

物理学における男女差に関する分析

東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科 学校教育学専攻 自然系教育講座
配置大学：東京学芸大学 R20-6001 荻谷 麻子

世界的にジェンダー平等が求められる中で、日本の科学技術分野、特に物理学においては男女差が顕著であることが示されている[1]。また、欧米を中心として発展している物理教育研究においては、物理学の概念理解度に男女差が存在していることが広く示されている[2]。しかし、概念理解度に男女差が生じるメカニズムや、男女差縮小のためにどのような教材や授業方法が有効であるのか、明確な答えは得られていない。また、概念理解度の男女差の要因として学習姿勢が関係していることや、学習姿勢と学習観に関わりがあることが示唆されている[2][3]が、学習観等の認識・学習姿勢・概念理解度の関係性を男女差の観点から分析した研究は未だ行われていない。さらに、男性の方が物理に向いている、というステレオタイプが女子の物理学学習に影響している可能性が考えられるが、日本の高校生における物理に対するステレオタイプの調査・分析は不十分である。

そこで本研究では、日本において、科目としての物理の学習が始まる中等教育段階における物理学の男女差に注目し、その縮小に向けた知見を得ることを目的とし、以下四点を実施した。

第一に、力学分野の概念理解度を調査する目的で力学概念調査 FCI (Force Concept Inventory)[4]、学習姿勢を調査する目的でコロラド科学学習姿勢調査 CLASS(The Colorado Learning Attitudes about Science Survey)[5]、学習観等の認識を測定する目的で物理科学に対する認識論的信念の評価 EBAPS (The Epistemological Beliefs Assessment For Physical Science)[6]を実施し、それらの関係性を複合的に分析することで概念理解度の男女差の背景を探った。

EBAPS と CLASS のスコアに対してスピアマンの順位相関係数を求めた結果、FCI 正答率の高いグループでは男女に違いは見られず、男女双方において有意な相関が見られた。一方で、FCI 正答率の低いグループにおいては、男子は有意な相関がみられたものの、女子では EBAPS と CLASS に有意な相関が見られないことが明らかになった。さらに、FCI 正答率が低いグループの女子の中には、望ましい学習観を持っていても、それを学習態度に反映できていない生徒がいることが見出された。

以上のように、望ましい認識が実際の学習姿勢に反映されないことと、概念理解度の低さに関係性があることが明らかになり、女子の学習観等の認識と学習姿勢のずれが、力学分野の概念理解度の男女差の原因の一つである可能性が示された。

第二に、これまで男女差に着目した調査がなされていない波動分野の概念理解度を調査する目的で力学的波動概念調査問題 2 MWCS2 (Mechanical Wave Conceptual Survey2) [7] を、CLASS, EBAPS とともに実施し、その結果を分析した。ここでは、概念理解の背景に学習姿勢があり、学習姿勢の背景には学習観があるというモデルを仮定した上で分析を行った。

階層的重回帰分析を行った結果、まず、CLASS の 8 つの因子の内の 1 つである「意味を考える努力 SME (Sense making/effort)」のスコアが高い生徒、つまり「意味や背景、関連性を理解しようとする学習姿勢」を持つ生徒ほど概念理解度が高いことが明らかになった。さらに、EBAPS の 5 つの軸のうちの 1 つである「軸 5 : 学ぶ力の源(Source of ability to learn)」のスコアが高い生徒、つまり「方略や努力が有効であると捉える学習観」を持つ生徒ほど、CLASS の SME のスコアが高いことが明らかになった。また、CLASS の SME と EBAPS の軸 5 の関係性が男女で異なっており、女子のほうが、「方略や努力を有効とする学習観」を持っていても、「意味や背景、関連性を理解しようとする学習姿勢」を持ちにくい傾向があることが示された。

以上のように、波動分野の概念理解度の背景には、意味や背景、関連性を理解しようとする学習姿勢があり、さらにその背景には学習方略や努力に関する学習観があると示唆された。また、女子の方が、学習観が実際の学習姿勢に反映されにくい傾向があり、このことが、学習姿勢、そして概念理解度の男女差につながっている可能性があると考えられた。

第三に、物理に対するステレオタイプと、その背景や物理学習に与える影響について探ることを目的とし、定量的なアンケート調査と、半構造化面接法を用いた質的なインタビュー調査の両方を行った。そして、その結果を、EBAPS, MWCS2 の調査結果と合わせて分析した。

アンケート調査からは、女子のほうが「物理は男性に向いている」というステレオタイプが強いことが明らかになり、インタビュー調査からも、女子の方がステレオタイプの考え方に触れるとその影響を強く受けてしまう可能性があることが示された。

さらに、概念理解度とステレオタイプの関係性を検討するために階層的重回帰分析を行った結果、女子において「物理は男性に向いている」という考えが強いほど、波動分野の概念理解度が低くなる傾向があることが明らかになった。

また、ステレオタイプに関する調査結果と、EBAPS 問 22 との間のスピアマンの順位相関係数を求めたところ、女子において「科学の成功には生まれつきの能力が必要」と考えるほど、「物理は男性に向いている」と考える傾向があることが明らかになった。さらに、インタビュー調査からは、男性と才能を結びつける考えが存在していることが見出された。

このように、本研究の調査対象者において、女子の方が「男性の方が物理に向いている」というステレオタイプを持ちやすく、このステレオタイプと概念理解度に関連性があることが示された。さらに、このステレオタイプの背景には「科学には生まれつきの能力が必要

である」という考えが存在している可能性が示された。

第四に、波動分野において男女差縮小を目指した授業開発を行い、その試行と効果の検討を行った。実践においては、能動参加型授業に、日常生活の文脈、失敗の原因を方略の不適切さに帰属させ、方略を用いることの有効性を実感させるはたらきかけを取り入れた。また、学習の前後で MWCS2, CLASS, EBAPS を実施し、その変化を分析することで実践の効果を検討した。

その結果、概念理解度、学習姿勢、学習観等の認識の男女差縮小に対する効果は見られなかった。しかし、CLASS と EBAPS のスピアマンの順位相関係数を学習前と学習後でそれぞれ、男女別で求めたところ、女子の相関係数が学習後に大きくなることが示された。つまり、本研究での実践が、女子の学習観等の認識と学習姿勢のずれを解消する効果があることが示唆された。

以上の本研究で得られた知見は、日本国内の中等教育段階の男女差の縮小、および世界規模で行われている物理教育研究の男女差研究の発展に寄与するものである。

今後の課題は、新たなモデルの可能性の検討、データ数を増やした再調査によって裏付けを行うこと、概念理解度の男女差を縮小する授業開発などを通じ、ジェンダー平等の達成に向けて、より大きく貢献する研究としていくことである。

引用文献

- [1] 文部科学省, “平成 30 年 学校基本調査”, 2018.
- [2] A. Madsen, S. B. McKagan, and E. C. Sayre, “Gender gap on concept inventories in physics: What is consistent, what is inconsistent, and what factors influence the gap?,” *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, vol. 9, no. 2, 020121, pp. 1-15, 2013.
- [3] E. J. Van Rossum, Simone M. Schenk, “The Relationship between learning conception, study strategy and learning outcome”, *Br J Educ Psychol.*, vol. 54, no. 1, pp. 73-83, 1984.
- [4] D. Hestenes, M. Wells, and G. Swackhamer, “Force concept inventory,” *Phys Teach.*, vol. 30, no. 3, pp. 141-158, 1992.
- [5] W. K. Adams, K. K. Perkins, N. S. Podolefsky, M. Dubson, N. D. Finkelstein, and C. E. Wieman, “New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey,” *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res.*, vol. 2, no. 1, 010101, 2006.
- [6] A. Elby et al, “EPISTEMOLOGICAL BELIEFS ASSESSMENT FOR PHYSICAL SCIENCE (EBAPS),”
[http://www2.physics.umd.edu/~elby/EBAPS/home.htm#:~:text=EBAPS%20is%20a%](http://www2.physics.umd.edu/~elby/EBAPS/home.htm#:~:text=EBAPS%20is%20a%20)

20forced%2Dchoice,the%20University%20of%20California%2C%20Berkeley.
(2022.3.9Access).

- [7] P. Barniol and G. Zavala, "Mechanical waves conceptual survey: Its modification and conversion to a standard multiple-choice test," *Phys Rev Phys Educ Res.*, vol. 12, no. 1, 010107, 2016.