

## What Competencies should be obtained through Science Education in Japan? —Modeled on Medical Education and Finnish Competency-based Education—

Makoto Suzuki\*

Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University

## 日本の理科教育で求められるコンピテンスとは何か？ —医学教育とフィンランドのコンピテンス基盤型教育をモデルに—

鈴木 誠\*\*

北海道大学高等教育推進機構

*Abstract* — The results of the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2003 and the key competencies indicated by the DeSeCo Project continue to have a major influence on reforms in primary and secondary education around the world. Implementing competency-based education is important as it aims at efficient and rational teaching through rearranging the contents of education and specifying competencies, which are “knowledge skills and attitudes one should possess.”

In Finland, often named as an example of successful education, seven key competencies are set in the current curricula of all levels of schooling, where these competencies are taught and nurtured.

I have attempted to clarify concrete elements through examining the kinds of competencies that should be obtained through science education and as a model case in medical education.

For this purpose, it is necessary to have a discussion about the meaning of culture as the background of education and what skills and qualities should be fostered in children and students towards the latter half of the 21st century.

(Accepted on 18 January, 2021)

### 1. はじめに

筆者は、21年に及ぶ本高等教育推進機構在職中、入学者選抜関連の業務を遂行しながら、その基礎となる生徒や学生の「資質や能力」「態度やスキル」(以下合わせてコンピテンスとする)の分析や評価、ま

たそれらを醸成する授業のあり方について、基礎と実践両面から研究を進めてきた。特に科学研究費基盤研究(B)及び(A)の採択を受け分析チームを組織してからは、それらは加速した。

この研究によって、世界のコンピテンス基盤型教育の動向分析、コンピテンスの集合体であるコンピ

\*) Correspondence: Institute for the Advancement of Higher Education, Hokkaido University, Sapporo 060-0817, Japan  
E-mail: makosuzu@high.hokudai.ac.jp

\*\*\*) 連絡先: 060-0817 札幌市北区北17条西8丁目 北海道大学高等教育推進機構

テンシーのブレイク・ダウン、コンピテンシーを醸成する教育課程の分析、コンピテンス基盤型教育下における海外の入試問題の分析など、数多くの基礎的知見を得ることができた。また、本学の初年次教育で展開されている一般教育演習において、「蛙(あ)学への招待」と題したコンピテンス基盤型学習を、数多くの修正を加えながら20年間積み重ねてきた(鈴木 2021)。幸いなことに、播種すべきコンピテンスをピンポイントでねらう授業として、今日学内外から広く認知されることとなった。またこれら研究で得られた知見の一部は、来年度から始まる本学の入学者選抜の新しい形態の一つである「フロンティア入試 Type1」でのコンピテンス評価の中にも反映されている(池田ら 2020)。

退官にあたり、コンピテンス研究の一端を集約し、本機構での研究活動の足跡とすることを思い立った。初出となる表も複数含まれており、詳細な分析も考えたが、全体のバランスを考え次の機会に譲ることにした。

## 2. コンピテンスとは何か

近年教育界でも広がりを見せてきたコンピテンスについて、簡単に整理することにする。コンピテンスとは、Competition(競争)を語源とする用語である。かつてWhite(1959)が定義した「有能感」は、多くの研究者が耳にしたであろう。以後Chomsky(1965)が述べた個人の潜在的「能力」、あるいはArgyris(1978)が論じた組織管理における対人能力指標等によってコンピテンスは広く認知されることとなり、産業界の人材マネジメント領域(例えばISO 9001)での力量(例えば競争に打ち勝つ力、業務遂行能力)といった産業界での人事考課で広く浸透した用語となった。現在、教育界と産業界で用いられるコンピテンスとでは、その表現内容が少し異なる。本稿では教育に絞って述べることにする。

コンピテンスとは「ある特定の文脈における複雑な要求や課題に対して、内的リソースの結集を通して対応する能力(Rychenet al 2003; 立田ら 2006)、「認知的スキルとメタ認知的スキル、知識と理解、対人的知的実践スキル、倫理的価値観のダイナミック

な結合(OECD 2016)」とし、知識、スキル、態度を包含する包括的かつ永続的な概念や実践力と定義された。1999年に組織されたOECD DeSeCo Projectでは、コンピテンスのホリスティック・モデルを提示し、全体を俯瞰するキー・コンピテンシー(Key・Competency)として、

- 1) 社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力(個人と社会との相互関係)
- 2) 多様な社会グループにおける人間関係形成能力(自己と他者との相互関係)
- 3) 自律的に行動する能力(個人の自律性と主体性)

の3つのカテゴリーを示し、キー・コンピテンシーを構成する様々なコンピテンシーを設定したことは、この概念を世界中に認知させることとなった(Rychen et al. 2003)。なお立田(2007)は、コンピテンシーとは測定可能なコンピテンスの集合概念と捉えており、以下その理解で進めることにする。

OECD PISA 2015では、「Assessment and Teaching of 21st Century skills」(Patrick Griffin & Barry McGaw & Esther Care 2011)の知見を元に、

- 1) 理解の共有を確立し維持する
- 2) 問題を解決するために適切な行動を起こす
- 3) チームの組織を設営し、維持する

といった3つの協同問題解決能力を新たなコンピテンシーとして設定した。またPISA 2018ではグローバル・コンピテンスを、近年のOECD Education 2030では、キー・コンピテンシーの再定義を行い、

- 1) Creating new Value
- 2) Reconciling tensions and dilemmas
- 3) Taking responsibility

の3カテゴリーから、創造性や知的好奇心、オープンマインドや協働力、自立とバランス感覚、メタ認知や自己効力、問題解決能力や責任感など、「生き延びる力」を構成する要素を設定した。そこには、すでに明らかになっているコンピテンシーをベースに、知識や技能、態度や価値を合理的に機能させ、一つの文脈で学びながら他に転用できる力の育成とその意義、また評価方法の必要性も盛り込まれている(OECD 2016; 松下 2018; OECD 2018)。

これらの知見は、合理的・効率的にコンピテンスの醸成を目指す教育改革、すなわちコンピテンス基

盤型教育の拡大の基礎となっていった。

### 3. 拡大するコンピテンス基盤型教育

人材育成や資質・能力の開発は、いつの世でも一朝一夕には進まぬ難しい課題である。したがって、あらかじめ醸成すべき資質や能力、態度やスキルといったコンピテンスを明確にし、合理的・効率的に育成を目指すコンピテンス基盤型教育は、これらニーズとの整合性が高い。この考え方が教育現場に導入されたのは1960年代に始まったアメリカの教員養成改革以降と言われている。当時行われていた教員養成は、伝統的な体系的知識注入型授業が主であったが、これによって学ぶ力や実践力の育成へと大きな学びの変化が起きた(黄 2011)。

その後この考え方は世界各国に波及し、例えばイギリスでは1986年に、業務遂行に関する社会人行動としての基準となるコンピテンスをレベル分けした全国職業資格制度(NVQ: National Vocational Qualification)が誕生するなど、産業界や職業教育全体に大きな影響を及ぼした。各レベルにおいてどのような資質や能力が対応し、測定すべきかもそこには示されている(飯田 2011)。

1990年代には、ヨーロッパ諸国では初等中等教育レベルの学校教育の目標としたコンピテンスが登場する。社会のグローバル化が進む中で、生徒や学生がより複雑な社会へ適応するときに、どのようなキー・コンピテンスが必要なのか、またそれを育成する教育とは何かについて議論が始まった。それがPISAの概念枠組みの基本となり、前述したOECD DeSeCo Project 登場の背景となった。この成果は、その後の欧州の初等中等教育やポーランド・プロセスの最中にあった高等教育のチューニング・プロジェクトにも大きな影響を及ぼした(黄 2011)。

一方コンピテンス基盤型教育は、1990年代からアメリカで始まった医学教育改革の中で拡大した。当時医学教育は、膨大な医学領域の知識の中で、診察に必要な判断力やスキルを獲得させ、医師として必要な問題解決能力や思いやりといった非認知的能力を育成していくのが大きな課題となっていた。そこであらかじめ医師として醸成すべきコンピテンスを

明らかにし(Hager & Gonczi 1996)、それを効率的に獲得できるようなカリキュラムを組み立て、学習内容を再配置し、何ができるようになったのかを合理的に評価すべきという考え方、すなわちコンピテンス基盤型教育の考え方は医学領域で合致し広がっていった。

この先陣を切ったのがブラウン大学医学部であった。要約すると、基礎と臨床全ての教員が参加して50を超える資質や能力をリストアップし、

- 1) 効果的なコミュニケーション能力
- 2) 基本的臨床技術
- 3) 医学の実践における基礎科学の応用
- 4) 診断, マネージメント, 予防
- 5) 生涯学習
- 6) 自己の自覚, 自己のケア, 人としての成長
- 7) 社会, 地域におけるヘルスケア
- 8) モラルによる理由づけと臨床倫理
- 9) 問題解決能力

これら9つのコンピテンスの領域(Domain of Competence)に集約しながら「観察できる行為」に言い換え、初級・中級・上級レベルの評価方法を設定していった(田川・田邊 2006)。

この醸成すべき資質・能力の明示とその評価が一体になったコンピテンス基盤型教育は、その後Outcome-based educationに進化しながら、今日世界の医学や医療系の教育を推進している。

一方DeSeCo Projectを牽引した欧州やオセアニア各国の研究者は、その後母国に戻りコンピテンス基盤型教育の設計に入った。例えばオーストラリアでは、リテラシー、ニューメラシー、批判的・創造的思考力、ICTスキル、異文化理解、倫理的理解、個人的社会的能力の7つのGeneral Capabilitiesの育成を目指して、どの学習のどこでそれを育成するか、カリキュラムの内容を明らかにしている(ACARA 2013)。

また、後述するフィンランドでは1994年に、National core Curriculum(日本の学習指導要領と同じ位置づけ)の大幅な大綱化が行われ、知識基盤型のカリキュラムからコンピテンス基盤型への脱却を図った。(国立教育政策研究所 2013; 松尾 2015)。その後2004年、2014年と改定を重ねて、現在7つのキー・コンピテンスを初等中等教育全体で醸成

する教育課程が展開されている。

他欧州各国，例えばドイツでは州毎に物理教育でのコンピテンス基盤型教育が展開されるなど，改革は各地で始まっている。またフランスでは，90年代から育成すべき資質・能力の議論を進め，PISAショック以降2005年，2012年と学校教育基本法を次々に改訂し，急速にコンピテンス基盤型教育を押し進めている（鈴木2015；鈴木2019）。

#### 4. 対応が遅れている日本のコンピテンス基盤型教育

国の総合科学技術・イノベーション会議・基本計画専門調査会が，2015年に取りまとめた第5期科学技術基本計画に向けた中間とりまとめには，生徒や学生が具備すべき資質や能力に関する注目すべき記述に溢れている。

例えば，6. 基盤的な力の育成・強化では1. 科学技術イノベーション人材の育成・流動化と題して，

- 1) 主体的に行動する力
- 2) 既存の枠組みにとらわれない自由で柔軟な発想による企画力
- 3) 高度で学際的な知識と能力に基づく思考力
- 4) 多様な人や組織との連携を可能にする交渉力・組織力
- 5) 起業家（アントレプレナー）マインドの5つが求められ，
  - ① 初等中等教育段階から柔軟な思考や斬新な発想の重要性を意識した取り組みが必要
  - ② デジタルデータを駆使した問題解決型の数理。情報教育の充実
  - ③ 科学の意義を分かりやすく伝え興味を引き出す体験型プログラムの導入
  - ④ 自ら課題を発見し学習する科学的アプローチの第一歩となるPBLの導入
  - ⑤ 英語教育の充実
  - ⑥ アントレプレナー教育への取り組み

といった従来には見られなかった記述が散見される（総合科学技術・イノベーション会議・基本計画専門調査会2015）。

また文部科学省は，2017年3月並びに2018年3

月公示の学習指導要領の改訂に先立ち，2014年11月に教科部会の前に起動した教育課程企画特別部会では，生徒が学校教育を終了する2030年時の社会においてどのような資質や能力を具備すべきかという議論が行われている。2015年3月の第4回会議では，「各教科等における教育内容，学習活動，育成すべき資質・能力，学習評価の構造分析（整理中イメージ）」が配布され（教育課程企画特別部会2015a），その議事録には，フィンランドを初めとするコンピテンス基盤型教育の先進国が，どのようなコンピテンスを求めているのか，その育成に繋がる学習指導は何かについて国立教育政策研究所から報告されている。その議論の場で，問題解決能力，論理的思考力，コミュニケーション力，チーム・ワーク力，モチベーション，情動制御，メタ認知，批判的思考力など，今日指摘されている資質・能力をよりブレイク・ダウンしたタームが登場したことも議事録に記録されている（教育課程企画特別部会2015b）。その後も，コンピテンス基盤型教育の柱となる教科領域再編成の必要性や，資質・能力についての議論も重ねられていった。

しかし，これらコンピテンスの醸成を重視した議論は，2017年3月に公示された中学校理科学習指導要領，及び2018年3月に公示された高等学校理科学習指導要領にはほとんど反映されていない。「教科などの目標や内容を見渡し，特に学習の基礎となる資質・能力（言語能力，情報活用能力，問題発見・解決能力等）や現代的な諸課題に対して求められる資質・能力の育成のためには教科等横断的な学習を充実する必要」，あるいは『知識の理解の質を高め資質・能力を育む「主体的・対話的で深い学び」』といった抽象的な表現にとどまっている（文部科学省2017a；2017b；2018）。すでに検討が始まった次期学習指導要領作成の過程で，どのように各教科と共通理解を図りコンピテンスをブレイク・ダウンできるか注目される。また，科学技術基本計画や教育課程を議論する場で次世代の人材育成を見据えた資質・能力について議論されたことは，大きな意味を持つ。今後汎用的な能力と教科依存の能力とをどのように整理するかもポイントとなるであろう。

## 5. フィンランドのコンピテンス基盤型教育

フィンランドは、コンピテンス基盤型教育を推進する国として広く認知されている。かつてフランス国民教育高等教育研究省の中等教育チーフである Feld Grooten 氏らと議論した時、「フィンランドのコンピテンス基盤型は特異的」と指摘されたこともある。それを念頭に、以下に概要について記す。

コンピテンス基盤型教育の考え方は、1994 年の National core Curriculum 改定時から始まった。この国の改革はまず教員集団が先行して実践し、その成果を後付けで確定していくことが多い。2004 年の改定では学年ごとの記述に改められ、期待される成果と評価基準が明示される画期的なものとなった (Finnish National Board of Education 2004)。改訂後、2009 年から 2 年間 16 名の専門家からなる研究会が組織され、フィンランドの児童や生徒がこれからのような資質や能力を具備すべきかについて検討が行われた (Perusopetus 2020, 2010)。この一部が、2014 年の National core Curriculum の改訂の基礎となり、今まで現場で実践されてきた暗黙知を含めて、コンピテンスを育成することが明文化された。この改訂によって、2014 年改訂版は 2004 年のものより約 150 頁増え全 470 頁 (9 年間全科目) の構成となった。

ここで National core Curriculum について簡単に触れておく。これは日本の学習指導要領に近似する位置づけと前述したが、その内容は日本と大きく異なる。後述する 4 つの表が示すように、日本の学習指導要領に記載される「どのような学習内容をどう教えるか」という記載はほとんど無い。初等中等教育 9 年間で醸成すべき 7 つのコンピテンスに対してどのような学習指導や評価、また何を留意すべきかが書かれているにすぎない。これは教科書類も同じで、例えば教師用の指導書や教師を対象としプレゼンテーション資料を見ると、7 つのコンピテンスと教科書本文との対応付けが示され、指導方法などが簡単に記載されているにすぎない。日本と同様に多くの若手教員は指導に戸惑うことも多い。しかしこの 7 つのコンピテンスについては各教室に掲示されることが多く、教員が現在の National core

Curriculum を重視している姿もうかがえる。

表 1. 思考と学び方を学ぶ力 (L1)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・学校の作業では、生徒が学習プロセスに対するアクティブな役割を果たし、学びをサポートする積極的な経験と感情のために (edellytys) 条件を整える。生徒が自分の勉強に関する目標を立て、作業を計画し、そして自分の作業の進歩を評価するように生徒を促す。自分の学びや勉強の作戦に気づき、それらを意識的に発展させるように指導する。生徒は、集中を保つためにも、勉強でテクノロジーと他の道具を使えるためにも、様々な手法が必要である。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒が自分と自分の意見・見方を信じ、自分の考えを根拠に基づかせ、そして学校外で学んだことを学校の作業で応用させるように促す。自分と他者が話すことを聞き、第三者の視点から物事を見、そしてオプションと創造的な解決を見つけるようになることが大切である。曖昧で矛盾な情報に出会い、それを扱うには励ましと支援が必要となる。様々な構成される情報の形を一緒に調べ、自分の経験に基づく知識を発言し、それが持つ自分の思考にとっての意味を考察するように生徒を促す。生徒のためには、知覚し、自分の知覚の感受性を発達させ、多様に情報を探し、そして課題になることを批判的に様々な視点から見られる機会を与えるべきである。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒が自分の創造力で新しいことを発見し、作るために利用し、積極的に様々な視点を組み合わせ、そして新しい知識と見方を構成するように促す。生徒のアイデアをサポートする。自律した状況であっても一緒にであっても多様に問題を解決し、議論し、推論し、結論を導くために機会を作ることによって思考のスキルは発達する。また物事との相互関係と関連に気付くことによってシステム思考が発達される。物事の是非や善悪、良い人生と美德と倫理的な行動の原理を考察することで、倫理的な思考の発達をサポートする。アートは、感情を喚起し(呼び覚まし)、新しいアイデアを生み出すことで倫理的かつ美学的な思考を深める。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・生徒が関心の持つ現象を授業で扱う際に科目の境界を超える、実験、調査と活動的な働きは、思考のスキルのためだけではなく、モチベーションと義務教育の後の勉強に関する選択肢に関しても有用である。様々な科目の授業では、勉強と自分の思考や作業が未来に関してどのような意味を持つのかについて考察する。勉強と職業に関する可能性やキャリアについて調べることで生徒を手伝い、そして彼らが自分の傾向や関心の対象を大切にしながら選択するようにサポートする。</li> </ul>

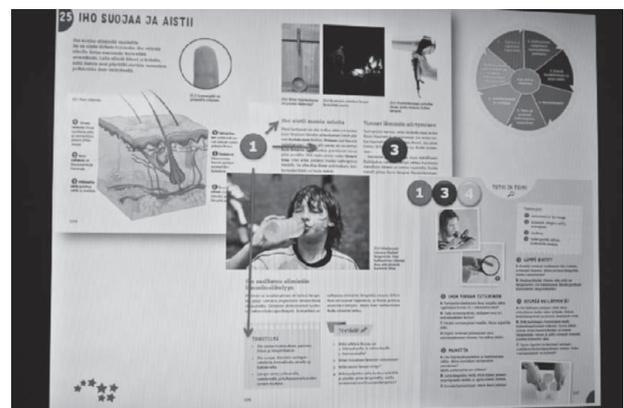


写真 1. 教科書と 7 つのコンピテンス (右上) との対応を色づけで示した資料 (OTAVA 社にて)

重要なことは、フィンランドには教科書検定はないことであり、「教科書も教える」国であることであ

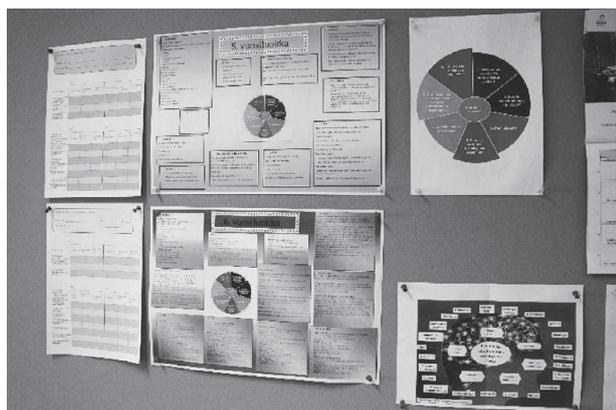


写真 2. 各教室内に掲示されている 7つのコンピテンシー (Saunalahden koulu にて)

る。したがって、あるコンピテンシーをターゲットにする場合は、教科書の新旧、指導書の新旧、教科書会社の混合、学年や教科の横断は教師の自由であり自身の理念と力量に任されている。それは日常茶飯事でもある。

その National core Curriculum の第 4 章には、

- L1) 思考と学び方を学ぶ力
- L2) 文化の理解と相互作用と表現能力
- L3) 自己のケアと周囲のケア、そして日常生活を安全に生きることへのスキル
- L4) 多様な読解力
- L5) ICT に関するスキルと能力
- L6) 個の自立のための職業スキルの獲得と起業家精神
- L7) 持続可能な未来を構成するために自ら参加し影響を与える力

という基礎教育 9 年間に育成すべき 7つのコンピテンシーの領域基本方針が、総論として詳細に記述されている (Opetushallitus Utbildningsstyrelsen 2014; 鈴木 2016; 鈴木 2018)。

ここで示されているコンピテンシーを育成するために、9 年間全教科から学ぶように National core Curriculum は設計されている。例えば日本の初等理科にあたる「自然と環境の学習」では、1-2 年生、及び 3-6 年生の 2つ、さらに 7-9 年の中学校で実施される物理・化学・生物・地理 (含む地学) で 1つ、計 3つの Phase で発達段階に合わせた記述がなされている。その中から中学校「生物」での「思考と学び方を学ぶ力 (L1)」を表 1 に記す。そこには、このコンピテンシーを醸成するために、各段階で教員が

どのような視点から教えるべきか、各教科や教える地域ではどのように取り組むべきかといった学びの重点や具体的な目標が、7つのコンピテンシーに分けて細かく記されている。

それを受けて各科目のおよその内容が示される。教科の役割と育成すべき具体的な資質が記されたあとに、学習目標と主な学習内容群 (S1~S6) がセットされる。それを表 2 に示す。National core Curriculum には、S1 及び S2 を学びの全面に設けよと記されている。生物に限らず、化学や物理においても、調査研究や実験計画を問う場面が非常に多いのもこの国の特徴である。これらの学習内容群に対応するコンピテンシー (L1~L7) のマトリックスが示され、7-9 学年の生物の主要な学習方針が簡単に記載されている。それを表 3 に示す。

このように 2014 年改定の National core Curriculum では、育成すべき 7つのコンピテンシーを教科からどのような視点で教えるべきか、各地域ではどのように取り組むべきかといった具体的な学習指導が記述されている。また、生物を学ぶ上での学習環境や作業での安全や法令、個別指導やその支援、Grade8 (フィンランドの評価は 4~10 の 7 段階) での評価の基準も記されている。それを表 4 に示す。

1994 年に一度大綱化した後、現在は再び内容の詳細化が進んでいる。2015 年には高等学校の National core Curriculum が公示された。そこには 7つのコンピテンシーに対する詳細な記述こそないが、すでに初等中等教育で示されたキー・フレーズや用語が全体に散りばめられている。基礎教育と高等学校の National core Curriculum の両方に携わる教員も多く、醸成すべきコンピテンシーも同じ方向となっている (Opetushallitus Utbildningsstyrelsen 2015)。

以上フィンランドを例に、コンピテンス基盤型教育での理科との関係について述べてきた。これらに共通しているのは、医学教育にけるコンピテンス基盤型教育と同様に、旧来のような物理や生物という伝統的な教科を教えるのではなく、数学、国語や芸術も用いてコンピテンスの醸成を図り、その獲得を目指すという教科横断的な学びの存在である。これがコンピテンス基盤型教育を進める上で最も重要な視点である。この考え方が、世界各国の初等中等教育で急速に広がっているのである。

表 2. 「生物」での学びの内容と留意事項

学びの内容	留意事項
S1 生物学的な調査	内容を選ぶ基準は、生徒が自分の活動を通して、生物学的な調査のステップに馴染んでいくことである。
S2 自然や身近な環境への野外調査・冒険	内容を選ぶ際は、自然の中で責任を持って、動くこと、植物や動物の種類を区別できること、森や他の生態系の調査や比較することに重点を置く。現地（自然）での作業では、自然とそこで起きる変化、またはそれらへ人間が与える影響を観察し、評価する。
S3 生態系の基礎構成とアクティビティ	フィンランドの森林生態系の構成やアクティビティと人間がそれらへ与える影響が最も主要な内容である。その他には、水、沼、山（フィンランド語で <i>tunturi</i> ）や都会の生態系の基礎情報を学ぶ。生物の様々な種の機能や機能間の相関性を紹介する。有機体コレクションを作る。内容を選ぶ際、生態系の多様性の大切さを強調する。
S4 生命の探究	生物学に相応しい調査手法で生命の基礎現象を調査することが最も主要な内容である。植物を育てる。有機体の構成、生活機能や生息環境を調べることで生物の構成や多様性を学ぶ。遺伝学と進化論の基礎が導入される。バイオテクノロジーの可能性と挑戦について調べる。
S5 ヒトの探究	人体の機能を調査し、人体の構造、生活機能とそれらを処理するシステムに関する知識を深めることに集中する。成長、発達と健康へ影響を与える生物学的な要因について基礎知識を学ぶ。遺伝的なもの、また環境がどのように人間の特性の発達へ影響を与えるのかをここで学び始める。
S6 自然や身近な環境への野外調査・冒険	この内容は、自然生物の多様性を保つこと、気候変動、資源を持続可能に使うこと、また身近な環境に起きる変化に関するものである。資源を持続可能に使うことのエコロジカル、社会的、経済的かつ倫理的原理、持続可能な食物生産と動物の福祉を考察する。持続可能な未来にとって植物経済とエコシステムサービスがどのような可能性を持つかを授業の課題にする。自然保護運動の目標、方法と結果を学ぶ。

表 3. 「生物」の主要な学習方針（目標と学習内容：S、対応するコンピテンシー：Lとの関係）

目 標	目標にかかわる 学びの内容	対応する コンピテンシー
-----	------------------	-----------------

生物学的な知識と理解

T1 生態系の基礎構成とアクティビティを理解し、異なる生態系を比較し、植物や動物の種類を区別できるよう生徒を指導する。	S1-S4, S6	L4, L5
T2 有機体の構成と生活機能を記述し、生物の構成を理解するよう生徒を手伝う。	S1-S5	L4, L5
T3 有機体がそれぞれ異なる環境に適応して生きることを調べ、様々な生息環境が自然生物の多様性にとって持つ意味を理解できるよう生徒を指導する。	S1-S4, S6	L4, L7
T4 遺伝学と進化論の基礎原理を理解するよう生徒を指導する。	S1, S4, S5	L1
T5 人間の発達とシステムの基礎機能を理解できるよう生徒を指導する。	S5	L3
T6 自然環境に起きる変化、人間が自然へ与える影響とエコシステムサービスの意味を理解できるよう生徒を指導する。	S6	L4, L7

生物学的なスキル

T7 体系的な思考と因果関係について理解を深めるように指導する。	S1-S6	L1
T8 生物学の調査道具や設備、そして IT の利用の仕方を生徒にアドバイスする。	S1-S5	L1, L5
T9 生物学的な現象を理解できるように有機体コレクションを作り、植物を育てる。	S1-S4, S6	L5, L6, L7
T10 学校でも学校外でも調査するよう生徒を導く。	S1-S6	L1, L5
T11 生徒が生物学的な知識とスキルを自分の生活、また社会的な議論と意識決定に応用させるように促す。	S6	L2, L3, L7

生物学での態度と価値に関する目標

T12 自然と自然現象に対する関心、自然関係と自然意識を深めることができるように促す。	S1-S6	L7
T13 倫理的な考察に基づく選択ができるよう生徒を指導する。	S6	L7
T14 生徒が持続可能な未来を作るために活動できるように促す。	S6	L5, L7

表 4. 評価 8 の評価規準

目 標	目標にかかわる学びの内容	評価の対象	評価規準
<b>生物学的な知識と理解</b>			
T1 生態系の基礎構成とアクティビティを理解し、異なる生態系を比較し、植物や動物の種類を区別できるよう生徒を指導する。	S1-S4, S6	エコシステムの構成とアクティビティを理解すること	生徒は、森林エコシステムの基礎構成と作業の仕方 (toiminta) を説明し、様々なエコシステムとそれらの食物連鎖の種類を区別できる。生徒は、植物の多様性がエコシステムに対して持つ意味、また持続可能に森林利用することが有機体と人間にとってどのような影響を与えるのかを説明できる。
T2 有機体の構成と生活機能を記述し、生物の構成を理解するよう生徒を手伝う。	S1-S5	有機体の構造や生活機能と生物の構成を理解すること	生徒は、生物のカテゴリーの分け方の原理を説明し、有機体の構成に名をつけ、有機体の生活機能を記述できる。生徒は有機体の近縁性を、構造的あるいは活動的な順応形態に基づいて比較し、また有機体のグループを区別し、正しいグループに入れて比較できる。
T3 有機体がそれぞれ異なる環境に適応して生きることを調べ、様々な生息環境が自然生物の多様性にとって持つ意味を理解するよう生徒を指導する。	S1-S4, S6	有機体の順応形態と生息環境の多様性を理解すること	生徒は、生物の種類の出現に関して観測し、種類がどのように生きる環境に慣れているのかを説明できる。生徒は、身近な環境によくある有機体を知り、自然の多様性にとって持つ意味を理解できる。
T4 遺伝学と進化論の基礎原理を理解するよう生徒を指導する。	S1, S4, S5	遺伝学と進化論の基礎を理解すること	生徒は、遺伝と環境の有機体の発達への影響を理解し、説明できる。生徒は、地峡での生命と自然の多様性が進化論の結果として発達されたことを説明できる。
T5 人間の発達とシステムの基礎機能を理解するよう生徒を指導する。	S5	人体の器官の構造と働きを理解すること	生徒は、人体の器官の構造と生活機能を説明し、人間の成長と発達のメインポイントを記述できる。
T6 自然環境に起きる変化、人間が自然へ与える影響とエコシステムサービスの意味を理解するよう生徒を指導する。	S6	自然環境に起きる変化を観察すること	生徒は、身近な環境で起きる自然によること／人間の活動による、自然環境の変化を観察し、小規模の調査をできる。

**生物学的なスキル**

T7 体系的な思考と因果関係について理解を深めるように指導する。	S1-S6	体系的な思考	生徒は、自然と自然現象について賢明な質問をし、生物学特有の基礎概念と調査、情報収集の方法を使える。生徒は、自分の体系的な理解と結論を正当に報告できる。
T8 生物学の調査道具や設備、そして IT の利用の仕方まで生徒をアドバイスする。	S1-S5	生物学的な道具と IT を利用する	生徒は、フィールドと研究室で安全に作業できる。生徒は、適切に生物学的な調査道具や設備と IT を利用できる。
T9 生物学的な現象が分かるように有機体コレクションを作り、植物を育てる。	S1-S4, S6	有機体コレクションを作り、調査のために植物を育てること	生徒は、指導に応じて伝統的な、あるいはデジタルな植物のコレクション、あるいは他の有機体コレクションを作ることもできる。指導のもとに植物を育てることができる。
T10 学校でも学校外でも調査するよう生徒を導く。	S1-S6	生物学的な調査を行うこと	生徒は、観察し、フィールドや研究室に収集した情報を管理できる。生徒は、仮説を立て、指導を受け、小規模の生物学的な調査を行い、結果を発表できる。

T11 生徒が生物学的な知識とスキルを自分の生活、また社会的な議論と意識決定を適用させるように促す。	S6	生物学的な知識とスキルを日常生活に適用させること	生徒は、自分の日常生活にも社会でも生物学的な知識とスキルを利用できることを説明し、そして自分の意見を生物学的な根拠に基づいて発言できる。生徒は、身近な環境を大切にしているプロジェクト、その実行と結果の発表に参加できる。
--	----	--------------------------	---

生物学での態度と価値に関する目標

T12 自然と自然現象に対する関心、自然関係と自然意識を高めるように促す。	S1-S6	自然関係と自然意識の意味を理解すること	生徒は、例を用いて自然で持続可能に自然の多様性を保存しながら活動する説明できる。
T13 倫理的な考察に基づく選択をするよう生徒を指導する。	S6	倫理的な問題を考察すること	生徒は、生物学的な知識とスキルを人間と自然に関する責任問題を評価する時に利用し、倫理的に賢明な選択を正当性を示し、発言できる。
T14 生徒が持続可能な未来を作るために活動するように促す。	S6	持続可能な未来を構成することに関する知識とスキル	生徒は、持続可能な未来を作るためにどのように動くべきかを説明できる。

## 6. 理科教育で求められるコンピテンスとは何か？

これらの先行研究を元に、医学教育を参考にしながらコンピテンス基盤型教育のフレームワークを作り、議論を進めた(千葉大学 2015; 田川・田邊 2006)。どのような資質や能力、スキルや態度を育成すべきかについて検討を重ねた。その抽出過程の一部を記す(鈴木 2019)。

### 1) コンピテンスの抽出

医師に求められるコンピテンスは、医療行為に特化した専門職によるものであり明確である。それに対して理科教育では、将来様々な分野で自己実現をめざす人材を想定しなければならない。例えば創造性や独創性、多言語活用能力や情報発信力は、世界で生き抜く上で必要不可欠であり、汎用的な資質や能力、また一般市民として具備すべきものも含まなければならない。

コンピテンスの抽出方法については、前述したブラウン大学のコンピテンス基盤型教育(田川 2006)、また田邊(2013)及びDunn, Hamilton and Harden(1985)の「コンピテンスの作成」を理科教育の場面に置き換えて進めた。

具体的には、

- 1) 複数の大手企業人事担当者からの企業として求める資質や能力や人事考課における能力査

定に関する聞き取り調査(大手製造業の人事部を含む)

- 2) 科学者自らのナラティブにおける資質や能力に関する聞き取り調査(科学研究者を含む)
- 3) 文部官僚の職務における資質や能力に関する聞き取り調査(閣僚経験者を含む)
- 4) 芸術系領域における独創性・創造性における資質や能力、及び科学と芸術の関係に関する聞き取り調査(芸術家を含む)
- 5) 伝統文化やその伝承に関わる研究機関で求められる資質や能力、スキルに関する聞き取り調査(伝統文化の技術者を含む)

といったデルファイ法に近似した作業を繰り返し、それぞれの領域で求められる資質や能力、特性、及び広く素養として求められる知識やスキル、態度について膨大な量の用語と概念を集め整理した。

さらに、

- 1) 学習指導要領に記載される資質や能力、スキルや態度の分析
- 2) 先行するコンピテンス基盤型教育の国際調査
- 3) 先行研究による資質や能力、スキルや態度に関する分析

を進め、複数の物理、化学、生物、地学の理科教育学の研究者や教育心理学の研究者、また各教育現場のエキスパートを交えて、理科教育に必要な知識や技能に関する用語や概念を抽出した。抽出された用語は先行研究と整合性を図りながら整理と妥当性の推定を行った。また、K-J法やブレインストーミン

グ繰り返しながら、得られた情報の分類を行い、次元が異なる用語の整理と圧縮を行った。

## 2) 理科教育に求められるコンピテンシー

これらスクラップ・アンド・ビルドの過程で見えてきた Domain of Competence, Competency, Competence, Milestone の関係について、コンピテン斯基盤型教育を主導する米国医科大学協会 (AAMS: Association of American Medical Colleges) のモデル (Ara 2014) を参考に整理していった。それぞれ図 1, 2 に示す。

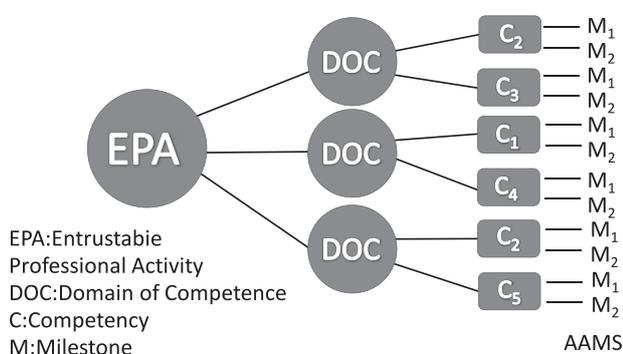


図 1. コンピテン斯基盤型医学教育の基本形

中心となる Domain of Competence は、1) 証拠に基づき事象を理解・探究する、2) 学び方を学ぶ、3) 主体的に課題に取り組む、4) 五感を通して感性を磨く、の計 4 つのカテゴリーに集約された。

1) は、理科教育において最も重要な領域と考えられ、①問いを見いだす力、②正確に情報を収集する力、③情報を処理する力、④証拠を基に論を組み立てる力、がコンピテンシーとして整理された。多視点性や仮設定、データ処理能力や批判的思考力など探究の過程や情報収集・処理、推論など問題解決、また正確性や流暢性、再定義生など独創性や創造性に関する内容がこの中に含まれている。例えば、ブラウン大学で示されたコンピテンシーの 9) : 「問題解決能力」や、近年慶應義塾大学医学部が掲げた「科学的探究能力」もここに該当するであろう。

2) については、①チーム・ワーク力、②多様な読解力、③言語などの表現ツールや ICT を適切に活用する力、④新しい価値を見いだす力がコンピテンシーとして整理された。リーダーシップや表現力、プレゼンテーション能力、思いやり、言語能力など、近年海外で指摘されているジェネリック・スキルや汎用的な能力が、この中に含まれている。例えば、フィンランドの National core Curriculum で示され

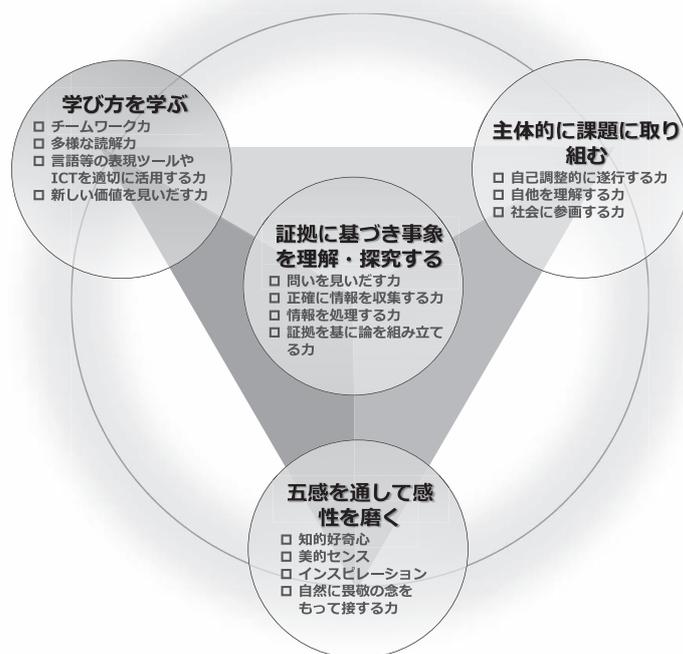


図 2. 理科教育に求められるコンピテンシー (鈴木 2019)

た L1:「思考と学び方を学ぶ」、L4:「多様な読解力」、L5:「ICT に関するスキルと能力」がここに該当するであろう。

3) については、①自己調整的に遂行する力、②自己を理解する力、③社会に参画する力がコンピテンシー、として整理された。自己効力やメタ認知、異文化理解や他者理解といった学力の3要素の一つである「学びに向かう力」に近いものが、この中には含まれている。例えば、ブラウン大学の6):「自己の自覚、自己ケア、人としての成長」や National core Curriculum の L3:「自己のケアと周囲のケア、そして日常生活を安全言い切ることへのスキル」、L7:「持続可能な未来を構成するために自ら参加し影響を与える力」がここに該当するであろう。

4) については、①知的好奇心、②美的センス、③インスピレーション、自然に畏敬の念を持って接する力など、感性に近い内容がコンピテンシーとして整理された。多様性や共通性を理解する力、センスや倫理観、感動する力、美的感覚に近いものなどがこの中に含まれている。例えば、ブラウン大学の8):「モラルによる理由づけと臨床倫理」や National core Curriculum の L2:「文化の理解と相互作用と表現能力」がここに該当するであろう。これら4つの中には、OECD Education 2030 で示された「生き抜く力」の構成要素も含まれている。

以上の結果は暫定的なものである。作業過程で明らかになった資質や能力、知識やスキル、態度の妥当性については、例えば Weinart (2001) が指摘する特定の状況 (Context-specific) によるコンピテンシーを含めて検討する必要がある。また、コンピテンシー基盤型教育を起動する際に必要な教科横断的な学びも検討する必要があるだろう。教育は文化であり、日本の伝統や文化に依拠した視点も考えなければならない。理科教育領域におけるコンピテンシーの研究は、スタートラインに立ったに過ぎないのである。

## 7. おわりに

このような研究に携われることができたのは、業務であった本学の入試改革でのミッションによるところが大きい。長年チームを組んだスタッフには、

この場を借りて心から感謝と御礼を申し上げる。

世界の初等中等教育改革は、コンピテンシー基盤型教育を指向している。それはすでに入学者選抜の試験問題に現れており、例えばフィンランドの大学入学資格試験の「解」の無い論述式の入試問題はその典型である (鈴木 2018)。フランスの Bac (バカロレア試験) にも 18 年前から実験が導入され、パフォーマンスを通じた受験生の非認知的能力の評価が拡大した。それは、リセ (高等学校) の学びに大きな影響を及ぼしている。前述したとおり、次期学習指導要領ではよりブレイク・ダウンされたコンピテンシーが登場すると予想されている。筆者は今新学習指導要領下での高等学校の教科書を執筆しているが、編集部からは伸ばすべき資質や能力を明示した「解」のない問題の作成を求められている。これらの動きは、これから日本で拡大するコンピテンシー基盤型教育を見据えてのことである。

これらを背景に、どのように本学の入学者選抜がそれらを捉えていくのか、また本学が求めるコンピテンシーの「種」や「芽」を具備した受験生を何を用いて見破るかは、喫緊の課題であろう。またそれらを育てる入学後の教育のスクラップ&ビルドや、コンピテンシー基盤型教育の導入も必要不可欠であろう。それには、21 世紀後半に向けて自己実現を目指す生徒や学生が、どのような資質や能力、スキルや態度を具備すべきかという建設的な議論が社会全体に起き、学内全体に広がる必要がある。突出感は否めないが、その一つのモデルが本稿で記したフィンランドであると考えている。

## 参考文献

- ACARA (2013), "General capabilities in the Australian Curriculum, Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority," Retrieve from <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/general-capabilities/> (accessed 2018.8.30)
- Ara Tekian (2014), "Trends and Challenges in Competency/Outcome-Based Education: Assessing competencies in an OBE curriculum: The ToKYoC

- Doctor,” シンポジウム—医学教育におけるコア・コンピテンスとその評価—講演資料, 東京医科歯科大学.
- Argyris, C. and Shon, D. A. (1978), *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*, Addison-Wesley.
- 千葉大学医学部 (2015), 「The ToKYoC Doctor—大学間連携による今日の社会的ニーズに応えられる医師育成とその有効性の検証」平成26年度最終報告書, 千葉大学.
- Chomsky, N. (1965), “Aspects of the Theory of Syntax. Cambridge,” The MIT Press.
- Dunn WR, Hamilton DD and Harden RM (1985), “Techniques of identifying competencies needed of doctors,” *Medical Teacher* 7, 15–25
- Finnish National Board of Education (2004), “National core curriculum for Basic Education,” 170–194
- Hager, P., Gonczi, A. (1996), “What is competence?,” *Medical Teacher* 18 (1), 15–18
- OECD (2016), “Preparing our youth for an inclusive and sustainable world: The OECD PISA global competence framework,” Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/Global-competency-for-an-inclusive-world.pdf> (accessed 2017.12.27)
- OECD (2018), *OECD Education 2030*, Retrieved from <http://www.oecd.org/education/2030/> (accessed 2018.11.7)
- Opetushallitus Utbildningsstyrelsen (2014), *Perusopetuksen Opetussuunnitelman Perusteet 2014*, 20–24, Retrieved from [https://www.oph.fi/download/163777\\_perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/download/163777_perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf) (accessed 2017.12.30)
- Opetushallitus Utbildningsstyrelsen (2015), *Lukion Opetussuunnitelman Perusteet 2015*, Retrieved from [https://www.oph.fi/download/172124\\_lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2015.pdf](https://www.oph.fi/download/172124_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2015.pdf) (accessed 2018.2.23)
- Perusopetus 2020 (2010), *Opetus- ja kulttuuriministerio · Koulutus- ja tiedepolitiikan osasto*, Retrieved from <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75575/okmtr01.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accessed 2018.10.15)
- Rychen, D. S. and Salganik, L. H. (Eds.) (2003), *Key competencies for a successful life and a well-functioning society*. Gottingen, Germany: Hogrefe&Huber.
- Weinart, F. E. (2001), *Concept of Competence: A Conceptual Clarification*. In Rychen. D. S., Salganik, L. H. (Eds.), *Defining and Selecting Key Competencies*. Gottingen, Germany: Hogrefe & Huber.
- White, R. W. (1959), “Motivation Reconsidered: the Concept of Competence,” *Psychological Review* 66 (5), 297–3
- 飯田直弘 (2011), 「中等教育における実務型職業資格に関する一考察—イギリスの NVQ と BTEC に焦点を当てて—」, 『九州教育学会研究紀要』 38, 47–54
- 池田文人・岩間徳兼・飯田直弘・鈴木誠 (2020), 「高校・大学・社会を繋ぐ追跡調査のためのコンピテンシー・テスト問題の開発」 27, 27–44
- 金本吉泰・大貫麻美・手代木英明・鈴木誠 (2019), 「コンピテンス基盤型生物教育の提案」, 『理科教育学研究』 60 (1), 1–11
- 黄福寿 (2011), 「コンピテンス教育に関する歴史的・比較的研究」, 『広島大学高等教育研究開発センター 大学論集』 42, 1–18
- 国立教育政策研究所 (2013), 「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の原理」, 『教育課程の編成に関する基礎的研究報告書 5』, 53
- 教育課程企画特別部会 (2015a), 「特別部会第4回配付資料：小学校の各教科等における教育内容、学習活動、育成すべき資質・能力、学習評価の構造分析（整理中イメージ）」, Retrieved from [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/\\_icsFiles/afieldfile/2015/05/25/1357975\\_03.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryo/_icsFiles/afieldfile/2015/05/25/1357975_03.pdf) (accessed 2018.2.27)
- 教育課程企画特別部会 (2015b), 「特別部会第4回議

- 事録」  
Retrieved from  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/1358480.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/siryu/1358480.htm)  
(accessed 2018.2.27)
- 松尾知明 (2015), 『21世紀型スキルとは何か—コンピテンシーに基づく教育改革の国際比較—』, 明石書店, 240-253
- 松下佳代 (2018), 「大学生のコンピテンシー育成と高大接続の課題：大学入試センターシンポジウム・2018：大学入学者選抜と学力の3要素：講演資料」.
- 文部科学省 (2017a), 『小学校学習指導要領解説 理科編』, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2017b), 『中学校学習指導要領解説 理科編』, 学校図書.
- 文部科学省 (2018), 「高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編」  
Retrieved from  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/fieldfile/2018/07/13/1407073\\_06.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2018/07/13/1407073_06.pdf)  
(accessed 2018.6.16)
- 総合科学技術・イノベーション会議・基本計画専門調査会 (2015), 「第5期科学技術基本計画に向けた中間とりまとめ(案)：第9回基本計画専門調査会・資料1」, Retrieved from  
<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon5/9kai/siryu1.pdf>  
(accessed 2018.2.27)
- 鈴木誠 (監訳)・宇井久仁子 (訳)・Suvi Aspholm et al. (2013), 『フィンランドの理科教科書：化学編』 化学同人.
- 鈴木誠 (監訳)・山川亜古 (訳)・Mervi Holopainen et al. (2014), 『フィンランドの理科教科書：生物編』 化学同人.
- 鈴木誠 (2018), 「コンピテンシ基盤型教育とフィンランドの大学入学資格試験—試験問題「生物」は何を測っているのか—」 東北大学高度教養教育学学生支援機構編『個別大の入試改革』, 東北大学出版会, 185-25.
- 鈴木誠・大塚雄作・荻原 彰・人見久城・隅田 学・細川和仁・大貫麻美・三好美織 (2018), 「コンピテンシに基づく学習コンテンツ再構成に関する研究」, 『日本理科教育学会全国大会発表論文集』, 130
- 鈴木誠 (2019), 「コンピテンシ基盤型教育の動向と日本の理科教育への導入の可能性—理科教育を通して育成すべき資質・能力とは何か—」, 『理科教育学研究』 60 (2), 1-16
- 鈴木誠 (2021), 『(仮)あの授業だけはとるな!—「解」のない世界で活躍するための究極の学び「蛙(あ)学への招待」—』, 編集集中.
- 立田慶裕 (監訳)・今西幸蔵・岩崎久美子・猿田祐嗣, 名取一好・野村和・平沢安政 (訳) (2006), 『キー・コンピテンシー—国際標準の学力をめざして—』, 明石書店.
- 立田慶裕 (2007), 「生涯学習のためのキー・コンピテンシー」, 『生涯学習・社会教育研究ジャーナル』 1, 157-198
- 田川まさみ・田邊政裕 (2006), 「コンピテンシ基盤教育」, 『千葉医学』 81, 299-304
- 田邊政裕 (編著)・大西弘高・田川まさみ・伊藤彰一・朝比奈真由美・前田崇著 (2013), 『アウトカム基盤型教育の理論と実践』, 篠原出版新社, 65-66

