

# 科学教育における 21 世紀型スキル

—— 大学生を対象にした実態調査 ——

谷 口 弘 一

## 目 次

1. 問題と目的
2. 方法
  - (1) 調査対象者と手続き
  - (2) 調査内容
3. 結果
  - (1) 科学教育における 21 世紀型スキル尺度の分析
  - (2) 下位尺度間の相関
  - (3) 学年、性別、下位尺度による 21 世紀型スキルの差
4. 考察

## 1. 問題と目的

PISA (Programme for International Student Assessment) と呼ばれる国際的な学習到達度調査が、OECD (Organisation of Economic Co-operation and Development) によって、15～16歳の生徒を対象にして、2000年から3年ごとに実施されている。この調査では、読解力、数学的リテラシー、科学的リテラシーの3分野について調査が行われており、2015年のPISA調査では科学的リテラシーが重点的に評価された(江草, 2017)。

PISA調査における概念的枠組みの基本は、OECDのDeSeCo (Definition and Selection of Competencies) プロジェクトが提案したキー・コンピテンシーである。DeSeCoの定義によると、コンピテンシーとは、特定の文脈における複雑な要求(認知的側面・非認知的側面の両方を含む)に対して、心理社会的な前提条件の結集を通じてうまく対応する能力のことである(松下, 2010)。中でも、キー・コンピテンシーは、①個人の人生や社会の発展にとって有益であり、②幅広い文脈において重要で複雑な要求(課題)に対応するために必要であり、③特定の専門家ではなく全ての個人にとって重要であるという3つの観点から選択されたものである。キー・コンピテンシーは、①道具を相互作用的に活

用する能力(個人と社会との相互関係)、②異質な人々からなる集団で相互に関わりあう能力(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領域に大きく分類され、さらに、各領域は3つの能力から構成される(本所, 2015; 文部科学省, 2009)。①道具を相互作用的に活用する能力は、言語、シンボル、テキストを相互作用的に活用する能力(PISA調査の読解力、数学的リテラシー)、知識や情報を相互作用的に活用する能力(PISA調査の科学的リテラシー)、テクノロジーを相互作用的に活用する能力から構成される。②異質な人々からなる集団で相互に関わりあう能力は、他者と良い関係を構築する能力、チームを組んで協働し仕事をする能力、利害の対立を調整・解決する能力から構成される。③自律的に行動する能力は、大局的に行動する能力(PISA調査の問題解決能力)、人生設計や個人の計画を作り実行する能力、権利・利害・責任・限界・ニーズを擁護・主張する能力から構成される。これら3つの領域のキー・コンピテンシーは、相互独立的に機能するのではなく、文脈や状況によって、各能力の重要度を変化させながら相互協調的に機能する(松尾, 2017)。また、3つのキー・コンピテンシーの中心には思慮深さ(reflectiveness)が位置付けられている。思慮深さとは、目前の状況に対して、既存の解決方法を適用する能力に加えて、変化に対応する能力、経験から学ぶ能力、様々な角度から考え行動する能力のことである(Figure 1)。

アメリカでは、2002年に、全ての子どもたちが21世紀に相応しい教育を受けられることなどを目的に、非営利団体「Partnership for 21<sup>st</sup> century skills (P21)」が設立された(熊平, 2011)。P21が提唱する21世紀型スキルでは、主要教科(3Rsと21世紀のテーマ)を中心に、学習・イノベーションスキル(4Cs)、情報・メディア・テクノロジー

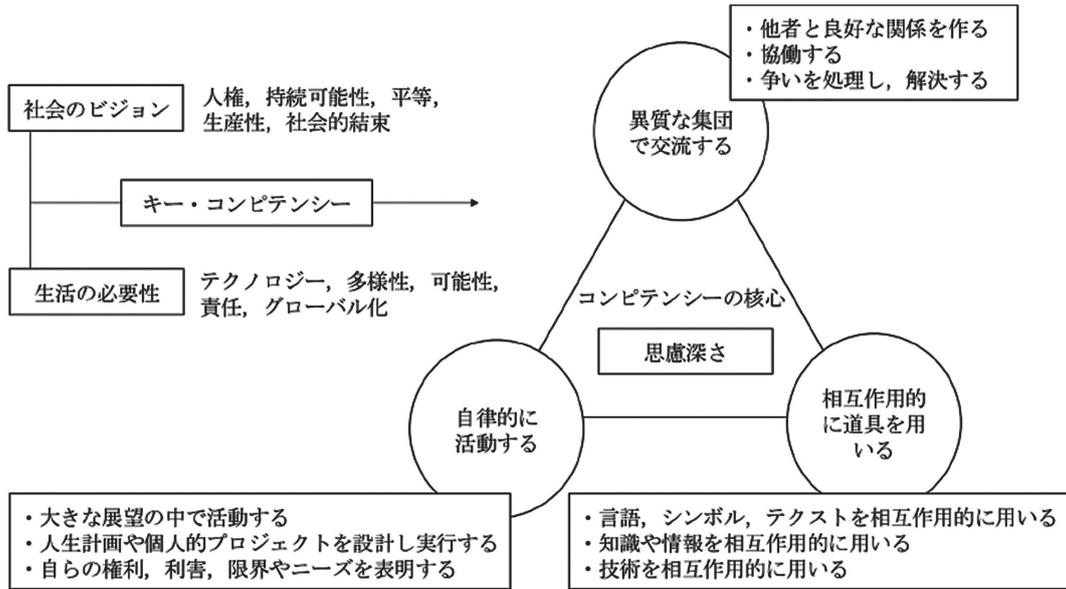


Figure 1 キー・コンピテンシーの枠組みと構造 (黒田, 2016)

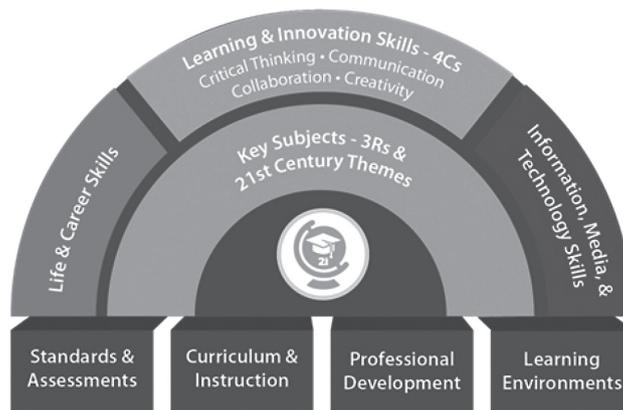


Figure 2 P21 が提唱する 21 世紀型スキル (21<sup>st</sup> partnership の HP より引用)

スキル、生活・キャリアスキルが配置されている (Figure 2)。主要教科には、英語 (リーディング、言語技術)、外国語、芸術、数学、経済、科学、地理、歴史、政治、公民が含まれており、さらには、21 世紀の学際的テーマとして、グローバルな認識、金融・経済・ビジネス・起業リテラシー、公民リテラシー、健康リテラシー、環境リテラシーが取り上げられている。学習・イノベーションスキルに含まれるのは、創造性とイノベーション (Creativity and Innovation)、批判的思考と問題解決 (Critical Thinking and Problem Solving)、コミュニケーション (Communication)、協働 (Collaboration) の 4 つの C である。情報・メディア・テクノロジースキルとは、情報リテラシー、メディアリテラシー、ICT (Information, Communications, and Tech-

nology) リテラシーなどの機能的かつ批判的思考スキルのことである。生活・キャリアスキルは、柔軟性と適応性、主体性と自己主導性、社会的・異文化スキル、生産性と説明責任、リーダーシップと責任である。

2008 年 1 月に、インテルやマイクロソフトなどの IT 企業によって、21 世紀型スキルの学びと評価 (Assessment and teaching of twenty-first century skills: ATC21S) という国際的なプロジェクトが立ち上げられた。ATC21S では、21 世紀型スキルとして 10 個のスキルが提案されており、各スキルは、知識、スキル、態度、価値、倫理に基づいて、以下の 4 つの領域に分類される (Binkley, Erstad, Herman, Raizen, Ripley, Miller-Ricci, & Rumble, 2012)。すなわち、創造性と革新、批判的思考・問

題解決・意思決定、学びの学習・メタ認知は思考の方法 (Ways of Thinking) 領域に、コミュニケーションと協働は仕事の方法 (Ways of Working) 領域に、情報リテラシーと情報通信技術 (ICT) リテラシーは仕事のツール (Tools for Working) 領域に、そして、地域・国際社会での市民性、人生とキャリア、個人・社会責任 (文化的意識・能力) は社会生活 (Skills for Living in the World) 領域にそれぞれ分類される (Figure 3)。

国立教育政策研究所は、プロジェクト研究「教育課程の編成に関する基礎的研究」において、21世紀

を生き抜く力を21世紀型能力と名付け、その試案を提案している (国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2013)。そこでは、21世紀型能力が、思考力、基礎力、実践力という3つの力によって、同心円状の三層に再構成されている (Figure 4)。21世紀型能力の中核に位置付けられるのが思考力である。思考力は、一人ひとりが自分の考えを持って他者と話し合い、より良い解や新しい知識を創り出し、新たな問いを見つける力である。それは、問題の発見・解決、新しいアイデアの生成に関わる問題解決・発見力・創造力、その過程で発揮される論理的・



Figure 3 ATC21S が提案する 10 個の 21 世紀型スキル (ATC21S の HP より引用)



Figure 4 国立教育政策研究所が提案する 21 世紀型能力 (国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2013)

批判的思考力、自分の問題の解き方や学び方を振り返るメタ認知、そこから次に学ぶべきことを探す適応的学習力などから構成される。この思考力を支えるものが基礎力である。言語、数量、情報 (ICT) を目的に応じて道具として使いこなすスキルである。ICT の進展が著しい現在では、読み書き・計算などの基礎的な知識・技能とともに、情報スキルも重要である。基礎力の重要な役割の一つは、思考力を助けることである。基礎力と思考力の使い方を方向付けるものとして、最も外側に位置付けられるのが実践力である。実践力は、日常生活や社会、環境の中に問題を見つけ出し、自分の知識を総動員して、自分やコミュニティ、社会にとって価値のある解を導くことができる力、さらにその解を社会に発信し協調的に吟味することを通して他者や社会の重要性を感得できる力のことである。具体的には、自分の行動を調整し、生き方を主体的に選択できるキャリア設計力、他者と効果的なコミュニケーションを行う力、協力して社会づくりに参画する力、倫理や市民的責任を自覚して行動する力などである。

熊野 (2017) は、21 世紀型スキルの科学教育への導入について、アメリカで行われた議論をとりまとめている。21 世紀型スキルと科学教育改革に関する専門家会議から提案された 21 世紀型スキルは、以下のとおりである。① 適応力 (Adaptability) : 不確実で新しく、なおかつ仕事の在り方が急速に変化する状況に意欲的に挑戦していく能力のことである。ここでは、緊急で、危険な状況に対して効果的に対応することや、新しい仕事、新しい技術や工程を学ぶことが含まれる。この応用する能力には、仕事のストレスを管理すること、様々な性格の人々に適応すること、色々なタイプの人々と意思疎通を展開すること、屋内外の様々な環境に物理的に適応することなどが含まれる。② 複雑なコミュニケーション・社会的能力 (Complex communication/social skills) : 適切に対応するために他者からの言語的・非言語的メッセージを解釈したり、実行したりする能力のことである。③ 非定型的な問題解決 (Nonroutine problem solving) : 幅広い情報を分析し、パターンを認識し、問題の原因の分析をするために、専門的な思考を活用する能力のことである。ここでは、新しく革新的な解決策を創出すること、一見関係のない情報を統合すること、他者が見落と

しがちな情報を取り上げることなどが含まれる。④ 自己管理・自己啓発 (Self-management/self-development) : チームと仕事ができること、そして、自己向上力があり、自己分析する能力のことである。ここでは、自ら進んで遂行する能力、新しい情報を獲得する能力などが含まれる。⑤ システム思考 (Systems thinking) : システム全体がいかに関係しているかを理解する能力のことである。すなわち、システムの特定の部分における変化がシステム全体に影響を及ぼすことを理解する能力のことである。ここでは、異なる要素の相互作用について概念的に理由づけること、価値判断や意思決定を行うこと、システムを評価することなどが含まれる。

山科・佐藤・今村 (2018) は、上述した科学教育における 21 世紀型スキルに含まれる 5 つの能力を測定する尺度 (全 24 項目) を新たに開発し、我が国の中学生における 21 世紀型スキルの獲得状況について実態調査を行った。分析の結果、全体的傾向としては、ほとんどの質問項目において高い得点が見られたが、「非定型的な問題解決」ならびに「自己管理・自己啓発」に関する項目の一部については得点が相対的に低いことが明らかとなった。

本研究では、山科他 (2018) が作成した科学教育における 21 世紀型スキル尺度を用いて、大学生がどの程度 21 世紀型スキルを獲得しているかについて実態調査を行った。

## 2. 方法

### (1) 調査対象者と手続き

大学生 76 名 (男性 40 名、女性 36 名) が調査に参加した。平均年齢は 20.58 歳 ( $SD = 1.07$ ) であった。調査は、スマートフォンなどの携帯端末を利用して、ウェブ上で実施された。

### (2) 調査内容

調査には、年齢、性別など人口統計学的変数を質問する項目に加えて、以下の尺度が含まれていた。

科学教育における 21 世紀型スキル 山科他 (2018) が作成した 24 項目からなる科学教育における 21 世紀型スキル尺度を使用した。本尺度は、「適応力 (6 項目)」、「複雑なコミュニケーション・社会的能力 (3 項目)」、「非定型的な問題解決 (7 項目)」、「自己

Table 1 科学教育における21世紀型スキル尺度の因子分析結果（プロマックス回転後の因子パターン）

項目内容	I	II	III	IV	V
12. 問題を解決するために具体的な方法（戦略）を考えることができますか。	.85	-.04	.01	-.04	-.04
13. その具体的な方法（戦略）が上手くいくかどうかを考える（見通す）ことができますか。	.79	-.09	.22	-.06	-.09
4. 緊急で危険な状況に対して、効果的に対応することができますか。	.63	.00	-.12	.10	.10
23. 判断しなければならぬ事柄について、より適切な意思決定をする（決断をする）ことができますか。	.53	.21	-.01	-.08	.13
14. もしその具体的な方法（戦略）が上手くいかなかったら他の方法を考えることができますか。	.53	-.02	.10	.19	.06
5. 勉強や部活動のストレスをコントロールして管理することができますか。	.48	.09	-.17	.15	-.22
20. 課題の解決にあたっては自ら進んで新しい情報を獲得することができますか。	-.03	<b>1.00</b>	.01	-.01	-.06
19. 与えられた課題を解決するにあたって、自ら進んで解決しようとすることができますか。	-.11	.78	.03	.10	.08
21. どんな時でも、自身の能力を向上させようとすることができますか。	.30	.61	-.03	-.09	.04
9. 言葉や画像で表現された複雑な考えの中からポイントとなる部分を選び出すことができますか。	-.09	.16	<b>1.05</b>	-.02	-.17
10. 幅広い様々な情報を分析し、一定のきまり（パターン）を見出して理解することができますか。	.06	-.13	.65	-.04	.13
7. 他の人が話したことや書いたことの内容を解釈（理解）することができますか。	.01	-.04	.52	.13	.18
6. いろいろな性格の人々や意図疎通を図ることができますか。	.05	-.03	.01	<b>.98</b>	.01
2. どんな性格の人々にも適切に対応することができますか。	.06	.05	.03	.74	-.03
24. 様々な現象は相互に関連して、影響を及ぼし合っていることを理解することができますか。	-.13	-.04	.02	-.02	<b>.81</b>
22. 様々な意見やものの価値を判断することができますか。	-.03	.22	-.05	.01	<b>.68</b>
16. 一見関係ないと思える情報や、他の人が見落としてしまうようなことも取り上げて考えてみることができますか。	.23	-.06	.14	-.02	<b>.46</b>
因子間相関					
I	—	.45	.49	.52	.51
II		—	.19	.31	.45
III			—	.22	.28
IV				—	.21

Table 2 各下位尺度の平均値と標準偏差ならびに下位尺度間の相関

	1	2	3	4	5	平均値	標準偏差
1. 非定型的な問題解決	—	.48**	.43**	.54**	.44**	3.61	.67
2. 自己管理・自己啓発		—	.23†	.33**	.44**	3.83	.89
3. 複雑なコミュニケーション・社会的能力			—	.23*	.31**	3.74	.72
4. 適応力				—	.20†	3.72	.90
5. システム思考					—	3.84	.71

Note. † $p < .10$ , \* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ .

管理・自己啓発（5 項目）、「システム思考（3 項目）」の 5 つの下位尺度をもつ。得点が高いほど、各スキルが高いことを示す。

### 3. 結果

#### (1) 科学教育における 21 世紀型スキル尺度の分析

最初に、科学教育における 21 世紀型スキル尺度 24 項目の平均値ならびに標準偏差を算出した。続いて、天井効果が認められた 1 項目（No. 18）を除く 23 項目に対して、因子数を 5 に固定した因子分析（最尤法・プロマックス回転）を行った。どの因子にも十分な因子負荷量を示さなかった項目や複数因子に高い因子負荷量を示した項目を除外しながら、複数回、因子分析を行った結果、最終的に 17 項目が残った。プロマックス回転後の因子パターンと因子間相関を Table 1 に示す。5 因子による全分散の説明率は 70.45%であった。

第 1 因子は新しい問題解決方法の発見や複数の解決方法の考案を示す 6 項目に高い負荷量を示していることから、「非定型的な問題解決」と命名した。第 2 因子は課題解決や自己向上に対する積極的な取り組みを示す 3 項目で構成されていることから、「自己管理・自己啓発」と命名した。第 3 因子は言語的・非言語的内容の解釈や主旨抽出を示す 3 項目に高い因子負荷量を示していることから、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」と命名した。第 4 因子は様々な性格の人との意思疎通やそうした人に対する対応を示す 2 項目に高い因子負荷量を示していることから、「適応力」と命名した。第 5 因子は異なる要素間の関連の理解や各要素に対する価値判断を示す 3 項目で構成されていることから、「システム思考」と命名した。

#### (2) 下位尺度間の相関

それぞれの因子に高い負荷量を示した項目に対して項目平均点を算出し、それを下位尺度得点とした。各下位尺度の  $\alpha$  係数を算出した結果、「非定型的な問題解決」が .81、「自己管理・自己啓発」が .86、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」が .78、「適応力」が .88、「システム思考」が .70 となり、それぞれ十分な値が得られた。各下位尺度の平均値と標準偏差ならびに下位尺度間の相関を Table 2 に示す。5 つの下位尺度は互いに有意な正の相関または正の相関の有意傾向を示した。

#### (3) 学年、性別、下位尺度による 21 世紀型スキルの差

学年と性別、さらには下位尺度によって科学教育における 21 世紀型スキルの得点が異なるかどうかを検討するために、学年と性別を個人間要因、21 世紀型スキルの各下位尺度を個人内要因とした  $4 \times 2 \times 5$  の 3 要因分散分析を行った (Table 3)。分析の結果、各要因の主効果ならびに交互作用のいずれも有意ではなかった (学年:  $F(3, 68) = .59, ns$ ; 性別:  $F(1, 68) = 1.05, ns$ ; スキル:  $F(4, 272) = 1.50, ns$ ; 学年  $\times$  性別:  $F(3, 68) = 1.57, ns$ ; 学年  $\times$  スキル:  $F(12, 272) = 1.21, ns$ ; 性別  $\times$  スキル:  $F(4, 272) = .60, ns$ ; 学年  $\times$  性別  $\times$  スキル:  $F(12, 272) = 1.10, ns$ )。

### 4. 考察

本研究では、大学生を対象にして、科学教育における 21 世紀型スキルの獲得状況について実態調査を行った。山科他 (2018) が作成した 21 世紀型スキル尺度を因子分析した結果、想定した因子とは別の因子に対して高い因子負荷量を示した項目もいく

つかあったが、概ね想定どおりの5つの下位尺度、すなわち、「非定型的な問題解決」、「自己管理・自己啓発」、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」、「適応力」、「システム思考」が抽出された。山科他（2018）の調査結果によると、中学生は、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」の得点が高く、他者の言語的・非言語的メッセージの内容を理解することや他者と協働して物事を遂行することが

Table 3 学年と性別による21世紀型スキルの各下位尺度の平均値と標準偏差

	1年生		2年生		3年生		4年生	
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性
非定型的な問題解決	3.46 (1.15)	3.65 (.48)	3.54 (.73)	3.61 (1.05)	3.46 (.65)	3.68 (.51)	4.20 (.64)	3.63 (.34)
自己管理・自己啓発	4.25 (.69)	4.13 (.83)	3.81 (.80)	3.67 (1.38)	3.49 (1.03)	4.00 (.65)	4.47 (.38)	3.25 (.96)
複雑なコミュニケーション・社会的能力	3.58 (.57)	3.75 (.61)	3.58 (.68)	3.33 (1.21)	3.95 (.60)	3.56 (.66)	4.40 (.60)	4.00 (.82)
適応力	3.38 (1.70)	3.44 (.73)	3.75 (.45)	3.75 (1.41)	3.63 (.98)	4.00 (.77)	3.90 (1.14)	3.50 (.41)
システム思考	3.75 (.92)	3.58 (.75)	3.61 (.45)	3.94 (1.06)	3.93 (.63)	3.83 (.72)	4.67 (.47)	3.50 (.64)

Note. n = 4 (1年生男性), 8 (1年生女性), 12 (2年生男性), 18 (2年生女性), 19 (3年生男性), 18 (3年生女性), 5 (4年生男性), 4 (4年生女性)。

括弧内の数値は標準偏差。

身についていると考えていた。その一方で、彼ら／彼女らは、「非定型的な問題解決」の得点が低く、新しく革新的な解決策を見つけ出すことや他の人が見落としがちな情報を取り上げることが苦手であると考えていた。大学生を対象にした本研究では、3要因の分散分析の結果、21世紀型スキルの下位尺度の主効果は見られなかった。すなわち、大学生は、特定の種類のスキルに偏ることなく、5種類全てのスキルを万遍なく獲得できていることが示された。さらには、学年ならびに性別の主効果も見られなかったことから、性別に関わりなく、大学入学時点において、すでに21世紀型スキルを身につけていることがうかがえる。

今後の研究では、小・中・高・大学生を対象として、科学教育における21世紀型スキルの獲得状況における発達的变化を詳細に検討する必要がある。

#### 引用文献

- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.), *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17-66). Dordrecht: Springer.
- 江草 由佳 (2017). OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA 調査) の実施とデータ利用——PISA2015 年調査の日本における実施から——情報管理, 60, 28-36.
- 本所 恵 (2015). EU におけるキー・コンピテンシーの策定とカリキュラム改革 金沢大学人間社会学域学校教育学類紀要, 7, 23-32.
- 熊平 美香 (2011). パートナリシップ フォー 21st センチュリー スキル (P21) 文部科学教育通信, No.276, 12-13.
- 熊野 善介 (2017). 日本及びアメリカにおける次世代型 STEM 教育の構築に関する理論的実践的研究 平成 28・29・30 年度文部科学省科学研究費補助金【基盤研究 (B)】研究成果中間報告書 (課題番号 16H03058).
- 黒田 友紀 (2016). 21 世紀型学力・コンピテンシーの開発と育成をめぐる問題 学校教育研究, 31, 8-22.
- 松尾 知明 (2017). 21 世紀に求められるコンピテンシーと国内外の教育課程改革 国立教育政策研究所紀要, 146, 9-22.
- 松下 佳代 (編) (2010). 「新しい能力」は教育を変えるか——学力・リテラシー・コンピテンシー——ミネルヴァ書房
- 文部科学省 (2009). OECD における「キー・コンピテンシー」について 文部科学省 Retrieved from <http://>

[www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/039/siryo/attach/1402980.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/039/siryo/attach/1402980.htm) (2019 年 1 月 10 日)

- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(編)(2013).  
平成 24 年度プロジェクト研究調査研究報告書 教育課程の編成に関する基礎的研究報告書 5 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基本原則  
国立教育政策研究所
- 山科 勝・佐藤 晴那・今村 哲史 (2018). 科学教育における 21 世紀型スキルに関する基礎的研究——中学生の実態を基に—— 日本科学教育学会研究会研究報告, 33 (1), 29-34.