東京都市大学共通教育部紀要 2017 Vol.10

Basic Proficiency and Learning Attitudes of the Students in University Introductory Physics Courses

理工系大学初年度物理受講者の学習姿勢と基礎学力

右近 修治

Journal of Liberal Arts and Sciences at Tokyo City University Vol.10,2017

理工系大学初年度物理受講者の学習姿勢と基礎学力

自然科学系 物理学教育部門　右近 修治

1.　学習姿勢

授業は学生の頭の中のホワイトボードに情報を書き込んでいく作業ではない。これは何度も言い古されてきた言葉であるが、今更のように痛感することが度々ある。

学生に問題演習を課す際、おそらく全ての教員は、単に公式に数値を代入して計算する練習をさせているなどとは思いもよらない。学生が注意深く問題の意味を考え、結果が得られたら、その意味するところを検討してほしいと考えているはずである。機会がある度に、学生に考え方の筋道を図解するように指導したり、問題解法の過程を明示的に示すポリヤの方法[*1]等を紹介したりするだろう。しかし何度、こうした指導やアドバイスを繰り返したとしても、ほんとうに不思議なのだが、改善される学生は希である。演習問題の中身に関する解説はよく聞いてもらえるとしても、その取り組み方に関するアドバイスはほとんど無視されてしまう。教科書にある演習問題に取り組む際、いきなり答えを見ないでまず考えて検討するように、わからない部分があれば教科書の前のページを繰って、参考になりそうな部分を読むように、結果が出てもすぐ答えを見ないで、まず自分の結果が適切かどうかを検討するように、等々と、口うるさく言っても、まったく伝わらない。例題演習用のワークシートが配られるとすぐに教科書の当該例題の解説を読み始める。床の上を運動する物体の加速度が100m/s^{2}と計算されても、人の走る速さが50m/sとなっても、何の疑問も抱かずに、（おそらく間違った）計算結果をそのままワークシートに記入する。もちろんこうした演習を続けていったときの行く末は、教員から観れば火を見るよりも明らかである。なんとも口惜しい限りである。

学生は、すでに長年にわたって培われてきた、物理の学習についての自分

の考え方を持っている。これを「学習姿勢」あるいは「学習観」と呼ぼう。教員から一方的に与えられる情報は、予め持っている学習観によって取捨選択される。自分の持つ学習観に沿った内容であれば取り入れ、そうでなければ廃棄される。

House[*2]、Saddler、Tai[*3]らは、高等教育において当該学生がどれほどの伸び率を示すかは、すでに持っている後期中等教育における知識や理解の程度ではなく、他ならぬこの学習姿勢によるところが大きいと指摘している。

基礎学力を涵養するには、おそらく、学生が持つ不適切な学習観を改善することが必須であろうことは容易に想像できる。それはいかにして可能なのだろうか。また、それ以前の問題として、そもそも学生はどのような学習観を持っているのだろうか。 その学習観と、基礎学力とのあいだに果たして、何か関係があるのだろうか。

学生が持つ科学に対する学習観を調査する方法として、メリーランド物理期待感調査（MPEX： Maryland Physics Expectation survey）、[*4] 科学観調査（VASS ：Views About Science Survey）、[*5] 物理科学に関する認識論的信念評価（EBAPS：Epistemological Beliefs Assessment about Physical Science ）、[*6] コロラド科学学習姿勢調査（CLASS ：Colorado Learning Attitudes about Science Survey）[*7] 等がよく知られている。本稿では、MPEXについてその内容を紹介し、検討する。また2015年度に本学工学部1年生を対象として実施したMPEX調査結果について検討する。

2. メリーランド物理期待感調査

2.1 調査課題

学生は、物理をどのようなものとして理解しているのか、また、これから物理を学習するに当たって、どのような態度で臨もうと考えているのだろうか。E.F. Redishらは、そうした学生が持つ物理授業に対する期待感（expectations）を調査するために、メリーランド物理期待感調査（MPEX）を開発した。[*4]

そもそも理系大学初年度生が物理学を学ぶ出発点において、物理学に対してどのような学習観をどれほどの学生が抱いているのだろうか。これがMPEX開発の原点である。もちろん先に記したような、学生の取り組み状況

に関する教員個々人の印象や体験はいろいろとあるだろう。しかしこうした体験を集めてきても、学生の実態を適切に把握することは難しい。心理学の文献に頼るまでもなく、学生に対する悪い印象や落胆した経験ばかりが記憶に残ってしまうというのは、おそらく人の常だからである。

E.F. Redishらは、調査にあたって次の３つの疑問を提示している。

理系大学初年度生の物理学に対する期待感は、

疑問１：専門家のそれと比較してどのように異なっているのか。

疑問２：大学等の集団の違いにより、どの程度異なっているのだろうか。

疑問３：高等教育の各コース受講前と受講後でどう変容するのだろうか。

個々の学生が抱く科学的知識に対する見方や考え方は、授業で聞いた知識をどう解釈するかについて、大きな影響を与える。Redishらは、こうした学習観を特に認知的期待感（cognitive expectation）と呼んでいる。認知的期待感とは物理の学習過程に対する理解に関するものであり、物理的知識の構造に関するものであって、物理学の内容それ自体に関するものではない。

講義を知識伝達の場として捕らえる古典的教授モデルにおいては、学生が持つ認知的期待感の調査にはそれほどの意味がない。むしろどのような内容をいかに教授するかの方に、大きな関心が寄せられるからである。しかし、授業中の学生の活動に焦点を当てた概念獲得モデル―成長モデルにおいては事情が異なり、[*8] 学生が持つ認知的期待感はその学生の学習活動に大きな影響力を発揮すると考えられる。

いうまでもなく開講科目にはシラバスが明示されている。シラバスによって、授業で扱われる内容が単元ごとに明確に提示されている。しかし実際に受講して初めて伝わる暗黙知がある。これは隠れたカリキュラム（hidden curriculum）と呼ばれている。

基礎学力は、単なる基礎知識の集積ではなく、知識の構造的な理解によって形成される。多くの教員はさらに、注意深く情報を検討・吟味することのできる力、批判的思考力をも基礎学力の一部として捉えているのではないか。前者について、知識構造そのものを明示的に示すことは難しいかもしれないが不可能ではない。その内容を項目としてリスト表示することは簡単である。しかし後者を直接「教える」ことはできないだろう。教員はまさに内容を扱う具体的過程を通して、学生にこれを伝えたいと考える。教員になったほとんどの人達の学生時代の学習体験は、実はそれを伝えられた側のもの

であったのではないか。これが隠れたカリキュラムである。しかしこれが通常の講義を通して伝わる学生は、ほんの僅かであり、その僅かな学生は、将来の研究者や教育者の候補となる人達である。教員は自身の学習体験から、当然と思われることを学生に要求する。しかし教室に座っている大半の学生にとって、それは当然ではない。

大半の学生が取る授業戦略は暗記の枯れ葉モデル[*5]である。これは物理をあたかも落ち葉に書かれた公式の集積として捕らえる学習観であり、構造的理解に対する志向が欠如した学習観である。教員は、いつのまにか自身が望むものとは反対の行為を、学生に促してしまっているのだろうか。ひょっとして教員は別の隠れたカリキュラムを、知らないうちに学生に発信してしまっているのだろうか。疑問3にはこうした疑問も含まれている。後に示すように、MPEX調査は具体的にこれに答えることができるものである。

2.2　MPEXの構成

学生の学習姿勢を知る最もよい方法は学生へのインタビュー調査であろう。ただし、学生の本音を引き出すためには、多くの工夫と時間を必要とする。もし、疑問に挙げたような学部全体、あるいは研究施設間における学習姿勢の差異を調べるのであれば、統計的な調査に頼らざるを得ない。MPEX調査はこうした目的のために開発された。

MPEXは1992年、ワシントン大学で微分積分学をベースとした入門物理コース受講者に対し、物理学の本質について、物理学の学習について、そしてこれらの関連について、学生がどう考えているのかを調べたのがその始まりである。すでに実施していたインタビュー調査に用いた質問項目を、学部35年間の教授経験に基づいて検討し、新たな調査項目として設定した。作成した各質問項目については、他学部や物理教育の専門家の意見を取り入れたり、これによる学生インタビュー調査結果を検討したりするなどして、その内容、表現等をより適切なものへと洗練させた。15大学以上の学部で4年間修正を加えながら繰り返し実施し、現在のMPEXを完成させた。

Hammerはかつて、学生の物理に対する態度や信念、学習観は次の3個のカテゴリーを基準として調べることができると提案している。[*4] それは、

1．独立性（物理学の学習に関する基本的な考え方）物理の学習とは単に情報を受け取ることだけなのか、あるいは自ら積極的に参加し、自身が

持つ理解を変容させていく過程なのか。

2．整合性（物理学の構造、体系に関する基本的な考え方）物理学は単なる知識の集積であるのか、互いに関連付けられ、構造化された体系であるのか。

3．概念（物理学の内容に関する基本的な考え方）物理の公式は、単なる数式なのか、その背後に豊かな概念が広がっているのか。

である。MPEXはこの3個のカテゴリーに次の3個を加えた6個のカテゴリーを基準にして学生の学習姿勢を捉える調査である。

4．現実性（物理学と現実世界との対応に関する基本的な考え方）物理学は教室の外の世界と無関係なものであるのか、あるいはこれらを共に考えることが有益であるのか。

5．数学との関連（物理学を学習する際の数学の役割に関する基本的な考え方）数学で表された物理公式は単に数値を計算する為に用いられるのか、あるいは物理世界に関する情報を表現するための方法として用いられるのか。

6．エフォット（物理学がわかるために必要な作業やある種の活動に関する基本的な考え方）慎重に思考し、利用可能な資料やフィードバックに基づき、自身が何をやっているのかを評価しているか、否か。

MPEX調査は物理学や物理の学習に関する34個のMPEX項目の主張それぞれに対し、「①強く同意する」「②同意する」「③どちらとも言えない」「④同意しない」「⑤まったく同意しない」の5段階で答えさせる。集計に際しては、①②選択は同意（A）、④⑤選択は不同意（D）とし、①と②、あるいは③と④の違いはないものとしている。つまり各MPEX項目に対してAあるいはDが集計される。③はAでもDでもない。MPEX項目は上の6個のカテゴリーのどれかに分類されており、物理学の専門家が抱く好ましい考え方か、否かが判断される。表1に各6個のカテゴリーと、それぞれに対する好ましい態度、好ましくない態度、そして各カテゴリーに対応するMPEX項目番号の一覧を示す。1～34の各MPEX項目文は文献(4)に付録として全文が収録されている。

表2にMPEXの項目番号と項目文を示す。例えばMPEX項目4番（番号に続く（　）内数字については後述する）は「概念」のカテゴリーに分類されており、一つの主張が掲げられている。この主張に対する専門家による好

ましい回答は不同意（D）である。そこでこの項目番号に対して、Dを選択した学生は「好ましい」に1ポイント、Aを選択した学生は「好ましくない」に1ポイント与える。またMPEX項目18番は「現実性」のカテゴリーに分類され、好ましい回答は同意（A）である。そこで、この項目番号に対してAを選択すれば「好ましい」に1ポイント、Dを選択すれば「好ましくない」に1ポイントとなる。こうして各MPEX項目に対してAあるいはDを集計し、その学生の学習姿勢を評価する。最終的にはクラス全体の「好ましい」のポイントと、「好ましくない」ポイントの比で、そのクラス全体の学習姿勢を評価する。結局、③の選択はポイントと無関係である。

2.3 MPEX調査の妥当性

調査対象者の学習姿勢評価をわかりやすく表示する工夫として、RedishらはA－Dプロットを導入した。これは横軸に「好ましくない」のポイントを、縦軸に「好ましい」のポイントをパーセント（%）で示す座標を取り、その平面上に該当集団のプロットを記入したものである。「③どちらとも言えない」の選択は数えないので、

「好ましい」のポイント（%）＋「好ましくない」のポイント（%）＜100

の関係が成り立つ。したがって、全てのプロットは点(0,100)と点(100,0)を結んだ直線よりも下になる。

図1にMPEX調査の妥当性を評価するために作成されたA－Dプロットを示す。学習姿勢が好ましい集団ほどプロットは左上に近づく。

図中のExpertsは物理教育の専門家集団(N=19)に対する調査結果である。大学で自身が担当する物理学の講義にワークショップ物理を導入している現職集団である。College Teachersはディクソン大学で開催された2週間にわたる物理教育研究(PER)夏季セミナーに参加した大学教員を構成メンバーとしている（N=56)。HS Teachersはやはり同セミナーに参加した高校教員の集団である（N=26)。USIPOT（The US International Physics Olympic Team）は米国の物理オリンピック参加チームの高校生メンバーである(N=56)。1995年、1996年にカレッジパーク、メリーランド大学で研修を受けた者を対象としている。またUMCPpreはカレッジパーク、メリーランド大学で入門物理コースを受講する前の学生のグループ（N=445）である。このグループのFCIpre成績[*9]の平均値は50%であった。MPEX調査は適切に機

表1　6個のカテゴリーと好ましい態度、好ましくない態度(4)

	好ましい態度	好ましくない態度	MPEX項目
独立性	自分自身に責任を持って理解を構築しようとする。	権威（教員や教科書）によって与えられるものを無批判に受け入れる。	1, 8, 13, 14, 17, 27
整合性	物理学は互いに関連付けられた，整合性のある体系として扱わなければならないと信じている。	物理学は，事実あるいは断片の寄せ集めとして扱うことができると信じている。	12, 15, 16, 21, 29
概念	背後にある考え方や，概念の理解が大切であるとしている。	公式をそのまま当てはめたり，暗記したりすることばかりに気を取られている。	4, 14, 19, 23, 26, 27
現実性	物理学で学んだ考え方は，身の回りの様々な現象を適切に捉えたものであり，役に立つ。	物理学で学んだ考え方は，教室の外の世界での経験と，ほとんど関わりがない。	10, 18, 22, 25
数学との関連	数学は物理現象を表現するのに便利な道具である。	数学と物理学とは互いにほとんど関係のない，独立したものである。	2, 6, 8, 16, 20
エフォット	利用可能な情報を活用したり，意味を把握することに集中する。	利用可能な情報を効率的に活用することなど，思いもよらない。	3, 6, 7, 24, 31,

表2　MPEX項目番号と文　項目番号中（　）内数字については後述する。

カテゴリー	項目番号	項目文	好ましい回答
概念	4(1)	物理の問題を解くということは，基本的には，問題に対する条件と式を見出し，答えを得るために数値を代入することだ。	D
	14(5)	物理学を学ぶということは，授業や教科書の中に出てくる法則や原理，式で明確に関連付けられている知識を獲得することだ。	D
	27(10)	物理を理解しているとは，基本的に，教科書で読んだり授業で示されたりした事柄を，思い出せるかどうかである。	D
現実性	10(3)	物理法則は私が理解する現実世界とほとんど関係がない。	D
	18(8)	物理を理解するために，私はしばしば，自分が体験したことを思い出し，それをいま考えているテーマに関連付けるようなことをする。	A
	22(9)	物理は現実世界と関係しており，時にそのかかわり方を考察する手助けをしてくれる。しかしそれは，私が大学の物理の授業でやる，本質的なものではない。	D

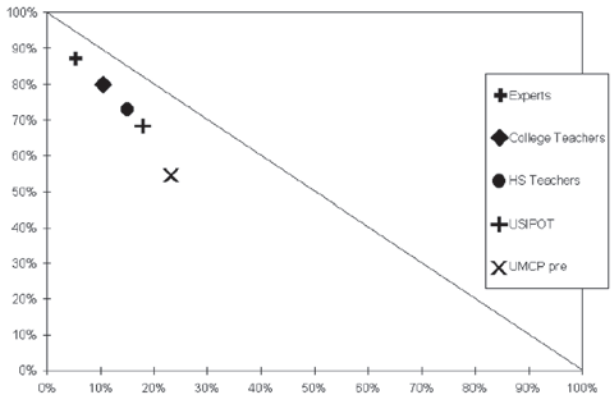

図1　A－Dプロット(4)

能しているように見える。

MPEX調査は米国の6大学1500名以上の学生を対象として実施され、その結果が報告されている。[*4] これによると、疑問3について伝統的な講義形式の授業については、厳しい結果となっている。伝統的講義とは、教員による一方的なレクチャーで進められていく、いわゆるチョークと黒板による講義である。講義にパワーポイントを使うというだけでは、これとあまり事情は変わらない。MPEX調査結果によると、コース終了後はコース前と比較して、学生の学習姿勢はより悪化する。報告の一部は既に訳書[*5] にも掲載されているので、Redishらによる詳しい分析はそちらに譲る。

3.　東京都市大学ＭＰＥＸ簡易調査

3.1 都市大Ａ－Ｄプロット

東京都市大学工学部では、4月当初新入生に対して基礎学力調査を実施し、通常コースとリメディアルクラスへのクラス分け資料等に用いている。その物理基礎学力調査問題といっしょにMPEX簡易版を用いた学習姿勢調査を2015年度、2016年度の2度実施し、15年度には744名、16年度には635名のデータを得た。

34の項目からなるMPEX調査の実施時間は20分～ 30分である。しかし時間的制約により、これだけの時間を確保することが難しいので、MPEX項目の部分集合からなるMPEX簡易版を用いた調査となった。MPEX簡易版の項目数は10個である。10個の項目は、既述した1.独立性、2.整合性、3.概念、4.現実性、5.数学との関連、の5個のカテゴリーを基準として学習姿勢を評価できるように選んだ。表3に、各カテゴリーに対応したMPEX簡易版の項目番号を示す。（　）内数字は元のMPEX項目番号である。MPEX簡易版に要する時間は6、7分程度である。1～10のMPEX簡易版の項目を付録として、最後に掲載する。表2のMPEX項目番号覧の（　）内数字はMPEX簡易版の項目番号である。

図2にMPEX簡易版による1915年度東京都市大学工学部のＡ－Ｄプロットを○で示す。比較のため、物理教育専門家集団（Experts）、米国物理オリンピック参加チーム（USIPOT）、コース開始前メリーランド大学初年度生（UMCPpre）のデータが記入されている。しかし都市大データは簡易版によ

表３　MPEX簡易調査

1	独立性	2(8)，4(13)，5(14)，10(27)
2	整合性	6(15)，7(16)
3	概念	1(4)，5(14)，10(27)
4	現実性	3(10)，8(18)，9(22)
5	数学との関連	2(8)，6(15)，7(16)

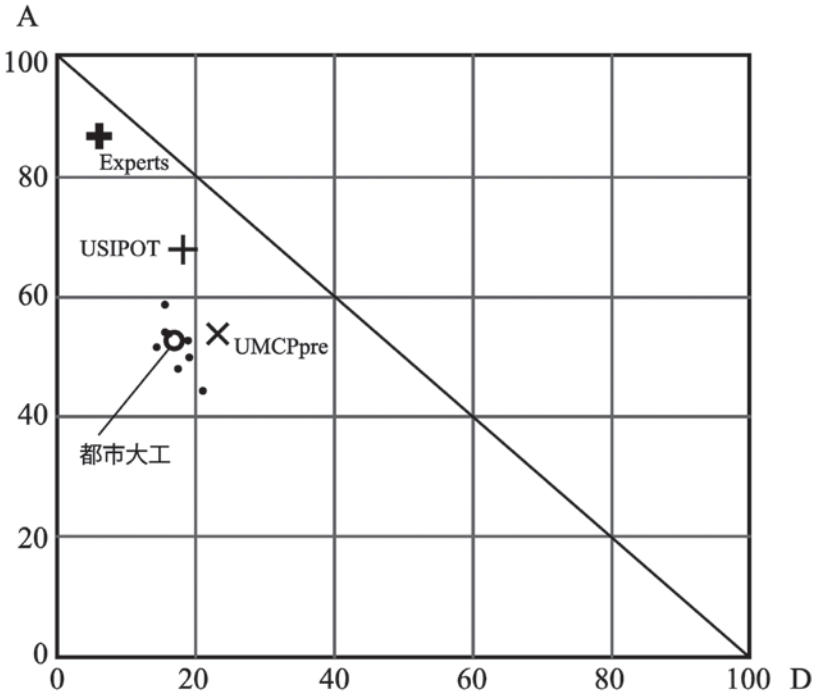

図２　都市大工学部Ａ－Ｄプロット

るものなので、これらはあくまでも参考程度の比較である。

〇の周囲に散らばる小さな8個の黒点は、都市大工学部の8学科、それぞれの学科ごとの集計結果である。少々分りにくいが、〇印左上に接近した2つの黒点がある。グラフの左上（好ましい学習姿勢）に近いものから遠く離れたものまで、学科によってかなりのばらつきが生じていることがわかる。

3.2 学習姿勢インタビュー調査

元々MPEX調査は、ある集団の学習姿勢を評価するために開発されたものであって、学生個人の学習姿勢をそのまま評価するためのものではない。同一の学生の回答であっても、その時々によって異なる結果となることが一般に知られている。したがって個々のMPEX調査結果がその学生の学習姿勢を直接評価していると、単純に捉えることはできない。

こうしたゆらぎは決して小さくはなく、無視することはできないのであるが、一方、個人データの集合体は、やはり全体としてなんらかの意味を持つと考えられる。個人データと集団データの隙間は、学生へのインタビュー調査によってある程度埋められるだろう。そこで次のような方法で、個人データを評価し、その妥当性を検討した。

学生が各項目に対して「好ましい」回答をしたときに1点を与える。カテゴリー1.～5.はそれぞれ複数の項目によって構成されるので、その平均点をそれぞれのカテゴリーの数値評価とする。また、カテゴリー1.～5.の数値評価の平均点として個人の総合評価を算出する。したがって各カテゴリーの評価も総合評価も、評価はすべて0点～1点の範囲で与えられることになる。

図3に、2015年度744名の工学部8学科全体の調査結果に基づいて作成した、個々の学生の学習姿勢総合評価の度数分布を示す。はたしてこの分布にどれほどの意味があるのだろうか。

学習姿勢の数値評価の値は、どの程度の実態を反映しているのか調べるために、調査対象者の中からボランティア学生を募り、2015年度には10名の学生に対してインタビュー調査を実施した。

インタビュー調査は、教員1名と学生1名の対面式で、4月当初に使用したMPEX簡易版にある10項目についてその場で回答してもらい、それを選んだ理由を述べてもらうものである。発言の様子は学生の了解を得て録音した。調査は学生の空き時間を利用して2015年7月に実施された。

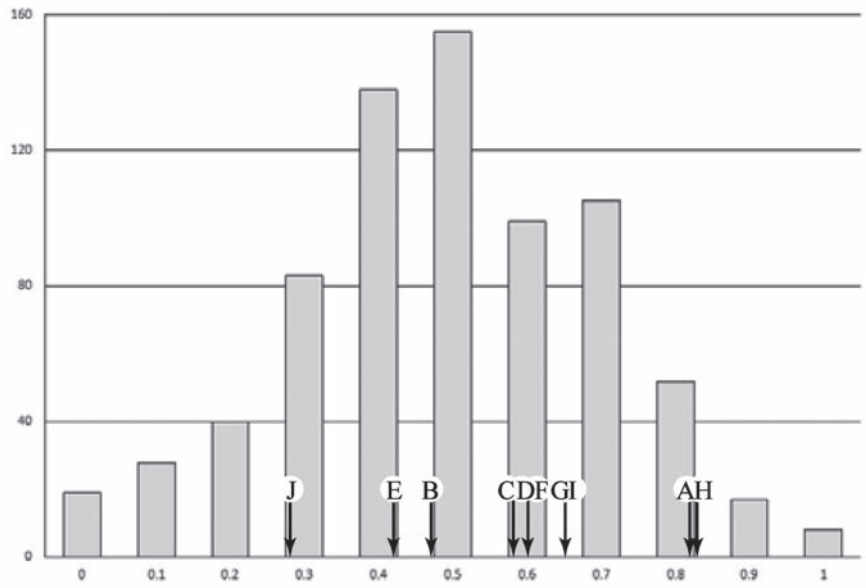

図3　学習姿勢評価度数分布

図３中にあるＡ～Ｊの記号はインタビュー調査に応じたボランティア学生個人のMPEX総合評価である。0.3以下から0.8以上まで分布している。

以下に学生D、H、I、Jの発言内容を紹介する。発言中にある番号は付録に掲載されているMPEX簡易版項目番号、①～⑤は「①強く同意する」「②同意する」等の各項目の選択肢番号である。

学生Ｄ：3番に対して⑤を選択し「いままで、力学、波動、電磁気学をやってきて、いろいろな物理法則を習ってきたけど、現実世界とすごい関係があるのをよくわかっているので」と答える。何かそうした具体的経験があるか？の問いに対して「高校で習った虹が色づいて見える現象とか、シャボン玉が色づいて見えるなど、その原理を知った時結構感動しました」と応じている。一方、5番に対しては②を選択して評価を下げている。しかしその理由を「教科書と日常生活を関連づけながら知識を身に付けていくということだと思うので」と述べていることから、これは「式で明確に関連付けられている知識･･･」の「関連」を「日常生活と関連付けながら」と受け取った上での判断である。この「関連付け」が教科書内で、式と関連付けられたもの、と理解した場合には、否定的態度を取る可能性が大きく、さらに評価を上げていた可能性が高い。

学生H：3番に対しては⑤を選択し「物理は身近な現象を扱う科目だな、と思う」と回答、また9番にも⑤を選択。「逆に、物理は現実世界と関係していて、その現象があって、その現象がなぜ起きるのか、というのが本質であると思うので。物理学の授業も、その本質をつかみたい」と回答し、評価を上げている。

学生I：5番に対して①を選択、「授業に出てくることを覚えることが重要だ」と回答している。一方、3番に対して⑤を選択、「さすがに、関係ないということなんてないと思う」と述べる。学生Iは、授業で物理を学び、覚えることが物理の学習であると考えている。また、授業で出された演習問題をしっかりと学習し、それに慣れることが成績を上げることに繋がると考えている。その一方、物理と現実との関わりについても、物理で得られた結果は当然現実と関係している、という常識的な理解を持っている。現実世界との関わりに関しては、今受けている物理の授業ではなく、将来の研究で、より一層明確になるだろうと予想している。こうした態度は理系の学生として平均的な態度に近いと思われる。

学生J：1番、3番、9番、10番に対して①か②を選択し評価を著しく下げている。1番「式を覚える方で、教科書に載っている式に数値を代入するという解き方をしている。なぜその式があるかという、根本はあまり考えない」、3番「生活で物理を使ったことがない。関係ないと思う」、9番「本質ではないし、手助けもそんなにはしてくれない。授業でやる本質とか現実世界とかを考えたことはあまりない」、10番「式を覚えたり教科書に書いてあることを思い出したりしながら解く。記憶することが得意なので」と回答している。彼にとって、物理法則は教科書によって与えられるものである。物理法則の意味を考えたり、物理概念を獲得しようとしたりすることには関心がない。物理の問題を解くということは、教科書に載っている式に数値を代入することである。授業で学ぶ物理は教科書の中だけの話であり、現実世界との関わりなど考えたこともない。

こうしたインタビュー調査から、MPEX簡易版による総合評価と、10名の聞き撮り調査対象者の該当する応答から感じることができた学生の「好ま

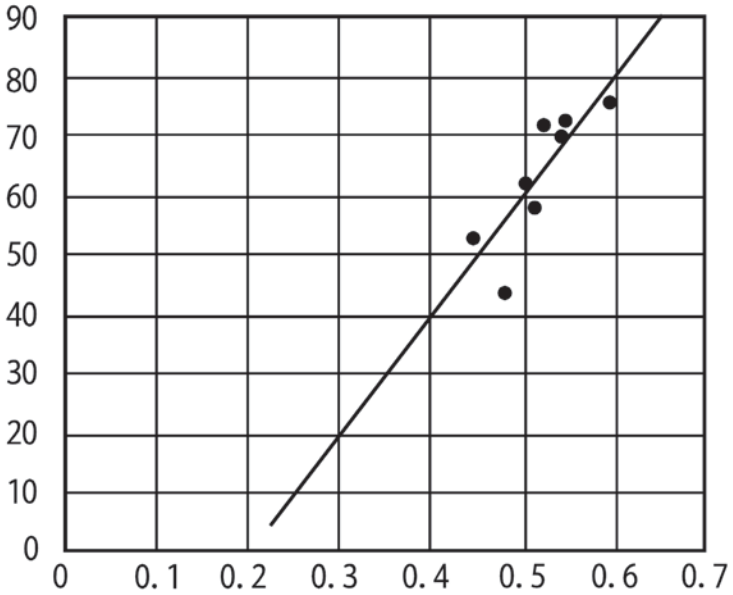

図4　学習姿勢数値評価（横軸）に対する物理基礎学力調査得点（縦軸）

しさ」の度合いは整合性が高いと判断できる。暫定的に総合評価0 ～ 0.4を「好ましくない学習姿勢」、0.4 ～ 0.7を「常識的学習姿勢」、0.7 ～ 1.0を「好ましい学習姿勢」とすることができるだろう。

既述したとおり、2016年度にもMPEX簡易版が実施され、すでに新たにボランティア学生10名のインタビュー調査を終えている。引き続き2017年度も実施の予定なので、MPEX簡易版による学習姿勢の数値評価は今後さらに精度を高めることが期待できる。

3.3 学習姿勢と基礎学力

既述したようにMPEX簡易版による学習姿勢調査は、基礎学力調査と平行して実施したものであるので、個人の学習姿勢を数値として評価すれば、基礎学力との相関を調べることができる。

物理基礎学力調査は、新入生の持つ基礎学力を調べる目的で毎年４月当初に実施されており、リメディアルクラス編入等の基礎資料としても用いられている。高校物理教科書にある例題程度の内容で、力学、熱学、電磁気学の範囲から出題さる。はたして初年度生の持つ大学入学時までの基礎学力と、その時点での彼らの学習姿勢とは相関があるのだろうか。

図４のグラフは都市大工学部８学科ごとに、MPEX簡易版数値評価平均点に対して物理基礎学力テスト平均点をプロットしたものである。両者の間には明らかな相関が見て取れる。相関係数は0.83と高い。

学習姿勢が好ましいグループは、基礎学力も高い。これは教員が観察する学生の実態と確かに整合性がある。しかし学習姿勢と基礎学力の関係が因果的関係であるのか、相関関係であるのかは、これだけでは必ずしも明らかではない。コース終了後、学習姿勢がどう変容するのかを追跡しなければならないだろうし、また、そもそも基礎学力をどう測るのかも問題であろう。基礎学力調査としては、現在実施しているものよりも、ＦＣＩのような概念理解調査[*10]の方が有効かも知れない。いずれにしても今後の研究が俟たれる。

本研究は、科学研究費補助金「基盤研究Ｃ」（課題番号15K00933）の助成を受けています。

付録　MPEX簡易版

次の項目に対して、あなたの考えを選択肢①～⑤の中から１つ選んでください。

1. 物理の問題を解くということは、基本的には、問題に対する条件と式を見出し、答えを得るために数値を代入することだ。（Ｄ）
2. 物理学(1)の授業で、式は、その意味を直感的に理解しようとするのではなく、公式として与えられたものとして扱うべきだ。（Ｄ）
3. 物理法則は私が理解する現実世界とほとんど関係がない。（Ｄ）
4. 物理学(1)の授業における私の成績は、第一に、物理の問題にどれだけ慣れているかによってきまる。洞察力や創造性はあまり関係がないと思う。（Ｄ）
5. 物理学を学ぶということは、授業や教科書の中に出てくる法則や原理、式で明確に関連付けられている知識を獲得することだ。（Ｄ）
6. 物理の問題を解いていて、もし計算結果が予想したものとだいぶ違ったときには、計算結果の方を信じるべきだ。（Ｄ）
7. 授業で式を導いたり証明したりすることは、物理の問題を解く上ではそれほど重要ではない。また私がこの授業をこなす上で、特に必要な技能でもない。（Ｄ）

8. 物理を理解するために、私はしばしば、自分が体験したことを思い出し、それをいま考えているテーマに関連付けるようなことをする。（A）
9. 物理は現実世界と関係しており、時にそのかかわり方を考察する手助けをしてくれる。しかしそれは、私がこの物理学(1)の授業でやる、本質的なものではない。（D）
10. 物理を理解しているとは、基本的に、教科書で読んだり授業で示されたりした事柄を、思い出せるかどうかである。（D）

選択肢
①強く同意する ②同意する　　③どちらとも言えない　④同意しない
⑤まったく同意しない

（注）各項目文最後の（　）は、物理専門家による好ましい回答を示す。Aは「同意」、Dは「不同意」である。

引用文献

＊1　Polya, George. (1945). How To Solve It. Princeton University Press、邦訳：柿内 賢信訳(1975)、「いかにして問題をとくか」、丸善株式会社
＊2　J. D. House, Int. J. Inst. Med. 22, 157 (1995)
＊3　P. M. Saddler and R. H. Tai, Sci. Educ. 85, 111(2001)
＊4　E. F. Redish, J. M. Saul, and R. N. Steinberg, American Journal of Physics 66, 212 (1998)
＊5　E.F.レディッシュ、日本物理教育学会監訳、「科学をどう教えるか」、丸善出版(2012)
＊6　http://www2.physics.umd.edu/~elby/EBAPS/home.htm
＊7　W. K. Adams, K. K. Perkins, N. S. Podolefsky, M. Dubson, N. D. Finkelstein, and C. E. Wieman, PHYSICAL REVIEW SPECIAL TOPICS - PHYSICS EDUCATION RESEARCH 2, 010101(2006)
＊8　右近修治、東京都市大学共通教育部紀要 第8巻(2015)、http://www.tcu.ac.jp/academics/liberalarts/ pdf/2015/vol8_06.pdfよりダウンロード可
＊9　Hestenes, David, Malcolm, Wells, and Swackhamer Gregg,The Physics Teacher, 30, 141(1992)
＊10　右近修治，東京都市大学共通教育部紀要 第9巻(2016)