



キャンパス・コンソーシアム函館

合同公開講座

函館学 2022

第3回講義

講義資料

津軽海峡の深層からエネルギーを
取り出すディープラーニング

講師：藤原 亮

函館工業高等専門学校 准教授

日時：令和4年8月27日(土)

13:30~15:00

会場：函館工業高等専門学校

主催：キャンパス・コンソーシアム函館



キャンパス・コンソーシアム函館

藤原 亮（ふじわら りょう）

函館工業高等専門学校

生産システム工学科 准教授

講師略歴

2008年 仙台電波工業高等専門学校電子制御工学科卒業

2010年 東京工業大学工学部機械知能システム学科卒業

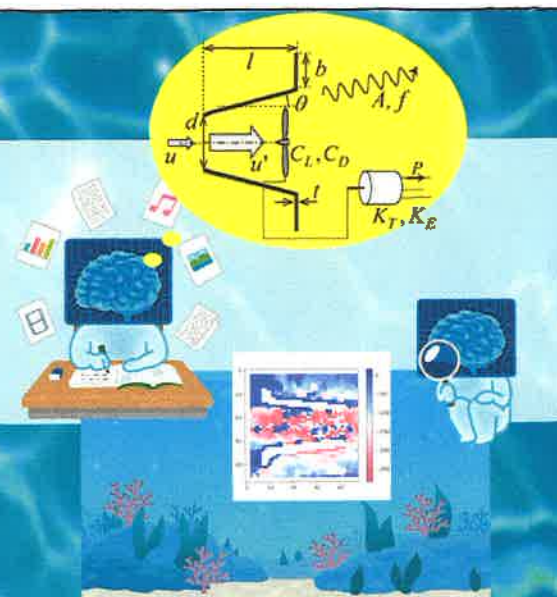
2012年 東北大学大学院工学研究科電気・通信工学専攻修了

2016年 東京工業大学機械宇宙システム専攻で博士（工学）を取得

現職に至る

津軽海峡の深層から エネルギーを取り出す ディープラーニング

函館工業高等専門学校 藤原 亮



キャンパスコンソーシアム函館主催「函館学2022」講座
函館工業高等専門学校
2022年8月27日

1

◎自己紹介

- ✓ 藤原 亮 (ふじわら りょう)
- ✓ 函館工業高等専門学校 准教授
- ✓ 趣味
 - ✓ サイクリング
 - ✓ チェアリング



函館チェアリング
<https://twitter.com/hakochair>

2

◎本日の内容

✓ 海洋発電について (30分)

(質疑応答その1)

(休憩)

✓ ディープラーニングについて (30分)

✓ ディープラーニングの今後の進展 (10分)

(質疑応答その2)

3

◎海洋発電について

○諸外国の海洋発電装置

- ✓ 化石燃料の枯渇から
再生可能エネルギーが着目されている
- ✓ 特に海洋エネルギーは数TW(テラワット)に及ぶと
言われている
- ✓ 世界の海洋発電
 - ✓ 英国が主流
 - ✓ 巨大・高出力 (数10m級・数MW級)



Hammerfest Strom (Norway)
[Electric power generation: 300kW]



Open Hydro (Ireland)
[Electric power generation: 1MW]

ANDRITZ HYDRO Hammerfest - Renewable energy from tidal currents
<https://www.andritz.com/resource/blob/31444/cf15d27bc23fd59db125229506ec87c7/hy-hammerfest-data.pdf>

EMEC - OPEN HYDRO
<https://www.emec.org.uk/about-us/our-tidal-clients/open-hydro/>

4

◎海洋発電について

○日本国内の動き

- ✓ かいりゅう
- ✓ IHIとNEDOが開発
- ✓ 鹿児島県口之島沖
- ✓ 100kW規模

- ✓ マイクロ水力発電
- ✓ エネルギーハーベスティング
- ✓ 用水路等に設置
- ✓ 数kW～100kW程度



株式会社IHI
https://www.ihi.co.jp/ihi/all_news/2017/technology/1190413_1639.html



篠田株式会社
<https://www.gifu-shinoda.co.jp/energy/suiyoku/>

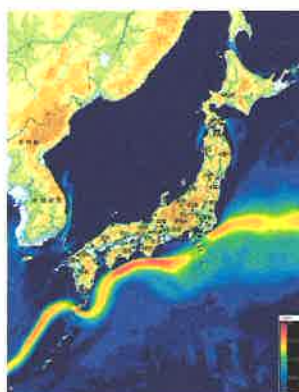
5

◎海洋発電について

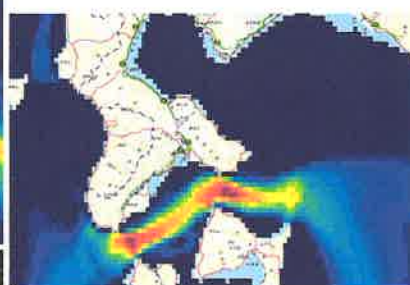
○津軽海峡の流れ

- ✓ 津軽海峡は
日本の中でも
エネルギー密度が高い！

- ✓ 約3,000[W/m²]の
エネルギー密度



日本全体の海流パワー密度
(10年間の平均値)



津軽海峡の海流パワー密度
(10年間の平均値)

海洋エネルギーポータルサイト
http://www.todaieww3.k.u-tokyo.ac.jp/nedo_p/jp/

6

◎海洋発電について

○津軽海峡の流れ

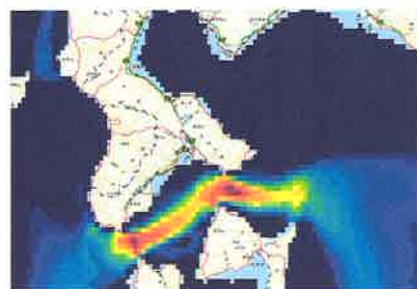
- ✓ なぜ津軽海峡のエネルギー密度が高いのか？

✓ 連続の式

- ✓ 流量（流れる水の体積）はどこでも一定

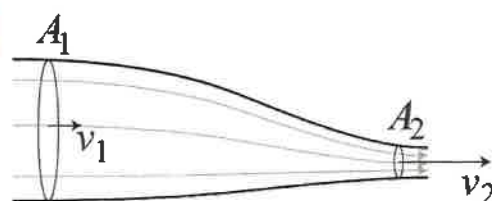
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

断面面積広い 流速遅い 断面面積狭い 流速速い！



津軽海峡の海流パワー密度
(10年間の平均値)

海洋エネルギーポータルサイト
http://www.toda1vw3.k.u-tokyo.ac.jp/nedo_o/jp/



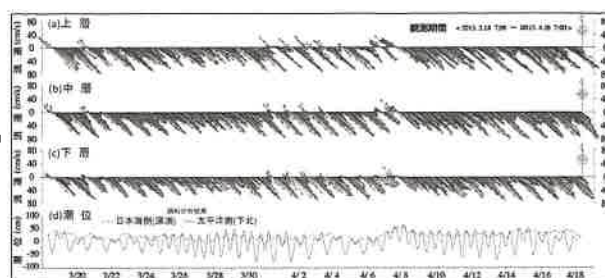
7

◎海洋発電について

○津軽海峡の流れ

- ✓ 日周期分潮の潮流と津軽暖流による海流が共存する一方向流

- ✓ 南東方向に日周期で消長（速くなったり遅くなったりする）
- ✓ 最大流速は1m/sec強



観測地点各層における流速ベクトル及び潮位の経時変化(本図は2014)

○潮流と海流の違い

- ✓ 潮流：月と太陽の引力が原因
- ✓ 海流：地球の自転，温度差，気流等が原因



調査現地

潮流・海流発電に向けた津軽海峡の流況特性及びエネルギー賦存量に関する研究
https://doi.org/10.2208/kaigan.70.l_1291

8

◎海洋発電について

○津軽海峡の潮海流発電機について

- ✓ つば付き漸拡ディフューザを利用した潮海流発電機

- ✓ つば：右図の“Flange”の部分
- ✓ 漸拡：徐々に広がる
- ✓ ディフューザ：
(自動車の) 空力部品



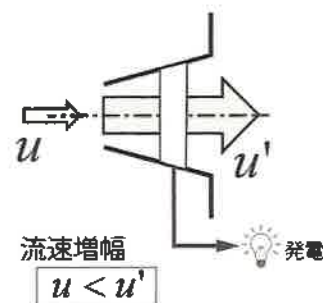
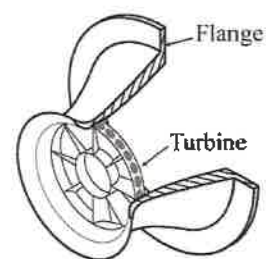
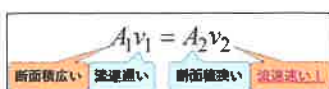
[https://ja.wikipedia.org/wiki/ディフューザ_\(自動車\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/ディフューザ_(自動車))

- ✓ 漸拡形状により流速が増幅される！

- ✓ ？？？

- ✓ 連続の式と矛盾

- ✓ でも、実験したらそうだった



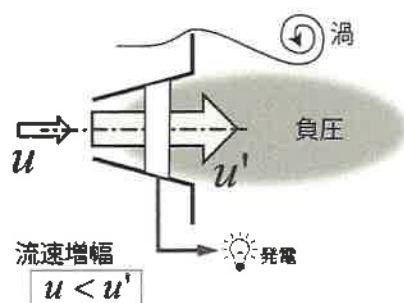
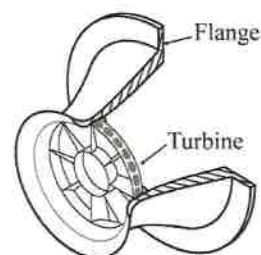
9

◎海洋発電について

○津軽海峡の潮海流発電機について

- ✓ 漸拡形状により流速が増幅される！
- ✓ なぜ？
- ✓ ディフューザの出口部に
渦ができて流れが引き込まれ、
負圧ができる

- ✓ 流速が低ければ低いほど増速率が増える
- ✓ 津軽海峡の変動する流れの中でも安定した電力を取り出せる！

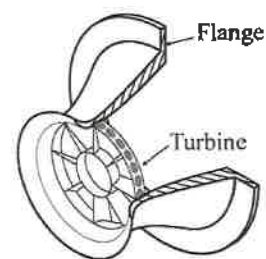


10

◎海洋発電について

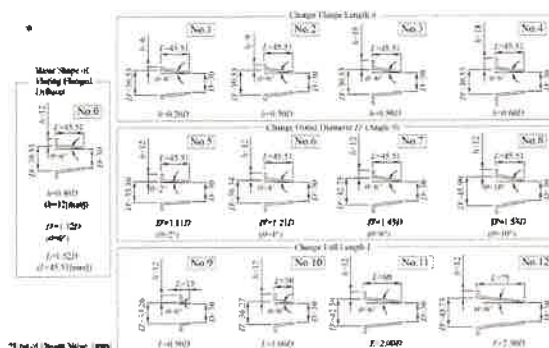
○津軽海峡の潮海流発電機について

- ✓ つば付き漸拡ディフューザの最適形状
- ✓ では、**もっとも増速率が高くなる形状**は？
- ✓ 形状を変えたミニチュアモデルを複数製作し、実験で求めてみた



- ✓ しかし、実験は手間がかかる．．．

- ✓ AIを使ってみよう！



津軽海峡における潮海流発電のディフューザ形状が増速効果に及ぼす影響
https://www.jstage.jst.go.jp/article/kaigan/75/2/75_1_973/_article/-char/ja/

11

◎海洋発電について

- 諸外国の海洋発電装置
- 津軽海峡の流れ

- 日本国内の動き
- 津軽海峡の潮海流発電機について

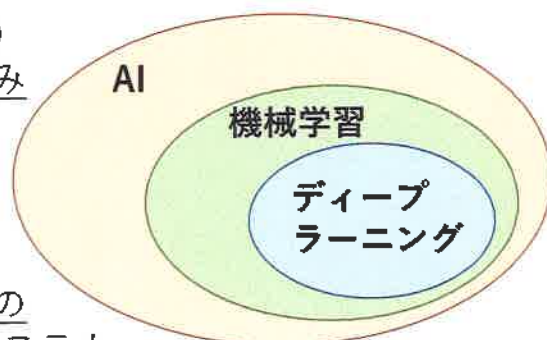
- ✓ 質疑応答その1・休憩

12

◎ディープラーニングについて

○AI・機械学習・ディープラーニング

- ✓ AI(Artificial Intelligence, 人工知能)
 - ✓ 人の持つ知能を再現する取り組み
(機械そのものではない)
 - ✓ 「そろばん」も広義のAI
- ✓ 機械学習(machine learning)
 - ✓ データ間の法則を機械が学ぶもの
 - ✓ 反対(?)の意味：エキスパートシステム
→設計者が最初から法則を作る
- ✓ ディープラーニング(deep learning, 深層学習)
 - ✓ 機械学習の手法のうちの1つ
 - ✓ 本日詳しく説明します



13

◎ディープラーニングについて

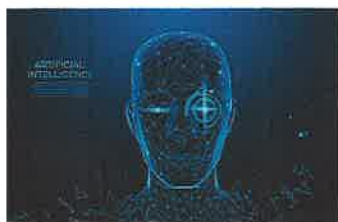
○AI・機械学習・ディープラーニング

- ✓ ディープラーニング(deep learning, 深層学習)
- ✓ 応用例



自動運転

<https://www.honda.co.jp/automateddrive/auto/>



顔認証

<https://www.japancv.co.jp/column/4715/>



きゅうりの等級判別

<https://www.pasonacareer.jp/ib40/column/geek171123/>

14

◎ディープラーニングについて

○AI・機械学習・ディープラーニング

- ✓ ディープラーニング(deep learning, 深層学習)

✓ 実際にやるにはどうすればいい？

→ パソコン1つあればできます！

- ✓ python使えるようになりましょう！

- ✓ おすすめ本：

『pythonによるディープラーニング』

- ✓ githubにコードいっぱいあります

- ✓ MITの授業も聞けます

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=7sB052Pz0sQ>



15

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

- ✓ 本日はディープラーニングのしくみをやさしい(?)演習を通して理解してみましょう
- ✓ とりあえずこれさえ分かれば、理解できます！

- ✓ フィッティング

- ✓ ニューラルネットワーク

- ✓ テンソル

16

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

- ✓ フィッティング
 - ✓ まず「数当てゲーム」をしましょう
 - ✓ ある箱があります
 - ✓ 「1」を入れると「3」が出ます
 - ✓ 「2」を入れると「6」が出ます
 - ✓ 「3」を入れると「9」が出ます
 - ✓ 「4」を入れると、何が出る？



入れる	出る
1	3
2	6
3	9
4	

17

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

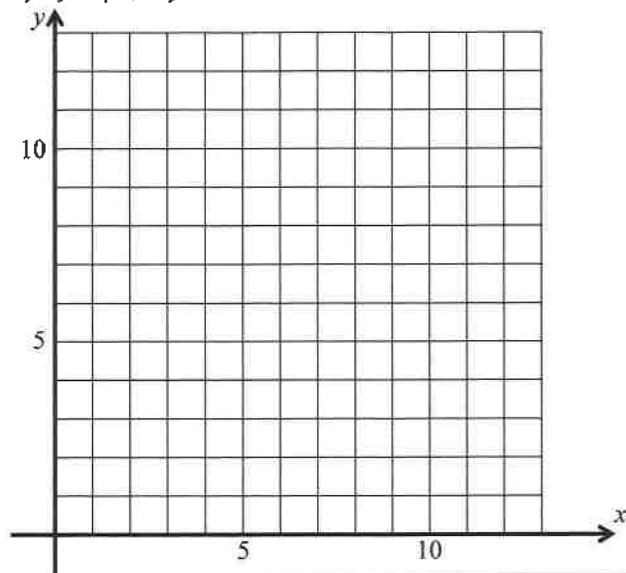
- ✓ フィッティング
 - ✓ 数同士の関係をグラフにしてみましょう
 - ✓ 「入れる数」をx, 「出る数」をyと名前をつけましょう



x(入れる)	y(出る)
1	3
2	6
3	9
4	

18

- ◎ディープラーニングについて
- ディープラーニングのしくみ
- ✓ フィッティング



x(入れる)	y(出る)
1	3
2	6
3	9
4	

19

- ◎ディープラーニングについて
- ディープラーニングのしくみ
- ✓ フィッティング
- ✓ 前のスライドのグラフから
「入れる数」xと「出る数」yの関係を
式にすると…

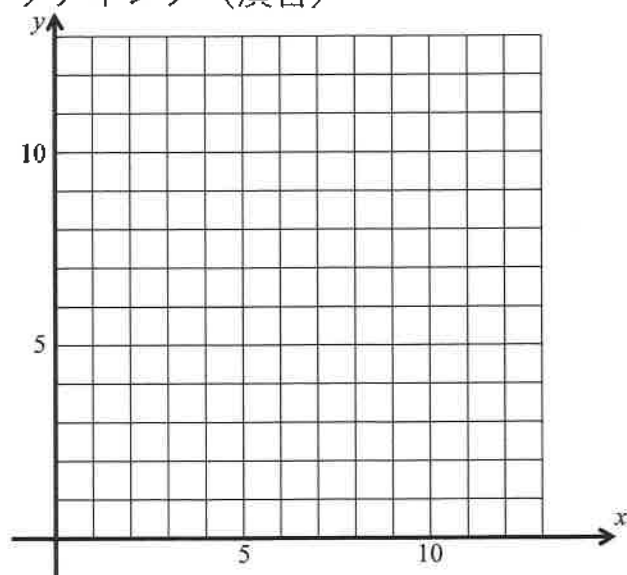
$$y = \boxed{} x + \boxed{}$$



x(入れる)	y(出る)
1	3
2	6
3	9
4	

20

- ◎ディープラーニングについて
 ○ディープラーニングのしくみ
 ✓ フィッティング (演習)



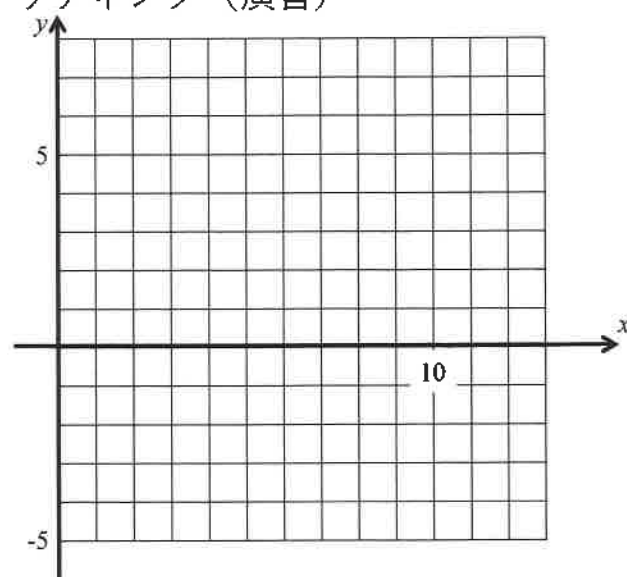
x(入れる)	y(出る)
1	3
4	4
7	10
10	11

$$y = \boxed{}x + \boxed{}$$

※だいたい値

21

- ◎ディープラーニングについて
 ○ディープラーニングのしくみ
 ✓ フィッティング (演習)



x(入れる)	y(出る)
1	-2
5	2
8	1
10	5

$$y = \boxed{}x + \boxed{}$$

※だいたい値

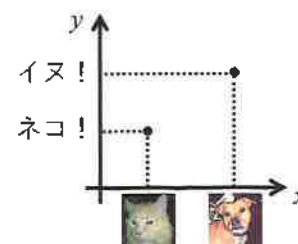
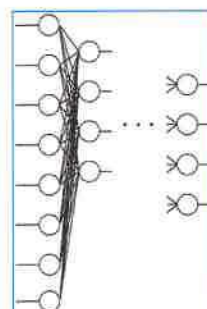
22

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

- ✓ ニューラルネットワーク
 - ✓ 知能をもつ生き物が処理するデータは1つの数値だけではない
 - ✓ 多種多様なデータ（視覚, 聴覚, 触覚…）が入ってくる
 - ✓ センスデータ（ラッセル『哲学入門』）
 - ✓ 五蘊（色・受・想・行・識）

- ✓ ニューラルネットワーク：
認知処理に関する脳のしくみを
数理モデルにしたもの
 - ✓ 注：脳そのものではない。
数学的に「模倣」しただけ



本当はこういうことがしたい

<https://www.kaggle.com/competitions/dogs-vs-cats/>

このような図を
どこかで見たこと
あると思います

23

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

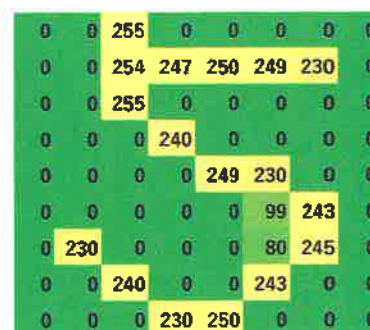
- ✓ ニューラルネットワーク
 - ✓ 例：手書き数字を見分けるタスク

✓  を「5」と認識

 を「7」と認識

 を「2」と認識

- ✓ 画像をコンピュータで
処理できるように
数値データの「かたまり」にします



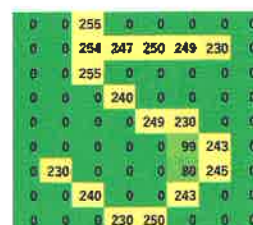
<https://ja.wikipedia.org/wiki/MNISTデータベース>

24

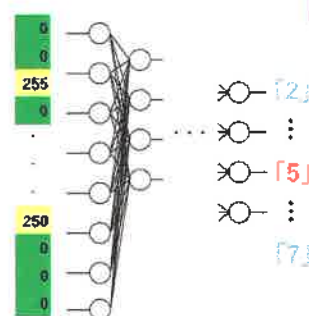
◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

- ✓ ニューラルネットワーク
- ✓ 例：手書き数字を見分けるタスク
- ✓ 縦横に並んでいると
扱いづらいので
これを1列にします
(行列をベクトルにする)



- ✓ この「1列の数値データ」を
うまく「5」に変換する
(意味のあるデータに変換する)
方法として
ニューラルネットワークがあります

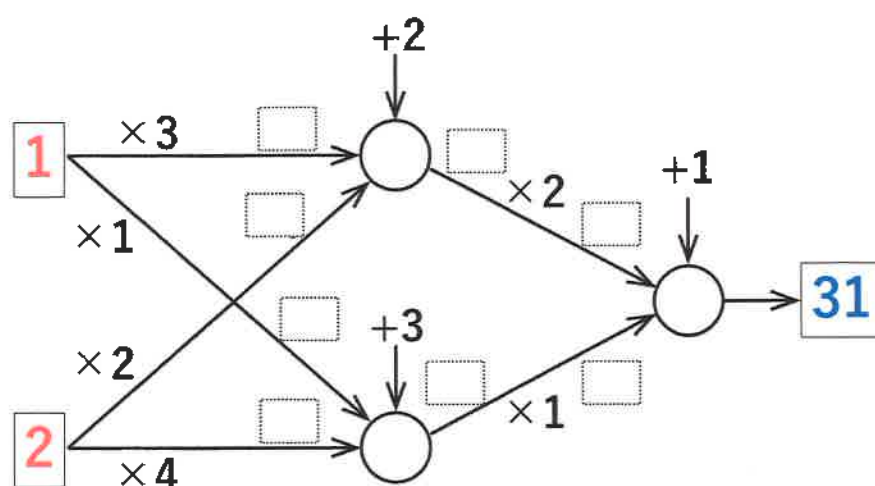


25

◎ディープラーニングについて

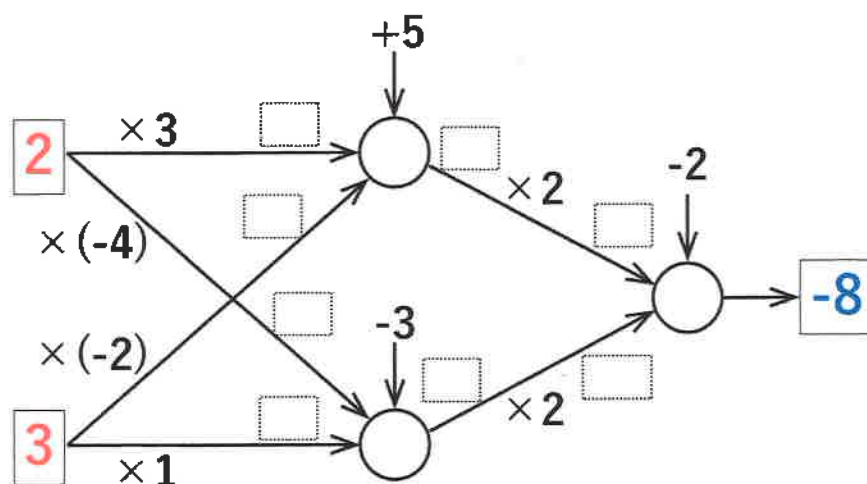
○ディープラーニングのしくみ

- ✓ ニューラルネットワーク (計算方法)



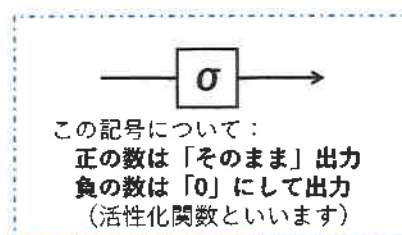
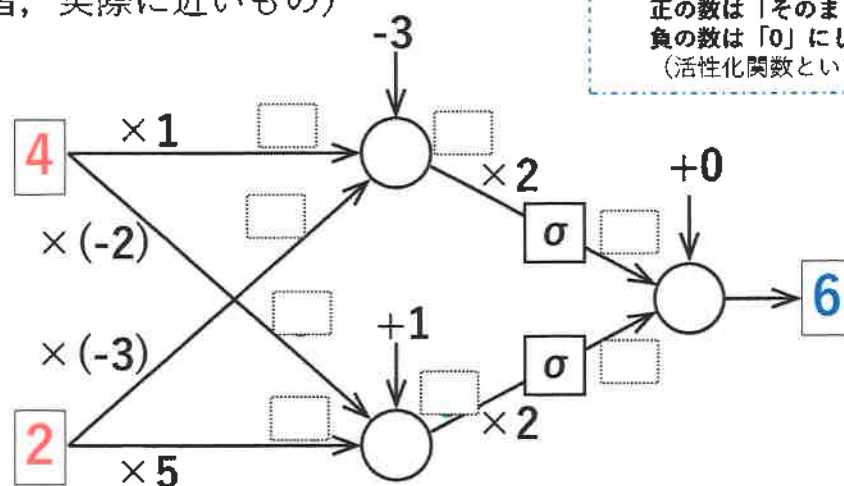
26

- ◎ディープラーニングについて
 ○ディープラーニングのしくみ
 ✓ニューラルネットワーク（演習）



27

- ◎ディープラーニングについて
 ○ディープラーニングのしくみ
 ✓ニューラルネットワーク
 （演習，実際に近いもの）



28

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

✓ テンソル

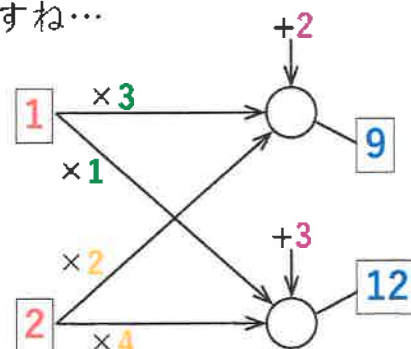
✓ いっぱい数があって「わやくちゃ」ですね…

✓ 最後に、これを「ひとかたまり」に
まとめる方法をお伝えします

✓ 行列とベクトル（テンソル）の演算

$$\begin{bmatrix} 9 \\ 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$y = Wx + b$$



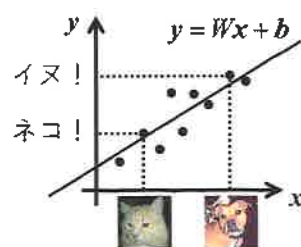
29

◎ディープラーニングについて

○ディープラーニングのしくみ

✓ ディープラーニングとは✓ テンソルの演算

（つまりニューラルネットワーク）に
フィッティングを適用し、
入力と出力の関係をいい感じにしたもの！



<https://www.kaggle.com/competitions/dogs-vs-cats/>

出力テンソル：
意味のあるデータ
「イヌ」「ネコ」
「はい」「いいえ」など

$$y = Wx + b$$

重みテンソル：
いい感じの出力になるように
ここをフィッティングして学習する

入力テンソル：画像や音声など

✓ 特にニューラルネットワークを何層にも重ねたもの

（テンソル演算を何回もやったもの）に

フィッティングしたものを、ディープラーニングという

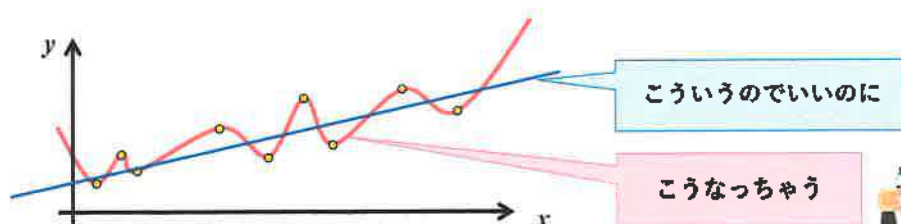
30

◎ディープラーニングの今後の進展

○ディープラーニングでよく聞く用語

✓ 過学習

- ✓ ディープラーニングも「ガリ勉くん」になることがあります！
- ✓ データの細かい点を見すぎると、それに囚われます



- ✓ うまいこと避けなければいけない
- ✓ ハイパーパラメータ
(「重み」以外の、
ネットワークの構造、学習の仕方…etc.)
は、まだ人手で決める必要がある



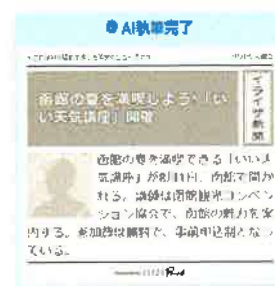
31

◎ディープラーニングの今後の進展

○ディープラーニングでよく聞く用語

✓ ジェネレーティブディープラーニング

- ✓ ディープラーニングは…
- ✓ 文章書けます！
- 絵描けます！
- 作曲できます！…etc.
- ✓ (簡単に言うと)
少ない情報量のデータやノイズから
豊富な情報量のデータを
作れるように学習できます！
- ✓ GAN (敵対的生成ネットワーク),
VAE (変分オートエンコーダ) 等が有名



文章執筆AI「ELYZA Pencil」
<https://www.pencil.elyza.ai/>



DALL-E mini
<https://huggingface.co/spaces/dalle-mini/dalle-mini>

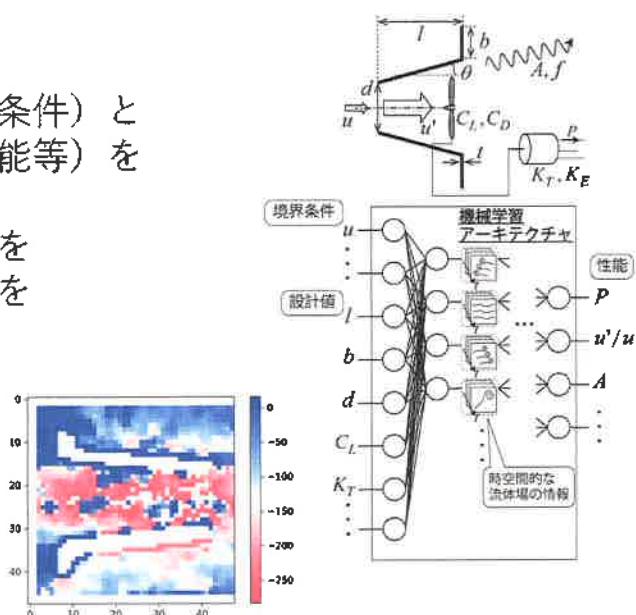
32

◎ディープラーニングの今後の進展

○本校での取り組み

✓ 海洋発電

- ✓ 境界条件（周りの流れの条件）と設計値（寸法，モータ性能等）を入力し
性能（発電量，騒音等）を出力するアーキテクチャを開発している
- ✓ 現在，設計値から流速場を再現できる仕組みを鋭意作成中



33

◎ディープラーニングの今後の進展

○本校での取り組み

✓ 創造実験

- ✓ 本科3年生の実験
「生産システム創造実験Ⅰ」
- ✓ 機械・電気電子・情報の学生が協力し
白黒の箱を選り分ける
ロボットを作る
- ✓ 箱以外の形状，
白黒以外の模様が書いてある等
実際の現場に近い条件にすると
ディープラーニングが活きてくる



34

◎ディープラーニングについて

○最初にも言いましたが、復習です

✓ ディープラーニング(deep learning, 深層学習)

✓ 実際にやるにはどうすればいい？

→ パソコン1つあればできます！

✓ python使えるようになりましょう！

✓ おすすめ本：

『pythonによるディープラーニング』

✓ githubにコードいっぱいあります

✓ MITの授業も聞けます

✓ <https://www.youtube.com/watch?v=7sB052Pz0sQ>



35

◎ディープラーニングの今後の進展

○さて、皆様は…

✓ 実際に何ができるか、考えてみましょう！

✓ 何と何の関係を明らかにする？何を予測する？

✓ 予測に沿って、どんな作用を与える？

✓ 何をデータ化する？

✓ アイデアソン・ハッカソンのネタにもなります

<https://www.hakobura.jp/nightview/>

36

◎謝辞

- ✓ 本講演に関わる下記2つの研究課題で助成を頂いております
- ✓ 「機械学習アーキテクチャによる潮海流発電機の最適設計」は **JSPS** 科研費21K14081の助成を受けたものです
- ✓ 「3次元流体力学データに基づいた機械学習による海洋発電機の最適設計」は株式会社リバネス第1回リバネス高専研究費フォーカスシステムズ賞の助成を受けたものです

37

◎参考文献（あと少し宣伝させてください）

- ✓ François-Chollet(著), 株式会社クイープ(訳), 巢籠悠輔(監訳), 『Pythonによるディープラーニング』, マイナビ出版(2022).
- ✓ Ryo F. et al., Forecasting design values of tidal/ocean power generator in the strait with unidirectional flow by deep learning, Intelligent Systems with Applications, 14, 200067 (2022).
<https://doi.org/10.1016/j.iswa.2022.200067>
- ✓ 海洋研究成果を披露 市国際水産・海洋総合研究センターで報告会
<https://digital.hakoshin.jp/news/national/45824>

38

◎ディープラーニングについて

○AI・機械学習・ディープラーニング

○ディープラーニングのしくみ

(フィッティング, ニューラルネットワーク, テンソル)

◎ディープラーニングの今後の進展

○ディープラーニングでよく聞く用語 ○本校での取り組み

○さて, 皆様は…

✓ 質疑応答その2