

何のために共通教科「情報」が設立され必修化されたのか？ ～普通（一般）教育と専門教育のあり方をふまえた準備～

松田 稔樹^{1) 2)}

1. はじめに～情報活用能力の本質

日本の学習指導要領に「情報教育」への取り組みが盛り込まれたのは、臨時教育審議会で「情報活用能力」という言葉が定義された直後の1989年改訂時からである。情報活用能力という言葉は、この改訂作業の際に、

- ①情報の判断、選択、整理、処理能力及び新たな情報の創造、伝達能力
- ②情報化社会の特質、情報化の社会や人間に対する影響の理解
- ③情報の重要性の認識、情報に対する責任感
- ④情報科学の基礎及び情報手段の特徴の理解、基本的な操作能力の習得

という4本柱として整理され、1991年「情報教育に関する手引き」で公表された。

この改訂では、中学校「技術・家庭科」に情報基礎、高校「数学」の数学AやB、「理科」の物理IAなどにコンピュータや情報技術に関する内容が導入された。職業専門教科にも、情報関係基礎科目が導入され、原則履修科目となった。しかし、本来、全ての生徒達を対象とする(技術・家庭科の情報基礎を含め)普通教科のそれらの内容は、全て選択的な扱いであった。それ故、情報教育を幅広く実施してもらうための別の方策を考える必要が生じた。

それが、どの教科、どの内容でも実施可能な「情報手段を活用した指導方法の改善」である。これを広めるために、コンピュータを学校に導入する施策を進め、導入した機器が活用されていないのは問題であるというような理屈で、教師によるコンピュータの活用を進めようとした。その際、上述の情報活用能力の定義の①や④は、非常に都合がよかった。国語で、本を読み、解釈し、感想文等にまとめ、発表することでも①に取り組んでいることになる。コンピュータを使ったドリル教材に取り組んでいても、④の機器操作に習熟する活動の一環だとされた。つまり、情報教育と(指導方法

としての)情報手段の活用を同一視していた。実際、「情報教育に関する手引き」そのものが、それらを明確に区別していなかった。

「この状況を変える必要がある」と考えたのが、1997年の「情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進等に関する調査研究協力者会議」である。それ故、学習指導要領の改訂に資することを目的として、情報教育への取り組みを改善することに焦点を当てた「体系的な情報教育の実施に向けて」という第一次報告を発表した。その中で鍵となったのが、情報教育の目標である情報活用能力の見直しである。

新たに定義された情報活用能力は

「情報活用の実践力」: 課題や目的に応じて情報手段を適切に活用することを含めて、必要な情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる能力

「情報の科学的な理解」: 情報活用の基礎となる情報手段の特性の理解と、情報を適切に扱ったり、自らの情報活用を評価・改善するための基礎的な理論や方法の理解

「情報社会に参画する態度」: 社会生活の中で情報や情報技術が果たしている役割や及ぼしている影響を理解し、情報モラルの必要性や情報に対する責任について考え、望ましい情報社会の創造に参画しようとする態度

の3本柱で構成されるとされた。ここでは、前述した情報教育と情報手段の活用との区別を明確にするため、次の点を強調している。まず、上述の記述には「機器操作の習熟」が含まれていない。実際には、「目標そのものではないが…学習活動で、情報手段の活用体験が必要であり、必要最小限の基本操作の習得に配慮する。」という記述がされ、むしろそれらが情報活用能力の要素ではないことを明示している。

また、1991年の定義で①を情報活用能力に含めたことについては、既に、その定義を公表した「情報教育に関する手引き」の序文に、次のような疑問が示されていた。

情報の授受や処理の手段やメカニズムに関する教育は、すべて情報教育だというのは、理論的には

2019年12月15日受付 2020年1月10日受理

1) 東京工業大学リベラルアーツ研究教育院

2) 江戸川大学情報教育研究所

成り立つ議論である。ただそういってしまうと、
…<中略>…従来の教育内容のきわめて多くの部分
が情報教育にはかならないということになる。
そうすると、今新しく情報教育が急務であるとき
されている問題意識から、焦点がずれてしまう。

この疑問を解消するために、①は「情報活用の実践力」
へと修正された。両者の決定的な違いは、後者は①を
活動の文脈として位置づけ、情報教育の本質は、その
活動の文脈において「課題や目的に応じて情報手段を
適切に活用する」力を育成することとした。つまり、
文の後半は今までの各教科で行われてきた(はずの)教
育であり、それが十分に行われていないという認識があ
るとしたら、既存の教科教育がうまくいっていないだ
けである。その改善をしながら(あるいは、改善するた
めにも)「情報の収集-処理-まとめ」という探求的な
活動を各教科の授業に取り入れ、それをより良く行う
ことが問題解決であり、その手段として(情報社会にお
いては)情報技術を活用する力が決定的に必要な(今新
しく情報教育が急務だ)という問題意識を持って情報教
育に取り組む必要があるとした。

以上の問題意識からすれば、情報活用の実践力を「課
題や目的に応じた情報手段の適切な活用」「必要な情報
の主体的な収集・判断・表現・処理・創造」「受け手の
状況などを踏まえた発信・伝達」のように3つに分解し、
それらの1つでも取り組んでいれば情報教育である
というような捉え方は、せっかく見直した意義を台
無しにするものであり、情報教育の推進を阻むばかり
でなく、後戻りさせる恐れさえある。

2. 正解/テスト主義の学校教育の限界

「情報の収集⇒処理⇒まとめ」は、「総合的な学習の
時間」の学習指導要領解説でも、「探求の過程」として
説明されている通り、どの教科でも行うべき問題解決
的活動である。一方、情報活用能力は、情報活用の実
践力にも、共通教科「情報」の目標にも書かれている
通り、その問題解決活動の中で「情報技術を適切かつ
効果的に活用し」問題解決力を一層高めることに焦点
がある。その意味では、情報活用能力は、教科を超え
て基盤となる能力なのではなく、教科で学んだ力を増
幅し、発展させる能力だと捉えるべきである。言い替
えれば、教科教育がまともにできていないのに、情報
教育にだけ取り組んでも、その成果が上がるはずは無
いのである。むしろ、このような視点から教科教育の
指導のあり方を問い直す必要がある。

情報(科)教育の主要な目標は、汎用的な問題解決力
の育成であり、領域固有の問題解決力は個別教科でも

育成される。よって、教科で育成される問題解決力
を超えて汎用性のある問題解決力を育成することこそが、
情報科固有の目標になる。さらに、その汎用性は、ICT
そのものの汎用性を基盤として、より高度化させる必
要がある。

コンピュータが単なるゲーム機やコミュニケーション
ツールとして使われるなら、コンピュータの汎用性
を活かしているのは開発者側であり、ユーザ側ではな
い。インターネットを通じて提供される情報を単に取
捨選択しているだけなら、そこには情報の主体的な活
用は無い。

モノに対する情報の大きな違い(優位性)は、コピー
に加えて変換(加工や処理)が容易な点にある。コン
ピュータが情報処理機械である以上、その機能を最大
限に活用するには、それを活用する人間の側に情報の
変換を目的や条件に応じて自由自在に発想できる力が
必要になる。

図1は、日本と米国のリベラルアーツ教育の認識の
違いの背景にある(西洋的な)学問の捉え方を説明する
図式である。基礎科学は真理を追究するから、正解の
存在を前提とした仮説検証を重視する。ただし、仮説
は暫定解であり、未解明の現象や新たな現象を説明す
るために、一貫性や整合性を考慮しながら詳細化や改
良が行われる。同じ科学でも、応用科学はScienceと
Artの中間に位置する。工学に代表されるように、基
礎科学では完全に説明できない実世界の問題の解決を
目指す。正解の存在を仮定するよりも、理想状態から
のズレをより小さくする有効解を追究する。ある種の
トライ&エラーが必要となり、多様な代替案を発想す
る能力が求められる。

人が実社会で生きていくには、Artに近い能力が重
要であり、真理の追究は専門家集団が担うべきである。
普通教育がカバーすべきなのは、基礎科学をふまえた
上でのArtに近い側の教育であり、情報科は応用科学
(情報学ではCSよりIS)を基盤とした技術教育を重視す
べきである。基礎科学と応用科学との関係を考えれば、

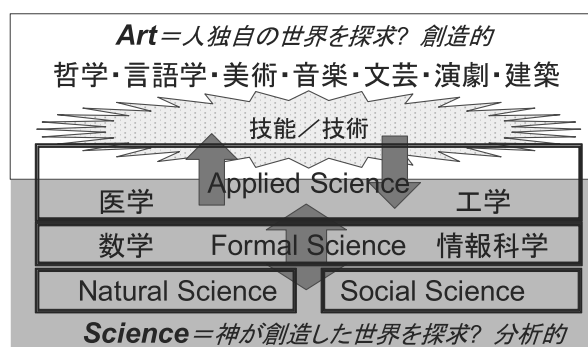


図1. 西洋的な学問体系(分類)の捉え方

現状の学校教育が陥っているテスト主義や正解主義は、育成すべき資質・能力を養う阻害要因になるだけである。

ここで、既存教科の教育と、情報科で扱うべき教育との線引きを明確にするために、まず、「キャランダラの喩え話し」を紹介する。これは、元々、教育評価に潜在する問題点を指摘したものであるが、情報教育の視点からも興味深い問題提起ができる。

ある先生が、物理のテストで、「気圧計の助けを借りて、高層ビルの高さを決める可能な方法を述べなさい。」という問題を出した。これに対して、ある学生は、「ロープの先に気圧計をぶら下げて屋上から地上まで降ろし、ロープの長さを測る」と回答した。教師は、落第点と評価したが、学生は納得せず、同僚教師の助言もあって、同じ問題で追試をすることにした。学生が、回答をたくさん思いついて、1つに絞り込むのに悩んでいるというので、思いついたものを全て挙げさせると、「屋上から気圧計を落下させ、時間を測る」「地面に置いた気圧計の高さと影の長さ、および、ビルの影の長さを測る」「気圧計を物差し代わりにして階段を上る」「気圧計を紐に結んだ振り子の周期をを屋上と地上で測る」「気圧計と交換に管理人さんから高さを聞く」と答えた。さて、この学生を合格させるべきかどうか、という問題提起である。

この問題は、「気圧計を使って長さや距離を測る方法を述べよ」という意味だが、教師の意図は、「気圧計」ではなく、「気圧」だったのだろう。一方、この問題を一般化すると、「何かの長さや距離を測るには、どのような方法があるか」となる、物理なら、「物理法則を使って」という限定がつくだろうが、一般化するなら、その限定もはずすのが適当であり、管理人さんに聞く方法も許容される。「情報」という観点に着目するなら、そもそも、世の中に存在するモノには、全て大きさがあり、長さがある。つまり、「長さ」の情報は、我々が認識しようがしまいが、はじめから存在するのである。このことは、遺伝子情報という概念にも当てはまる。遺伝子情報は、人間が遺伝子の存在に気づいた時以前から存在するのである。

何かの長さを測るには、長さの情報は、そのまま直接的に測れる可能性もあるが、別の何かの情報に変換して間接測定する方法もある。これが図2の「変換」までの段階である。ただし、ここまでは机上のアイデアであり、実際に測定値を得るには、測定器具等が必要である。これは、技術レベルの話であり、正に「情報技術」も関わる段階である。ここで重要なのは、より正確に、より簡便に、より低コストで、などの観点であり、これは「より適切かつ効果的に」の意味である。

前掲の図1と対応づけると、Natural ScienceやFormal Scienceが変換までの段階であり、情報科は、Applied Scienceを担う必要がある。それこそが、STEM教育の実現に結びつくだろう。

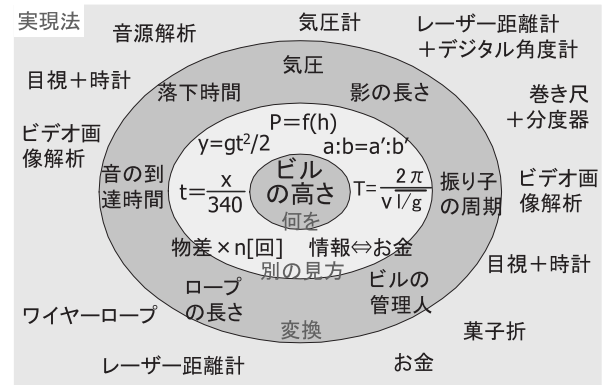


図2. 何かの長さを測る発想とより良く実現する方法

図1の右下には、Social Scienceもある。そこで、社会的問題の解決を考えると、例えば「経済を停滞させずに消費税を上げるには？」という問題に、どう取り組めばいいだろうか。図3は、社会科の学習成果が、どのように体系化できるかを暫定的にまとめたものである。いろいろと修正すべき点もあるが、基本的には、社会科教育は、地理分野と歴史分野の学習を土台にして、公民的資質を養う、という考え方に基づいて作成されている。世界中の国や地域が、地理的(物理的)制約条件を受けつつ、より良い国(地域)になるように、その良さを表す指標を改善すべく、さまざまな施策を打つ。「良さ」はさまざまな価値観と結びついており、どのような価値観がどのような経緯で重視されるようになってきたかは、歴史的経緯として学ぶ。同時に、どのような施策がどのような社会的変化を生み、望ましい結果(経済発展等)をもたらしたり、望ましくない結果(戦争や格差)を生んだかを学ぶ。歴史の法則を学ぶことは、未来を創造する力を養う基礎であり、史実

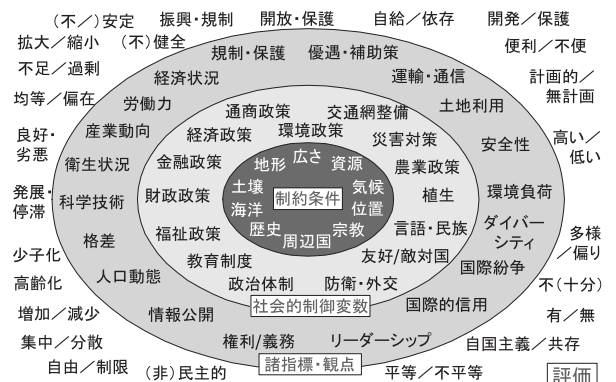


図3. 社会科教育で何を学びどのような資質を養うか

を暗記するような教育では、その力を養うことはできない。

社会を動かし、変える施策は、大きく、「～を促す」「～を防ぐ」「～を導入する」といった形で行われるが、より具体的には、

- ・ルール（法律）で強制する
- ・お金、モノ、権利などの便益で誘導する
- ・監視・チェックする、申告・手続きさせる
- ・人間関係を確立し、仲間意識を養う
- ・教育や広報活動で意識変化をもたらす

などの方法がある。しかし、法律を作っても、それが守られなければならないし、お金を適切な人に配分し、適切に使われ効果を上げていることを確認する必要がある。お金の流通状況も、ルールが守られているかも、情報として把握できる（逆に、それ以外の方法は無い）から、それをより確実に、プライバシーなどを侵害することなく、扱うことが必要になる。つまり、施策を実行し、より良い社会を実現するには、情報技術の「適切かつ効果的な活用」が不可欠になる。図3で言えば、施策の実現や指標の監視などに、情報技術の活用が不可欠になるということである。これを考える力が、「情報社会に参画する態度」の最も重要な側面である。

3. 代替案発想能力のモデル化

端的に言えば、より良い問題解決ができるか否かは、発想する代替案の質と量に依存する。質に加えて量も必要なのは、最適解は純粋解ではなく混合解の中にあるからであり、また、演繹的に答を決めることはできず、帰納的に評価し改善する必要があるからである。

現実世界の問題解決にICTを活用するには、図4の「現実モデル⇒情報モデル⇒結果⇒解決」というアプローチが必要である。ただし、「情報モデル⇒結果」（特に、プログラミング）は、実験を一般人が行わないのと同様、逐一行う必要はない。

若干、脱線するが、筆者は、プログラミングは教育内容としての側面と学習活動（指導法）としての側面があり、学校段階や場面に応じて、以下のように導入目的を分けて考える必要があると主張している（松田・金井 2017）。

- ① 将来の職業選択を考える機会を提供⇒小学校
- ② コンピュータが動作する原理や自動化のメリットを理解⇒中学校
- ③ プログラミングの知識・技能を習得⇒専門
- ④ アルゴリズム的思考を習得⇒数学
- ⑤ 情報社会に参画する態度に結びつく情報の科学的な理解を養う⇒情報科

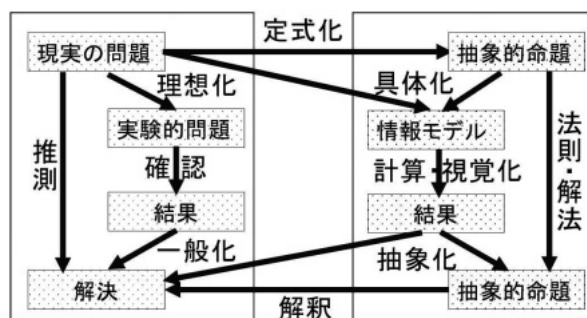


図4. 科学的な問題解決のための複数アプローチ

端的に言えば、小学校段階のプログラミング指導は、学びに向かう態度（興味・関心を高める以前に、食わず嫌いを作らないこと）に焦点を当てればよい。また、教育内容としてのプログラミング（＝プログラミング教育）は、高校の専門教育（か、各学校段階の特別活動や社会教育）で行うべきと考えている。なお、高校の共通科目にある選択科目は専門教育的側面もあるとして、前回改訂で普通教科から共通教科に名称変更された。よって、情報Ⅱで行うプログラミング教育は、③に位置づく。②、④、⑤では、指導法としてプログラミング活動を取り入れる余地があるが、指導法である以上、他の選択肢もあり、必須であるとは考えない。

実験やシミュレーション等を行わずに問題解決を図る方法が「類推」である。そのプロセスは、「ターゲットの表現⇒ベースの検索⇒写像⇒正当化⇒学習」とされる(1)。類推の成否の鍵は写像だと思われがちだが、不適切な例が理解を支援しないのと同様、適切なベースの検索こそが鍵となる。

このことを前提に汎用的問題解決力の育成を考えると、類推に役立つ範例を問題解決の状況に応じて適切に検索できるように指導することが重要になる。その上で、問題解決の目的に応じて、それを新規課題に写像する方法も指導する。この考え方に近い指導法に、「3種の知識」による情報モラル指導法(2)があり、それを発展させたものが「問題解決の縦糸・横糸モデル」(3)である。

類推の過程と図5を対応づけると、「ターゲットの表現」が「目標設定過程」に対応し、「ベースの検索」と「写像」が「代替案発想過程」、「正当化」が「合理的判断過程」に対応すると捉えられるかもしれない。しかし、適切なベースの選択が重要な役割を果たすと考えると、それだけでも代替案発想と合理的判断を費やし、多様な案からより適切なものを選択するために検討すべきである。もちろん、写像に関しても、2つの過程を経た吟味が必要で、「正当化」を「最適導出過程」、「学習」を（図5には無いが）「ふり返り過程」に対応づける方が良いだろう。

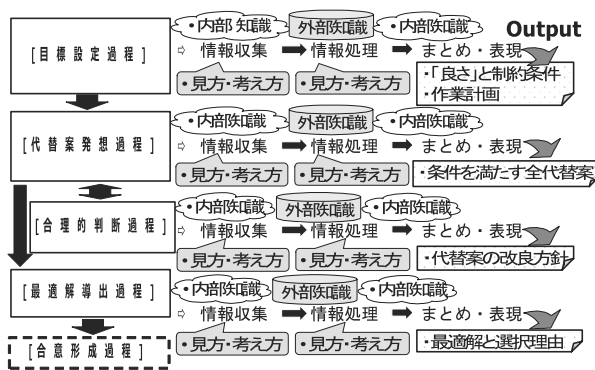


図5. 問題解決の縦糸・横糸モデル (共通概要版)

以上の想定の下、類推を汎用的により良く行えるよう、内部知識や見方・考え方を提供する。その際、適切なベースは、ターゲットに対して単に表面的な類似性を持つものより、構造的類似性やプラグマティックな類似性を持つものだ(鈴木1996)という点に着目する。表面的な類似性でなく、構造的な類似性に着目して事例を検索するには、一見、ベースになりそうにないが構造的には類似している適切なベースを検索できるように、ターゲットを表現する必要があり、そのための表現の変換が鍵になる。これを支援するために提供するのが内部知識や見方・考え方である。言い替えると、提供する内部知識や見方・考え方が以上の目的に即したものでなければ、それらは無用の長物に過ぎない。

プラグマティックな類似性は、目的の類似性と言い替えられる。図5で言えば、目標設定過程のOutputである「良さ」や「制約条件」の類似性である。一般に、問題解決で達成すべき「良さ」は1つではなく複数であり、それらの間にはトレードオフ関係があるのが通例である。問題解決の鍵は、個々の良さを達成する解決策を決めることではなく、トレードオフを解消し、より多くの良さを同時に達成する解決策を決めることである。それ故、目標と条件が類似している事例をベースにすることが、より良い解決への近道になる。

例えば、図5をより具体化・詳細化した情報科用の縦糸・横糸モデルでは、見方・考え方として、「多様な良さに着目する」「トレードオフを考える」「目標と条件に分けるなど、システムの間に問題を捉える」などを挙げている。また、内部知識として「解の良さ」や「解決方法の良さ」を「良い⇒安い、時間がかからない、正確な、…」などと言い替え、さらに方法論へと言い替える変換の図式を教える。多様な良さを考慮させるために、多様なユーザとそれらの人が典型的に求める良さの知識も教える。もちろん、ベースとなる事例知識も、検索しやすいような知識体系として教える。

代替案発想過程では、良さを実現するICTやそのICTが持つ弱点や課題をトレードオフ関係と関連づけて指

導する。ただし内部知識とすべきは、ICTの理解枠やある目的を持ったICTの総括的フレーム知識である。変化する個々の技術は外部知識として参照すればよく、それを自己学習して意思決定に使えるような汎用的能力の育成を目指す。

筆者は、共通教科「情報」が必修である意義は、高校段階にふさわしい情報教育として、市民教育に結びつく「情報社会に参画する態度」を「情報の科学的な理解」と結びつけて考える力を育成することだと考えている。よって、特に重視すべきは、社会における情報システムの特徴を、それらが情報をどのように「収集⇒処理⇒発信」しているのか、というメカニズムに基づいて理解し、問題点やその改善策を議論できる力を育成することである。そのためには、プログラムレベルの細かい理解ではなく、システム設計という視点で、理解することが重要である。このレベルの理解を促すために、類推的理解を促すことを意図する。

例えば、「IoTを理解する上で役立つベース事例は？」として、

- ・ POSシステム
- ・ 通販サイト
- ・ クレジットカードの決済・管理システム
- ・ 列車や車の自動運転
- ・ 宇宙ロケットの自己点検システム
- ・ Nシステム(車両番号自動追跡システム)
- ・ マイナンバーカード・システム
- ・ ホームオートメーション・システム
- ・ スマホを乗っ取る遠隔制御プログラム

などから、複数の事例を取り上げ、相互比較して、似ている点、異なる点、その理由や効果(どんな良さを重視し、どう実現するために、どんな技術を使っているかなど)を理解させる。この探求活動自体を図5に即して行いながら、「より良いIoTシステムを考える」という活動を行うことが、情報技術の知識を活用を意識して修得させることに結びつくだらうと考える。

5. まとめ

本稿では、最新の学習指導要領のベースになっている考え方を批判的に検討し、情報活用能力や共通教科「情報」(情報科)の内容構成に関する疑問点を指摘した。新たな学習指導要領は、学校現場や教員に混乱を招く恐れがあり、それを回避するために、どんな点に注意をして指導すべきか、筆者の考えを明示した。特に、プログラミング的思考という概念の危うさや、プログラミング教育が機器操作教育と同様の過ちを犯さないための取り組みについて、提案を行った。

参考文献

- Bloom, B. S., Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., and Krathwohl, D.R.(1956) Taxonomy of educational objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook I: Cognitive domain. David Mckay
- 中央教育審議会(2016) 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), 文部科学省
- 金井文哉・松田稔樹(2018) 情報システムの設計・特性・社会的影響の相互関係を理解させるゲーミング教材の開発, 信学技法, 117(469), 125-130
- 松田稔樹(2016) 問題解決の本質とICTを活用する目的の意識化, Informatio, 13, 117-126。
- 松田稔樹(2017a) 機器操作能力から問題解決力へ: 情報教育の課題と展望, Informatio, 14, 3-12
- 松田稔樹(2017b) 情報科で育成すべき問題解決力と思考・判断・表現方法の指導, Informatio, 14, 43-54
- 松田稔樹(2018) 「情報の科学的な理解」の本質をふまえた情報科の指導のあり方, Informatio, 15, 3-13
- 松田稔樹・金井文哉(2017) 共通教科「情報」でプログラミングを扱う意義とそれに即した教材開発の方向性, 日本情報科教育学会第10回全国大会講演論文集, 109-110
- 松田稔樹, 鶴田拓真, 水野佑美(2018) 課題学習・探求活動の指導力向上を支援する仮想授業ゲームのための指導案分析, 日本シミュレーション&ゲーミング学会全国大会報告集, 2018年春号, 90-95
- 文部科学省(2018a) 高等学校学習指導要領。 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/07/11/138466_1_6_1_2.pdf
- 文部科学省(2018b) 高等学校学習指導要領解説・情報編。 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_11.pdf
- 文部科学省(2018c) 小学校プログラミング教育の手引(第二版), http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf
- 文部科学省(2002) 情報教育の実践と学校の情報化。 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/020706.htm
- 大沼進(1997) ゲームコラム9: 廃棄物処理ゲームと二次的ジレンマ。 In 広瀬幸雄, シミュレーション世界の社会心理学: ゲームで解く葛藤と共存, ナカニシヤ出版, 149-152
- 鈴木宏昭(1996) 類似と思考, 共立出版。
- 小学校段階における論理的思考力や創造性, 問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について, 文部科学省
- 玉田和恵・松田稔樹(2004) 「3種の知識」による情報モラル指導法の開発, 日本教育工学雑誌, 28, 2, 79-88.
- Wiggins, G. and McTighe, J.(著)／西岡加名恵(訳): 理解をもたらすカリキュラム設計。日本標準(2012)