

授業記録2 パソコンシミュレーション 車庫入れゲーム

白百合学園中学高等学校 馬目 秀夫

これは1982年数学セミナー（日本評論社）9月号、1985年教育とマイコン（国土社）12月号に報告したものである。ここでは主に前者の記述を抜粋する。

Ma 先生の暴走ゲームをヒントにゲームを作ったよ。きょうの授業で使うけど、どう？

Ta じゃあ、見せてもらおうかな。えーと、アッ、5時間目が空いている。

[7月2日金曜日 5時間目 物理室]

Ma さあ、今学期も終わりに近づいたので、今までやってきたことをチョッと振り返ってみよう。

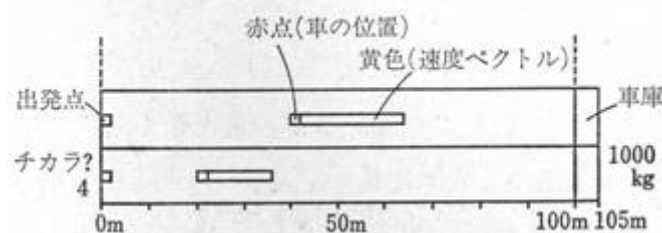
- 数式で運動を表現できたことで、その運動を正確にとらえられるようになったばかりでなく、その運動を予測できるようになったね。前にやったパソコンのホールインワン・ゲームや放物運動予測実験なんかはそうだね。運動を予測できるというのは大変な成果だね。でも、まだ消極的なんだな、ここで前にやった運動の第2法則が大きな意味を持つてくるんだね。これを使うと運動を積極的にコントロールできることになる。加える力をコントロールすることで運動を自由に変えることができることを示しているんだ。これを知ってもらおうと思って、パソコンでゲームを組んでみたんだ。名付けて“車庫入れゲーム”。きょうはこれをやってみよう。プリントの“ゲームのあらましとルール”を見てください。

[ゲームのあらましとルール]

これは自動車に加える力を加減して、できるだけ早く自動車を車庫内に止めることを競うゲームです。（最高12チームまで参加できます）

- (1) 自動車の質量は500～1000kgまで自由に選べます。
- (2) 1秒ごとに“力”をコントロールします。加える力は、進行方向は+、逆方向は-で、ともに4kN（4000ニュートン）までです。また、力を加えないときは0とします。
- (3) 制限速度は17m/s（時速約60km/h）です。これをこえると“失格”です。
- (4) コースは図1の通りで、スタート位置で止まっている自動車を100m走らせ、5mの車庫内に止めます。車庫内で停止または0.1m/s（時速約0.4km）以内なら“成功”とします。車庫の壁に衝突したり、車庫内で6m/s（時速約20km/h）以上の速度をもっていたら“失敗”とします。
- (5) 図2を参考にして、運転計画をたて、実行します。

図1



Ma ジャー、ちょっとやってみるね. きょうはみんなに見やすいようにディスプレイをテレビ・カメラで映して3台のモニター・テレビで見ってもらうことにします. どう、見えるかな.

生徒 ハイ、見えます.

[—— ここで3チーム分出してやってみせる.]

Ma さあ、それでは12チームまでできるので、班対抗で行こう.

生徒 エエー.

Ma 班で相談して、真ん中の通路側の方が発言してください. まず各班、車の質量を決めてください.

[—— 各班ガヤガヤ相談]

Ma では1班、Aさん、何kgにしますか.

A エー、750.

Ma ハイ、750kg. 2班Bさん.

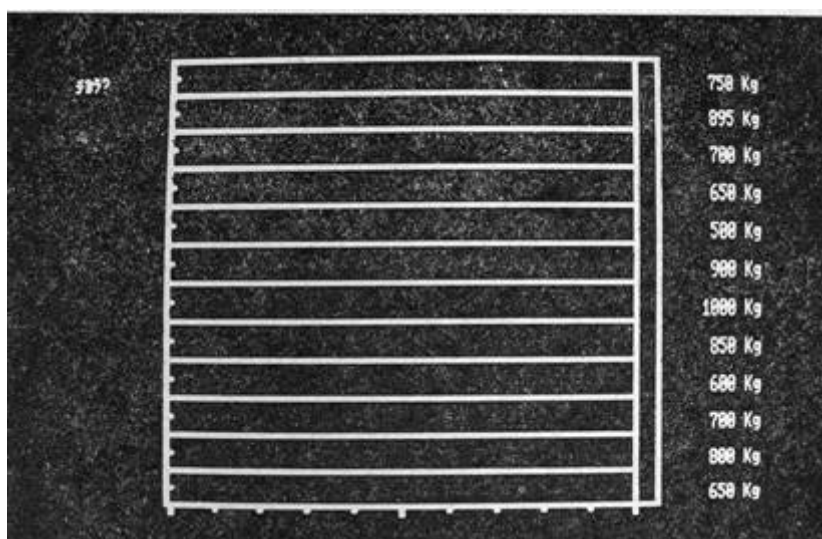
B 895kg.

.

Ma ハイ. 最後12班Lさん.

L 650!

[パソコン 画面に12コースとそれぞれの班の車の質量が表示される (写真①)]



写真①

Ma さあ、いよいよスタートだぞ. 1班、何kNの力を加える? はい、1班Aさん!

A エエー、どうする?

[—— 班のメンバーと相談]

A 4kN!

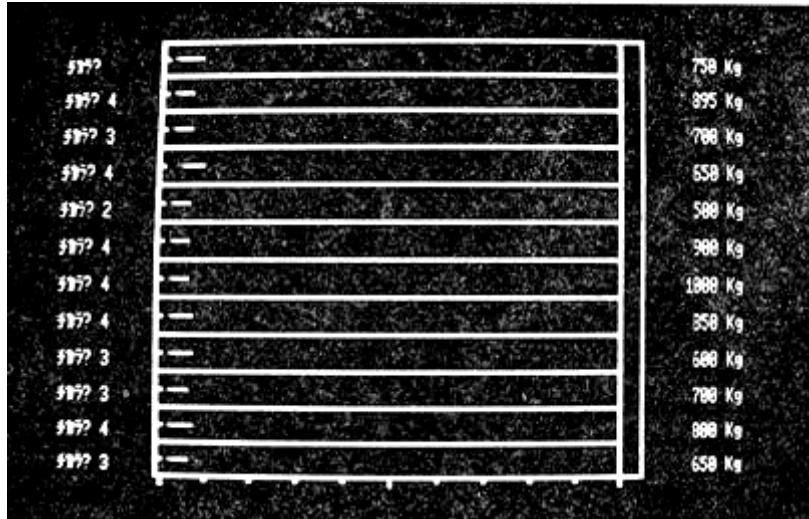
Ma ハイ、4kN.

[パソコン 自動車を表すポイントが動き、速度ベクトルが現れる.]

Ma 2班、Bさん!

[—— 次々に力を入れていく]

Ma さあ、これが各班の1秒後の位置と速度ベクトルです (写真②).



写真②

Ma さあ、次にいきましょう。Aさん、次どうする?

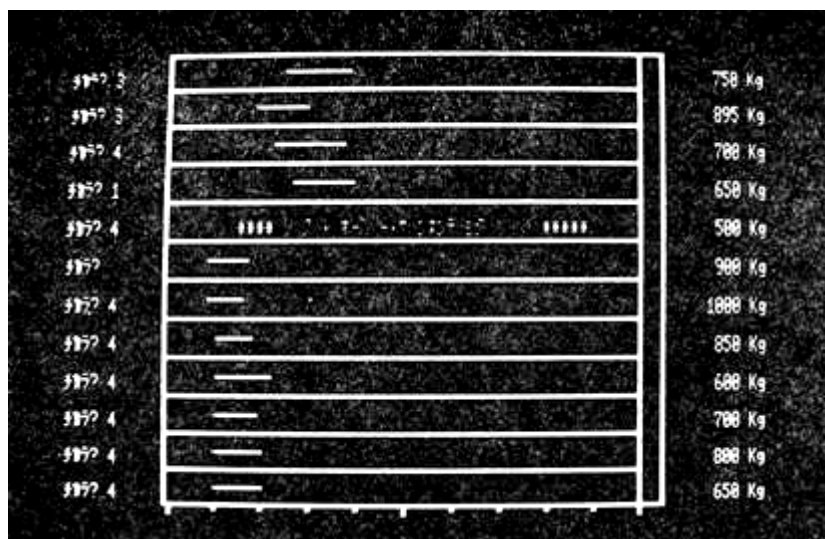
A エー、4!

[—— このように、次々に力を入力、3回目 (3秒後) の5班のとき]

Ma 5班、Eさん.

D 4 k N.

[パソコン ビー、**ソクドオーバー・ザンネンデシタ** (写真③)]



写真③

生徒 キャー ！

Ma 残念、制限速度オーバー、5班失格です。 では6班！

E エー、・・・・・・・・エー、-1.

Ma あれ、急に慎重になっちゃったね。 はい7班.

F ゼロ！

生徒 アレッ。動かないんじゃない。

Ma ゼロ。ハイ、いいね。0.

生徒 アッ、動いた。

Ma これ、何運動だっけ？

生徒 等速度運動だ！！

Ma そうだね。力が働かないときは等速度運動だったね。 では、次！

G ゼロ！

[—— このように車を次々に進めていく]

Ma さあ、だいぶ車庫に近づいたぞ。 慎重に！

A -2.

[パソコン ビー、**ショウトツ・ザンネンデシタ**]

生徒 ワー、どうしよう！

B -4.

[パソコン ビー、ビー、ビー、<<<セイコウ 11 ビョウ オメデトウ>>>]

生徒 ワー、ヤッター！！

[—— このようにして、11秒で成功した班が2班、12秒3班、13秒2班。最後に、車庫に入りながら、逆戻りしてしまったHの班が15秒かかって成功し、終わる。歓声と拍手しきり——]

生徒 先生、もう1回やりましょう。

Ma そうだね。今度は最初に運転計画をたてて、それからやってみよう。プリントの運転計画書(図2)を見てください。計算の仕方を説明します。

運転計画書 _____組 _____氏名_____

自動車の質量 $M =$ _____ kg

時間	加える力 F	加速度 $a = F/M$	速 度 $v' = v + a \times t$	位 置 $x' = x + v \times t + \frac{1}{2} a \times t^2$
0秒			0 m/s	0 m
1	kN	m/s ²		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

図 2

[—— ひと通り説明して、机間巡視]

Ma さっき、一番早かったのは何秒だっけ？

生徒 11秒です。

Ma それより短くなるように努力してください。

生徒 エエー。

生徒 先生、さっきと質量変えてもいいですか。

Ma いいよ。

．．．．．

Ma できた？

J ハイ、7秒です。

K エッ、7秒？ ちょっと見せて。アレ、7秒で速度ゼロになっていないじゃない。

J エッ、あっそうか！

[—— 生徒は書いたり消したり、熱心に計算。ベルが鳴り、次の時間までに計算をしておくことにして、終わる。]

[放課後、お茶をのみながら]

Ma きょうどうだった。モニター3台を使ったので落ち着いてできたと思うんだけど。

Ta ウン、よかったよ。生徒は、力をゼロにすることにちょっとちゅうちょしていたみたいだね。

Ma そう。動かないんじゃないかってね。1つの班がゼロといたら、他の班もゼロっていいでした。

Ta 同じ力を加えても、車の質量が違くと動き方が違うということも分かったみたいだね。

Ma そうだね。へたな実験より効果があるみたい。(笑声)

Ta パソコン授業を試みた意義について、どうでしょうか？

Ma パソコンを使うと、物理的あるいは数学的な現象や対象を現実に近い形で、操作を通して動的に扱えるという利点がありますね。物理では、計算のための計算では、現実味がなく、生徒にとってわかりにくい面がある。問題設定を現実に近い形で、パソコンを使えば、生徒は身近に感じ、興味を示すのではないかと思う。また、パソコンは、問題設定にゲーム性が導入できる利点があります。

Ta 生徒にとって興味のあるものを設定する場合、こちらの意図する授業内容と生徒の発達段階との関連で考えた方がいいですね。ゲーム性が導入できるということは、授業を楽しくしますよ。

Ma いろいろとパソコンの使い方に注目してきましたが、先生方が、こうなるとこうなりますよ、という一方的なシミュレーションが多いですね。生徒と対話しながら行なうシミュレーションをもっと開発する必要があるのではないのでしょうか？

Ta シミュレーションが一方的に完結しているのはだめで、やはり、生徒との対話を通して、いろいろ考えさせる場がないとまずいですね。高校の数学では、試行錯誤したり、予測したり

することが物理ほどないのですが……

M a われわれの現実に対処する仕方というのは、試行錯誤を通して予測し、正しいか正しくないかを判断しているので、このことは大切だと思う。

T a 車庫入れゲームはどうでしたか。

M A 他の班の自動車の動き方を見て、試行錯誤しながら、加える力を予測していました。パソコン授業で大切なことは、先生が一方向的に結論を押しつけたりするのではなく、試行錯誤を通して、予測し、数式化することで、試行錯誤の場をつくらなければならないと思いますが。

T a 予測について、もう少し詳しく。

M a 数式で表現できるということは、ある程度予測できるわけです。物理では数式が嫌われるが、数式で表現したことでその現象を正確に表すことができ、そればかりでなく、その現象を予測できるという意味になります。

T a 試行錯誤の過程を通して、数式化ができるようなパソコン授業の授業展開が大切ですね。馬目さんが配った車庫入れゲーム用のプリントでは、自動車の質量、加える力（ニュートン）、加速度、速度と計算し、運転計画を作るわけですが、パソコンを通して、このような流れを意識的に行なうことが大切ですね。

M a 生徒は、何回か行なっていると、自動車の質量は軽い方が、重い自動車より、急に加速したり、減速したりすることができることを、試行錯誤しながら理解するようです。

T a 放物運動でも車庫入れゲームでも、予測した通りの結果を得たときの生徒の感動は大きいですね。

M a やっぱり、感動がないとね。

.....
.....

以上

プログラムはB a s i c言語で組んだ。次に授業で使用したプリントを添付する。

実験 1 7 パソコンシミュレーション 車庫入れゲーム

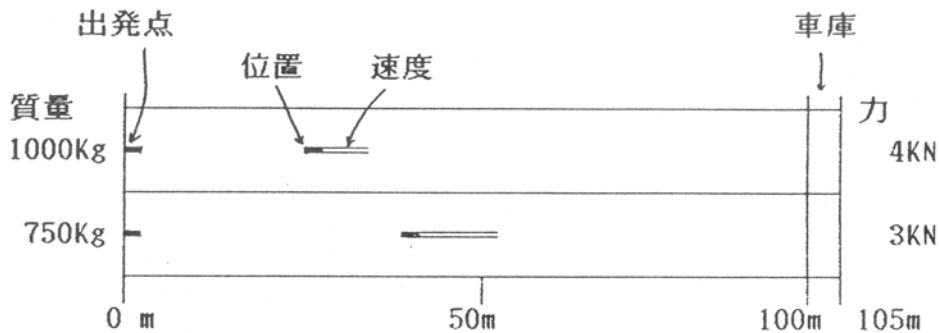
【目的】 このゲームは運動の法則を感覚的につかむとともに、さらに積極的に、運動方程式 $F = ma$ を使うと、運動を予測し、計画を立てることができることを理解しようとするものである。

【ゲームのあらましとルール】

このゲームは静止している車を 100 m 先の車庫にできるだけ早く入れ、静止させることを競うものである。最高 12 チームまで参加できる。最初ゲーム的に行い、その後、運転計画書を書いて行う。

- (1) 自動車の質量は 500 ~ 1000 kg まで自由に選らべる。
- (2) 1 秒ごとに自動車に加える力をコントロールする。加える力は +4000 N ~ -4000 N までとする。また、力を加えない場合は 0 とする。
- (3) 制限速度は 17 m/s (時速約 60 km) とし、これを越えると、“失格”となる。
- (4) コースは図 1 の通りで、スタート位置で止まっている自動車を 100 m 走らせ、5 m の車庫内で停止または 0.1 m/s (時速 0.4 km) 以内なら成功とする。車庫の壁に衝突した場合には、“失敗”とする。

図 1



- (5) ゲームが終わったら、図 2 を参考に、運転計画書を書いて、自分でパソコンに入力してみる。

図 2

質量: 1000 kg

時間 t	力 F	加 速 度 $a = F/m$	速 度 $V = V_0 + at$	位 置 $X = X_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2$
0 s			0 m/s	0 m
1	4 kN	$4000/1000 = 4 \text{ m/s}^2$	$0 + 4 \times 1 = 4$	$0 + 0 \times 1 + \frac{1}{2} \times 4 \times 1^2 = 2$
2	2	$2000/1000 = 2$	$4 + 2 \times 1 = 6$	$2 + 4 \times 1 + \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = 7$

運転計画書

質量: kg

時間	力	加 速 度	速 度	位 置
0 s			0 m/s	0 m
1	kN	m/s ²		
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				

[感想・その他]

組	班	番	氏名	
---	---	---	----	--