

GPT-4 を用いて物理の問題文から映像を自動生成するシステムの開発

A system for generating videos
from the text of physics problems using GPT-4岸本 蒼唯^{*1}, 中山 功一^{*1}Aoi KISHIMOTO^{*1}, Koichi NAKAYAMA^{*1}^{*1}佐賀大学理工学部^{*1}Faculty of Science and Engineering, Saga University

Email: knakayama@is.saga-u.ac.jp

あらまし：高校物理において、文章や図に加えて、物体の運動などの映像を用いれば、学習者は直感的に理解しイメージできるようになると考えられる。本研究では、GPT-4 を用いて物理の問題文から映像を自動生成するシステムを開発した。システムは、物理の問題文、解説を入力として受け取り、その内容をシミュレーションする映像を出力する。実験では、市販の高校物理の問題集から収集した 27 問を用いてシステムを動作させた。実験の結果、27 問中 24 問については正しく出力できており、特定の分野の問題においては高い精度で出力できるとわかった。

キーワード：GPT-4, 映像生成, 高校物理, シミュレーション

1. はじめに

高校物理において、文章や図だけで物体の運動などのイメージを捉えるのは、学習者にとって難しい場合がある。文章や図に加えて物体の運動などの映像を用いれば、学習者は直感的に理解しイメージできるようになると考える。文部科学省は「教科指導における IT 活用」を推進している⁽¹⁾。吉澤らの研究によると、積極的に映像を流す授業は、従来授業よりも内発的動機づけや学院への適応度を高めることができる授業形式であると報告されている⁽²⁾。また、近年の教育のデジタル化の進行に伴い、様々な学習ツールが開発されている。例えば、Unity を用いて万有引力や向心力について視覚的に学習できる教材が開発されている⁽³⁾。しかし、このような教材では映像、モデルの作成に手間がかかる、ユーザがモデルの設定を自由に変更できない、などの問題がある。文章から映像を生成する技術としては Gen-2⁽⁴⁾ がある。しかし、このような技術では物理法則に従った運動の映像を生成することは困難である。

このような背景から、問題文を日本語で入力するだけで映像を生成できれば、様々な問題に対応した映像を、手間をかけずに用意できるようになると考えられる。本研究では、高校物理の「速度と加速度」の分野に注目し、GPT-4 を用いて問題文と解説からその問題内容を示すシミュレーション映像を自動生成するシステムを開発する。

2. システム

システムの機能のイメージを図 1 に示す。ユーザが問題文と解説をシステムに入力すると、システムは映像を生成して出力する。また、映像に表示されている物体とそのパラメータも同時に表示する。ユーザはパラメータを調整し映像を出力し直すことも

可能である。

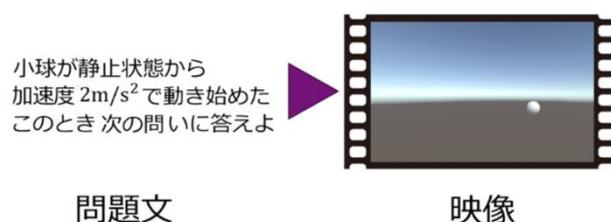


図 1 システムの機能のイメージ

システムの処理手順を以下に述べる。以下のラベル①～⑦は、システムの構成を示す図 2 の該当する部分に対応する。

- ① 市販の問題集から、問題文と解説の文字列を取得する。
- ② 「真上」という文字列を「水平方向と 90° 」と修正するように、受け取った文字列をシステムで利用しやすい表現に修正する。
- ③ 修正した文字列から「小球」や「自動車」などの物体を示す名詞を抽出する。
- ④ 修正した文字列をもとに初速度などのパラメータの表を作るよう GPT-4 にリクエストを送る。
- ⑤ GPT-4 のレスポンスに含まれる表から csv データを作成し、保存する。
- ⑥ Unity WebGL で csv データを取得し、シミュレーションを実行する。
- ⑦ 実行されるシミュレーションの様子を表示する。

GPT-4 のレスポンスに含まれる表には、物体ごとの各行に、物体名、 x 方向の初期位置 x_0 [m], y 方向の初期位置 y_0 [m], 初速度 v_0 [m/s], 水平との角度(初速度の向き)[degree], x 方向の加速度 a_x [m/s²], y 方向

の加速度 a_y [m/s²]が含まれる。また、問題文と解説に明記されていないパラメータ、数値でなく“ v_0 ”などの文字で表記されているパラメータについては仮の数値を設定する。この表をもとに Unity WebGL で扱うための csv データを作成、保存する。Unity WebGL を用いて、csv データの各行について、物体名に対応するオブジェクトを生成、初速度や加速度のパラメータを設定することでシミュレーションを実行し、その様子を表示する。

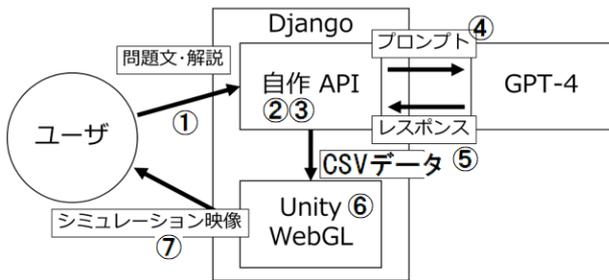


図2 システムの構成

3. 評価実験

3.1 事前準備

市販の高校物理の問題集から計 27 問の問題文と解説のテキストデータを収集した。期待する出力として正しいパラメータ(以降, “正解パラメータ” とする)を用意した。

3.2 方法

用意した問題文と解説を 1 セットずつシステムに入力し、出力されたパラメータと正解パラメータを比較する。

3.3 結果

27 問のうち, 24 問については正解パラメータと完全に一致した。1 問については不要な行が出力され, 2 問については正解パラメータと一致しないパラメータが出力された。システムにより出力されたパラメータの一部を以下に示す。正解パラメータと一致している部分を青色で示し, 一致していない, または不要である部分を赤色で示している。

表1 システムにより出力されたパラメータの一部

問題	物体名	x_0	y_0	v_0	θ	a_x	a_y
1	物体 1	0	0	2	0	3	-9.8
9	A	0	0	10	30	0	-9.8
9	B	0	0	10	0	0	-9.8
9	C	0	0	10	0	0	-9.8
23	小球	0	0	2.5	270	0	-9.8
25	小球 1	0	78.4	0	0	0	-9.8
25	小球 2	0	0	19.6	90	0	-9.8

3.4 考察

正解パラメータと一致しなかった問題 9 は斜方投射についての問題で, 1, 2, 3 回目の地面との衝突点を地点 A, B, C とする問題であった。システムに入力した問題 9 の文字列を以下に示す。

“問題: 滑らかな水平面上の点 A で, 角 θ の方向に初速 v_0 で投げだした。水平面との最初の衝突点を B, 2 度目の衝突点を C とする。BC 間の距離を求めよ。解答: $BC=(v_0)^2/g \sin^2 \theta$ ”⁽⁵⁾

表 1 の問題 9 の出力より A, B, C を地点ではなく物体として認識していたと考えられる。

結果から「速度と加速度」の分野で, 等加速度直線運動や斜方投射などの加速度の変わらない問題については高い精度でパラメータを出力できたと考えられる。

4. おわりに

本研究では, 高校物理の「速度と加速度」の分野に注目し, GPT-4 を用いて, 問題文と解説からその問題内容を示すシミュレーション映像を自動生成するシステムを開発した。実験では, 用意した 27 問の問題文と解説を 1 セットずつシステムに入力し, 出力されたパラメータと正解パラメータを比較した。実験の結果として, 27 問のうち, 24 問については正解パラメータと完全に一致した。この結果から, 「速度と加速度」の分野で, 等加速度直線運動や斜方投射などの加速度の変わらない問題については高い精度でパラメータを出力できたとと言える。

正しく出力できなかった問題に対応するためには, 問題文から物体情報の抽出だけでなく, 地点や地形の情報も抽出し, 物体のパラメータに地点や地形の情報を含めないようにすることや, より適切なテキストの修正が必要であると考えられる。

参考文献

- (1) 文部科学省: “ポスト 2005 における文部科学省の IT 戦略の基本的な考え方”, (2005)
- (2) 吉澤隆志, 松永秀俊, 藤沢しげ子: “映像授業が学習意欲に及ぼす効果について”, 理学療法科学, 25.1, pp.13-17 (2010)
- (3) Feng, C. H. E. N.: “Unity3D を用いた学習支援システムの開発と高校物理の授業実践への検討”
- (4) Gen-2 by Runway, 2024-02-05, <https://research.runwayml.com/gen2>
- (5) 浜島清利: “物理のエッセンス”, 河合出版, (2013)