

ビデオ教材を用いた物理授業

—— アジア人留学生の理解度から見たこと ——

山田裕紀・青木由香利

1. はじめに

東海大学国際教育センター別科日本語研修課程（以下「別科」と略す）では、長年に渡り、外国人留学生に対して物理の予備教育が提供されてきた。これまでその履修者の大半は、タイや韓国、中国といったアジア地域の出身者であったが、近年では大学のグローバル化に伴って、サウジアラビアやアラブ首長国連邦（UAE）といった中東地域の出身者も急速に増加してきている。これに伴い、いくつかの問題点が浮き彫りになってきた。その一つは、履修者の進路の多様化である。後述するように、一口に理工系と言っても、学部で学びたい専攻は学生によって大きく異なる。もちろん、そのために求められる物理の知識も異なってくる。二つ目の問題は、学生の日本語の能力の差ばかりでなく、自国で受けた教育背景の違いも影響して、学力に大きな個人差が見られるということである。一方で物理の基本的な内容を理解し、物理的な考え方を身に付けることは理工系を専攻する学生には必ず求められる能力である。このように履修者の多様なニーズに応えつつ、彼らに必要な最低限の物理の内容を修得してもらうために、我々指導者はどのような授業を展開していけば良いのだろうか。少なくとも、従来のように、教科書や資料を一方向的に講義するような形式では不十分であることが判ってきた。

物理の重要な要素は、事物に対する現象、概念そして法則である。それらを具体的に実感を持って正しく理解するためには、理論的な説明に加えて、実験を交えた説明が有用である。しかし、時間的な制約や実験に必要な器具の確保などそれを授業の中で行うには、いくつかの課題がある。そこで筆者らは実験の代替手段として、ビデオ教材に着目し、授業に取り入れてみることにした。

我が国の物理教育において、ビデオなどの視聴覚教材を用いた授業に関する文献は極めて少数である。例えば、外国人留学生を対象としたものとしては、山崎らの研究がある（山崎他、1995）。そこでは、日常での日本語ではほとんど使用されないが、科学実験などで使用され科学技術日本語を、理工系留学生に速やかに修得させるために、物理・化学・数学の3分野から、書籍の図解だけでは理解しにくい、基本用語を選定し、ビデオ教材を開発したことが述べられている。しかし、残念なことに、外国人留学生に対してビデオ教材を用いた物理の授業の

実践研究の文献を見出すことはできなかった。

そこで本稿では、筆者らが2014年度春学期¹⁾に留学生に対して行ったビデオ教材を用い物理の授業のうち、アジア諸国出身の留学生に対して行った実践を報告する。更に、それらの学生の物理に対する理解度が、ビデオを視聴したことでどのように変化するかを、我々の行った理解度を見るテストやアンケート調査の結果から分析する。

こうした研究は、まだ指導者が個人で模索することの多い外国人留学生に対する物理教育に資することが期待される。

本稿は、次のように構成されている。第2節では、授業の計画や教材の概要、本調査の概要、指導の手順などについて述べる。第3節では、アジア諸国の出身者からなるクラスについて、受講者の概要、理解度についての仮説、指導の方法や工夫、調査の結果そしてその考察について述べる。まとめとして、第4節では、学生の理解度から見えたことは何かを明らかにし、今後の課題を提示する。

2. ビデオ授業および調査の概要

本学の別科では、物理の授業は、週に3回（1コマあたり90分）で15週に渡って行われており、1学期間で完結する。日本の高校課程で扱う力学と電磁気学を中心に学習する。授業は通常、講義と問題演習とによって構成され、実験は基本的に行われていない。

本節では、2014年度春学期に行ったビデオ授業と筆者らが行った調査の概要を述べることにする。

2.1 ビデオ授業の目的

本稿の目的とは別に、ビデオ授業そのものの目標を下記のように設定した。

1. ビデオ教材を通じて、物理への興味・関心を高める。
2. ビデオ教材を通じて、物理の現象や概念、法則に対する正しい理解を促す。
3. 視覚や聴覚で実感しながら、日本語の物理用語や物理的な言語表現を身に着ける。

2.2 教材

ビデオ教材は、筆者らが作成したものではなく、既存のものとして下記を使用した（NHK 2013）。

NHK 高校講座「物理基礎」サイト URL: <http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/butsurikiso/>
この教材は、インターネットで動画配信されている。全て日本語で提供されており、出演者が行う実験や対話、ナレーターの説明などを通して物理が学習できるように工夫されている。

2.3 授業計画

全45回ある物理の授業のうち、計6回をビデオを使用した授業に充てた。1コマあたり20分のビデオを1本視聴した。視聴する内容については、力学から特に基本的かつ重要なトピック

を選んだ。以下に具体的な授業計画を示す。

- 第1回（4月24日）「速い」「遅い」を比べる ～速さと速度～
- 第2回（5月1日）速度が変わらない運動を表す ～等速直線運動～
- 第3回（5月15日）変化する速度について考える ～加速度～
- 第4回（5月15日）速度が変わる運動を表す ～等加速度直線運動～
- 第5回（6月26日）力と質量と加速度の関係 ～運動の第2法則～
- 第6回（7月10日）投げられた物の運動 ～放物運動～

2.4 ビデオ授業及び調査の流れ

別科での通常の物理の授業は1クラスで行われているが、2014年度春学期は例外的に2クラスに分かれ、同じ時間帯にそれぞれ別の教室で開講された。クラス編成は、アジア諸国出身の4名の学生からなるクラス（以下「アジアクラス」と略す）とサウジアラビア出身の6名の学生からなるクラス（以下「サウジアラビアクラス」と略す）である。担当教員は本稿の筆者らであり、アジアクラスが山田であり、サウジアラビアクラスが青木である。

ビデオ授業に限っては両者のクラス合同で行った。ビデオは見易さと聞きやすさを考慮し、視聴覚設備の整った教室で行った。担当者の一人である山田は全盲の視覚障害があるため、授業の役割分担を工夫した（山田 2014）。山田は主にビデオの解説とアジアクラスの学生の指導にあたった。青木は主にサウジアラビアクラスの学生の指導に当たった。機器の操作と板書については、物理学を専攻する学生のボランティアに協力を依頼した。以下にビデオ授業の手順を記載する。

1. チェックシートを配布した。
2. サイトにある理解度チェック問題のページをスクリーンに表示し、問題を解かせ、シートの各解答の First Check の欄に記入させた。必要に応じて、問題の意味や用語の意味を説明した。ただし、日本語にまだ不慣れで、このステップが難しい学生は省略した。
3. 必要に応じて前回に見たビデオの内容について復習したあとで、その日の動画のテーマを学生に伝えた。
4. アジア・サウジアラビアの両クラスの学生は、スクリーンに映されたビデオを同時に視聴した。
5. 大事な場面でビデオを停止させて、担当者は説明を加えたり、意見を聞いたり、発問して理解を確認したり、学生同士で簡単なディスカッションをさせたりした。
6. ビデオが終了したら、担当者は内容を手短かに再度解説した。説明を追加したり、関連するやさしい問題を出題したりして、学生の理解を強化した。
7. 再度、理解度チェック問題のページをスクリーンに映して、チェックシートの Last Check の欄に解答を記入させた。
8. 引き続いて、チェックシートのアンケートにも回答させた。
9. シートを回収した。

10. 理解度チェックのページをスクリーンに表示し、学生の多数意見に従って担当者が解答の選択肢をクリックし、正解・不正解を確認した。
11. 担当者が理解度チェックの解法について解説した。

2.5 調査の方法

チェックシートの回答結果から、ビデオを見る前と後の学生の理解度の変化と、ビデオ授業に対する学生の意識を調査した。そのうち、本稿ではアジアクラスの調査の事例について報告し、サウジアラビアクラスの調査の事例については別の論文で報告することとする。

チェックシートは学習内容に関する理解度チェックと授業に関するアンケートからなる。理解度チェックの問題については、2.2節に記したサイトに用意されているものを使用した。各回到3問ずつ出題され、3つの選択肢から正解を1つ選ぶ形式になっている。問題の一部抜粋と解答欄を参考資料Aに付した。

授業アンケートは、例えばビデオの内容に興味を持ったかなどについて、5段階で評価する形式である。また、ビデオを視聴して、学習した物理用語を複数解答してもらうようにした。授業アンケートの項目については、参考資料Aに付した。

また、本ビデオ授業が終了したあとに、視聴した学生一人一人に対してインタビュー調査を実施した。その項目については、参考資料Bを参照されたい。

本稿でサウジアラビアクラスに対する調査報告を省略するのは主に次のような理由からである。まず、サウジアラビアクラスの学生は、全体として、アジアクラスの学生に比べて物理の学力が大変低く、理解度の変化を見る調査に関する十分な情報が得られなかったことがあげられる。一方で、アンケートおよびインタビュー調査の結果やサウジアラビアクラスの担当者による詳細な学生の観察などから極めて興味深い事実が浮き彫りになってきた。しかしながら、その報告については、アジアクラスの場合と若干記述の方法や考察の観点が異なってくるため、それについては別の論文で紹介することとした。

3. アジアクラスに対する調査・研究

本節ではビデオ授業のうち、アジアクラスの学生に対して行った調査研究について報告する。まず、学生の概要を述べる。続いて本調査に関する筆者らの仮説や授業の方法、工夫について紹介する。更に、調査から得られた結果を元に、学生の理解度の変化について考察する。

3.1 受講生の概要

アジアクラスは、19歳から26歳までの4名の男子学生から構成されていた。全員が自国で高校までの教育を修了していた。下記に学生の出身国、自国での物理の既習状況、授業開始当初の物理の学力、日本語のレベル²⁾そして授業への参加度を表1に示した。

ここで、表1について補足しておく。物理の学力は、通常の授業で実施した小テストの結果や問題演習の状況などから担当者が判断した。また、授業の参加度、出席の状況や質問の頻

表1 アジアカラスにおける学生の概要

学生	出身国	既習の有無	学力	日本語のレベル	参加度
A	モンゴル	あり	標準	中級	積極的
B	中国	あり	標準	中級	積極的
C	タイ	なし	低	中級	積極的
D	タイ	あり	やや低	初中級	やや消極的

度、課題に対する取り組み方などから担当者が判断した。物理を理解するためには、数学の知識が不可欠であるが、どの学生も高校範囲の物理を理解するために最低限必要となる数学の知識³⁾は概ね既に身につけていた。日本語のレベルについては、一口に「中級」と言っても、会話は得意でも読んだり書いたりするのは不得意な者や漢字は読めても意味を理解するのが不得意な者など様々であった。例えば、学生Aは大変流暢に日本語を話す、物理用語の意味についてはやや苦手な一面が見られた。これに対して、学生Bは、日本語はあまり流暢ではないが、用語の意味をよく理解していた。

自国での物理の既習状況については、ビデオ授業の終了後に行ったインタビュー（参考Bを参照）の結果から、次のような情報が得られた。以下に学生別のコメントをまとめておく。

- A 自国で高校範囲の物理は一通り学習していた。しかし、内容はあまり理解できなかった。授業のペースが早く、説明もなく公式の暗記を強いられた。実験はしなかった。担当教員に質問しても納得のいく回答が得られなかった。
- B 高校では3年間かけて物理をじっくり学習した。実験もあった。各単元のまとめとして、担当教員が作成したビデオも見た。
- C 自国では物理はほとんど勉強したことがなかった。高校卒業後に進学した自国の専門学校で電気の基礎を少しだけ学習した。
- D 高校物理は一通り学習したが、ほとんどを忘れてしまった。内容はかなり難しかったことを覚えている。

このように学生によって自国の高校での物理の学習背景は異なっており、それに伴い既有知識にも差異が見られることが判る。

学生の学部での進学先も記載しておく。いずれも本学の工学部建築学科・動力機械工学科、情報理工学部コンピューター応用工学科、そして情報通信学部経営システム工学科である。このことから、学生の進路が多様であることが判る。

3.2 仮説

筆者らはビデオ授業を実施する前に、アジアカラスの学生の理解度について次のような仮説を立てた。

（仮説1）物理の既有知識の量と学生の正解率の高さには関係がある。ただし、ここでの既

有知識とは、ビデオを視聴する前に学生が持ち合わせている知識とする。

(仮説2) 日本語の知識の量と学生の正解率の高さには関係がある。

(仮説3) ビデオの視聴は物理現象や法則の理解の助けになる。

3.3 指導の方法と工夫

アジアクラスの学生についてはビデオ授業で視聴するテーマは、通常の授業で既に学習を終えていた。しかし、知識の定着度や日本語の力に個人差が見られた。そのような事情を考慮して、ビデオを見る直前には必ずこれまでの復習や必要な知識を補うように努めた。特に式やグラフといった数学の基礎知識や日本語での物理の重要な用語などについては、毎回念入りに解説した。実験の部分を見る前には、多目に時間を設けて、学生一人一人に結果を予想してもらうようにした。できるだけ、その結果を導いた理由についても答えてもらうようにした。ビデオの中で日本語での説明が長く続くときには、切の良いところでビデオを一時停止させて、学生一人一人にきちんと聞き取れたか、理解できたかを確認するようにした。ボランティアの学生とは、機器の操作や板書の方法について、事前に資料を渡したり、打ち合わせをするなどして連携を図った。ビデオを見る前後に実施した理解度チェックについては、学生にヒントは与えず、自力で解答してもらうようにした。ただし、問題の意味や読めない漢字などがある場合には質問に応じた。チェックシートの集計の際には、ボランティアの学生やサウジアラビアクラスの担当者に協力を依頼した。

3.4 結果

ビデオ授業は、第1回から第6回まで計6回実施したが、最初の2回については、担当教員にとって試験的な意味合いもあり、調査に必要な十分なデータが得られなかった。したがって、本稿では第3回から第6回までの結果を紹介する。

表2は、アジアクラスにおける第3回から第6回までのビデオを視聴する前と後での学生ごとの正解率の変化を表にまとめたものである。正解率としては、パーセンテージの代わりにQ1～Q3の3問中何問に正解したかという正答数の値を記した。なお、計6回実施したビデオ授業について、アジアクラスの学生は毎回全員が出席した。ここで、表の最下行の各回の平均値を見ると、ビデオを視聴する前の正解率が回を追うごとに高くなっていることが読み取れる。

表2 アジアクラスにおける第3回～第6回の学生別正解率の変化

学生	3回		4回		5回		6回		平均	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
A	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
B	3	3	3	3	2	3	3	3	2.8	3
C	0	3	1	3	2	3	2	3	1.3	3
D	1	3	1	3	2	3	2	3	1.5	2.8
平均	1.8	3	2	3	2.3	3	2.5	3		

また、本稿では紹介していないが、問題別の正解率を見てみると、公式に数値を単純に当てはめて速度といった物理量を求めるような問題の正解率は全体として高いが、グラフから数値を読み取って計算する問題や正しい現象を選択する問題の正解率は下がる傾向が見られた。

表3はアジアクラスにおける授業アンケートの結果である。授業アンケートの項目については、参考資料Aを参照されたい。このアンケートは1.～5.の5個の項目からなり、“++”，“+”，“0”，“-”，“--”の5個の選択肢からなる。“++”が最も良い評価で，“0”が普通，そして“--”が最も悪い評価である。ここで，“++”～“--”に5～1の数字を対応させて各に4名の学生の平均値を計算して表にまとめた。ここで，各項目の各回に対する平均値（最下行）に注目すると，3.と4.の項目の値が特に低いことに気づく。そこで，3.と4.それぞれの項目について学生別の回答状況をまとめたのが表4と表5である。これはそれぞれの項目に対して，第3回～第6回の間にそれぞれの学生がどの選択肢を選んだかを示したものである。筆者らが特に興味を持ったのは表5の結果である。表2と表5の結果を見比べると，物理の理解度のテストで常に高い正解率である学生AとBは，言葉の意味がよく理解できたと感じていることが読み取れる。これに対して，理解度のテストで低い正解率である学生CとDは，言葉の意味があまりよく理解できなかったと感じていることが読み取れる。ここで注目しているのは，アンケートで学生が選んだ5段階評価の絶対値ではなく，A～Dの学生がそれぞれに選んだ評価値の相対関係であることに注意する。このようなことから，理解度テストの正解率と言葉の意味が理解できたかどうかということの間に何らかの相関があるのではないかと推測される。

アンケートの6.の項目については，毎回ほとんどの学生がビデオの内容に関連する物理用語を書くことができていた。ただ，漢字での回答は少なく，ひらがなが多かった。中には間違えて聞き取った用語をそのまま書いてしまう者もいた。ここで，ビデオ授業の終了後に学生に対して個別に行ったインタビューの結果にも触れておきたい（参考資料Bを参照）。ただし，1.と2.の項目に対する結果については，3.1節で既に述べたので，ここでは省略する。

3.の項目について，学生Cは(a)，(b)，(c)及び(d)を選択し，学生Dは(a)のみを選択した。両者とも(a)の「問題の意味がわからなかった」というところで共通しており，これは授業アンケートの結果とも一致する。また，学生Cは公式やグラフの理解の難しさもあげており，言葉の問題と数学的な部分が苦手なことが問題の正解率の低さにつながっていたものと考えられる。

表3 アジアクラスにおける第3回～第6回の授業アンケートの結果

	1	2	3	4	5
第3回	4.8	4.8	4.5	4.3	5
第4回	4.3	4.5	4.5	4.3	5
第5回	4.8	4.8	4.3	4.3	5
第6回	4.8	4.8	4.3	4.3	5
平均	4.6	4.8	4.4	4.3	5

4. の項目については学生Cは全ての項目を選択した。特に (e) の選択肢については、大事な所に強調のためのラインが引かれるなどわかりやすい工夫がされていたことを、(f) については、担当者がビデオを止めて説明してくれたことをあげていた。また、(g) の例については、ビデオを見る前には斜面の同じ高さから質量の異なる台車を同時にスタートさせたとき、質量の大きいほうが先に下に着くと思っていたことをあげ、ビデオを見て、その間違いに気づき、帰宅してから坂道を友達と自転車で下る実験をしたことを述べていた。台車の実験については、他の学生からも同様の感想が聞かれた。

表4 項目3. に対する学生別の回答状況

学生	選択肢				
	“__”	“-”	“0”	“+”	“++”
A	0	0	0	0	100%
B	0	0	0	75%	25%
C	0	0	0	50%	50%
D	0	0	0	100%	0

表5 項目4. に対する学生別の回答状況

学生	選択肢				
	“__”	“-”	“0”	“+”	“++”
A	0	0	0	0	100%
B	0	0	0	0	25%
C	0	0	0	100%	0
D	0	0	100%	0	0

一方、4. の項目について、学生Dは (a), (f), (g) を選んだ。(g) の例としては、水平投射で真下に落下する物体に比べて、水平に投げた物体のほうが遅く地面に着くと思っていたが、ビデオを見て同時に落ちることがわかったことを述べていた。学生Dの回答は3. の項目に対する回答と矛盾せず、問題の意味がわかったこととビデオや担当者の説明から、正解が導けるようになったことがうかがえる。

5. の項目について、該当する学生Dに聞き取りをしたところ、問題の選択肢を誤ってチェックしてしまったことが判明したため、この項目は飛ばした。

6. と7. の項目については、ほとんどの学生から物理に興味を持ったとの感想が聞かれた。特に実験への関心の高さがうかがえた。学生Aや学生Bのように、理解度チェックでビデオを見る前後で毎回正解している学生でも、ビデオを見たことで、理解が深まったり、新たな発見があったりしたという意見も聞かれた。

8. の項目については、該当する学生は見られなかったが、学生Cから率直な意見として、公式が出てくるとどうしても引かなかったこと、公式が苦手であること、そしてビデオが自分の国の言葉になっていたら、もっと理解できたと思う、と述べていた。

3.5 考察

まず、最初の仮説である物理の既有知識の量と学生の正解率の高さには関係があるかどうかについて考える。学生Aと学生Bについては、十分に物理の知識があり、我々の仮説と矛盾するものではない。学生Dについては、物理の知識はある程度あるのだが、ビデオを見る前の問題の正解率が低かった。その原因の一つは、表5が示すように、日本語の困難のために問題の意味が理解できなかったことが考えられる。したがって、この学生の場合も、仮説と大きく矛盾するものではない。学生Cについては、物理の知識が十分ではなく、インタビュー調査でも公式やグラフなどによる学習の難しさを訴えていることから、仮説に反する結果ではない。また、表2の結果から、回を追うごとに正解率が高くなる傾向が見られたことについては、学生が出題の形式に慣れたということも考えられるが、ビデオ授業や通常の授業で学習してきた物理の知識が徐々に身についてきたものと解釈される。これだけの結果を持って、仮説の妥当性を裏付けることは不可能であるが、自国で物理の学習を一通り終えておくことや継続して学習することがいかに大切であるかが推測できるのではないだろうか。

次に二つ目の仮説である日本語の知識の量と学生の正解率の高さには関係があるかどうかについて考える。学生Aと学生Bについては、ビデオを見る前から問題を解くのに必要な日本語の知識が十分備わっていたと考えられ、我々の仮説と矛盾するものではない。学生Dは、別科の定める日本語のレベルが4名の学生の中で最も低いことから、仮説に反するものではない。学生Cについては、日本語のレベルは学生Aと学生Bと同じであるが、非漢字圏の出身で漢字が苦手であることや授業アンケートなどにおいて言葉の意味が理解できなかったことを訴えていることから、やはり言葉の困難が正解率に関係していることが伺える。もちろん、これだけの結果を持って仮説の妥当性を検証することは不可能であるが、日本語の知識と学生の正解率との間に何らかの相関があるように思われる。しかし、この点については注意が必要である。マレーシア留学生に対して日本語の聴解・文字・読解の能力と物理の試験の点数との相関を調べた榎本らの研究がある（榎本他，1987）。それによると、両者の間に明確な相関は見られないことが指摘されている。筆者もこれまでの授業の中で日本語は不得意であるが、物理の学力が極めて優秀である学生を何名か指導したことがある。このようなことから、この仮説については被験者の数を増やして、更に多角的な視点による注意深い検証が必要であると思われる。

最後に3つ目の仮説であるビデオの視聴は物理現象や法則の理解の助けになるかどうかについて考える。これは、ほぼ毎回到渡って、いずれの学生もビデオを見た後で正解が出せていることから仮説と矛盾しない。ビデオは日本語で提供されていたにも関わらず、全員が理解度を高めることができた要因は、視覚的に理解できるような工夫が多くなされていたことや物理用語と現象などとの関連性が直感的に把握しやすかったことなどが各種調査の結果から推測できる。特にインタビューのコメントにあるように、ビデオの実験を見たことで、誤った現象の理解が正しい現象の理解に変容したことについては注目すべきことである。一方、問題の正解率についてビデオの視聴前後で変化が見られなかった学生に対しても、「実験に興味を持った」や「理解が深まった」といった意見が聞かれたことから、ビデオの視聴が彼らにとって意義のあることであったことを裏付けている。以上のことから、ビデオの視聴が学生の物理に対する

学習意欲を高め、理解の助けになったと結論できる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、ビデオ教材の視聴とアジア人留学生の物理の理解度との関係について述べてきた。理解度や意識に関する調査・研究から、ビデオ教材の視聴が学生の興味・関心を高めるとともに、物理現象などの正しい理解や日本語での物理用語の修得を助けたことが明らかになった。しかし、この結果は一つの側面をとらえたに過ぎない。以下により注意深く検討すべき点をいくつか述べておきたい。

一つ目は学生の理解度を見る方法が適切であったかどうかという点である。本調査・研究では、ビデオ教材のサイトで提供されている問題をそのまま使用したが、漢字の能力がまだ不十分な学生にとっては、たとえ担当者が平易な日本語に置き換えて説明を加えたとしても、回答作業は大きな障壁だったに違いない。どの学生にとっても回答しやすく、しかも学生の理解度を的確に測定できるような調査方法を検討する必要がある。

二つ目は調査の被験者が非常に少なかったという点である。そのために、統計的な分析手法が適用できず、仮説の妥当性を客観的に評価・議論することが不可能であった。今後は別科ばかりでなく、学部からも留学生の被験者を募って調査が可能かどうか検討したい。特に前節で述べたように、留学生の物理の学力と日本語の能力との相関の有無については興味深く、統計的な手法による詳細な調査・分析を試みたい課題である。

三つ目はどういう学生にいつどのようにしてビデオ教材を視聴させるのかという点である。例えば、本稿で取り上げたアジアクラスの学生は概して物理や数学、日本語の既有知識を持ち合わせていた。また、通常の授業で関連するトピックをある程度学習させたあとで、ビデオを見せた。ビデオは重要な場面で一時停止させて、平易な日本語で説明を加えたり、学生の理解の状況を確認したりしながら見せた。果たしてこのような授業の方法がどの学生にも同様の効果を与えるのかについては注意深く検討する必要がある。実際、本稿では紹介しないが、サウジアラビアクラスの学生に対しては、アジアクラスの学生と異なる反応が得られている。

四つ目として、ビデオ教材そのものの形態についてはどうだろうか。本調査・研究ではビデオ教材として、ストーリー性のあるものを使用した。が、視聴覚教材はそのような形態のものばかりではない。単元のトピックに即した物理現象や実験の様子を撮影した短いVTRを見せる方法も考えられる。例えば、自由落下運動のトピックであれば、物体が自由落下している様子を一定時間ごとに静止させたVTRや記録タイマーを用いた重力加速度の測定実験のVTRを使用するといったことである。こうしたVTRは余計な文字や音声の情報を含まないため、日本語に十分慣れていない学生でも理解しやすく、学習の導入段階から使用できることが期待される。

本稿の最後に当たり、一つ注意しておかねばならないのは、ビデオのような視覚的な教材を見ることが物理の授業の本来の目的ではないということである。本稿の冒頭でも述べたように、ビデオ教材はあくまでも実験の代替手段である。したがって、可能であれば、実験を行

い、そこで学生が自ら試行錯誤しながら、物理への理解を深めていくことが望ましい。また、日本語のレベルや物理の学力に差のある学生同士が協力しあうことにも大きな意義があると考ええる。時間の制約や実験器具の確保などの問題はあがあるが、日用品だけを用いて通常の講義室の中でできるような簡単な演示実験も少なくない。今後は視聴覚教材や演示実験の効果を引き続き調査・研究するとともに、そこから得られた知見を取り入れた物理の授業をいかにして展開していくかが課題である。

謝辞

本調査研究にあたっては、物理の受講生とボランティアの学生の皆様に多くのご協力をいただいた。心より感謝申し上げたい。特に東海大学国際教育センターの齊木ゆかり教授と理学部物理学科のベンツヴォルフガング教授には、本稿への多大なるご助言とご協力をいただき、心より感謝申し上げます。

注

- 1) 東海大学では年度を2つに分けた2学期制をとっている。前半部を春学期、後半部を秋学期とそれぞれ称している。
- 2) 本学の別科では、留学生の日本語のレベルを初級・初中級・中級・上級の4つに分け、それぞれのレベルに応じた指導が行われている。
- 3) 日本の高校課程で学習する「数学Ⅰ」に相当する知識である。例えば、多項式の四則計算や根号の計算、2次方程式の解法、2次関数のグラフ、三角比の諸性質といったトピックがある。その他物理の学習にはベクトルや多項式関数の微積分の初歩的な知識が要求されるが、それらについては数学の担当者と連携を図るとともに、物理の授業においても必要に応じて指導した。

参考文献

- 榎本成巳他（1987）「マレーシアにおける対日留学生予備教育と物理習熟度別学習」『物理教育』第35巻、第4号、pp.244-247、日本物理教育学会。
- 山崎信寿他（1995）「ビデオ教材による理工系基本用語・表現教育」『日本語教育方法研究会誌』第2号、第1巻、pp.40-41、日本語教育方法研究会。
- 山田裕紀（2014）「視覚障害を有する教員の物理授業（そのⅠ）—授業における工夫と課題—」『東海大学紀要 国際教育センター』第4号、pp.91-103、東海大学国際教育センター。
- NHK（2013）「NHK 高校講座「物理基礎」サイト
URL: <http://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/butsurikiso/> 2014年4月24日取得。

参考資料A 理解度チェック問題の抜粋と授業アンケート

第6回に実施した理解度チェックの問題と毎回配布したチェックシートを掲載する。

第6回 投げられた物の運動～放物運動～の理解度チェック問題

※○は正解であることを表す。

- Q1 物体を鉛直上向きに投げたとき、上向きを正とすると、重力加速度はいくらか。
- 9.8m/s^2
 - -9.8m/s^2 ○
 - 0m/s^2
- Q2 水平方向に投げた物体は、放物線を描く。このとき、速度の水平成分は等速である。この理由として、適切なものを選び。
- 水平方向には、力がはたらいていないから。 ○
 - 水平方向には、力がはたらいているから。
 - 鉛直方向には、重力がはたらいているから。
- Q3 物体を斜め上向きに投げた。このとき、鉛直方向と水平方向に分けて運動を考えたとき、適切なものを選び。
- 鉛直方向には、等速直線運動をして、水平方向には、等加速度直線運動をする。
 - 鉛直方向にも、水平方向にも等加速度直線運動をする。
 - 鉛直方向には、等加速度直線運動をして、水平方向には、等速直線運動をする。 ○



チェックシート

理解度チェックの解答欄

First Check

A1
A2
A3

Last Check

A1
A2
A3

授業アンケート

1. このビデオはやさしかったですか？
++, +, 0, -, --
2. このビデオを見て、物理はイメージできましたか？
++, +, 0, -, --
3. 話は聞きとれましたか？
++, +, 0, -, --
4. 言葉の意味はわかりましたか？
++, +, 0, -, --
5. 今日の授業はおもしろかったですか？
++, +, 0, -, --
6. 今日、勉強した物理の言葉を、ひらがな・漢字で書いてください（2つ以上）。 ○



参考資料B インタビューの質問項目

1. 過去に物理を学習したことがあるかどうか？ その学習背景など，なるべく具体的に聞き取る。
2. 現在所属する日本語クラスは？

※各回の最初の理解度チェックで答えを間違えたあるいは答えられなかった学生について

3. あなたはなぜ答えを間違えたあるいは答えられなかったと思うか？ 以下の観点で話を聞きとる。
 - (a) 問題の意味がよくわからなかった。
 - (b) 公式を忘れていた。
 - (c) 公式の意味や使い方がわからなかった。
 - (d) グラフの意味や読み方がわからなかった。
 - (e) どんな運動をするのか，具体的にイメージできなかった。
 - (f) 自分は何がわかってないのかわからなかった。

※各回の理解度チェックで最初では間違えたあるいは答えられなかったが，最後では正解を出せた学生について：

4. ビデオを見終わって，あなたはなぜ正しい答えが出せるようになったのか？ 以下の観点で話を聞きとる。
 - (a) 問題で何を聞かれているのかがわかった。または，言葉の意味がはっきりした。
 - (b) どの公式を使えばいいのかがわかった。
 - (c) 公式の意味や使い方がわかった。
 - (d) グラフの意味や読み方がわかった。
 - (e) ビデオの実験を見て，運動がイメージできた。
 - (f) ビデオや担当者の説明から，どこが大事なポイントなのかがわかった。
 - (g) ビデオや担当者の説明から，自分の考え方の間違いに気づいた。その例があれば聞き取る。

※いつもあるいはごくたまに最後の理解度チェックで答えを間違えた学生について

5. あなたが間違えた理由は？ 4. と反対の観点から聞き取りをする。
6. ビデオ授業を通じて物理に興味を持ったか？ 自由に答える。
7. ビデオ授業のどんな点が面白かったか？ 自由に答える。
8. ビデオ授業が面白くなかったと感じた理由は？ 以下の観点で話を聞きとる。
 - (a) **外的要因：**ビデオや担当者の説明がよくわからなかった（あるいは聞き取れなかった）から。意味のわからない言葉や文字が沢山出てきて混乱したから。内容が難しかったから。などなど。
 - (b) **内的要因：**日ごろの物理の復習が足りなかったから。語彙力を増やす努力が足りなかったから。自分の目的意識がはっきりしていなかったから。などなど。