

生物学特論A

(分類系統学II)

第13回

利己的な遺伝子 処女権

古今東西、初夜権あるいは処女権という権利があったの知っているだろうか。日本でも昭和中期にまで、行われていたという報道もある。処女件とはその土地の領主や聖職者たちが、新しく夫婦になった少女の新婚初夜に、その少女と性交をする権利を有するといものである。もちろん、領主や聖職者の性的な欲求との合致（つまりスケベだった）というのも、理由の1つだろう。それに加えて、女性に対し婚姻以前の不貞の有無を問う事を難しくするという機能もはたしたともいわれている。かように、女性の処女性については特別視されてきた。

2

利己的な遺伝子

ところが自然界には、人間以外にも処女性を重視する種がある。昆虫（チョウチョ）などは、メスを探して飛び回るときに、花に集まるメス（成長したメス）を探すのではなく、サナギから孵ったばかりのメスがいそうな木（そこにはエサとなるものはない）を探しまわる。

なぜかように処女は重視されるのだろうか？ 現代の日本ではあまり処女性を重視されなくなった処女権だがまだまだ古風な考えを持った人（老若男女問わず）はいそうではある。

3

利己的な遺伝子 疑傷

疑傷とは、子育てをしている鳥などが、キツネなどの天敵などに襲われた時、あたかも、あえて天敵の前に出て、怪我をしてうまく飛べないような仕草をすることを指す。つまり天敵をあざむいて、子のいる巣から天敵を遠ざける（天敵の関心を自分のヒナから他にそらす）行動である。そして、この行為が十分に成果があがったと判断したら、さっと逃げかえってくる。地上に巣を作るシギ、チドリ、カモなどに見られる行動である。疑傷とは、親鳥がヒナを守るための行為なのである。これは「利他的行為」とも呼ばれている。

4

利己的な遺伝子

利他的行為

群れをつくって暮らす動物の場合、群れの中で一定の役割を演じる為に、その個体にとっては一見、不利になりそうにない行動が行われる場合がある。例えば群れを作って集団で生息する動物では、ある個体が敵が近づいたのに気づくと、警戒音を発するなどの目立つ行動をして、群れの他個体に敵の存在を知らせる。これなどは、警告を発した個体が天敵に一番発見されやすく、危険にさらされるのだから、個体の存在にとっては極めて不自然な行為である。疑傷行為のさらに極端な例としては、ある種のクモのように、雌親が子どもに自分の体を食わせてしまう生物もある。それは極端だとしても、親が子を守るという行為は、それがほんのわずかであってでも労力を割いているはずである。

利他的な行動をする個体は、自然淘汰されてなくなってしまうと考えれば、集団の中に利他的行動をする遺伝子は残らない。では、なぜほとんどの個体群で利他的行動が生き残って定着しているのだろうか？

5

利己的な遺伝子

子殺し

インドに生息するハヌマンヤセザルという猿は、オス一頭とメス数頭とからなる群れ（ハーレム）を構成している。オスは成長すると群れを離れ、別の群れをもつオスと戦うようになる。群れのオスを倒すと、その群れの全てのメスと交尾をすることができるようになる。ところが、群れのオスの交代時に、新しいオスは、群れのメスが育てている子どもを殺すことが知られている。同じようなハーレムのライオンでも、ライオンの子殺しとして知られているように、同様の行動が観察されている。

6

利己的な遺伝子

子殺しをすると、集団としての生存は危機にさらされることになる。子どもが育たなければ、種は存続していけないのだから。

これは、利己的遺伝子仮説にしたがって次のように説明される。すなわち、オスにとっては、乗っ取った直後の群れにいる子どもは、すべて前の群れオスの子なのだから、血縁関係はない。しかも、子育てをしている限りメスは発情しないので、繁殖できない。ハヌマンヤセザルでは、あるオスが群れボスの地位を維持できる期間は短いため、前のボスの血を引く子どもが独り立ちして、ふたたびメスが発情するのを待つよりも、今メスが子育てしている子をすべて殺し、メスの発情を促す行為の方が適応的である。なお、アメリカヒレアシシギのような性役割の逆転した生物では、メスも子殺しをする。

7

利己的な遺伝子

残酷な話であるが、集団として生き残るという可能性よりも、自分の遺伝子を次世代に伝えることを優先するという利己的遺伝子仮説が、ここでもみられる。

8

視覚情報処理

バンデモニウム(伏魔殿)モデル

バンデモニウムとはセルフリッジ (Selfridge, O. G.) が考案したパターン認識のモデルである。バンデモニウムとは万魔堂のことであり、特定の処理を担うデーモン(情報処理モジュールを比喩的に示す)が階層的に多数連結されて構成されている。文字認識を行うバンデモニウムでは、イメージ・デーモンから送られた入力情報を特徴デーモンが分析し、垂直線、水平線、角などの有無がチェックされる。それらの出力を各文字に対応する認知デーモンが受け、マッチする認知デーモンの出力は大きくなる。それらの出力を評価して、最終的に決定デーモンが判定を下す。並列的であるが、基本的な情報処理の流れは、特徴抽出から解釈にいたるボトムアップ型である。

有斐閣、心理学事典より

9

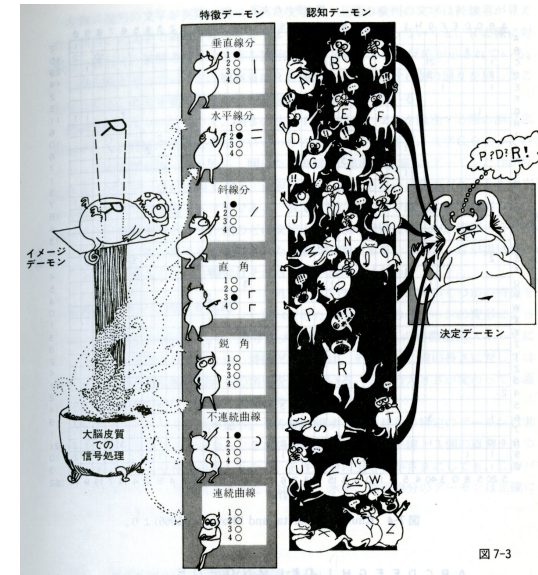


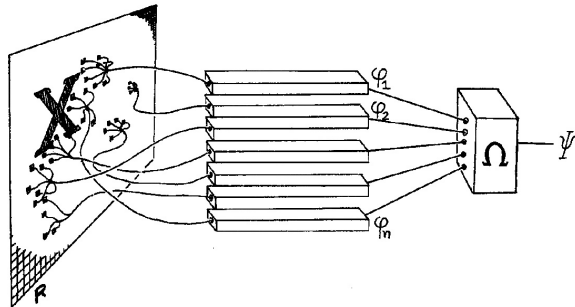
図 7-3

バンデモニウムモデル。リンゼイ & ノーマン著、中溝、箱田、近藤訳、情報処理心理学入門II,サイエンス社, 1984, p.8

10

パーセプトロン

バンデモニウムモデルを素直に実現したニューラルネットワークモデルとしてパーセプトロンが挙げられる。パーセプトロンは工学の分野でパターン認識との関連で長い研究の歴史がある。



11

工学者の楽観論

人間が万物の霊長であり、無限の賢さを秘めているのなら、その人間の動作を真似して作ったロボットや機械は、人間のように深い洞察をすることができるに違いない。

12

パーセプトロンによる 受容野の形成

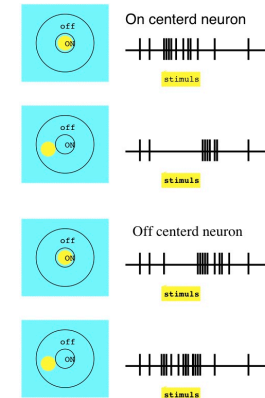
パーセプトロンに次のような 5×5 の受容野を考えて、線分を学習させることを考える。

パーセプトロンとは、入力データを受け取って、その活性値を結合係数 w によって重み付けられた値の関数として自身の出力値 y が定まる2層のモデルである。

13

受容野の特性

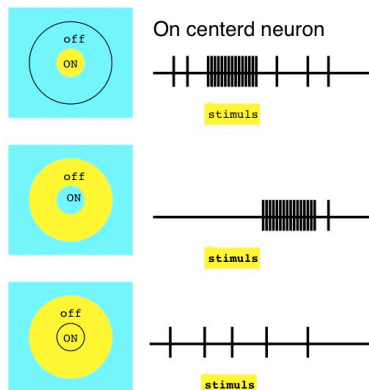
- 神経節細胞におけるオン中心細胞とオフ中心細胞の応答特性



14

受容野の特性

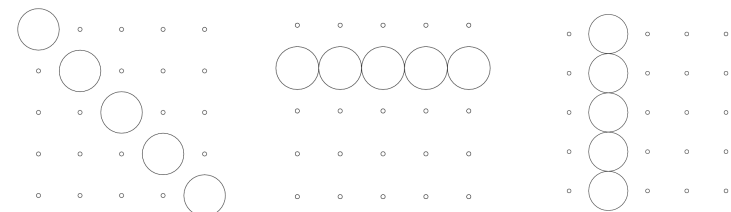
オン中心細胞の応答特性



15

データの処理とコマンド

パーセプトロンに次のような 5 X 5 の受容野を考えて、線分を学習させることを考える



16

縦線5本, 横線5本, 斜線2本 の計12パターンをパーセプトロンに学習させることを考えよう。入力は 5 X 5 の正方格子の線分とし, 出力及び教師信号の次元は 12次元のベクトルとする。各々の線分に対して一つの出力層ユニットが対応するように訓練する。

それぞれのファイルの中身を見るには cat コマンドを使う。

17

```
$ cat bar.input  
1000010000100001000010000# vertical 1  
0100001000010000100001000# vertical 2  
0010000100001000010000100# vertical 3  
0001000010000100001000010# vertical 4  
0000100001000010000100001# vertical 5  
1111100000000000000000000# horizontal 1  
0000011111000000000000000# horizontal 2  
0000000000111110000000000# horizontal 3  
00000000000000001111100000# horizontal 4  
000000000000000000000011111# horizontal 5  
1000001000001000001000001# left oblique  
0000100010001000100010000# right oblique
```

18

```
$ cat bar-cat.teach  
100  
100  
100  
100  
100  
010  
010  
010  
010  
010  
010  
001  
001
```

19

cat コマンドは, 引数 (ひきすう) を一つとり, そのファイルの内容を端末エミュレータ上に表示するコマンドである。従って上の例では, cat bar.input で bar.input というファイルの中身を表示させ, 続いて cat bar-cat.teach というコマンドで bar-cat.teach というファイルの内容を表示させている, という意味である。なお, コマンドラインからタイプすべきコマンドには行頭にドルマーク \$ をつけてあるが, ドルマークはタイプする必要がない。

20

- **bar.input** の一行目は受容野の一番左端に縦線があるという意味である。
- **\$./mattrim 1 1 1 25 bar.input | ./matresize 5 5 | ./PSHinton > bar1.ps**
- **\$ convert bar1.ps bar1.jpg**
- **\$ display bar1.jpg**

21

それぞれのコマンドの意味は、**./mattrim** が、行列 (**mat**) をトリミング(trim) するコマンドである。この場合、**bar.input** が 12 行 25 列の行列(1行で1データである)なので、その行列の 1 行 1 列目から 1 行 25 列目までをトリミング (取り出して) して次のコマンドに渡す(|)という意味である。次のコマンド **./matresize** は行列 (**mat**) を別の行列のに整形 (resize) するというものである。この場合 5 行 5 列の行列に変換して次のコマンドに繋げている。次のコマンドは **./PSHinton** であるが、これは、ヒントン(Hinton)グラフと呼ばれるグラフを作って、ポストスクリプト (PS) 形式の画像にするコマンドである。その結果を **bar1.ps** というファイルに格納している。以上が一行目の説明である。

22

2行目のコマンドは **ImageMagic** という画像処理ソフトのコマンドである。自宅の PC で自習する場合には、**ImageMagic** をインストールしなければならない。**Windows** 版の**ImageMagic** については検索エンジンで検索すれば容易に見つかる。コマンドの意味は **bar1.ps** というファイルを **bar1.jpg** というファイルに変換 (**convert**) するという意味である。3行目のコマンドも **ImageMagic** のコマンドである。このコマンド **display** は、画面上に画像を表示するコマンドである。すなわち **bar1.jpg** という画像ファイルを画面上に表示する。

23

以上がシミュレーションの前の下準備である。したがって、**bar.input** の6行目を可視化したければ以下のようにタイプすれば良い。

```
$ ./mattrim 6 1 6 25 bar.input | ./matresize 5 5 | ./PSHinton > bar2.ps
```

```
$ convert bar2.ps bar2.jpg
```

```
$ display bar2.jpg
```

bar2.jpg というファイルを作って表示させるコマンドである。

24

パーセプトロンによる学習

パーセプトロンは `./perceptron` というコマンドで実行できる。サンプルオペレーションは以下の通り

```
$ ./perceptron -input bar.input -teacher bar-cat.teach
```

コマンドの意味は、`./perceptron` に入力データ `input` が `bar.input` であり、教師信号データが `bar-cat.teach` というファイルを読み込んで学習させよという意味になる。

25

ここで、簡単にデータファイルの形式を説明しておく。

データは `mat` 形式である。`mat` 形式とはテキストファイル（従ってエディタやワープロで読み込み可能であり、エクセルなどでも読み込み可能）であり、 n 行 m 列の行列を単に数値として表現しただけの形式である。上の例でも分かる通り、`bar.input` は、12 行 25 列の行列である（縦線が 5、横線が 5、斜め線が 2）。1 行で 1 データを構成している。同様にして `bar-cat.teach` は、12 行 3 列の `mat` 形式である。1 訓練データに対して 1 教師信号が必要となるので、入力（訓練）データの行数と教師信号データの行数は等しくなければならない（この場合 12 行）。`mat` 形式のデータ中 `#` から行末まではコメントとして扱われ、データの処理には関係がない。

26

コマンドライン引数

```
$ ./perceptron --help
### Program name: ./perceptron - A Perceptron simulator
### Creator: Shin-ichi ASAKAWA <asakawa@ieee.org>
Usage: ./perceptron -input <filename> -teacher <filename>
[-init <initial_weight_file_name>] [-error <double>]
[-learn <double>] [-epoch <int>] [-to <int>]
[-seed <in>] [-rand_range <double>] [-slope <double>]
[-allowable_error &lt;double>]
Arguments:
  input, input file name to be learned
  teacher, teacher file name to be learned
default settings of options:
  learn = 0.1: learning ratio
  error = 0: error limit
  allowable_error = 0: allowable error limit
  epoch = 200: epoch
  slope = 1.7: slope of sigmoid curve
  to = 10000: max iterations
  rand_range = 0.1: range for initial values
```

27

- Usage の行で表示されている引数とオプションの意味は次のとおりである。カッコ `[]` で囲まれたものはオプションであり省略可能である。それぞれの意味は以下の通りである。なお `<int>` はオプションが整数型の値をとることを表し、`<double>` はオプションが倍精度実数型の値をとることを表している。

28

各オプション

[-input] 訓練データを指定する

[-teacher] 教師信号を指定する

[-init] 結合荷重データの初期行列を指定する

[-error] どこまで学習させるのかを指定する(平均自乗誤差の上限値を指定する)。0 から 1 の間の実数(デフォルトは 0)

[-learn] 学習係数を指定する(デフォルトは 0.1)

[epoch] 学習途中の平均自乗誤差 (MSE) を表示する回数を指定する。100 を指定すれば 100 回ごとに MSE を画面に表示する(デフォルトは 200)

[-to] 繰り返し学習回数の上限を指定する(デフォルトは \$10000\$)

[-seed] 乱数の種を指定する (省略した場合現在時刻を種とする)

[-rand_range] 初期値の乱数の範囲を指定する (デフォルトは \$0.1\$)

[-slope] シグモイド関数の傾きを指定する(デフォルトは \$1.7\$)

[-allowable_error] 絶対許容誤差を指定する(デフォルトは \$0\$)

29

実習

入力データを **bar.input** 教師信号を **bar.teach**

として **./perceptron** に学習させてみよう。

入力データを **bar.input** 教師信号を **bar-cat.teach**として

./perceptron に学習させてみよう。

30

学習結果の可視化

上の実習で、学習結果を可視化したければ次のようにすれば良い。

```
$ ./perceptron -input bar.input -teacher bar.teach > bar.wgt
```

```
$ ./matsize bar.wgt
```

```
$ ./mattrim 1 2 1 26 bar.wgt | ./matresize 5 5 | ./PSHinton > bar.ps
```

```
$ convert bar.ps bar.jpg
```

```
$ display bar.jpg
```

31

1 行目はパーセプトロンに学習させるコマンドである。学習結果は **bar.wgt** というファイルに格納される。

2 行目は、データファイル **bar.wgt** という **mat** 形式のデータ行列のサイズを調べている。このコマンドはなくてもよい。

3 行目では **bar.wgt** の 1 行 2 列目から 1 行 26 列目までをトリミング (**mattrim**) して取り出し、その結果を 5 行 5 列の行列に整形し (**matresize**)、その結果をヒントングラフに変換し、その結果を **bar.ps** というポストスクリプトファイルに格納している。トリミングする

範囲は 1 行 1 列目からではなく 1 行 2 列目からであることに注意。

学習の結果できた行列の 1 列目は切片項であるため (ニューロンのしきい値であると解釈しても良い) 結果の表示には不要だからである。

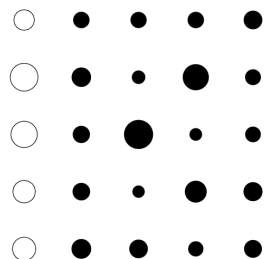
4 行目では、**{\tt bar.ps}** というポストスクリプトファイルを **bar.jpg** という **jpeg** ファイルに変換している。

そして、最終行で画面に表示させている。

32

ヒントングラフ

直上の操作でできたファイルを画面に表示させると例えば次のようになるであろう。



33

ヒントングラフは G. Hinton によって考案された結果の表示方法である。白丸は正の結合を、黒丸は負の結合を表しており、それぞれの円の直径が結合荷重の大きさを表している。従って大きな丸ほど結果に与える影響が大きい。この例の場合、一番左端の列だけ正の結合で、他は負の結合になっていることから、左端の縦線を検出する受容野細胞が形成されたと見なすことができる。

34

バックプロパゲーション法による受容野の形成

直上の例は、いわば第一次視覚野の単純型細胞の例であると見なすことができる。これに対して、複雑型細胞は、受容野のどの位置に提示されても縦線、あるいは横線に反応する。パーセプトロンでは教師信号データを bar.teach から、bar-cat.teach に換えるとパーセプトロンでは学習が成立しなかった。このような複雑型細胞を形成するにはバックプロパゲーションによる3層のネットワークである必要がある。

35

バックプロパゲーション法 (./bp3) でも試すと以下ようになる。

```
$ ./bp3 -hidden 4 -input bar.input -teacher bar-cat.teach
```

./bp3 では -hidden 引数が必須である。入力ユニット数と出力ユニット数はデータ行列のサイズで自ずと決まってくるが、中間層のユニット数は任意だからである。上の例では中間層のユニット数を4にしてある (-hidden 4)。中間層のユニット数が多いと学習は容易になる。しかし、ユニット数が多いと結果の解釈が困難になることが多い。

36

実習

結果を可視化したければ以下のようにする。

```
$ ./bp3 -hidden 4 -input bar.input -teacher  
bar-cat.teach > bar.result
```

```
$ ./mattrim 1 2 1 26 bar.result | ./  
matresize 5 5 | ./PSHinton > bar1.eps
```

```
$ convert bar1.eps bar1.jpg
```

```
$ display bar1.jpg
```

バックプロパゲーション法による学習結果を可視化してみよ。

37

演習

バックプロパゲーション法によるアルファベット
26文字の認識実験を行え。データは訓練データ
がalpha-upper32.dataであり、教師信号が
alpha-upper32.teachである。

結果からどのようなことが言えるか考えよ。

38

バックプロパゲーション法 による排他的論理和の学習

以下のような入出力関係を考える

```
$ cat xor.input
```

```
0 0
```

```
0 1
```

```
1 0
```

```
1 1
```

```
$ cat xor.teacher
```

```
0
```

```
1
```

```
1
```

```
0
```

39

すなわち、

(0,0)→0

(0,1)→1

(1,0)→1

(1,1)→0

となる関係を考える。./bp3 シミュレータに学習
させてみよう

40

```
$ ./bp3 -input xor.data -teacher xor.teach -hidden 3
```

-hidden 3 は中間層の数が3であることを表している。中間層の数を変化させて何度か実行させてみよ。結果の保存は以下のようにする。

```
$ ./bp3 -input xor.data -teacher xor.teach -hidden 2  
1>bp3-h2.wgt 2>bp3-h2.err
```

上記のようにすると、標準出力はbp3-h2.wgt というファイルに、標準エラー出力はbp3-h2.err にそれぞれ格納される。

標準出力に吐き出されたデータbp3-h2.wgt は、次回シミュレーションをそこから再開したい場合などに用いることができるネットワークの結合係数行列である。サンプルオペレーションを以下に示す。

```
./bp3 -input xor.data -teacher xor.teach -hidden 2 -init  
hp3-h2.wgt
```

一方、標準エラー出力に吐き出されたbp3-h2.err は、エラーの減少の様子と最終的な出力が含まれている。

41

一方、標準エラー出力に吐き出されたbp3-h2.err は、エラーの減少の様子と最終的な

出力が含まれている。

```
$ cat bp3-h2.err
```

... 中略...

```
08200 0.414347 ### MSE  
08400 0.428912 ### MSE  
08600 0.414783 ### MSE  
08800 0.410983 ### MSE  
09000 0.427704 ### MSE  
09200 0.40911 ### MSE  
09400 0.429023 ### MSE  
09600 0.420114 ### MSE  
09800 0.408396 ### MSE
```

42

```
Pattern 0: ( +0.00 +0.00)->hidden( +0.73 +0.03)->output(+0.00 )  
=teacher(+0.00 )  
hidden[1] f( +0.25 * +1.00 -2.89 * +0.00 -2.90 * +0.00 ) =0.735  
hidden[2] f( -0.89 * +1.00 -1.66 * +0.00 -1.66 * +0.00 ) =0.027  
output[1] f( +0.30 * +1.00 -2.30 * +0.73 -0.50 * +0.03 ) =0.004  
Pattern 1: ( +0.00 +1.00)->hidden( +0.00 +0.00)->output(+0.77 )  
=teacher(+1.00 )  
hidden[1] f( +0.25 * +1.00 -2.89 * +0.00 -2.90 * +1.00 ) =0.000  
hidden[2] f( -0.89 * +1.00 -1.66 * +0.00 -1.66 * +1.00 ) =0.000  
output[1] f( +0.30 * +1.00 -2.30 * +0.00 -0.50 * +0.00 ) =0.770  
Pattern 2: ( +1.00 +0.00)->hidden( +0.00 +0.00)->output(+0.77 )  
=teacher(+1.00 )  
hidden[1] f( +0.25 * +1.00 -2.89 * +1.00 -2.90 * +0.00 ) =0.000  
hidden[2] f( -0.89 * +1.00 -1.66 * +1.00 -1.66 * +0.00 ) =0.000  
output[1] f( +0.30 * +1.00 -2.30 * +0.00 -0.50 * +0.00 ) =0.770  
Pattern 3: ( +1.00 +1.00)->hidden( +0.00 +0.00)->output(+0.77 )  
=teacher(+0.00 )  
hidden[1] f( +0.25 * +1.00 -2.89 * +1.00 -2.90 * +1.00 ) =0.000  
hidden[2] f( -0.89 * +1.00 -1.66 * +1.00 -1.66 * +1.00 ) =0.000  
output[1] f( +0.30 * +1.00 -2.30 * +0.00 -0.50 * +0.00 ) =0.770
```

43

このファイルを見ると、標準誤差MSE は9800

以降に0.05 以下に収束したことがわかる。

さらに、その下にはシステムの入出力が数字で表現されている。

Pattern 0 の入力

(+0.00 +00) でありこれが中間層では

(+0.73 +0.03) となり、出力が

(+0.00) であったことが分かる。最後に教師信号は(+0.00) であった。すなわち誤差が小さく学習が成立したことを表している。

エラーファイルを直接Excel に読み込めば学習曲線を描くことができる。

44

心とは何だろうか

45

我々人間の心には、心が宿る。機械が進化し続けることが可能であるとすれば、究極的には、人間の心をコンピュータ上で再現することが可能となるのであろうか。物理学者は、長い間 **万物の理論** (Theory of Everything)を探し求めてきた。これは自然界に存在する4つの力(電磁気力, 弱い力, 強い力, 重力)を統一的に記述する理論である。哲学者の中には、万物の理論(の拡大解釈しすぎの気がするが)の中には、当然「心の理論」も含まれていなければならないはずであり、現在の物理学には含まれていない、として批判する者もいる。心の問題が取り残されているので、万物の理論は **ゾンビ・ワールド** だというわけである。

46

機械(万能コンピュータ)の未来は、明るいのだろうか(すなわち進化したコンピュータは心の問題を取り扱うことができるだろうか)。それとも、哲学者たちが考えるようにゾンビ・ワールドで悲観的なのだろうか。心の問題は、複雑過ぎてどこから手を付けてよいのやら、その糸口さえわからず途方に暮れてしまう。なぜ、人間の脳には心が宿るのか、そもそも心とは何か、精神や感情や理性は心と同じものなのか、心の問題に科学的に迫ることはできるのか、心理学者に尋ねても満足な答えは返ってこない。だが、興味は尽きない。

47

- ・意識のハードプロブレムとは、物質及び電気的・化学的反応の集合体である脳から、どのようにして「意識」というものが生まれるのかという問題のことである。

チャンバース

- ・人間の自由意志はどこにあるのだろうか？

浅川伸一

48

私は、機械はどこまで人間に迫れるのか？という問いと、人間はどこまで機械なのか？という問いと、を科学的に考えるのが好きです。コンピュータが万能な機械であるのなら、適切なプログラムを選べば、限りなく心の問題に近づいていけると思います。哲学的議論や宗教的な議論に巻き込まれること無く、科学的に心の問題にどこまで迫るのか、に興味があります。

世界の創造における基本的で謎に満ちた 三つの段階(クリストフ・コッホ,2003)

- 1.何らかの物質，すなわち宇宙そのものが「無」から創造された
- 2.無機物，すなわち生命のないものから命が生まれてきた
- 3.有機物から意識および意識を持った動物，すなわち，自意識を持ち自分自身について考えることができるような動物が誕生した

意識的な精神の働きとその物質的基盤(脳内での電気化学的相互作用との間)には、どのような関係が成り立っているのか？ニューラルネットワークの電気的活動から「意味」がどのように生じてくるかという謎は、非常にミステリアスである。ニューラルネットワークの構造や、それらの接続パターンに秘密があることは間違いない。しかし、具体的にそれらがどうやって「意味」と「志向性」を生み出すのだろうか。哲学用語としての「ゾンビ」外見上の立ち居振る舞いはまったく普通の人と変わらないが、意識、感覚、および感情が完全に欠けたもの。哲学の世界では思考実験に使われる。哲学者が思考実験をするときには、まったく無意識であるにもかかわらず、あたかも普通の人間のような経験があると嘘をつくように企んでいるゾンビを考えることもある。

今までの仮説

意識は不滅の魂に依存する(プラトン、デカルト)プラトンは人間というものを「永遠不死の魂が、必ず死の運命にある肉体に閉じ込められた存在である」と論じた。デカルトは、現代科学では明らかになっている神経や筋肉の電気化学的な活動と、思考する実体、とに区別を付けた。これを精神物質二元論という。精神の本質としての魂という概念は、魂が不死であって、魂の存在が脳にまったく依存しないと仮定すれば、矛盾が生じることはない。すなわち魂とは、いか意識は不滅の魂に依存する(プラトン、デカルト)プラトンは人間というものを、「永遠不死の魂が、必ず死の運命にある肉体に閉じ込められた存在である」と論じた。デカルトは、現代科学では明らかになっている神経や筋肉の電気化学的な活動と、思考する実体、とに区別を付けた。これを精神物質二元論という。精神の本質としての魂という概念は、魂が不死であって、魂の存在が脳にまったく依存しないと仮定すれば、矛盾が生じることはない。すなわち魂とは、いかなる科学的方法によっても検出することができないギルバート・ライルのいわゆる機械の中のゴースト、とみなすのである。つまり、魂は科学の扱う範囲外であると考えてしまうということである。

不可知仮説

科学的な手段では意識を理解することは不可能だ
ミステリアンの主張：「どんな認知システムもそのシステム内部の状態を完全に理解することができない。同じように、我々の脳は、脳内部から生じる意識の状態や仕組みを理解できない」←現時点では時期尚早。

53

デネットの仮説

・意識は錯覚である（ダニエル・デネット、1998）
我々が普段もっている感覚、クオリアは、手のこんだイリュージョン、幻想である。日常生活において主観的な感情が中心的位置を占めていることを考えると、クオリアや感情が錯覚であると結論づけるには、相当量の実験的な証拠、科学研究を必要とする。哲学的な議論は、論理的な分析と内省、すなわち自分の内部を真剣に見つめることに基づいており、科学的方法に比べ現実世界のさまざまな問題を取り扱うにはまったく力不足である。

54

ペンローズの仮説

・意識の解明には根本的に新しい法則が必要とされる(ペンローズ(ロジャー・ペンローズ, 1994), チャルマーズ)

意識が脳から生まれてくる過程を説明するために、今まで発見されている物理法則以上の、根本的に新しい法則が要求される可能性はなきにしもあらずであるが、今すぐにはないだろう。

55

唯脳論仮説

・意識は脳内のニューロンの活動から生じて来る特性である

脳内に意識に対応する物質基盤があって、その脳内の物理的現象の特性は科学的に研究できる、ということに異論を唱える者はいない、だろう。

56

Emergent property 仮説

- ・意識は脳の中での非常に複雑な相互作用から生まれてくる特殊な性質 emergent property である。
- ・意識は脳の中の多数のニューロン相互作用, あるいはニューロン内部に存在するカルシウムイオンの濃度などの相互作用, さらには活動電位の相互作用と行った, 物理的現象が複雑に相互作用することで生まれてくる。

57

おわりに

- ・最後に簡単なアンケートに答えてください。
<http://www.cis.twcu.ac.jp/~asakawa/MathBio2011/final-q.html>
- ・シミュレーションによる現象の理解に興味を持っていたら, この授業の目的は達成されたこととなります。
- ・最後まで熱心に参加してくれてうれしいです。どうもありがとうございます。最後に私の連絡先です。
 - ・ミクシィ: David Rumelhart
 - ・Twitter: David Rumelhart
 - ・Facebook: Shin Asakawa

58