

# 思考力・判断力・表現力の評価方法と情報科への適用

## 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、大阪大学が受託機関、東京大学・情報処理学会が連携機関となり、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、2016年度から2018年度までの3年間に検討した結果をまとめている。

2016年度においては、思考力・判断力・表現力を評価する上で不可欠となる、これら3つの力の定義方法について検討した。ここでは「便宜的定義」の考え方を採り入れることで、これらの具体的な定義を可能とし、またそれをもとに、「思考力等を問う問題」の作成を試行した。また、この「便宜的定義」について、情報科で重要となる抽象化・モデル化との関連や、中央教育審議会などにおける既存の思考力等のとりまとめとの整合性についても検討をおこなった。

2017年度においては、前年度に引き続き、「便宜的定義」の既存研究等との整合性について検討をおこなうとともに、有識者から意見をいただき、その内容に基づく検討をおこなった。これらの結果に基づき、筆者らは「便宜的定義」が既存の各種思考力等の捉え方と整合しているものと考えている。

2018年度においては、前年度までに確立した「便宜的定義」に基づき、具体的な各種の問題を作成する「作成手順」を検討し取りまとめた。さらに、これらの作成手順に基づき、情報科の試験問題を作成することを通じて、手順の明確化を計るとともに、手順の具体的な適用方法を分かりやすく示すことをめざした。

以下ではこの3年間の成果を、おおむね次の順序でまとめる。

- 「便宜的定義」の前提事項と具体的な定義内容
- 「便宜的定義」にもとづく試験問題のイメージ (情報科に限定されない)

- 情報科の能力を見る上で重要な事項に関する検討
- 既存の検討ならびに研究との関連性と有識者の意見
- 問題作成手順とそれらに基づく情報科の試験問題作成例

## 2 重要な前提と思考力・判断力・表現力の便宜的定義

### 2.1 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、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。
- $T_d$  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。
- $J_u$  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。
- $E_x$  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。

## 2.2 思考力・判断力・表現力の便宜的定義

ここでは本事業における検討の成果の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)、およびメタ思考力(Ms)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・図式・グラフ・数表等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。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。

**(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。

—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、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)。

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

— 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。

(Ms) Meta strategy — ここまでに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。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)+(Tx)

— 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設問。

### 3 作問手法に向けてのアイデアと作問例

#### 3.1 本節の位置づけ

ここでは前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について検討しつつ、具体的な問題例を示す。ここで示しているのは基本的な考え方と情報科に限定しない一般的な問題例であり、より詳細な作問手順と情報科の作問例は後の節にゆずる。

#### 3.2 [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。純粹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  $\diamond$  および  $\triangle$  が混ざって並んだ列を考える。列  $s$  に対し、 $s \diamond$  は  $s$  を 2 回繰り返すこと、 $s \triangle$  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:  $AB \diamond \triangle \rightarrow ABAB \triangle \rightarrow BABA$

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  $\diamond$

イ  $\diamond$  A  $\diamond \diamond$

ウ ABBA  $\triangle$

エ AB  $\triangle \diamond$

オ AAAAA  $\triangle$

カ B  $\triangle$  A  $\triangle \diamond$

### 3.3 [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」

### 3.4 [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。

### 3.5 [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?

### 3.6 [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。)

### 3.7 [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カ月の日数: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…

### 3.8 [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判断問題を作成することが考えられる。

### 3.9 [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

### 3.10 [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」などの限定をつけた問題が考えられる。

## 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。

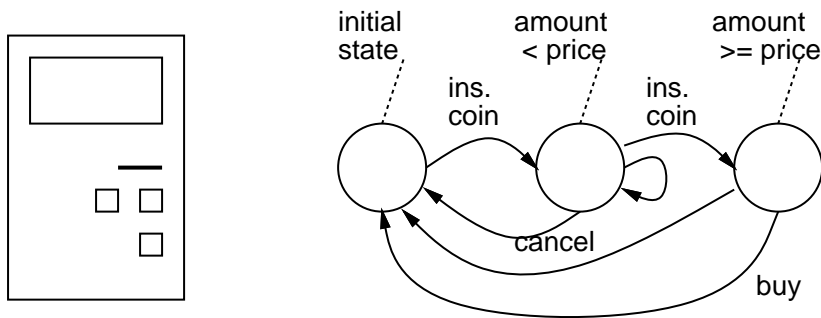


図 1: 自動販売機のモデル

- 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。

## 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るだろう(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)。



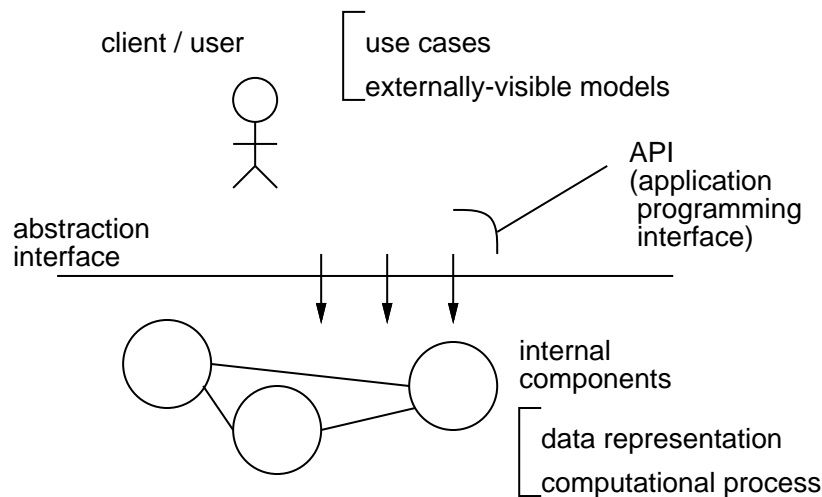


図 2: 抽象化に関連する要素群

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。

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. [?], 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. [?], 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 [?], 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[?]. 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、[?]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、[?]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にたてにくいと考える。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られる。

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 [?] 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られる。
- (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。

「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主旨や主張を把握し、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> <p>・知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力</p> <p>・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> <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"> <li>・日常的な事象等を数学化すること</li> <li>・情報を活用すること</li> <li>・数学的に解釈することや表現すること</li> <li>・問題解決のための構想を立て実践すること</li> <li>・結果を評価し改善すること</li> <li>・他の事象との関係を捉えること</li> <li>・複数の事象を統合すること</li> <li>・事象を多面的に見ること</li> </ul>	<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、制約又は障壁を見つけ出す。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、それに従って実行する</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と遭遇した場合、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、想定や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>

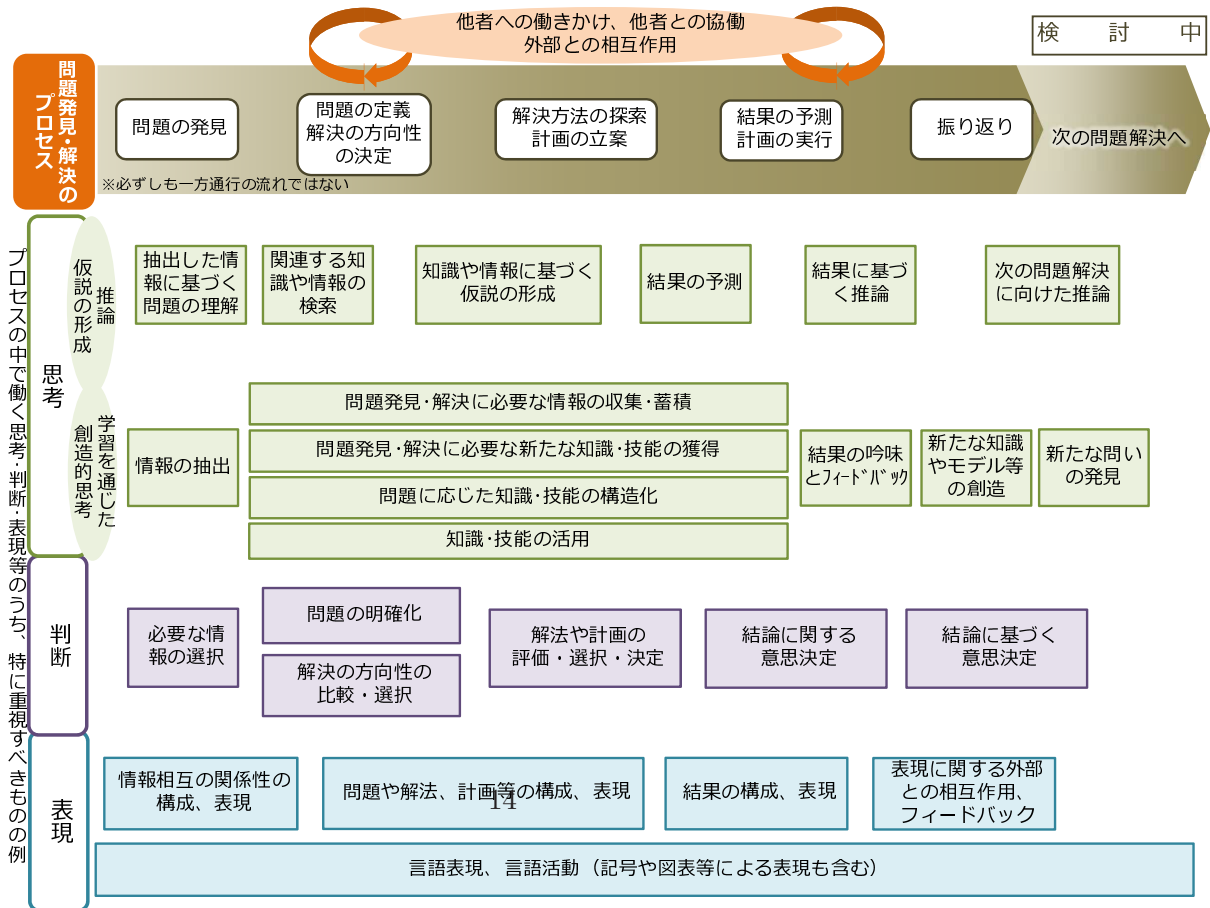


図 3: 「思考力・判断力・表現力等」についての整理のイメージ

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 (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 [?](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[?], 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[?]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じ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事ができないか。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、その両方を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に、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ちびくことができるか。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”([?], 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 Learning to Think の思考力

次の書籍 [?] に「考えるとはどういうことか」についての詳細な検討が含まれていた。

Janet Donald, Learning to Think: Disciplinary Perspective, Jossey-Bass, San Francisco, 2002, 330p.

この本は著者が40年にわたって「大学の各専攻で『学ぶ』ことをどうやって教えているか」研究した成果をまとめている。対象となる専攻は理工系から法律、心理学、英文学まで多岐にわたる。当然、「考えるとはどういうことか」も扱っている。1章のExhibit 1.9にそれがまとめられている。表1に翻訳を示す。表中の「PS」等の記号はそれぞれの探究活動において使用される手法を分類した記号であり、Exhibit 1.8にまとめられている。その翻訳を表2に示す。

表1に挙げられている各思考プロセス・行動と本文書で提示している思考力等との対応については、次のように考える。

- 記述 — ここで述べられているさまざまな明確化は、事項の発見 (Td)、関連の認識 (Tc)、それらのうち何が重要であるかの判断 (Ju) そしてその結果の定義・記述・描写 (Ex) から成ると考える。
- 選択 — ここで述べられているものは、重要な順に並べたり重要なものを選ぶことであり、我々の (Ju) とまったく一致している。
- 表現 — ここでは「表す」ことが目的なので (Ex) がまず対応するが、それに際して要素の特定 (Td)、関連の構成 (Tc) も求められる。
- 推論 — ここでは推論なので (Ti) がまず関係するが、その要素として関連を見出すこと (Tc)、順序づけ (Ju) なども含まれる。また、新たな要素の発見 (Td) も含まれることが予想される。
- 合成 — 失われた弧の発見があるため、(Td) がまず考えられる。接合したり組み立てるのもそのやりかたを発見するという意味で (Td) が対応すると思われる。方向を延長するなどは (Ti) に相当する。
- 検証 — 比較する、確認する、調べるなどが中心であり、(Ti) が相当するものと思われる。

## 9 「思考力問題の研究」における思考力

次の書籍 [?] は大学入試問題の中から思考力問題とされるものを抽出して提示している。

一般財団法人 日本生涯学習総合研究所 監修, 思考力問題の研究, 旺文社, 2016.

表 1: 高等教育における思考プロセスの作業モデル ([?] から引用)

思考プロセス・行動	説明
<b>記述 (PS、SM)</b>	ものごとの状況や形態を描写ないし定義する
文脈の特定 (E)	とりまく環境を確定し全体像を捉える
条件の明確化	重要な部分、前提、要求される事項などを明確化する
事実の明確化	生じた事象や既知の情報を明確化する
機能の明確化	物事や特定の作業の通常の/適切な働きを明確化する
前提の明確化 (CT)	前提とされている仮定、推測、提示条件を明確化する
目的の明確化	最終状態、目的を明確化する
<b>選択 (PS)</b>	複数のものからよいものを選ぶ。
重要な情報の選択	問題となっている事項に対して適切な情報を選択する
情報を重要な順に並べる	重要度ないし重大度に対応してランクづけないし並べる
重要な要素を特定	重要な単位・部品・構成要素を決定する
重要な関係を特定	ものごとと間のつながりで重要であるものを決定する
<b>表現 (PS)</b>	文章、図形化、記号化などの方法で記述ないし表す
支配している原理の認識	システム全体を規定する法、手法、規則を特定する
要素と関係の構成	部品やものごとの間のつながりをアレンジしてシステムを構成する
要素と関連を描き出す	部品やものごとの間のつながりを例示などにより明確にする
要素と関連の変更	部品やものごとの間のつながりを変更・修正する
<b>推論 (E、H、CT、PS)</b>	前提やエビデンスから結論を導き出す活動・プロセス
要素間の新しい関連を発見する	部品、単位、構成要素間のつながりを検出・発見する
関係どうしの新しい関連を発見する	ものごとのつながりどうしの間のつながりを検出・発見する
同等性を発見する	値、力、重要性などにおける等しさを検出・発見する
カテゴリ化	分類したり、部品に分けたりする
順序づけ	順番をつけたり、並べたり、特定手法に従い配置する
仮説構築	理由づけの基盤となる主張を予測ないし形成する
<b>合成 (PS)</b>	部品や要素を組み合わせて複雑な全体物を組み立てる
部品から全体を組み立てる	要素や部品をシステムやパターンの形に接合する
精緻化	詳細・正確・複雑なものを作り出す
失われた弧を生成する	列の欠けているものを作り出す、ギャップを埋める
一連の動作の開発	経路、つながり、進むべき方向を作り出したり延長する
<b>検証 (E、H、CT、PS、SM)</b>	正確さ、整合性、一貫性、対応性を確認する
代替の出力を比較する	結果や結論間の類似性や差異を調べる
出力を標準と比較する	結果を基準と比較し類似性や差異を調べる
正当性の検証	頑健さや有効性を実際の事実に基づき厳密に調べる
フィードバックの使用	結果をもとに均等化、調整、適応をおこなう
結果の確認	結論、効果、出力、製品を確認・裁可する

表 2: さまざまな学問分野で用いられる探究の手法 ([?] から引用)

手法	例示
H — Hermeneutics (解釈学): 解釈する、テキストの意味を理解と説明の間の弁証法を通じて構築する	聖書学、英文学
CT — Clitical Thinking (クリティカルシンキング): 前提を確認しエビデンスを探することで考え探究するアプローチ	英文学
PS — Problem Solving (問題解決): 問題を形式化し、計算に基づき解く。用いられている論理を検証する	物理学・工学
SM — Scientific Method (科学的手法): 客観的手法、発見したことへの再現可能性を課す、無神論	物理学
E — Expertise (熟達): 知識の高度に発達した表現、行動スキーマ	物理学、教育学

この本の「刊行にあたって」において、思考力問題を「知識だけでは解けない、分析力・判断力・推測力・表現力を総合的に試される問題」と定義している。そして、分析力等については表 3 のように整理している。

本の本体は実際の大学入試問題の紹介と解説であるが、それぞれの問題について、表 3 の「分析力・判断力・推測力・表現力」のどれとどれが該当するかが明記されている。

表 3 と本文書で提示している思考力等との対応については、次のように考える。

- 分析力 — ほぼそのまま、(Tr) に含まれる。(Tr) の方が広い概念である。
- 判断力 — 「統合する」「因果関係をとらえる」は関係を見出すという意味で (Tc) に含まれる。「多面的に考察する」は新しい視点の発見という意味で (Td) に含まれる。
- 推測力 — 「推論する」が (Ti)、「仮説を立てる」「傾向や可能性を判断する」が (Td) に含まれる。
- 表現力 — ほぼそのまま、(Ex) に含まれる。

## 10 東京学芸大学 NGE の汎用的スキルとの比較

2018 年 2 月 25 日の検討会合において、東京学芸大学名誉教授、次世代教育研究推進機構 (NGE) 特命教授 (Project Leader) の岸 学氏に講演をいただき、質疑応答をおこなった。岸氏のまとめでは、文部科学省でいう「思考力・判断力・表現力等」は OECD PISA の枠組みでは Skills に対応し、東京学芸大学 NGE プロジェクトではこれらを表 4 にある 7 つの汎用的スキルに精緻化しているとのことだった。

この 7 つのスキルは「コンピテンシー要素」としての位置付けであることから、本文書で考える思考力・判断力・表現力と比較して、態度・思考性に関わる部分が少なからず盛り込まれているように感じられる。この点について岸氏に質問したところ、7 つのスキルは「知識の学習を促進するためのエネルギー源」という位置付けであり、これらのことは意図的に盛り込まれているとのことだった。なお、「態度・価値」についてはこれと対比して「能動的で安定した学習を促進するためのエネルギー源」という位置付けが盛り込まれている。

表 3: 「思考力問題の研究」中の思考力対応表 ([?] より引用)

	分析力	判断力	推測力	表現力
英語	英文や図表から情報を読み取り、整理し、要約する	必要に応じて情報を統合する	情報をもとに推論する	読み取った情報について、自分の意見を論理的に批判的に伝える 複数の情報を統合して、自分の考えを根拠を示しながら伝える
数学	問題文から、問題解決に必要な情報を収集する	必要に応じて情報を統合する	実験的な手法により、推論したり傾向や可能性を判断する	関係や命題等を数学的な表現を用いてあらわす 数学的な過程や結果をわかるように伝える
国語	情報を読み取る要約する	必要に応じて情報を統合する	情報をもとに、推論する	自分の考えをまとめ、共通点や相違点を示しながら、効果的に伝える
物理 科学 生物	与えられた状況の中から、必要な情報を取り出す	必要に応じて情報を統合する	仮説をたてる 得られた結果に基づき、仮説を検討する	科学的な事象を、モデルや図表、式等を用いてわかるように伝える
日本史 世界史 地理 政治・経済	資料から情報を読み取る	諸資料に基づき多面的・多角的に考察する 因果関係をとらえる	情報の複合性や関係性を理解する	資料等の根拠に基づいて伝える



表 4: 東京学芸大学 NGE によるスキルの比較

OECD	東京学芸大学 NGE	文部科学省
<ul style="list-style-type: none"> <li>・Cognitive and meta-cognitive skills</li> <li>・Social and emotional skills</li> <li>・Physical and practical skills</li> </ul>	汎用的スキル <ul style="list-style-type: none"> <li>・批判的思考力</li> <li>・問題解決力</li> <li>・協働する力</li> <li>・伝える力</li> <li>・先を見通す力</li> <li>・感性・表現・創造の力</li> <li>・メタ認知力</li> </ul>	知っていること・できることをどう使うか => <ul style="list-style-type: none"> <li>・思考力</li> <li>・判断力</li> <li>・表現力 等</li> </ul>

また、この7つのスキルの由来については、教育現場(おもに小・中学校)の教員に多くインタビューし、教育でき評価できるもの、という視点から「できること」を多く抽出したうえ、整理統合したものが6つであり、メタ認知については別枠で(重要であるとの考えから)追加したものであるということだった。

これらをまとめると、本文書での思考力・判断力・表現力と東京学芸大学 NGE の汎用的スキルの違いは次の2つの次元にあるといえる。

- 試験での評価を目的にトップダウンに定めたもの(本文書)か、授業実践で可能なことに基づいてボトムアップに定めたもの(NGE)か。
- 態度・指向性的なものを除外している(本文書)か、含めている(NGE)か。

これらの違いについては前提とした上で、7つのスキルそれぞれにおける本文書の思考力・判断力・表現力との対応を検討する。

- 批判的思考力 — 客観的・論理的に評価→(Ti)、多様な視点から考える→(Td)
- 問題解決力 — 課題の発見→(Td)、問題の構造を把握→(Tc)(Td)、資料から情報を収集→(Td)、必要な情報の選別→(Ju)、アイデアや工夫を発想→(Td)、解決の道筋を計画→(Td)(Ms)
- 協働する力 — 対応しない
- 伝える力 — すべてが(Ex)に対応するものと思われる
- 先を見通す力 — 予測し、それに基づき適切な判断をする→(Ti)(Ju) 経験したことから法則を見出す→(Td)(Ti)
- 感性・表現・創造の力 → 対応しない
- メタ認知力 — 自分や自分の考え・行動に対する認識・評価→(Ms)

## 11 事業評価委員会コメントと発散的思考

### 11.1 事業評価委員会によるコメントと対応

大学入学者選抜改革推進委託事業委員会委員コメント(10/24/2017)のうち、思考力・判断力・表現力に関わる部分のコメントについて検討した。該当コメントは次の通り。

「思考力」の定義をある程度明確にして、今後の作業を実施することが重要である。ただし、「思考力」「判断力」「表現力」と峻別するには一長一短あると思われる。広い意味の思考力の中には、(1) 収束して答えを導き出すような論理的思考力のようなもの、(2) 発散・拡散してアイデアや着想を導き出すようなものがある。大規模入試や中規模入試では、(2) のようなものしか問いづらいつと思われるが、(2) のような発散・拡散するようなものもターゲットとするのかしないのかを明確にして進めていただきたい。

また、(1)、(2) とは少し違う思考力として、与えられた情報から、何かを再構成したり、編集したりするような編集力のようなものもある。この編集力のようなものもターゲットとするのかしないのか明確にしながら、今後の作業を進めていくことが望まれる。

コメントに対応する検討結果は次の通り。

○ 「峻別」について

- 現在使用している6つの便宜的定義について、記号を付すときに2つを判断力、表現力としているだけで、峻別はしていないつもりである。

○ 「一長一短」について

- 本文書には明示的には書いていなかったが、「長」は明確化・具体化ができるどころ、「短」は個別部分にあてはまらない部分が含まれないところと理解している。
- 「短」への対応は、TJEの複数の要素を組み合わせて見る試験問題を検討する形で進めたい。

○ 「発散・拡散をターゲットとするか」について

- 指摘の通り、直接的に発散を見ることは問題として作りにくいですが、Tdにある「明示されていない関連を見出す」力を見るタイプの問題は発散的思考の有無につながり得ると考えている。そのような問題を検討し提案していきたい。

## 11.2 発散的問題の具体例

以下に示す問題は(Td)(直接に示されていない事柄を発見する力)を見る問題の作題例であるが、限定をできるだけ少なくし、多くの可能性を持たせることで一般に言われる「発散的思考」に近い能力を見ることを意図している。ただ、このような問題は一度解答例を見てしまえばその後は答えることが極めて容易であり、このような問題をストックして使用することはハードルが高いのではという印象を持つ(問題を秘匿し、1回だけ出題するような形であれば問題ない)。また、問題の性質上、短文ではあるが記述式の解答となることも注意が必要であると考えている。

## 作題例：図形の分類

以下の図形群を「2つのグループに分ける」さまざまな基準をできるだけ多く列挙したい。グループ分けと、どのような基準であるかの記述(15文字以内)を思い付く限り書け。ただし、グループに分ける時、「メンバー数が1以下のグループ」があってはならず、また「どちらのグループにも入らない」図形があってはならないものとする。また、直(曲)線部分の有無は基準に用いてよいが数は基準に用いないものとする(数え方に曖昧さがあるため)。

A B C D E F G  
H I J K L M N  
O P Q R S T U  
V W X Y Z

(解答例)

1. ABDOPQR / それ以外 — 閉じた(囲まれた)領域の有無
2. ADPQR / それ以外 — 閉じた領域の数が1
3. ADOP / それ以外 — 端点を含まない閉じた領域数が1
4. ABDEFGHIJKLMNOPQRTVWXYZ / それ以外 — 直線部分の有無
5. ACEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ / それ以外 — 端点の有無
6. ACGLMNQSUVWZ / それ以外 — 端点の数が2
7. ABEFHJKPRTY / それ以外 — 3叉路の有無
8. ABHIKR / それ以外 — 3叉路の数が2
9. ABEFHJKPRT / それ以外 — T字路の有無
10. AHIKR / それ以外 — T字路の数が2
11. AKR / それ以外 — 直角でないT字路の有無
12. AK / それ以外 — 直角でないT字路の数が2
13. ABDEFGLMNPVWZ / それ以外 — 折れ曲がりの有無
14. AFGLPRV / それ以外 — 折れ曲がりの数が1
15. BDENZ / それ以外 — 折れ曲がりの数が2
16. BCDGOPQRSU / それ以外 — 曲線(非直線)を含む
17. BEFHJPRT / それ以外 — 直角であるT字路の有無
18. BEFJPRT / それ以外 — 直角であるT字路の数が2

19. BDEFG LPR / それ以外 — 直角の折れ曲がりの有無
20. BDE / それ以外 — 直角の折れ曲がりの数が 2
21. EFJTY / それ以外 — 端点の数が 3
22. FGLPRV / それ以外 — 折れ曲がりの数が 1
23. FGLPR / それ以外 — 直角の折れ曲がりの数が 1
24. MW / それ以外 — 折れ曲がりの数が 3
25. QX / それ以外 — 十字路(4 叉路)の有無

## 12 有識者のコメント

2017 年度において、複数の有識者に思考力の評価方法について意見をうかがい、また「恣意的定義」について意見をうかがった。本節ではその主要なものについてまとめるとともに、本事業委員からの対応意見についても紹介する。

### 堀田龍也氏 (東北大学)

教育工学の見地から思考力研究をしている、関西大学の黒上晴夫氏、鳴門教育大学の泰山裕氏ほかに問い合わせ、以下のように整理した。

- 富山県では「思考大会」というものを実施している。いわゆる「難しい問題」の感じで、長く続いている。
- 思考力の測定については、企業が先導して作成しはじめた段階である。各学校が独自に思考力を評価するための入試問題を作っていたりするが、その多くは単に「複雑な」問題であることが多い。これらはいわゆる情報の整理を要求するもので、それ自体は悪いことではないと認識している。
- ベネッセの GPA アカデミックテストに黒上氏が関わっている。このテストは次の 3 つのカテゴリについて測定するものである。
  - 批判的思考力
  - 創造的思考力
  - 協働的思考力

小学校、中学校、高校版とあり、国際化も狙って改訂している。協働的思考力は、他の 2 つに比べてまだ練度が高くないように思える。

- ピアソンの学力テストが無視できない。このれは知識・理解も思考力も包含するテストであり、個人を対象にインタビュー形式で口頭試問のようにテストしていく。この問題と、上記ベネッセの GPA は似ているところもあり、現段階ではピアソンの方が完成度が高く見える。ただし、入手は困難で、学校で購入すると約 20 万円くらいするし、言語も英語である。

○ 全国大学入試問題正解-特別編集-思考力問題の研究-旺文社

<https://www.amazon.co.jp/dp/4010365501/>では、思考力を分析力、判断力、推測力、表現力の4つに整理し、それぞれの力が求められる問題を大学入試の出題から6教科分抽出して整理している。定義してから策問ではなく、現時点で存在するものを4つの観点で整理している。同様の問題を作成する際には参考になると思われる。

堀田氏コメントに対応した松永委員コメント

ベネッセのGPA アカデミックというテストについては、大学生向けに、ベネッセグループで「大学基礎力レポート」として販売している。

<https://www.benesse-i-career.co.jp/univ/service/>

このURLを見ると「大学基礎力レポート」の上に「GPS-Academic」という大学向けテストがあることが分かる。

「大学基礎力レポート」については、専修大学の学生ほぼ全員に4月に受験させています。「批判的思考能力」のスコアが出るが、疑問が多く出されている。まず1年次から3年次にかけて、スコアが上昇しないのみでなく、下降してしまう学科もあるので、何を測定しているのかが疑問である。スコアが返ってきてても、自分の学部では十分解析できていない。

「大学基礎力レポート」と同様に大学で広く使われているテストとして、河合塾が関係しているPROGテストがある。これも試行している(予算の関係で、特定の学年に絞って受験してもらっている)。

<http://www.kawai-juku.ac.jp/prog/point.html>

思考力・判断力・表現力に相当するのは、リテラシー(知識を活用して問題を解決する力)と思われる。リテラシーのテスト問題は、河合塾が作成していると聞いている。

楠見 孝氏(京都大学) コメント

> ・思考力をこのように定めて評価している:

=> 平成25年度×平成27年度文部科学省高等学校における「多様な学習成果の評価手法に関する調査研究」として、ベネッセと協力し、思考力を定義し評価するテストを開発した。成果報告書は下記を参照のこと。

[http://bhso.benesse.ne.jp/tayou/dl/tayou\\_1.pdf](http://bhso.benesse.ne.jp/tayou/dl/tayou_1.pdf)

> ・考える力を評価する試験で既存のものがある:

国立教育政策研究所 論理的な思考に関する調査がある。

[https://www.nier.go.jp/03\\_laboratory/pdf/2013032701023.pdf](https://www.nier.go.jp/03_laboratory/pdf/2013032701023.pdf)

[http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei\\_ronri/](http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/)

ほかに関連文献として次のものがある。

「批判的思考力」と大学教育

<http://hdl.handle.net/2433/186986>

小学校高学年・中学生の批判的思考態度の測定: —認知的熟慮性-衝動性、認知された学習コンピテンス, 教育プログラムとの関係—

<http://hdl.handle.net/2433/215704>

#### 美馬のゆり氏 (はこだて未来大学) コメント

貴グループの文書を拝見した。米国でも何か参考になるものがあるのでは、と思っていたが、7章の APCSP がそれに相当するものだと思う。このほかに Computational Thinking (計算的思考、CT) について、University of Massachusetts Boston の次のページを発見した。

ASSECT Model for Computational Thinking in IT (NSF CCF  
0939089)

<http://batec.org/wp-content/uploads/2014/06/Project-Rubric-022812.pdf>

このほか調べて見る可能性としては、computational thinking という単語と一緒に、rubric、assessment、evaluation、criteria などを入れて検索して出て来るページがあると思われる。

#### 2018.1.31、美馬氏との会合

2017.1.31 に美馬のゆり氏 (はこだて未来大学) と委員有志とで会合する機会を得た。その主なやりとりは次の通り。(C: 事業委員側、M: 美馬氏)

- C. 我々の定義している「思考力・判断力・表現力」についての文書をお渡しし見て頂いたが、重大な問題や欠陥はないだろうか。
- M. とくに問題はないと思う。よく作られていると思う。
- M. 米国の Computational Thinking(CT) についてはどうか。
- C. 我々の場合はまず「思考力・判断力・表現力」を情報に限定せず広く定め、それから情報に限定した場合を扱っている。CT は計算機科学的な思考と最初から狭くしているのでだいぶ違う。
- M. 確かに、世の中には「〇〇思考」というものであれば多数提案されているが、限定のない「思考」を定義しようとする試みは聞いたことがない。意欲的な内容であると思った。