

# 科学教育における 21 世紀型スキルに関する追試研究

—— 大学生を対象にした実態調査 ——

谷 口 弘 一<sup>1</sup>  
保 森 智 彦<sup>2</sup>

## 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因子分析
  - (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

OECD (Organisation of Economic Co-operation and Development) は、2000 年から 3 年ごとに、15 歳 3 ヶ月～16 歳 2 ヶ月の生徒を対象にして、PISA (Programme for International Student Assessment: 国際的学習到達度調査) を実施している。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いる。各回の調査では、3 分野のうち 1 分野が重点的に評価され、他の 2 分野については概括的状況が調査される (江草, 2017)。2022 年に実施された PISA 調査では、数学的リテラシーが中心分野として重点的に評価された。また、各回の調査では、上記の 3 分野とは異なる新たな領域 (革新分野) の資質・能力も追加で評価されることになっており、2022 年の調査では Creative Thinking の評価が行われた (ただし、日本は不参加)。主要 3 分野の定義は以下のとおりである (OECD 日本政府代表部, 2022)。数学的リテラシー: 様々な文脈の中で数学的に定式化し、数学を活用し、解釈する個人の能力であり、数学的

に推論すること、数学的な概念・手順・事実・ツールを使って事象を記述・説明・予測することを含む。科学的リテラシー: 思慮深い市民として、科学的な考えを持ち、科学に関連する諸問題に関与する能力であり、現象を科学的に説明したり、科学的探究を評価して計画したり、データと証拠を科学的に解釈することを含む。読解リテラシー: 自らの目標を達成し、自らの知識と可能性を発達させ、社会に参加するために、テキストを理解・利用・評価・熟考し、これに取り組むこと。

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。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り、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る。各領域には、それぞれ以下に示す 3 つの能力が含まれる (本所, 2015)、①道具を相互作用的に活用する能力は、A: 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)、B: 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)、C: テクノロジーを相互作用的に活用する能力を含む。②異質な人々からなる集団で相互に関わりあう能力は、A

1 下関市立大学経済学部

2 岡山理科大学教育学部

：他者と良い関係を構築する能力、B：チームを組んで協働し仕事をする能力、C：利害の対立を調整・解決する能力を含む。③自律的に行動する能力は、A：大局的に行動する能力（PISA 調査の問題解決能力）、B：人生設計や個人の計画を作り実行する能力、C：権利・利害・責任・限界・ニーズを擁護・主張する能力を含む。

日本でも、2018 年に改訂が告示された学習指導要領は、DeSeCo プロジェクトの成果も踏まえて検討が進められ、コンピテンシーに相当する言葉として「資質・能力」が用いられている（白井，2020）。新学習指導要領では、学校教育法における学力の三要素を踏まえて、「何を理解しているか、何ができるか」「理解していること・できることをどう使うか」「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」が、育成すべき資質・能力の三つの柱として位置づけられている（Figure 1）。

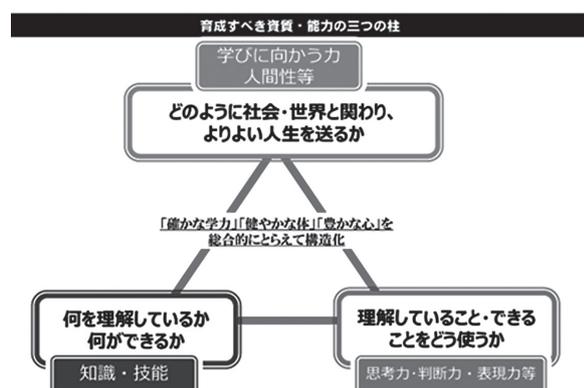


Figure 1 育成すべき資質・能力の三つの柱  
(文部科学省, 2017)

アメリカでは、21 世紀型スキルの科学教育への導入について議論が行われ、専門家会議から以下の 5 つの 21 世紀型スキルが提案された（熊野，2017）。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。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。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。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。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。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か作用し合っているかを理解する能力。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、日本の中学生を対象にして、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示されたが、「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。

谷口（2020）は、大学生 76 名を対象にして、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。分析の結果、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。

本研究では、大学生における 21 世紀型スキルの獲得状況について、谷口（2020）のデータに新たなデータを追加して再検討を行った。

## 2. 方法

### (1) 調査対象者と手続き

大学生 226 名（男性 135 名、女性 91 名）が調査に参加した。平均年齢は 20.01 歳（ $SD = 1.16$ ）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。調査の実施に先立ち、参加は任意であり、いつでも中断可能であること、結果は集団で集計されるため、回答内容や個人情報特定されることはないことが口頭で説明され

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。参加者は、各質問項目に示された内容を自分自身がどの程度実行できると思うかについて、5件法で回答した。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因子分析

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2項目(No. 8、18)を

除く22項目に対して、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5因子が抽出され18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65.90%であった。

第1因子は、言語的・非言語的内容の解釈や主旨抽出を示す4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4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、革新的な解決策の提案や一見無関連に思える情報の統合を示す3項目に高い因子負荷量を示していることから「想像力」と命名した。第4因子は、複数の具体的な解決方法の考案を示す5項目で構成されていることから「問題解決能力」と命名した。第5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。

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    |
|---|------|------|------|------|------|
| 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。            | .98  | .07  | -.05 | -.30 | -.01 |
| 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。           | .73  | -.10 | .11  | .03  | -.06 |
| 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。                   | .58  | .11  | -.25 | .08  | .13  |
| 11. 問題の原因を調べるために、専門的な知識や考えを活用できますか。                       | .46  | -.03 | .22  | .11  | .00  |
| 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することができますか。            | .00  | .82  | .00  | .01  | .01  |
| 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。                   | .09  | .81  | -.16 | .11  | -.05 |
| 21. どんな時でも、自身の能力を向上させようとするすることができますか。                     | -.07 | .60  | .20  | .07  | -.03 |
| 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。                             | .07  | .37  | .25  | -.04 | .09  |
| 15. 斬新な解決策を提案することができますか。                                  | -.07 | -.11 | .88  | -.15 | .08  |
| 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することができますか。 | .02  | .10  | .74  | -.11 | -.04 |
| 1. 新しいことや未知なことに意欲的に挑戦していくことができますか。                        | -.03 | .23  | .48  | .05  | .03  |
| 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。                     | .07  | -.02 | .02  | .88  | -.08 |
| 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。                      | -.23 | .10  | -.15 | .64  | .08  |
| 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。              | .23  | -.07 | .21  | .50  | .01  |
| 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。            | .20  | .03  | .13  | .44  | .00  |
| 17. 自身を客観的に分析することができますか。                                  | -.02 | .07  | -.15 | .38  | .10  |
| 6. いろいろなタイプの人々と意思疎通を図ることができますか。                           | .06  | -.07 | -.02 | .10  | .96  |
| 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。                             | -.05 | .06  | .12  | .01  | .68  |
| 因子間相関   |      |      |      |      |      |
| I   | —    | .45  | .61  | .71  | .30  |
| II  |      | —    | .44  | .55  | .39  |
| III   |      |      | —    | .66  | .37  |
| IV  |      |      |      | —    | .45  |

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. 複雑なコミュニケーション・社会的能力 | — | .44** | .45** | .58** | .31** | 3.69 | .68  |
| 2. 自己管理・自己啓発          |   | —     | .46** | .54** | .41** | 3.91 | .73  |
| 3. 想像力                |   |       | —     | .46*  | .37** | 3.45 | .86  |
| 4. 問題解決能力             |   |       |       | —     | .46** | 3.68 | .71  |
| 5. 適応力                |   |       |       |       | —     | 3.74 | 1.00 |

注) \*\*  $p < .01$ .

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 <sup>a</sup> | 女性 <sup>b</sup> | 男性 <sup>c</sup> | 女性 <sup>d</sup> | 男性 <sup>e</sup> | 女性 <sup>f</sup> | 男性 <sup>g</sup> | 女性 <sup>h</sup> |
| 複雑なコミュニケーション・社会的能力 | 3.79<br>(.77)   | 3.59<br>(.60)   | 3.79<br>(.59)   | 3.40<br>(.88)   | 3.77<br>(.62)   | 3.51<br>(.61)   | 4.22<br>(.52)   | 3.85<br>(.49)   |
| 自己管理・自己啓発          | 4.01<br>(1.08)  | 4.00<br>(.56)   | 3.93<br>(.61)   | 3.71<br>(.77)   | 3.87<br>(.83)   | 4.08<br>(.56)   | 4.14<br>(.83)   | 3.45<br>(.87)   |
| 想像力                | 3.39<br>(.75)   | 3.16<br>(.83)   | 3.53<br>(.78)   | 3.41<br>(.93)   | 3.52<br>(.98)   | 3.40<br>(.87)   | 3.81<br>(.96)   | 3.07<br>(.64)   |
| 問題解決能力             | 3.78<br>(.96)   | 3.49<br>(.69)   | 3.81<br>(.58)   | 3.45<br>(.89)   | 3.68<br>(.77)   | 3.69<br>(.47)   | 3.93<br>(.65)   | 3.68<br>(.44)   |
| 適応力                | 3.68<br>(1.32)  | 3.45<br>(1.04)  | 3.82<br>(.91)   | 3.66<br>(1.15)  | 3.78<br>(.97)   | 3.90<br>(.83)   | 3.67<br>(1.15)  | 3.60<br>(.42)   |

注) 括弧内の数値は標準偏差。<sup>a</sup>  $n = 17$ 、<sup>b</sup>  $n = 19$ 、<sup>c</sup>  $n = 68$ 、<sup>d</sup>  $n = 38$ 、<sup>e</sup>  $n = 41$ 、<sup>f</sup>  $n = 29$ 、<sup>g</sup>  $n = 9$ 、<sup>h</sup>  $n = 5$ 。

## (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、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、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」が .77、「自己管理・自己啓発」が .80、「想像力」が .71、「問題解決能力」が .76、「適応力」が .85 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について検討するために、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、性別 ( $F(1, 218) = 4.19, p < .05$ ) ならびにスキル ( $F(4, 872) = 10.17, p < .01$ ) の主効果がそれぞれ有意であった。5 つのスキルいずれにおいても、男性の方が女性よりも得点が高いことが示

された。また、男女ともに、「自己管理・自己啓発」の得点が最も高く、「想像力」の得点が最も低いことが確認された。

## 4. 考察

本研究では、大学生における 21 世紀型スキルの獲得状況について、谷口 (2020) のデータに新たなデータを追加して再検討を行った。山科他 (2018) が作成した 21 世紀型スキル尺度をあらためて因子分析した結果、山科他 (2018) ならびに谷口 (2020) とは若干異なる 5 つのスキルが抽出された。具体的には、「複雑なコミュニケーション・社会的能力」「自己管理・自己啓発」「適応力」の 3 つのスキルは同様に抽出されたが、「非定型的な問題解決」が「想像力」と「問題解決能力」に分かれ、「システム思考」は抽出されなかった。

谷口 (2020) では、3 要因の分散分析の結果、学年、性別、21 世紀型スキルの下位尺度の主効果ならびに交互作用のいずれも見られなかった。すなわち、大学生は、性別に関わりなく、大学入学時点において、5 種類全ての 21 世紀型スキルを万遍なく身につけていることが示された。一方、本研究では、

男女間ならびにスキル間において有意差が確認された。本研究では、先述したとおり「非定型的な問題解決」が「問題解決能力」と「想像力」に分割されることとなり、後者のスキルは他のスキルと比較して、あまり身につけてないことが明らかとなった。同様の結果は、山科他（2018）においても確認されており、中学生は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。山科他（2018）が指摘しているとおり、「非定型的な問題解決」、とりわけ「想像力」の定着には、十分な時間や経験が必要になると考えられる。

今後の研究では、大学生のデータ数をさらに増やして、21世紀型スキル尺度の信頼性・妥当性について再検討すると同時に、性差ならびに学年差（発達差）についてもあらためて詳細に分析する必要があるだろう。

#### 引用文献

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).  
文部科学省 (2017). 平成 29 年度小・中学校新教育課程説明会 (中央説明会) における文部科学省説明資料 文部科学省 Retrieved from [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1396716.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1396716.htm) (2023 年 5 月 31 日)  
OECD 日本政府代表部 (2022). OECD の概要：生徒の学習到達度調査—Programme for International Student Assessment (PISA)—OECD 日本政府代表部 Retrieved from [https://www.oecd.emb-japan.go.jp/itpr\\_ja/11\\_000001\\_00111.html](https://www.oecd.emb-japan.go.jp/itpr_ja/11_000001_00111.html) (2023 年 5 月 31 日)  
白井 俊 (2020). OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来—エージェンシー、資質・能力とカリキュラム— ミネルヴァ書房  
谷口 弘一 (2020). 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— 下関市立大学論集, 63, 47-54.  
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.