

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 ——

山田裕紀

〔要旨〕

筆者は全盲の視覚障害を有する教員で、現在東海大学国際教育センターで留学生に対して予備教育としての物理の授業を担当している。本稿では、まずそのような教員の創意・工夫として、授業の運営・教材に用いる資料の作成・試験とその採点について、その方法をできるだけ具体的に紹介する。次に、視覚障害を生かした特色ある指導の実践として、2011年度秋学期に行った教材の音読の試みとその効果について報告する。最後に実践を通じて気づいたことを今後の課題として提示する。

〔キーワード〕 視覚障害を有する教員・物理の授業・実践・予備教育・留学生・教材の音読

1. はじめに

我が国の大学を目指す外国人留学生のための物理の予備教育についてこれまでに行われてきた研究は、その実践報告と教材として用いるテキストの開発に関するものに大別できる。まず、実践報告としては、例えばマレーシア政府派遣留学生の予備教育に関する詳細な報告がある（伊藤 2009, 榎本他 1987, 唐木他 1984, 根本他 2005）。そこには多くの課題が提示され、それらを克服していく過程が克明に記録されているものの、残念なことに国内の大学でこれまでに行われてきた予備教育の実践報告は極めて少ない。次に教材開発について見てみると、国内の大学や研究機関において、日本語の物理用語の選定に関する調査・研究や留学生の日本語のレベルに即した平易な日本語表現の工夫に関する研究などがある（工藤他 2008, 中島 2008, 道脇 2010）。また、留学生向けの物理の教科書も出版されている（南里他 2004）。

筆者は先天的な全盲の視覚障害¹⁾を有しており、東海大学国際教育センター別科日本語研修課程で留学生に対して予備教育としての物理の授業を担当している。視覚障害と教育双方に関連するこれまでの研究の大半は、いわゆる特別支援教育の一つである「視覚障害教育」に関するものである。つまり、健常者または視覚障害者の教員が、どのように視覚障害を有する児童・生徒・学生を指導するかといったものである。一方、非常に少数ではあるが、視覚障害を有する教員が、健常の児童・生徒・学生に対してこれまでにどのような教育を実践してきたか

については、数冊の書籍が出版されている（全国視覚障害教師の会 2007，長井 1987，三宅 1997，三宅他 1997）。それらは手探りから出発した先達の試行錯誤と創意・工夫を知るうえで非常に貴重な資料となっている。更に付け加えると、視覚障害のある教員が健常の留学生に物理を指導したという記録はこれまでのところ存在しない。

以上の理由から、視覚障害を有する教員が自らの物理の授業についてその実践を報告することは、後に続くであろう視覚障害のある教育者の何らかの手がかりになることが期待される。また、昨今ではグローバル化が促進されており、今後日本国内の大学においては、アジアやアフリカ地域を中心に受け入れ留学生の増加が見込まれている。そのような状況において、具体的な実践を報告することは、留学生教育の発展に資することが期待される。

本稿の目的は次の2つである。1つは、視覚障害を有する教員の物理の授業における工夫と課題を具体的に提示することである。もう1つは、視覚障害を生かした特色ある事例として、2011年秋学期²⁾に実践した、教材の音読による試みとその効果について報告することである。本稿では、第2節で物理の予備教育に関する東海大学での概況を紹介したあと、第3節では授業における工夫について、また第4節では実践について述べ、最後の第5節では、実践の中で気づいた様々な課題について述べることにする。

2. 別科日本語研修課程における物理クラスの概況

東海大学国際教育センターには、「別科日本語研修課程」（以下「別科」と略す）と呼ばれる本学の学部・大学院に進学を希望する外国人留学生のための、日本語予備教育課程が設置されている。半年以上（通常は1年間）の集中教育を通じて、聞く・話す・読む・書くの基本技能をはじめ、文法や漢字などを学習する。また、日本語ばかりでなく、理工系学部への進学を希望する学生には、数学・物理・化学のカリキュラムが、文系学部への進学を希望する学生には、日本の社会・政治・経済・歴史のカリキュラムが用意されている。学力が一定の水準に達した学生は、学部に進学するための推薦入学試験を受験できる。

本学の別科には毎学期に平均して20名程度の留学生が学部進学希望者として入学する。そのうち、物理を履修する理工系学部への進学希望者は、概ね15%未満である。表1は、別科における近年の物理履修者数の推移である。

表1 本学別科における近年の物理履修者数の推移

年度（学期）	学生数	国籍別学生数
2011年度（秋学期）	2名	タイ2名
2012年度（春学期）	3名	韓国1名，中国1名，パキスタン1名
2012年度（秋学期）	0名	
2013年度（春学期）	2名	サウジアラビア1名，タイ1名

物理を履修するには、原則的には数学Ⅰの単位を既に修得しているか、別科が実施する数学の試験でそれと同等程度の学力があると認められる必要がある。学生の日本語のレベルとしては、別科が定める4つのレベル（基礎・初級・中級・上級）のうちで、概ね中級レベルである。

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、1学期で完結する。主に力学と電磁気学を学習する。授業は講義と問題演習とによって構成され、実験は行われていない。物理の既習状況については、自国の高等学校で一通り学んだことがある者や部分的にしか学んでいない者、まったく学んだことのない者など様々である。また、物理に必要となる数学の基礎学力についても、学生によって差異が見られる。物理を履修した学生の進学先は、本学の工学部がほとんどであるが、海洋学部に進学する者もいる。

3. 視覚障害を有する教員の物理授業

本節では、視覚障害（特に全盲の資格障害）を有する筆者の授業について、その進め方、資料の作成方法、そして試験とその採点方法について述べる。

3.1 授業の進め方

本学の別科において、物理を担当する教員は筆者1名である。筆者の授業は講義と演習を適宜組み合わせ進められるが、板書は行われない。基本的に受講生との対話中心の授業である。授業の流れに沿って説明する。

出席簿への記録については、内臓メモリーを搭載した小型の点字ディスプレイ³⁾に日付や受講者名、出席の有無を入力する。これによって、学生の出席状況を自ら完全に把握できるので、例えばよく欠席する学生に対して、欠席数など具体的な情報を示して、その場で指導することができる。

授業は基本的に日本語で行われる。なぜなら、本学の理工系学部では通常日本語で授業が提供されており、筆者の授業はその「予備教育」という位置づけだからである。しかし、理解の助けのために、必要に応じて、英語を用いることもある。英語を用いる頻度については、学生の状況を見極めながら決定される。なぜなら、学生が英語に不慣れだったり、その国特有の英語発音があったりして、かえって混乱を招く場合があるからである。

これまでのところ、授業に用いている教材は自作の資料（参考のため、本稿の末尾に資料の抜粋を付した）である。資料の作成方法については後述述べる。筆者の授業において、資料の持つ役割は2つある。1つは、板書の代わり、つまり「講義ノート」であり、もう1つは、日本語での筆記が難しい、あるいは速やかに行えない学生のための、「代筆ノート」である。資料は、紙媒体として毎回受講生の人数分配布するので、現時点ではプロジェクターやプレゼンテーションソフトは特に使用していない。

資料を作成する際には、その参考図書が点字に翻訳（点訳）されているのが望まれる。そのためには、理科系の専門的な点訳技術を有する学外の点訳者への依頼が不可欠である。資料に

については、担当者自ら点字の分も作成し、ファイルに保存して、小型点字ディスプレイに表示させながら、授業を進めている。

授業では、まず、基本概念・物理現象や公式を説明し、それらの知識を整理したうえで、関連する例題を詳細に解説する。担当者は対話を通じて、学生の理解度を逐一確認しながら授業を進行させる。対話とは、つまり教員からの発問とそれに対する学生の反応である。これについては第4節で詳しく述べる。

担当者には受講生の状況が正確に把握できないことがあるので、逆に具体的に指示を出して学生の活動をコントロールするようにしている。具体的には、「ここは重要だから、資料に印を付けるように」や「途中の計算をするように」、「漢字の読み方を書くように」といったいささか細かいことである。

物理現象を具体的にイメージしやすくするために、資料の図解のほかに、ジェスチャーや実演、簡単な模型などを用いて説明している。例えば、ジェスチャーとしては、放物運動について言葉だけで説明するのではなく、ボールを斜めに投げる動作や放物軌道を手で表現するなどしている。また、簡単な模型の例としては、数本の鉛筆を力ベクトルに見立てて、力の合成（足し算や引き算）を表現するなどである。

一通り解説を終えたところで、例題の類題演習の時間を十分に設けている。学生には答えを出すということに加えて、それを口頭で読み上げるという2つの課題が課せられる。

3.2 資料作成に当たって

ここでは資料作成の技術的な工夫について述べ、教育的な工夫については第4節で述べることにする。

筆者は授業で必要となる資料をパソコンで作成する。その画面情報をリアルタイムに得るために、スクリーンリーダー⁴⁾と呼ばれる画面音声化ソフトが利用される。

スクリーンリーダーはテキスト情報についてはかなり正確に読み上げることができる。一方、一般的に物理や数学の文書には多くの数式が含まれるので、その作成には専用のワープロソフトが必要となる。例えば、Microsoft社のワープロソフト Word に付属する数式エディターなどがよく知られている。しかし、そのような数式エディターの数式情報を、現在のスクリーンリーダーだけで読み上げることは難しい。なぜなら、数式は入力直後には画像として表示されるからである。そこで筆者は長年 $\text{\LaTeX}$ ⁵⁾と呼ばれる組版処理ソフトを使用している。その理由は3つある。一つ目は、通常のテキストエディターで記述できること。二つ目は、複雑な数式でも比較的容易に記述できること。そして三つ目は、文書レイアウトを自動的に行ってくれることである。

$\text{\LaTeX}$ はユーザーが通常のテキスト（ソース）に様々なコマンドを記述して、そのソースをタイプセットあるいはコンパイルすることで望みの文書が得られる。数式もテキストにコマンドで記述されるので、全盲の視覚障害者であっても、入力内容をスクリーンリーダーで逐一確認しながら、作業できる。また、全盲の視覚障害者が文書を作成する際、文書のレイアウトは頭を悩ませる問題である。 $\text{\LaTeX}$ では、テキストに予め文書の構造や箇条書きのスタイル

などを指示するコマンドを記述しておけば、細かいことを気にすることなく、ほぼ望みどおりの文書が作成できる。

全盲の視覚障害者が文書を作成する場合、本人が注意していても、誤字や脱字を生じることがしばしばある。それは特に同音異義語の使用において顕著に発生する。例えば、「有意な変数」と書こうとして、「優位な変数」と書いてしまうような場合である。スクリーンリーダーは変換する漢字の候補の意味を順次読み上げるが、作成者がその語句の用例を熟知していないとしばしば変換を誤る。

L^AT_EXのソースをタイプセットすると、PDF ファイルなどが生成される。PDF ファイルのテキスト部分については、スクリーンリーダーで読み上げが可能だが、数式の部分についてはグラフィカルな表示となるため、現在のスクリーンリーダーではほとんど読み上げることができない⁶⁾。つまり、コマンドを用いて記述した数式が本当に正しく表示されているかどうかについては、筆者はほとんど確認できない。

物理や数学の資料には、図解が必要になる場合が多い。しかし、簡単な関数のグラフなどを除けば、全盲の視覚障害者が図を自力で作成することは困難である。

以上に述べたいいくつかの問題点を解決するためには、視力を有する支援者の助けを借りることになる。つまり、文書に誤字や脱字は含まれていないか、数式は正しく表示されているか、文書のレイアウトは問題ないかなどのチェックと、挿入される図の作成である。特に物理や数学の文書の場合は、その内容についてもある程度議論が可能な、専門知識を有する支援者が望ましい。

完成した資料については、その内容を扱う授業の期日までに筆者が所属する国際教育センターの事務に印刷を依頼する。

3.3 試験とその採点方法

筆者は約4か月に渡る授業の中で、試験を計3回（学期末の定期試験1回と不定期の試験2回）実施している。全盲の教員が試験を実施する場合、主に次の2つの問題が考えられる。1つは、試験中に受験者の状況が正確に把握できないことである。もう1つは、答案の採点に困難が生じるということである。ここではそれらについて筆者による解決方法を紹介する。

まず、1つ目の問題に対する解決方法を述べる。筆者は各種資料と同様に、試験の問題用紙を作成することは可能なので、筆記試験は通常に行える。その際、試験監督の補助として、学生から募集したボランティア（1名）に付いてもらっている。その学生は、筆者が所属している国際教育センターが毎学期ごとに主に学生ボランティアの目的で公募した学生の中から選ばれている。監督補助学生の役割は、不正行為の監督に加えて、問題用紙や答案の配布や回収、漢字の読みに関する質問への対応などである。筆記試験を終了し、答案を回収した時点で監督補助学生の任務も終了する。

次にもう1つの問題に対する解決方法を述べる。筆者の授業は例年受講生の人数が少数なので、学生を個別に呼んで、答案の内容を読み上げさせている。その流れは次のようになる。筆記試験が終了した時点で、個別に用意した封筒に、問題用紙や答案、計算用紙など全てを回収

する。そして、答案内容を聞く学生には筆記用具のみを持って別室に来てもらい、その他の学生には試験を行った部屋で待機してもらう。筆者は答案の採点において、単なる正解・不正解だけに終止せず、学生が本当に理解しているか、どこでつまづいているかを把握することを重視している。また、日本語の読み書きが難しい学生には、適切な配慮があつてしかるべきであると考えている。したがって、答案を聞くに当たっては、次の点に留意している。解答できなかったり、不正解の場合には、途中の過程や問題の意味などを詳細に尋ねる。必要に応じて、糸口となるヒントを出したり、計算が間違えていれば、計算をもう一度やり直させたりする。そのような機会を提供し、正解にたどり着けるか、近い線までいければ、部分点以上の得点を与えている。

このような答案を聞く方式の採点方法は、学生にとって緊張を強いるようにも思えるが、学生本人は平素の対話型授業の延長として認識しているようであり、比較的にリラックスして臨んでいる。

4. 2011年度秋学期の実践から

本節では、筆者が別科においてこれまで行ってきた物理の授業のうち、2011年度秋学期⁷⁾の実践について報告する。

4.1 受講生・授業内容・教材について

2011年度秋学期に物理を受講した学生は、タイ王国出身の2名であった。彼らは自国の高等学校で物理の教育を一通り終えていた。また、物理を学習するうえで必要となる数学（多項式の加減乗除、多項式の因数分解、平方根の計算、三角比、ベクトルや微積分の基本など）の基礎学力も概ね身につけていた。彼らは授業開始の直前に来日したばかりであったが、その半年ほど前から自国で日本語の教育を受けていた。したがって、日本語の能力に関しては、初級から初中級のレベルであった。

授業では、最初の3分の2をまとめて初等的な力学に充て、残り3分の1を電磁気学に充てた。そのようなスタイルを取った理由としては、力学は物理学の基礎であり、そこから出発することで、その後の電磁気学の学習への接続もスムーズになるだろうと考えたからである。

高等学校範囲の物理の全分野ではなく、力学と電磁気学のみを学習する理由は3つある。1つ目は、授業の時間数が非常に限られているためである。2つ目は、力学と電磁気学は物理の基礎をなす極めて重要な分野であるためである。3つ目は、詰め込み式や網羅的になることを避け、学生にはじっくりと課題に取り組んでもらうためである。

教材としては、リメディアル教育に適した標準的な参考図書（為近 2004, 兵藤他 2004, 藤城他 2009）を手本に担当者自ら資料を作成して配布した。

内容として、力学では「等加速度運動（自由落下や放物運動など）」と「運動方程式（滑車や斜面を中心に摩擦のない場合やある場合の運動など）」、「仕事とエネルギー」を、電磁気学では「静電場（ガウスの法則や静電ポテンシャルなど）」、「直流回路（コンデンサーを含む回

路やキルヒホッフの法則など）」を主に扱った。

4.2 資料の音読とその効果

資料や例題、問題などを担当者と一緒にあるいは学生自身に音読させ、適宜説明を加えながら、授業を進行させた。そのような方法をとった理由は、1つには視覚障害を有する担当者の特性が生かせると考えたからであり、もう1つには理科系科目における音読の有効性の有無を調査したかったからである。

教材となる資料の作成に当たっては、声に出して理解することを念頭に次の点に留意した。まず、漢字も含め単語について、平易な日本語表現の使用を心掛けた。例えば、「用いる」という動詞は「使う」という動詞に統一した。また、「代入する」という動詞に対しては、「入れる」という動詞に統一した。その他、表現の工夫としては、各センテンスを短く簡潔に記述したことや、言葉を用いずに数式や記号で代用したことなどがあげられる。

一方、物理の専門用語については、できるだけそのままの表現を用いた。その代わりに、例えば「垂直抗力すいちよくこうりょく (normal force) N 」のように、ルビと英語訳に加え、物理で一般的に使われる記号を添えるようにした。

音読をする際には、読めない個所についてはその場で発音をチェックさせた。意味のわからない言葉があれば、その都度簡単な言葉やジェスチャー、英語などで説明した。

学生にとって日本語と同様に難しいのが、数式の読み方である。それには次のような工夫をした。まず、日本語で数式を読む場合の基本と規則を教えた。例えば、 $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$ ならば、「ルート・ブイゼロの2乗プラス2ジー・エイチ」と読み、 $\frac{1}{r^2} = r^{-2}$ ならば、「アールの2乗分の1イコールアールのマイナス2乗」と読むなどである。次にその基本と規則に忠実に従って、数式を読み上げるように指導した。その中で気づいたのは、特に累乗の読み方になれるのに時間がかかった点である。

板書を行わず、資料を音読するということに対して、当初学生たちは少なからず戸惑いを持っているように見受けられた。しかし、その方針に反発や抵抗を示す者はなく、慣れてくるにつれて、積極的に大きな声で読み上げるようになった。だいたい1か月ほどである。最初は担当者と学生ともに、日本語や数式の意味の疎通において、大きな困難を感じていたが、音読がスムーズになるにつれて、担当者と学生相互の意味の疎通が図れるようになってきた。担当者は、資料の音読や問題演習を通じて、学生がどこでつまづいているのかを把握し、それに対して適切な指示が出せるようになった。興味深いことに、数式や公式の意味をきちんと理解している学生は、大変流暢に数式を読み上げる傾向があることがわかった。

学生の聴解の深まりは、試験の成績にも反映された。2名の学生のうち、1名は物理や数学を最初から得意としており、日本語の学習能力も高く、3回実施した試験ではいずれも8割以上の高得点で推移した。もう1名の学生は、日本語ばかりでなく、物理や数学に苦手意識を持っており、実際第1回の試験ではあまり良い得点ではなかった。その主な原因は、問題文の日本語の意味がよく理解できていなかったことと、基本的な公式が記憶できていなかったことにあった。そのことを踏まえ、音読に際しては言葉の意味をきちんと教えるようにした。ま

た、ことあるごとに基本的な公式を口に出してみるように指導した。その際、式の中の文字や記号がきちんと理解できているかについても確認するようにした。その結果、学生は試験を受ける度に点数が上がり、最後の試験では満点を取るまでになった。その学生は授業中、大変熱心に資料を音読し、担当者の説明を聴いて理解しようと努めていた。

また学部に入学するための推薦試験の物理科目において、その2名の学生はいずれも合格点に達した。その問題は日本語で出題され、その作成と採点に当たっては筆者は関与していない。

以上のことから、2011年度秋学期に担当した学生に対しては、資料の音読により次のような効果があったと言える。音読は、日本語を含む物理の文書に慣れることを助けた。音読は、聴解の力を伸ばし、物理への理解を深めさせた。また、教員に対して音読は、学生の理解度の把握に役立った。

4.3 学生と教員相互の信頼関係から学ぶこと

筆者は学習進度の妨げにならない程度に授業を脱線させる。その目的は、対話を通じて受講生と担当者との間に信頼関係を築くためである。良好な信頼関係は、特に少人数の授業においては、学習活動と同じくらい重要である。学生には、自国の文化や教育事情などをはじめ、プライバシーを侵害しない範囲で趣味や生活状況を尋ねている。一方、筆者からは日本で暮らすうえで、特に知っておいたほうが良さそうな話題や興味深い話題を紹介するようにしている。物理の学習は想像以上に集中力を消耗する。したがって、適度な雑談は学生にとって大変良い息抜きと活力剤になっているようである。

互いにある程度打ち解けてくると、学習面やその他の面において、様々な変化が生じる。それらをいくつか紹介しよう。担当者から特に頼まなくても、授業が終わると教室の窓を閉めてくれたり、電気を消してくれたりする。担当者が具体的なページ数を指示しなくても、見出しやサブタイトルを伝えるだけで、資料からその個所を速やかに探し出せる。最初は自分からなかなかしゃべらなかった学生が、質問をしたり、積極的に授業に参加しようとしたりする。また、担当者側として学生に対して積極的に話しにくいことでも伝えやすくなる。例えば、欠席が多い学生に、授業を休むと他の学生や担当者にとどのような影響があるかといった内容である。

このようにささやかな授業の脱線は、学生と教員との間に信頼関係を生み、そこから我々は様々なことを学ぶことができるのである。

4.4 まとめ

2011年度秋学期に実施した教材音読の試みには、学生の学習活動を活性化させ、視覚障害を有する教員が学生の理解度を把握しやすくする効果があった。また、学生と教員との間に信頼関係を築くことで、学生の積極性や学習意欲が引き出され、授業が円滑に運営できた。

5. 今後の課題

本稿では視覚障害を有する筆者が、どのようにして物理の授業を行っているかを紹介し、2011年度秋学期に留学生に対して実施した教材音読の試みとその効果を中心に報告してきた。本節では、上述の実践を踏まえ、今後の課題のいくつかを示すことにする。

まず、第3節で述べた試験の答案の採点方法についてである。個別に学生から解答を尋ねる方法は、視覚障害を持つ教員が独力で採点ができるという点と、学生の学習上の困難や弱点を詳細に把握できるという点でよい方法であるといえる。しかし、受験者が増えると、そのような方法では限られた時間の中での対応が難しくなるという問題点がある。その場合、答案の採点には視力のある支援者に助けを求めざるをえないが、次のような事柄をはっきりとさせておく必要がある。第一に支援者の手をどこまで借りるのかということである。そこには支援者に要求される専門知識の程度も含まれる。第二に筆記試験を通じて、どのようにして日本語に不慣れな学生の真の学力を推し量れるかということである。題意が正確に学生に伝わるような出題形式や答案の分析方法を工夫する必要がある。

次に、第4節で述べた2011年度秋学期の音読の試みでは、学生の学習活動に良好な効果が見られたが、問題がないわけではない。例えば資料の全てを読んでいると、肝心の物理の説明や学生との質疑応答に十分な時間がとれない場合が生じる。また、学生によっては、声に出して資料を読むことに反発する場合も考えられる。今後はどのような場合に音読が有効なのかあるいはそうでないのかという点と、その原因を明らかにしたうえで、授業の運営に役立てたいと考えている。

更に、資料を用いた授業の課題についても述べておく。自由に板書ができない視覚障害教員にとって、自作の資料に即して授業を進めることは、教員側からすると最も安全な方法である。しかし、様々な学生のレベルに即応できるような、躍動的な授業を実現するためには、予め用意した資料では不十分な場合がある。必要に応じて、その場で黒板に用語や数式、図、グラフなどを書いて説明する必要がある。物理と数学あるいは日本語のどちらか一方でも、ある程度高いレベルにある学生に対しては、口頭でもきちんと理解できる場合は少なくないが、それら両方の基礎学力がまだ十分でない学生に対しては大きな困難が伴う。問題演習の指導においても、同様である。できるだけ視覚障害教員が単独で、学生のレベルに適した柔軟性のある授業が行えるような工夫を模索したい。

最後に、本学の別科では多くの教員の長年に渡る努力によって短期間で日本語を身につけさせるための膨大なノウハウが蓄積されている。それらの教材リソースを活用したり、日本語の教員と連携を図ったりすることで、理系特有の言語表現の修得も促進できるのではないかと考えている。例えば、どうしたら漢字を含む物理の専門用語や科学的な文章表現を早く身につけさせられるのかといったことである。それらは特に、学生が学部に入學してから実験などのレポートを作成したり、卒論を執筆したりする際に役立てられるはずである。

筆者の「物理教育」はまだ手探りの段階ではあるが、たとえ指導者が視覚に障害を持ってい

たとしても、あるいは学習者が外国人留学生だったとしても、相互に良好な関係を築きながら、教え方・学び方の理想形を常に探求し、工夫し、そして試みていくことで両者にとって納得のいく良質な授業が実現できるにちがいないと考える。

注

- 1) 最近では心身のハンディキャップに対して、「障害」ではなく、「障がい」という表記が広く用いられるようになってきている。本稿でも後者の表記の使用を検討したが、学術的には現在でも前者の表記が多く使用されていることを考慮し、本稿も前者に習うこととする。
- 2) 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。その学期をそれぞれ春学期と秋学期と呼んでいる。
- 3) 点字ディスプレイとは、パソコンの画面情報を点字で表示させる装置である。前面の表示部に埋め込まれたピンを突出させることで、点字を表示する。筆者はKGS社製の「ブレイル・メモ・ポケット (Braille Memo Pocket)」(2013年6月販売終了)を使用している。本機はパソコンに接続して使用することもできるが、本体のみで、点字の読み書きや保存が可能である。
- 4) スクリーンリーダーは合成音声で画面情報を読み上げるばかりでなく、キーボードからの操作が中心となる全盲の視覚障害者を合成音声でガイドする。今日では、主にWindows上で動作するものが数種類普及しており、様々なアプリケーションソフトの読み上げと操作に対応している。
- 5) $\text{\TeX}$ は、米国のDonald E. Knuthによって1978年に開発されたテキストベースの組版処理ソフトウェアである。Microsoft Windows, Mac OS, UNIXなど様々なプラットフォームで利用可能であり、商業印刷並みの品質で印刷を行うことができる。その後、英国のLeslie Lamportによって1980年に改良が加えられたものが $\text{\LaTeX}$ である。 $\text{\LaTeX}$ は $\text{\TeX}$ にマクロパッケージを組み込むことによって構築されており、単体の $\text{\TeX}$ に比べて、より手軽に組版を行うことができるようになっている。 $\text{\TeX}$ や $\text{\LaTeX}$ には、文書のレイアウトだけでなく、数式の記述、表などに関するコマンドが豊富に用意されており、ユーザの目的に応じて文書整形を行えるように設計されている。
- 6) スクリーンリーダーによる数式の読み上げや数式を含むPDFファイルの読み上げについては、いくつかの研究がある(金堀他2007, 山口他2001)。しかしながら、現在のところ実用化の段階には至っていない。
- 7) 2011年度秋学期の第1回の物理の授業は9月26日で、1コマ90分の授業が週に3回、15週に渡って行われた。

謝辞

本稿の執筆にあたり、本学国際教育センターの斉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、多くの有益な助言と温かな励ましをいただいた。心から感謝申し上げたい。

参考文献

- 伊藤光雅(2009)「マレーシア工科大学、高専予備教育センター、政府派遣高専留学生への物理教育：物理概念形成と思考力向上を目指した新たな授業取組み」『科学教育研究』第33巻、第3号、pp.214-223、日本科学教育学会
- 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

- 金堀利洋他（2007）「PDF 中のテキスト情報を利用した視覚障害者のための英文 PDF 科学技術文書読取りシステム」『電子情報通信学会論文誌．D，情報・システム』J90-D 第 3 号，pp.706-714，電子情報通信学会
- 工藤嘉名子他（2008）「日本語初級レベルの理科系留学生を対象とした基礎科学教材の開発」『日本語教育方法研究会誌』第15巻，第 1 号，pp.28-29，日本語教育方法研究会
- 全国視覚障害教師の会（2007）『教壇に立つ視覚障害者たち』，日本出版制作センター
- 為近和彦（2004）『理系なら知っておきたい物理の基本ノート電磁気学編』pp.1-100，中経出版
- 唐木宏他（1984）「マレーシアの留学生に対する予備教育：物理の指導を通しての考察」『物理教育』第32巻，第 2 号，pp.84-88，日本物理教育学会
- 長井仁（1987）『心がみえてくる——普通校における視覚障害教師の実践記録』，アド企画
- 中島康（2008）「留学生のための平易日本語による基礎物理（力学）教材の作成」『独立行政法人日本学生支援機構日本語教育センター紀要』第 4 号，pp.96-103，日本学生支援機構
- 南里憲三他（2004）『日本の大学をめざす人の物理学』，東海大学出版会
- 根本和昭他（2005）「マレーシア政府派遣学部留学生に対する予備教育」『物理教育』第53巻，第 1 号，pp.34-37，日本物理教育学会
- 兵藤申一他（2004）『高等学校物理 II』005，pp.67-115，啓林館
- 藤城武彦他（2009）『高校と大学をつなぐ穴埋め式力学』pp.1-104，講談社
- 道脇綾子（2010）「学部進学科系留学生のための教材開発（物理を中心に）」『広島大学留学生教育』第14号，pp.91-101，広島大学留学生センター
- 三宅勝（1997）『目は見えなくとも教師はできる：視覚障害教師たちは，いま』，エルビス社
- 三宅勝他（1997）「視覚障害を持つ教師として働く，視覚障害を持つ教師と共に働く」『福祉労働』第75号，pp.23-33，現代書館
- 山口雄仁他（2001）「数式を含む文書の日本語読み上げ用試作システムについて」『電子情報通信学会技術研究報告．WIT，福祉情報工学』第101巻，第353号，pp.9-16，電子情報通信学会

[参考] 教材資料の抜粋

重力によるポテンシャルエネルギー

地上を座標の原点 O に選び、鉛直上向きを正にとる。質量 $m[\text{kg}]$ の物体に働く重力は $F = -mg$ である。したがって、下に $h[\text{m}]$ だけ移動させるのに重力 F がした仕事は、

$$W = F \times (-h) = mgh > 0. \quad (1)$$

このエネルギーを重力によるポテンシャルエネルギー (potential energy) あるいは位置エネルギーといい、 $U[\text{J}]$ で表す。

(1)式は、積分を使っても表せる：

$$\begin{aligned} W &= \int_{h_1=h_2}^{h_f=h_1} F dx = -[mgx]_{h_1}^{h_f} = [mgx]_{h_f}^{h_i} \\ &= U_i - U_f = mgh_i - mgh_f = mg(h_i - h_f) = mg(h_2 - h_1) = mgh. \end{aligned}$$

この式を見ると、ポテンシャルエネルギー U が始めの位置 h_i と終わりの位置 h_f だけで決まることははっきりわかる。

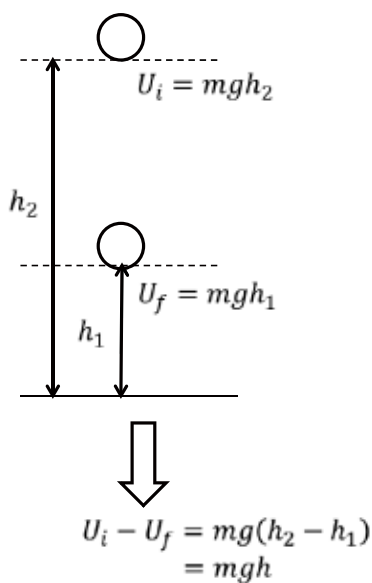


図 1

これを図で表すと、**図1**のようになる。

$U_i = 0$ となる位置 h_i をポテンシャルエネルギーの基準点^{きじゅんてん}（standard point）という。

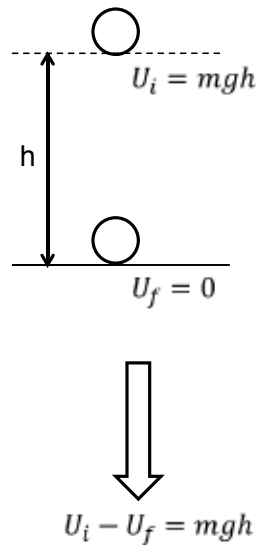


図2

基準点はどこに選んでも良い。例えば**図2**のように、基準点を地面 $h_i = 0$ に選ぶことが多い。そのとき、地面から高さ $h_i = h$ にある質量 m の物体が持つ重力のポテンシャルエネルギー U_g は、

$$U_g = mgh.$$

また、重力のポテンシャルエネルギーは次のように考えることもできる。

質量 m の物体を重力 $F = -mg$ にさからって上向きに移動させるには

$$F_e = -F = mg$$

の力を外からゆっくり加えればよい。この力 F_e を外力^{がいりよく}（external force）という。この外力によって、高さ h だけ移動させるときの仕事 W_e は、

$$W_e = F_e h = mgh > 0.$$

となり、これはポテンシャルエネルギー U_g である。

このように高いところに物体を持ち上げるには、外から仕事を与えなければならない。高いところにある物体にはそれが低いところにあるときより、外から与えられた仕事の分だけ、より大きいエネルギーを持っている。それがポテンシャルエネルギーである。