

社会科学系女子学生における 数学嫌い・数学学習意欲の分析¹

栗津俊二

実践女子大学人間社会学部

竹内光悦

実践女子大学人間社会学部

要約

数学リメディアル教材開発の資料として、学生がどの程度、またなぜ数学を嫌いなのか、学習意欲に影響する要因は何なのか検討した。数学の好悪、必要性、学習意欲などに関するアンケートを実施し、主成分分析と重回帰分析をおこなった。数学嫌いに影響する要因として、7要因が示された。また、数学の学習意欲に影響する要因として、4要因が示された。数学の学習意欲を、内発的動機付けの期待×価値理論にのっとして考察したのち、リメディアル教材の開発方針を検討した。

目的

社会学、経済学、心理学などの社会科学系学問では、理論や分析にある程度の数学が使用される。自ら何かの調査や実験を行ったり、既存の官庁統計や各種データベースの数値を利用したりして分析する場合もある。あるいは、複数の要因の関係を簡潔な数式にまとめた理論もある。企業においても、数量的なデータはマーケティング、顧客管理、売上予測、生産管理、投資などに広く使われており、日々のニュースでも内閣支持率や犯罪発生率、死亡率、株価、人口推計、GNP、ジニ係数など、何らかの計算結果が伝えられることもある。もちろん事件や事故のように、エピソードや事例を材料とした報道や資料もあるが、その事例が一般的なものなのか特殊なものなのか判断するには、確率や割合、変化の概念が使用される。つまり、社会や人間の様相を理解し、予測するとき、最低限の数学的能力が必須となっている。

そのため、社会科学系の学問では、学生がある程度の数学的能力を持っていることを前提に、講義が進められる場合がある。ミクロ・マクロ経済学やファイナンス論、会計学、心理学などで

¹ 本研究の一部は、平成18年度実践女子大学学内研究助成金(研究課題:社会科学系女子学生の数学リメディアル教育に関する研究)による補助を受けた。

は講義で数式が説明される場合があり、グラフや表を説明に用いる講義はさらに多い。また、学生が卒業論文で自ら調査や実験をおこなえば、得られた数値データの統計処理は避けられない。そのため社会科学系学部では、統計学など数値データの理解と処理方法を扱う科目が用意されている。

ところが、当学部も含めいわゆる私立文系学部では、数学を受験科目に課さないことが多い。経済産業省（2006）によると、数学を好まない女子学生は全体で約半数（48%：男子37.4%）にのぼり、男女合わせて文系学部と理系学部で比較すると、文系学部では63%の学生が数学を好まない。文系学部の女子学生だけを分析した結果は示されていないため全体の比率から推計すると、約66%の文系女子学生が数学を好まない、あるいは嫌いと考えられる。しかも、文系女子学生の場合、大学への進路選択に「苦手な科目が影響した」と答えた者が64.9%おり、文系男子、理系女子、理系男子のいずれと比較しても高い。また、学部選択の理由について、人文科学系統、社会科学系統、教育学系統、理工学系統、医歯薬看護系統を比較した結果（男女込み）を見ると、社会科学系統は「興味や関心を持っていること」と「将来つきたい職業」を選択したものが他系統と比べて最も少なく、「苦手な科目」を選択したものが最も多い。つまり、「数学が受験科目にないから」という理由で受験する学生が多いのが、社会科学系学部の1つの特徴である。

その結果、学生の基礎的な数学能力が不足して講義が進行できない場合がある。最も影響を受けるのが、数値データの扱い方そのものを授業内容とする統計学関連の講義であろう。これらの講義では、 Σ 、 $\sqrt{\quad}$ 、期待値、確率、絶対値、比、文字式などの概念を用いずに、講義内容を説明することも理解することも非常に困難である。これらの概念を講義時間中に全て説明すると、講義時間の相当な時間を初等・中等教育の内容に置きかえることになる。したがって、講義を理解するための最低限の基礎学力を講義時間外に習得してもらおう環境を整えることが望ましい。つまり、リメディアル教育である。

ここで、リメディアル教育の位置付けを考えておきたい。リメディアル教育は、本来初等・中等教育段階で習得すべきであった内容で、大学の授業の前提条件となる内容を、大学入学後におこなう教育と定義することができよう。したがって大学教育としては副次的なものであるため、卒業単位として認定しにくい。一方、リメディアル教育の受講が望まれる者は、本来大学入学前に習得すべき内容を習得せずに、大学に入学した学生である。しかも、高等学校において数学（少なくとも数学I）は必修科目であるため、単にその科目を履修しなかったというだけではない。履修しても理解できなかった、あるいは学習することを避けてきた科目である。

したがって、数学のリメディアル教育を実施しようとする、学習することを避けてきた内容、嫌ってきた内容、あるいは履修はしたが理解できなかった内容を、単位という外的圧力もなしにおこなうことになる。この状況では、高等学校のような授業方法でリメディアル教育を実施しても、受講者が学習することは期待しにくい。受講生の学習意欲を高める必要がある。

現在、筆者らはwebを利用した社会学系女子学生用数学リメディアル教育教材の開発を行っている（竹内・粟津, 2006）。しかし、これまで述べてきたように、単に教材を作成しても、学生が自発的に学習することは期待しにくい。市販の教材や既に他大学で実施されている教材には様々

な工夫が見られるが、最も数学を嫌う層と見られる社会科学系の女子学生にも効果を持つのか判断しがたい。なぜ数学が嫌いなのか、どうすれば学習意欲を高めることができるのか、検討する必要がある。

そこで、以下の2つを目的として研究をおこなう。第1の目的は、学生が数学に対してどの程度嫌悪感を持っているか把握することである。第2の目的は、数学の学習意欲に影響する要因を特定することである。これによって、web教材の学習意欲を向上させる方法を検討する。

ここで第2の目的について、心理学の動機付け過程の研究を利用して枠組みを定めておく。心理学では、生体が何らかの行動を起こす原因を、動機付け過程として扱う。動機は、外界からの報酬や罰に起因する外発的動機、外的な報酬に関係なく行動すること自体が目的となる内発的動機、対人関係に起因する社会的動機など幾つかに分けて考えることが多い(Zimbardo, 1980など)。例えば、リメディアル教育に当てはめれば、単位や賞罰に起因する学習が外発的動機による学習、学習自体の面白さや必要性に起因する学習が内発的動機による学習、友人とのコミュニケーション、担当教員への親しみ、親からの賞賛などに起因する学習が社会的動機による学習と考えることができる。しかしながら、実際にはこれらが相互に影響しあい、混合して動機が形成される(桜井, 1997)。

本研究ではweb教材自体によって、学生の数学学習意欲を高める工夫を検討する。そのため、上記の3つの動機付け過程でいえば内発的動機としての学習意欲を扱う。内発的動機に関して、これまで様々な理論が提唱されているが、実証主義的な研究が盛んに行われてきたものに、動機を「期待」と「価値」の積として考える認知的動機付け理論がある(Atkinson, 1957など)。代表的な期待×価値理論であるAtkinsonのモデルでは、人が課題に直面したとき、当該の課題を遂行し成功したいとする傾向(T_s)を、その個人のパーソナリティである達成動機(M_s)と、個人が期待する成功の確率(P_s)、そして課題に成功する価値(I_s)という3項の積と考える。Atkinsonのモデルのうち、達成動機は個人のパーソナリティであるため、教材によってコントロールすることは困難である。このモデルにしたがって考えれば、学習意欲を高める教材とは、学習に成功できるという期待と、成功することに意味があるという価値を高めたものということになる。

方法

<予備調査>

本調査での質問項目を定めるために、予備調査を実施した。予備調査では、第1著者の担当する演習I Bの履修者21名を調査協力者とし、A4版1枚の用紙で以下の2つの項目を尋ねた。第1問では、「今現在、数学は好きですか。」と尋ねて「非常に好き」から「非常に嫌い」までの4件法で選択させた。あわせて「好きな理由」「嫌いな理由」を、それぞれ箇条書きで自由記述させた。第2問では、「将来の自分にとって、数学の能力は必要だと思いますか。」と尋ねて、「非常に必要」から「全く必要ない」までの4件法で選択させた。あわせて「必要な理由」「不必要な理由」を、それぞれ箇条書きで記述させた。

この自由記述の内容を第1著者がアイデアユニット単位に分割したところ、好悪の理由に関する自由記述からは45ユニット(45文)、必要/不必要な理由に関する自由記述からは29ユニットが抽出できた。なお、アイデアユニットとは、1つの述語と1つ以上の変項から構成される意味単位で、ほぼ単文に相当するものである(呂本, 1998など)。

<調査紙の作成>

予備調査で抽出した好悪に関する45ユニットのうち、重複したものは統合・整理し、文言を修正して28項目の単文(QL1からQL28)を作成した。これに、好悪に関するターゲット質問項目(QLT)「私は数学が嫌いだ」を加えた合計29項目を数学への好悪に関する質問項目とした。同様に、数学の必要性に関して18項目の単文(QN1からQN18)を作成した。これに、必要性に関するターゲット質問項目(QNT)「数学は必要ない」を加えた合計19項目を、数学の必要性に関する質問項目とした。さらに、学習意欲に関するターゲット質問項目(QT)「私は数学を勉強する気がある」を加え、合計49項目を本調査で用いる質問項目とした。これら49項目をランダムな順にならべ、それぞれについて同意する程度を、「1:そう思う」「2:少しそう思う」「3:どちらでもない」「4:あまりそう思わない」「5:全くそう思わない」の5件法で答える解答欄を作成し、A4紙1枚にまとめた調査紙を作成した(項目内容は表1参照)。

<調査協力者および調査方法>

人間社会学部2年生配当の必修科目「社会調査法」の平成18年度最終講義において、第2著者が講義時間中に調査紙を配布し、その場で記入させて回収した。出席した女子学生147名から回答を得た。

結果

<基本統計量>

各質問項目の内容、平均値、標準偏差、各選択肢の出現率を表1に示す。ここでは重要な項目のみ紹介する。まず、QLT「私は数学が嫌いだ」に対して、「1:そう思う」と答えた学生(45.9%)および「2:少しそう思う」と答えた学生(15.8%)は、あわせて65.7%であった。また、QNT「数学は必要ない」に対して、「1:そう思う」と回答した学生(11.64%)および「2:少しそう思う」と回答した学生(10.96%)は、合計22.6%であった。QT「私は数学を勉強する気がある」という質問項目に対して、「5:全くそう思わない」と答えた学生(17.12%)および「4:あまりそう思わない」と答えた学生(20.55%)は合わせて37.67%であった。

表1 質問内容およびその基礎統計量と出現率

番号	質問内容	平均	標準偏差	欠損値
QL1	数学は、一箇所ミスすると全部ダメになる	1.77	0.86	0
QL2	論理的に考えることは必要だ	1.73	0.78	0
QL3	数学は、正解するまでが大変だ	2.14	1.13	2
QL4	数学は、単純だ	3.28	1.26	1
QL5	数学は、計算が難しい	2.28	1.07	2
QL6	数学は、問題が解けると嬉しい	1.43	0.78	0
QL7	数学は、公式が面倒だ	1.92	1.05	2
QL8	数学は、間違っても言い訳ができない	2.66	1.2	0
QL9	数学は、式を変形するのが楽しい	3.57	1.35	3
QL10	私は、数学を勉強した方がいい	2.55	1.24	1
QL11	数学は、公式を覚えるのが大変だ	1.94	1.04	1
QL12	数学は、答えがはっきりしているのが良い	1.96	1.11	1
QL13	数学の問題は、何回も確認しながら解かないといけない	2.39	1.09	1
QL14	数学は、難しい	1.73	1	0
QL15	私は、論理的に考えるのが苦手だ	2.37	1.1	1
QL16	数学は、計算が違ってるとイライラする	2.06	1.04	0
QL17	数学は、頭の体操になる	2.02	0.95	0
QL18	数学は、面倒だ	2.08	1.1	0
QL19	数学は、正解かどうか心配だ	1.88	1.08	0
QL20	数学は、式が長いとイヤになる	1.83	1.19	0
QL21	私は、数学ができない	2.13	1.28	0
QL22	数学は、意味のわからないものが出てくる	1.79	1.01	0
QL23	私は、計算が苦手だ	2.42	1.29	0
QL24	数学は、訳の分からない記号が出てくる	1.85	0.96	1
QL25	数学は、公式が難しい	1.94	0.95	0
QL26	数学は、答えが1つしかないのが良い	2.17	1.15	0
QL27	数学は、一つの方法で似た問題も解ける	1.92	0.94	1
QL28	数学の問題に正解すると達成感がある	1.41	0.7	1
QLT	私は、数学が嫌いだ	2.34	1.5	0
QN1	数学は、日常生活で使うことが多い	2.93	1.15	1
QN2	日常生活と数学は切り離せない	2.74	1.19	1
QN3	数学ができると、暗算をするときに便利だ	2.42	1.18	0
QN4	将来就きたい仕事に数学が必要だ	3.39	1.17	0
QN5	お金を扱うには計算が必要だ	1.49	0.79	0
QN6	生きていくのに、ある程度の計算力が必要だ	1.55	0.72	0
QN7	数学は、日常生活で役にたつ	2.48	1.12	0
QN8	人生には多くの知識がある方がよい	1.26	0.51	0
QN9	数学は、いつ、どこで必要なかわからない	2.73	1.18	0
QN10	数学を使う職業には就きたくない	2.21	1.18	0
QN11	知識が多い方が安心する	1.61	0.82	0
QN12	数学は、数学以外のことにも役に立つ	2.54	1.1	2
QN13	数学の問題を理解する能力は必要だ	2.05	0.92	2
QN14	日常生活では、簡単な計算ができれば十分だ	1.84	0.9	0
QN15	数学で正解を導く能力は必要だ	1.86	0.89	0
QN16	数学ができなくても日常生活に支障がない	2.55	1.13	0
QN17	数学は、論理的に考える能力が身につく。	2.11	0.95	1
QN18	数学は、電卓やパソコンで代用できる	2.14	1.05	0
QNT	数学は、必要ない	3.44	1.28	1
QT	私は、数学を勉強する気がある	3.08	1.26	2

<数学嫌いに関する分析>

SPSS 12.0 J を用いて、これ以降の分析を行った。そのさい、欠損値（無回答および判読不能）は、その質問項目の平均値で補完した。

まず、なぜ数学が嫌いなのかを探索した。数学への好悪に関する自由記述から作成した質問項目（QL1 から QL28）について、類似した項目を統合整理するために主成分分析を行った。固有値が 1 以上のものとして 9 主成分が得られたが、質問項目数（28 項目）、累積説明率、各因子の説明率を勘案して 7 主成分を採用した。なお、第 7 主成分までの累積説明率は 61.57%、第 7 主成分単独での説明率は 4.45% であった。主成分負荷量が 0.5 以上の質問項目の内容を参考に、各

主成分を解釈した(表2)。第1主成分は「数学への苦手意識」、第2主成分は「記号理解の困難」、第3主成分は「数学の明快さ」、第4主成分は「正解への不安」、第5主成分は「正解の喜び」、第6主成分は「公式使用のコスト」、第7主成分は「論理力の必要性」と名付けた。

バリマックス回転後に各質問項目の主成分得点をもとめ、これを用いてQLT「私は数学が嫌いだ」を目的変数、この7主成分を説明変数とした重回帰分析(ステップワイズ法)を行った。因子を投入/排除する条件を $0.5 < p(f) < 0.10$ としたところ、7主成分全てが投入された。このモデルによる決定係数(調整済みR二乗)は0.72と高く、モデルの適合性も有意であった[$f(7, 105) = 42.46, p < .01$]。表2にベータ係数を示す。

表2 数学の好悪に関する主成分分析・重回帰分析結果

番号	質問内容	主成分負荷量	主成分名	ベータ係数
QL14	数学は、難しい	0.71	第1主成分 数学への苦手意識	0.61
QL4	数学は、単純だ	-0.70		
QL21	私は、数学ができない	0.68		
QL9	数学は、式を変形するのが楽しい	-0.66		
QL23	私は、計算が苦手だ	0.64		
QL3	数学は、正解するまでが大変だ	0.62		
QL22	数学は、意味のわからないものが出てくる	0.81	第2主成分 記号理解の困難	0.45
QL24	数学は、訳の分からない記号が出てくる	0.66		
QL26	数学は、答えが1つしかないのが良い	0.84	第3主成分 数学の明快さ	-0.22
QL12	数学は、答えがはっきりしているのが良い	0.67		
QL17	数学は、頭の体操になる	0.62		
QL19	数学は、正解かどうか心配だ	0.83	第4主成分 正解への不安	0.14
QL13	数学の問題は、何回も確認しながら解かないといけない	0.67		
QL6	数学は、問題が解けると嬉しい	0.85	第5主成分 正解への喜び	-0.18
QL28	数学の問題に正解すると達成感がある	0.82		
QL11	数学は、公式を覚えるのが大変だ	0.75	第6主成分 公式使用のコスト	0.23
QL7	数学は、公式が面倒だ	0.73		
QL2	論理的に考えることは必要だ	0.85	第7主成分 論理力の必要性	0.10

<学習意欲に関する分析>

次に、数学の学習意欲に影響する要因を探索した。まず、QT「私は数学を勉強する気がある」以外の全質問項目に対する回答について、類似した項目を統合整理するために主成分分析を行った。固有値が1以上のものとして13主成分が得られたが、質問項目数(48項目)、累積説明率、各因子の説明率を勘案して9主成分を採用した。なお、第9主成分までの累積説明率は60.11%、第9主成分単独での説明率は2.93%であった。主成分負荷量が0.5以上の質問項目の内容を参考に、各主成分を解釈した(表3)。第1主成分は「数学への否定的感情」、第2主成分は「数学の不要性」、第3主成分は「数学の必要性」、第4主成分は「正解の喜び」、第5主成分は「数学の明快さ」、第6主成分は「正解への不安」、第7主成分は「知識欲」、第8主成分は「計算の必要性」、

第9主成分は「論理的思考」と名付けた。

バリマックス回転後に各質問項目の主成分得点をもとめ、これを用いてQT「私は数学を勉強する気がある」を目的変数、この9主成分を説明変数とした重回帰分析（ステップワイズ法）を行った。因子を投入/排除する条件を $0.5 < p(f) < 0.10$ としたところ、第1、第2、第3、第5主成分の4つが投入された。このモデルによる決定係数（調整済みR二乗）は0.37であるが、モデルの適合性は有意であった $[f(4, 108) = 17.54, p < .01]$ 。表3にベータ係数を示す。

表3 学習意欲に関する主成分分析・重回帰分析結果

番号	質問項目	主成分負荷量	主成分名	ベータ係数
QLT	私は、数学が嫌いだ	0.82	第1主成分 数学への否定的感情	-0.46
QL21	私は、数学ができない	0.81		
QL18	数学は、面倒だ	0.77		
QL14	数学は、難しい	0.76		
QL9	数学は、式を変形するのが楽しい	-0.71		
QL23	私は、計算が苦手だ	0.69		
QL3	数学は、正解するまでが大変だ	0.65		
QL22	数学は、意味のわからないものが出てくる	0.59		
QL20	数学は、式が長いとイヤになる	0.53		
QL24	数学は、訳の分からない記号が出てくる	0.51		
QN16	数学ができなくても日常生活に支障がない	0.75		
QN9	数学は、いつ、どこで必要なか分からない	0.73		
QNT	数学は、必要ない	0.65		
QN14	日常生活では、簡単な計算ができれば十分だ	0.62		
QN4	将来就きたい仕事に数学が必要だ	-0.55		
QN10	数学を使う職業には就きたくない	0.54	第3主成分 数学の必要性	0.31
QN1	数学は、日常生活で使うことが多い	0.75		
QN2	日常生活と数学は切り離せない	0.74		
QN13	数学の問題を理解する能力は必要だ	0.63		
QN7	数学は、日常生活で役にたつ	0.54		
QL10	私は、数学を勉強した方がいい	0.51	第4主成分 正解の喜び	
QL6	数学は、問題が解けると嬉しい	0.81		
QL28	数学の問題に正解すると達成感がある	0.80	第5主成分 数学の明快さ	0.18
QL26	数学は、答えが1つしかないのが良い	0.83		
QL12	数学は、答えがはっきりしているのが良い	0.66		
QL27	数学は、一つの方法で似た問題も解ける	0.50	第6主成分 正解への不安	
QL19	数学は、正解かどうか心配だ	0.83		
QL13	数学の問題は、何回も確認しながら解かないといけない	0.64		
QL25	数学は、公式が難しい	0.51	第7主成分 知識欲	
QN11	知識が多い方が安心する	0.80		
QN8	人生には多くの知識がある方がよい	0.59	第8主成分 計算の必要性	
QN5	お金を扱うには計算が必要だ	0.76		
QL2	論理的に考えることは必要だ	0.75	第9主成分 論理的思考	
QL15	私は、論理的に考えるのが苦手だ	-0.53		

考察

<なぜ数学が嫌いなのか>

調査協力者のうち、数学に対して嫌悪感を持つ学生が65.7%と過半数を占めた。これは、経済産業省（2006）ら推計した値（「目的」で先述）とほぼ一致することから、本調査の対象者は経済産業省（2006）の調査対象者と同様の傾向を持つ集団と考えられる。本調査では他の科目と比較

していないが、経済産業省（2006）によれば数学は文系女子学生が最も嫌う科目である。

なぜ嫌悪感を持つのか、QLT「私は数学が嫌いだ」を目的変数とした分析結果から考える。QLTには7つの要因が影響することが示され、この7要因で数学嫌いの61.57%が説明できた。数学嫌いに影響する最大の要因は、数学への苦手意識である。他にも、記号の理解、公式の使用、論理的思考の困難さが影響を与えており、例え解答することができたとしてもそれが正解かどうか不安なことも数学嫌いに影響している。いわば、数学が苦手だから数学が嫌い、ということになる。一方、答えが1つに定まるという数学の明快さと、正解によって得られる喜びは数学嫌いを低下させる方向に影響する。

「数学嫌い」を数学に関する行動（学習や内言思考）を避ける状態と考えれば、これはオペラント学習でいう回避条件付け（Mazer, 1994 など）と考えられる。記号の理解や公式の利用、論理的思考が困難であれば数学の問題に正解することは難しい。高等学校あるいは中学校までで、数学のテストや数学の教師からの質問に不正解し、「×」や叱責、注意を受けることが多ければ（負の強化）、生体は負の強化を与える環境を回避することを学習する。つまり、数学がある環境や数学の学習に直面しないように振るまう。このような行動傾向が、数学嫌いとして表れているのであろう。一方で、正解による喜びが数学嫌いを低下させるなら、正解を強化子とするオペラント学習によって数学に関する行動を増加できる可能性もある。

<何が学習意欲に影響するのか>

次に、QT「私は数学を勉強する気がある」について考察する。数学の学習に対して否定的に回答した学生は37.67%であり、逆にいえば約60%の学生は学習することに否定的ではない。

QTを目的変数とした分析から、数学の学習意欲に影響する4要因が抽出できた。「数学への否定的感情」と名付けた第1成分、「数学の不要性」と名付けた第2主成分、「数学の必要性」と名付けた第3主成分、「数学の明快さ」と名付けた第5主成分である。この4要因によって、「私は数学を勉強する」という質問項目に表れたばらつきの約40%が説明できる。第1、第2主成分は学習意欲を低下させ、第3、第5主成分は学習意欲を高める方向に影響する。本研究の目的は、学生の数学学習意欲に影響する要因を探索することであったため、一定の目的を果たしたと考える。興味深いのは、第2主成分と第3主成分として、数学の不要性と数学の必要性が別々の主成分として表れたことである。数学の様々な領域には、日常生活に不要な内容と必要な内容が含まれていると認識しているのだろう。

本研究で抽出された学習意欲を低下させる要因は、期待×価値理論にほぼそった内容と考えることができる。第1主成分「数学への否定的感情」は、その質問項目を見ると「数学は難しい」「私は数学ができない」などである。これは、自己の学習成果への期待が低い状態と考えられる。また、第2主成分、第3主成分はともに数学の日常生活への必要性に関するものであり、これは学習する価値に影響するものであろう。第5主成分である「数学の明快さ」は「数学は、答えが1つしかないのが良い」「数学は、答えがはっきりしているのが良い」などの質問項目から構成されており、正解であるかどうかかが即座に判定できること、したがって期待を向上させるものと

考えられる。本研究では、期待×価値理論を枠組みとして予備調査および本調査を行ったが、この妥当性が確認された。

<リメディアル教材の開発方針>

ここまでの考察を踏まえ、リメディアル教材の開発方針を検討したい。数学の学習意欲を期待×価値理論で扱うことの妥当性が確認されたことから、学習意欲を高めるには数学を学習できるという期待と、数学を学習する価値を高めることが有効と考えられる。

まず、価値を高めるには、日常生活に適用しやすい事例あるいは日常生活で実際に適用されている事例を用いることが有効であろう。また、内容として学生が日常生活で使用されていると認識している内容から始めることも有効であろう。これは、教材内容の例題を工夫したり、説明時に具体的事例を挙げるなどの方法を取ればよい。特に、リメディアル教材の目的が統計学や心理学統計法、経済学、ファイナンス論などの理解に必要な数学的能力の育成にあるならば、これらの科目が、実社会（あるいは人間）をどのように数値化し、数学的に処理しているかが見えるような事例を用いることが考えられる。これにより、これら科目の単位取得と、実社会との関係性という双方から学習する価値を高めることができる。

一方、学習に成功するという期待を高めるには、「数学への否定的感情」をいかに低下させるかが鍵となる。「数学の明快さ」が学習意欲を高める方向に影響するので、これを利用することがまず考えられる。例えば、正解か不正解かわかりやすいものにするということである。また、既に述べたように「数学嫌い」が、数学への苦手意識に起因するものであれば、まず正解しやすい内容からはじめて強化を与えることが重要と考えられる。また、強化の効力は行動から強化までの遅延時間が長いほど低下することが知られている(Mazur, 1994 など)。数学教材にあてはめれば、正解かどうかすぐに判断できなかつたり、教材の動作が遅いことがこれに相当しよう。したがって、例えば選択方式の問題にして明確に1つの解を定め、即座にフィードバックを与えることが重要と考えられる。

以上、教材の内容として以下の3点が指摘できる。まず講義や実社会との関連性を明確にすること、次に正解・不正解が明確に区別できるような問題（例えば選択形式）から始めること、そして正解しやすい容易な問題から始めることである。

ただし、ここまで提案した方策には問題点がある。「数学嫌い」の考察で述べたように、数学が嫌いな学生は回避条件付けがなされている可能性がある。つまり、数学を使用する環境に直面しないように振る舞う可能性がある。リメディアル教材で言えば、様々な手段を講じて教材に触れない、あるいは学習しないという可能性である。また、Web教材ではPCをWebに接続して使用するため、学生には他の娯楽性の高いWebコンテンツを閲覧することが可能となる。教材での工夫は、教材学習者が教材に触れてからしか効果を発しない。そもそも学習者が全く教材に触れなければ、教材にどのような工夫をしても無意味である。したがって、まず学習者が教材に触れて学習する状態に持ち込むことが必要となる。

始めに述べたように、動機には内発的動機、外発的動機、社会的動機などがある。もともと数学嫌いで内発的な学習意欲が低い状態であれば、内発的動機を向上させる方法だけでなく、社会的動機や外発的動機を利用することも検討すべきであろう。例えば、web教材に掲示板を用意して、コミュニケーションを促進するファシリテーターを置くことが考えられる。これは、数学教材をコミュニケーションの題材としたり、数学教材自体をコミュニケーションの場にする事で、教材にアクセスするための社会的動機を向上させる効果を持つ可能性がある。また、例えば授業時間内で一部利用する、テスト範囲に含めるなどの方法も考えられる。これは、教材にアクセスするという行動を外発的に動機付けるということになり、アクセスするだけならば非常に有効な手段であろう。しかし、外発的動機によって行動すると内発的動機は低下し、逆に自分で選択決定することによって内発的動機は高まる (Deci and Flaste, 1996 など)。学習初期はある程度の外発的動機付けが必要かもしれないが、学習者が自発的に教材にアクセスするようになれば、多用することは好ましくない。

ここまで、学生が数学を嫌う理由、学習意欲に影響する原因、およびリメディアル教材を利用させる方法について検討してきた。教材の工夫は比較的容易であるが、リメディアル教材を利用すべき学生を教材にアクセスさせるには、社会的動機や外発的動機にも配慮した運営方法を検討する必要がある。したがって、教材開発と有効性の評価を行いながら、運用方法を確立していくというのが、現実的な進め方であろう。

引用文献

- Atkinson, J. W. (1957) Motivational determinants of risk-taking. *Behavior Psychological Review* 64: 359-372
- Deci, E.L. and Flaste, R. (1996) *Why We Do What We Do*. Penguin. 桜井茂男 (訳) (1999) 「人を伸ばす力」. 新曜社.
- 経済産業省産業技術環境局産業技術政策課 (2006) 「進路選択に関する振返り調査について」.
<http://www.meti.go.jp/press/20060131010/20060131010.html> (2006年1月31日公表: 2007年1月31日参照)
- Mazur, J.E. (1994) *Learning and Behavior*. Plantice-Hall. 磯博行・坂上貴之・川合伸幸 (訳) (1996) 「メイザーの学習と行動」. 二瓶社.
- 呂本俊亮 (1998) 「文章理解についての認知心理学的研究 - 記憶と要約に関する実験と理解過程のモデル化 -」. 風間書房.
- 桜井茂雄 (1997) 「学習意欲の心理学」. 誠信書房.
- 竹内光悦・栗津俊二 (2006) 「社会科学系学部女子学生向け数学補習教材の開発」. 実践女子大学人間社会学部紀要, 本号.
- Zimbardo, G. (1980) *Essentials of Psychology and Life* (10th Ed). Scott, Foresman and Company. 古畑和孝・平井久 (監訳) (1983) 「現代心理学Ⅱ」. サイエンス社.