

# 思考力・判断力・表現力を評価する問題作成手順

## 1 はじめに

### 1.1 本研究の位置付け

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、現在大阪大学(受託機関)、東京大学・情報処理学会(連携大学等)が協力して「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」に取り組んでいる。この事業は次のものを含む。

- (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。

この下線部、すなわち、情報科での「思考力・判断力・表現力」評価手法の検討については、2016年度事業ならびに2017年度事業において実施し、事業報告書に成果を記載している。その骨子は、「思考力・判断力・表現力」を、より具体的に定義した Tr、Tc、Td、Ti、Ju、Ex、Ms の7つの力に基づいて測ることにある (Ms は2017年度事業で新たに追加した力である)。

本文書は、これら7つの力を評価するための作問手順を提案するとともに、その手順に基づく作問例を収集し、適切性を検討するものである。なお、これら7つの力には情報科という限定は含まれていない。情報科に固有の部分は、それぞれの力の「題材」「基準」として現れるものとする。本文書で述べる作成手順も、情報科に限定しない一般的な形で述べられているが、それに対応する作問例は情報科に対応したものである。

### 1.2 作問手順に関する前提

7つの力については、「思考力等を包括的に定義するのではなく、個別の力を恣意的に狭く定めた上で、それらを複数集めることで(全体はもともと無理として)一定の範囲をカバーする」という方針に基づいている。本文書における作問手順も同様である。すなわち、すべての問題をカバーする包括的な手順を定めることは極めて困難であるとの考えに基づき、「ある程度の範囲をカバーできるような具体的な手順を複数集める」方針を採用した。

### 1.3 記述の順序と表記

以下各章ごとに、冒頭においてその章で扱う「7つの力」を囲みで表示している。

名称

(思考力等の恣意的定義)

本文書の過去の版では、恣意的定義中に複数の例示を持つものとそうでないものがあったが、形を統一し参照しやすくするため、すべてに例示を含め、例示ごとに固有名を付すようにした。ただし、あくまでも例示であり網羅的ではない(どの例示にも対応しないケースもある)ことに注意。

続いて、その力に対応する作問手順を1つ以上、節に分けて説明する。それぞれの手順について、影つきの囲みで作問例を示している。

(手順に対応する作問例)

各章の最後の節では、情報科の出題を行う場合の考慮点について述べている。8章(Ms メタ思考力)についてはやや特殊であり、これと異なる構成を取る。

## 2 Tr: 読解的思考力

(Tr) reading

自分にとって馴染みのない記述・図式・グラフ・数表等を読んで意味を理解する力。

- (Tr-definition) — 定義形式の記述を読んで意味を理解する力。
- (Tr-narrative) — 叙述文を呼んで内容を理解する力。
- (Tr-abstraction) — 抽象的記述と具体的記述の対応を理解する力。
- (Tr-graphical) — 図的表現と説明を読み内容を理解する力。

— 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ることを見る問題。叙述文(情景描写等)を呼んでそこに書かれていること、いないことを見分けられるか見る問題。図式・グラフ・数表から直接に示されていないことが読み取れているかを見る問題。

### 2.1 手順 Tr-def-apply — 定義の適用 ← (Tr-definition)

1. 言葉や記号に対して意味を定義する(日常使われている意味とは異なる問題中だけのものであることを明確にする)。
2. 定義を適用する場面を提示して適用結果を答えさせ、正しい適用結果であるかを見る。

問題の形式は次のようなものが考えられる。

- 定義の適用結果を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 複数の事項について適用結果が互いに同じになるものを答えさせる。

### 作問例: ペこぼん数 (Tr-def-apply)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

ある民族は数をあらわすのに「ペこ」で「1」を表し、必要な数だけ「ペこ」を繰り返すことでその数を表し、「ぼん」でそこまでに表した数の2倍を意味させる。たとえば「ペこペこ」は2、「ペこペこぼん」は4、「ペこペこぼんペこ」は5を表す。

問題: 次の表記が表す数を回答欄に記入しなさい。

- (1) ペこぼんペこぼん
- (2) ペこペこぼんぼん
- (3) ペこぼんペこペこぼん

解答例: (1): 6、(2): 8、(3): 8。

解説: この作問例では、手順的な数値の表現方法を定義し、その定義が適用できることを見ている。定義そのものは読解的思考力により読み取るが、その解釈方法は手続き的な操作を求めるという点で情報科的な力も必要としている。

## 2.2 手順 Tr-narrative-fact — 叙述内容の読解 ← (Tr-narrative)

1. 叙述文を提示する。設問として問われる内容が直ちに (内容の探索によって) 読み撮れない程度の複雑さが必要である。
2. 文章に書かれていること、書かれていないことの意味を問う。

問題の形式としては次のものが考えられる。

- 文章中に現れる名詞等を挙げ、それに対し何が記されているかを自由記述させる (または選択肢から選ばせる)
- 事実  $f$  の記述を示し、それが文章から言えるか否かを問う

### 作問例: 友人とのやり取り (Tr-narrative-fact)

問: 文章を読み、問題に答えよ。

正人君は友人の二郎君と頻りに SNS メッセージを交換している。それは楽しいのだが、深夜に応答する時負担に感じることもある。彼にとっては勉強に集中する貴重な時間なのだ。一方で昼間メッセージを送ってすぐ帰って来ないといらいらすることもある。お互い様と身勝手は認識しているが感情とはままらないものだなと思うのだ。

問題: 以下の各記述について、文章と照らして正しければ○、正しくなければ×、文章の記述だけでは正否が分からないなら△を記載しなさい。

- ア. 正人君は自分のことを「身勝手だ」と考えている。[ ]
- イ. 正人君は二郎君のことを「身勝手だ」と考えている。[ ]
- ウ. 二郎君は正人君のことを「身勝手だ」と考えている。[ ]
- エ. 正人君が夜メッセージを送ることはない。[ ]
- オ. 正人君は夜勉強することが多い。[ ]

解答例: ア:○、イ:×、ウ:△、エ:×、オ:○

解説: 情報科ではコミュニケーション手段の適切な活用についても内容として含んでいる。

### 2.3 手順 Tr-abst-conc — 抽象的記述へのあてはめ← (Tr-abstraction)

1. 抽象的な記述 (例: 「一般的に  $X$  は  $Y$  である」) を 1 つまたは複数含む記述を与える。
2. 抽象的な記述の一部または全体にあてはまる具体的事項を 1 つまたは複数含む記述を与える。
3. あてはまりの有無やあてはめた帰結が判断できているかを問う。

問題の形式としては次のものが考えられる。

- 具体的記述  $G$  について言える抽象的記述の帰結部分を自由記述させる (ないし短冊形式で構成させる)。
- 具体的記述  $G$  について言える抽象的記述の帰結部分を複数の選択肢から選択させる。
- 具体的記述群  $G_i$  について言える抽象的記述の帰結部分が互いに同一であるものを問う。
- 具体的記述  $G$  が複数与えた抽象的記述のどれにあてはまるのかを問う。
- 複数の具体的記述  $G_1, G_2, \dots$  のうち抽象的記述にあてはまるものを問う。

前項の Tr-def-apply と比較した場合、定義が一般的規則、適用が具体化という点で類似性があるが、Tr-abst-conc の「抽象的 (一般的) 記述」は (定義という形に囚われないため) より広い範囲となる。

### 作問例: コンピュータの特徴 (Tr-abst-conc)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

正人くんは「コンピュータの特徴は、プログラムを作成することで、人間がついていなくても自動的に決まった処理を行わせられることだ」と学んだので、そのような具体例をリストアップしようとしている。

問題: 正人くんが集めた以下の事例から、前記の意味での具体例として適するものをできるだけ多く選んで選択し、その記号を解答せよ。

- ア ワードプロソフトを使えば、字が下手な人でもきれいな字でレポートを作成できる。
- イ 自動車の自動運転ソフトは、目的地が指定された時、人間がハンドルを握っていなくても安全にそこまで自動車を運転していくことをめざしている。
- ウ 気象庁で使用しているソフトは、現在の気象データをもとに、数時間後の気象状況がどのようになるかの予測を計算して示してくれる。
- エ お絵描きソフトを使えば、絵の具で手をよごしたりせずに絵を描くことができる。
- オ ネットショップでは、店員が細かく対応しなくても、顧客に好きな時に好きなように商品を購入してもらえる。

解答例: イ、ウ、オ

解説: コンピュータの機能や特徴は情報科で扱う。作問例はコンピュータの特徴の1つを一般化した形で述べ、それにあてはまる具体例として適するものを選択し解答させる。

## 2.4 手順 Tr-conc-abst — 具体的記述からの一般化← (Tr-abstraction)

1. 具体的な記述 (例: 「 $X$  は  $Y$  している/ $Y$  である」) を複数与える。
2. 具体的記述群に共通する事項ないしそれらを一般化/抽象化した記述について問う。

問題の形式は次のような形のものが考えられる。

- 一般化/抽象化した事項を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 複数の一般化/抽象化した事項を並べて選択させる (複数選択も可)。

### 作問例: プログラムの実行時間 (Tr-conc-abst)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

正人くんがあるプログラムにさまざまな個数のデータを入力して実行にかかる時間を調べている。その結果は次のようになった。

個数	時間 (秒)
1000	4
2000	16
3000	36
5000	100

問題: 正人くんが調べた結果をまとめるものとして適切なものをすべて選べ。

- (1) データの個数が増えるとかかる時間も増える
- (2) かかる時間はデータの個数の2乗に比例している
- (3) プログラムの所用時間はデータの個数とは関係していない
- (4) プログラムの所用時間はデータの個数に比例している

解答例: (1)、(2)

解説: プログラムの所用時間 (時間計算量) をは情報科学における重要なテーマの1つである。ここではそれを題材とし、具体例として時間計算量  $O(n^2)$  と思われるプログラムの時間計測を提示し、一般的な記述とのあてはまりを問うている。なお、数表を読み取る作問は Tr-ord-graph にもあるが、その場合は「読み取れること/読み取れないこと」はより具体的な個々の項目である (読み取れているかどうかにか力点がある) という点が Tr-conc-abst とは異なる。

## 2.5 手順 Tr-extra-graph — 見慣れない図式の読み取り ← (Tr-graphical)

1. 普段目にする事の無いような図式 (例: 棒グラフを上下逆さまにした「つららグラフ」など新規に考案してもよいし、状態遷移図のマトリクス表現など特定分野で使われるが日常では見掛けないものを用いてもよい) を提示する。
2. 提示した図式の表現の意味を説明する。
3. 提示した図式が理解でき読めているかを見る。

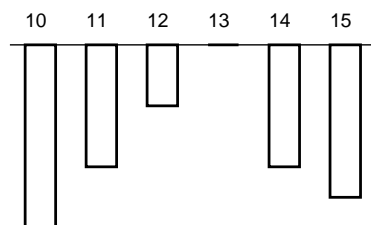
問題の形式は次のようなものが考えられる。図式や数表は複数のものを提示して組み合わせさせて読み取れることを求めてもよい。

- 図式から読み取れることを自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 図式から読み取れることや読み取れないことを選択肢として選択させる。
- 複数の図式を提示し読み取れることが互いに同一であるものを選択させる。

### 作問例: つららグラフ (Tr-extra-graph)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

次に示すグラフは「つららグラフ」と呼び、全体容量のうち何%が  
あいているかを示している。下の線まで「つらら」が到達していたら 100  
%あいていることになる。このグラフはある部屋で毎年イベントを開  
催したときの部屋の余裕を示している。



問題: 以下の文章のうち、グラフから読み取れることと一致するものをすべて選べ。

- (1) 参加人数は期間の前半で減少したが後半では増大した。
- (2) 10 年はまったく部屋に空きがなかった。
- (3) 11 年から 12 年にかけて参加人数は倍増した。
- (4) 15 年より 14 年の方が部屋の空きは多かった。
- (5) 11 年とくらべて 12 年は参加人数が半分になった。

解答例: (3)、(4)。

解説: 情報科の内容としてデータを整理・分析することが含まれ、その中にデータの読み取りが含まれる。一般的にはヒストグラムや棒グラフを用いて表現する内容であるが、ここでは Tr-extra-graph であるため見慣れない図法を提示し、その読み取りを問うている。読み取りに主眼があることから、選択肢の各項目は具体的な記述としてある。より一般的な記述になるほど、Tr-conc-abst の側面が大きくなるといえる。

## 2.6 手順 Tr-ord-graph — 見慣れた図式の読み取り ← (Tr-graphical)

1. 普段目にすることがあるような図式や数表を提示する。
2. 図式や数表が何を表したのかについて簡潔に説明する。
3. 図式や数表から、既存の知識や過去の経験からでは解答できない事項を読み取らせ解答させる。

問題の形式は次のようなものが考えられる。図式や数表は複数のものを提示して組み合わせさせて読み取ることを求めてもよい。

- 図式から読み取れることを自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 図式から読み取れることや読み取れないことを選択肢として選択させる。



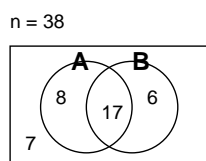
- 複数の図式を提示し読み取れることが互いに同一であるものを選択させる。

Tr-extra-graph と Tr-ord-graph は手順の 1 しか変わらないので統合してはという意見があったが、前者が「変わった図式を作る」ことに力点があり、後者は「図式は普通で読み取るべき表現内容を工夫する」ことに力点があるため、別のものとしている。手順や留意点の違いを今後検討する。

### 作問例: 集合の排他的分割 (Tr-ord-graph)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

次に示すベン図は、正人君のクラスで「A ゲームが好き」「B スポーツが好き」である人の関係を示したものである。クラスの人数は 38 で、それぞれの区分について図中に人数が書き込んである。



問題: 以下の文章のうち、ベン図から読み取れることと一致するものをすべて選べ。

- (1) ゲームが好きではない人は 13 人である。
- (2) 両方とも好きな人より両方とも好きでない人が多い。
- (3) スポーツが好きな人は 13 人である。
- (4) どちらも好きではない人は 7 人である。
- (5) ゲームだけが好きな人はスポーツだけが好きな人より少ない。

解答例: (1)、(4)。

解説: 情報科の内容としてデータを整理・分析することが含まれ、その中でも集合を排他的に分割することは問題解決に関連して重要である。ここでは Tr-ord-graph であるためよく知られた図法であるベン図を示し、その読み取りを問うている。読み取りに主眼があることから、選択肢の各項目は具体的な記述としてある。より一般的な記述になるほど、Tr-conc-abst の側面が大きくなるといえる。

## 2.7 情報科としての作問

情報科の問題として作問する場合は、次のようにする。

Tr-def-apply については、言葉で定義する場合、その定義は情報科の内容に関連するもので、ただしその定義を直接授業で学ぶことはないようにする必要がある。記号を定義する場合、その定義の適用が操作的なものであるようにする。そのようにすることで「プログラムによって手順を記述する」活動との類似性ができ、情報科の問題として適するようになると思う。

Tr-abst-conc、および Tr-conc-abst については、抽象的な記述あるいは具体的な記述(ないしその双方)について、情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。ただし、情報科の内容として直接解答を学ぶようなものは避ける必要がある。



Tr-exo-graph、Tr-ord-graph については、(1) 図式によって表現されている事項が情報科の内容・範囲に係わるものであるようにするか、(2) または使用する図式の形式そのものが情報科の内容・範囲に係わるものであるようにする。(1)、(2) の両方を満たしてもよい。(2) の例としては、散布図、箱ひげ図、ヒストグラムなど統計に関する図式と、状態遷移図、(構造化) フローチャート、決定表など情報処理に関連する図式の両方があり得る。

### 3 Tc: 関連的思考力

(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。

- (Tc-indirection) — 要素に対して何らかの規則を適用した結果に基づく結び付きを見出す。

— 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問題。

「関連を見出す」作業が知識のみで答えられるなら、思考力を測る問題とは言えなくなる。一方、その作業で多くの推論が必要であれば、その問題は Ti(推論的思考力) の問題に分類する方がふさわしくなる。ここではその中間に位置するものを想定している。そのため、Tc に関しては可能性の範囲が狭く、手順も 1 つだけである (題材は集合一般が対象なので多様なものが扱える)。

#### 3.1 手順 Tc-indirect-rel — 間接的事柄に基づく関連← (Tc-indirection)

1. 出題テーマに応じた何らかの集合を設定する。設定の方法としては、個別の要素を提示する形でも、要素が満たす条件を指定する形でも、文章を提示しその中に含まれる要素 (人物、物、特定の品詞など) を指定するのでもよい。
2. 集合の要素に対してある規則を適用した結果現れるような結び付き指定する。
3. 要素間で互いに関連しているものを答えさせる。

問題の形式は次のようなものが考えられる。

- 関連しているものの組を列挙させる。
- 組を列挙した選択肢から関連に該当するものを選択させる (複数選択も可能)。

**作問例: 昼食のメニュー (Tc-indirect-rel)**

**問:** 次の説明を読み、問題に答えよ。

次は正人くんの友人がここ数日、学校の食堂で何を食べたかを調べた表である。

日付	名前	メニュー
6/30	山田	ラーメン
6/30	佐藤	ハンバーガー
7/1	鈴木	カレー
7/1	山田	ハンバーガー
7/1	河原	天丼
7/2	山田	ラーメン
7/2	鈴木	ラーメン
7/3	山田	天丼
7/3	佐藤	カレー

**問題:** この期間内に同じメニューを食べた 2 人の組をできるだけ多く挙げよ。

**解答例:** 山田=鈴木、山田=佐藤、山田=河原、佐藤=鈴木

**解説:** データベースとその操作は情報科の内容となっている。この問題はデータベースで 1 つの表をそれ自身と結合して得られる結果を問うている。「関連」として関係データベースの関係 (を結合して得られたもの) を使用しているという位置付けになる。

### 作問例: ある部活での会話 (Tc-indirect-rel)

問: 次はあるクラブ活動での会話である。会話を読み、問題に答えよ。

- A: 今日集まってもらったのは、我々がゲー研で製作したゲーム「ゼ○ダの伝説」を学園祭で販売することについて、権利関係の問題があるのではという指摘があつただね…
- B: 名前がださすぎる。
- C: よく似た名前の市販ゲームあるよね?
- D: 主人公のキャラが昨期の某アニメのヒロインまんまでしょ。
- E: 背景の風景写真ネットから勝手に取ってきただろ。
- F: 朗読のシーンで流れる文章はどうなのさ。
- A: パロディの場合は固有名詞に類似性があるのは当然であり…
- B: そういえば最初の場面の額の中の写真軽音部の X 先輩だよね?
- D: あの劇中音楽 Y のデビューアルバムに入ってた曲だよね?
- F: フリー素材というものがあつてですね。
- A: 2次創作を認めてる作家さんが原作なんで。
- B: 青空文庫にあつたんだから大丈夫でしょ。
- C: 元は古典で自分達で打ち込んだから隣接権は関係ない。
- E: 隣のクラスなんで許可もらっとくよ。
- A: そうめんたべたい。

問題: 上の会話で、同じものに対する権利侵害の議論をしている人の組をなるべく多く挙げよ。

解答例: C-A, D-A, E-F, F-B, B-E, D-C

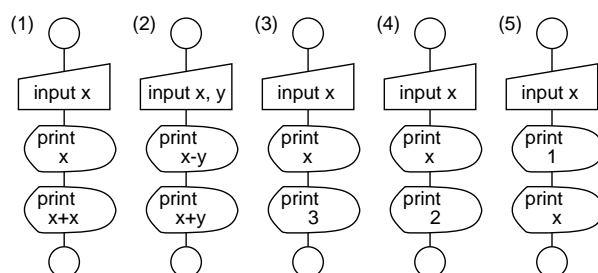
解説: 対象とするドメインは著作権・肖像権であり、情報科で扱う範囲である。会話の発言は冒頭のイントロと感わしを除けば問題の指摘とそれに対する反論であり、著作権・肖像権について理解した上で対応があるものを見付けることを求めている。

なお、発言に番号を付して発言の対応関係を問うことも可能であるが、この作問例の場合は「個々の登場人物が意見を持ち議論している」という立場から登場人物で解答を求めている。

### 作問例: 2 数を出力するコード (Tc-indirect-rel)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

次に示すフローチャートで、 $x$  や  $y$  には正の整数を入力するものとする。



問題: 図に挙げたフローチャートのうち、「入力によっては 2 つのプログラムが同一の出力を生じる」ものの組を答えよ。同一の出力を生じる時の入力は互いに異なってよい。

解答例: (1)(2)、(1)(4)、(1)(5)、(2)(3)、(2)(5)、(3)(5)、(4)(5)

解説: 対象とするドメインは簡単なフローチャートであり、情報科で扱う範囲だといえる。フローチャートが表しているコードそのものはごく単純なものであり、扱っている値も正の整数と限定してあり、大きな値について試すことは明らかに求められていない。いくつかの値を想定して試しながら対応の存否を判断できると考えられる。

### 3.2 情報科としての作問

情報科の問題として Tc-indirect-rel に基づき作問する場合は、(1) 対象となる集合として情報科の内容・範囲に係わるものを設定する、(2) 指定する関連として情報科の内容・範囲に係わるものを設定する、ないしその両方とすることが考えられる。

集合の提示が文章による場合は、文章の内容が情報科の内容・範囲に係わるものにするだけでもよい。ただし、文章の内容の読解のみから関連が分かることはないようにする。

## 4 Td: 発見的思考力

(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。

- (Td-ruletradeoff) — 事項どうしの関連が持つ規則・規則性やトレードオフ。
- (Td-problaw) — 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。
- (Td-modelabst) — 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。
- (Td-diffview) — 事項に対する現に記述されているのとは異なる視点。
- (Td-externrel) — 事項が記述されている範囲 (文書等) 外のものとの関連。
- (Td-exprintent) — 事項の記述・表現に内在する意図。
- (Td-judgcriteria) — 事項の集まりに対する判断 (Ju) において有効・有用な基準。

—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問題。

Td に関してはこのように例示が多くあるので、それらに対応して作問手順を検討することができる。手順もこれらとそれぞれ対応している。

### 4.1 手順 Td-rule-tradeoff — 規則やトレードオフの発見← (Td-ruletradeoff)

1. 事項の集まりとそれらの事項に関する規則やトレードオフを想定する。事項の提示方法としては、単語、文章、図やグラフや数表など多様なものが考えられる。
2. 惑わし要素として、前述の規則やトレードオフと関係しない事項を追加する。
3. 想定正解以外の規則やトレードオフが解答になり得ないかチェックする。「N 個以上の事項に係わるもの」など限定を付して想定正解に限ることも考えられる。

問題の形式は次のようなものが考えられる。「発見」が見たい能力であるため、規則やトレードオフ自体を選択肢として明示することは避ける (単にあてはまりのチェックで解答できてしまうため)。

- 規則やトレードオフを自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 規則やトレードオフに係わる事項がどれとどれであるかを選択肢により解答させる (トレードオフの場合はさらに対立する 2 群に分けさせることも考えられる)。

- 上記のセットを複数用意し、同じ規則やトレードオフに係わるセットの組やグループを解答させる。

#### 作問例: 著作権法 (Td-rule-tradeoff)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

以下の文章はいずれも著作権および著作権法について記したものである。これらの事項のうち、互いに反対の方向を志向しているものの組をできるだけ多くあげよ。

- (1) 著作権法では表現を保護するがアイデアは保護しない。
- (2) 著作権法では作られた著作物は自動的に保護対象となる。
- (3) 著作権法は私的なコピーなどは認めている。
- (4) 著作権法では保護期間を過ぎた著作物を保護しない。
- (5) 著作権法では作者の権利の保護を図っている。
- (6) 著作権法では作者人格権は譲渡できないとしている。

解答例: (3)-(5), (4)-(5)

解説: 著作権法は情報で扱う範囲である。著作権法はその第一条に「これらの文化的所産の公正な利用に留意しつつ、著作者等の権利の保護を図り、もって文化の発展に寄与することを目的とする」とあり、「利用」「保護」という相反する2つの方向を持つ。本問題案では、この2つのどちらを目指す事項か、それと関係しない事項かを判断できることを見ている。

#### 4.2 手順 Td-prob-law — 問題・法則・原理の発見 ← (Td-problaw)

1. 事項の集まりとそれに関する問題・法則・原理を想定する。事項の提示方法としては、事項ごとに短文で記述したり、すべての事項を包含した長文とすることが考えられる。内容によっては図、表、グラフを併用する可能性もある。
2. 惑わし要素として、想定した問題・法則・原理と関係のない事項を含めてもよい。
3. 想定外の解が生じないようにチェックする。

問題の形式は次のようなものが考えられる。問題発見、仮説構築が主題であるので、解答そのものを含む選択肢を提示することは避ける必要がある。

- 問題・法則・原理を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 何に関する問題・法則・原理か、どのような問題・法則・原理かなど一各側面についての選択肢式の問題を複数用意してそれぞれ選択させる。





- その同じモデルや抽象化に従うデータ、事象、事例を複数の (惑わし選択肢となるものを含む) 集まりから選択解答させる。
- 複数の事象群等を用意し、同じモデルや同じ抽象化になるものどうしの対応を解答させる。

全く新しいモデルや抽象化は出題も解答も困難なので、ここでいう「自明でない」とは、たとえば「単純な線形モデル」でなく「途中で折れ目や段差や他のモデル (一定値など) との切り替わりがある」、「普通のスタックの抽象化」でなく「特定の条件のとき異なる振舞いやキューなど別のモデルへの切り替わりがある」などの形で想定解となるモデルや抽象化を作ること考える。

**作問例: 状態遷移金庫 (Td-model-abst)**

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

ある金庫は、「A」「B」「解錠」の3つのボタンがついていて、次のように動作する。

- (1) Aを3の倍数回(3回、9回、…)押し、続いてBをちょうど2回押してから「解錠」を押すと開く。
- (2) 上記から外れた操作をすると警告音が鳴り1分間操作できなくなる(そして最初の状態に戻る)。

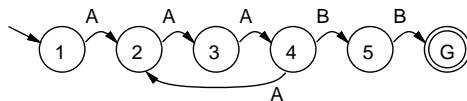
上記のうち(1)の部分の動作を状態遷移表で表したい。状態は最後の状態G(解錠ボタンを押せる状態)を除き、正の整数で表す。最初は1番の状態からはじまる。次の表に「状態」「ボタン」「次状態」を記入せよ。状態番号は小さい順に割り当て、表は「状態」の小さいものから順に記入せよ(1つの「状態」で2通り以上ボタンが押せる場合は順番は任意)。最後は状態Gまで記入すればよく、「解錠」は記入しないこと。表の行は余るかもしれない。

状態	ボタン	次状態

解答例: (4番の2行は逆順でもよい)

状態	ボタン	次状態
1	A	2
2	A	3
3	A	4
4	A	2
4	B	5
5	B	G

解説: 状態遷移図は情報科学でしばしば使われるモデル図であり、情報科でも扱うことが多い。本問題では解答形式の都合から状態遷移表になっている。状態遷移図にしたものも示しておく。



#### 4.4 手順 Td-diff-view — 異なる視点の発見← (Td-diffview)

1. 視点によって異なる見え方となるような事項や事象の全体像を設定する。
2. 事項や事象に関する特定の視点からの表現や記述を作成する。表現や記述の形式としては、文章 (例: 1 人称での論述や主観的な記述)、特定視点からの写真や絵、特定形式でのグラフや視覚化などがあり得る。
3. 作成した視点以外からの見え方や、作成した視点からだけでは直ちに分からないような全体像の把握を問う。

問題の形式は次のようなものが考えられる。異なる視点の発見が主題であるので、正解となる視点を選択肢に含むような出題形式は避ける必要がある。

- 1 人称的・主観的な記述に対して、他者の立場からの見え方を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 特定視点からの絵やグラフや視覚化に対し、他の視点からの絵やグラフや視覚化を構築させる、または複数選択肢から選ばせる。
- 設定した全体像が把握できているかを見るような記述式、多選択肢式、正誤解答などの問題形式を用いる。

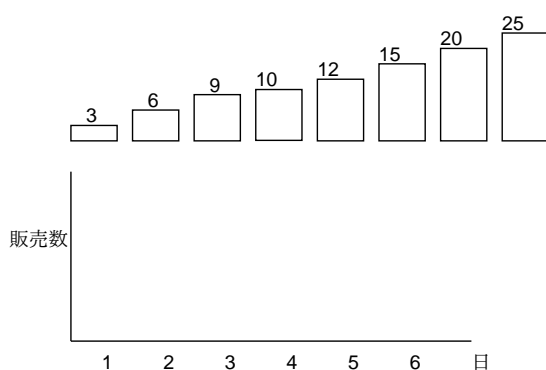
### 作問例: 販売率表からグラフを作る (Td-diff-view)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

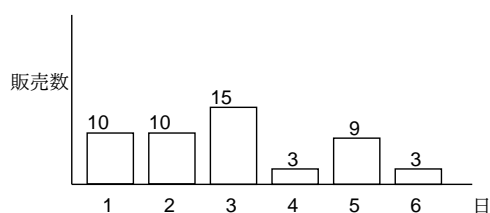
商品を 50 個仕入れ、販売した。以下は「何日目に、その日の開店時の在庫の何パーセントが売れたか」を示す表である (1 日目の開店時が在庫 50 となる)。

日	1	2	3	4	5	6
比率	20	25	50	20	75	100

図のグラフに各販売日の販売数を表す棒を挿入し販売数の棒グラフを完成させよ。



解答例:



解説: 情報科の中ではデータ処理を扱い、データを読み取ることやデータの視覚化をおこなうことが内容に含まれる。この問題では「販売比率」という視点から「販売数」への読み替えを正しく行えるかを見ている。

#### 4.5 手順 Td-extern-rel — 記述と外部事項の関連発見← (Td-external)

1. 複数の事項が関連し合った全体像 (ストーリー、状況設定、システムの全体図など) を設定する。
2. その一部範囲について記述を作成する。記述の形式としては、文章やさまざまな図法があってよい。
3. 記述にある一部範囲と記述外の要素との関連を問う問題を作成する。関連が発見

できる必然性があるか、想定外の関連がないかなどをチェックする。

問題の形式は次のものが考えられる。関連の発見が主題であるので、正解となる関連を選択肢などに含むような出題形式は避ける必要がある。

- 外部の要素やそれが何とどのように関連するかについて自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 「何と」「何が」関連しているのか、「どのように」関連しているのかについて多選択肢式で解答させる。
- 記述範囲内の事項複数について、同じ外部のものと関連しているものや、外部のものと同じ形で関連させるものの組を解答させる。



### 作問例: ケーキの原価 (Td-extern-rel)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

ケーキ屋さんを開業するので、さまざまなケーキについて原価を計算したい。たとえば苺ショートケーキ 1 ホールぶんであれば次のようなレシピの情報がある。

卵 3、グラニュー糖 60g、牛乳 大さじ 2、バニラエッセンス 若干、小麦粉 80g、ホイップクリーム 250cc、粉砂糖 大さじ 2、苺 12 個

この情報に必要な情報を追加して、原価が計算できるようにするため、次のような関係データベースのテーブルを設計する。(a)~(g) に入る属性(フィールド)を挙げよ(フィールド数は図より少なくても済むかも知れない。その場合若い記号のみ使用し、必要最低限のものを挙げること)。

Table-1

品名	材料名	(a)	(b)	(c)
苺ショートケーキ	卵			
苺ショートケーキ	グラニュー糖			

Table-2

材料名	(d)	(e)	(f)	(g)
卵				
グラニュー糖				

解答例: (a) 単位、(b) 数量、(d) 単位、(e) 金額、ただし (a)(b) の順序、(d)(e) の順序は任意。

解説: データベースによる情報の管理は情報科の内容として含まれている。この問題では「さまざまな単位で指定された分量」に対応できるようなコスト(金額)の表現方法が必要となるが、2つの表で表現するなら、材料のコストの表に単位を含める必要がある。

#### 4.6 手順 Td-expr-intent — 記述・表現の意図の発見← (Td-exprintent)

1. 特定の意図を想定して、事項の記述や表現を作成する。記述や表現の形としては文章が主となるものと想定されるが、絵(さし絵、マンガ等)もあり得る。記述に付随した数表やグラフ・模式図等の図もあってよい。
2. 惑わし要素として、想定した意図以外の意図を複数考え、それらにつながる記述や表現を追加する。ただし、それらの意図が「主たる」ものではないような限定

をつける (成立しない条件を前提として述べる、仮定の中に含める、他者からの伝聞の中に含めるなど)。

3. 想定した意図が把握されれているかを見る。

問題の形式は次のものが考えられる。意図の発見が主題であるので、正解となる意図を選択肢等を含むような出題形式は避ける必要がある。

- 読み取った意図を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 上記のような表現を複数用意し、同じ意図となるものに対応を解答させる。

**作問例: 講演会についての手紙 (Td-expr-intent)**

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

B社の担当者からA氏に次のような手紙が送られて来た。

A様:

C講堂でのご講演、盛況だったとのこと、お祝い申し上げます。

ご講演のテーマに私どもの所有作品に関する事項が含まれていたとうかがいました。大変関心のあるところですので、使用スライドをぜひともお送りいただけますよう、お願い致します。

なお、大変恐縮ながら、私供の所有作品のご使用の状況によっては、費用を請求させていただく場合もございますので、ご承知おきください。

担当者氏名

この手紙の意図を表す文章を、選択肢から文章の断片を選んで並べることで構成し、記号の並びを回答せよ。「てにをはおよび句読点」は適宜挿入されるものとする。選択肢「ア」は必ず含まれること。

- ア そのために
- イ 講演会の成功
- ウ お祝いしたい
- エ 送って欲しい
- オ 無償提供したい
- カ 請求したい
- キ 告発したい
- ク 関心があるので
- ケ 確認のために
- コ 懲罰のために
- サ 使用スライド
- シ 所有作品
- ス 使用料
- セ 無断使用

解答例: シスカアサエ、シスカアケサエ

解説: 情報科では著作権の内容が含まれている。著作権を題材として、権利を持つ作品に対して使用料を請求するために使用内容を送って欲しいという手紙の意図が、読み取れることを見ている。

#### 4.7 手順 Td-judge-criteria — 判断において有効な基準の発見← (Td-judgecriteria)

1. 事項の集まりと、それを「順に並べる」または「段階にグループ分けする」意図ないし目的を示す。事項の表現方法としては、文章によるほか、図や数表などもあってよい。
2. 設定した意図・目的にかなうような基準を正解として想定し、事項を「並べる」「グループ分けする」ことができることを確認する。
3. 惑わし要素として、示された意図・目的と異なる目的およびその目的にかなうような「並べる」「グループ分けする」基準を複数想定し、事項の集まりがその基準でも並べられたりグループ分けできたりするようにする。
4. 目的に照らして「並べる」「グループ分けする」上で有効・有用な基準を解答させる。

問題の形式は次のものが考えられる。基準の発見が主題であるので、正解となる基準そのものを選択肢等を含むような出題形式は避ける必要がある。

- 発見した基準を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 複数の基準の選択肢を与え、選択させる。

### 作問例: 問題解決で行うこと (Td-judge-criteria)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

正人くんは問題解決に際して心すべき事項のリストアップをおこなった。このリストを問題解決の成功 (実際に問題が解決されること) のために重要である順にグループ化しておきたい。いくつかのグループに分け、重要な順にどのグループにどの項目が含まれるかを解答せよ。

- ア 複数の解決方法の優劣を検討して良いものを選ぶ
- イ 同じ問題を持つ人のために問題解決の内容を記述して残す
- ウ 实地調査などにより問題の存在や問題記述の正しを検証する
- エ 問題解決を必要とする人 (依頼した人) に問題記述を確認してもらう
- オ 問題解決のプロセスを検証して改良すべき点について検討する
- カ 問題解決の経験を本にして出版する
- キ ブレインストーミング等で解決のためのアイデアを集める
- ク 問題の明確な記述 (何がどのように問題であるかの説明) を作成する
- ケ 実際の状況と照らしあわせて解決方法の実現可能性やコストを検討する

解答例: (1) ウ、エ、ク、(2) ア、キ、ケ、(3) イ、オ、カ

解説: 問題解決は情報科の主要な内容に含まれる。ここで挙げられた項目群の中では(1)正しい問題を解決すること(間違っただけの問題に対して問題解決を行ってしまわないこと)がまず最重要である。次に、(2)実施する解決方法の品質がよいものであることが重要となる。最後に、(3)今後の問題解決に備えてプロセスを改良したり他の人に経験を伝えることも大切である。

## 4.8 情報科としての作問

情報科の問題として作問する場合は、いずれも題材となる事項に情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。ただし、情報科の内容として直接解答を学ぶようなものは避ける必要がある。

Td-model-abst では、モデルの記述方法として状態遷移図や手順など情報科で扱うものを使用することが考えられる。ただし、単に記述されている事項をそのままモデル図に移せるような出題は避け、あくまでも自明でないモデルを抽出することを求める必要がある。

## 5 Ti: 推論的思考力

(Ti) inference

事項・事柄の集まりに対し推論を適用する力。

- (Ti-correctness) — 提示された推論の正しさを判断し、また正しくないならその箇所を指摘する力。
- (Ti-inference) — 適切な推論を行い正しい結論に到達する力。
- (Ti-construction) — 目的とする結論に向けて推論の筋道を構築する力。

—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。

推論は非常に幅広い概念であるので、以下の作問手法はその中からそれぞれ特定の側面を切り取って出題するという形を取る。これらを合わせたものが網羅的に推論の概念を包含しているわけではない。

### 5.1 手順 Ti-det-correct — 提示された推論の正しさ判別← (Ti-correctness)

1. 事項の集まりを提示する。fact を文章や箇条書で記述してもよいし、数式など形式的記述の集まりであってもよい。
2. 事項に係わる述語を提示し、その成否を問う。述語の成否は、事項の集まりから導ける必要があるが、直接的に導けるもの以外に、複数の段階を経て導けるものも含まれる。
3. 成否を問うことに加えて、その成否の根拠となる事項を指摘させる問題があってもよい。

問題の形式は次のものが考えられる。

- 述語を提示し、その述語の成否を解答させる。
- 述語の集まりを提示し、正しいものを選択 (ないし複数解答) させる。
- 上記に加えて、正しい/否定の論拠となる事項を解答させる (自由記述や各事項に記号を付して列挙など)。



## 作問例: レポートの公開

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

高校教員である M 先生は、生徒がネットで公開したいと相談してきたレポートについて、学校のサイトで公開してよいか検討している。M 先生はまず事実を調査して次の事実をリストアップした。

- A. レポートには、ある文学作品が「引用」(生徒談)されている。
- B. その作品の出典については、明記されている。
- C. その作品と生徒が書いた文章は明確に区分されている。
- D. その作品の分量はレポートの中でかなり大きな比率を占めている。
- E. その作品は青空文庫に収録されていて、そこからテキストを持ってきた。
- F. 作者の死後 50 年経過はしていない(むしろ存命である)。
- G. 作者は作品に「表示」「非営利」のクリエイティブコモンズライセンスを指定している。

以上から M 先生は次のように考えた。

- 1. 生徒は作品を引用と称しているが、引用とは言えない。
- 2. しかし、作家は作品をクリエイティブコモンズライセンスで公開している。
- 3. ネット公開は学校サイトなので当然無償である。
- 4. したがって、レポートの公開は問題ない。

なお、クリエイティブコモンズライセンスの「表示」「非営利」は、著作者の氏名を表示し、かつ非営利目的の場合に使用を許諾することを意味する。

問題: M 先生の判断について、正しいものを選択肢から選べ。

- ア. 論理の筋道が合っており、結論(問題ない)も正しい。
- イ. 論理の筋道は合っていないが、結論(問題ない)は正しい。
- ウ. 論理の筋道は合っておらず、結論(問題ない)も間違っている。

イ、ウを選択した場合は、事実のうちから筋道が合っていない(論述の余分または不足)原因となっている要素を選び、記号を解答せよ:----

解答例: イ、B

解説: 著作権や引用については、情報科で扱う範囲である。またクリエイティブコモンズについても同様である。ここでは、生徒のレポートに含まれる著作物の扱いについて、「なぜ」OKであるかの道筋をチェックし、過不足を判断できるか見ている。クリエイティブコモンズの「表示」が出展の明示によって満たされていることをわかる必要があり、なおかつこの点以外は論述に過不足がないことを理解できる必要がある。

## 5.2 手順 Ti-spot-contradict — 相反する事項の指摘← (Ti-correctness)

1. 事項の集まりを提示する。fact を文章や箇条書で記述してもよいし、数式など形式的記述の集まりであってもよい。
2. 事項が全体としては成り立たないこと (矛盾や相反する事項の存在) を指摘し、それがどこであるか指摘できることを見る。

問題の形式は次のものが考えられる。

- 矛盾や相反の論拠を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 個別の事項に記号を付し、矛盾を生じる最小集合 (または矛盾を生じない最大集合、いずれも複数解答も可) を記号で解答させる。



- 導かれる事柄を記述させる。
- 選択肢の中から導かれる事柄 (群) を選択させ解答させる。

#### 作問例: 様々な値の生成 (Ti-infer-result)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

以下の手順は実行するごとにさまざま整数を生成する。ただし「toss()」はコインを投げて 1(表を表す) か 0(裏を表す) を半々の確率で返す機能を表すものとする。

- $i \leftarrow 1$ 。
- $\text{toss()} == 1$  である間繰り返し、
- $i \leftarrow i \times 4$ 。
- もし  $\text{toss()} == 1$  なら、
- $i \leftarrow i + 2$ 。
- 枝分かれ終わり。
- 繰り返し終わり。
- $i$  を出力。

この手順によって出力される可能性のある数値をすべて、選択肢から選べ。

- ア 4
- イ 6
- ウ 8
- エ 10
- オ 12
- カ 14
- キ 16
- ク 18

解答例: ア、イ、ウ、エ、キ

解説: この手順は乱数を用いて非決定的に動作するが、計算の中身としては 2 進表現で考えると、1 から初めてループ周回ごとに (4 倍することで)00 を右側に追加し、さらに 0.5 の確率で左側の「0」を「1」に変更する。したがって、奇数ビット数で表され、最上位桁を除けば下から奇数番目の位置には「1」が来ない数だけが生成される。アルゴリズムや 2 進表現は情報科の内容となっている。

#### 5.4 手順 Ti-arg-thread — 論述の筋道の構築← (Ti-construction)

1. 事項の集まりを提示する。fact を文章や箇条書で記述してもよいし、数式など形式的記述の集まりであってもよい。
2. 事項に係わる述語を示し「成り立つ」「成り立たない」のいずれかを明示する。
3. 述語が「成り立つ」または「成り立たない」ことを示す論述を構築できるかどうか見る。

問題の形式は次のものが考えられる。

- 論述の筋道を自由記述させる (ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 論述の各ステップのテンプレートを個々に用意し、テンプレートを選択してその穴に事項を埋め込むことで1ステップを構築させ、それを並べることで最終的な論述を完成させる。

#### 作問例: 除算を使わない奇偶判定の手順 (Ti-arg-thread)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

次のアルゴリズムは、負でない整数  $n$  に対し、除算を使わずに「奇数」「偶数」のいずれかを判定するものである。

- $n \leftarrow$  負でない整数を入力。
- $n \geq 2$  である間繰り返し、
- $n \leftarrow n - 2$ 。
- 繰り返し終わり。
- もし  $n = 0$  なら、
- 「偶数」と表示。
- そうでなければ、
- 「奇数」と表示。
- 枝分かれ終わり。

問題: このアルゴリズムが正しいことの論述を構築したい。選択肢から文章を選び、並べて論述を構築しなさい。「また」「したがって」「すなわち」などの接続語は適宜補われるものとする。

ア 繰り返しは必ず終了する。

イ  $n$  から 2 を引いても、整数であることや奇数偶数の別は変わらない。

ウ 0 は偶数、1 は奇数であるので、それぞれそのように表示すればよい。

エ 繰り返しが終わった時、 $n$  は 0 以上 2 未満の整数なので、0 または 1 である。

オ  $n \geq 2$  であれば、

カ 繰り返しごとに  $n$  の値は減少していく。

キ  $n$  から 2 を引いても、負にはならない。

解答例: オキイカアエウ、オキカイアエウ

解説: 手順 (アルゴリズム) は情報科の範囲であり、その正しさに関する論述を構築させている。この場合、Ex の要素もある程度含まれている。

### 5.5 情報科としての作問

情報科の問題として作問する場合は、題材となる事項に情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。このとき、個別の事項の正誤 (設問として問うている述語ではなく、その結果を導くのに用いる事項の正誤) が情報科で扱う知識により分かるものを含めることもできる。

## 6 Ju: 判断力

(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、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。

- (Ju-ordering) — 与えられた基準における順位付けを判断する力。

ここで基準に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: 問題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問題。必要に応じて前提とする状況や制約を付記する。

### 6.1 手順 Ju-list-order — 並びの順位づけ/グループ分け← (Ju-ordering)

1. 事項の集まりを提示する。事項は「ことがら」「行為」「概念」などさまざまであってもよいが、同質の(互いに比較可能な)ものであるようにする。
2. 事項を順位づけ(ないしグループ分け)する基準ないし指針を提示する。制約条件によって順位づけが変化するような基準・指針であってもよいが、その場合は制約条件も併せて提示する。
3. 事項の集まりを前記の基準・指針に基づいて並べさせるか、グループ分けさせる。

問題の形式は次のものが考えられる。

- 事項ごとに記号を付し、記号を並べさせるかグループ分けさせる。
- 事項の並びやグループ分けを複数提示し、適切なものを選択させる。

### 作問例: 適切な調査方法 (Ju-list-order)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

正人くんはスマホの OS として A と B のどちらが一般の人に使われているのか調べようと思った。次の調査方法 (と結果) について、適切といえるものを 2 つ選べ。

- ア. 仲のよい友人 5 人に尋ねたら全員 B だった。
- イ. 駅でさまざまな性別年齢層の人に無作為に 20 人尋ねたら 8 割が B だった。
- ウ. 妹の女子中学で妹が昼休みに皆に挙手してもらったら 7 割が B だった。
- エ. パソコン雑誌の読者調査が掲載されているのを見たら 6 割が B だった。
- オ. ネットで調査会社のデータを見たところ 200 名の調査で 55% が B だった。
- カ. テレビ番組で 3 人の通行人に尋ねていたが 2:1 で B が多かった。

解答例: イ、オ

解説: アンケート調査などによる情報の収集は情報科の内容に含まれている。ここでは調査データの確からしさを判断するが、無作為性 (データに偏りが無いこと) と 2 群に十分な差があるかという点からイとオが確からしいといえる。

### 作問例: 迷惑の度合い (Ju-list-order)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

正人君はネット上での迷惑行為の事例を集めてみた。以下の事例を世の中全体に対する迷惑度の高い順に並べなさい。

ア 匿名掲示板に嫌いなアーティストの悪口を数件書いた。

イ 喧嘩相手に匿名で悪口のメールを数件送った。

ウ 市役所のサイトに侵入して Web ページを「準備中です」に書き換えた。

エ ライバル企業の問い合わせメールアドレスに匿名メールを数十件送った。

オ 自分のブログに嫌いな人のあることないことを数件書いた。

解答例: ウ、エ、オ、イ、ア

解説: 情報倫理は情報科の内容として含まれている。ウとアは業務を妨害しているが、ウの方が影響される人数も多く不正アクセスも行っていて悪質である。オは名誉毀損の可能性がある。イは相手に不快な思いをさせる。アは匿名掲示板であれば普通の行為に近い。

## 6.2 情報科としての作問

情報科の問題として作問する場合は、次の要素を考慮する。これらは排他的ではなく、1つの問題で複数を含むこともあってよい。

- 題材となる事項に情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。
- 順位づけ (ないしグループ分け) に用いる基準や指針において、情報科で扱う題材を採り入れる (例: コンピュータでの取り扱いやすさ、計算量、ネットでの情報の多さなど)。
- 制約条件により順位づけが変化するものにおいて、制約条件として情報科で扱う題在を採り入れる (例: 許容される通信量、要求される情報セキュリティの度合いなど)。



## 7 Ex: 表現力

(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。表現の形態として次のものがある。

- (Ex-description) — 有用な文章記述を構築する力。
- (Ex-graphical) — 有用な図的表現を構築する力。
- (Ex-programming) — 適切なプログラムを構築する力。

基準としては、次のものが考えられる。

- 日本語記述/図的表現/プログラムとしての適切性 (内容が過不足ない、把握しやすい提示順序や表現、適切な接続関係、指示への合致など)。
- 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) が明確に区分されている。

— 問題例: 問題によって与えられた事項や、他の思考力等により見出した事項について、適切な表現を構築する問題。指示/例示された記法や定義 (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。

### 7.1 手順 Ex-compose-desc — 記述文の構築 ← (Ex-description)

1. 記述されるべき対象を提示する。提示内容は、絵、図、グラフ、数表などでもよいし、受験者が当然持つと考えられる前提知識に基づくものでもよい (例: 自転車とはどんなものか、プログラムとは何か、など)。文章による説明はあってもよいが補足的なものにとどめる (その文章から解答となる記述が抜き出せないようにする)。
2. 当該記述の目的として何を重視するか (前項の基準例参照) を設定する。
3. 当該記述が満たすべき制約や限定を明示する。たとえば「どの側面を記述せよ」「これこれの目的に必要な部分のみを記述せよ」など。その際、上記の「目的」が曖昧さなく反映されるようにする。これは、自然言語による記述が大きな多様性

を持つため正解を限定する必要があることによる。または問題の回答方式(例: 短冊方式の選択肢など)により十分な限定が与えられるならそれに任せてもよい。

4. 問題として実際に記述を構築させる。

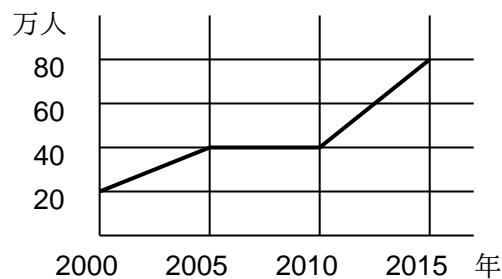
問題の形式としては次のものが考えられる。

- 自由記述による(ないし短冊形式で組み立てさせる)。
- 文章の大枠を与えたうえで、一部の名詞や述語を空欄とし、穴埋めの問題とする。この場合、文章としての適切性だけでは正解に至らないように留意する。

**作問例: 値の推移の記述 (ex-compose-desc)**

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

次のグラフはあることさらに関係する人数の変化を示したものである。このグラフのようすを記述する文章を選択肢から文章の断片を選んで並べて構成せよ。句読点は適宜補われるものとする。



- ア 20 万人から
- イ 40 万人から
- ウ 80 万人から
- エ 20 万人まで
- オ 40 万人まで
- カ 80 万人まで
- キ 2000 年から
- ク 2005 年までの間
- ケ 2010 年までの間
- コ 2015 年までの間
- サ 一定にとどまり
- シ 直線的に増加し
- ス 直線的に増加している
- セ そこから

解答例: キクアエシケサセコス

解説: データの扱いや読み取りは情報科の内容となっている。ここでは折れ線グラフによる値の推移を記述する文章を構築できることを見ている。なお、読み取りが難しい内容の場合は Tr-extra-graph、Tr-ord-graph にも相当するといえる。

## 7.2 手順 Ex-compose-fig — 図的表現の構築← (Ex-graphical)

1. 図 (状態遷移図など特定の図法のもの、挿絵など自由形式で状況を表現するもの、統計的なグラフ、数表など多様なものであってよい) を想定し、その図で表されるべき対象を提示する。提示手段 (文章記述も含む) は、解答される表現とは異なるものである必要がある (解答表現との近さによって難易度を調整できる)。
2. 当該表現の目的として何を重視するかを明示する。または、問題設定から何が重要かを判断させるようにしてもよい。
3. 当該表現が満たすべき制約や限定を明示する。これも表現形式や問題設定から分かる場合は省いてもよい。
4. 問題として実際に表現を構築させる。

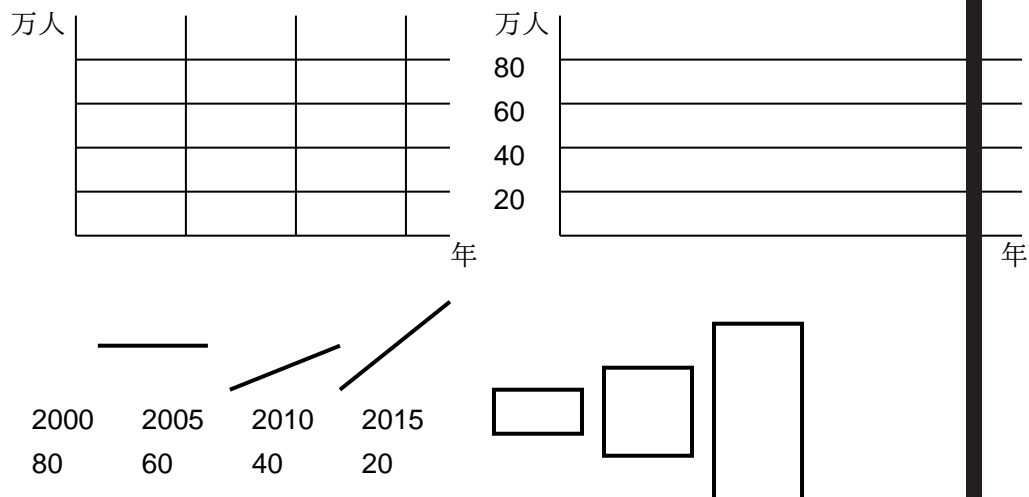
問題の形式としては次のものが考えられる。

- 白紙にフリーハンドで表現を作成させる (またはソフトウェア的にこれと同様のことをおこなう)。
- 図形の短冊問題 (正方形や長方形のタイルに構築すべき図の部分が与えられ、並べて完成させる)。

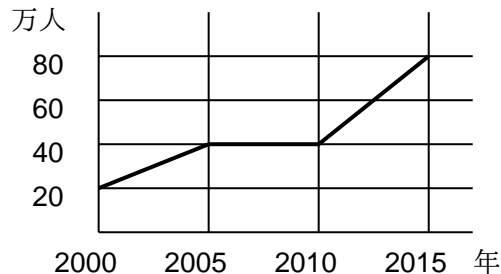
### 作問例: 値の推移のグラフ (ex-compose-fig)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

あることさらに関係する人数が、2000年の20万人から2005年に40万人まで直線的に増加し、2010年まで一定で推移し、その後2015年まで80万人にまで直線的に増加した。これをよく表すようなグラフを図から部品を選んで構築せよ。



解答例:



解説: データの分かりやすい図示は情報科の範囲に含まれている。ここでは平易な記述からグラフを構築させている。内容が「一定値」「線形増加」などデータの変化のようすに関するものであることから、棒グラフではなく折れ線グラフが適する。

### 7.3 手順 Ex-compose-code — プログラム表現の構築← (Ex-programming)

1. プログラミング言語ないしそれに相当する何らかの表現を定め、それにより記述されるべき手順/アルゴリズムを想定する。

2. その手順/アルゴリズムが解答となるような設定を構築し、提示する。
3. その提示に対する解答としてプログラミング言語ないしそれに相当する記述の表現(コード)を構築させる。

問題の形式としては次のものが考えられる。

- コードの自由記述による(または短冊形式で組み立てさせる)。
- ブロック型のビジュアル言語による記述、フローチャートによる記述などをソフトウェアを用いて構築させる。

#### 作問例: $2^N$ の出力 (ex-compose-code)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

1000 未満の、 $2^N$  で表される整数 ( $N$  は非負整数) を、小さいものから順にすべて打ち出す手順を、選択肢からコードの断片を選んで並べることで組み立てなさい。同じ選択肢を複数回使ってもよい。

- ア  $n \leftarrow$  整数を入力。
- イ  $n \leftarrow 0$ 。
- ウ  $n \leftarrow 1$ 。
- エ  $n \leftarrow 2$ 。
- オ  $n < 1000$  である間繰り返し、
- カ 繰り返し終わり。
- キ  $n \leftarrow n + 1$ 。
- ク  $n \leftarrow n + n$ 。
- ケ  $n$  を出力。

解答例: ウオケクカ

解説: アルゴリズム、プログラミングは情報科の扱う内容に含まれる。ここでは while ループを使って  $2^N$  を打ち出すアルゴリズムが作れることを見ている。

#### 7.4 情報科としての作問

情報科の問題として作問する場合は、次の要素を考慮する。これらは排他的ではなく、1つの問題で複数を含むこともあってよい。

- 題材となる事項に情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。
- 表現を整理し精選する手法として情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する(プログラム表現の場合が典型的だが、記述や図式の場合もある)。
- 構築する表現に情報科の内容・範囲で扱うものを取り上げ使用する。(プログラム表現の場合が典型的だが、図式の場合もある)。

## 8 Ms: メタ戦略的思考力

(Ms) Meta strategy

ここまで挙げた個々の思考力・判断力・表現力を組み合わせて高次の課題解決を行う力。単に1つの力を使った後に別の力を使うのではなく、複数を同時に適切なやりかたで組み合わせることで問題を解決することを想定する。例としては次のものが挙げられる。

- 有用な関連につながりそうな事項に着目して、記述を読み取る。(Tr)+(Tc)
- 有用な発見につながりそうな事項に着目して、記述を読み取ったり、事項間のつながりを探索する。(Tr)+(Td)、(Tc)+(Td)
- 有用な推論に必要とされそうな前提事項や、推論の帰結と相反する事項(背理法を用いる場合)に相当するものに狙いを定めて、記述を読み取ったり結び付きを見出したり直接に示されていない事柄を発見する。(Ti)+(Tr)、(Ti)+(Tc)、(Ti)+(Td)
- 直接の推論では導けないが、複数の推論の帰結と前提のつながりを見出すことで可能となる推論の連鎖を見出す。(Tc)+(Ti)
- 直接的に示されていないが適用可能な推論を発見し適用する。(Td)+(Ti)
- 上記のそれぞれにおいて、複数の可能性がある場合に、有用度の高いものを判断し選択する。(Ju)+(Tx)+(Ty)
- 与えられたものに基づいてよりよい表現を作り出すことを通じて、記述の読み取り、結び付きをの発見、直接に示されていないものの発見を行なう。(Ex)+(Tr)、(Ex)+(Tc)、(Ex)+(Td)
- 前記において、課題により適した表現を選択する。(Ju)+(Ex)+(Tr)、(Ju)+(Ex)+(Tc)、(Ju)+(Ex)+(Td)

— 問題例: 複数の Tr, Tc, Td, Ti, Ex, Ju を、取捨選択しつつ、必ずしも自明でないやり方で組み合わせ、求める結果に到達する筋道を構築させる問題。

### 8.1 手順 複数の手順の組み合わせ

もともと前章までの作問手順による作問例でも、純粹に1つの力だけを見るよりは、複数の力が関係しているものが多かった。(Ms)の問題作成は、前章までに出て来た手順を複数、同時並行的に組み合わせて適用して行うことが考えられる。

この「同時並行的」とは、片方の力を用いて問題を途中まで変形したあと他方の力でその先を解くような問題ではなく、あくまでも問題解決中で「両方の力が同時に」必要とされるような問題に限定するという意味で用いている。

### 作問例: 条件を満たす数 (Tr-def-apply + Ti-infer-result)

問: 次の説明を読み、問題に答えよ。

ビット列  $b$  に対する演算  $\circ$  と  $\triangle$  を、次のように定める。「 $\circ b$ 」は  $b$  を左右反転する。「 $\triangle b$ 」は  $b$  の左端にある「0」の列を取り除く。たとえば「 $\triangle \circ 1100 = \triangle 0011 = 11$ 」となる。正の整数  $i$  に対しても、 $i$  を 2 進表現に変換することで同様に扱う。1 以上 99 以下の整数  $i$  で、「 $\triangle \circ \triangle i = \triangle i$ 」であるようなものをすべて挙げよ。

解答例: 1, 3, 5, 7, 9, 15, 17, 21, 27, 31, 33, 45, 51, 63, 65, 73, 85, 93, 99

解説: 条件を解読すると「ビット列に変換したときに左右対称になっている値」ということになる。99 は「1100011」なのでたまたま左右対称である、それより小さい 7 ビットの数は上位 4 桁が「1011」「1010」「1001」「1000」だけである (上位 4 桁が決まれば残りの桁も決まる)。6 ビットの数は上位 3 桁が「111」「110」「101」「100」、5 ビットの場合も同じ、4 ビットの数は上位 2 桁が「11」「10」、3 ビットの数も同じ、2 ビットは「11」のみ、1 ビットは「1」のみでこれで全てとなる。数値の 2 進表現は情報科で扱う範囲である。

この問題は「左右対称」を読み取る Tr の部分とすべてを列挙する Ti の部分がきつぱり分かれていて、(Ms) の作問例としては不十分だと考えている。より適切な例については引き続き検討する。

## 9 まとめ

本文書では、2017 年度までに提案した 7 つの思考力等に対し、その力を見る問題の作成手順を提案するとともに、その手順によって作成した情報科の問題例を示している。今後は引き続き、手順と問題例の精選を進めて行く予定である。

## 参考文献

- [1] 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, Aug 2017.
- [2] 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, July 2017.
- [3] 久野 靖, 思考力/判断力/表現力の測定と情報教育の参照基準, 情報処理学会 高校教科「情報」シンポジウム 2017 秋 資料集, pp. 7-15, Oct. 2017.
- [4] 久野 靖, 思考力・判断力・表現力の評価手法について (2017.4.3 版), 情報処理学会 高校教科「情報」シンポジウム 2017 秋 資料集, pp. 16-32, Oct. 2017.