

プログラミングの学習が女子大学生・大学院生の プログラミングへの動機づけに与える影響の予備的調査

Preliminary Study on the Motivation of Female College Students for Programming

小田 理代¹ 斎藤 明日美² 毎床 愛美² 登本 洋子³
堀田 龍也⁴
Michiyo Oda¹ Asumi Saito² Manami Maitoko² Yoko Noborimoto³
Tatsuya Horita⁴

麗澤大学外国語学部¹ 特定非営利活動法人 Waffle²
東京学芸大学先端教育人材育成推進機構³ 東北大学大学院情報科学研究科⁴

Faculty of Foreign Studies, Reitaku University¹ Nonprofit Organization Waffle²
Organization for Innovative Development of Educational Human Resources, Tokyo Gakugei
University³ Graduate School of Information Sciences, Tohoku University⁴

<あらまし> 本原稿では、女子及びジェンダーマイノリティの大学生・大学院生（以下、女子学生）によるプログラミングの学習が、プログラミングの動機づけにどのように影響するのかを検討することを目的に調査を行った。女子学生を対象に2週間のプログラミングのコース（Waffle College エントリーコース）を実施し、コース実施前後に期待・価値モデルを適用した、プログラミングの動機づけに関する質問紙調査を行った。その結果、成功期待、実践的利用価値が有意に増加し、心理コストが有意に減少した。また機会コストは有意に増加したことが示された。

<キーワード> ジェンダーギャップ プログラミング 大学生 動機づけ

1. はじめに

人工知能（AI）やIoTなど情報化の進展が著しい社会において、コンピュータサイエンス（CS）を学ぶことの重要性が浸透しつつある。日本においても、2020年度から各学校段階で順次導入された学習指導要領において、初等中等教育を通してプログラミング教育の充実が図られ、全ての大学生が数理・データサイエンス・AI教育の基礎的な能力を身につけることが求められている。

このように全ての児童生徒、学生がCSの基礎を学ぶことが期待されているものの、日本では、大学の学部選択や職業選択などの進路選択において、CSを含む科学、技術、工業、数学（STEM）分野におけるジェンダーギャップが著しい。例えばOECD（2022）によると女性のSTEM分野の卒業生の女性の割合は17%であり、これはOECD加盟国の中で最低である。さらに、日本の高等機関のSTEM分野入学者に占める女性の割合は、自然科学・数学・統計学分野では

27%、工学・製造・建設分野では16%である。この数字もOECD加盟国中最低である（OECD 2021）。

このような背景から、STEM分野のジェンダーギャップは政策の中で重要視されつつある。例えば分野内閣府の総合科学技術・イノベーション会議では、理数系の学びに関するジェンダーギャップの解消が取り組むべき政策の一つとして掲げられ、その背景として女子の理系離れが示されている（内閣府2022）。

STEM分野のジェンダーギャップは政策として重要視されている分野であるものの、その研究に関しては、日本においては、理科や算数・数学に関する実績があるものの、情報分野の研究はまだ多くない（小田ほか2023）。情報分野においても、ジェンダーギャップの解消に資する研究や実践の蓄積がなければ、情報分野の女性の進路選択の可能性が狭め続けられることになる。また情報分野の社会実装において女性の観点を活かされに

くというリスクも懸念される。

さらに、大学生にとって、進路選択は生涯において重要な意味を持っているため(横山 2009)、不安や葛藤を伴う過程である。例えば、日本学生相談学会の調査では、過去3年間で増加している相談内容の一つとして進路・就職が挙げられ、大学、短期大学、高等専門学校 の 3 学校種の割合の平均は 47.8% に上る(杉江ほか 2022)。また、進路選択と学習の動機づけの関係性に関する研究はこれまでも多く行われてきており、その関係性が示されている(例えば、楠奥ほか 2023)

そこで本原稿では、情報分野のジェンダーギャップの解消に資するため、女子及びジェンダーマイノリティの大学生・大学院生(以下、女子学生)によるプログラミングの学習がプログラミングへの動機づけにどのように影響するのかを検討することを目的とした。

2. 研究方法

2.1. 対象者と実施時期

調査対象は特定非営利活動法人 Waffle (以下、Waffle) が実施する女子学生を対象とした、Waffle College エントリーコース(以下、コース)の参加者とした。コースの期間は 2023 年 5 月 15 日から 5 月 27 日であった。参加者は所属大学での告知や Waffle のウェブサイト、SNS 等から自主的に応募し、複数大学から参加した。

2.2. 調査手続き

コースでは、平日の夜に 1.5 時間、土日に 7 時間の講義への参加が求められ、コースの参加条件として Progate (<https://progate.com/>) の HTML/CSS 初級編を修了することが求められた。コースの中には、ブロックプログラミングを使ったアプリの開発、HTML と CSS を使ったポートフォリオの作成に関する授業が約 10 時間、ハッカソンが約 8.5 時間分含まれた。他にもジェンダー講座、ビジネス講座、キャリアトーク、卒業発表会が講義として含まれた。さらに、授業時間以外にも参加者は自発的に課題に取り組んだ。

参加者 38 人を対象に、コースの開始時と

終了後に質問紙調査を実施した。得られた回答のうち、回答に不備がなく、実施前と後の両方に回答している 31 名を分析の対象とした。

2.3. 調査項目

調査項目には、フェイス項目と学習の動機づけに関する項目の 2 種類を設けた。

フェイス項目では、これまでのプログラミング経験とその内容(事前調査のみ)、授業時間以外の 1 日あたりの平均の課題の取り組み時間(事後調査のみ)を確認した。

学習の動機づけに関する項目(事前・事後調査)では、進路選択につながる学習の動機づけに関する理論的な枠組みの一つである、Eccles の期待-価値モデル(Eccles 1983)を適用した。解良・中谷(2019)によると、このモデルのうち、成功への期待(以下、成功期待)は、現在または今後行う予定の課題について自分がどれだけうまくできるかという信念を指す。また課題価値は、個人にある課題をやりたいと思わせる質的な側面である。課題価値は多面的な概念であり、課題をすることの楽しさや面白さを表す興味価値、課題に取り組み成功することが望ましい自己像につながるという認知を表す獲得価値、キャリアや日常における有用性を表す利用価値がポジティブな側面として提案されている(解良・中谷 2019)。一方、ネガティブな側面として、成功のために必要な努力量である努力コスト、価値付けしている別の課題に使える時間を当該課題に費やすと認識する機会コスト、失敗した時に恥ずかしいと感じる心理コストが提案されている(解良・中谷 2019)。

Eccles の期待-価値モデルの成功期待に関する尺度として原田ほか(2019)は中学生の理科の観察・実験に対する自己効力感の尺度を作成している。成功期待に関しては、多くの先行研究において自己効力感が指標として用いられる(原田・草場 2021)ことから、本原稿においては、原田ほか(2019)の自己効力感の尺度を適用することとした。原田ほか(2019)の尺度に合わせて、「全く当てはまらない(1点)」から「非常によく当てはまる(6点)」の 6 件法で測定、合計 6 項目とし

た（付録1）. 質問項目では, 本原稿の目的に合わせて, 「理科の観察・実験」を「プログラミングの学習」に変更した.

Eccles の期待-価値モデルのポジティブな側面の課題価値に関する尺度として解良・中谷(2014)の研究が挙げられる. 解良・中谷(2014)は, Ecclesによる3つの側面の提案をもとに, 中学生の理科を対象として質問紙調査の結果をもとに探索的因子分析を行い, 実践的利用価値, 制度的利用価値, 興味価値, 獲得価値の4因子を採用した. 本原稿では, 解良・中谷(2014)の4因子をポジティブな課題価値に関する尺度として適用することとした. 解良・中谷(2014)の尺度と合わせて, 「全くあてはまらない(1点)」から「とてもあてはまる(5点)」の5件法で測定, 合計13項目とした(付録1). 質問項目では, 本原稿の目的に合わせて, 「理科の勉強」を「プログラミングの学習」に変更した.

Eccles の期待-価値モデルのネガティブな側面の課題価値に関する尺度として解良・中谷(2016)の研究が挙げられる. 解良・中谷(2016)は大学生の心理学の授業を対象として質問紙調査の結果をもとに探索的因子分析を行い, 機会コスト, 努力コスト, 心理コストの3因子を採用した. 本原稿では, 解良・中谷(2016)の3因子をネガティブな課題価値に関する尺度として適用することとした. 解良・中谷(2016)の尺度と合わせて, 「全くあてはまらない(1点)」～「とてもあてはまる(7点)」の7件法で測定, 合計11項目とした(付録1). 質問項目では, 本原稿の目的に合わせて, 「心理学の授業」を「プログラミングの学習」に変更した.

3. 結果

3.1. プログラミング経験と課題の取組み

プログラミングの経験の有無を図1に示す. 45%が経験ありと回答し, 52%がないと回答した. 経験ありと回答した場合, その経験の内容を確認したところ, 高等学校の情報科の授業と大学の情報教育の授業での経験がほとんどを占めた. 授業時間以外の1日あたりの平均の課題の取り組み時間を図2に示す. 最頻値は2時間以上3時間未満の9名であっ

た. 毎日6時間以上取り組んだ参加者も1名いた.

3.2. 成功期待

コースの事前 ($M=4.688$, $SE=0.072$), 事後 ($M=4.925$, $SE=0.087$) の成功期待に関する得点尺度の平均値を図3に示す. 成功期待の各項目の平均値は付録として付録1に示す. 事前と事後における成功期待の得点尺度の差を検証するために対応ありの t 検定を行った. その結果, 成功期待 ($t(185)=2.935$, $p=0.004$) に関しては, 事後の得点尺度が事前の得点尺度と比較して有意に増加した.

3.3. ポジティブな側面の課題価値

実践的利用価値, 制度的利用価値, 興味価値, 獲得価値の得点尺度の平均値を図4に示す(実践的利用価値(事前): $M=4.301$, $SE=0.099$, 実践的利用価値(事後): $M=4.548$, $SE=0.066$; 制度的利用価値(事前): $M=4.753$, $SE=0.060$, 制度的利用価値(事後): $M=4.807$, $SE=0.054$; 興味価値(事前): $M=4.686$, $SE=0.060$, 興味価値(事後): $M=4.750$, $SE=0.048$; 獲得

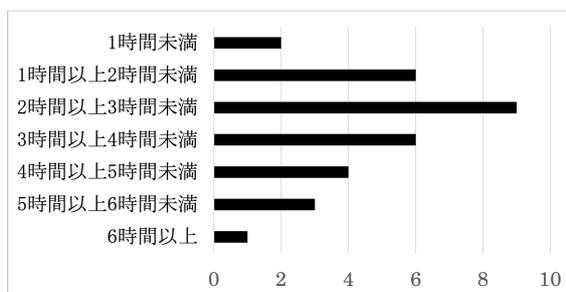


図1 プログラミング経験

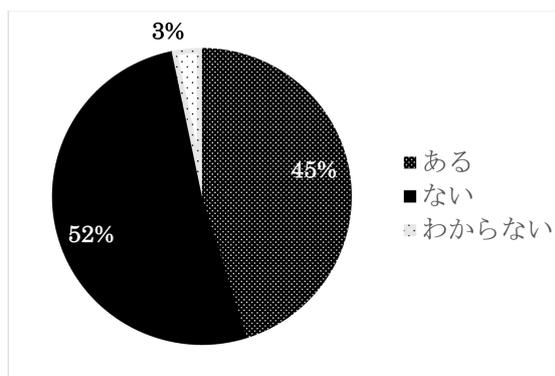


図2 1日あたりの平均の課題取り組み時間

価値（事前）： $M = 4.645$ ， $SE = 0.066$ ，獲得価値（事後）： $M = 4.645$ ， $SE = 0.066$ ）。

獲得価値以外，得点尺度の平均値は，事前を事後が上まわる傾向があった。ポジティブな側面の課題価値の各項目の平均値は付録として付録 1 に示す。

事前と事後における成功期待の得点尺度の差を検証するために対応ありの t 検定を行った。その結果，制度的利用価値 ($t(92) = 0.897$ ， $p = 0.372$)，興味価値 ($t(123) = 0.97$ ， $p = 0.334$)，獲得価値 ($t(92) = 0$ ， $p = 1$) では，事前と事後の得点尺度に有意な差は見られなかった。一方，実践的利用価値 ($t(92) = 2.748$ ， $p = 0.007$) に関しては，事後の得点尺度が事前の得点尺度と比較して有意に増加した。

3.4. ネガティブな側面の課題価値

機会コスト，努力コスト，心理コストの得点尺度の平均値を図 5 に示す（機会コスト（事前）： $M = 4.492$ ， $SE = 0.129$ ，機会コスト（事後）： $M = 4.790$ ， $SE = 0.146$ ；努力コスト（事前）： $M = 6.065$ ， $SE = 0.094$ ，努力コスト（事後）： $M = 6.234$ ， $SE = 0.106$ ；心理コスト（事前）： $M = 4.323$ ， $SE = 0.191$ ，心理コスト（事後）： $M = 3.763$ ， $SE = 0.171$ ）。ネガティブな側面の課題価値の各項目の平均値は付録として付録 1 に示す。

事前と事後における努力コストの得点尺度の差を検証するために対応ありの t 検定を行った。その結果，努力コスト ($t(123) = 1.771$ ， $p = 0.079$) では，事前と事後の得点

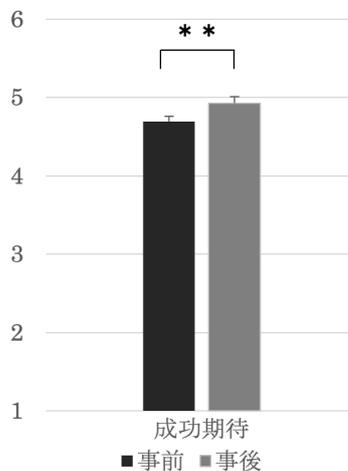


図 3 成功期待

尺度に有意な差は見られなかった。一方，機会コスト ($t(123) = 2.035$ ， $p = 0.044$) は，事後の得点尺度が事前の得点尺度と比較して有意に増加した。また心理コスト ($t(92) = 3.278$ ， $p = 0.001$) は，事後の得点尺度が事前の得点尺度と比較して有意に減少した。

4. 考察

結果より，2週間のプログラミングの学習の前後で，Eccles の期待-価値モデルの成功期待と課題価値に含まれる項目の両方が有意に増加していたことが確認できた。期待-価値モデルに関しては，これまで成功期待と課題価値の加算的關係に焦点が当てられてきたが，近年ではその乗算的關係が検証されている(原田・草場 2021)。つまり，加算的關係であれば，成功期待か課題価値のいずれかの水準が低くとも，片方が十分に高ければ学習方略への影響を補償できる(原田・草場 2021)。しかしながら，乗算的關係であれば，成功期待か課題価値のいずれかの水準が低い生徒に対して，どちらか一方の動機づけを高める手立てを行なっても，学習方略を補償できるとは限らない(原田・草場 2021)。今回実施したコースは乗算的關係が成り立つ学習方略であったといえる。

まず，成功期待に関する先行研究では，コンピュータサイエンスの導入コースを受講した大学生を対象としてプログラミングのスキルに対する自己評価と実際の成績とを比較し，実際の成績にかかわらず，女子生徒の自己評価が男子生徒よりも有意に低いことが示され

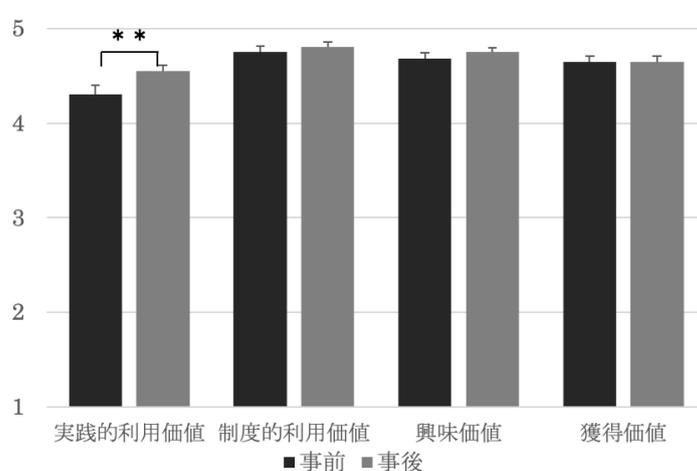


図 4 ポジティブな側面の課題価値

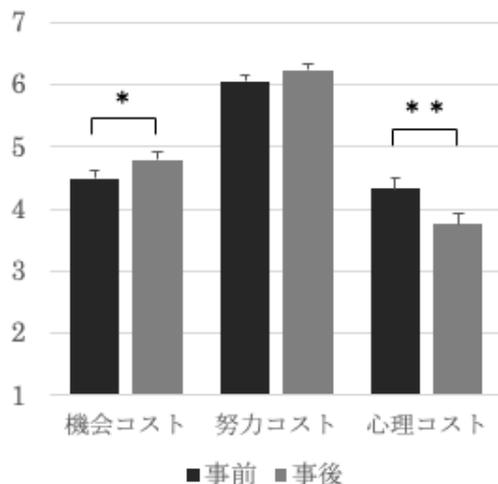


図5 ネガティブな側面の課題価値

てきた (Finlayson 2020, Schindler and Müller 2019). また成功期待は、現在または今後行う予定の課題について自分がどれだけうまくできるかという信念(解良・中谷 2019)とされる。そのため、失敗した時に恥ずかしいと感じる心理コストとも関連が深いことが想定される。これらの先行研究から、女子学生の自己効力感を高め、心理コストを下げるための施策は、情報分野のジェンダーギャップ解消に向けた一つの知見になることが推測される。

本原稿のブロックプログラミングを使ったアプリの開発、HTMLとCSSを使ったポートフォリオの作成を通じたプログラミングの学習が成功期待の増加や心理コストの減少に寄与していたことが示された。

次に、ポジティブな側面の課題価値に関して述べる。事前・事後で有意に増加した実践的利用価値は、実生活における有用性に関する項目である。プログラミングの学習がプログラミングに対する実践的利用価値の増加に寄与したことが示された。その他の項目である、制度的利用価値、興味価値、獲得価値に関しては、事前・事後ともに5件法の最も高い点数(5点)に近い平均値となっていた。参加者は自発的にコースに応募しており、もともとプログラミングに関して高い関心を持っていた学生達であったため、事前・事後の差が出にくかったことが示唆される。

最後に、ネガティブな側面の課題価値に関して述べる。事前・事後で有意に増加した機

会コストに関しては、価値付けしている別の課題に使える時間を当該課題に費やすと認識する項目である(解良・中谷 2019)。図2より、2週間のコース期間中、授業時間以外の1日あたりの平均の課題の取り組み時間の最頻値は2時間以上3時間未満であり、多くの時間を費やしたことがわかる。参加者は、コースの参加によりプログラミングの自己効力感(成功期待)が増加し、実践的価値をより感じるようになりつつ、プログラミングを学ぶために時間や努力も必要であると認識したことが示唆される。

5. まとめ

本原稿では、女子学生によるプログラミングの学習がプログラミングへの動機づけにどのように影響するのかを検討することを目的に Eccles の期待-価値モデルをもとに、質問紙調査を行なった。その結果、プログラミングの学習により、女子学生のプログラミングに対する、成功期待、実践的利用価値が有意に増加し、心理コストが有意に減少した。また機会コストは有意に増加した。コースの参加により、成功期待と課題価値の両方が増加したことから、近年検証されている乗算的關係が成り立つ学習方略であったことが示唆された。本原稿の限界として、女子学生だけを対象としたことが挙げられる。そのため、男子学生との比較ができていない。

今後は、どのようなコースの要因が成功期待や課題価値の変化に繋がったのか、男女での違いはあるか、さらに調査を行なっていきたい。

参考文献

- Eccles, J. (1983) Expectancies, Values, and Academic Behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and Achievement Motives: Psychological and Sociological Approaches*, pp. 75–146, W.H. Freeman.
- Finlayson, I. (2020) The Effect of Gender on Student Self-Assessment in Introductory Computer Science Classe. *Journal of Computing Sciences*

- in Colleges*, 36(3) : 102–110
- 原田勇希, 中尾友紀, 鈴木達也, 草場実 (2019) 観察・実験に対する興味と学習方略との関連の検討. 理科教育学研究, 60(2) : 409–424. <https://doi.org/10.11639/sjst.19019>
- 原田勇希, 草場実 (2021) 観察・実験に対する興味と自己効力感が学習方略の使用傾向に及ぼす相乗効果. 理科教育学研究, 62(1) : 309–321.
<https://doi.org/10.11639/sjst.20068>
- 解良優基, 中谷素之 (2014) 認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定, および学習行動との関連. 日本教育工学会論文誌, 38(1) : 61–71.
<https://doi.org/10.15077/jjet.KJ00009357866>
- 解良優基, 中谷素之 (2016) ポジティブな課題価値とコストが学習行動に及ぼす影響. 教育心理学研究, 64(3) : 285–295.
<https://doi.org/10.5926/jjep.64.285>
- 解良優基, 中谷素之 (2019) 課題価値のもつ概念的特徴の分析と近年の研究動向の概観. アcademia. 人文・自然科学編 = *Academia. Humanities and natural sciences*, 17 : 95–116
<https://doi.org/10.15119/00002641>
- 楠奥繁則, 神藤貴昭, 加野佑弥 (2023) キャリアモデルが A 大学の大学生の進路選択セルフ・エフィカシーに及ぼす効果. 大学教育研究ジャーナル, 20 : 67–73
- 内閣府. (2022) *Society 5.0 の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ*. 8.
- 小田理代, 登本洋子, 堀田龍也 (2023) STEM 分野のジェンダーギャップに関する予備的調査. 日本教育工学会 2023 年春季全国大会, 175–176
- OECD. (2021) *Education at a Glance 2021: OECD Indicators*. Organisation for Economic Co-operation and Development. https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2021_b35a14e5-en (参照日 2023.06. 28)
- OECD. (2022) *Share of women graduates in STEM fields*.
<https://www.oecd.org/coronavirus/jp/data-insights/did-someone-say-women-in-science> (参照日 2023.06. 28)
- Schindler, C., and Müller, M. (2019) Gender gap? A snapshot of a bachelor computer science course at Graz University of Technology. *Proceedings of the 13th European Conference on Software Architecture - Volume 2*, 100–104
<https://doi.org/10.1145/3344948.3344969>
- 杉江征, 杉岡正典, 堀田亮, 福盛英明, 今江秀和, 小橋亮介, 二宮有輝 (2022) 2021 年度学生相談機関に関する調査報告. 学生相談研究, 43(1) : 56–100.
https://doi.org/10.57289/jasc.43.1_56
- 横山明子 (2009) 大学生の進路選択・決定過程に関する研究-職業的自己実現の観点から-. 東北大学博士論文

付録

付録1 期待-価値モデルの各項目の事前・事後の平均

| | 項目 | 事前 | | 事後 | |
|----------------------|--|-------|-------|-------|-------|
| | | Mean | SD | Mean | SD |
| 成功期待 (6件法) | 私は、プログラミングに関する学習では、集中して取り組むことができます。 | 4.871 | 0.885 | 5.161 | 0.820 |
| | 私は、プログラミングに関する学習では、すると決めたら、すぐがんばることができます。 | 5.129 | 0.806 | 5.226 | 0.990 |
| | 私は、プログラミングに関する学習では、難しいと感じることで進んで取り組むことができます。 | 4.839 | 0.638 | 5.226 | 0.921 |
| | 私は、プログラミングに関する学習では、失敗してもあきらめずに取り組むことができます。 | 4.839 | 0.820 | 5.258 | 0.855 |
| | 私は、プログラミングに関する学習では、難しいと感じることで間違えずに取り組むことができます。 | 3.742 | 1.210 | 3.710 | 1.510 |
| | 私は、プログラミングに関する学習では、うまくいくまでやり遂げることができます。 | 4.710 | 0.902 | 4.968 | 1.110 |
| 実践的価値 (5件法) | プログラミングに関する学習は、私の身の回りで役に立っていると思います。 | 4.194 | 1.078 | 4.548 | 0.675 |
| | プログラミングに関する学習をすることで、身の回りのできごとや現象の仕組みを知ることができると思います。 | 4.452 | 0.768 | 4.645 | 0.551 |
| | プログラミングに関する内容をよく知っていると、ふだんの生活の中で役に立つことがあると思います。 | 4.258 | 0.999 | 4.452 | 0.675 |
| 制度的利用 価値 (5件法) | プログラミングを学習することは、希望の進路を実現するために特に大事だと思えます。 | 4.807 | 0.543 | 4.774 | 0.617 |
| | プログラミングができることは、就職する時に役立つと思います。 | 4.936 | 0.250 | 4.903 | 0.396 |
| | プログラミングに関する学習は、就職や進学をする際の試験突破に役立つと思います。 | 4.516 | 0.769 | 4.742 | 0.514 |
| 興味価値 (5件法) | プログラミングに関する学習内容は、面白いと思います。 | 4.710 | 0.739 | 4.774 | 0.497 |
| | プログラミングに関する学習は、楽しいと思います。 | 4.645 | 0.709 | 4.677 | 0.653 |
| | プログラミングに関する学習内容は、つまらないと思います。* | 4.452 | 0.768 | 4.742 | 0.514 |
| | プログラミングに関する学習内容に、興味があると思います。 | 4.936 | 0.250 | 4.807 | 0.477 |
| 獲得価値 (5件法) | プログラミングに関する学習内容を理解することで、自分が成長できると思います。 | 4.903 | 0.396 | 4.903 | 0.301 |
| | プログラミングに関する学習をすることで「こんなふうになりたいな」といった「理想の自分」に近づくことができると思います。 | 4.871 | 0.341 | 4.871 | 0.341 |
| | プログラミングについて詳しく知っている人は、かっこいい人だと思います。 | 4.161 | 0.779 | 4.161 | 0.820 |
| 機会コスト (7件法) | プログラミングに関する学習をすることで、自分の趣味のための時間が少なくなってしまうと思います。 | 4.226 | 1.407 | 4.645 | 1.624 |
| | プログラミングに関する学習をすることで、自分がやりたい他のことをやるための時間が少なくなってしまうと思います。 | 4.129 | 1.360 | 4.710 | 1.575 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、その他のやりたいことをする時間を減らす必要があると思います。 | 5.226 | 1.146 | 5.419 | 1.385 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、自分の好きな活動をがまんして勉強しないといけないと思います。 | 4.387 | 1.606 | 4.387 | 1.783 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、一生懸命勉強しなくてはならないと思います。 | 6.323 | 0.791 | 6.742 | 0.575 |
| 努力コスト (7件法) | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、かなりの努力が必要になると思います。 | 6.419 | 0.720 | 6.613 | 0.715 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、多くの時間をかけなくてはならないと思います。 | 6.419 | 0.848 | 6.516 | 0.890 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解するためには、他の教科の場合よりも時間をかけて勉強しなくてはならないと思います。 | 5.097 | 1.165 | 5.065 | 1.482 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解できなかつたら、みじめな気持ちになると思います。 | 4.258 | 1.770 | 3.774 | 1.499 |
| 心理コスト (7件法) | プログラミングに関する学習内容をよく理解できなかつたら、恥ずかしい気持ちになると思います。 | 3.903 | 1.720 | 3.355 | 1.582 |
| | プログラミングに関する学習内容をよく理解できなかつたらと考えると、不安になります。 | 4.807 | 1.973 | 4.161 | 1.791 |

*は逆転項目であり、数値は反転処理を行った。