

# 思考力/判断力/表現力の測定と情報教育の参照基準<sup>1</sup>

久野 靖†

電気通信大学情報理工学研究科

〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

y-kuno@uec.ac.jp

## 概要

大阪大学(代表機関)・東京大学(連携大学)・情報処理学会(連携機関)による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開発研究」では、思考力・判断力・表現力を測る問題をどのように作るかということが重要なテーマの1つであった。本講演では我々が現在採用している「思考力・判断力・表現力の恣意的定義とそれに基づく作題指針」について説明する。また、この指針に基づく作題を初等中等教育から大学教育までにまたがる情報教育の中でどのように位置付けるべきかということも重要なテーマである。この観点から、学術会議で今後策定予定の「情報教育の参照基準」への協力について紹介し、大学入学者選抜で将来的にカバーすべき問題の範囲についての検討の現状を説明する。

## 1 はじめに

「高大接続システム改革会議(2015.3-2016.3)[4]は、文部科学省が設置した調査研究協力者会議の1つであり、高校教育から大学教育までを一体的に改革することで現在のわが国の教育に見られるさまざまな問題に対処しようとするものである。

その中間まとめ・最終報告では、学力の3要素として(1)知識・技能、(2)思考力・判断力・表現力、(3)主体性・多様性・協調性を挙げ、初等中等教育から大学教育まで一貫してこれらの能力を育むことを目標として掲げた。

そして、2020年度から現在の大学入試センター試験にとって代わる大学入学共通テストでは、より「思考力・判断力・表現力」を重視した評価が行なわれることになっている。

文部科学省は上記をうけて、2016年度に「大学入学者選抜改革推進委託事業」を開始した。これは、主体性等、人文社会、理数、情報の4分野について、問題点の整理や適切な評価方式の検討・開発を目的とした公募事業である。

そしてそのうちの情報分野において、大阪大学(代表大学)・東京大学(連携大学)・情報処理学会

(連携機関)の3組織による「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」事業が選定され、活動中である。

この事業内容は次の4つが大きな柱となっている。

- 「情報科」入試実施における評価手法の検討
- 「情報科」CBTシステム化の検討
- 情報技術による入試の評価の検討
- 広報活動・動向調査

本稿ではこれらのうち1番目の「評価手法の検討」の中から、情報科での思考力・判断力・表現力評価方法の検討、および参照基準を考慮した「情報科」入試項目の検討について、久野の視点から整理し報告する。

付録として「思考力・判断力・表現力の評価手法について(4.3版)」(本事業の2016年度報告書に含めた文書の本体部分)、および「情報教育の参照基準(9.11版)」(本事業ならびに日本学術会議における活動で検討しているもの)をつけた。これらはいずれも内部で検討中のものであり、今後変化することがある。

## 2 思考力・判断力・表現力の評価方法

### 2.1 基本方針: 恣意的定義

思考力・判断力・表現力(長いので以下ではTJEと記す — Thinking, Judgement, Expressionの

<sup>1</sup>Performance Evaluation of Thinking / Judgement / Expression Abilities and Reference Standard for Informatics Education by †Yasushi KUNO, Faculty of Information and Engineering, University of Electro-Communications, Chofu-city, Tokyo, 182-8585, JAPAN.

頭文字による) の評価方法を検討するためには、まずこの3つの力の「定義」が必要となる。定義されていないものは、評価のしようがないから当然なのだが、しかし「思考力・判断力・表現力」を定義するとなると、これはどうみても大ごとである。たとえば「思考」を「考えること」以外に定義できるものだろうか(ほぼトートロジー)。また、「判断」と「思考」を区分できるものだろうか(思考のない判断とは暗記やヤマカン?)。

苦慮した結果、我々としてはこれら3つの力の網羅的・包括的定義(図1左)は行なわないこととした。思考力1つでも、その本質を定めるようなことは、この事業の手に余るからである。そのかわり我々は、複数の恣意的(天下りの)定義を用いることにした(図1右)。

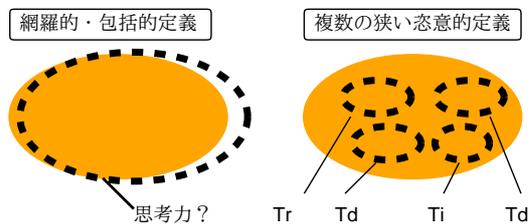


図1: 包括的定義と恣意的定義

たとえば、高度な詰将棋の問題を正解できるような人がいたとすれば、その人は我々の社会においては「考える力がある」としてもまず異論がない。そして、詰将棋の問題を作ったりその試験を実施することはさほど難しくない。

しかし将棋ではドメインが偏りすぎていて、解ける人も少ないし問題の多様性もあまりない。そこで、問題が作れる範囲でできるだけ広く、必要なら(というよりむしろ必然的だが)複数の、このような「恣意的な思考力の定義」を作成して用いる、というのが我々の考えたことである。

つまり、複数の恣意的定義の集まりによって必要な範囲がおおむねカバーされれば、「世の中のには思考力だが取りこぼされている」部分がいくらかあってもそれは仕方がない、という立場である。ただし、もちろん重要なものがカバーされていないと困るので、そのような点はチェックし、必要ならそれをカバーする新たな恣意的定義を追加する、という形で進めた。

判断力や表現力も同様だが、上述したように、これらと思考力の区分も問題となる。そこでその区分も恣意的に定めることとして、「順番や上下

関係を決めるものは判断力」「何らかのアウトプットを行なうものは表現力」「それ以外はすべて思考力」ということにした。

これも一見乱暴だが、今回の事業の文脈では「思考力・判断力・表現力」は常にひとまとまりのグループとして扱われ、「この場合は思考力だけで判断力は見えてはいけない」のようなことは言われないので、これでよいと考えている。

## 2.2 TJE の定義と作題指針

ここでは、前節で述べた意味での「作題に適した」「便宜的な」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 — 読解的思考力。(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。読解する記述の種類としては次のものが考えられる。

- 未知の事項に対してその経緯や説明を記述する。
- 語句・文章・図法・記法に対してその定義や解釈方法を記述する。

— 作題例: 上記のような記述を与えた上で、その読解の読解ができていることを見る問題。

(Tc) connection — 関連的思考力。(一見関連が分からないところから)結び付きを見出す力。— 作題例: 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 — 発見的思考力。(Tcで結び付きを見出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。
- 事項の集まりに対する判断 (Ju) において有効・有用な基準。

— 作題例: 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 — 推論的思考力。(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— 作題例: 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 — 判断力。(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、与えられ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)。

— 作題例: 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 — 表現力。(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)。
- 事実 (fact) と意見 (opinion) が明確に区別されている。

— 作題例: 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。

## 2.3 情報科に固有の能力と汎用的能力

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、「情報科の」という限定は入っていなかった。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考えられる。

- 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。ただしそのことは、ここで提案している方法の弱点というわけではなく、逆にさまざまな分野に対してここで提案している方法が採用できる可能性がある、と考えている。

また、日本学術会議が取りまとめ公表した情報学の参照基準 [5](大学教育において情報学分野の枠内ではどのような教育内容が含まれるかを整理し体系化したもの)を見ると、汎用的能力(ジェネリックスキル)に相当するものが多く含まれている。

これはつまり、情報学(これ自体もさまざまな分野に分かれる)の専門家となるためには、情報学に固有の知識・技能・能力だけを育めば済むのではなく、それらを役立たせるための汎用的能力も併せて育む必要がある、ということを示している。

それと同様のことが、大学入学者選抜の時点でも成り立っている、つまり情報科を前提とした選抜試験においても、その固有部分が成り立つために必要な汎用的能力が存在しており、そこも併せて評価すべきだと言える。

### 3 情報教育の参照基準

#### 3.1 検討の基本的な枠組み

前節末尾で述べたことをきちんと考えるためには、初等中等教育から大学教育までにまたがって、情報教育としてどのようなことを学ぶべきかを具体的に検討する必要がある。

そのような活動の1つとして、日本学術会議情報学委員会では、情報学の専門教育のマップである [5](以下「参照基準」と記す)に引き続き、情報教育の参照基準(以下 JKS と略す)を検討しており、この検討に協力することも本事業の内容の1つとして含まれている。本節ではその概要を説明する。

JKS における検討の土台としてはまず [5] が挙げられるが、これは情報学の専門教育を対象としている。JKS ではすべての国民を対象とした情報学の学習について体系化したいため、上記に加え、すべての分野の学士課程に共通する知識・理解・スキル・態度・志向性を示した文書である「学士課程教育の構築にむけて(答申)[3]」(以下「学士力」と記す)を参考にした。

#### 3.2 検討のあらすじ

「学士力」では、学士課程共通の学習成果に関する参考指針として次の4分類を挙げている。

- I 知識・理解 — 特定学問分野における基本的な知識の体系的理解、およびその体系の意味と自己の存在を歴史・社会・自然と関連づけて理解すること。
- II ジェネリックスキル(汎用的技能) — 知的活動でも職業生活や社会生活でも必要な技能。コミュニケーションスキル、数量的スキル、情報リテラシー、論理的思考力、問題解決力。
- III 態度・志向性 — 自己管理能力、チームワーク・リーダーシップ、倫理観、市民としての社会的責任、生涯学習力。
- IV 総合的な学習経験と創造的思考力 — 獲得した知識・技能・態度等を総合的に活用し、自らが立てた課題を解決する能力。

これらを JKS のために活用しようとした場合、(1)「知識・理解」については(当然ながら)情報学に関する具体的な記載がないこと、(2)学士取得時の水準について言及するものであり、本文書が対象とする大学共通教育修了時の水準と異なる点に対応する必要がある。

今回は、(1)については、「参照基準」からすべての大学生が学ぶべきだと考えるものを取り入れた。(2)については、やはり「参照基準」をもとに、学士として社会に出た段階で必要とされる水準までを目標とした。

内容・水準の列挙に際しては、それぞれの専門課程の中で学ぶことが相当と考える部分まで含めて列挙した。これはその方が水準としての「区切り」がよく、上記(1)、(2)の統一的な目標水準を設定しやすいからである。この目標水準は「どの分野でも等しく達成すべき」ものであり、加えてそれぞれの専門課程ごとにその必要に合わせて、この水準を超えて深く学ぶことになる。

この目標水準を設定した上で、大学については専門分野を複数のカテゴリに分け、それぞれのカテゴリごとに共通教育で学ぶ内容と専門課程の中で学ぶ内容を区分した。この区分のされかたがカテゴリごとに異なる理由は、共通教育に宛てられる時間数に限りがあることと、専門課程の中で学ぶ事項は共通教育で扱わなくて済む場合があるためである。

高校については、内容・水準を、高等教育に進む生徒に求められるものと、全員に求められるものに区分した。これらはそれぞれ情報科における選択科目と必履修科目の範囲に相当する。ただし内容・水準そのものは上記のように「あるべき姿」に基づき定めたものであり、次期指導要領における選択科目・必履修科目の内容と一致させてはいない。

中学校・小学校については義務教育であることから区分は設けず、その学校段階で全員が身につけるべき内容・水準を記した。入学前教育については、全員が受けるわけではないので、小学校以降の体系とは別に、望まれる内容について整理するとどめた。

### 3.3 内容項目とその構成

表1、表2にJKSの内容項目のあらましを示す。実際にはこの各項目の中にL1～L4の詳細な水準分けした内容を記載していて、水準ごとに小中高大のどの段階での学習を想定するかを次のように分類し記載している。

- (e) — 小学校でいずれかの科目において学ぶ。
- (j) — 中学校でいずれかの科目において学ぶ。
- — 高校で情報科の必履修科目において学ぶ。
- 外 — 高校で情報科以外の科目において学ぶ。
- ◎ — 高校で情報科の選択科目において学ぶ。
- ☆1 — 大学の初年次共通科目において学ぶ。
- ☆4 — 大学で卒業までの間にゼミや卒論などを通じて学ぶ。
- ★ — 大学の各専門の専門基礎科目や専門科目で学ぶ。

これらのうち「○」「◎」の区分については、現行ないし次期(想定)指導要領に沿ってまとめたわけではなく、すべての国民が学ぶべき内容、高等教育に進む生徒が学ぶべき内容を宛てている。

また、「○外」については、すべて国語科の内容であり、文章を読み書きする汎用的スキルのいずれかに相当している。また「☆4」については、論理や客観性など情報の取り扱いに関する汎用的スキルであり、特定の科目でなくゼミや卒論を通じて学ぶことがふさわしいと考えるものをあてている。

「★」については、全員に学んで欲しい内容ではあるが、専門性のある内容であり、専門によってはその内容を含まないこともある。含まない場

表 1: JKS の内容項目

A. 情報およびコンピュータの原理	
A1	情報が持つ特性やその表現方法に関する知識・理解。
A2	コンピュータや情報技術の基本原理とできることに関する知識・理解。
A3	コンピュータネットワークやその上の情報の流れとコミュニケーションの特性に関する知識・理解。
A4	コンピュータやネットワークにまつわるセキュリティの概念やそのための技術に関する知識・理解。
A5	コンピュータやそこで動くプログラムの記述を通じて情報を取り扱ったり機器を制御する技能。
B. 情報の整理と創造	
B1	情報の記録や整理の方法が人間の情報に対する理解度、処理効率、アウトプットの品質に影響することに関する知識・理解。
B2	文書などの情報を読み取り論理構造や論理の欠陥を把握する技能。
B3	明確で論理的な構造・記述を持つ文書を作成する技能。
B4	適切な情報手段を用いて情報を整理/保管/検索/分析/構築する技能。
C. モデル化とシミュレーション・最適化	
C1	モデルとは何かということや、汎用性のある代表的なモデルおよびモデル化手法に対する知識・理解。
C2	状態遷移やデータの流れなどの情報学と関連の深いモデル化手法を活用する技能。
C3	モデルに基づくシミュレーションを用いて問題解決を行なう技能。
C4	最適化問題としての定式化が行なえ、最適化問題を解くことができる技能。
D. データとその扱い	
D1	データの保管や基本的な取り扱いに関する知識・理解。
D2	データの構造や構造に基づく取り扱いに関する知識・理解。
D3	データの統計的・人工知能技術による扱いの知識・理解。
D4	定性的/定量的なデータを取り扱い問題解決に活かす技能。
E. 計算モデル的思考	
E1	代表的な計算モデルの本質や特徴、コンピュータとの関わりに関する知識・理解。
E2	タスクの相互関係を把握したり(必要なら並行性を含む)段取りを組み立て実施する技能。
E3	アルゴリズム的な考え方を取り扱い、問題に対するアルゴリズムを構築する技能。

表 2: JKS の内容項目 (続き)

F. プログラムの活用と構築	
F1	プログラムとは何かを理解した上で、プログラムを自分や社会の問題解決に役立てられる技能。
F2	プログラミング言語が持つ機構を適切に活用して、意図する動作を実現できるプログラムを設計・構築できる技能。
F3	プログラムの設計・作成において計画性を持ち適切な管理を伴いながら作業を進められる技能。
G. コミュニケーションと協調作業	
G1	コミュニケーションとは何か、コミュニケーションに必要とされるものやその役割に関する知識・理解。
G2	協調作業やそのためのコミュニケーション/プレゼンテーションの技能。
G3	コミュニケーションにおいて相手の立場に立ち相手を尊重できる態度。
G4	グループ作業において協調したりリーダーシップを取ったりできる態度。
H. 情報社会と倫理・法・制度	
H1	情報技術が持つ特性とそれに法・制度がどのように対応しているかの理解。
H2	情報倫理を理解しネット上でよき市民として行動する態度。
I. 論理性と客観性	
I1	人間が受け取る情報やその身体的活動が、思考過程やそれが導き出す判断に影響を及ぼすことに関する知識・理解。
I2	メディアからの情報や他人の言説に含まれている意図を汲み取り、それを考慮した形で情報を活用する技能。
I3	主観的な情報と客観的な情報を区分し、自分自身の考えを客観視できる態度。
I4	ものごとを論理的に筋道立てて考え、客観的情報に基づき判断する態度。
J. システム的思考	
J1	システム的具体例や社会における役割を考え、システムの構造を調べたり必要なシステムを構想したりする技能。
J2	システムと人間のインタフェースのあり方やその評価方法、ユーザにとってのシステムの価値に関する知識・理解。
J3	システムを設計・構築・評価・運用するための標準的な手法や起こり得る問題と対処方法に関する知識・理解。
K. 問題解決	
K1	問題を発見/記述/分析したり、問題解決に向けた作業を行う技能。
K2	自分や他人が持つ問題を客観的に捉えたり、その解決に向けて主体的に調べ・学ぶ態度。
K3	情報に関わる知識・技能・態度を活用し、自らの問題解決を行う能力。

合は、他学科の教員による授業を設置したり、他学科の科目を履修するなどの方法で学ぶことを想定している。

#### 4 JKS による情報入試の内容検討

本節では、大学入試において JKS を情報科の内容・範囲・水準を判断するめやすとして使用するときらどのような形になるかについて検討する。

本来であれば、大学入試は「大学で学ぶ準備ができていることを見る」ことが目的のはずである。しかし現在までのところ、大学入試では「高校までで学ぶ内容」を基準として、その学んだ範囲で解ける問題を作るという形で作題がなされている。

これは、高校生が学んでいないことを出題したらまずいから、という理由らしいが、この理由はいつまで正当であり続けるだろうか。たとえば将来的に、高校を出てから職に就いてからしばらくして大学を受験したり、1つの大学を出て働いてから後日新たな大学を受験するようなことが主流になれば、「高校で学ぶ内容」が絶対的な基準ではなくなるのが自然である。そういう意味では、浪人生も現役生も高校の範囲だけでなく「受けようとする大学が求める内容」も併せて学んでから試験に臨むということでも問題はないように思える。

そこでここでは、JKS の各内容において「あるレベルまでが高校、その先が大学という境界があるもの」を抽出し、その境界まで到達していること(大学でその境界の先が学べる準備ができている)ことを見るような試験を行なう、という視点から検討してみる。以下では「A1」等の記号は表 1、表 2 に記されている内容項目を表し、「L1～L4」がレベルを表している。

- A1L3: デジタル/アナログ～多様な情報の表現方法○ / A1L4: 個体や組織とそれらにとって情報のやりとりが持つ意味☆1 — 個体や組織から生み出される情報を列挙したり (Td)、それらの重要性を考えたり (Ju)、適切な表現方法を検討する (Ti)。
- A2L2: コンピュータとデジタル情報の関係○ / A2L3: コンピュータの万能性 (プログラムに記されたことは何でもできる) ☆1 — 記号の列を与えてそれをプログラムとして解釈さ

- せたり (Tr)、そのような記号の列を生成/加工するプログラムについて考えさせる (Ti)。
- A3L3: コンピュータネットワークの構造・パケット・プロトコル等の基本原理○ / A3L4: コンピュータネットワーク上のコミュニティやそのあり方の理解☆1 — 通信の仕組みの上での変更や傷害などがその上でのコミュニケーションに及ぼす影響を考えさせたり (Ti)、それへの対処方を考案させる (Td)
  - A4L3: 情報セキュリティの考え方・原理と暗号などのセキュリティ技術の理解○ / A4L4: 情報社会での情報技術関連のリスク要因・リスク評価の知識・理解★ — セキュリティ対策やセキュリティ技術が「もし無かったら」のような仮定の上で事項を問う問題 (Td) や、その影響範囲などを問う問題 (Ti)。
  - B1L3: KJ法・マインドマップ等の情報整理・発想法を理解し活用できること○ / B1L4: 人の認知特性を理解し、自己・他者の情報整理法を設計・評価できる☆ — 何らかの記法や図法で整理された情報から直接示されていないつながりやことがらをを見出す問題 (Tc)(Td)、整理のされかた自体のよい点わるい点を問う問題 (Td)
  - B2L3: 文章の内容に相反する部分がある場合にその箇所を指摘できる○ (外) / B2L4: 文章に書かれた論述の道筋に欠陥があればその内容を指摘できる。☆1 — 長文の中から文章の相反する箇所を指摘したり (Tr)、その相反を解消するための修正方法を考えさせる問題 (Td)(Ex)
  - B3L3: 理由説明の必要な事実について、事実とともに理由を適切に記述できる○ (外) / 三段論法など複数の段階を要する論述を過不足なく記述できる☆4 — 特定の事項に関する説明文を組み立てさせる問題 (Ex)
  - B4L2: 自分の多数の記録・メモから特定の関心事に関連するものを取り出せる○ / 記録・メモの集まりから直接記されていない事実・仮説に気付ける☆4 — 事項の集まりを与えてそこから分かる直接的な/発見的な事柄を答えさせる問題 (Tc)(Td)
  - C1L3: 現象や事象をもとにモデルを組み立てる方法を理解している○ / C1L4: モデル化時の選択で再現性やその精度が違うことを理解している☆1 — 現象や事象の記述とモデルの枠組みを与えて、現象や事象に対応するモデルを組み立てさせる (Tc)(Td)(Ex)
  - C2L2: 与えられた/見聞した事象に対するモデル図を描くことができる◎ / C2L3: モデル図を参照して (そのモデル図に適した) 問題解決が行なえる。☆ — 現象や事象の記述とモデル図の枠組みを与えて、現象や事象に対応するモデル図を組み立てさせる (Tc)(Td)(Ex)
  - C3L3: 連続モデルや離散モデルを動かして一見明らかでない現象を説明できる○ / C3L4: モデル化とシミュレーションによる問題解決と解の評価ができる。★ — 動かせるモデルを与えてその様子を表現させる (Ex)、具体的な問題のふるまいを与えたモデルのふるまいと関連づけて説明させる (Tc)(Ex)
  - C4L2: モデルの上で系統的に選択肢を列挙したり指標を改良して最適化が行なえる◎ / C4L3: 問題状況を最適化が行なえるような形でモデル化できる★ — 動かせるモデルを与えて最適化を行なわせる (Ti)、最適化の手順を一般化させ記述させる (Ex)
  - D1L3: 分散化・重複化・暗号化など安全なデータ保管のための技術が分かる。○ / D1L4: データベースやアーカイブの社会的必要性と意義が分かる。☆1 — 暗号等による保護の場面における抜け穴やその対策を問う (Td)(Ti)、さまざまなデータ種別と安全な保管や利用の必要性の関連を問う (Tc)
  - D2L3: スキーマによるデータの構造化や集合演算による操作が分かる。◎ / D2L4: 分散化や大量データの扱いなどデータサイエンスの基本技術が分かる。☆1 — 集合操作により指定された種類のデータを抽出する (Ti)(Ex)、指定された情報が取り出せるようなスキーマを設計する (Td)(Ti)(Ex)
  - D3L3: データマイニングの考え方や基本的な手順が分かる◎ / D3L4: 機械学習など人工知能技術により何が可能になるかが分かる☆1 — 大きなデータの集まりあるものとしてその内容を記述し、そこから得られる有用な知識について考えさせる (Td)
  - D4L2: 問題に対する定量・定量的なデータの収集や視覚化・分析が行なえる◎ / D4L3: 定性的データ・定量的データに基づく問題解決の意味が分かる☆1 — 定性的なデータや定

- 量的なデータを与えてそこから発見できる知見を考えさせる (Tc)(Td)
- E1L2: 特定の計算記述とそのコンピュータ上での実行の対応づけを知っている○ / E1L3: 異なる計算モデルの対応や行き来する方法を知っている☆1 — 簡単な計算記述を提示しそれを用いた計算のされ方を再現したり既知の言語に書き直す (Tr)(Ti)(Ex)
  - E2L3: タスク群の構造を把握しクリティカルパスを考えて実行計画を立てられる◎ / E2L4: スケジューリング・並行計算等の知見を問題に適用できる★— タスクの図や自然言語を用いた記述から PART 図を描いたりクリティカルパスを抽出する (Tr)(Ex)(Ti)
  - E3L3: 未知の問題に対してそれを解くアルゴリズムを検討・考案できる○ / E3L4: 計算量を考慮しつつ必要なアルゴリズムを考案/改良できる☆1 — 問題を与えてアルゴリズムを考えさせる/プログラムを作成させる問題 (Tr)(Td)(Ex)
  - F1L3: プログラムを組み合わせたたり構築・修正して意図した動作を実現できる◎ / F1L4: 特定問題に対しプログラムを活用した解法を構想し実現できる★— いくつかの「下請けプログラム」を与えてそれらの動作を合わせて求める機能を実現する方法を考えさせる (Tr)(Ti)(Ex)
  - F2L3: 手続き等で複数の動作をまとめて抽象化したプログラムが構築できる○ / F2 抽象階層をもつプログラムを設計・構築できる☆1 — 手続きを組み合わせることが必要なプログラムを作成させる (Td)(Ex)
  - F3L3: プログラムの全体構造を捉えて適切に分解し単位ごとに構築する技能◎ / F3L4: チームで適切な管理とともにプログラムを構築する技能★T — プログラムの全体機能の記述から部分的な機能を抽出させる (Tc)(Td)(Ex)
  - G1L3: コミュニケーションに関わる要因群とそれらがもたらす影響の理解○ / G1L4: コミュニケーションを記録し分析する手法の理解★— コミュニケーションの記録を見てコミュニケーション内容に影響をもたらした要因を列挙させる問題 (Td)
  - G2L3: 共同作業の目的や進め方を集団の前でプレゼンテーションできる○ / G2L4: 目的のために誰とコミュニケーションするか計画し実践できる☆4 — 集団に関する状況の説明を与えて、共同作業のためのプレゼンテーションの設計 (あるいはスライド) を作成する (Td)(Ex)
  - G3L3: 相手の発言内容が自分の望みと違う時にも相手の立場を理解できる○ / G3L4: 相手を尊重しつつ合意点を探り、合意しないことも選択できる☆4 — 複数の異なる価値観や目的を持つ登場人物のあるストーリーを読んでそれぞれの価値観や目的にかなった行動や論拠を考えさせるような問題 (Tr)(Ti)
  - G4L3: グループの目的に向けて自己の活動を判断したり他者と調整できる○ / G4L4: グループ活動の効果的な形を知り実現に向かって活動できる☆4 — グループの中に複数の異なる価値観や目的を持つ登場人物のあるストーリーを読んでそれぞれの価値観や目的にかなった行動や論拠を考えさせるような問題 (Tr)(Ti)
  - H1L2: 著作権・個人情報保護・プライバシー等情報に関わる制度とサイバー犯罪の理解○ / H1L3: 情報技術による人間社会の可能性と法・制度のあり方の理解☆1 — 著作権・個人情報保護・プライバシー・サイバー犯罪などの事例と社会との関わりについて問う問題 (Tr)(Td)
  - H2L3: ジレンマや社会における問題を認識した上で自分の考えを決められる○ / H2 社会とコミュニケーションの関係を考え自身の行為を判断できる☆1 — ジレンマを含んだ状況設定を読んでジレンマの本質部分を指摘させる問題 (Tr)(Td)
  - I1L2: 錯覚・錯視や「見たいものを見る」等人間の認知の特性を意識できる○ / I1L3: 先入観・同調圧力・釣り橋原理等、人の判断に影響する事象を知っている☆1 — I1L2: 錯覚・錯視や「見たいものを見る」等人間の認知の特性が題材となるストーリーを読んで認知特性の影響を指摘させる (Tr)(Td)
  - I2L3: 情報操作・印象操作等を認識できそれを考慮して情報を受け取れる○ / I2L4: 自身の情報伝達において意図を明確に示し行き違いを避けられる☆4 — 情報操作・印象操作等が題材となるストーリーを読んでそのことを指摘させる (Tr)(Td)

- I3L3: 客観的な事実に対し、その裏付けや正確さを調べて判断できる○ (外) / I3L4: 自分の考え (主観) に客観性を持たせることを意識し実行できる☆4 — ストーリに対するさまざまな記述を読んで客観性についての判断を問う問題 (Tr)(Td)
- I4L1: ものごとの説明を裏付けや論理の飛躍の有無も考えて読み取れる○ (外) / I4L2: 重要な判断は好みでなく客観的な理由を意識して行なえる☆1 — 特定のことがらを説明した文章の中で裏付けの無い箇所や論理が飛躍している箇所を指摘させる (Tr)、またその欠落を修正させる (Ex)
- J1L3: システム内のものや情報の流れを正常以外の場合も含め追跡できる◎ / J1L4: 特定の問題に対し必要な要素を組み合わせたシステムを構想できる★— システムを記述した図などを参照してものや情報の流れを答えさせる問題 (Tr)
- J2L2: ユーザインタフェースを評価する基準や手法について理解している◎ / J2L3: システムがユーザに提供する価値を列挙したり分析できる★— ユーザインタフェースの記述 (またはインタフェースそのもの) を与えて何に注目してどのように評価するかを考えさせる (Td)(Ti)
- J3L2: システム開発で用いられるプロセスや標準的な図法について知っている◎ / J3L3: システム開発で発生する様々な問題やそれに対処する考え方を知ってる★— システム開発で使用する標準的な図法の図を見せてそれに関する問いに答えさせる (Tr)
- K1L3: KJ 法など問題解決に向けた発散的手法を実践したり結果をまとめられる○ / K1L4: 問題に対する解を系統的に作り出し実践したり結果を評価できる☆4 — 発散的手法の途中経過を見せてそこから先のまとめを作らせる (Tr)(Ex)
- K2L1: 自分や他者が持つ問題について冷静・客観的に捉えて記述できる○ / K2L2: 問題において重要な要素について実際に裏付けを取ったり確認できる☆4 — 感情的な題材を含む問題の記述を見てそこから客観的な要因を抽出させる (Tr)(Td)
- K3L1: 自分自身の問題に対し記述/説明/分析/解の検討などが行なえる○ / K3L2: 自分の複

数の問題の相互関係や優先度などメタな検討が行なえる☆— 問題の記述をもとに説明を構築したり解法の案を構築する (Ex)(Td)

## 5 まとめ

本稿では「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開発研究」の中で検討している思考力・判断力・表現力の評価方法、および情報教育の参照基準について説明し、また両者を組み合わせた作題領域の検討について紹介した。今後は検討した内容から選択して問題を試作するなどの活動も進めていきたい。

## 参考文献

- [1] 久野 靖, 角田博保, 中山泰一, 思考力・判断力・表現力を評価する枠組みの提案, 日本情報科教育学会第 10 年全国大会講演論文集, pp. 85-86, 2017.7.
- [2] 久野 靖, 思考力・判断力・表現力を測るには?, 情報処理, vol. 58, no. 8, pp. 733-736, 2017.8.
- [3] 文部科学省, 学士課程教育の構築に向けて (答申), 2008.12.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1217067.htm)
- [4] 文部科学省, 高大接続システム改革会議.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chousa/koutou/064/](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/064/)
- [5] 日本学術会議 情報学委員会 情報科学技術教育分科会, 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 情報学分野, 2016.3.  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-h160323-2.pdf>
- [6] 大阪大学・東京大学・情報処理学会, 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方法の研究開発 成果報告書, 2017.5.