

A-6

## 「GeoGebra」を用いた高校物理力学のシミュレーション教材の作成 Creation of simulation teaching materials for high school physics using "GeoGebra"

○平井大貴<sup>1</sup>, 鈴木潔光<sup>2</sup>  
\*Daiki Hirai<sup>1</sup>, Kiyomitsu Suzuki<sup>2</sup>

Abstract: With the introduction of ICT in the educational field, each student is now provided with a terminal. In order to make full use of this, I believe it is important to enrich ICT teaching materials. So, I created teaching materials using "GeoGebra", a dynamic mathematics software. "GeoGebra" is equipped with various tools, and no knowledge is required to use it. In addition, a large number of teaching materials created by users around the world are available for free and anyone can use them freely. I believe that creating and sharing teaching materials using "GeoGebra" will help deepen learning.

### 1. はじめに

令和元年度から、文部科学省より「GIGA スクール構想」なる教育のICT化が進められている。環境面では児童生徒一人一台端末と、高速大容量の通信ネットワークの整備がある。令和2年に発生した新型コロナウイルス感染症による影響でICT化が加速し、文部科学省の調査によると義務教育段階においては令和5年度末に、高等学校段階においては令和6年5月に100%整備完了となっている。しかしこの「GIGA スクール構想」は環境の整備が最終的な目的ではない。これまでの教育実践に加え、ICTを活用することでより一層充実した学習が提供される。児童生徒一人一人に最適化された教育が、誰一人余すことなく受けられることこそが能力の育成につながると考える。現状ではハード面でのICT化が進んでいるため、これからはソフト面での整備や授業をおこなう教員の役割がとて重要になると考える。

そこで私は、動的な数学ソフトウェア「GeoGebra」を利用した教材の作成を考える。スマートフォンやタブレットからでも利用できる「GeoGebra」ならば生徒間で共有しながら学習をおこなう事ができる。作成したグラフなどのパラメーターによる変遷を追うことができ、学びの入り口としての直感的な理解を得るのに役立つと考える。また「GeoGebra」での教材の作成は簡単で、備わっているツールを用いるのでプログラミングの知識がなくとも手軽に始められるのも利点であると考えている。

### 2. 「GeoGebra」について

「GeoGebra」はオーストラリアのリンツ大学のMarks Hohenwarter教授を中心とするグループにより開

発が進められた、幾何学、代数学、表計算、グラフ作成、統計学、微積分を一つのエンジンにまとめた動的な数学ソフトウェアである。「GeoGebra」上にはあらゆる国のユーザーが作成した、100万以上もの教材が無料で提供されている。

### 3. 教材の作成にあたって

高校物理の力学の分野において、運動のシミュレーションをおこなえる教材を作成した。「GeoGebra」には数多くの教材があるが、そのほとんどが数学範囲のものであること、また日本語の教材がほとんどないことから、「GeoGebra」で物理の教材を作成することを選んだ。今回作成した教材は教科書の代わりではなく、教科書を読んだりノートに書いているだけではイメージしにくい「動き」や「変化」についての理解が深められることを目的としている。初めて力学を習う際のイメージの入り口となり、理解の定着の手助けとなる教材の作成を目指す。

### 4. 教材の紹介

今回は斜面における物体の運動のシミュレーションをおこなえる教材を作成した。角度の調節ができる斜面において、物体に働く力による加速度の変化を実際に動かすことで直感的に理解する。摩擦の有無や連結された二物体の運動への応用も考える。

#### 4-1 斜面の運動

斜面の角度、物体の質量、摩擦係数を変化させることで運動が見られる。摩擦係数は $\tan\theta$ を最大値とし、最大値では物体が静止するようになっている。様々なパラメーターでの運動を試すことで、加速度に影響する要素を知ることができる。(Figure 1)

1 : 日大理工・院(前)・物理 2 : 日大理工・教員・物理

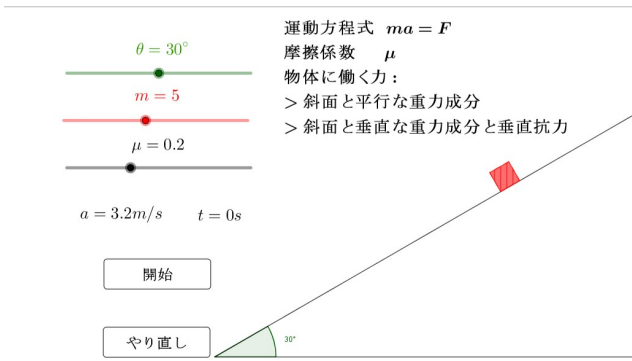


Figure1. Teaching materials for inclined plane

#### 4.2 連結2物体のなめらかな面での運動

斜面の運動に加え、自由落下する物体が運動に影響しない糸と滑車でつながれている。この教材では摩擦力がかからないため、単純に斜面の角度と2つの物体の質量による加速度の変化が分かる。加速度の向きは青い物体が斜面を上る向きを正とし、数値の計算にはIf文を用いている。それぞれの物体に働く力の大小によって採用される式が異なることで、実際と同様の運動を再現している。(Figure2)

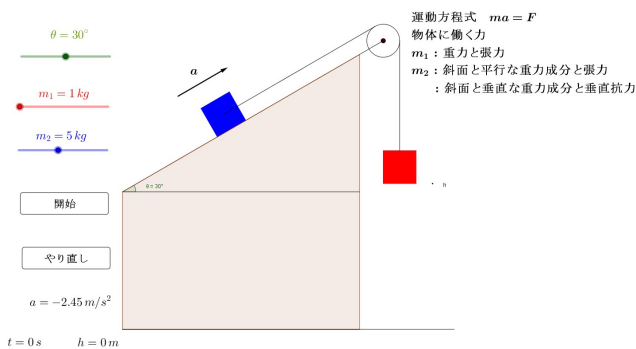


Figure2. Motion of two connected objects on a smooth surface

#### 4-3 連結2物体のあらい面での運動

この教材では、斜面を運動する物体に摩擦力が働くようになっている。摩擦力は斜面の角度が影響するため、摩擦力のないなめらかな面での運動と大きく変化していることが分かる。同様に加速度の向きは斜面を上る向きで、数値の計算にはIf文を用いている。青い物体に働く摩擦力以外の力と、赤い物体に働く力の大小に関する条件を定義しておくことで、摩擦力が常に運動の逆方向に働くようにしている。(Figure3)

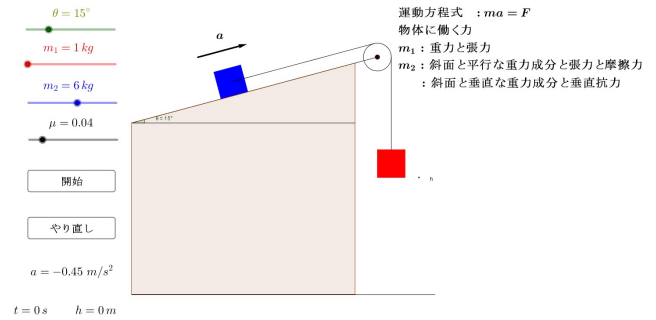


Figure3. Motion of two connected objects on a rough surface

### 5. まとめ

「GeoGebra」を利用すれば、座標の点の代わりに運動の位置を求める式を入力するだけで、その運動を容易に再現することができる。今回作成した斜面についても、直線  $y=0$  上の点の  $x$  成分に位置を求める式を代入し、直線  $y=0$  を原点の周りで回転させるツールを用いたことで再現されている。このほかにも様々なツールが備わっており、プログラムを記述することもできるので、あらゆる運動の再現が可能であると考えている。運動の様子を「GeoGebra」で直感的に理解することで、苦手意識なく学びを得ることができると考える。

### 6. 参考文献

- [1] 文部科学省：(リーフレット) GIGA スクール構想の実現へ 最終参照日 2024/9/29  
[https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt\\_syoto01-00003278\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-00003278_1.pdf)
- [2] 文部科学省初等中等教育局 修学支援・教材課：義務教育段階における1人1台端末の整備状況(令和4年度末時点) 最終参照日 2024/9/29  
[https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt\\_shuukyo01-000009827\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20230711-mxt_shuukyo01-000009827_01.pdf)
- [3] 文部科学省初等中等教育局 学校情報基盤・教材課：高等学校段階における学習者用端末の整備状況について(令和6年度当初) 最終参照日 2024/9/29  
[https://www.mext.go.jp/content/20240806-mxt\\_jogai02-000020467\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20240806-mxt_jogai02-000020467_01.pdf)
- [4] GeoGebra について 最終参照日 2024/9/29/  
<https://www.geogebra.org/about>
- [5] 高校物理研究会・啓林館編集部：「センサー物理総合」啓林館 p28-47 2017/3/1
- [6] 井上喜助：「マイセレクト物理公式ベスト 55」旺文社 p6-15 1984/2/10