が発表された2016年の Class X の試験では、1491293名が申し込み、そのうちの 96.21% が合格した。2016年3月1日～4月26日に実施され5月21日に結果が発表された2016年の Class XII の試験では、1065179名が申し込み、そのうちの 83.05% が合格した。インドの18歳人口は2200万～2500万人程度で、短大や専門学校も含めた高等教育機関への進学率は25%程度と言われているので、単純に計算すると600万人程度が高等教育機関に進学することになる。また、インド政府が 2014年12月22日に公表した“Educational Statics at a Glance”によると、高等教育全体で 16329000名、学部生 (Under Graduate) が12723000 名となっている。この数値から1学年の高等教育機関進学数を推察すると 300万～400万人となる(“All India Survey on Higher Education (2014-2015)” の Under Graduate の入学者数は 2352422人)。一方、CBSE の Secondary School Examination の登録者数は Class X が約140万人、Class XII が約100万人である。このように CBSE の試験受験者は高等教育進学者を全てカバーしているわけではない。

CBSE の Secondary School Examination の中でも、情報関係の科目が用意されている。例えば、Class X の “FOUNDATION OF IT” には 269997 名が、Class XII の “INFORMATICS PRAC. “ には 65742 名が登録をしていた。しかし、科学技術と工学で高い教育水準・研究水準を誇るインド工科大学 (Indian Institutes of Technology) に進学するには、Joint

Entrance Examination (JEE) を受験する必要がある、JEE の科目は、数学・物理・化学のみであるため、JEE 受験を課せられる大学への進学を希望する生徒は、早い段階から数学・物理・化学の勉強に注力する人が多い。なお、JEE 受験資格の一つに CBSE の Secondary School Examination Class XII かそれに相当する資格認定試験を受験 (appearance) することが含まれている。2017年は約120万人が JEE (Main) を受験し、その上位22万人が JEE (Advanced) を受験する資格を得た。この成績に基づき、進学先が決まる。IIT は現在 16 校あり、2015年は約8000名が入学をしている。

JEE (Main) は、紙と鉛筆で行う試験と CBT で行う試験の両方が用意されている。2017 年の JEE (Main) では全インドで 113 箇所の会場で CBT で受験できた。また、受験料は CBT が紙と鉛筆の半額となるように設定されている。このように CBT を積極的に活用しようとしている。

⑨ オーストラリア

・訪問先、対応者、訪問日

マッコーリー大学、Michael Sheng教授他7名、3月27日

シドニー大学、Ehssan Sakhaee部長、3月28日

クイーンズランド大学、Necmi K. Avkiran他1名、3月29日

・訪問者

森田、藤原、西村、松岡、杉山

・入手資料

「Higher Degree Research | 2017」冊子、マッコーリー大学

「International Research Training Partnerships Framework 2017」冊子、マッコーリー大学

「HSC Exam」統一試験に関する情報

<http://www.boardofstudies.nsw.edu.au/>

「2017 Minimum Entry Requirements」冊子、クイーンズランド大学、

https://future-students.uq.edu.au/files/5625/Intl_Minimum_Entry_Requirements_2017.pdf

「QCS Test」統一試験に関する情報、

<https://www.qcaa.qld.edu.au/senior/qcs-test>

・調査結果

情報教育の現状(初～高等教育における情報教育の現状について)

Year10(高校1年生に相当)まで義務教育課程として全学生が同じ科目を履修する。大学進学希望者はYear11から、大学で専攻する専門分野の基礎を学習するための選択科目がある。情報科学も選択可能。

大学入試科目における「情報科」

オーストラリアでは高校卒業段階で受ける試験があり、NSW州で実施される大学入学統一試験HSC(Higher School certificate)では Information Processes and Technology、Software Design and Developmentの教科を選択可能。QLD州では全志望者が受ける統一試験に情報科学分野に関する問題が含まれる。

難関大学と一般的な大学とでの入試の差異

入試試験は同一。

NSC州では、HSCのスコア(50%)と高校の成績(50%)で入学者が決定される。今のところ高校間のレベル調整(高校の成績調整)は実施されていない。

筆記試験において、評価する能力

思考力を測る問題も出題している。

CBT入試の実施(検討)状況【他教科を含めて】

実施されていない。

・まとめ

オーストラリアの東部2州における情報教育の現状から、情報科を含む入試制度や内容について調査を行った。その結果、同州での状況に関して十分な情報が得られた。情報科の入試問題についても、どのようなことを問うているのかがよくわかった。現実的な問題に対処する能力(思考力を含む)を問う問題も出題されている。例えば、

An organisation is experiencing frequent computer virus infections.
Outline actions that could be taken to prevent this from continuing.
What precautions should be taken when moving a 30 kg printer
from a storeroom to an office?

などがある。採点基準も難しそうに思われるし、日本との教育内容の違いもあるが、身近な問題で、能力を測ることも重要であると思われる。

⑩ カナダ

・訪問先、対応者、訪問日

クイーンズ大学、Selim Akl教授他18名、3月27日～29日

・訪問者

渡辺、Constantin Siriteanu、鐘ヶ江

・入手資料

クイーンズ大学パンフレット等

・調査結果

初～高等教育における情報教育の現状について

情報教育の授業という形では実施されていないが、タブレット等を授業において使用することはある。また、検索ツールとして授業中のスマートフォンの使用が認められていることが多いとのこと。小学校ではGoogle Classroomというアプリケーションの利用、また、プログラミングの授業を行っている所もあるとのこと。

カナダの高等教育について

ほとんどが州立大学であり、大学間のレベル差があまりなく、一方で、入学資格や卒業単位などが、州、大学、学部毎に異なる。

高校の教育システムについても学校により大きく異なるとのことで、高学年では大学進学を目指して必要な科目を選択する。

大学としては、学部大学、総合大学、博士大学がある。その他、ユニバーシティカレッジ、コミュニティカレッジがある。

高校から大学に進学する以外にカレッジから大学に進学する方法もあり、高校高学年から各学生に適した多様な教育制度が準備されていると言える。

カナダの大学入試・入学後の学習について

高校時代の学業成績、推薦により選考を行う。難易度の高い大学に入学を希望する場合は、その入学水準を満たすだけの成績を高校時代に取得する必要がある。また、高校時代の学業以外の活動、またリーダーシップの有無といった学生の人格についても評価の対象となる。入学時には試験は行わないが、入学後に学生の表現力を伸ばすため口頭発表の試験を数多く行うとともに、語学、記述についても試験を行う。入学試

験を行わないため、入学後に個人の学力差を埋めるために補習・追試を行い、かつ本人の希望研究分野と入学した学部の内容が合わない場合には、転学部を行うことで対応しているとのこと。

「知識・技能」以外に求められている「思考力・判断力・表現力」について

入学試験は実施していないが、小・中・高・大の教育現場において、安易に回答を与えずに、時間をかけて学生に回答を考えさせる、もしくは問題に対する質問を考えさせることにより、思考力の養成に努めているとのこと。

CBT入試の実施状況、若しくは導入に関しての検討状況。また、他教科における状況。

現段階では政府レベルでも検討していないとのこと

CBTの問題点

カンニングが容易に行われる可能性がある。カナダで語学の試験をCBTにより実施した際、カンニングが多発したため、音声解析システム等を導入したことがあり、情報の試験をCBTで実施した場合にも同様のリスクが考えられるのではないかとのこと。また、学生のチェックと同時に教員側のチェックも行わねばならず、大学の責任が大きく問われることになる。CBTの導入を考える際に、オンラインとオフラインの併用もあり得るのではないかと意見もあった。

・まとめ

CBTはカナダでは導入していないものの、問題点・利点等について意見交換をすることができた。また、思考力、判断力、表現力を養うための入試・教育について文化の異なる両大学間で多くの意見交換を行うことができた。今後CBTを導入するにあたっては、相手先大学でいただいた意見等をもとに、不正行為の防止策などの検討を行う必要がある。

(b) 達成状況と今後の課題

今回の調査により、国により入試制度が異なるため、各国間で比較を行うことは難しいことが判明した。このような中で、現在の日本の制度が大きく遅れているという状況ではないが、今後の他国の取り組みの進展によって、このままでは日本が遅れているグループに入る可能性がある。

日本のセンター試験では、50万人の受験者のうち、600名程度(0.12%)が情報関係基礎を受験する。また、情報入試を実施している大学があるが、ともかく受験者が少なく、試験問題作成にコストがかかるという問題があり、受験者を増やす取り組みが求められる。

イギリスにおいても、情報領域を課している大学は多くなく、情報領域を受験する受験生の割合は多くないが、受験生全体の5%程度が受験している。

インドにおいては、JEF(Joint Entrance Examination)の受験が、科学技術と工学で高い教育水準・研究水準を誇るIIT(インド工科大学)の16校では必要とされている。JFEの科目は、数学・物理・化学であるが、その受験のために必要な資格には、情報関係の科目が用意されている。JFEは120万人が受験し、113箇所の会場でCBTによる受験ができる。

こうした中で、インドでは、被抑圧階級に属する人々に入学者数(枠)が確保されており、IT産業が従来の階級制度に当てはまらない職業として位置づけられてIT技術者が育成されていることと、CBT試験では、紙と鉛筆を使った試験に対して、CBTによる試験の受験料を約半額となるように設定して、CBTを積極的に活用しようとする取り組みが特徴的である。我が国にそのまま適用できるものではないが、一つの取り組み方法として参考になる。

6. まとめ

平成28年度は実質半年間の活動であったが、3機関が協調して精力的に活動した結果、当初の目的を達成することができた。具体的には、次の成果を得ることができた。

- ・思考力、判断力、表現力を定義した。
- ・定義に基づいて、作問をした。
- ・作問された試験問題が入力できるCBTプロトタイプを開発した。
- ・内外の動向を調査し、上記は先進的な活動であることを確認した。
- ・上記の検討結果を情報処理学会のセッションやシンポジウムなどで紹介し、多くの賛同を得た。
- ・高校の教員からは、授業と今回開発するテストとの関係が不明とのコメントもあったが、思考力、判断力、表現力の定義が授業内容の評価にも使えそうだとの前向きなコメントもあり、高校教員との意思疎通をはかれた。

今後は、まず、大阪大学と東京大学でCBTプロトタイプの試行適用を行うとともに、高校等での適用校を募る。あわせて、作問の追加やリファイン、IRTの検討を行う。さらに、HPやシンポジウム等で大学や高校教員との情報交換を行い、検討内容の普及や改良にも努める予定である。