機密性１

戦略的創造研究推進事業

（社会技術研究開発）

平成２９年度研究開発実施報告書

「科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「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」

横山　広美

（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）

目次

１．研究開発プロジェクト

プロジェクト名称「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」

英 語 表 記　An analysis of the factors that influence women and girls to pursue physics and mathematics

研究代表者 ：横山広美（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）

研究開発期間：平成29年10月 ～ 平成32年10月（36ヵ月間）

参 画 機 関 ：東京大学、滋賀大学、政策大学院大学、名古屋大学

２．研究開発実施の要約

本プロジェクトは、数物系の大学進学時の割合の低さに注目をし、女子生徒が中学から高校にかけて進路選択をする際に、数物系学科がどのような理由で避けられているのかその障壁を調べるために実施している。

２－１．研究開発目標

【平成29年10月～30年3月　アウトプット目標】

数物系女性研究者グループインタビューを実施（変更：イメージ調査に変更、数物系女性研究者グループインタビューは平成30年度に学会員に実施予定）、インターネット調査で親のアンケート調査を実施、既存のデータから関連要因を探索

【平成29年10月～30年3月　アウトカム目標】

数物系女性教員が進路を選んだ理由（変更：社会のイメージ調査、平成30年度学会員調査で対応）、親の応援や理解、阻害要因などを探索的に抽出、親は子供の進学に際して何を重視しているのかを抽出、上記以外の要因を抽出、上記を統合して、「女子生徒が数物系に進学しない理由」モデルを構築

２－２．実施項目・内容

（１）既存の研究内容を整理した。主にアメリカの教育心理学の数十本の論文および書籍、日本の理科教育、教育社会学、ジェンダー論、家族心理学等の書籍から情報を得て整理をした。

既存のデータを集積・再解析をした。女子生徒の数物系進学に関する現状の理解に努めた。OECD国際比較データ*1、学校基本調査*2、PISA、TIMSS、東京大学教育学研究科大学経営・政策研究センター*3、World Value Survey*4、経済産業省平成27年度産業技術調査事業（産業界の人材ニーズに応じた理工系人材育成のための実態調査）調査報告書*5の既存のデータから、女子の数物系進学に関するデータを再解析あるいはプロットした。

（２）調査①　本プロジェクトでは、社会の不平等的な女性規範と、数物系女子の関係に注目をした。そこで「社会の数物系と女子に関するイメージ調査」を実施した。特に、回答者個人が持つ不平等度を心理学分野で開発され、国際調査でも用いられる平等主義的性役割態

度スケール短縮版SESRA-S*6（家庭に関するもので例えば女性は外で働かず家にいるべきである、など）を用いて測定した。日本は残念ながら男女共同では遅れた国であり世界経済フォーラムのジェンダーギャップ指数が世界と比較して低い（114位）。我々は、個人が持つ不平等度と、女子生徒の進路先（調査対象にしている数物系：物理、数学のほかにも機械工学、看護、薬学）など分野別に調査した。ジェンダーギャップ指数が低いことから、日本の女性に対するゆがんだ社会規範があるのではと考え文献を調査中である。こうした文化的背景が、日本の女子生徒の進学選択に影響を与えていることが考えられる。実際、大学の物理学の教授数名から、「結婚に不利（と女子学生の親が思い込んでいる）」「（数物ができる女子は）かわいくない」などのキーワードを得ていて、これも調査に用いた。

（３）調査②　次に、大卒の女性をもつ親（父・母）に、娘の進学に際して何を希望したか、「娘をもつ親調査」を実施した。その際に、イメージ調査と同様、回答者個人の不平等度を測定した。さらにここでは、「女子よりも男子の方が数学的能力が高い」というステレオタイプの思い込みが、どの程度影響するかを調べた（注：数学のトップ層に男子が多いことは事実であるが、集団としては数学的能力に男女差はなく、個人差が圧倒的であるという事実が世界的なコンセンサスである）。

（４）上記の結果から、日本において数物系女子が少ない理由のモデル構築を行った。（また、調査①②の詳細解析は平成30年度に実施中であり、モデル構築もこの解析に応じて進化する予定である）。

２－３．主な結果

（１）OECDのデータによると大学の物理コースの女子率は、アメリカ・ドイツなどは40%、スペインとエストニアは60%、ポーランドは70%と突出して高い。学校基本調査によると日本の物理学科の女子割合は20%未満と諸外国と比較しても低い。女子生徒は物理よりも生物学を好む傾向が強く、高校物理IIの選択は男女合わせた全体の2割程度で、女子はその中の2割程度なので、女子全体ではわずか4%（２つのデータからの推定、今後確認）に過ぎない。

（２）アメリカを中心とした教育心理学の論文群から、数学における「自己効力感」が重要で女子は低いことが問題であることがわかった。また男女共同参画が進んでいる国ほどSTEM分野の卒業生女子割合が低いという結果もあり、イタリアやインドでは男子が物理学科に進学せず女子率が高くなることも周辺の聞き取り調査から得ることができた。ここから現段階で言えることは、数物系の女子の進学要因は、国の文化的背景や性的役割分担の違いにより、単純な国際比較は難しいということである。

（３）調査①の新規に得た日本のイメージ調査から、女性に向いているかどうかという点で看護学や薬学が向いていると答える人が高く、機械工学や物理学が低かった。反対に男性に向いているかどうかと聞くと、機械工学、機械工学をのぞく工学全般が高く、生物学が低かった。

（４）調査②の新規に得た親調査のデータから、不平等度が強い（女性は家にいるべきだ等）

親ほど、女性の進学全般、また数物系進学にも否定的であることがわかった。（調査①②の詳細な結果については平成30年度実施報告書に報告予定）。

（５）上記の結果から、現段階で「女子生徒は早くから生物学を好む傾向があり、高校物理IIの選択者が少ない。これには本人や学校のみならず、親や就職状況、女性に対する不平等的な規範等の社会的要因が考えられる。」というモデルを構築しており今年度、このモデルを改善しながら検証を進める予定である。

３．研究開発実施の具体的内容

３－１．研究開発目標

科学技術イノベーション政策において理系女性人材の育成は中核のひとつである。第5期科学技術基本計画には、2020年までに女性研究者割合を30%にすることが明記されている。また多くの学会も調査や取り組みを強化している。全体として、理工系人材の女性割合は上昇傾向にあるが、理系の中でも女性割合が比較的高い生物（以降学校基本調査より2017年度学部女子学生割合約40%）と比較しても物理分野（17%）で大きな隔たりがある。物理分野が17%であることは、国際的に見ても低い数字で、アメリカ・ドイツなど40%でもまだまだ女性比率が低いと活動を展開している国々と比較しても、より切迫感をもって対処してよい問題である。またかつ女性割合の低い物理分野は、近年でも改善があまり見られないことは、これまで学会等の取り組みが中心であり、政策課題の論点としては取り上げられてこなかった。

理系女性人材の議論全体としては、２つに分けることができる。ひとつは理系の大学進学を決めるまでである。もうひとつは、学業を終えた後のキャリア形成においての議論で、ライフイベント等をうまく乗り越えていくことがポイントになる。このプロジェクトでは、これまで政策的に注目はされてこなかった、物理学科の女性割合が低いことを中心に、大学進学時の進路選択、およびそれに至る前の社会的影響に注目する。大学の進路先を選ぶ際に、物理学科のみならず数物系の女子の割合が少ないことに対して、何が理由であるかを解明することを研究すべき課題と設定した。大学や研究所の女性教員は毎年のように支援イベントを行っているが、成果が見えないことに疲弊感を覚える教員も少なくない。大学や研究所および科学技術の人材に関する政策も、こうした理系女性支援事業についても、何をすべきか、どこに注力すべきかエビデンスを必要としている。

数物系に女子が少ないことは、どのような社会的課題をはらんでいるのだろうか。本プロジェクトではすべての分野で男女の比率が半々であるべきだという主張はしない（ノルウェーなど北欧の大学では、女性率が高い分野に男性が希望する際にポイントを出すなど、ジェンダー格差を女性比率が高い分野においても解消する努力がされていることは注目に値する）。若い女性が人と関わる仕事を男性よりも好むことは知られており、ある分野で女性比率が高くなること、また反対に男性比率が高くなることは現状で見受けられる。就職の面からも人材輩出が多い分野は女性が働きやすい環境がより先に整えられていることも想像に難くない。

しかしある学問分野で過度に女性比率が低い状況は、特にその分野が社会と関わりを持つ際に、女性の観点が欠如し、いずれは問題になってくるであろう。また研究分野のアカデミアであっても、女子学生が少ないことが女性教員比率の少ない原因となり、女子学生のロールモデルが少ないことがいつまでも解消されないのは問題である。数物系女子が少ない理由についてエビデンスを得て、政策的対応をする必要がある。

多くの教育心理学、発達心理学等、心理学や教育学に関わる研究者が理系に女性が少ない理由に取り組んできた。特にミシガン大学のエクルズ教授のグループは、35年に渡って物理分野の女性比率が少ないことを研究してきており、本プロジェクトに大変有用な成果を多く出している。彼らの分析は、物理や工学に関する職に就く女性が少ないのは、数学の能力や職業での成功を予見することでもなくて、違う種類の職業に対して持っている価値観のジェンダー差が原因であると指摘している。若い女性は人や社会志向の仕事を志す一方、物理科学関連の職業を志望する女性は、人や社会志向の仕事にほとんど価値を置かない*7。

脳科学も含めて世界的なおおむねのコンセンサスは、男女に生まれつきの能力差はないこと、空間認識能力は確かに男性の方が高いが女性の能力を上げることは比較的簡単であること、集団よりも圧倒的に個人的や文化的（国による）差異が大きいこと、数学の男女の成績はほぼ同一である（上位層と下位層は男子が多い）のに自己効力感は女子のほうが低い、しかしこれについても適切な対処が可能であるといったことである*7。

ケンブリッジ大学のサイモン・バロン＝コーエン教授は、共感を示す女性の特徴と、システム化を得意とする男性の特徴について研究を行っている。多くの男の子は組み立て型や機械じかけのおもちゃで遊ぶのに対し、女の子は人形の世話などをする。コーエンの重要な指摘は以下の通りである。心に性差はあるのかという科学的疑問と、どのようにすると科学や他の分野への女性の平等な参加を実現できるかという社会政策の議題は、区別し考えることができるということである。また、ステレオタイプ化を科学的に正当化することはできず、性別に基づいて個人の適正や興味を予測することはできない*7。

本プロジェクトで一番の課題とするのは、なぜ日本ではこれほど数物系女子が少ないのか、その背後にある阻害要因を把握し、政策反映を検討することである。特に欧米と比べて日本独自の、女性に対する社会規範（例えばやまとなでしこに代表されるような控えめな女性像）が、あるいは根強い女性差別が、原因となっている可能性があることに注目をし、社会規範に注目する。海外の研究の蓄積も、これまでの国内の研究も生かしながら、新しい着眼点でエビデンスに迫る。同時に、後半期には、数物系職業と人指向ニーズについて研究を進め、もし数物系でかつ社会ニーズが高い分野（機械工学やIT系など）の人指向ニーズが多いならば、それを保護者や生徒に伝えていく手法を検討する。

そこで我々は初年度である平成29年度に、基本的な日本の現状を把握するための調査、研究を行った。アウトプット目標（インターネットイメージ調査、インターネット親調査、既存データの解析、論文整理）とアウトカム目標（社会の数物系に対するイメージ、親の

応援や理解、阻害要因抽出、これまでの論文による周辺現象の理解および女性生徒が数物系に進学をしない理由モデルの構築）に分け実施した。

３－２．実施方法・実施内容

（1）過去の論文、研究の収集

本プロジェクトが注目をする、女子生徒の数物系進学についてどのような過去の研究があるのか整理をした。主にふたつのテーマについて調べた。

ひとつは、数物系女子進学に関する論文、書籍の内容を整理した。大学の数物系の低さに注目した教育心理学のアメリカをサンプルとする論文が主だった。一部イギリスのデータもあったが日本のデータをもとにした英語論文はこれまでのところ目立ったものはない。

もうひとつは、科学のイメージについての論文群である。特に数物系のイメージが、社会でどのように語られているのかを調べた。イメージ論文は古いものから現在にいたるまでそれほど数が多くなく、日本に関しては日本語論文１本があるのみだった。

日本の社会規範等については平成30年度に集中的に行う予定である。

（2）既存データの収集、分析

国際比較ではOECDの教育局を中心とした国際比較データがあることに着目をして、物理学科を含む理系分野を中心に国際比率比較のプロットを作成した。

国内では東京大学大学院教育学研究科大学経営・政策研究センターが調査を行った高校生の進路選択に関するデータを東大社研附属社会調査・データアーカイブ研究センターから借り受け、専攻分野選択の男女差に着目した分析を行った。

また、TIMSSの数物、生物等の成績、経産省の理工系人材需給状況情報、学校基本調査など関連情報を収集し、新たなプロットを作成して研究に役立てている。

日本学術会議の平成28年提言「これからの理科教育のあり方」*8にも貴重なデータが掲載されている。また、文科省「高等学校理科教員実態調査報告書」*9等も役立てている。

（3）インターネット調査

ふたつのインターネット調査を実施した。調査会社マクロミルに依頼し、20代から60代の各年齢層の男女に対して行った。年代層、男女比は国民の分布と合わせた。一つ目の調査は2018.03.01～ 2018.03.02に一般向け1086人に対して、二つ目の調査は2018.03.26 ～2018.03.27に1236人に対して行った。それぞれに質問用紙を用意し、前者は社会人一般、後者は大卒の娘を持つ親に対して実施した。

実施における今年度の体制図は以下の通りである（Figure 1）。まずは論文、書籍の読み合わせと同時に既存データの解析を進めた。これらを基にインターネット調査を設計し、２つの調査を実施した。

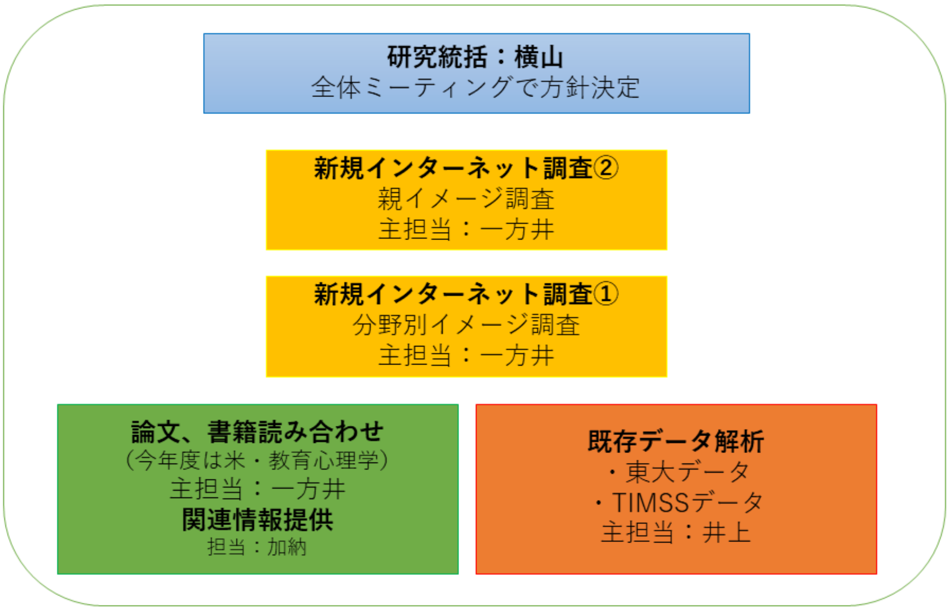

Figure 1 実施体制図。論文や書籍読み合わせ、既存データ解析を基に調査を設計し新規データを得た。

３－３．研究開発結果・成果

（1） 過去の論文、研究からわかったこと

女子生徒とSTEM教育の文脈で教育心理学を中心にした国際的･また国内の理科教育に関する研究、書籍の蓄積がある。これらの研究の蓄積を網羅し本研究のポイントを絞った。特に近年の教育心理学、心理学の論文から学ぶことがあった。

数物系の女子が少ないことは世界的な傾向である*10。物理系に進んだ女性の共通点として、普通でないことを誇らしく思う*11、学部の数物系女子は様々な心理的因子をもつこと（数学の能力、専攻を変更するかもしれないという気持ち、修士号や博士号をとりたいという気持ち、芸術嗜好など*12）、物理学を希望する学部の物理女子が思い描くメジャーなキャリアは研究者*12、博士の物理学女子は「physicist」として認識されるよう男性以上に努力*13していることがわかった。

主にアメリカの教育心理学の論文群から、小学生女子は人を助ける仕事に興味を持つ傾向がある*14、数学不安に影響するのは自分には能力があると思う「自己効力感」が重要であり、数学の重要性を認識すると数学コースへ進学しやすい*15、物理学を希望する女子学生はアメリカでは過去40年間増えていない*12などがある。特に、母親が娘の数学能力をどの程度に判断するかが、娘の数物系進路に強く影響しているという結果は参考になった。具体的には、男子は物理系進学が多く、母親の数学能力の評価にあまり影響がない傾向がある。一方で女子は男子と比較して、母親からの評価が極めて高い場合に男子並みに物理系進学をしている。また、母親の子供の数学能力の評価が低いと女子はほぼ生物系に進学、高いほど物理系進学が増える傾向がある*16。また、物理学への女性参加を促すには教育学的、カリキュラム的、組織的なアプローチが必要である*17といった教育心理学分野の文献

を整理した。また、経済状況がよい子どもが物理を選ぶ傾向がある*18ことも確認した。

特に注目をしたのが、ジェンダーギャップ指数とSTEM分野の卒業生の女性割合を国際比較プロットをした論文であり*19、これによると男女共同参画が進んでいる国ほどSTEM分野卒業生の女子割合が低い。これは、男女共同参画が進んでいる国ほど、ジェンダーの差がなくなり、STEM分や卒業生の女子割合が5割に近づくという我々の直感に反する。ジェンダーギャップ指数が低い国で、物理系学科には男子が行かないので女子のほうが高くなるという「ネガティブ効果」もあると聞く。これらの情報、また、突出して物理系女子割合の高いポーランドからの示唆は、女子生徒の数物系選択は、その国ごとの文化的背景に強く影響を受けているであろうという点である。

物理女子の特徴については、普通でないことを誇りに思っている点で異例の存在である*11。博士の物理学女子は物理学者として認識されるよう、男性以上に努力*13している。学部で物理専攻を希望する女子がもつ因子には、数学の能力、専攻を変更するかもしれないという気持ち、修士号や博士号をとりたいという気持ち、芸術嗜好などがある*12。学部で物理専攻を希望する女子が思い描くメジャーなキャリアは研究者*12が多い。

白人以外はSTEM女性が少ない。おそらくSTEMに興味がないというわけではなく、もっと複雑な影響がありそうである。アジア人女性は例外的にSTEM人口が多い人種である*20。また、経済状況がよい家庭の子どもが物理を選ぶ傾向がある*18。

家族からの影響については、科学への進学は祖父母や両親の影響を受ける*21。両親の応援*16や、両親の態度が子ども自身の信念形成や成績に強く影響*22*23。両親の娘に対する期待*24*25にも詳しい。

大学入学前の経験については、女子は幼少時に科学に関する経験が少ない*14ことが指摘されている。理科の教師の接し方が女子と男子とで違う*26ことも知られている。また、小学校の課外活動経験に男女差がある*14。その地域にいるSTEM女性の多さ／少なさが高校女子の物理選択に影響*27をしているのは興味深い。物理女性のロールモデルについては、大事という意見と影響がないという意見がある。

心理的要因については、女子は自分の能力を過小評価（*17に複数の参考文献の記載あり）する傾向がある。また、女子は物理の自己効力感が男子より低い（*10など）。女子はサービス志向、人指向の職業を選ぶ*12。

STEM分野についてもっている認識としては、STEMの特定の分野はオタクっぽいと思われている*28。ステレオタイプなイメージに関する研究は、男性*29、激務、責任があるなどのイメージである*30。我々は、科学のイメージにも注目をして論文を探した。化学的な視覚イメージの要素が強い*31、女子は物理を戦争や破壊との関連でイメージ*14、女子は生物をいきものの健康やケアとの関連でイメージ、科学は男性っぽいというイメージは女子高より共学で高い*32ことが知られている。

次に、STEM分野の中でも、数物系に特化したイメージについて調べた。「難しい」、「美しい」*33というイメージがある。中学生は、物理は「生物よりも難しい学問」だと思っている*10。女子高校生は物理は「実生活に役立たない」*34と思っている。そして、物理は象徴的なイメージ（エンブレム）をもたない*31。アインシュタイン*29など人のイメージはある。

ポーランドについては、研究代表である横山の知り合いをたどりメールインタビューを行ったが、数物系の多い理由ははっきりしなかった。しかしいずれにしても2度にわたってノーベル賞を受賞したマリー・キュリーの出身国であることは影響が大きいであろう。共産圏であることなどが考えられる。

イスラム圏にはリケジョが多い。あなたがエンジニアになったらママは誇らしいという子守唄がある。これは、理系＝稼げる職業と認識されているからかもしれない。チュニジアやヨルダンでは成績によって自動的に進路がきまる[1]。豊かな先進国ほど「理工・理数系の仕事に就きたい」「数学や科学が好き」と答える中２女子生徒（＝８年生）の数が少ない*35。ジェンダーギャップがない国ほどリケジョが少ない*19。

物理での成功には、数学的能力、空間能力、言語能力が必要*7数学的能力：ごくわずかだが女性が有利またはジェンダー差が小さい、空間能力：一部（心的回転）でジェンダー差が大きい、言語能力：ジェンダー差が小さい。例えば数論能力では性差による差異は小さく、国による差異の方が大きい（*7生まれつき能力差があるとは断言できない。女子は生き物が好き、人を助ける仕事が好き*14。１歳の男子は人の顔より通り過ぎる車を見るほうを好む。女子は逆の好みを示す。男子と女子は違うおもちゃで遊ぶ。女子の人形の世話は共感にかかわる。女性は共感：分かち合い、他人の苦しみに共感反応を示す、男性はシステム化：乗り物、ブロックなど機械的なおもちゃを好む、数学物理工学、高いシステム化能力が要求される*7。

試験の点数については、アメリカのSAT－M数学分野の高得点者は、７００点以上で男女比は１３：１と男性が多い*7。PISAの日本の結果は、科学的リテラシーと数学的能力に男女差はないかあるとしてもほんのわずかであるとされている。TIMSSの結果では、算数・数学は小4、中2ともに男女差が見られない[2]。そのほかにも、物理の問題の解き方*36が異なる、計算主体ではなく、概念をしっかり説明する授業を行ったところ、とりわけ知能の高い女子生徒に大きな効果が見られたことや、現在では、現在では男女の差異は社会的に作られる部分が大きいという考え方が主流であることを確認した[3]。

---

[1] https://www.newsweekjapan.jp/stories/world/2017/12/post-9034.php
[2] http://www-w.cf.ocha.ac.jp/cos/sympo2/
[3] https://thepage.jp/detail/20170818-00000004-wordleaf

（2） 既存のデータ再解析、収集からわかったこと

OECD諸国の数物系女子比率の比較プロットを検討

Science, mathematics and computing分野における女性比率はサウジアラビアやコロンビアといった国では60%以上と高く、日本では30%と程度と低いことを確認した（Figure 2）。

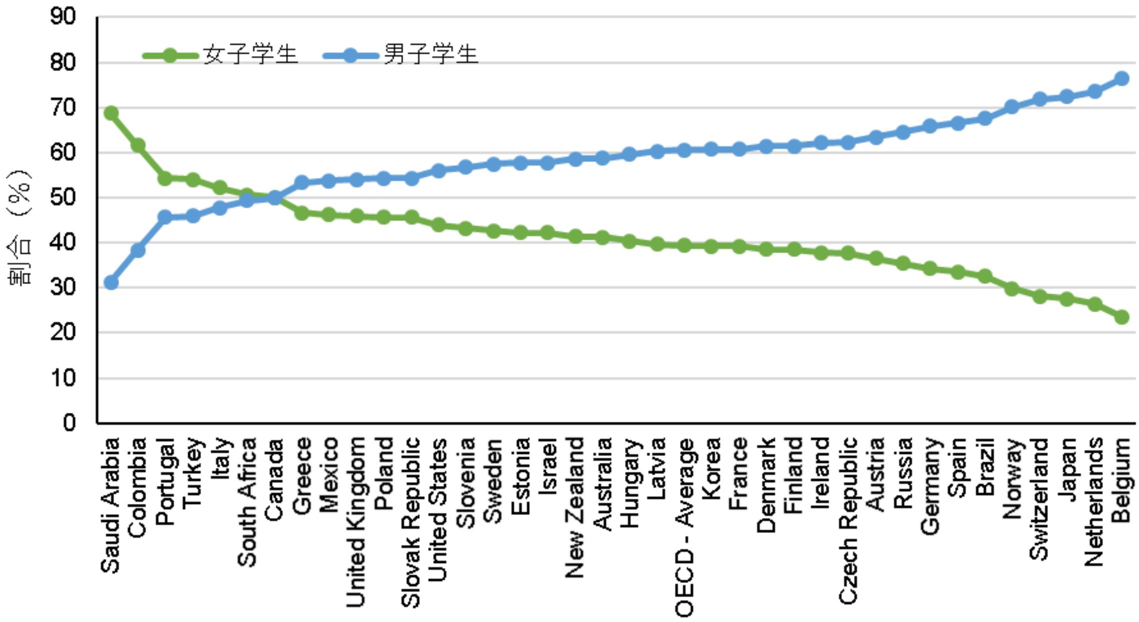

Figure 2 Science, mathematics and computing分野における学部レベルの学生の男女比。女性比率はサウジアラビアが突出して高く、ベルギーがもっとも低い。OECD Education at a glance 2015より作成。

また日本における理学部のいくつかの学科の過去30年の女性割合の推移をプロットした（Figure 3）。全体としては伸びているように見えるが、物理学科の女性割合の伸びは低く、数学にいたってはむしろ下がっている。

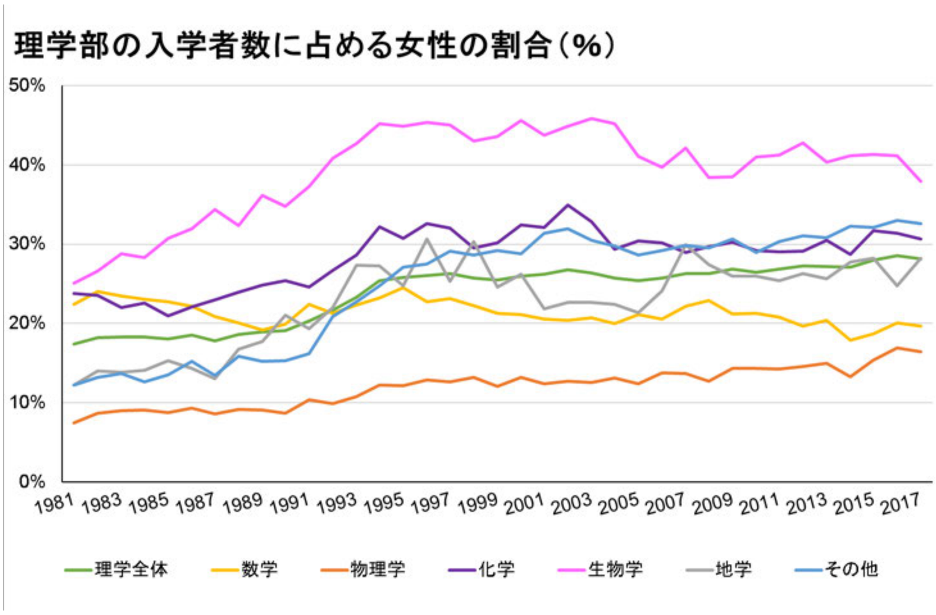

Figure 3　理学部分野の女子学生割合の推移。全体に女子割合は伸びているが、物理学科の女子割合は低い。学校基本調査データより作成。

国際数学・理科教育調査（TIMSS）2015の結果から再解析

2015年に実施されたTIMSS調査のデータを用いて、算数・数学と理科において、小学生および中学生の男子と女子の成績にどのような違いがあるかを確認した。小学生の算数と理科に共通してみられる傾向として、女子は男子に比べて下位層も上位層も少なく、中間層が多いことが明らかとなった（Figure 4）。さらに理科について内容領域別に詳細にみていくと、生活分野は、女子は男子に比べて下位層も上位層も少なく、中間層が多い傾向があるが、物理分野で女子は男子に比べて下位層が多く、上位層が少なく、地学分野ではその傾向がさらに強くなることがわかった（Figure 5）。なお、生活分野の平均的なテストスコアについては男子と女子で統計的な有意差はみられなかったが、物理分野、地学分野の平均的なテストスコアは女子よりも男子の方が高く、1%有意水準で統計的に有意な差が確認された。TIMSSは国際調査なので各国の成績もあり、ポーランドなども確認したが、とりたてて特徴的なことはなかった。

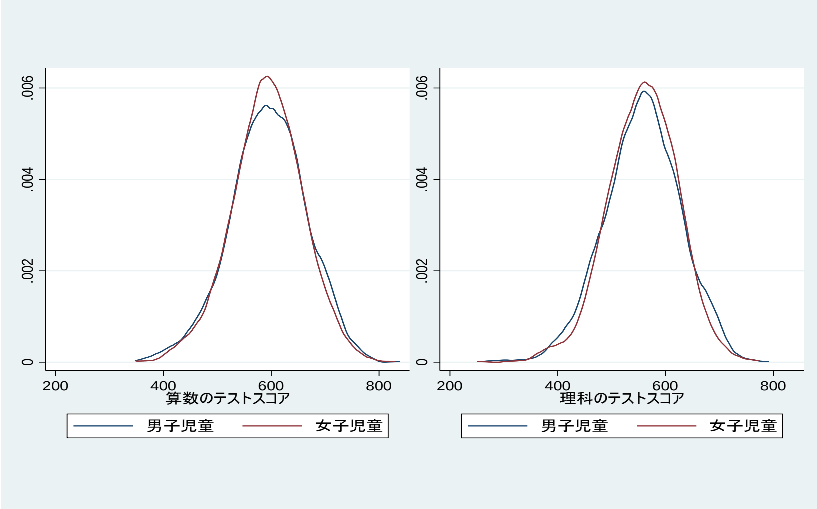

Figure 4 日本の特徴（小学生）TIMSS2015より新規に分析。男女別の算数と理科の得点分布。

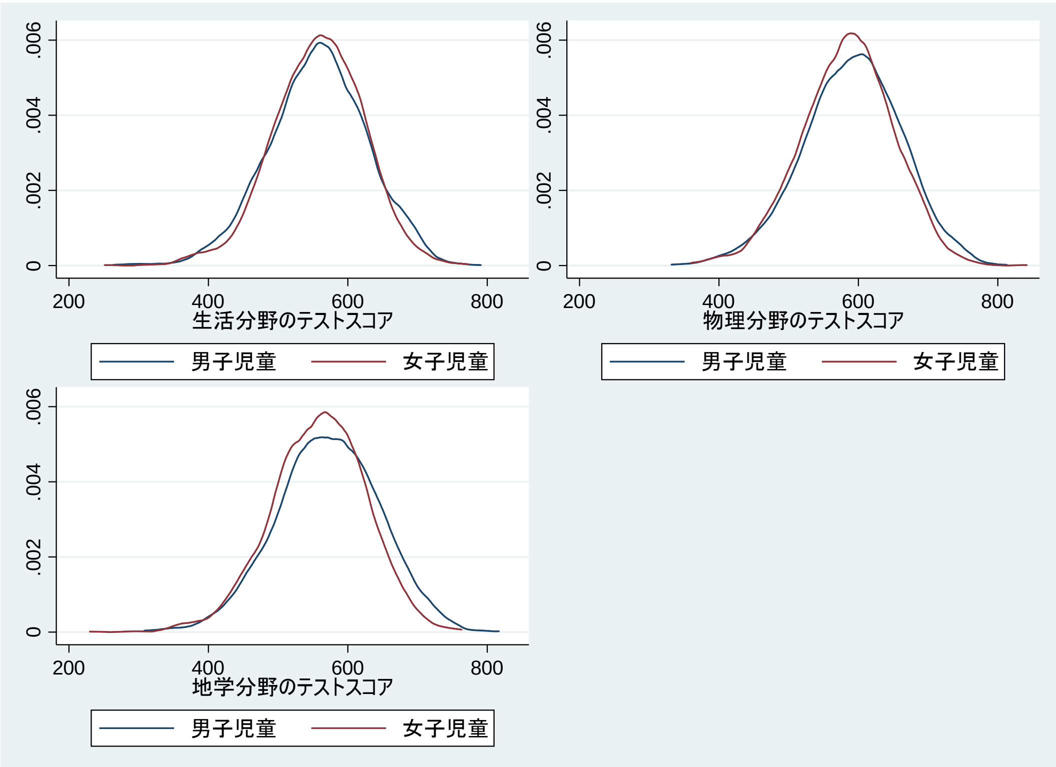

Figure 5 日本の特徴（小学生）TIMSS2015より新規に分析。男女別の理科の分野別（生活分野、物理分野、地学分野）の得点分布。

また中学生の結果を確認すると、小学生と同様の傾向があり、数学、理科のいずれにおいても女子は男子に比べて下位層も上位層も少なく、中間層が多いことが確認された(Table

1)。さらに理科の内容領域別にみると、平均的には化学、生物は女子の方がよくできる傾向があるが、化学の上位層は男子が多いことも確認された。物理、地学は男子の方がよくできる傾向があり、小学生で確認された傾向が中学生でも見受けられた。

小学生、中学生の両方の成績からは、男子が女子よりも物理、地学に優位な傾向が見受けられる。今後、議論が必要になるとすれば、日本における物理の男性優位の傾向は、高校での物理選択よりもずっと早く、小学生のころからその傾向が見えているという結果がどのような要因によるものなのかという点であり、これについては後に議論をしていく、社会的観点からの影響も同時に見ていく必要がある。

Table 1 日本の特徴（中学生） TIMSS2015より新規に分析。

	平均	標準偏差	四分位範囲	0.1分位点	0.25分位点	0.50分位点	0.75分位点	0.90分位点
化学								
全体	571.5	83.7	112.9	460.4	517.3	577.4	630.2	673.6
男子	567.4	86.6	121.8	450.4	507.7	573.3	629.5	675.0
女子	575.6	80.5	105.1	469.0	525.6	581.2	630.7	672.8
物理								
全体	570.1	83.2	113.1	461.3	515.7	573.5	628.7	675.8
男子	573.6	86.7	118.6	460.6	516.5	579.3	635.1	681.1
女子	566.7	79.5	108.4	461.5	514.1	568.6	622.5	668.0
地学								
全体	572.7	78.0	104.8	469.0	521.8	575.8	626.5	670.6
男子	574.0	80.6	107.2	468.0	521.5	578.0	628.7	674.7
女子	571.5	75.3	102.7	470.1	521.9	573.8	624.6	666.6
生物								
全体	572.3	78.7	107.1	470.3	519.2	575.8	626.2	671.7
男子	569.2	80.6	110.4	462.7	514.9	574.4	625.2	669.7
女子	575.4	76.7	101.7	476.7	525.4	577.8	627.0	674.8

「高校生の進路についての追跡調査」データから[4]

2005年から継続的に行われた高校生の進路追跡調査のデータを再解析した。このデータは全国から4000人を抽出、保護者も4000人（主に母親）を調査しており、同一の人物たちから継続的にデータをとっている。進路選択前から調査を行っていることが重要な特徴で、進路の選択前の状況と後の進学先を見ることで、進路選択前のどのような状況が実際の進路選択に関係しているのかを分析できる。ここから、進路選択に関連しそうな要因で、男女差があるものを新たに抽出した。

「女の子には高い学歴は必要ない」という親への質問に対して、「強くそう思う」「そう思う」と回答した親は全体の30%程度いることがわかる(Table 2)。さらに、高校生の息

[4] 分析結果は東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターの 2016 年度二次分析研究会「理系分野への進路選択における要因分析」の成果を本プロジェクトの研究に合わせて追加分析したものである。2016 年度二次分析研究会を実施するにあたり、東京大学社会科学研究所附属社会調査・データアーカイブ研究センターから「高校生の進路についての追跡調査」（東京大学 大学経営・政策研究センター）〕のデータ提供を受けた。

子がいる親は娘がいる親よりも、女性には高学歴が必要ないと思う傾向があることがわかる。

Table 2　女性と仕事、学歴について。

	全体	男子	女子	男女差	
結婚しても仕事を続けたい（妻には結婚しても仕事を続けてほしい）					
強くそう思う	20.8%	8.6%	33.0%	-24.3%	***
そう思う	50.5%	55.3%	45.8%	9.5%	***
そうは思わない	26.1%	32.8%	19.5%	13.3%	***
全くそうは思わない	2.5%	3.3%	1.8%	1.6%	***
夫も家事を手伝ってほしい（家事・育児を手伝う）					
強くそう思う	38.5%	28.4%	48.6%	-20.1%	***
そう思う	54.6%	64.5%	44.8%	19.6%	***
そうは思わない	5.9%	5.9%	5.8%	0.1%	
全くそうは思わない	1.0%	1.2%	0.8%	0.4%	
女の子には高い学歴は必要ない					
強くそう思う	4.9%	6.7%	3.1%	3.6%	***
そう思う	23.8%	27.9%	19.7%	8.2%	***
そうは思わない	55.8%	55.4%	56.2%	-0.8%	
全くそうは思わない	15.5%	10.0%	20.9%	-10.9%	***

注1）*は10%、**は5%、***は1%の有意水準で統計的有意

Table 3　子供に対しての期待

	全体	男子	女子	男女差	
誰でも大学に入れる時代だから、大学を出ても大した得にはならない					
強くそう思う	2.1%	2.2%	2.1%	0.2%	
そう思う	17.2%	17.1%	17.4%	-0.3%	
そうは思わない	67.5%	67.1%	68.0%	-0.9%	
全くそうは思わない	13.1%	13.6%	12.6%	1.0%	
やりたいことを見つけるのに多少の時間がかかってもしかたない					
強くそう思う	7.4%	7.6%	7.2%	0.4%	
そう思う	81.9%	81.9%	82.0%	-0.1%	
そうは思わない	10.3%	10.3%	10.3%	0.0%	
全くそうは思わない	0.4%	0.3%	0.6%	-0.3%	
自宅から通勤、通学してほしい					
強くそう思う	23.3%	17.9%	28.6%	-10.7%	***
そう思う	43.0%	39.4%	46.7%	-7.3%	***
そうは思わない	29.3%	37.1%	21.6%	15.6%	***
全くそうは思わない	4.4%	5.6%	3.2%	2.4%	***
家庭の経済力に見合った進路を選んでほしい					
強くそう思う	11.5%	11.2%	11.9%	-0.6%	
そう思う	65.5%	64.4%	66.6%	-2.2%	
そうは思わない	20.9%	22.0%	19.7%	2.3%	*
全くそうは思わない	2.1%	2.4%	1.8%	0.6%	
高校を卒業したら経済的に自立してほしい					
強くそう思う	6.2%	6.7%	5.6%	1.1%	
そう思う	28.7%	28.9%	28.5%	0.5%	
そうは思わない	54.1%	53.3%	55.0%	-1.6%	
全くそうは思わない	11.0%	11.1%	11.0%	0.1%	
資格や免許をとれる学校にいってほしい					
強くそう思う	20.9%	16.5%	25.2%	-8.6%	***
そう思う	54.4%	55.3%	53.6%	1.7%	
そうは思わない	23.2%	26.6%	19.7%	6.9%	***
全くそうは思わない	1.6%	1.6%	1.6%	0.1%	
浪人してでも志望の大学に入ってほしい					
強くそう思う	3.1%	3.7%	2.5%	1.3%	**
そう思う	20.1%	23.4%	16.8%	6.7%	***
そうは思わない	58.9%	56.1%	61.7%	-5.6%	***
全くそうは思わない	17.9%	16.8%	19.1%	-2.3%	*
進学しても学校が合わなければ途中でやめてもよい					
強くそう思う	0.7%	0.7%	0.7%	0.1%	
そう思う	18.2%	18.1%	18.4%	-0.3%	
そうは思わない	60.9%	59.8%	62.0%	-2.2%	
全くそうは思わない	20.2%	21.4%	18.9%	2.5%	*
大学院の進学も考えてほしい					
強くそう思う	1.1%	1.6%	0.7%	0.9%	***
そう思う	12.5%	15.9%	9.1%	6.9%	***
そうは思わない	55.5%	55.6%	55.4%	0.2%	
全くそうは思わない	30.9%	26.9%	34.8%	-7.9%	***
結婚するまで家にいてほしい					
強くそう思う	4.6%	1.5%	7.8%	-6.4%	***
そう思う	19.2%	10.9%	27.4%	-16.5%	***
そうは思わない	54.4%	59.5%	49.2%	10.3%	***
全くそうは思わない	21.8%	28.1%	15.6%	12.6%	***
将来も地元にいてほしい					
強くそう思う	5.6%	3.8%	7.5%	-3.8%	***
そう思う	30.5%	26.0%	35.1%	-9.1%	***
そうは思わない	49.0%	52.7%	45.2%	7.5%	***
全くそうは思わない	14.9%	17.6%	12.2%	5.4%	***

注1）*は10%、**は5%、***は1%の有意水準で統計的有意

また上記にあるように、親は娘に対して「自宅から通う」「資格・免許の取得」「結婚するまで家にいてほしい」ことを希望し、息子に対して「志望大学入学」「大学院入学」を希望する傾向がみられた(Table 3)。つまり女子は、自宅から通うなど進路選択にあたり一定の足かせがあるばかりか、男子ほど、志望大学、大学院入学等を親に期待されていない傾向が確認された。

教育への投資という観点から、塾や習い事の費用に男女差があるかを確認したが、男女差はほとんどみられなかった(Table 4)。

Table 4　塾や習い事の月の費用。

	全体	男子	女子	男女差	
塾や習い事の月の費用（中学3年生のとき）					
かけていない	17.6%	18.3%	16.9%	1.4%	
1万円未満	10.0%	9.3%	10.7%	-1.4%	
1万円～2万円未満	30.4%	30.4%	30.5%	-0.1%	
2万円～3万円未満	26.4%	26.6%	26.3%	0.3%	
3万円～4万円未満	10.0%	9.6%	10.4%	-0.9%	
4万円～5万円未満	3.9%	4.4%	3.4%	0.9%	
5万円～7万円未満	1.1%	1.1%	1.1%	0.0%	
7万円以上	0.7%	0.6%	0.9%	-0.3%	
塾や習い事の月の費用（高校に入ってから）					
かけていない	59.5%	60.6%	58.4%	2.1%	
1万円未満	6.1%	4.8%	7.3%	-2.6%	***
1万円～2万円未満	10.1%	9.4%	10.8%	-1.4%	
2万円～3万円未満	9.6%	10.5%	8.8%	1.6%	*
3万円～4万円未満	6.8%	6.8%	6.7%	0.1%	
4万円～5万円未満	4.1%	4.0%	4.2%	-0.2%	
5万円～7万円未満	2.5%	2.7%	2.3%	0.4%	
7万円以上	1.4%	1.3%	1.4%	-0.1%	

注1）*は10%、**は5%、***は1%の有意水準で統計的有意

次に、保護者が娘、息子に高校卒業後にどのような進路を希望しているかを確認した。息子がいる親は大学への進学、大学理系学部、国立、自宅外を希望する傾向があるのに対し、娘がいる親は短大・専門学校、大学・薬学、保険関係、短大・専門学校、公立・私立、自宅を希望する傾向があることがわかった(Table 5)。特に専攻分野については、娘がいる親は薬学、保健以外の理系を希望する親は非常に少ないのが特徴的である。本プロジェクトの観点からみると、女子の理系進学を希望する親が非常に少ない（8.6%）であることがポイントである。

Table 5　保護者による高校卒業後の子供の進路希望

	全体	男子	女子	男女差	
卒業後の進路希望					
就職	15.3%	16.1%	14.6%	1.6%	
家の手伝い・家業を継ぐ	0.4%	0.6%	0.2%	0.4%	**
アルバイトだけの生活	0.1%	0.1%	0.2%	-0.2%	
短大・専門学校への進学	22.5%	13.1%	32.0%	-18.9%	***
大学への進学	57.7%	66.5%	48.9%	17.6%	***
就職しながら進学	1.4%	0.01	0.01	0.1%	
その他	1.2%	1.1%	1.3%	-0.2%	
まだ考えていない	1.4%	1.3%	1.6%	-0.4%	
最も希望される進学先					
大学・文系学部	39.3%	39.9%	38.7%	1.2%	
大学・理系学部	20.9%	33.5%	8.6%	24.9%	***
大学・医・歯学部	2.1%	2.4%	1.9%	0.6%	
大学・薬学・保健関係	9.7%	6.9%	12.4%	-5.5%	***
短大	8.9%	1.5%	16.0%	-14.5%	***
専門学校	19.1%	15.8%	22.4%	-6.6%	***
国立	40.3%	46.1%	34.7%	11.4%	***
公立	15.3%	12.9%	17.6%	-4.8%	***
私立	44.4%	41.1%	47.7%	-6.6%	***
自宅	78.9%	74.0%	83.7%	-9.7%	***
自宅外	21.1%	26.0%	16.3%	9.7%	***

注1）*は10%、**は5%、***は1%の有意水準で統計的有意

日本学術会議のデータ、および新規のデータから推測

アメリカは大学の物理系コースの女性割合は40%、日本では20%であることは上記に述べた。アメリカでは男子が27%、女子が22%（6：4）物理を選択するのに対し*7、日本は物理II選択が男女合わせた全体の2割（うち女子は2割）で*37単純計算であれば、女子全体に対しての物理II選択はわずか4%である。大学での物理系学科男女割合は、高校の物理II選択の男女割合と同じく、8：2である。つまり日本において大学における物理系女子割合が低いのは、女子生徒の高校物理IIの選択者割合が少ないことと直結している。引き続き、女子生徒の物理履修率についてのデータがないか確認をしていく。

教育社会学（理科）の教科書等から

多くの教育社会学（理科）のデータから、日本の子供は中学2年次に理科が嫌いになり、その率は女子生徒のほうが高いことがわかっている。また、女子生徒に人気であるのは生物であり、生物が好きな女子生徒は生物系学科に進学するが、物理学科に進学する女子は高校物理が好きというわけではない。

World Value Surveyから

日本の人々の価値観が、どのように推移しているかを見るために、World Value Surveyのデータを確認した*4。例えば、大学に行くことは女の子より男の子にとってより重要であ

るか、という問いを立てた際に、強くそう思う、そう思うと答える人の割合は、20年前から変化がほとんどない（Figure 6）。こうした価値観は、変化しにくい可能性を示唆している。日本では女性に対して教育の格差がある、というジェンダー論からの指摘があることを裏付けており、政策反映の際には、価値観を変えていくような合理的で受け入れやすいムーブメントが必要である。

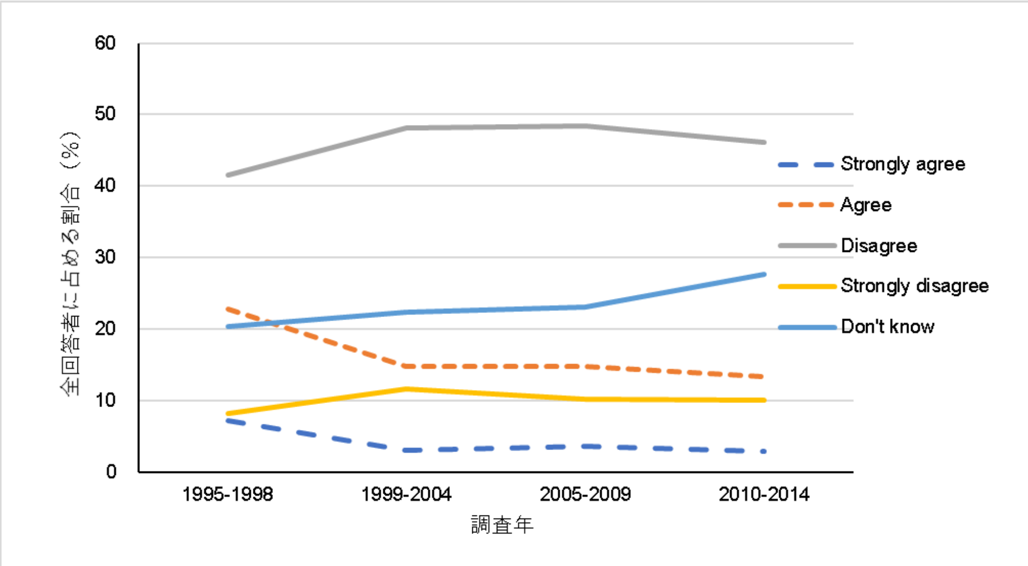

Figure 6　大学に行くことは女の子より男の子にとってより重要であるか、という問いに対する日本の回答。World Value Surveyより作成。

平成２７年度産業技術調査事業（産業界の人材ニーズに応じた理工系人材育成のための実態調査）調査報告書から

有用な情報が多くあった。たとえば「選択肢としてはあったが最終的には選ばなかった学科（男女別,p26-27）」がある。薬学、医学、獣医学、心理学、国際関係は高いが、物理学科や応用物理学科は極めて低く、候補にさえ上がっていないことがわかり、大きな課題である。一方で「高校における科目が嫌いになった理由」（P45-46）には、物理は成績がよくなかった、先生がわかるように教えてはくれなかった、という項目が生物に対しては高くなっているが化学と比較するとそれほど差はない。

また、「企業における現在の業務で重要な専門分野とその分野についての大学教育に係る認識」では、機械工学、電力、ITハード・ソフト、ITデーターベースが企業ニーズに対して研究者数が不足している。一方で、生物系の研究者は企業ニーズに対して研究者数が多い状態である。このことから、物理受験をする分野は研究者数を増やしていく必要があり、女性研究者数の観点からも数物系女子学生数に注目することは社会および政策のニーズに合っている。

女子生徒の進学については、母親・父親の影響が共に大きく、特に母親は資格を取得することを重視し、かつ、娘が医療系へ進学を希望することを希望していると同報告書は述

べている。これには、女性が夫の転勤や出産などのライフイベントを経ても再就職ができるというメリットが強調されてきたのではないかと議論を行っており本プロジェクトに有用な情報である。

（３） 新規のインターネット調査からわかったこと

女性と学問分野のイメージ調査

本プロジェクトの特徴として日本独自の女性規範、性役割に対する不平等な考え方が女子生徒の数物系進路選択に影響していると考えた。そこで広く多くの方にインターネット調査会社を通じて、理系の分野別に、女性に向いていると思うか、男性に向いていると思うか、という質問をして各分野のイメージを抽出した。またその際に、平等主義的性役割態度スケール短縮版SESRA-S（家庭に関するもので例えば女性は外で働かず家にいるべきである、など）を用いて、個人の不平等度を測定した*6。

また、「結婚できない」、「かわいくない」といった物理学科教員がよく耳にする言葉を用いて（社会学からの裏づけは進行中）、各分野イメージを測定した。またこれらが、個人が持つ女性に対しての不平等度によってどのように異なるか、データを取得し解析を行った。現在、学術雑誌への投稿を準備中であることから、詳細な結果については本報告書では掲載を控える。

平成29年度の調査は、日本の女性に数物系が少ない現状を、社会の側から見据えたモデルを構築し、次年度以降に検証するのに役立てた。

大卒の娘を持つ親がもつ学問分野のイメージ調査

次に我々は、大卒の娘をもつ親に対して、平等主義的性役割態度スケール短縮版SESRA-S（家庭に関するもので例えば女性は外で働かず家にいるべきである、など）と子供に対する進学希望について調査を行った。現在、学術雑誌への投稿準備中であることから、詳細な結果については本報告書では掲載を控える。

（４） 日本における数物系女子が少ないことのモデル

先行研究および、プロジェクトによって得られた最新の結果から、日本における数物系女子が少ないモデルを以下のように考える。

第一に、数物系学科を出た後の就職のイメージが希薄である。また、それらの学科のイメージから就職におけるイメージが、人指向ではない印象を与えているかもしれない。実際の職業がそのイメージと一致しておりかつ、若い女性が人志向の仕事を志すとすると、政策的に介入する余地は少なくなる。

第二に、性役割に対して不平等な考えを持つ人ほど数物系をはじめ学術分野に女性が進むことを否定的に見ていること、親も同様であるが、数学のステレオタイプはやはり根強い影響を与えていそうであり詳細解析を進めていく。

上記のことは主にアメリカの先行研究で指摘されていることと部分的には一致する。

日本独自に欧米と比較しても非常に少ない理由が、物理IIの選択が極端に低いことによるのは確かだが、それに至るまで上記の就職情報が欠けていることが影響していると考えられる。また、数学のステレオタイプ理解が強い、あるいは数学ができないほうがかわいいといった、底流に潜んでいる保守的価値観もあるかもしれない。アメリカでも物理系に進学をする女子学生は、研究者としての物理学者を目指す。日本は幸いなことにノーベル物理学賞の受賞者が多い。それは、とても手の届かない天才的な人々、といったイメージと共にとても挑戦できないといった競争的イメージを女子生徒に与えているのかもしれない。

今後は社会学やジェンダー論の文献もあたりながら、先行研究を生かして、政策への反映を目指した具体的な行動のフックを見つけていきたい。

３－４．会議等の活動

平成29年度の10月から12月にかけては主に論文の読み合わせに力を注いだ。また、12月からインターネット調査の素案の検討を開始し、3月の調査に備えた。正式登録は平成30年度からであるが、プロジェクトのメンバーである政策大学院大学・井上氏、名古屋大学・南崎氏にも参加をいただいていた。

年月日	名称	場所	概要
2017/10/27	スカイプ		論文
2017/11/10	スカイプ		論文
2017/11/17	スカイプ		論文

2017/12/01	スカイプ		論文
2017/12/08	スカイプ		論文
2017/12/15	スカイプ		論文・インタビュー素案の検討
2018/1/5	スカイプ		論文・アンケート項目検討
2018/1/9	ミーティング	IPMU	資料まとめ及び今後の調査方法・研究の仮説についての議論
20181/12	スカイプ		論文・データ
2018/1/15	ミーティング	GRIPS	データ（GRIPS菊池氏参加）
2018/1/19	スカイプ		データ
2018/1/26	スカイプ		論文・アンケート項目検討
2018/2/9	スカイプ		データ・アンケート項目検討
2018/2/16	スカイプ		アンケート項目検討
2018/2/23	スカイプ		論文・アンケート項目検討
2018/3/16	スカイプ		アンケート結果分析
2018/3/23	スカイプ		アンケート結果分析・アンケート項目検討
2018/3/30	スカイプ		アンケート結果分析

４．研究開発成果の活用・展開に向けた状況

エビデンスとなる調査結果を分析し、今後、検討をしていく予定である。

５．研究開発実施体制

体制は以下の通りである（Figure 19）。メインメンバーが5名と比較的小さいグループなので、個別にグループ化せず、全員で密にコミュニケーションをとりながら研究を進めている。

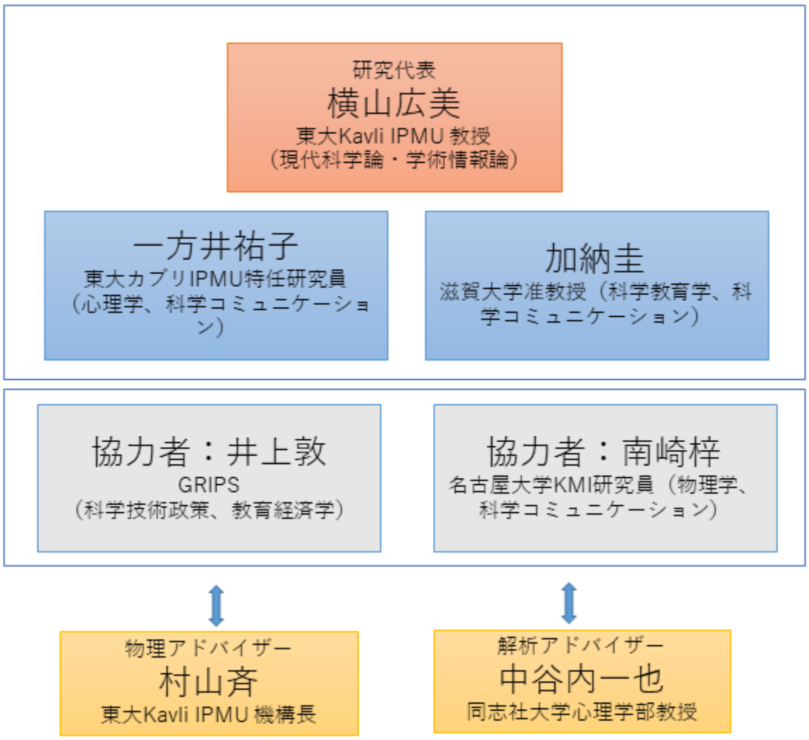

Figure 7 メンバーと協力者、アドバイザー

６．研究開発実施者

氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職（身分）	担当する研究開発実施項目
横山　広美	ヨコヤマ　ヒロミ	東京大学	Kavli IPMU	教授	研究全体統括
一方井　祐子	イッカタイ　ユウコ	東京大学	Kavli IPMU	特任研究員	論文・データ解析
加納　圭	カノウ　ケイ	滋賀大学	教育学部	准教授	調整

（参考）研究協力者一覧

氏名	フリガナ	所属	役職（身分）	協力内容
村山　斉	ムラヤマ　ヒトシ	東京大学Kavli IPMU	機構長	数物女性研究者の現状について情報提供

中谷内　一也	ナカヤチ　カズナリ	同志社大学心理学部	教授	解析手法のアドバイス
井上　敦	イノウエ　アツシ	政策研究大学院大学	専門職	解析手法のアドバイス
南崎　梓	ミナミザキ　アズサ	名古屋大学	素粒子宇宙起源研究機構KMI	文献収集

7．関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など

○関与者との協働について

・関与者①　数物系女性研究者

本プロジェクトは、研究代表者の所属、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構（Kavli IPMU）の全面的な支援を受けて推進をしている。

Kavli IPMU は数物系の研究所であり、特徴的なこととして、世界中から第一線の研究者が集結をしている。また、平日は毎日 15 時に全員が参加するティータイムがある。ティータイムでの情報収集が本プロジェクトに大きく役立っている。

・関与者②　国際的な研究者

上記と同様、Kavli IPMU に集まる世界一線で活躍する海外女性物理学者から話を聞く機会もあり、本プロジェクトが常に国際的情報を収集するのに適した状況になっている。

・関与者③　高校教員、教育系教員

Kavli IPMU と連携した活動を行ったことがある高校教員、教育系教員にアドバイスをいただく機会があった。今後、本格的な連携が組めるか検討をしていく。

7－1．主催したイベント等

期間内はなし。

7－2．社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

（1）ウェブサイト構築

- http://member.ipmu.jp/hiromi.yokoyama/ristex2017.html
  2018年2月に上記サイトを立ち上げた。

（2）招聘講演

- 横山広美（東京大学）「なぜ、数物系女子は少ないのか？」（講演全体のうち半分程度）2018/3/12 国立天文台談話会　場所　国立天文台
- 横山広美（東京大学）「なぜ、数物系女子は少ないのか？」（講演全体のうち半分程度）2018/3/6 東大EMP談話会　場所　東京大学本郷キャンパス伊藤国際会議室

（3）その他

- Facebookを中心にプロジェクト開始をアナウンスして反響を得た。

７－３．論文発表、口頭発表、特許

国際会議の口頭発表

- Hiromi Yokoyama, Why do Japanese female students not study mathematical and physical sciences? ,科学コミュニケーションの国際会議 2018/4/5 PCST Conference 2018
- Hiromi Yokoyama, Recent research topics Crowdfunding Science Image barrier? Low Female rate in physics.天文コミュニケーションの国際会議 2018/3/25 CAP2018

７－４．学会発表　なし。

７－５．新聞報道・投稿、受賞等　なし。

７－６．知財出願　なし。

８．参考文献

1)OECD.stat http://stats.oecd.org/Index.aspx#

2)e-Stat学校基本調査 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00400001&tstat=000001011528

3)東京大学大学院教育学研究科　大学経営・政策研究センター　高校生の進路追跡調査 2007 http://ump.p.u-tokyo.ac.jp/crump/resource/crumphsts.pdf

4)World Value Survey http://www.worldvaluessurvey.org/wvs.jsp

5)経済産業省　平成27年度産業技術調査事業（産業界の人材ニーズに応じた理工系人材育成のための実態調査）調査報告書 2016 http://www.data.go.jp/data/dataset/meti_20170207_0014

6) 宇井美代子. 平等主義的性役割スケール短縮版. 心理測定尺度集 —人間の内面を探る（自己・個人内過程）（堀　洋道監修, 山本真理子編）. 153-157. サイエンス社, 東京, 2002

7)S. J. セシ、W. M. ウェイリアムス. なぜ理系に進む女性は少ないのか？トップ研究者による15の論争. （大隅典子訳）. 西村書店, 東京, 2013.

8) 日本学術会議 提言これからの理科教育のあり方2016 http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf

9)科学技術振興機構　理科教育支援センター　平成 20 年度　高等学校理科教員実態調査報告書 2010 http://www.jst.go.jp/cpse/risushien/highschool/cpse_report_009.pdf

10)Barmby, P., & Defty, N. Secondary school pupils’ perceptions of physics. Research in Science & Technological Education, 24(2), 199-215, 2006.

11)Archer, L., Moote, J., Francis, B., DeWitt, J., & Yeomans, L. The “exceptional” physics girl: A sociological analysis of multimethod data from young women aged 10–16 to explore gendered patterns of post-16 participation. American Educational Research Journal, 54(1), 88-126, 2017.

12) Sax, L. J., Lehman, K. J., Barthelemy, R. S., & Lim, G. Women in physics: A comparison to science, technology, engineering, and math education over four decades. Physical Review Physics Education Research, 12(2), 020108, 2016.

13)Götschel, H. No space for girliness in physics: understanding and overcoming the masculinity of physics. Cultural Studies of Science Education, 9(2), 531-537, 2014.

14) Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. Science education, 84(2), 180-192, 2000.

15) Meece, J. L., Wigfield, A., & Eccles, J. S. Predictors of math anxiety and its influence on young adolescents'

course enrollment intentions and performance in mathematics. Journal of educational psychology, 82(1), 60-70, 1990.

16) Bleeker, M. M., & Jacobs, J. E. Achievement in math and science: Do mothers' beliefs matter 12 years later?. Journal of Educational Psychology, 96(1), 97-109, 2004.

17) Kelly, A. M. Social cognitive perspective of gender disparities in undergraduate physics. Physical Review Physics Education Research, 12(2), 020116, 2016.

18) Francis, B., Archer, L., Moote, J., DeWitt, J., MacLeod, E., & Yeomans, L. The construction of physics as a quintessentially masculine subject: Young people's perceptions of gender issues in access to physics. Sex roles, 76(3-4), 156-174, 2017.

19) Stoet, G., & Geary, D. C. The gender equality paradox in science technology engineering and mathematics education. Psychological Science, 29(4), 581-593, 2018

20) Ong, M. Wright C., Espinosa, L. L., & Orfield, G. Inside the double bind: A synthesis of empirical research on undergraduate and graduate women of color in science, technology, engineering, and mathematics, Harvard Educational Review, 81, 172-209, 2011.

21)Baker, D., & Leary, R. Letting girls speak out about science. Journal of Research in Science Teaching, 32, 3–27, 1995.

22)Jacobs, J. E. Influence of gender stereotypes on parent and child mathematics attitudes. Journal of Educational Psychology, 83, 518–527, 1991.

23)Jacobs, J. E., & Eccles, J. S. The impact of mothers' gender-role stereotypic beliefs on mothers' and children's ability perceptions. Journal of Personality and Social Psychology, 63, 932–944, 1992.

24) Gunderson E. A., Ramirez G., Levine S. C., & Beilock S. L., The role of parents and teachers in the development of gender-related math attitudes, Sex Roles 66, 153-166, 2012.

25) Tenenbaum, H. R. & Leaper, C. Parent-child conversa-tions about science: The socialization of gender inequities?, Developmental Psychology, 39, 34-47, 2003.

26) Jones, M. G., & Wheatley, J. Gender differences in teacher–student interactions in science classrooms. Journal of Research in Science Teaching, 27, 861–874, 1990.

27) Riegle‐Crumb, C., & Moore, C. The gender gap in high school physics: Considering the context of local communities. Social science quarterly, 95(1), 253-268, 2014.

28) Margolis J., & Fisher A. Unlocking the Clubhouse: Women in Computing. The MIT Press, Cambridge, MA, 2002.

29) Oktay, O., & Eryurt, K. How high school students represent the image of scientists in their minds. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 46, 2482-2486, 2012.

30) Mead, M., & Metraux, R. Image of the scientist among high-school students. Science, 126(3270), 384-390. 1957.

31)Schummer, J., & Spector, T. I. Popular images versus self-images of science: Visual representations of science in clipart cartoons and internet photographs. Science Images and Popular Images of Science, London-New York: Routledge, 69-95, 2007.

32) Vockell, E., & Lobonc, S. Sex-role stereotyping by high school females in science. Journal of Research in Science Teaching, 18, 209-219, 1981.

33) 豊沢純子・唐沢かおり・戸田山和久. 大学初年次学生の分野別科学のイメージ--天文学のイメージの特異性. 科学技術社会論研究, 8, 151-168, 2011.

34) 吉田信也 高校生の考え・感じ方アンケート調査より2017 http://www.nara-wu.ac.jp/core/img/pdf/170311SympoQuestionnaire.pdf

35)Charles, M., & Bradley, K. Indulging our gendered selves? Sex segregation by field of study in 44 countries. American journal of sociology, 114(4), 924-976, 2009.

36)Hofer, S. I., Schumacher, R., Rubin, H., & Stern, E. Enhancing physics learning with cognitively activating instruction: A quasi-experimental classroom intervention study. Journal of Educational Psychology. 1-17, 2018. (Advance online publication)

37) 日本学術会議 提言これからの高校理科教育の在り方 2016 http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t224-1.pdf