

「多様なイノベーション を支える女子生徒数物系 進学要因分析」

男女平等意識、数物系、女性、STEM、イメージ、ステレオタイプ

研究代表者 横山 広美

所属 役職 東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構 教授

数物系の女性はなぜ少ないのか

数物系進学男女機会平等のために

横山広美

Hiromi M. Yokoyama

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構
教授

一方井祐子

Yuko Ikatai

東京大学国際高等研究所カブリ数物連携宇宙研究機構
特任研究員

井上敦

Atsushi Inoue

NIRA 総合研究開発機構 研究員

南崎梓

Azusa Minamizaki

名古屋大学素粒子宇宙起源研究機構 (KMI) 研究員

加納圭

Kei Kano

滋賀大学教育学部 教授

ユアン・マッカイ

Euan McKay

東京大学大学院理学部 特任助教

本プロジェクトでは、理系の中でも数学や物理学に女性が極めて少ない理由を、社会、両親、教員、生徒の視点で分析をし、社会に埋め込まれた性役割分担意識や優秀な女性を嫌う雰囲気、数学や物理学の男性イメージに寄与をしていることを明らかにした。性役割分担意識の分析を女性の理数系進学、特に数学、物理学と結び付けて分析をしたことに本プロジェクトの大きな特徴がある。また、女子生徒へのアウトリーチに従来の活動でよく紹介をされる就職情報に加えて、女性の自立が重要であることを伝える平等意識、また、数学ステレオタイプと呼ばれる数学能力は男性優位であるといった間違っただイメージを排除するためのメッセージは、女子生徒の理数系進学への興味を後押しすることがわかった。本プロジェクトは 10 本の論文になり、文科省特性対応型ダイバーシティ予算の新設に貢献した。

1. はじめに

日本の理数系女性人材の少なさは大きな政策課題であり女子生徒向けの理数系進学支援活動が展開されている。しかしそれにも関わらず、日本では理数系全体的女子学生率が世界と比較して低く、特に数学、物理などの女子学生率が非常に低い（学部女性率全国平均 20%, 17% など）。改善のためには、エビデンスを探る必要がある。

2. プロジェクトの目標とリサーチ・クエスチョン

独自のリサーチ・クエスチョンは、社会の性役割分担意識がどのように数学や物理など一般に難しいとイメージされる分野の男性イメージに関わるかを明らかにすることである。目標は明らかにしたエビデンスをもって、政策への寄与、アウトリーチの改善を提案することである。

3. 仮説と分析手法/アプローチ

主にインターネット調査を通じた perception 研

究を行った。教育心理学分野のモデルを元に、性役割分担意識や頭のよい女性への負の感情が、数学物理学の男性イメージに寄与しているのではと考えた。

4. 分析の結果

ここでは全体像に影響する成果をピックアップして紹介する。

4-1. 物理と数学のステレオタイプイメージ

アメリカの調査において、STEM の中でも特に数学や物理学で「天賦の才能」のイメージが強いこと、さらには「天賦の才能」のイメージが強い分野ほど女性の博士号取得者の割合が低いという関係が報告されている (Leslie et al., 2015)。しかし、「天賦の才能」が具体的にどのような能力から構成されるかについては明らかではない。

そこで、多重知能理論と二重過程理論にもとづき、STEM に必要とされる能力を 7 つ（論理的思考力・

計算能力・記憶能力・豊富な知識量・物事を迅速に判断する能力・物事を深く考える能力・社会のニーズをとらえる能力)に整理した。そして、これらの能力に男性向きあるいは女性向きというイメージがあるか、STEMの各分野でどの程度求められるイメージがあるかを日本とイングランドで調査した。

インターネット調査会社を通じて、20歳から69歳の男女(日本1177名、イングランド1082名)を対象に、STEMの6つの分野(物理学・数学・生物学・情報理工学・機械工学・化学)に必要と考えられる7つの能力に対するジェンダーイメージの程度、およびこれらの能力が各分野でどの程度求められるイメージがあるかを聞いた。

その結果、日本でもイングランドでも「論理的思考力」と「計算能力」に対しては男性的イメージが強くあることが分かった。一方、「社会のニーズをとらえる能力」に対しては女性的イメージが強くあることが分かった(図1)。

分野別にみると、物理学と数学に進学する人に対しては日本でもイングランドでも「計算能力」や「論理的思考力」が優秀というイメージが強くあった(図2)。情報理工学に進学する人に対しては、日本でもイングランドでも「論理的思考力」が優秀というイメージが強くあった。

機械工学と化学、生物学については、日本とイングランドでやや異なる傾向があった。機械工学に進学する人に対しては、日本では「計算能力」、イギリスでは「論理的思考力」が優秀というイメージが強くあった。化学に進学する人に対しては「論理的思考力」が優秀というイメージが強いことは日本もイングランドも共通だったが、次に続く2番目、3番目の能力は日本が「豊富な知識量」、「物事を深く考える能力」だったのに対してイギリスは「計算能力」、「記憶能力」だった。生物学に進学する人に対しては「豊富な知識量」が優秀というイメージが強いことは日本もイングランドも共通だったが、日本では「社会のニーズをとらえる能力」、イギリスでは「物事を迅速に判断する能力」が最下位に位置したという違いがあった。

調査を行った7つの能力のうち、物理学や数学では日本、イングランドともに上位2つの能力は「計算能力」と「論理的思考力」だった。物理学や数学に

ある天賦の才能のイメージの具体的な能力として、この2つを上げることができるかもしれない。能力に対するジェンダーイメージに加え、各分野で求められる能力のイメージについても日本とイギリスで似た傾向が多くあったことから、これらのイメージが日本とイギリスという国の違いを越えた強固なイメージであることが分かった(一方井 他 投稿中)。

次に、科学の6つの分野(物理学・化学・機械工学・情報科学・数学・生物)に対して日本人が持つ代表的なイメージと、各分野のジェンダーイメージ(男性的あるいは女性的)を調べた。

まず、20歳から69歳までの男女210名(男性105名、女性105名)を対象にオンライン調査を実施し、各分野について連想する言葉を各3つ書くよう指示した。その後、独立した4名の評価者の分析によって各分野を代表する15-20個のキーワードを抽出した。物理学では「ガリレオ」や「アインシュタイン」といった物理学者の名前が、機械工学では「油まみれ」や「溶接」といったキーワードが抽出された(表1)。

次に、20歳から69歳までの男女791名(男性397名、女性394名)を対象にオンライン調査を実施し、各分野に対するジェンダー度と、各分野で抽出されたキーワードのジェンダー度を「とても女性的(=1)」から「とても男性的(=5)」まで5段階で尋ねた。また、このときに心理学分野で開発された15問の質問群からなる「平等主義的性役割態度スケール短縮版(SESRA-S)」を用いて回答者の平等主義的態度も測定した。

分析の結果、6つの分野のうち最も男性的イメージが強い分野は機械工学、最も男性的イメージが弱い分野は生物学であることが分かった。ただし、生物学のジェンダー度は「どちらともいえない(=3)」より高い(3.13 ± 0.76)ことから、どちらかというとな男性的イメージのほうが強いことが分かった(図3)。

また、順序ロジスティック回帰分析を行った結果、物理学・化学・生物学のジェンダー度と回答者の平等主義的性役割態度との間に有意水準5%で統計的に有意な差があった。機械工学・数学・情報科学・科学・生物学のジェンダー度と回答者の性別との間にも有意な差があった。これらの結果は、平等主義的態度が低い人は高い人に比べて、また女性は男性に比べて、

これらの分野に対してより男性的なイメージを持つことを示す。

各分野のジェンダー度とそれぞれのキーワードの関係についても調べた。例えば、機械工学では14のキーワードのうち「溶接」「機械をつくる」「工具」「機械設計」に対して男性的イメージを強く持つ回答者ほど、機械工学という分野に対しても男性的イメージを強く持つことが分かった。同様に、物理学では15のキーワードのうち「アインシュタイン」「電磁場」「相対性理論」「熱力学」「原理」「理論」に対して男性的イメージを強く持つ回答者ほど、物理学に対しても男性的イメージを強く持つことが分かった。

これらの結果は、日本において、科学の各分野に対する男性的イメージが強いこと、こうした男性的イメージの形成に個人の平等主義的態度が関係する可能性を示すものである (Ikkatai et al., 2020a)。

4-2. 女子は看護学？男子は機械工学？

女性の STEM 進学について「STEM は男性に向いている」といったジェンダーイメージが障壁となる可能性がある。しかし、このようなイメージに関する日本の調査は行われてこなかった。

そこで、STEM を含む複数の分野に対する日本のジェンダーイメージをインターネット調査によって調べた。20 歳から 69 歳の男女 1086 名（男性 541 名、女性 545 名）を対象に、STEM を含む 18 分野（数学・化学・物理・機械工学・情報科学・生物・農学・地学・医学・歯学・薬学・看護学・法学・経済学・社会科学・人文学・音楽・美術）に対するジェンダーイメージを、(a) 男性・女性に向く「性別適正」、(b) 男性・女性の就職に向く「就職適正」、(c) 男性・女性の結婚に有利になる「結婚適正」の 3 つの観点で調査した。また、「平等主義的性役割態度スケール短縮版 (SESRA-S)」を用いて回答者の平等主義的態度も測定した。

その結果、(a) 性別適正については、女性に向くという回答が最も多かった分野は看護学、女性に向くという回答が最も少なかった分野は機械工学だった。一方で、男性に向くという回答が多かった分野は機械工学だった。STEM 全般で、女性よりも男性に向くという回答が多かった (図 4)。(b) 就職適正につ

いては、女性に向くという回答が最も多かった分野は看護学、男性に向くという回答が最も多かった分野は医学だった。(c) 結婚適正については、女性に向くという回答が最も多かった分野は音楽、男性に向くという回答が最も多かった分野は医学だった。

さらに、フィッシャーの正確確率検定によって、平等主義的態度のレベル（高・中・低）と性別適正の回答（向いている・どちらでもない・向いていない）との関係を分析した結果、平等主義的態度が低い回答者ほど、看護学は女性向き（図 5）、機械工学は男性向きと回答する傾向があった。

これらの結果は、日本には分野に対するジェンダーイメージが強くあること、またこのようなステレオタイプなイメージが、特に物理や数学、機械工学など「男性向き」というイメージが強い分野への女子の進学障壁になる可能性を示している (Ikkatai et al., 2020b)。

4-3. 理系一般女性は中学で物理嫌いになる

日本の多くの大学では、物理学を専攻するには大学受験の試験科目で物理を選択する必要がある。したがって、物理学を学ぶ女性が増えるためには、大学受験で物理を選択する女性が増えることが必要と考えられる。そこで、大学受験で物理を選択する背景にはどのような要因が関係しているのかを理系大卒男女を対象としたインターネット調査によって調べた。また、物理学者を対象に調査を行い、物理学者と理系大卒男女との違いについても調べた。

理系大卒男女についてはインターネット調査会社を通じて 20 歳から 69 歳の 1101 名（男性 554 名、女性 547 名）から回答を得た。物理学者については日本物理学会を通じてインターネットでの調査を行い、同学会に所属する研究者 495 名（男性 423 名、女性 71 名、その他 1 名）から回答を得た。

二項ロジスティック回帰分析を用いて分析を行った。その結果、大学受験で物理を選択した理系大卒男性と理系大卒女性とともに中学生時または高校 1 年生時に物理が好きだったと回答する傾向があった (図 6)。また中学生時または高校 1 年生時に生物が好きだったと回答した理系大卒女性については、大学受験時に物理を選択しない傾向があった。

多項ロジスティック回帰分析を用いて、中学時に物理が好きだったと回答した大卒理系男女は幼少時にどのような活動が好きだったかを調べた。その結果、理系大卒男性は小学生時に「屋外で遊ぶことが好きだった」と回答する傾向があった。一方、理系大卒女性は、例えば、小学校時には「小説や歴史の本を読むのが好きだった」「難しい算数・数学の問題を解くのが好きだった」「博物館や科学館、プラネタリウムにいくことが好きだった」、中学生時には「物理や算数を学ぶことは将来、社会に出たときに役に立つと思っていた」と回答する傾向があった。

物理学者と理系大卒男女の大きな違いとして、物理学者は男女ともに小学校・中学校・高校の頃に物理が好きだったと回答する割合が高かったのに対し、特に理系大卒女性は中学生の頃に物理が好きだったと回答する割合が大きく減った。

さらに、物理学者は理系大卒男女と比べて性役割平等主義的態度が高いという傾向があった。また、特に女性の物理学者では理系大卒男女に比べて「女性は男性に比べて数学的能力が低い」という数学ステレオタイプが弱いという傾向があった。

これらの結果は、中学生の頃に物理を嫌いになる女性を減らすことや、男女ともに幼少時に様々な経験をすることが将来の物理選択につながる可能性を示すものである (Ikkatai et al., in review)。

4-4. 固定的性別役割分担意識が進路と関係する

20世紀後半から、先進国における女性の大学進学率は著しく上昇し、現在では多くの国で男性よりも高い (Goldin et al., 2006; OECD, 2015)。しかし、専攻分野をみると、数学、物理学、地球科学、工学、コンピューターサイエンス、経済学など、数学を多用する分野を専攻する女性は、男性よりも圧倒的に少ない (Ceci et al., 2014; OECD, 2015; Kahn and Ginther, 2018)。日本も例外ではなく、文部科学省『学校基本調査』の結果によると、1981年以降の大学(学部)に入学した女子における所属学部の割合は、理学、工学、農学は長らく5%以下で低迷している。

専攻分野選択に男女差がある背景には、本人の学力だけでなく、主観的な認識や、親、教員、学校、友人など、本人を取り巻く環境が関係していることが

多数報告されており、ジェンダースtereotypeもその要因の一つとして着目されているが、日本における報告は蓄積が少ない。そこで本研究では、日本の高校生のジェンダースtereotypeと理系への進路希望がどのような関係にあるのかを調べた。

2012年に実施された2012年高校生と母親調査研究会が実施した「高校生と母親調査」のデータを用いて分析したところ、「男は外で働き、女は家庭を守るべきである」という固定的性別役割分業に関するジェンダースtereotypeを肯定した女子生徒に比べて、肯定も否定もしなかった女子生徒および否定した女子生徒は、理系を希望する確率が高く、統計的に意味のある差が確認された。一方で、「男性の方が数学や専門的な技術を使う能力が高い」という能力に関するジェンダースtereotypeは、男女ともに、理系への進路希望とは統計的に意味のある関係は確認されなかった。また、理系科目の成績、親の学歴や世帯年収といった家庭環境も、理系への進路希望と統計的に意味のある関係を持っていることが確認された。

4-5. 親は本人の希望なら基本的には賛成

男女のジェンダーギャップ指数の低い日本において、保護者の男女平等度や性役割態度が女子生徒の進路選択に影響する可能性に注目して研究を行った。

インターネット調査会社を通じて、大卒以上の娘および息子(年齢は問わない)を持つ保護者1236名(母親618名、父親618名)を対象に、保護者の男女平等度や性役割態度を、15問の質問群からなる「平等主義的性役割態度スケール短縮版 (SESRA-S)」を用いて測定した。また同時に、一般的に女子生徒が理系・文系の専門分野に進学することを志望した場合に、どの程度賛成するか、また賛成・反対の理由についても調査を行った。

順序ロジスティック回帰分析の結果、SESRA-Sのスコアが高い(男女平等で性役割態度の弱い)保護者ほど、理系・文系のどの分野であっても女子生徒が大学で学ぶことに肯定的である一方、スコアの低い(男女不平等で性役割態度の強い)保護者ほど、どの分野であっても女子生徒が大学で学ぶことに否定的であることを明らかにした。

また、どの分野でも、調査対象にした保護者全体の40%以上は、女子生徒が志望すれば進学に「すごく賛成する」「どちらかといえば賛成する」と回答し、その理由については、理系全般では「就職に困らないから」、文系全般では「女性に向いているから」を選びました。保護者から女子生徒の理系進学先として最も賛成を得た分野は薬学だった（図7）。

さらに、賛成と比較して少数ではあるが、理系進学を反対した保護者の選んだ理由を調べると、工学系全般では「女性には向いていないから」、獣医学・畜産学・看護学では「重労働だから」、薬学・医学・歯学・では「学費が高いから」が選ばれた。情報科学・生物学・数学・物理学では、賛成する保護者が「就職に困らないから」と答えたのに対して、反対をした少数の保護者は「就職があるか分からないから」を選んだ（Ikktai et al., 2019）。

また、同じデータを用いて、親の数学のジェンダーステレオタイプと娘の自然科学専攻との関係を調べたところ、「女性は男性に比べて数学的能力が低い」という意見について、そう思わない（「あまりそう思わない」または「ぜんぜんそう思わない」）と回答した母親の娘は、そう思う（「まったくその通りだと思う」と「まあそう思う」）と回答したと母親の娘よりも、自然科学分野（理学・工学・農学・保健）を専攻している確率が高いことがわかった。一方で、同様の傾向は父親と娘の関係ではみられなかった。これらの結果から、母親の数学のジェンダーステレオ観が娘に伝播し、娘の専攻分野選択に関係している可能性が示唆された。

4-6. 教師は男子生徒に生物よりも物理を勧める

日本の大学における物理学科への女子進学率は、国際的に見ても非常に低い水準にある。さかのぼると、高校での理科科目選択（物理・化学・生物・地学）の時点で、物理を選択する女子率が非常に低い一方で、女子生徒の多くは生物を選択するという、ジェンダーのアンバランスがあることが分かっている。本研究では、このアンバランスの外的要因の一つとして、高校教員の影響に注目した。

インターネット調査会社を通じて、316名の高校教師（男性257名、女性59名）を対象にオンライン

実験を行った。物理と生物との選択に悩む高校生に対して高校教師がアドバイスする場面を記述した7つのシナリオを読んでもらい、シナリオに登場する高校教師のアドバイスにどの程度賛成するかを尋ねた。

各シナリオについて、高校生の名前が女性名のもの、男性名のもの、アルファベットのものを用意した（表2）。実験群は3群だった。高校生の名前に女性名と男性名の両方が含まれるシナリオを読む2群と、高校生の名前が全てアルファベットの記号になっているシナリオを読む1群である。実験参加者はいずれかの群に割り当てられたシナリオごとに、高校教師のアドバイスに賛成する程度と高校生の性別の関係について順序ロジスティック回帰分析を用いて調べた。その結果、シナリオF（生徒は生物と物理のどちらも選択できる状況で迷っており、高校教師は受験できる学部学科の選択肢が多くなるという理由で物理を勧めるというシナリオ）で統計的に有意な差が見られた。実験参加者は、高校生が男性名であるときに生物よりも物理を強く勧める傾向があった。

また、シナリオFでは、高校教師のアドバイスに賛成する理由として「物理の方が、受験可能な学部・学科が多いと思うから」が多く選ばれた。このことから、物理の選択肢の広さが意識されたときに、実験参加者は男子生徒にのみ物理を勧める傾向があることが分かった。

一方、その他のシナリオでは生徒の性別による違いは見られなかった。全体的な傾向として生徒が物理または生物履修の希望を持っている時には、生徒の性別に関わらず、生徒の希望を応援することも分かった。

これらの結果は、高校教師は基本的にはジェンダー平等的な姿勢を持つものの、将来の選択肢の広さと男子を強く結びつけるジェンダーバイアスがまだ残っている可能性を示している（Minamizaki et al., in review）。

4-7. 男女平等観が理工系進学の意欲に関係する

日本において、「STEM（科学・技術・工学・数学）は女性よりも男性に向いている」、「女子は男子よりも数学ができない」などのステレオタイプな考え方が女子のSTEM進学の障壁となっている可能性があ

る。そこで本研究では、STEM は男女ともに就職情報が良いこと、男女平等社会実現に向けた動きがあること、数学能力には男女差がないこと、といった平等主義的な情報を提供することで、子どもの STEM 進学意欲および保護者の STEM 進学支援意欲に変化が見られるかを調べた。

インターネット調査会社を通じて、中学 1 年生の子ども(男子 544 名, 女子 545 名)とその保護者 1089 名(男性 534 名, 女性 555 名)を対象にオンライン実験を行った。実験参加者の子どもと保護者に特定の情報を読んでもらい、その前後で同じ質問に回答してもらった。情報提供前後の回答の変化を比較することで、情報提供の効果を調べた。

用意した情報は 4 種類 ((a) STEM の就職に関する情報, (b) 平等主義社会に関する情報, (c) 数学能力に男女差はないという情報, (d) 無関係情報) である。これらの情報を 4 種類の組み合わせ ((a) のみ,

(a) と (b), (a) と (c), (d) のみ) のいずれかで実験参加者に提供した。これまでの女子の理工系進学支援のイベント等では (a) STEM の就職に関する情報が提供される機会が多いことを予想し, (a) STEM の就職に関する情報を基本として (b) または (c) の情報を併せて提供するという方法をとった。

順序ロジスティック回帰分析を用いて分析を行った。その結果, (a) STEM の就職に関する情報と (b) 平等主義社会に関する情報を一緒に与えられた子どもと, (a) STEM の就職に関する情報と (c) 数学能力に男女差はないという情報を一緒に与えられた子どもでは, STEM への進学意欲に向上が見られた。

(a) STEM の就職に関する情報だけを与えられた子供では, STEM への進学意欲に変化はなかった。また, (a) STEM の就職に関する情報と (c) 数学能力に男女差はないという情報を一緒に与えられた保護者についても, 子どもの STEM 進学支援意欲に向上が見られた。

さらに, 提供した情報の内容を正しく理解した実験参加者のみを対象として順序ロジスティック回帰分析を行った結果, これらの効果は情報の内容を正しく理解した回答者で強いことが分かった。

これらの結果は, 子どもと保護者の STEM 進学に関する短期的な意欲向上について情報提供が有効で

あること, 特に就職情報と併せて平等主義的な情報を提供することが有効である可能性を示すものである (Ikkatai et al., in review)。

4-8. 性別についての社会風土が数物のイメージを作る

Cheryan et al. (2017) はアメリカにおいてコンピューターサイエンス・工学・物理学を学ぶ女性が少ないことを 3 つの要因 (Masculine culture of the fields, insufficient early experience, gender gaps in self-efficacy) で説明するモデルを提唱した。本研究では, Cheryan らのモデルをもとに 4 つ目の要因として社会風土を加え, 日本で数学と物理学に男性的イメージがあることを説明する新たなモデルを提案した (図 8)。要因 1 から要因 4 まで, 各要因に含まれる要素に対応する質問項目を用意し, 各要素に対する回答と数物の男性的イメージの程度との関係について調べた。

インターネット調査会社を通じて, 日本に住む 20 歳から 69 歳の男女 1177 名(男性 594 名, 女性 583 名)から回答を得た。また, 日本の比較対象としてイングランドでも同様の調査を行った。イングランドに住む 20 歳から 69 歳の男女 1082 名(男性 529 名, 女性 553 名)から回答を得た。日本の調査は日本語で, イングランドの調査は英語で実施した。

順序ロジスティック回帰分析を用いて分析を行った。その結果, 日本では数学と物理学の両方で要因 1 の「就職」と「数学ステレオタイプ」「頭が良いイメージ」に有意水準 5% で統計的に有意な影響があった (表 1)。それぞれ数物を学んだあとに就職する職業が男性向きと思う人ほど, 女性は男性に比べて数学的能力が低いと思うひとほど, 数物に進学する人は一般的に頭がよいと思う人ほど, 数物をより男性的なものとなす傾向があった。また, 要因 4 の「知的な女性観」については数学のみ, 統計的に有意な影響があった。「女性は知的であるほうがよい」という意見に反対する人ほど数学をより男性的なものとなす傾向があった。

同様に, 英国では数学と物理学の両方で要因 1 の「就職」と「数学ステレオタイプ」に統計的に有意な影響があった。「女性のロールモデル」については,

物理学でのみ統計的に有意な影響があった（表 2）。物理学分野出身で活躍している女性を具体的に想像できない人ほど物理学を男性的なものとみなす傾向があった。また、要因 4 の「異性モテイメージ」は数物ともに統計的に有意な影響があった。特定の学部・学科に進学すると、異性にもてないといった趣旨のことを言われた、もしくは聞いたという経験がある人ほど、数物を男性的なものとみなす傾向があった。

これらの結果は、数物に対する男性的なイメージの形成に影響を与える要因について日本と英国で共通する要因があること、さらには社会風土としての要因 4 が重要な影響を与えることを示唆するものである（Ikkatai et al., in review）。

5. 考察（成果の妥当性と有用性）

数物の男性イメージに、就職イメージのみならず数学ステレオタイプが強く利いていることがわかったのは大きな成果だった。また、根深い性役割分担意識や、優秀な女性を嫌う雰囲気、数物の男性イメージに影響することを数量的な解析で確かにし、課題として取り上げたことは、問題の根深さを示す結果だった。

6. 政策的含意と提言（「誰に、何を」）

大きく 2 つのグループに提言をしたい。ひとつは政策担当者、親、生徒本人を含めた社会全体へであり、数学ステレオタイプの解消と同時に、平等意識を訴えることが生徒の進学意欲を高める結果は有用である。もうひとつは、教育現場であり特に中学時代に女子生徒が物理を嫌いと思うことなく継続して学ぶことができるような後押しをお願いしたい。

7. おわりに（残された課題と今後の展望）

男女平等の議論で出てくる、平等社会の話題と、理系進学の問題を、架け橋としてつないだことに、大きな意味があったと思う。数学ステレオタイプの解消は平等意識の改善と比較すると先に改善できるのではないかと期待をしている。平等意識の改善は時間がかかり容易ではない。しかし、日本の長い歴史の中

で諸先輩方が努力を重ねてきた。そうした活動に敬意を払いつつ、次の時代によりよくバトンタッチするために、今後成果の広報活動にも力を入れていきたい。

参考文献

- Ceci, S. J., Ginther, D. K., Kahn, S., & Williams, W. M. (2014). Women in academic science: A changing landscape. *Psychological Science in the Public Interest*, 15(3), 75-141.
- Cheryan, S., Ziegler, S. A., Montoya, A. K., & Jiang, L. (2017). Why are some STEM fields more gender balanced than others?. *Psychological bulletin*, 143(1), 1-35.
- Goldin, C., Katz, L., & Kuziemko, I. (2006). The homecoming of American college women: The reversal of the college gender gap. *The Journal of Economic Perspectives*, 20(4), 133-156.
- Ikkatai, Y., Inoue, A., Kano, K., Minamizaki, A., McKay, E., & Yokoyama, H. M. (2019). Parental egalitarian attitudes towards gender roles affect agreement on girls taking STEM fields at university in Japan. *International Journal of Science Education*, 41(16), 2254-2270.
- Ikkatai, Y., Minamizaki, A., Kano, K., Inoue, A., McKay, E., & Yokoyama, H. M. (2020a). Masculine public image of six scientific fields in Japan: physics, chemistry, mechanical engineering, information science, mathematics, and biology. *Journal of Science Communication*, 19(6), A02.
- Ikkatai, Y., Minamizaki, A., Kano, K., Inoue, A., McKay, E., & Yokoyama, H. M. (2020). Gender-biased public perception of STEM fields, focusing on the influence of egalitarian attitudes toward gender roles. *Journal of Science Communication*, 19(1), A08.
- Kahn, S., & Ginther, D. (2018). Women and science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Are differences in education and careers due to stereotypes, interests, or family?. In S. Averett, L. M. Argys, and S. D. Hoffman (Eds.) *The Oxford Handbook of Women and the Economy* (pp. 767-798), Oxford University Press.
- Leslie, S. J., Cimpian, A., Meyer, M., & Freeland, E. (2015). Expectations of brilliance underlie gender distributions across academic disciplines. *Science*, 347(6219), 262-265.
- OECD (2015). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*, Paris: OECD Publishing.

キーワード

男女平等意識、数物系、女性、STEM、イメージ、ステレオタイプ

図表

表 1 分野のキーワード

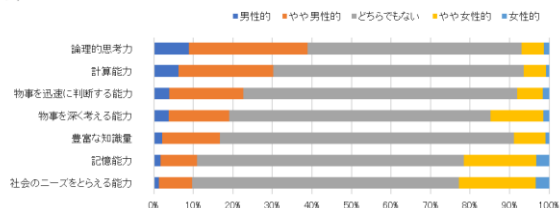
No.	物理学	化学	機械工学	情報科学	数学	生物学
1	ガリレオ	ガスバーナー	油まみれ	ゲーム	論理	ダーウインの進化論
2	アインシュタイン	化学式	溶接	プログラミング	ピタゴラス	解剖
3	ニュートン	元素記号	機械をつくる	SE	方程式	顕微鏡
4	力学	元素	工具	ビッグデータ	証明	マウス
5	電磁場	分子	エンジニア	情報通信	法則	生態
6	相対性理論	ベンゼン環	機械設計	情報処理	定理	食物連鎖
7	熱力学	化学反応	航空機	コンピューター	図形	IPS細胞
8	原理	新素材	ロケット	人工知能(AI)	円周率	クローン
9	数学	モル	自動車	ICT	公式	ミジンコ
10	方程式	試験管	歯車	ディープラーニング	素数	細胞
11	理論	ピーカー	ロボット	データ	美しさ	DNA
12	公式	リトマス試験紙	開発	パソコン		遺伝
13	法則	薬品	ものづくり	インターネット		生命
14	現象		実用			
15	宇宙					

表 2 使用したシナリオの一例（シナリオ F）

回答グループ	回答者が読むシナリオ
グループ 1	生徒 F は、生命豊かな自然を守ることに関わりたと思っている。 大学を調べたが、工学部の環境学にも、理学部の生物学にも、興味のある研究室が多く見つかり、まだ希望の学部・学科を絞れていない。1 年生の成績は特によいわけではないが、真面目な性格だ。進路指導の先生は、物理で受験できる方が、選べる学部・学科の幅が広がるので、生物選択ではなく物理選択を勧めた。
グループ 2	雪子さんは、生命豊かな自然を守ることに関わりたと思っている。 大学を調べたが、工学部の環境学にも、理学部の生物学にも、興味のある研究室が多く見つかり、まだ希望の学部・学科を絞れていない。1 年生の成績は特によいわけではないが、真面目な性格だ。進路指導の先生は、物理で受験できる方が、選べる学部・学科の幅が広がるので、生物選択ではなく物理選択を勧めた。
グループ 3	たかしさんは、生命豊かな自然を守ることに関わりたと思っている。 大学を調べたが、工学部の環境学にも、理学部の生物学にも、興味のある研究室が多く見つかり、まだ希望の学部・学科を絞れていない。1 年生の成績は特によいわけではないが、真面目な性格だ。進路指導の先生は、物理で受験できる方が、選べる学部・学科の幅が広がるので、生物選択ではなく物理選択を勧めた。

注) 回答グループは、7つのシナリオを読んで、質問に答える。
グループによる違いは、生徒の名前部分のみである。

(a) 日本



(b) イングランド

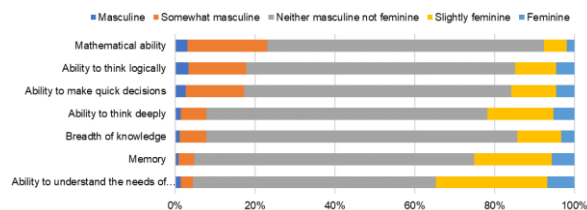
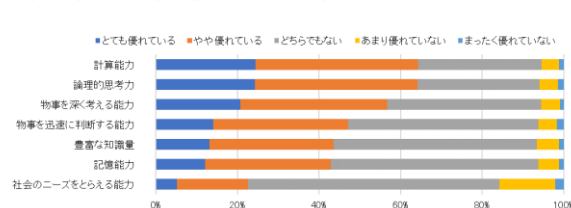


図 1 7つの能力に対するジェンダーイメージ。「論理的思考力」と「計算能力」に対しては男性的イメージが「社会のニーズをとらえる能力」に対しては女性的イメージが強い。

(a) 物理学に進学する人に対する能力のイメージ(日本)



(b) 物理学に進学する人に対する能力のイメージ(イングランド)

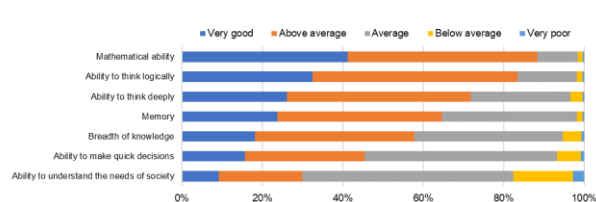


図 2 物理学に必要とされる能力。日本とイギリスともに物理学に進学する人に対して「計算能力」や「論理的思考力」が優秀というイメージが強い。

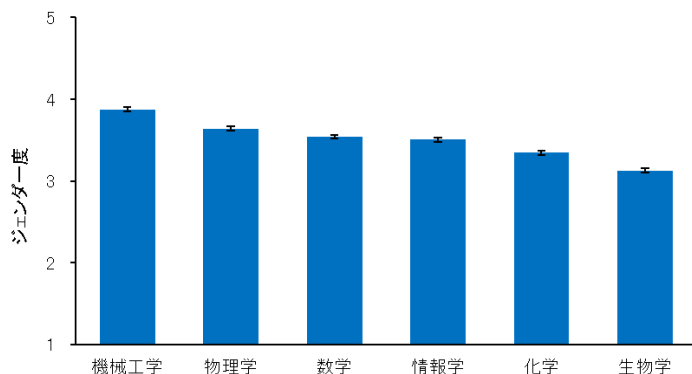
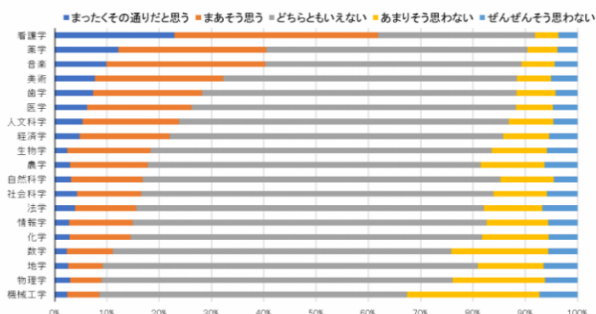


図 3 各分野のジェンダー度。ジェンダー度は「とても女性的 (= 1)」「やや女性的 (= 2)」「どちらともいえない (= 3)」「やや男性的 (= 4)」「とても男性的 (= 5)」に対応する。エラーバーは $1 \pm \text{SEM}$ を示す。

(a) (各分野は)女性に向いていると思いますか？



(b) (各分野は)男性に向いていると思いますか？

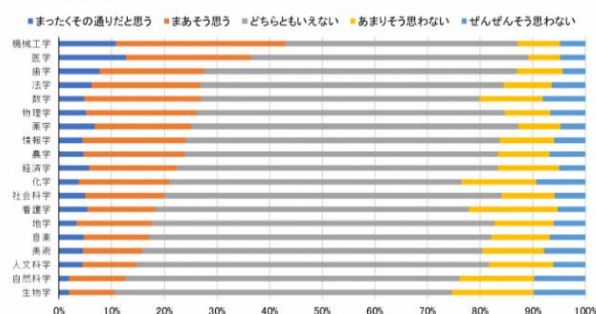
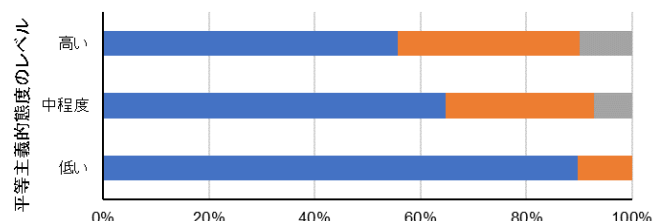


図4 性別適正のジェンダーイメージ。女性に向いているという回答が最も多かった分野は看護学(a)、男性に向いているという回答が最も多かった分野は機械工学(b)だった。

(a) 看護学は女性に向いていると思いますか？



(a) 看護学は男性に向いていると思いますか？

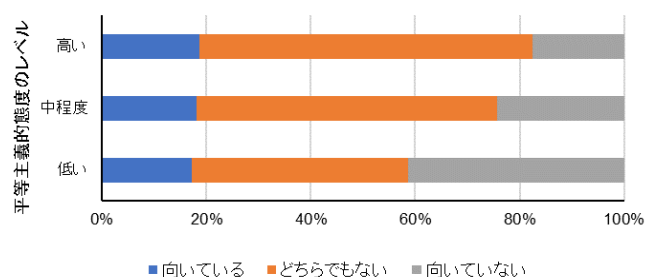


図5 看護学における平等主義的態度のレベルと性別適正のジェンダーイメージの関係。平等主義的態度が低い人ほど、看護学は女性に向くと回答する傾向があった。

物理を「好きだった」と回答した割合

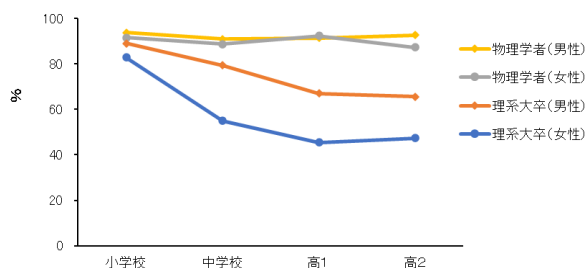


図6 物理を「好きだった」と回答した割合。理系大卒女性では中学生の頃に物理が好きだったと回答する割合が大きく減る。

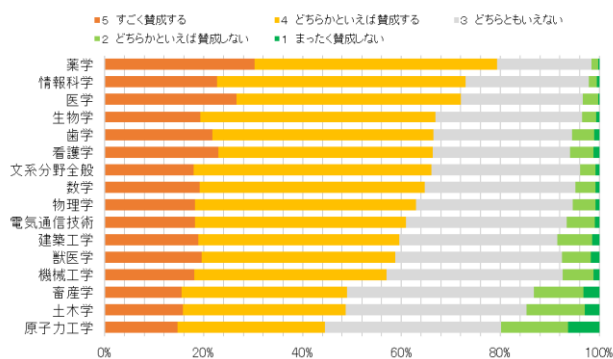


図7 一般的に女子生徒が理系・文系の専門分野に進学することを志望した場合に、保護者が賛成する割合。保護者から女子生徒の理系進学先として最も賛成を得た分野は薬学だった。

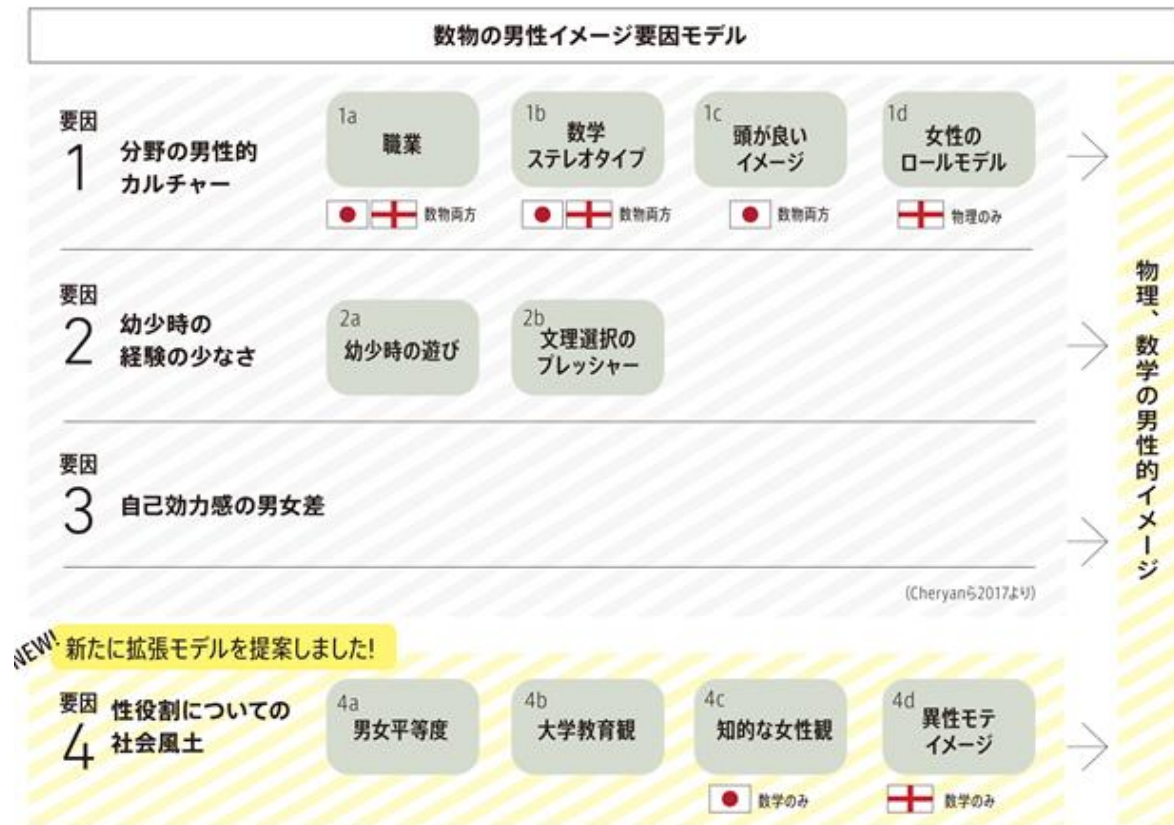


図8 数学と物理に男性的イメージがあることを説明する新たなモデル（数物の男性イメージ要因モデル）。