

# 物理部の 部誌

宴 JOY!!



これが物理の  
真髄だぜ☆!!

甲陽学院高校

物理部マスコッ

トキャラクター

武津 リフ  
肋骨

甲陽学院高校 音楽と展覧の会 2022

# 目次

力学の面白さ	2-D	前山士鳳
逆立ちコマの不思議	2-C	矢谷亮祐
野球とマグヌス効果	2-A	仲下一輝
リンク機構について	一年一同	
GAN による画像生成	2-B	田中瑛大
パソコン甲子園体験記	2-A	吉井智明
最後に	2-A	吉井智明

# 力学の面白さ

2年D組 前山 士鳳

## <まず力学とは>

すべての自然現象を素朴に粒子の運動ととらえたものがニュートン力学の考えかたの根底に当たります。また、ニュートンは運動を支配するある式を発見しました。皆さんご存じ運動方程式  $ma = F$  です。この式を解くことにより加速度を知ることによって物体の運動の未来の予言をすることができます。(詳しくは後述)

## <力の種類とその主な現れ方>

力は重力と電磁気力の二種類に分類されます。(また、重力は質量の受ける力、電磁気力は電荷の受ける力のことを指します)

重力は地球上では主に地球と物体の間に作用します。(その他の物質から受ける力は微小なので無視されます。)

また電磁気力は巨視的にはある物体と別の物体の接触面に作用する力のことです。(マクロでは電荷が値を持つと考えられるので電荷を持つもの同士で力が働きます。)

ここで疑問に思った人はいないでしょうか？何故垂直抗力や摩擦力といった力が存在しないのかと。実はそれらの力は重力や静電気力のベクトルを分解してできた力なのです。

## <物体の位置の表現法>

物理では時刻  $t$  をパラメータとして物体の場所を表すことにより未来の位置を予測することが出来るようになります。また、一般に用いられる速度は微小時間における位置と時間の比により求められ、加速度も微小時間における速度と時間の比によってわかるように、身近なところにも物理は存在しているのです。

## < $ma = F$ の利用法の一例>

運動方程式から  $a = \frac{F}{m}$  より、質量  $m$  の物体の加速度がわかります。また、前述より速

度は加速度を時間で積分、位置は速度を時間で積分を施したものより、 $a = \frac{F}{m}$  の  $a$  の  $t$  について積分計算を二回してやることで(加速度、速度の原始関数がある一つの値に定めるような初期値が存在するもとで)位置ベクトルを求める事が可能となります。

## < $ma = F$ から導かれる式>

運動方程式を解くと加速度が分かり物体の動きが予言出来ると言いましたが、実際

には運動方程式に必要な情報が足りないケースが多数存在します。そこで物理の因果律である運動方程式を変形させていくことにより、例えば加速度、時間のような情報が欠けていても運動を知る事が出来るようになりました。この様なことを可能にする式は3種類存在するのですが、今回は運動量変化と力積の関係の法則と運動エネルギーと仕事の関係の法則を紹介していきます。

### <運動量について>

めちゃくちゃ簡単に言うと  $ma = F$  の式を  $t$  について  $T_a$  から  $T_b$  の範囲で積分することで  $mV_b - mV_a = \int_{T_a}^{T_b} F dt$  という式を導くことが出来ます。この式の素晴らしいところは、ある時点とある時点の物体の速度を知る事が出来たなら、この式を解くことが出来て、平均の力などの情報を簡単に手に入れる事が出来ます。

### <運動エネルギーについて>

めちゃくちゃ簡単に言うと  $ma = F$  の式を位置  $r$  について  $T_a$  から  $T_b$  の範囲で積分することで  $\frac{1}{2}mV_b^2 - \frac{1}{2}mV_a^2 = \int_{T_a}^{T_b} F \cdot V dt$  という式を導くことが出来ます。また  $F \cdot V$  の  $t$  に関する積分について  $V = \frac{dx}{dt}$  から  $V \cdot dt = dx$  と変形することが出来るので  $T_a$  から  $T_b$  の範囲の  $F \cdot V$  の  $t$  に関する積分は、ある道のりにおける  $F \cdot V$  の積分と言い換える事が出来ます。この式の素晴らしいところは速さと位置の関係さえ分かれば式を解く事が出来る事です。

### <様々な例について>

自動起き上がり型のパンチングマシンはプレイヤーがパッドを殴ると、パッドが所定の位置まで押し戻される仕組みで、センサーによってプレイヤーが殴った際、パッドが倒れる際の速度を測ることで運動量変化と力積の関係を利用して値を出しているのです。

火事などで高いところから人が自由落下する際、コンクリートの上ではなく、クッションの上に落とすのは物との接触時間を増やすことで一度にかかる力を弱める事が出来るからです。(撃力÷時間＝人が受け取る平均の力)

打ち上げ花火は下から見ても横から見ても真正面から見ても円の形です。なぜなら花火玉が爆発する直前直後で運動量は保存するので、ベクトル和がゼロになるよう破片が飛び散ります。なので、破片が均等に飛び散るよう作っておいた花火は、破片が球状に分裂して、球状に広がるからです。

### <終わりに>

世の中の現象を解き明かし、未来を予言する愉しさは代え難いものです。もし少しでもその愉しさの片鱗でも感じたのであればとても幸せです。読んでいただきありがとうございました。

# 逆立ちコマの不思議

2 年 C 組 矢谷 亮祐

## 1. はじめに

こんにちは、矢谷です。去年に引き続き、今年も部誌を書かせてもらいます。去年はただの3D モデルの紹介でしたが、今年は違います。

ところで、この冊子を読んでいるあなたは、これをご存知ですか。



「なんやねんこれ」と思う方も、「ああこれね」と思う方もいるでしょう。僕はこれが祖父母の家で正月に飾られているのを見ました。このちっこいものが「逆立ち

コマ」と呼ばれるものです。コマのくせになぜこんなみょうちくりんな形をしているのかというと、その理由は、こいつをまわしてしばらく経つと、上下逆向きになって回転し始めるのです。調べれば動画が出てくると思うので、見たい方は「逆立ちコマ 動画」で検索してみてください。

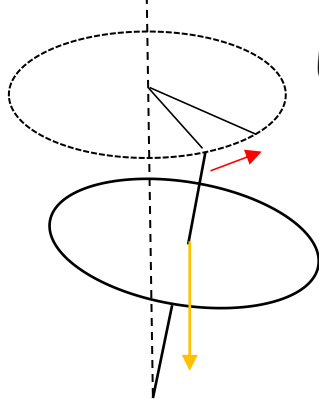
ここで取り上げる話題はもちろん、「なぜ上下逆になるのか」です。どうでもいいかもしれませんが、お付き合いください。

## 2. 本題に入る前に

その前に、コマに関するその他の謎について、先にみておきましょう。

第一に、コマの回転は慣性の法則のもとで成り立っています。慣性とは、物体がその速度を保とうとする性質のことで、ここではコマに力を加えると永久に回り続けようとするわけですが（実際には地面との摩擦や空気抵抗で止まってしまうが）。

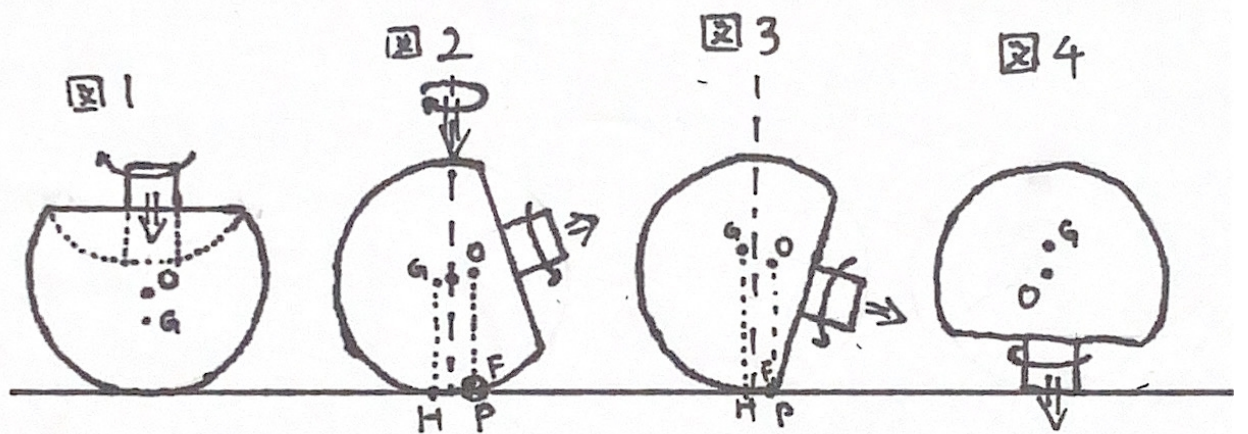
つづいて。コマをまわすとコマは首を振るように動きます。これを首振り運動、学術語でいうと、歳差運動といいます。一般に、コマの回転軸の向きをかえるような偶力（大きさが等しく、向きが逆の2力）を加えると、コマの回転軸がこの偶力の意図する向きと垂直に回るといふ運動があります。左の簡略図のように、さっきも書いた通り、コマは地球上では永久にまわることは基本できないので、いずれコマの重力（黄色矢印）



で垂直軸からずれてしまいます。よってさきほど述べたように、重力と垂直な方向に軸が移動します（赤矢印）。

### 3. 本題：逆立ちゴマの仕組み

さて、本題です。先ほどの写真からわかるように、このコマは内側がくぼんでいます。実はこの形がミノなのです。この形により、コマの重心が中心の真上にくるのです。



簡単な図をかいてみました（手書きですいません）。最初は図1のようにコマの軸が時計回りに回転していますが、やがて心棒は図2のように傾き始めます。このときコマはさきほど説明した通り歳差運動をするのですが、この運動は普通の歳差運動とは少し違います。この歳差運動は、最初に心棒を回した時の回転速度とほぼ同じで、普通よりもはるかに速いのです。それは、傾きはじめの時点ではコマ自体はほとんど回っておらず、鉛直軸の回りの回転により、心棒が振り回されているだけだからなのです。

このとき本来は、コマは重心Gを通る鉛直軸GHの回りに回転するはずなのですが、コマは球の中心Oから地面に下ろした垂線OPの足点Pで地面と接するため、この点が滑り、実際の回転軸はGHからOPのほうに少しずれて破線のようになります。そのため点Pは回転軸から離れ、そこでの転がりのために心棒の回りの自転が生まれます。このとき自転の向きは最初に心棒を回した向きと逆になります。

心棒が水平になるまでは、鉛直軸の回りの回転によって心棒の回りも自転しています。そのため、点Pでの摩擦力Fは地面の表から裏に向かい、そ

れに従い心棒も次第に下向きになっていきます。

その結果、図3のようになります。すると、点Pは破線に再び近づき、鉛直軸の回りでの移動速度は減り、今度は心棒の回りの自転が鉛直軸の回りの回転より速くなり、摩擦力Fの向きが逆向きになります。したがって点Gを通る水平軸の回りの力のモーメントも逆向きになり、自転軸は引き続き下向きになります。

そして最後に、心棒が地面に触れると、心棒の回転が地面を蹴り、図3のFと同じ向きに大きな摩擦力が働き、図4のように一気に逆立ちするので

## 4. 最後に

以上が、逆立ちコマの仕組みです。なるべくわかりやすいように噛み砕いて書いたつもりですが、いかがでしょうか。「へえ」と思ってもらえれば幸いです。読んで頂きありがとうございました。

なお、この部誌を書く上で以下の本を参考にさせていただきました。

『日常の物理辞典』 近角聡信 著（東京堂出版、1994年）





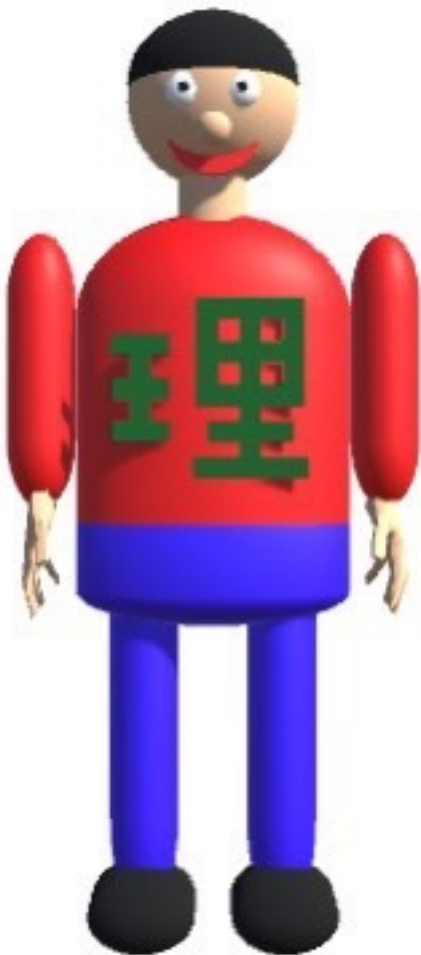
〈おまけ〉

**部長公認！！**

**物理部にマスコットキャラクター登場！！**

**その名も・・・**

**武津 <sup>リ</sup>肋骨！！**



こんにちはー！！

武津肋骨です、よろしく！！

彼の名前は武津 肋骨、甲陽学院  
高校の1年生で物理部員。「肋骨」  
と書いて「リブ」と読む、とんでもな  
いキラキラネーム(?)をつけられた。  
身長170.5cm、体重55.8kg。好  
きな食べ物はチンジャオロース。T  
シャツはオーダーメイドで、「理」と  
つけるほど物理を愛する…が、一番  
得意な教科は家庭科。巷では「スマ

ブラの神」とよばれている。

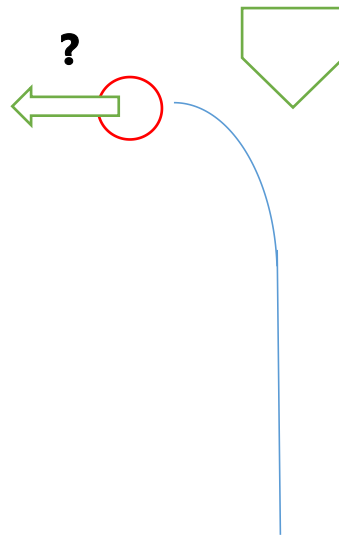
**決め台詞は、「これが物理の真髄だぜ☆！！」**

# 野球とマグヌス効果

2年A組 仲下一輝

## 1 はじめに

皆さんは野球を見ていて疑問に思ったことはありませんか？（おそらくないでしょうが）それは野球の「カーブ」ボールを見た時です。野球をあまり見ない人のために説明しますと、カーブは野球の変化球の一種で、投手がまっすぐ投げたボールが曲がりながら落ちていくボールの事です。投手は真っ直ぐ投げたはずですし、ボールには誰も触っていないのに、いったいなぜ曲がるのでしょうか？何か「見えない力」が働いているはずです。これはマグヌス効果と言われている現象です。

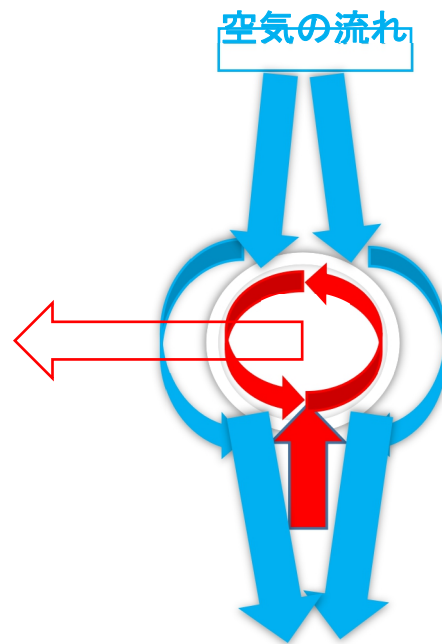


## 2 マグヌス効果の歴史

マグヌス効果の研究はドイツのマグヌスによって研究されたので、マグヌス効果と呼ばれます。マグヌスは自転しながら飛行する砲弾が鉛直面からずれる現象を説明するために実験的に研究を行いました。

### 3 マグナス効果の仕組み

では一体どのような仕組みでボールが曲がっているのでしょうか？  
まず右下のように反時計回りにボールが回転している時を考えます。  
ここで左側の部分は空気の流れとボールの回転する向きが同じなので、空気の粒はよりスムーズに流れます。対して右側の部分は空気の流れとボールの回転する向きが逆なので空気の粒はスピードが落ちてしまい、いわば渋滞を引き起こしてしまいます。  
これによって右側は部分的に気圧が高くなり、逆に左側は低くなります。空気は気圧が高い方から低い方に流れようとします。これによってボールには全体的に左側に力が働きます。これがカーブが曲がる仕組みであり、マグナス効果の仕組みです。



### 4 マグナス効果の例

マグナス効果によって飛行機の揚力も説明できます。翼が回転していないのに力が生じるのは、翼の後縁がとがっているので上下面を通過してきた流体が後縁で滑らかに合わさって去って、翼の周りに空気の循環が生じるからです。翼上面側の圧力は低く、下面側の圧

力は全般的に高くなっているので、上向きの揚力が発生します。

## 5 最後に

今回はカーブボールが曲がるなどの現象の元になるマグヌス効果について説明してきました。今回説明してきたことは流体についての運動を研究する、流体力学と言われる分野に関わるものです。このことを通じて流体力学について少しでも興味を持っていただければ幸いです。

I-A 木戸 I-A 高山 I-B 松田

今回、僕たちはチェビシェフリンク機構と平行リンク機構という二つのリンク機構を使ってモーターの回転一つで歩くような動きを見せるロボットをつくりました。

### ・そもそもリンク機構ってなに？

リンク機構は様々な節がかみ合っていて、その節一つ一つが他の節に作用して一つもしくはそれ以上の閉じた経路を形成する機構のことです。

### ・チェビシェフリンク機構について

チェビシェフリンク機構は主にロボットの歩行に使われる、円運動を直線運動を含む運動に変換するリンク機構です。変換された運動には曲線運動部分と直線運動部分があり、曲線運動をする部分が

機構の反対側にあります。この位置関係ゆえに歩かせるには工夫が  
要り、今回は機構側に弧の部分を持ってくるために平行リンクを使  
います。

- ・平行リンク機構について

平行リンク機構もまた主にロボットに使われる機構であり、動き  
を平行を維持してそっくりそのまま別の場所にうつすことができる  
機構です。ロボットの歩行に使われることが多いのはこの機構が非  
常に簡単な構造をしているからでもあります。

<まとめ>この二種類のリンク機構を用いることで、一つのモー  
ターの回転を歩行という動作に変換することができました。

# GAN による画像生成

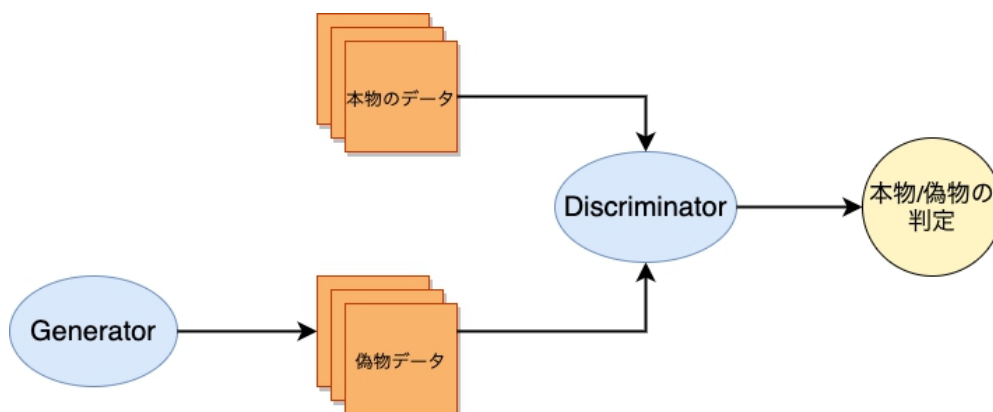
2-B 田中瑛大

## 1. はじめに

昨今、「AI（人工知能）」という言葉を目にする機会が増えてきました。皆さんはこの言葉を聞いて何を思い浮かべますか。車の自動運転、スマホの顔認証など様々なことを思いつくでしょう。AI は大きくルールベースと機械学習に分かれており、機械学習という分野の一つにディープラーニングというものがあります。そもそも機械学習とは機械がある問題とその答えを使って学習すること、そしてディープラーニングとは人間が手を加えなくてもコンピュータが自動的に大量のデータからその特徴を見つけ出して更なる学習をする技術のことです。ここで注目するのはディープラーニングという手法です。今回はこのディープラーニングで用いられる GAN という手法を説明したいと思います。

## 2. GAN って何？

GAN とは「Generated Adversarial Networks」の頭文字をとった言葉で、「敵対性ネットワーク」ともいわれている AI の一種です。GAN はデータからその特徴を学習することで実在しないデータを作ったり、存在するデータの特徴に沿ってデータを変換したりすることができます。GAN は「Generator（生成ネットワーク）」「Discriminator（識別ネットワーク）」の 2 つの要素で構成されています。「Generator」は偽物のデータを作り、「Discriminator」はそのデータが本物であるかどうかを識別する役割を持っています。この 2 つのネットワークを交互に競争させ、学習を進めることによって「Generator」は本物に近い偽物のデータを生成することができます。



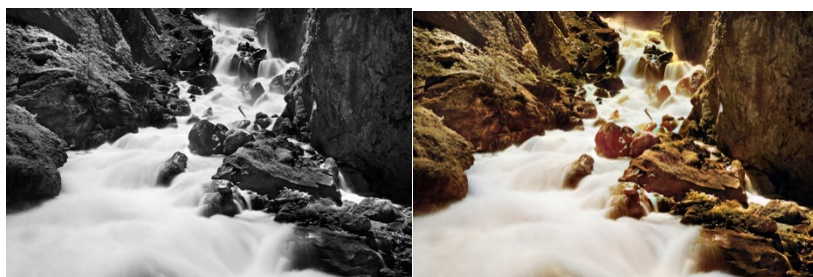
この関係は紙幣の偽造者と警察の関係によく例えられます。偽造者（Generator）は本物に近い偽札を作ろうとし、警官（Discriminator）は本物の紙幣と偽物を見分けようとします。次第に警察の能力が上がり、本物と偽物が見分けられるようになってきます。偽造者は今のままの偽造札を使うことができなくなるのでより偽札と見分けられにくい紙幣を作ろうとします。これが繰り返されることによって、最終的に偽造者は偽物とほとんど変

わりない紙幣を作ることができるでしょう。この一連の流れ GAN の仕組みです。

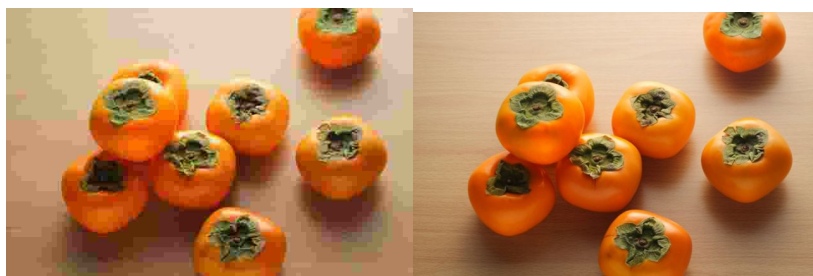
### 3. GAN で何ができる？

昔のモノクロの写真を色鮮やかなカラーの写真にしてくれるなんてことを聞いたことはないでしょうか？これ実は GAN の技術によるものなんです。様々な画像の色合いを AI が学習することによってまるで本物であるかのようにモノクロの画像をカラーリングすることができます。他にも解像度の低い画像や動画をより高画質なものにしたり、ディープフェイクと言われる本人がさもその場で発言しているような動画まで作ることができます！

モノクロ写真をカラーリング



高画質化



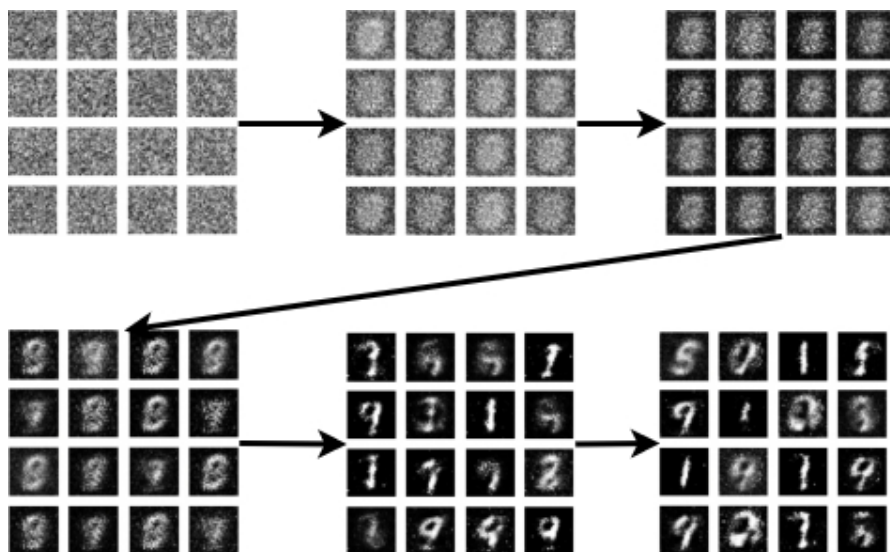
このように GAN は日常の様々な場面で使用されています。

### 4. GAN を使って画像を生成してみた

これまでに説明してきたこの GAN という仕組みを使って、実際に画像を生成してみたいと思います。

(1) 数字を生成してみる

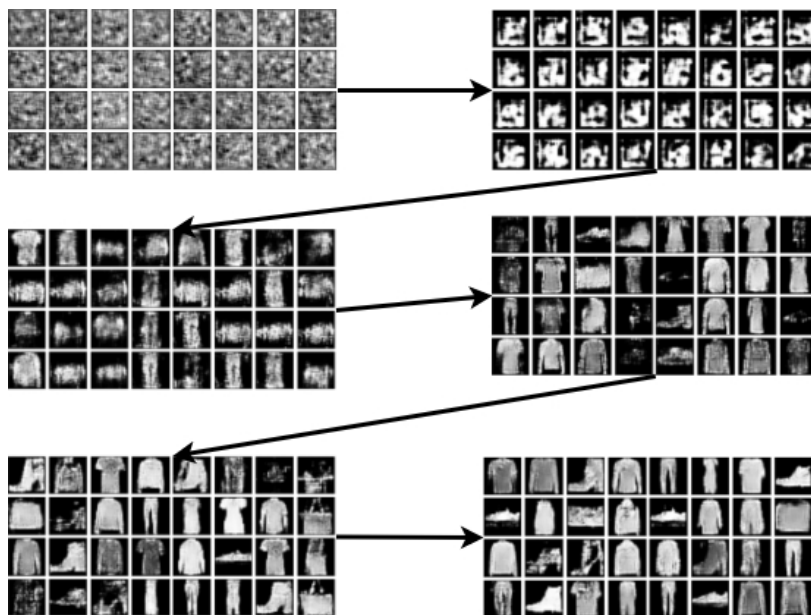
<学習過程>



学習を進めるごとに徐々に数字が見えてきました。

(2) 服を生成してみる

<学習過程>



数字の生成の時と同様に学習が進むごとに徐々に服の画像が見えてきました。

より良い AI でより長く学習することでより鮮明な画像を生成することができます。



## 5. 最後に

機械に自動的に画像を生成する GAN という手法の説明、そして GAN を実際に使って画像を生成してみました。本来、今年の音展では画像判別の AI を使用して、来場者の顔を AI に判別させてどの有名人の顔に最も似ているかという体験型で楽しめる AI の出し物を作る予定でしたが、著作権や肖像権の問題により実現することができませんでした。これをなんとか実現させようとかなり長い時間を費やしてしまったために、より良い GAN の学習モデルを完成させることができませんでした。なんとかこうして形にすることができました。AI 時代とも言われている今日この頃、ぜひ皆さんも AI に興味を持っていただければ幸いです。

## 6. 実際に実装したコードを見たい方へ

実際に私が実装したコードをここに貼っておきます。下のリンクからご覧ください。

数字の生成 : <https://bit.ly/3SaosgF>

服の生成 : <https://bit.ly/3DsW4SH>

## 7. 参考

- ・ 白黒画像を AI がカラー化 - 無料 WEB アプリ - DataChef | TechLagoon

<https://tech-lagoon.com/imagechef/gray-to-color.html>

- ・ はじめての GAN

<https://elix-tech.github.io/ja/2017/02/06/gan.html>

- ・ Keras を使用して Fashion MNIST の教師あり学習を試してみる - AI 人工知能テクノロジー

[https://newtechnologylifestyle.net/keras\\_fashion-mnist/](https://newtechnologylifestyle.net/keras_fashion-mnist/)

# パソコン甲子園体験記

2-A 吉井智明

## 0. 初めに

どうも。部長の吉井です。さてここで問題です！（デデン！）今年度の僕の部誌のテーマはなんでしょう？ご名答！ずばり、今回のテーマは「パソコン甲子園」です！

さて、茶番劇はほどほどにしましょう。先日、僕と部員の田中で「パソコン甲子園 プログラミング部門 予選」に参加しました。今年はその大会の準備、当日、結果について「体験記」という形で書いていこうと思います。

## 1. パソコン甲子園との出会い

僕たち二人がパソコン甲子園と出会ったのは、PC 同好会との繋がりでした。PC 同好会の顧問の先生が、同好会メンバーに渡したチラシを覗き見したことで、パソコン甲子園の存在を知りました。彼らはどうやら「モバイル部門」に出場するようでしたが、(僕らにアプリケーション開発など到底できるわけもないので)プログラミング部門への出場を決めました。

さて、プログラミング部門とはいったい何なのか、について簡単に説明します。パソコン甲子園のプログラミング部門は、「競技プログラミング」において競う部門です。競技プログラミングは、参加者全員に同一の課題が与えられ、時間制限の中でより正確なプログラムを記述することを目的とした競技で、選手にはコンピュータサイエンスや数学への高い理解度が求められ、そのわか

りやすい判断基準から、しばしば新卒学生の採用条件にも使用されることもあるようです。僕ら二人は、この競技プログラミング(以下 競プロ)の大会に出場することになったのです。

## 2. 問題発生

さて、大会の申し込みも済み、本格的に勉強を始めなければいけません。パソコン甲子園では、実際に競技で使用するののできるプログラミング言語が制限されています。選択肢は三つ。Java、C、C++ です。さてここで問題が発生しました。競プロ経験のある田中でしたが、彼が主に使用している言語は、この三つのどれでもなく、Python というものだったのです。Python は AI 開発に特化していて、競プロでも比較的扱いやすい言語なのですが、パソコン甲子園では使用が認められていない。仕方がないので選択肢の中で最も習得が容易な(とはいっても相当量の勉強が必要ですが)Java を使用することになりました。

ここからが大変です。二人とも Python や HTML 等の他の言語は難なく使いこなせるのですが、Java を本格的に勉強したことはありませんでした。予選は9月上旬、今は7月末。やばいよやばいよ…

しかし、文句を言っても何も解決しないのは当たり前です。勉強するしかない。8月の有り余った時間(僕に至っては自習室以外ほぼ外出してない)を活用し、各々勉強を進めました。とはいっても未知の言語を新たに習得しようとしているわけですから、そう簡単にいくはずもありません。二人とも中途半端なまま夏休みは終わりを迎えます。

### 3. 辞書を自作せよ

二人とも、中途半端な学習しかできぬまま夏休みを終え、新学期が始まりました。ここで第二の問題が発生します。パソコン甲子園特有の謎ルールです。通常競プロでは、コードを書く際に必要になる関数等はリアルタイムでネット検索し、使用することが通例となっています。しかしながら、パソコン甲子園の HP の QFA を見ると、こう書いてありました。

Q.競技中にインターネットで検索して情報を得ることは可能ですか？

A.不可です。事前に印刷した情報を参照することは可能です。

??? インターネット検索禁止は予想外。星の数ほどある関数を覚えきるなんて、限りなく不可能に近いです。まあカンニング等の不正行為防止のためのルールだろうと思いますけど… そしてまさかの紙媒体の使用はセーフ理論。なかなか意味不明な規則ではありますが、紙媒体 ok であれば話は簡単、僕たち専用の辞書を作ればいいのです。辞書があれば、基本的な構文さえ書けるようになっていれば、問題は解けるでしょう。何とかなりそうです。

ちなみに僕らが作った辞書ですが、Math 関数(数学的処理を行うことのできる関数)、標準入力(問題をプログラムに解かせる際に、プログラム側の変数に実際に数値を代入するコマンド)の方法の二つをメインにカンペを作りました。

### 4. 予選本番

それでは予選本番とその結果についてです。制限時間は 3 時間、問題数 11 問でした。2021 年までは、競技中メンバー同士の相談が許可され、チームとし

ての正解数を競う形でしたが、今年からはルールが大幅に変わり、本選に限りメンバー同士の情報共有が許可され、予選では一切の会話が禁止となりました。

※本題の予選問題についてですが、ここで11問の解説をするのは紙面の都合上(現在深夜4:00でやる気が以下略)現実的ではないので、軽い説明に抑えさせていただきます。予選問題の本格的な解説は、当日に音展HP上と物理部のtwitterで公開する予定ですのでそちらも是非ご覧ください。

結果からお話すると、得点が22問中4問正解、順位は492チーム中299位でした。初歩問題以外正解することができなかったことが大きな要因だと考えています。出場高校の大半が高等専門学校や進学校(灘高校や開成高校等)でしたので、非常にレベルの高い予選だったと感じました。

## 5. 終わりに

予選の結果はお世辞にもいいとは言えないものでしたが、11月の頭には本選が控えています。本選ではメンバー同士での情報共有も許可されるので、予選とはまた違った戦い方になります。問題のレベルもワンランク上がることが予想されるので、僕たちも能力を上積みし、善戦できるように努力していきたいと思っています。長文にお付き合いいただきありがとうございました。

## 最後に

どもども、部長です。あとがき書きます。てかあとがきって書かなきゃいけないんですかね、何書けばいいんですかね。部員が一生懸命考えて書いた部誌を締める役割を、僕が担っていいんでしょうか。

まあいいです。締めます。

今年は新入部員6人、二年生も新たに2人入部し、去年の三倍の規模で活動することになりました。昨年に引き続きコンピュータ系の研究をした部員もいましたし、力学っぽい（ぼいって言ったら失礼か）研究、さらには特斯拉コイルを作った猛者まで現れました。もう僕びっくりですよ、びっくり。去年まではPC同好会の下位互換のような団体だった物理部が、ちゃんと物理してるんですよ。僕ら105回生が卒部した後も、引き続き頑張ってもらいたいです。

さて、今回の部誌はオンラインでも配信する予定になっています。当日の展示の入り口にもQRコードを張って置く予定ですので、どちらも合わせてお読みください。

また、オンラインバージョンでしか読むことのできない記事もありますので、是非一読することをお勧めします。

それでは最後に、僕の好きな惑星科学者の言葉を引用させていただきます。今年もありがとうございました。

私たちを構成する全ての原子はバラバラになって太陽系に散らばり、質量やエネルギーとして生き続けるのです。これが私たちが子供たちに教えるべきことであり、天使や、天国でおばあちゃんに会えるなんておとぎ話ではないのです。

キャロライン・ポルコ