

リメディアル教育内容を含む

初級物理学の最適化 IT 教材開発

金沢大学総合メディア基盤センター、森 祥寛

mori@el.kanazawa-u.ac.jp

金沢大学総合メディア基盤センター、鈴木 恒雄

金沢大学総合メディア基盤センター、佐藤 正英

金沢大学総合メディア基盤センター、佐藤 伸平

金沢大学総合メディア基盤センター、石黒 克也

1 はじめに

金沢大学では、近年言われている大学教育の改革の必要性について、eラーニングの導入がそのためのひとつの契機になるのではないかと考え、eラーニング用の教材作成とeラーニングの実施の取組みを始めた。特に平成16年度10月に採択された現代的教育ニーズ取組支援プログラム「テーマ6:ITを活用した実践的遠隔教育(eラーニング)」の「IT教育用素材集の開発とIT教育の推進」という取組みによって予算的な裏づけができたことで、本格的な取組みとして動き始めた。平成18年度からは新入学生にノート型PCを必携化させ、ポータルサイトを準備し、そこで学習管理システムを運用するなど全学規模での取組みが行われている。

ここでは高等学校で物理学や数学、数学Cなどを履修してこなかった理工系学生むけの1年生基礎科目としての物理学(数学)教育用eラーニング活用型IT教材の開発について、物理学の講義に欠かせない必要な数学の内容をどう取り入れるか、公式の暗記に陥っている学生に数学を言葉とする物理学の基本の考え方をどのように教えるかなどについて現時点のまとめを述べる。

2 物理学 IT 教材作成方針

eラーニング教材を作成するに当たって、以下のような方針を立てた。

高等学校での物理は、個々の法則を暗記させるような講義となっている。しかし実際には微分方程式で記述される運動方程式や系に働く力というような単純な内容で統一して捉えることができ、個々の法則の暗記などは必要ないことに重点をおく。

今の基礎学力不足をふまえると週1回の講義では、教える時間が絶対的に不足である。そこでネットワークを活用して自宅学習がおこなえる教材を用意する。教養課程で物理を教わるのみで、物理の全体像を学ぶ機会がない学科もある。したがって、できるだけ物理学の全体像を扱えることができるように、広い範囲の教材をそろえる。

必要な数学については、高校数学を中心に教材を準備し、必要に応じて参照させるようにする。高校で習っていない数学についても、微分、積分と物理の関係、微分を含んだ方程式とは何か(1階、2階線形微分方程式)、微分方程式の解き方などを中心に準備する。

自習用教材とは別に演習問題集も用意し、たくさんの計算練習をさせ、計算に

物理学のエッセンス 力学-1

運動している

位置ベクトルの時間変化と平均速度

位置ベクトル $\vec{r} = (x, y, z)$ の時間変化を考えます。

右図のように、 x 方向へ進んでいる質点が、途中で止まったり動いたしなから1時間後に正の向きに20km離れた場所に到達したとします。

この時、質点の平均の速さは20km/1時間で計算でき、 x 方向へ平均時速20kmとわかります。

3次元の運動における位置ベクトルの変化の場合

ここをクリック

3次元の運動における位置ベクトルの変化

ある時間 t から $t + \Delta t$ に経過したとき、位置ベクトルは

$$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$$

から

$$\vec{r}(t + \Delta t) = (x(t + \Delta t), y(t + \Delta t), z(t + \Delta t))$$

に変化したとします。

すると位置ベクトルは、 Δt の間に、

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)$$

$$= (x(t + \Delta t) - x(t), y(t + \Delta t) - y(t), z(t + \Delta t) - z(t))$$

だけ変化します。

この量を経過した時間 Δt で割ったもの

$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \left(\frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}, \frac{y(t + \Delta t) - y(t)}{\Delta t}, \frac{z(t + \Delta t) - z(t)}{\Delta t} \right)$$

詳細な説明を読むことができる

図 1：エッセンスを抽出した教材と数式を用いた詳細な説明

慣れさせるとともに、理解度を深めさせる。

教材を学ぶことで達成感を得られるような仕掛けや、様々なマルチメディアコンテンツを充実させ、学生の学習意欲の継続にも目を向けた教材にする。

3 エッセンスの抽出

物理学をはじめとする科学教育において、数学は必須であり、本来、物理などは、数学という厳密で、万人に共通の言語によってその概念を理解する必要がある。しかし、近年の理系離れや基礎学力不足などのために、数式を用いた説明だけでは、講義についてこられない学生が多く見られるようになってきた。また、教材作成方針のにもあるように安易に法則（数式）だけを暗記するという学生もいるようである。そこで、教材の個々の内容について、学生が、できる限り直感的に理解できるように、数式をあまり使わずに記述し、学ぶべき内容のエッセンスを抽出するような書き方にした。数式による細かな説明や証明などについては、IT教材の特性を生かし、リンクなどによって別ページで開くようにした（図1）。これによって学生は、学習の必要に応じて

簡単に、あるいは詳しく内容を学ぶことができるようになる。また、内容を学ぶのに必要な数学についても、説明の内容から、随時、リンクによって見ることができるようになる。同時に学ぶことができるようにした。

これらによって高校において数学、数学Cなどを履修していなくても、スムーズに学習でき、数式の暗記でない形での理解を促せる。

4 クリックブルマップの作成

抽出したエッセンスは、このままではそれが物理学全体の中で、どのような位置を占め、他のエッセンスとどのように結びついているのかが分かりづらい。そこでそれらの相関関係を理解するために相関図（クリックブルマップ）を用意した。高校までの授業では、これらの個々の内容がどのように結びついているかがあまり強調されていない。しかし、物理学をきちんと学ぶためには、全体を体系づけて理解することが大切であるので、このような相関図を用意した。

図2は力学についての相関を示したものである。学生はこれをみながら学ぶことで、

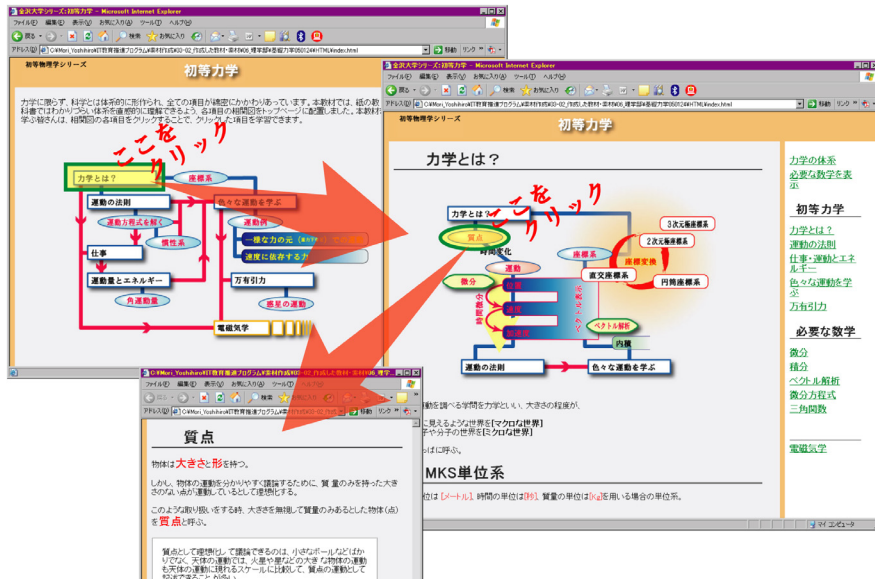


図 2: クリックブルマップ (力学)

学んでいる内容が、力学全体の中でどのような位置を占め、他の内容とどのように結びついているのかを直感的に理解することができる。ある特定の内容について復習したいときにも、各内容の関連性も同時に見られるために、より印象に残る学習ができる。将来的にはこれらの相関を教える対象となる学生の所属、具体的内容、教える教員などにあわせて、簡単に作成できるような仕組みを考えていきたい。

これと同様なものは、電磁気学や熱力学などについても作成した (図 3)。

5 作成中の教材

前節、前々節をふまえて、現在、作成中の教材として、次のものがあげられる。

- 力学 (1): 自然の規則性から運動方程式
- 力学 (2): 運動方程式と様々な運動
- 力学 (3): いろいろな力
- 力学 (4): 剛体、多体系の力学
- 熱力学 (1): 温度と熱から、カルノーサイクル
- 熱力学 (2): エントロピーと気体分子運動論
- 電磁気学 (1): 電気の力
- 電磁気学 (2): 定常電流と磁場
- 電磁気学 (3): 時間変化する電流
- 振動・光 (1): 振動

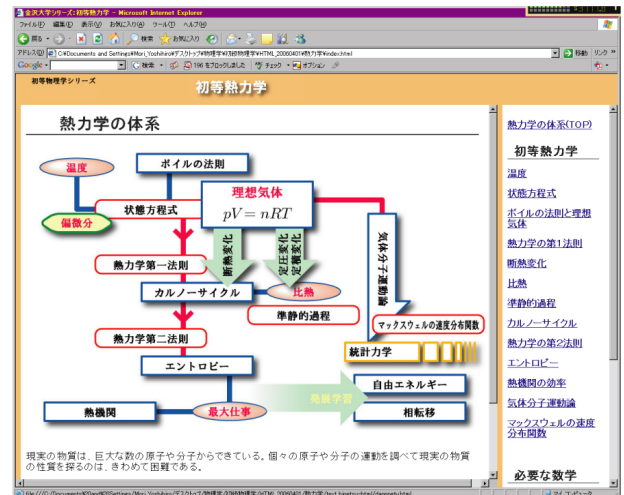
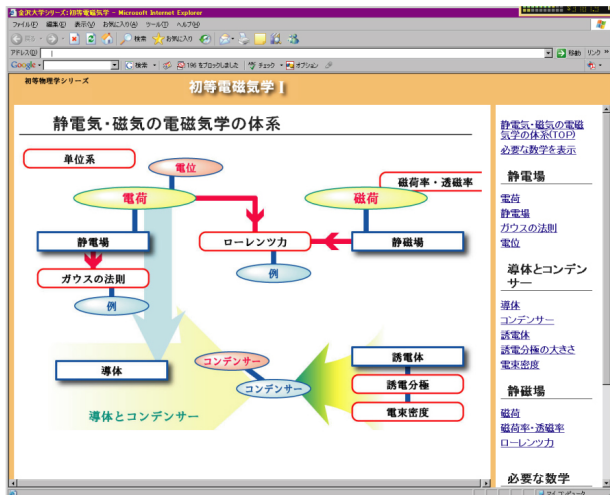


図 3: クリックブルマップ (電磁気学; 左、熱力学; 右)

- 振動・光 (2): 光から幾何光学
- 量子力学 (1): 光の粒子性から原子構造
- 量子力学 (2): シュレーディンガー方程式と波動関数
- 量子力学 (3): 井戸型ポテンシャルと調和振動子
- 量子力学 (4): 角運動量と中心力
- 量子力学 (5): スピン

これらの教材は、金沢大学に入学した1、2年生を中心として、教養的科目を履修している学生を対象として、彼らが自学自習可能なように作成をしている。学習範囲として、量子力学などはその範疇を超えるが、近年の学術的・技術的な発展により、様々な学部・学科においても量子力学が必要とされているため、あえて作成をした。

これらの具体的な使い方としては、

- 高校で物理学を学んでこなかった学生に対するリメディアル用。
- 週1回の講義では教えきれない、あるいは、教えていては本来教えなくてはならない内容が教えられない時の自宅学習用。
- 一般教養として、講義に最低限必要な基礎知識を学ぶのに利用する予習用。

などを想定している。

また、推薦入試などによって入学が決定

している高校生への入学前教育や、高校の段階から大学の内容を学びたい高校生への教材としての活用も考えている。

これらの教材には、対となる Web 上で解答可能な問題集も作成しており (図 4) 学習管理システムなどとの組み合わせにより、学んだ内容について、その場で理解度を判定できる仕組みも整える。

6 まとめと今後の進め方

自習用教材として利用する場合には、一般に興味を持続させ、達成感を与えるために、ゲーム的要素や音声などのマルチメディアの活用が欠かせない。そういう点考慮した教材の改善が次の目標である。

さらに初級レベルの物理学では、教材に演示実験を取り込むことが効果的である。将来的にはぜひ取り入れて、学生の理解と感動を引き出せるようにしたい。

これらの自習用教材は、金沢大学以外にも利用価値があると考え、金沢大学発のベンチャー会社である金沢電子出版社 (KeP) ²⁾ から販売することにしている。

参考文献

- 1) 石黒克也、佐藤正英、鈴木恒雄、森祥寛、山岸芳夫、*大学の物理教育*、2005年 11巻3号、pp.142-145
- 2) <http://www.kep.bz/>

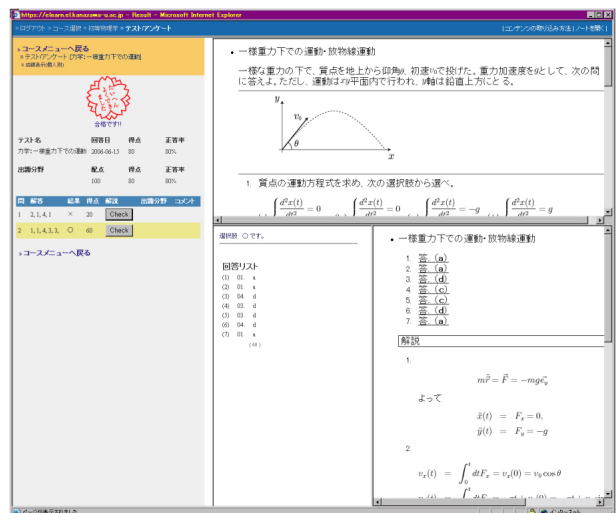
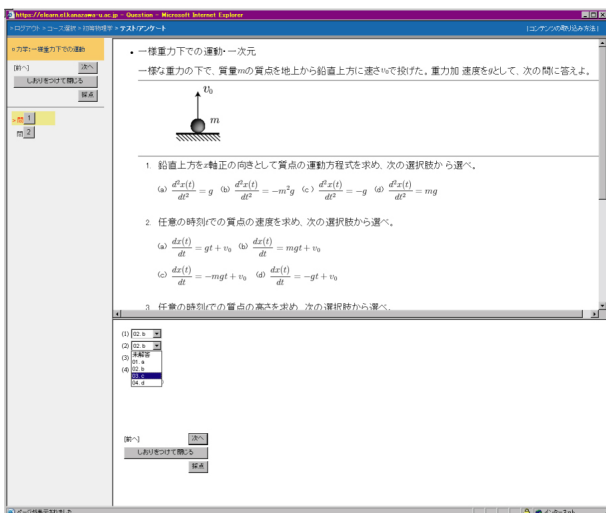


図 4 : 問題集の LMS 上での利用