女子学生の理工系選択における高等学校の教科「数学」の寄与に関する考察

An Investigation of the Influence of Mathematics in a High School for Female Students in Choosing Scientific or Technological Direction

田中美佐^{※1}
Misa TANAKA

青柳美輝^{※1}
Miki AOYAGI

平田典子^{※1}
Noriko HIRATA-KOHO

1. はじめに

平成26年版の科学技術白書¹⁾が文部科学省から刊行された。そこには科学技術イノベーション推進を担うのは「人」であり、「多様な」人材が活躍できる環境の整備が急務であると述べられている。多様性を性別の観点から鑑みると、我が国の女性技術者・研究者の割合は、先進国の中において相変わらず最下位であることが平成26年版男女共同参画白書²⁾の第5章1-5-9図：研究者に占める女性割合の国際比較にある(図1)。

特に理工系における女性の割合が低いことが先の平成26年版科学技術白書¹⁾第1部第2章p.96, 1-2-19図にある(図2)。日本の理工系大学の学部生の男女比については、大学入学の時点で既に女子学生の割合が諸外国に比べて大きく劣るという残念な現状が以前よりあり³⁾、平成24年10月の国立教育政策研究所による理系文系進路選択に関わる意識調査においても、理学系および工学系では女子の進路選択率は未だに少な

いようである⁴⁾。これらには様々な要因があるだろうが、我々は大学の理工学部数学科教員として、数学という科目が女子学生の理工系選択に及ぼす影響や寄与についての考察を試みたいと考える。以前にも類似の考察^{5), 6)}を実施したが、今回はそれに比較して特に過去になかった回答項目を追加解析し、数学の教科内容に対する女子高校生の興味そのものが、学年を重ねるに従って相当に変化すると思われた分析結果を報告する。加えて今回は、以下に述べる男女共同参画学協会連絡会という組織のアンケート解析結果報告書から、その新しい動機付けを得たことを申し述べる。

男女共同参画学協会連絡会とは、自然科学系および理工系の学会・協会(平成26年8月現在、52学協会が正式加盟)から成り、主に理工系研究者の男女共同参画および女性技術者・女性研究者の環境改善に資する活動をおこなっている組織である。5年ごとに日本の理工系の分野における男女共同参画の実態調査を実施しているが、その「第三回科学技術系専門職の男女共同参画実態調査」(通称、第三回大規模アンケート)は平成24年11月から12月にかけて実施されたものであり、延べ16,314名(男性11,958名、女性4,356名)の回答総数があった。この調査は理工系の男女参画の実態を明らかにするものとして政府の白書や報告書等にも引用されているようである。この第三回大規模アンケート解析報告書⁷⁾p.23の図1.35および1.36のグラフは質問15「小中高時代の進路選択に影響を与えたもの」は何で

図1 平成26年版男女共同参画白書²⁾より転載

図2 平成26年版科学技術白書¹⁾より転載

2014年7月23日受付

※1 日本大学理工学部

あるかという問いかけに対する回答であったが、その回答者は理工系の技術者および研究者であるため、概ね理工系選択理由としてとらえられる。このうち特に男女の回答数の差の大きい項目を引用し列記してみよう。男子のほうが女子より回答率の高かった回答項目は「幼少時に自然にわいた興味」(男性約62%・女性約58%)、「書籍やテレビ番組」(男性約44%・女性約38%)であり、この二つの回答項目が、男女共に突出した高い回答率を得ていた。またこれ以外に男子のほうが女子より回答率の高かった回答項目には「科目の成績の良し悪し」(男性約27%・女性約25%)がある。これに対し、女子のほうが男子より回答率の高かった回答項目は「興味深い授業内容」(男性約25%・女性約31%)「先生との交流」(男性約23%・女性約27%)「家族、親戚からの影響」(男性約22%・女性約31%)であった。筆者らが経験則として常々感じているのは、女子学生は学校の教員など身近な人間の影響を強く受ける傾向があるように思えること、そして理工系への興味や進路について考える時期が、どうも男子学生よりも遅いように感じられることの二点であり、上記の第三回大規模アンケート回答は、我々の日頃の感想と一致する部分がある。高等学校の数学と女子学生の理工系選択との関連を洗い出すための考察^{5), 6)}に続くアンケート調査の解析ではあるが、本稿においては特に、上記の男女差の大きな理由を踏まえての視点に基づいた課題意識のもとに設問1から設問4を再分析し、また設問5から設問7の回答項目を新たに追加して解析をおこなった。

2. 調査内容

平成24年11月および平成25年11月に我々のアンケート調査を実施した。本稿で分析をおこなう設問を以下に列記しよう。設問5・設問6・設問7の回答グラフは本稿において始めて紹介する(表1)。

アンケート調査対象は中高一貫私立女子高等学校一校の高校1年生～3年生であり、平成24年度と25年度の各年度において1回ずつ延べ762人である。回答をグラフにして分析を試みた。高校3年生については理系クラスの生徒数が計103人、文系クラスの生徒数が計132人である(表2)。

3. 調査結果の解析とその内容

図3と図4は設問1の回答、図5と図6は設問2の回答、図7と図8は設問3の回答である。平成24年の高校1年次が図3と図5と図7の回答者であり、その1年後の平成25年の高校2年次(ほぼ同じ生徒の集団である)が図4と図6と図8の回答者である。図3においては数学に対する印象を「得意」としていた生徒が、1年後の平成25年の高校2年次では減少し、図4において「得意とは言えないが嫌いではない」「不得

表1 アンケートの設問抜粋

設問1	あなたは中学校や高等学校で学んでいる「数学」という教科についてどのような印象を持っていますか。
回答項目	(1) 得意 (2) 得意とは言えないが、嫌いではない (3) 不得意であり、しかも嫌い
設問2	設問1の回答の印象が確定したのは、いつ頃からでしょうか。
回答項目	(1) 小学生の頃 (2) 中学生の頃 (3) 高校入学後
設問3	設問1で「不得意であり、しかも嫌い」と答えた方へ、主要と思われる理由1つを選んでレを記入してください。
回答項目	(1) 数学の授業が理解できないから (2) 試験などで良い成績が取れないから (3) 数学の学習内容そのものに興味を持てないから (4) その他(記述式)
設問4	設問1で「得意」あるいは「得意とは言えないが嫌いではない」と答えた方へ、主要と思われる理由1つを選んでください。
回答項目	(1) 数学の授業が理解できるときがあるから (2) 試験などで良い成績が取れたことがあるから (3) 数学の学習内容そのものに興味を持てるときがあるから (4) その他(記述式)
設問5	高校の数学の授業において、DVDやパワーポイントなどのファイルをパソコンで映すなど各種の「画像」を取り入れた授業を行うと、より深く理解できるようになるでしょうか。
回答項目	(1) 数学の授業では「画像」による授業はわかりやすいとは言えない (2) 数学の授業でも時と場合に応じて「画像」を用いる授業は効果的 (3) なるべく多くの数学の授業を「画像」を用いておこなった方がよい (4) その他(記述式)
設問6	高校において習ってきた数学Iと数学Aの項目で、好きな(あるいは嫌いではない)ものを3項目まで選んで教えてください。
回答項目	(1) 数と式 (2) 集合と論証 (3) 関数とグラフ (4) 図形と計量 (5) 場合の数と確率 (6) 整数の性質 (7) 好きな項目はなし (8) 未回答
設問7	女性研究者ロールモデルテキスト「女子こそサイエンス」を読んで、次の意見のうち、どれに最も賛成できますか。1つを選んでください。
回答項目	(1) 理工系に大変興味を持った (2) 理工系に少し興味を持った (3) 理工系に興味を持てない (4) 未回答

表2 調査対象の私立女子高等学校の生徒数

平成24年度	平成24年度	平成25年度
高校1年生	高校3年生	高校2年生
264人	235人	263人
高3内訳：文系	高3内訳：理系	高3合計
103人	132人	235人

図3(左) 設問1の回答(H24年 高校1年生)

図4(右) 設問1の回答(H25年 高校2年生)

図7(左) 設問3の回答(H24年 高校1年生)

図8(右) 設問3の回答(H25年 高校2年生)

図5(左) 設問2の回答(H24年 高校1年生)

図6(右) 設問2の回答(H25年 高校2年生)

図9(左) 設問4の回答(H24年 高校1年生)

図10(右) 設問4の回答(H25年 高校2年生)

意でありしかも嫌い」が若干増加している。しかし図3から図4への変化よりも、設問2の回答である図5から図6への変化が大きい。即ち数学に対する印象が確定した時期が、「高校入学後」とであると回答した生徒が、大幅に増えている。数学の印象を「得意」とした生徒の単純な減少と言うよりも、「得意」「得意ではないが、嫌いではない」「不得意であり、しかも嫌い」という印象が交互に変化する現象が起きているようにも思われる。おそらくその理由としては高校1年次よりも数学の高度な授業に接した高校2年生が、具体的な授業内容に実際に触れることによる意見の変化を起こしたことなどが、例えば考えられよう。その理由を詳しく調べるために、以前の考察^{5),6)}に加えて追加調査項目として問いかけた設問5, 6, 7を解析し、また本稿の初めに述べた男女共同参画学協会連絡会第三回大規模アンケートの「小中高時代の進路選択に影響を与えたもの」という観点から各回答を考察することにした。

まず、設問1において数学が「不得意であり、嫌い」と回答した生徒に対し、その詳しい理由を問う設問3に対しては、図7に示されるように高校1年次では「数学の学習内容そのものに興味がない」が回答のトップに位置している。図8は、ほぼその1年後の生徒の集団の同じ設問に対する回答である。図7から図8への変化はそれほど大きくはないが、やはり興味が持

てなかった科目に対し、成績、理解といったキーワードが、ネガティブな反応への理由として若干の増加を示していることは見て取れる。

さらに設問1において「得意」「得意ではないが、嫌いではない」と回答した生徒に対しては、設問4を設けて、数学へのポジティブな意見の拠りどころを問うてみた。高校1年次の設問4に対する回答が図9であり、また概ねその1年後の同じ生徒集団に対する回答が図10である。各回答の割合が高校1年次の図9においては、どれもほぼ同じくらいであったものに対し、高校2年次では図9から図10へと大きく変化しており、「数学の学習内容そのものへの興味」よりも、受験を意識し始める高校2年次では相当に現実的であろう「数学の授業が理解できるかどうか」という理由が、占める割合の最も大きい回答になっている。

これらを踏まえると、高校1年次では、数学にネガティブな反応を持つ生徒では「数学の学習内容そのものに興味がない」が図7の最高数の回答になっているので、まずはともあれ数学への興味を持たせられるかどうか、という点が導入として必要であるとも考えられよう。次いでその同じ生徒集団の学年が進むにつれて、数学にポジティブな反応を持つ生徒の側に急激に増えた回答項目「数学の授業が理解できることがあるから」という意識を、もしも高校1年次に数学にネガティブな反応を持つ生徒に持ってもらえるとした

図11(左) 設問4の回答 (H24年 高校3年生 文系)

図12(右) 設問4の回答 (H24年 高校3年生 理系)

図15(左) 設問6の回答 (H24年 高校3年生 文系)

図16(右) 設問6の回答 (H24年 高校3年生 理系)

図13(左) 設問5の回答 (H24年 高校3年生 文系)

図14(右) 設問5の回答 (H24年 高校3年生 理系)

図17(左) 設問6の回答 (H24年 高校1年生)

図18(右) 設問6の回答 (H25年 高校2年生)

ら、おそらく基本的ではあろうが、数学そのものの理解を促せる授業に努め、「数学の授業が理解できることがある」ように仕向けられるようにすることが、課題解決法の一つなのかもしれないと観察される。

平成24年度高校1年生・平成25年度高校2年生とは異なる集団である平成24年度の高校3年生に対しては、図11および図12で設問4の回答を示している。学年全体もしくは文系選択者・理系選択者毎に分類した結果のいずれにおいても、図11および図12のとおり、「得意」「得意ではないが、嫌いではない」と回答した生徒の主要理由が「数学の授業が理解できるかどうか」になっている。おそらく高校3年生にもなると実際の数学の授業内容そのもののレベルも上がっているのであろう。ここで面白いと感じ取れることは、文系選択者と理系選択者とを比較すると、数学の好き嫌いの理由が「数学の学習内容そのものへの興味」に依存する割合を示すデータにおいて、大きな差が観察されることである。即ち、理系の生徒における数学へのポジティブ意識は、図12のように試験結果や成績よりも、どちらかという興味先行型であり、文系のポジティブ集団の理由は、興味よりも現実の自分の教科成績が牽引しているように、うかがえる。この理系クラスの回答は、男女共同参画学協会連絡会第三回大規模アンケートにおいて女子の方が男子より回答率の高かった進路選択理由「興味深い授業内容」に矛盾しない。

さて、ここで新たに追加した設問の回答についてのグラフを本稿において紹介しよう。まずアニメやマンガに慣れた画像世代に対する授業方法の工夫に関して調べるために設問5を問いかけた。対象は平成24年度の高校3年生であり、文系選択者・理系選択者に分けての回答分布を調べたところ、文系回答の図13と理系回答の図14には殆ど違いが見られなかった。

そこで数学のどのような内容が「理系受け」するのかを調べたいと思い、設問6を問うた。高校1年生の数学の内容である数学Iと数学Aの項目で、好きな(あるいは嫌いではない)ものを3項目まで選んで答えてもらうという設問6の回答を上記に図示しよう。

図15は高3文系、図16は高3理系の回答であり、これらにおいて整数の性質の回答数がゼロになっているのは、カリキュラム改正のため高3に該当項目の学習履歴がないためである。そのうえで代数的な「数と式」や多分野の融合を俯瞰する力を問われる「関数とグラフ」が高3理系に人気のあることが分かる。いわば数学らしいと言えるような分野への好みは、上級生ほど際立つのであろうか。図17は高1の回答、図18はそのほぼ同じ集団が高2になったときの回答であり、高1に比べて「数と式」が高2で増加しているのは、例えば数式の扱いに慣れたためなのかもしれない。「集合と論証」は高1・高2ではさほど人気がないが、高3文系で好まれていることから、年齢を経るに従い解釈が

図19(左) 設問7の回答 (H25年 高校2年生)

図20(右) 設問7の回答 (H24年 高校3年生)

深まる項目という見方もできよう。これは「集合と論証」の特質にも沿っている。「好きな項目なし」について、高2と高3文系の回答では大きな差が見られないのに対し、高3理系で低くなっているのは、救いである。

最後の設問7においては、筆者らの所属機関の女性研究者の紹介冊子「女子こそサイエンス」の読後の感想を問うた。この冊子は女子学生の理工系進路選択支援の意図のもとに作成された。高校2年生の回答である図19と高校3年生の回答である図20を比べると、高校3年次に理工系に興味を持ったという回答が多く、また未回答数も少ないことが分かる。将来を真剣に考える高校3年生というタイミングに合わせた情報提供を身近な人の紹介等を介して行うならば、それは理工系選択の推奨に極めて効果的なものかもしれない。

4. おわりに

第1節にて述べた男女共同参画学協会連絡会第三回大規模アンケート解析報告書での進路選択理由において特に女子に顕著であった「興味深い授業内容」「先生との交流」「家族、親戚からの影響」という回答を裏付けられるように、興味深い授業内容の具体的項目やロールモデルの影響に関して調べるのが本稿のアンケートの動機の一つであった。実際には男子生徒と女子生徒に同じ設問を問いかけたり、長い時間をかけて追跡しなければ分からないことが多々あることは承知している。しかし女子ならではの理工系選択理由としては何があるのか、そして年齢に応じてどのような変化をするのかを調べ、報告させて頂いた次第である。興

味深い授業内容の具体的項目から、数学らしい項目が好まれているように感じられることは、これからおおいに期待できる点であろう。理工系の女性技術者を育てることは日本において必然になるだろうが、諸外国に比して引けを取らないような女子の理工系選択状況が見られる状況になって欲しいと願いながら、筆を置く。

謝 辞

本稿の研究は、平成24～25年度日本大学理事長特別研究「キャリアウェイ～理系女子学生のキャリア教育と活躍促進のための環境整備に関する研究」の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省：平成26年版科学技術白書, Webページ, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201401/1340515.htm
- 2) 内閣府男女共同参画局：平成26年版男女共同参画白書, 第5章, p.90, 2014年6月, Webページ, http://www.gender.go.jp/about_danjo/whitepaper/h26/zentai/pdf/h26_genjo3.pdf
- 3) 文部科学省：平成18年版科学技術白書, 第2章第4節, 第1-2-68図, Webページ, http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200601/001/002/0402.htm
- 4) 国立教育政策研究所：理系文系進路選択に関わる意識調査, p.173, 2012年10月, Webページ, <https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pdf/zokuseichi-report.pdf>
- 5) 青柳美輝, 田中美佐, 平田典子：数学に対する女子学生の興味確定時期の調査アンケート解析, 数学教育学会春季年会発表論文集, 255-257, 2014年3月
- 6) 第三回平成24-25年度日本大学理事長特別研究「キャリアウェイ～理系女子学生のキャリア教育と活躍促進のための環境整備に関する研究」シンポジウム講演, 2014年3月
- 7) 男女共同参画学協会連絡会：第三回科学技術系専門職の男女共同参画実態調査解析報告書, 2013年8月, Webページ, <http://www.djrenrakukai.org/enquete.html>