

KIT 物理ナビゲーションの演習問題の開発

— アダプティブラーニングを支援する総合的なウェブサイトを目指して —

Development of Practice Problems on KIT Physics Navigation - Adoptive Learning -

工藤 知草^{*1}, 西岡 圭太^{*1}, 秋山 綱紀^{*1}, 渡辺 秀治^{*1}, 中村 晃^{*1}
Tomoshige Kudo^{*1}, Keita Nishioka^{*1}, Koki Akiyama^{*1}, Shuji Watanabe^{*1}, Akira Nakamura^{*1}
^{*1}金沢工業大学 基礎教育部
^{*1}Kanazawa Institute of Technology Academic Foundations Programs
Email: kudo@neptune.kanazawa-it.ac.jp

あらまし：物理の e ラーニングウェブサイト「KIT 物理ナビゲーション」を開発し、2016 年 3 月にウェブ上に公開した。これまでに、1 ページ 1 知識で、力学、電磁気学、波動、熱力学に関する物理法則などのページを作成してきた。どのページからアクセスしても、自分の知りたい知識をピンポイントに知り、さらに、自分の知識に応じて、基礎や応用の知識を獲得するようなアダプティブラーニングを支援する総合的なウェブサイトを目指して、新たに、演習問題のページを開発した。

キーワード：e ラーニング、物理、ウェブサイト、演習問題、物理ナビゲーション

1. はじめに

2016 年 3 月から物理の e ラーニングウェブサイト「KIT 物理ナビゲーション」⁽¹⁾を公開している。2019 年 4 月から、新たに演習問題のウェブページを作成しはじめた (図 1)。ここでは、演習問題の例と、そのハイパーリンク構造について説明する。ここで、KIT 物理ナビゲーションには、以下の特徴がある。

- ・高校の知識から大学の知識へスムーズに学習することができる⁽²⁾。
- ・知識構造が可視化され、自分の知識を確認することができる^{(3),(4)}。
- ・教科書のような積み上げ式ではなく、アダプティブラーニングにより、自分の知識に応じた学習をすることができる⁽⁵⁾。
- ・物理、数学⁽⁶⁾、工学⁽⁷⁾の STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) の知識を総合的に学習することができる⁽⁵⁾。
- ・Google 翻訳で、英語などすべての言語に対応している。

このように、STEM の知識を総合的に学習できるウェブサイトを構築してきた。

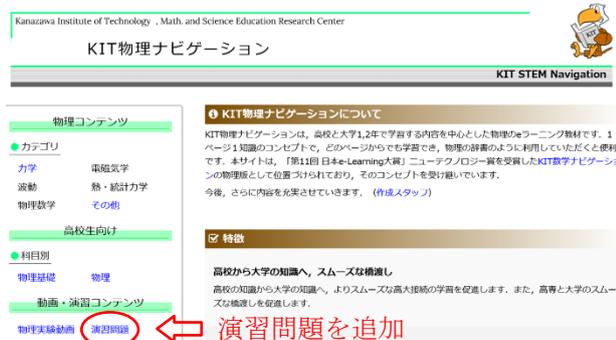


図 1 KIT 物理ナビゲーションのトップページ

2. 演習問題

演習問題を新たに作成した。ここでは、演習問題の 2 つの例を示す。図 2 は 1 体問題の演習問題を示し、図 3 はエレベータと人の 2 体問題の演習問題を示す。ここで、図 3 は、図 2 の応用問題である。これらは、運動方程式を適切に理解し、運動方程式をたてて、解くことができるかを問う問題である。ここで、図 2 は、ラジオボタンで回答する形式にした。正解を選ぶと、図 4 のように「正解！」と表示され、その下に解答と解説が表示される。

2物体の運動方程式

以下の物体の加速度として正しい選択肢をそれぞれ選べ。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

(a) 1.0 kg の物体に伸縮しない軽い糸を付けて 9.8 N の一定の力で水平に引き続けた。

acceleration

1.0 kg 9.8 N

9.8 m/s^2
 4.9 m/s^2
 10 m/s^2

図 2 例題 1 (1 体問題)

エレベーターの運動

図のように、はじめ質量 m の人が、質量 M の静止したエレベータの中に立っている。時刻 t_A まで、エレベータはロープから鉛直上向きに大きさ T の張力を受けて等加速度直線運動をした。時刻 t_A から、エレベータは等速直線運動をはじめた。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

(1) 時刻 t_A までのエレベータの加速度の大きさを求めよ。

解答

解説

(2) 時刻 t_A までのエレベータが人に作用する垂直抗力 (エレベータの床が人を鉛直上向きに押す力) の大きさを求めよ。

解答・解説

(3) 時刻 t_A での速度を求めよ。

解答

解説

(4) エレベータが等速直線運動をしているとき、張力 T を求めよ。

解答・解説

図 3 例題 2 (2 体問題)

2物体の運動方程式

以下の物体の加速度として正しい選択肢をそれぞれ選べ。
重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

(a) 1.0 kg の物体に伸縮しない軽い糸を付けて 9.8 N の一定の力で水平に引き続けた。

正解

物体の加速度を $a \text{ [m/s}^2\text{]}$ とする。
物体について **運動方程式** を立てると
 $1.0 a = 9.8$
 $a = 9.8 \text{ m/s}^2$

解答を閉じる

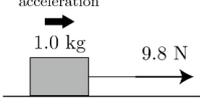


図4 例題1の解答と解説

図3の演習問題に必要な知識として、等加速度直線運動、等速直線運動、垂直抗力があり、ハイパーリンクで復習することができる。図3の設問(1)で、解答を押すと答えが表示され、解説を押すと詳しい解説が表示される(図5)。そのときに、問題を解くために必要な知識を補いながら、どのページからアクセスしても、解けるように工夫した。解説において、「ニュートンの運動の第二法則(運動の法則)」をクリックすると、運動の法則の意味を知ることができる。また、「運動方程式」をクリックすると、運動方程式のたてかたを学習することができる。

図6は、演習問題と関連する知識も含め、それらの難易度とハイパーリンク構造を示したものである。

エレベーターの運動

図のように、はじめ質量 m の人が、質量 M の静止したエレベータの中に立っている。時刻 t_1 まで、エレベータはロープから鉛直上向きで大きさ T の張力を受けて**等加速度直線運動**をした。時刻 t_1 から、エレベータは**等速直線運動**をはじめた。ただし、重力加速度の大きさを g とする

(1) 時刻 t_1 までのエレベータの加速度の大きさを求めよ。

$\frac{T}{M+m} - g$

閉じる

解説

加速度の大きさを a とし、鉛直上向きを加速度の正の方向とすると、エレベータと人が一体となった物体の**運動方程式**は
 $(M+m)a = T - (M+m)g$
と表せるので、 $a = \frac{T}{M+m} - g$ となる。

この問題を解くキーワードは**ニュートンの運動の第二法則(運動の法則)**である。

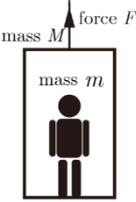


図5 例題2の解答と解説

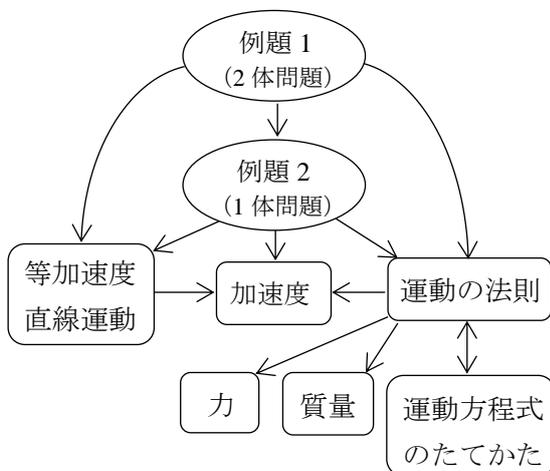


図6 アダプティブラーニング

図6において例題2(2体問題)の方が例題1(1体問題)よりも難しく、例題2からアクセスして、解けない場合は、より基本的な問題である例題1を復習して解くことができる。例題1が解けない場合は、さらに、「ニュートンの運動の第二法則(運動の法則)」と「運動方程式」を復習してから、再度、例題2にチャレンジすることができる。図6の矢印の向きは、難しい知識からやさしい知識への向きを示した(リンクバックラーニング)。どの演習問題からトライしても、問題を解くことができるようにハイパーリンク構造を工夫する必要がある。

3. まとめ

新たに演習問題を作成して、ウェブサイトで公開した。訪問者が、演習問題を解くために必要な知識を補いながら、アダプティブラーニングできるような総合的なウェブサイトを構築することを目指している。現在は、力学の演習問題を作成しているが、さらに演習問題を作成することが課題である。また、クラスター分析⁸⁾により、演習問題のウェブページのアクセスログ解析をすることで、適切なハイパーリンク構造に改善することも課題である。

本研究は、JPSP 科研費 JP19K03154 「知識構造の可視化と連携した演習とチャット機能を備えたSTEM 学習環境の構築と分析」の助成を受けたもので、記して謝意を表します。

参考文献

- (1) KIT Physics Navigation: Available at <http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/physics>
- (2) Kudo, T. Nishioka, K. and Nakamura, A.:“KIT Physics Navigation” Showing Relationship Between High School and University”, Proceedings of the 14th International CDIO Conference, pp.223 - 229 (2018)
- (3) Nakamura, A. Kudo, T. and Nishioka, K.:“Development of Visualization System of Knowledge Necessary for Solving Mathematical Questions”, International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), vol. 7, 4S2, pp.305 - 309 (2018)
- (4) Nakamura, A. Kudo, T. and Nishioka, K.:“Development of the Visualizing System of Knowledge Structure Based on STEM e-Learning Website”, Proceedings of the 9th International Conference on Language, Innovation, Culture & Education 2018, pp.55 - 61 (2018)
- (5) Nakamura, A. Kudo, T. and Nishioka, K.:“The Concept of Self-Adaptive Integrated Web Based Learning Environment for STEM”, Proceedings of The Fifth International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, SDIWC Digital Library, pp.50 - 54 (2016)
- (6) KIT Mathematics Navigation: Available at <http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/>
- (7) KIT Engineering Navigation: Available at <http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/engineering/index.html>
- (8) Kudo, T. Nishioka, K. and Nakamura, A.:“Evaluation for e-Learning Website of Physics by Browsing Path Analysis and Cluster Analysis of Access Log”, Journal of ICT, Design, Engineering and Technological Science, vol. 2, no.1, pp.16 - 22 (2018)