

---

# 通信・計算機システムと 知的情報処理 (1/4)

情報通信系

工学リテラシー

資料作成  
篠崎、中原、上垣外  
およびTAメンバー

# 取り組み内容

---

- 1回目
  - ニューラルネットの原理
  - TSUBAMEアカウント作成
- 2回目
  - ニューラルネット課題レシピの説明
  - スーパーコンピュータTSUBAME3.0の利用法
- 3回目
  - 課題レシピの動作確認
  - 課題レシピの改造
- 4回目
  - TSUBAME上での実験の続き
  - レポートの作成

# 評価方法

---

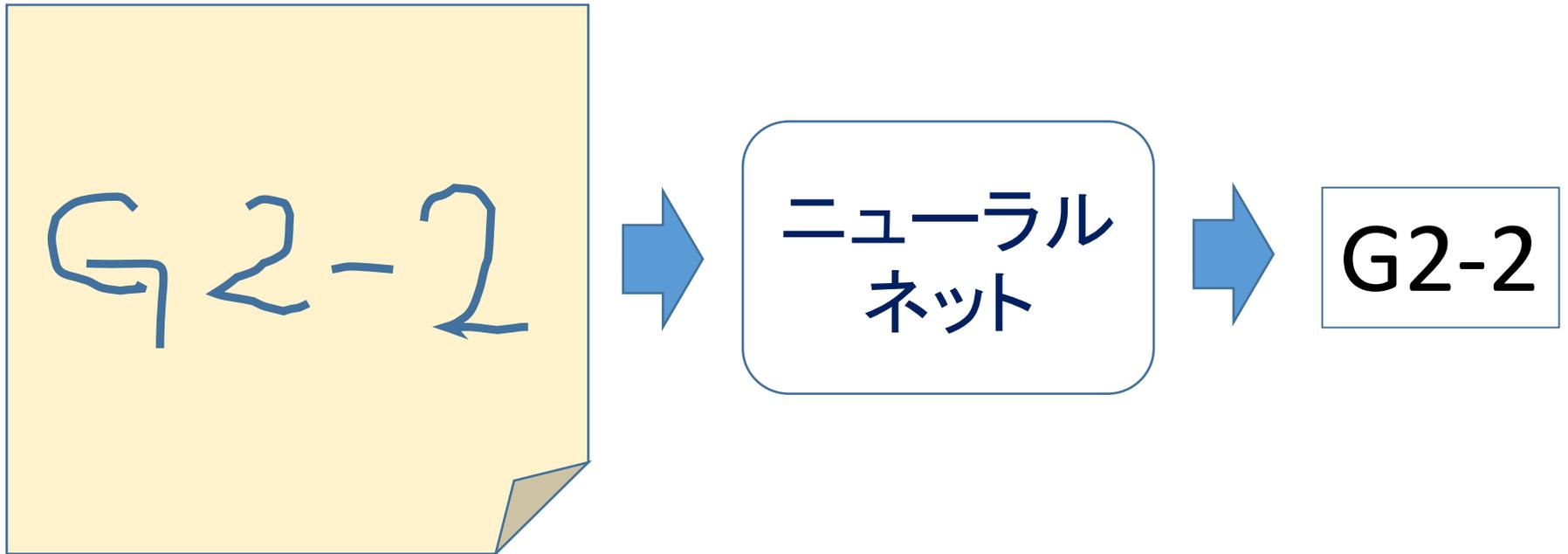
- 演習・レポート課題により行う
- 提出はOCWから

---

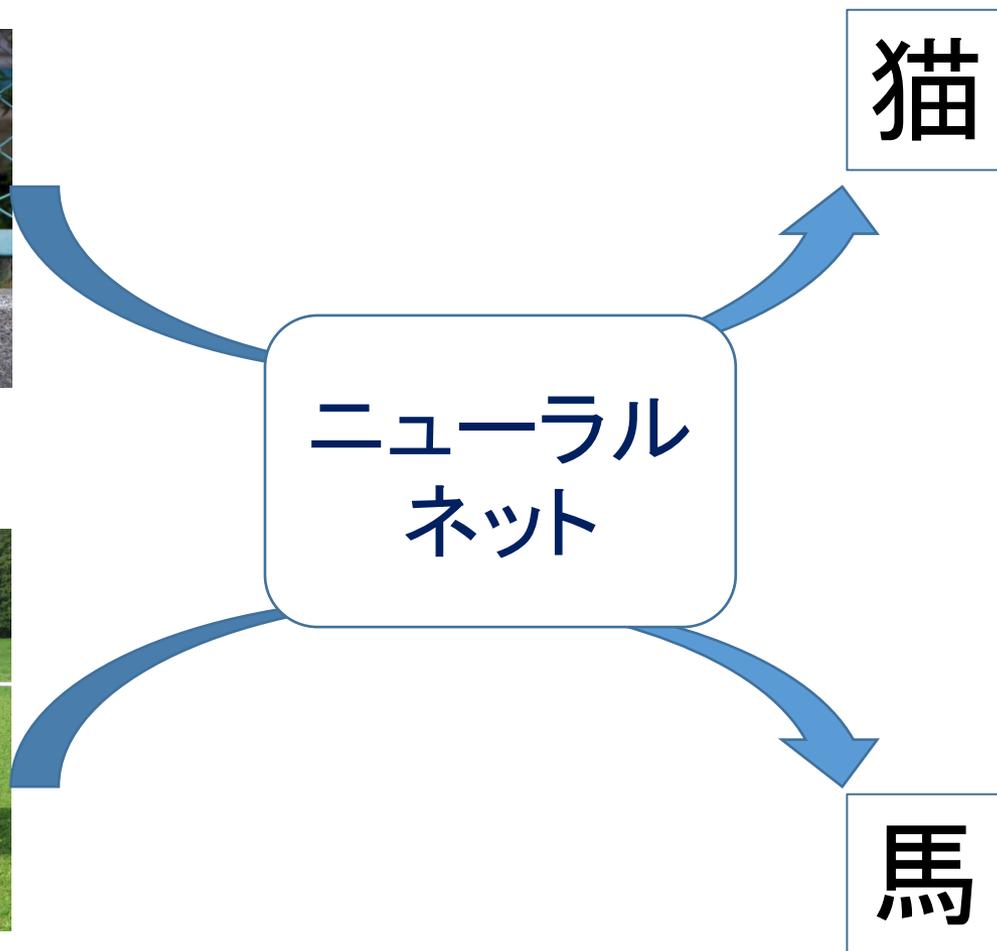
ニューラルネット  
でできること

# 文字認識

---

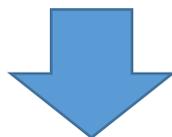


# 画像認識

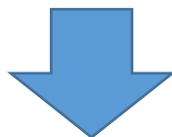


# 音声認識

---



ニューラル  
ネット



東工大

# 自動翻訳

---

د توکیو ټیک چیرته دی؟



ニューラル  
ネット



東工大はどこですか

例:

VoiceTra

<http://voicetra.nict.go.jp/>

Google翻訳

<https://translate.google.com/>

# 自動対話

---

東工大でバーベキューはできますか



ニューラル  
ネット



すすかけ台キャンパスであればできますよ～

# 自動画像-to-テキスト変換



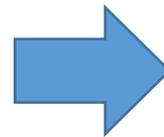
ニューラル  
ネット

男の人がピアノを弾いています

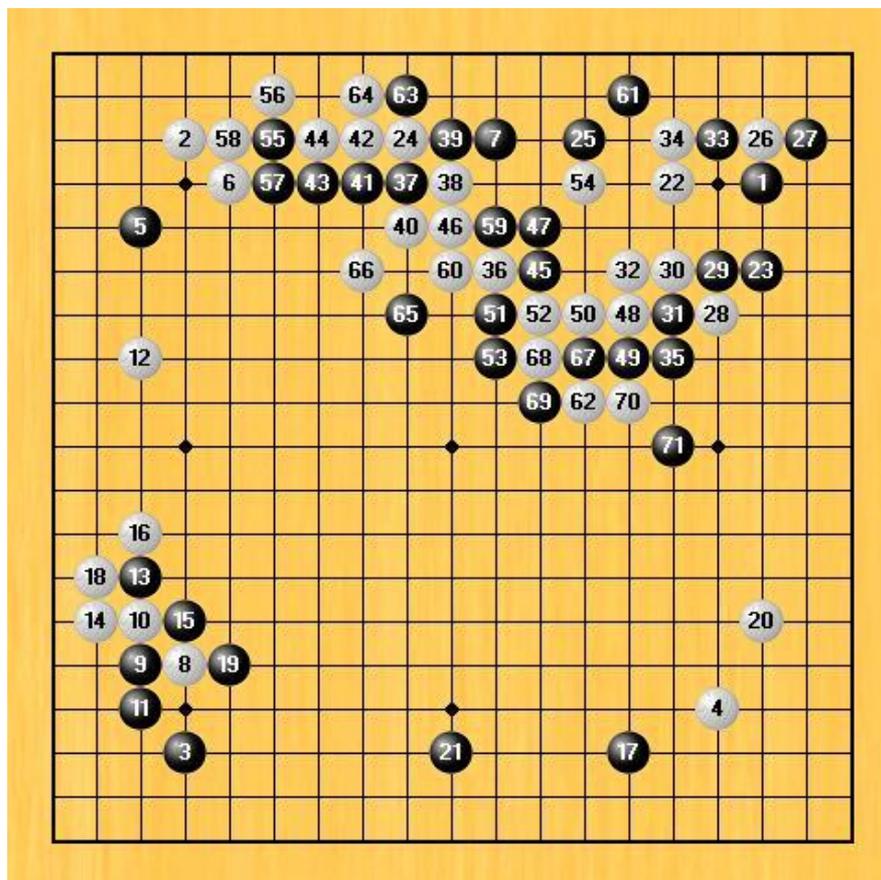
# 自動ビデオゲームプレー



ニューラルネット



# 自動囲碁対局



ニューラル  
ネット



# 自動スタイル変換

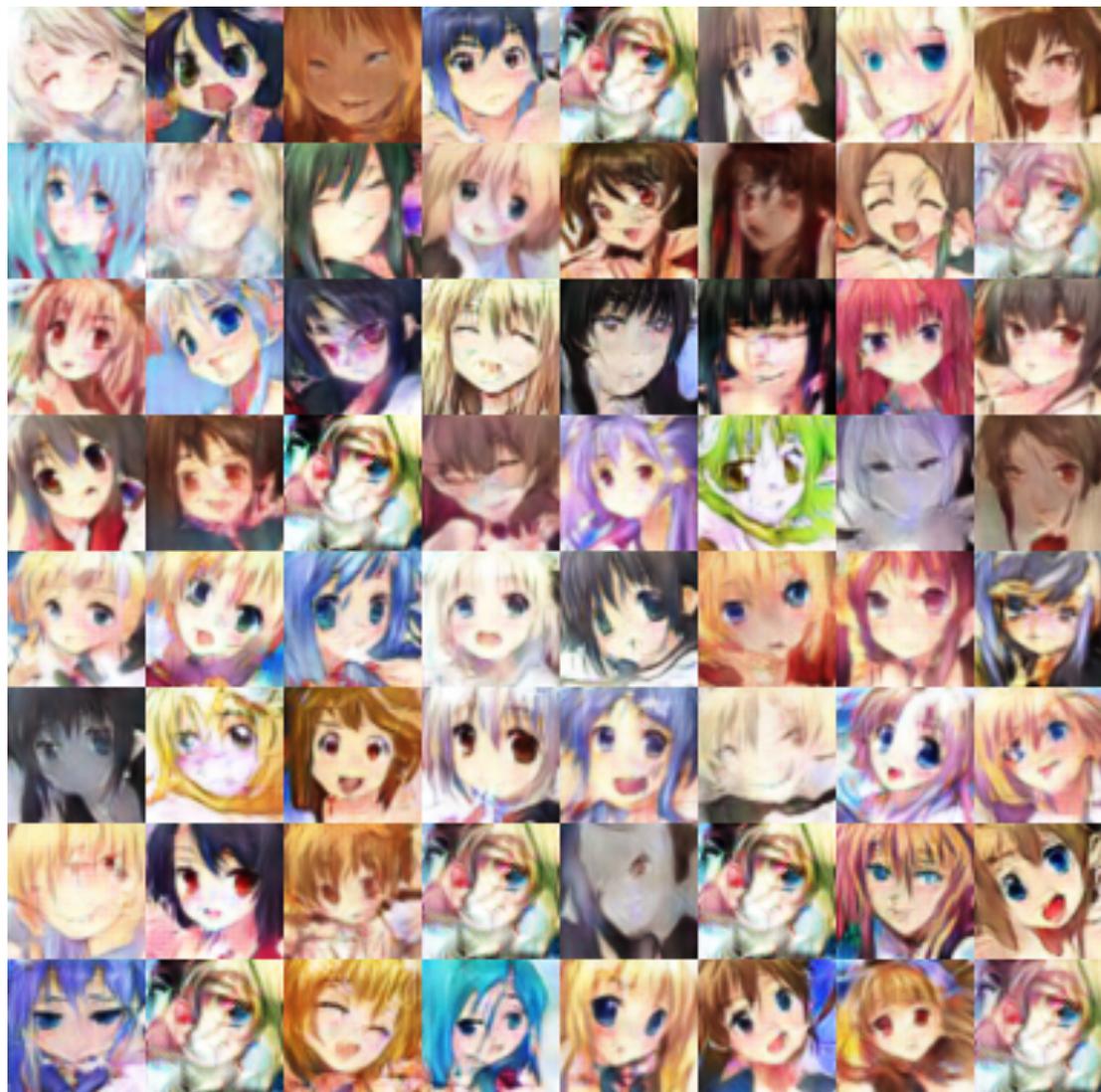
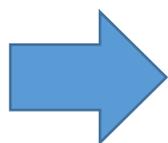


\*画像はPrismaを用いて作成

ニューラル  
ネット

# 自動アニメ画像生成

ニューラル  
ネット



\*画像はIEEE ICASSP のチュートリアルをもとに生成  
<https://sigport.org/documents/generative-adversarial-network-and-its-applications-speech-signal-and-natural-language>



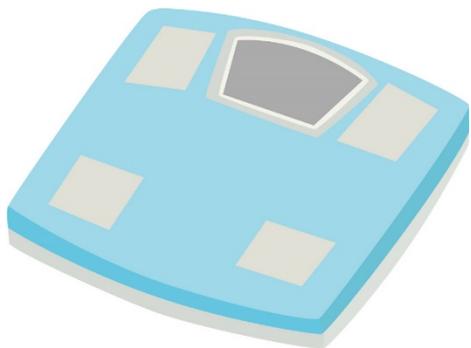
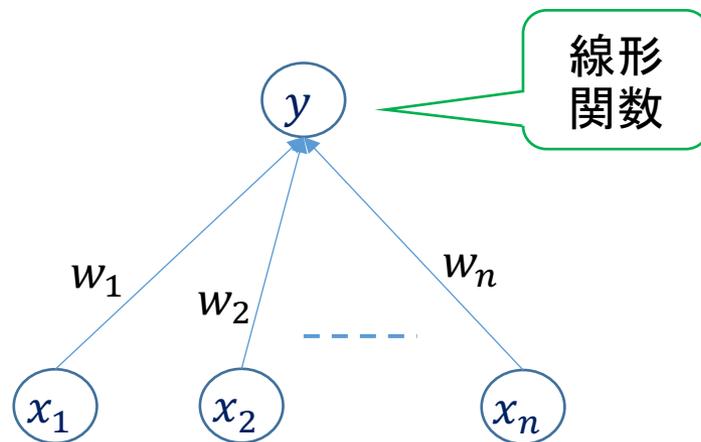
---

# ニューラルネットの 仕組み

# 線形回帰

$$y = w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_nx_n + b$$
$$= \mathbf{w}^T \mathbf{x}$$

$$\mathbf{w} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \\ b \end{bmatrix}, \mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \\ 1 \end{bmatrix}$$



例：体重( $x_1$ )と電気抵抗( $x_2$ )から  
体脂肪率( $y$ )を推定

# モデル学習

学習データ

	体重( $x_1$ )	電気抵抗( $x_2$ )	体脂肪率( $y$ )
阿部(1)	54.5	5011	17.4
池中(2)	62.3	5830	28.1
加山(3)	59.7	5128	23.4
⋮	⋮	⋮	⋮
和田(K)	72.8	6321	29.7

予測値( $\hat{y}$ )と実測値( $y$ )の間の誤差(Err)を最小にするように  
パラメタ $\{w_1, w_2, b\}$ を調整

$$y \quad \longleftrightarrow \quad \hat{y} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + b$$

誤差尺度の例

$$Err = \sum_{k=1}^K (y(k) - \hat{y}(k))^2 = \sum_{k=1}^K (y(k) - (w_1 x_1(k) + w_2 x_2(k) + b))^2$$

# モデル評価

評価データ

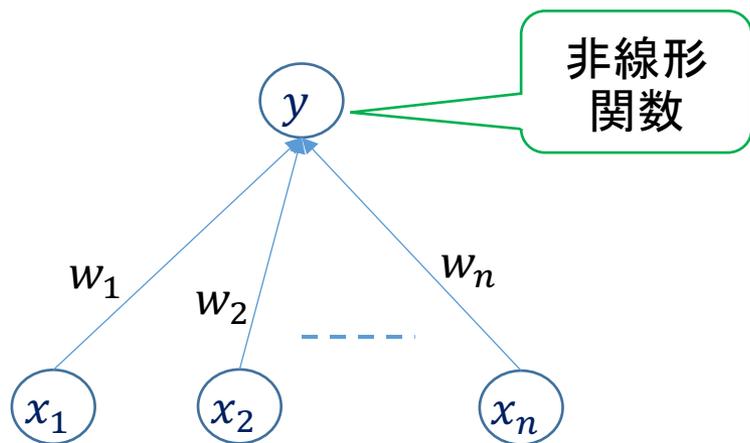
	体重( $x_1$ )	電気抵抗( $x_2$ )	体脂肪率( $y$ )
麻生(1)	61.5	5721	27.8
池島(2)	58.8	6430	28.0
⋮	⋮	⋮	⋮
脇田(L)	56.5	5130	24.3

学習データと独立に用意した評価データを用いて、予測値( $\hat{y}$ )と実測値( $y$ )の間の誤差(Err)を評価

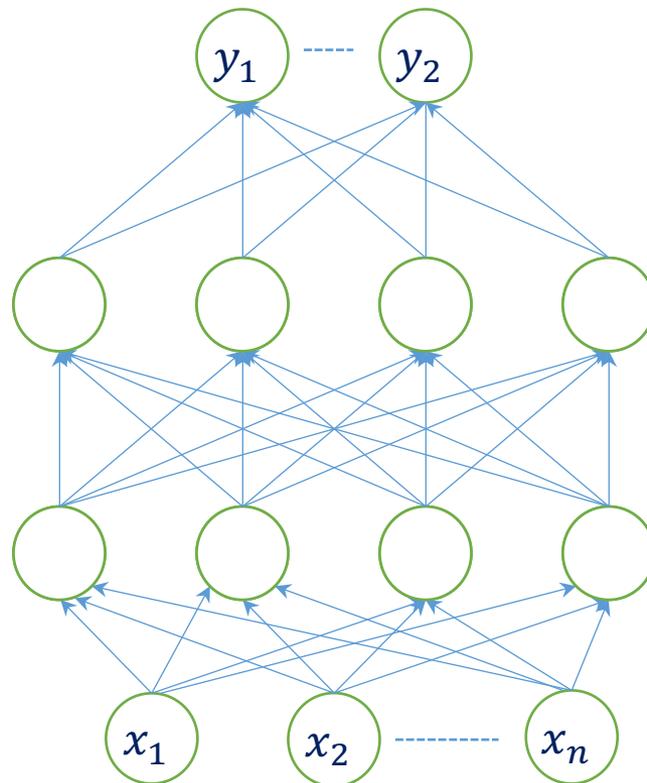
$$Err = \sum_{l=1}^L (y(l) - \hat{y}(l))^2 = \sum_{l=1}^L (y(l) - (w_1 x_1(l) + w_2 x_2(l)))^2$$

# ニューラルネットへの拡張

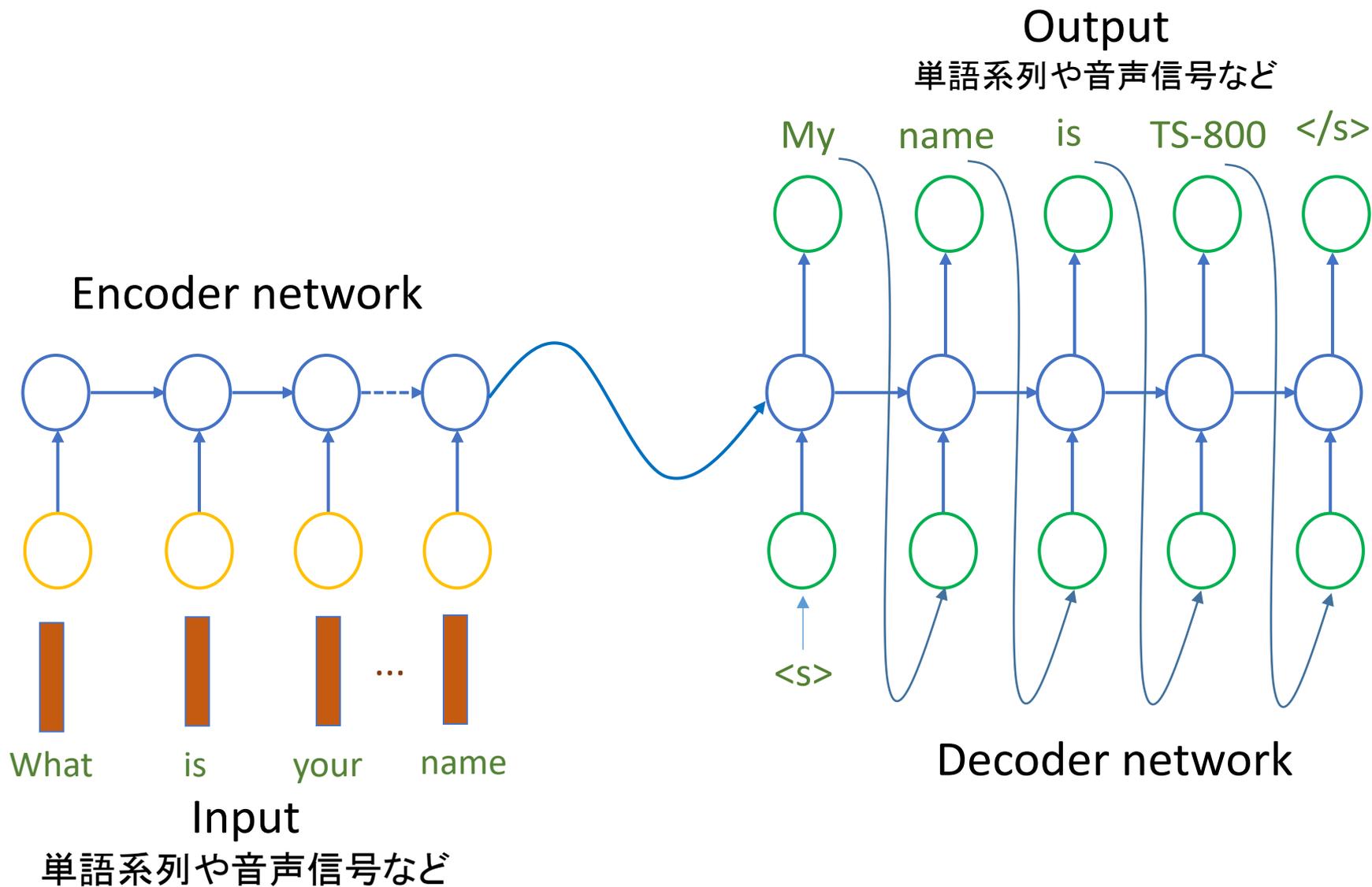
## ①線形関数を非線形関数へ拡張



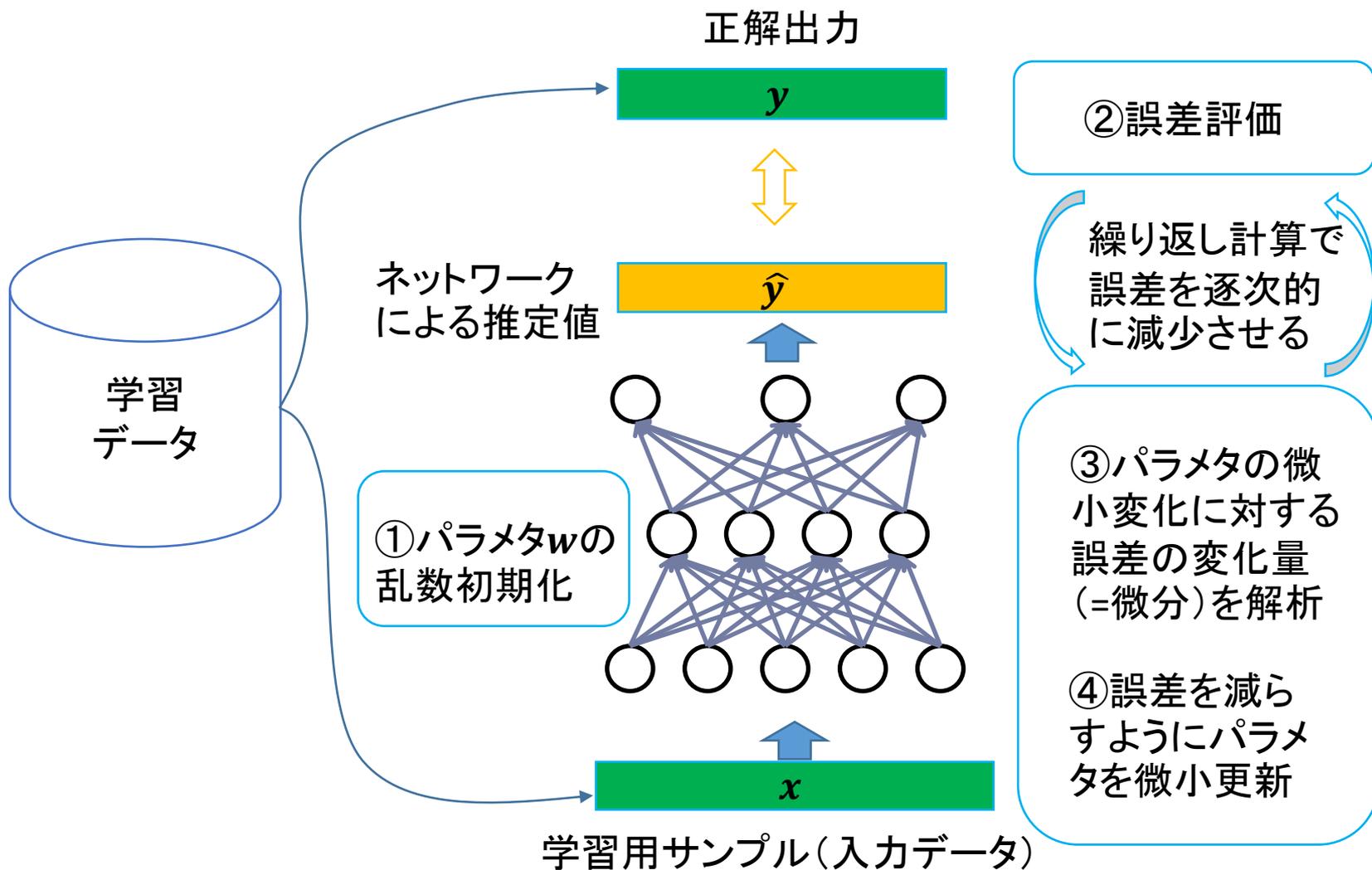
## ②非線形関数を非線形関数のネットワークへ拡張



# Seq2Seq NN



# ニューラルネットの学習



# 関連講義

---

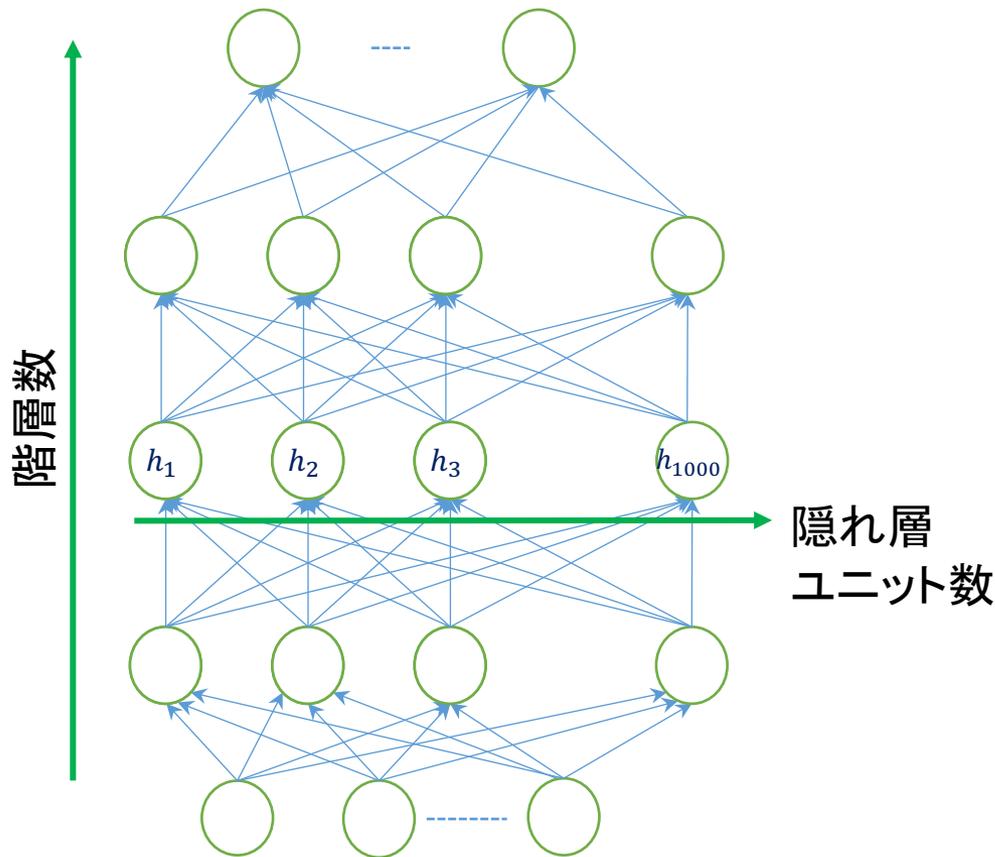
- 基礎的科目

- 線形代数、微分積分、確率と統計、数値解析法

- 発展的科目

- 統計的信号処理、関数解析と逆問題、人工知能基礎、機械学習、論理と推論
- 脳の超並列モデルと数理的基礎、計算言語学、音声情報工学、言語工学、医用画像処理

# ニューラルネットの計算量



- 階層数が $S$ , 隠れ層の一層あたりのユニット数が $T$ とすると、ユニット間結合数は $ST^2$ のオーダー。  $K$ 個のサンプルに対して入力から出力を計算するのに、 $KST^2$ のオーダーの計算が必要。
  - 例えば、 $S = 10, T = 4000, K = 100000000$ とすると、 $KST^2 = 1.6 * 10^{16}$
- モデル学習では学習データに対して何度も計算を繰り返す



大規模な計算が必要

# 計算機の性能



<https://youtu.be/KQ9spCW8ddk>



リレー計算機  
～1 FLOPS (?)

10<sup>16</sup>回の計算を行うのに**3億年**



地球シミュレータ  
2002年に世界トップ性能(600億円)  
～40T FLOPS (T=10<sup>12</sup>)

10<sup>16</sup>回の計算を行うのに**250秒**

2018年発売  
GPU RTX2080  
～10T FLOPS (?)  
(個人向けパソコン  
パーツ～10万円)



10<sup>16</sup>回の計算を行うのに**1000秒**

本来はゲーム用  
例:

<https://www.youtube.com/watch?v=SoTVrFfSi8s>

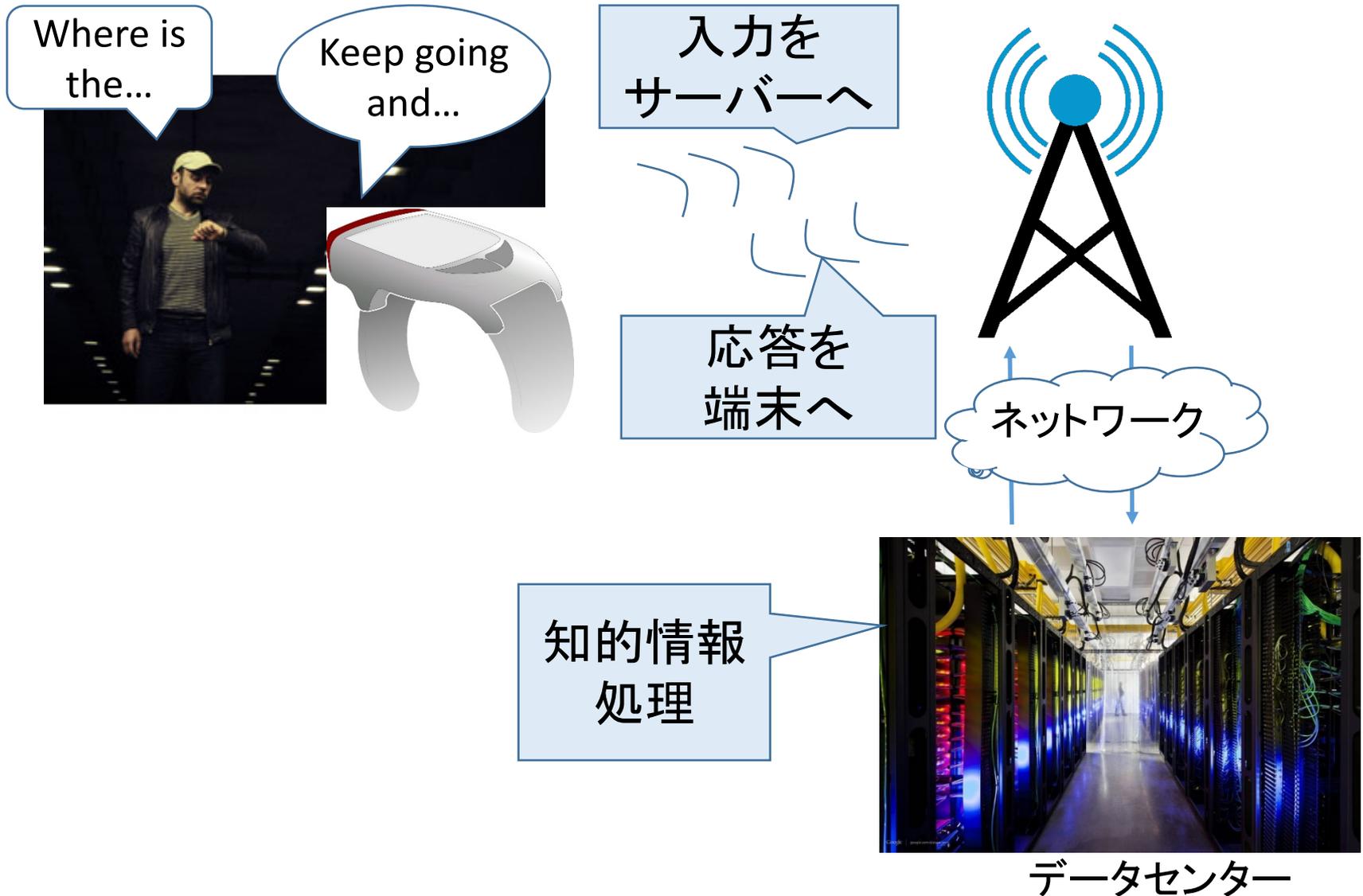


# 関連講義

---

- 基礎的科目
  - 代数系と符号理論、デジタル信号処理、論理回路設計
- 発展的科目
  - 計算機論理設計、計算機アーキテクチャ
  - 並列・再構成VLSI計算論、VLSIシステム設計、大規模計算機システム

# 応用システムの構成例

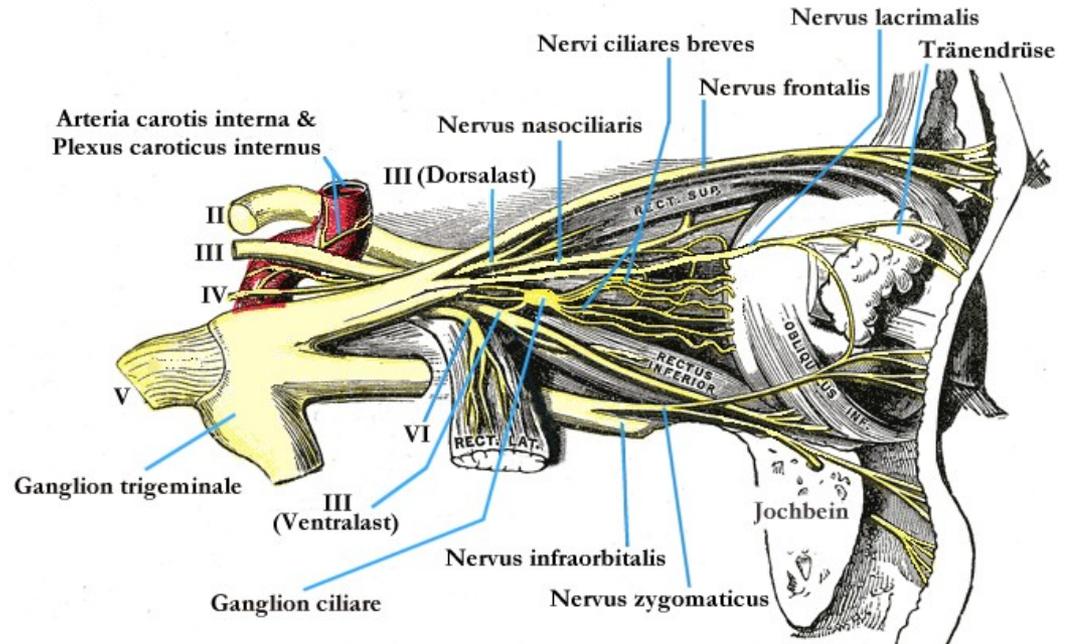
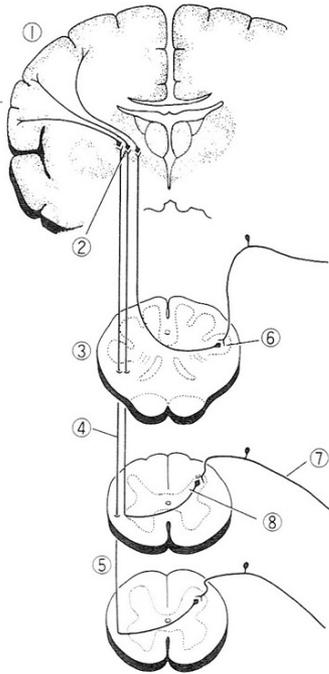


# 関連講義

---

- 基礎的科目
  - 通信理論、信号とシステム解析、通信方式、離散構造とアルゴリズム、ネットワーク基礎理論
- 発展的科目
  - ネットワーク構成、マルチメディア伝送工学、暗号技術とネットワーク、組込みシステム
  - 多次元信号処理、無線信号処理、現代暗号理論、データ通信システム、情報通信理論

# 人間における情報処理



## • 関連科目

- 感覚知覚システム
- 感覚情報学基礎、計算論的脳科学、脳機能計測、視覚情報処理機構

---

# 実習準備： TSUBAMEアカウントの作成

# TSUBAMEポータルへアクセス

## 東工大ポータルから



ログアウト

### 一般システム

- [Tokyo Tech Mail](#)
- [共通メール認証ID](#)
- [学内ネットワークアクセス \(SSL-VPN\)](#)
- [パスワード変更](#)
- [姓名読み登録](#)
- [東工大リサーチリポジトリ\(T2R2\)](#)
- [図書館サービス:Library Service](#)
- [東工大STARサーチ \(STAR Search\)](#)
- [TSUBAME ポータル](#)**
- [T2Report](#)
- [教育用電子計算機システム \(学内限定\)](#)

# 新規利用申請

TSUBAMEポータルページ 日本語 English

新規利用申請 確認

利用者区分	学内利用者
HPCI-ID	
姓名 (ローマ字)	姓 <input type="text"/> 名 <input type="text"/>
姓名 (漢字)	姓 <input type="text"/> 名 <input type="text"/>
姓名 (カナ)	姓 <input type="text"/> 名 <input type="text"/>
日本国籍であるか特別永住権を持っている	<input checked="" type="checkbox"/>
カード種別	<input type="text"/>
職名	<input type="text"/>
所属	工学院(情報通信系)
所属詳細	
内線番号	
内線番号 (その他)	
FAX	
連絡用E-Mailアドレス1	<input type="text"/>
連絡用E-Mailアドレス2	<input type="text"/>
連絡用E-Mailアドレス3	<input type="text"/>
メールボックス番号	<input type="text"/>
メールボックス番号 (その他)	<input type="text"/>
主な利用目的	<input type="text"/>
研究テーマ	<input type="text"/>

**学生** ①利用者情報入力

**工学院(情報通信系)**

**教育**

②

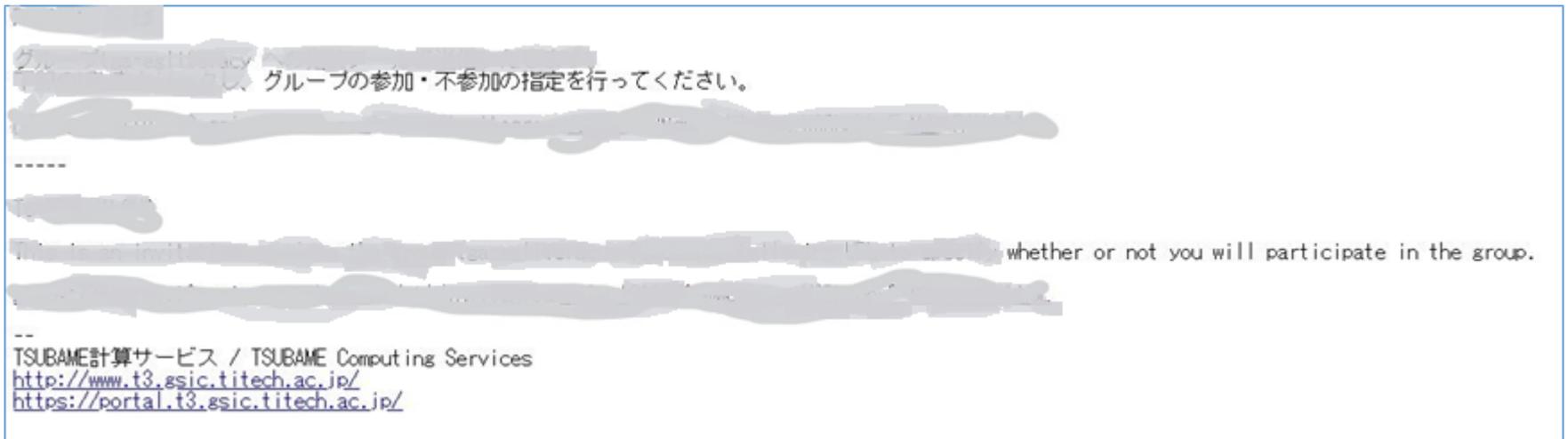
**本日より3日以内に行ってください**

遅れた場合も次回講義までであれば対応しますが、第3,4回での計算機実験に必要な課金グループへの登録が遅れる可能性があります

# グループに参加

1. TSUBAMEへの利用申請が完了(申請完了のメールが届けばOK)
2. 教員が課金グループへ登録(手動でおこなうので数日程度かかることがあります)
3. 課金グループ参加への承認メールが送られる
4. メールの内容に沿って参加の承認操作

**※承認には時間制限(1週間)があるので早めに承認してください**



なお、あの手この手の詐欺メールが送られてくることもよくあるので、送信元に不審な点が無いか(東工大を名乗っているのに送り元アドレスがtitech.ac.jpでないなど)よく確認してから承認手続きをしてください。

---

**注意！！！！**

**グループに参加しても、次回に詳しい説明を行うまではジョブ実行しないこと**

ジョブ実行は課金サービスです。説明があるまでTSUBAMEポイントを消費する操作はしないでください。無断で大量使用した場合、演習点にペナルティを課す場合があります

# 演習課題 (ICT-1)

---

- 別ファイル参照

# 演習課題補足

関数に1つ以上の変数があるとき、1つの変数だけを動かし他の変数は定数だと思って微分したものを偏微分と呼ぶ。偏微分はdの代わりに $\partial$ を用いて表す

例1:  $z = f(x, y) = \frac{x^2}{y}$  で、 $x=3, y=2$  のとき

$x$ だけを動かし $y$ を定数とした偏微分  $\frac{\partial z}{\partial x}$  は、 $\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{2x}{y} = 3$

$y$ だけを動かし $x$ を定数とした偏微分  $\frac{\partial z}{\partial y}$  は、 $\frac{\partial z}{\partial y} = -\frac{x^2}{y^2} = -\frac{9}{4} = -2.25$

例2:  $y = (1 - x)^2$  で、 $x = 0$  のとき、 $\frac{\partial y}{\partial x} = -2(1 - x) = -2$

例3:  $z = \frac{1}{1 + \exp(-y)}, y = ax$  で、 $x = 2, a = 0$  のとき

$$\frac{\partial z}{\partial y} = \frac{\exp(-y)}{(1 + \exp(-y))^2} = \frac{\exp(-ax)}{(1 + \exp(-ax))^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

$$\frac{\partial z}{\partial a} = \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial a} = \frac{\exp(-y)}{(1 + \exp(-y))^2} x = \frac{\exp(-ax)}{(1 + \exp(-ax))^2} x = \frac{1}{4} 2 = 0.5$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\exp(-y)}{(1 + \exp(-y))^2} a = \frac{\exp(-ax)}{(1 + \exp(-ax))^2} a = 0$$

# 課題提出方法

- 締切: 本日より6日後の朝9時(OCW-iにて指定)
- 提出先: TOKYO TECH OCW-i
- ファイル種別: Text (.txt) file
  - ✓ NOT docx, rtf, pdf, png, jpg, etc.
- 提出タイトル: ICT-1
- フォーマット (厳格に下記のフォーマットであること)

```
19B34567, 工大 太郎
Q1.1: No
Q1.2: No
Q1.3: No
Q1.4: Yes
```

1行目: 自分の学籍番号と名前

2-5 行目: 問題ID, ':', 回答(Yes or No)

こちらの答えは(もちろん)ダミー

テンプレートをOCWにアップロードしてあるので、そちらをダウンロードして編集してください



# OCW提出方法 (課題ICT-1の場合)

課題を提出する(アップロード)

課題提出ファイルを登録しました。\*登録したファイルはまだ「未提出」の状態です。  
提出を完了するにはページ下部にある「提出する」ボタンを押してください。

■ 提出したファイルを確認・削除する  
あなたが提出した課題は下記の通りです。提出したファイルを確認して、削除した上で、再度課題の提出を行ってください。  
\*Zipファイルで提出したファイルの一部を削除したい場合は、再度Zipファイルを作成して提出してください。

削除	提出ファイルタイトル (ファイルサイズ)	提出ファイル名	提出状況	提出日時
<input type="checkbox"/>	(1KB)		未提出	

削除

■ ファイルを添付する(1個以上のファイルを選択)  
新たに資料を登録する場合は下記よりファイルを選択してください。  
なお、一度に登録できるファイル容量は10MB以内です。超過する場合は提出ファイルを作成してください。

提出ファイルタイトル\*必須  提出ファイル\*必須

ファイルを選択

■ コメント(任意)

なにかコメント等あれば自由に記入してください

「提出する」ボタンを押して提出を完了する

# 予告

- 実習ではTSUBAMEにログインして、ニューラルネットの学習と評価を体験します
- TSUBAMEへログインするVLSI設計室の計算機を用いる他に、各自のノートパソコン(win/mac/linux)等を用いることもできます。その場合、sshクライアントソフトを用意してください
- VLSI設計室の端末を利用
  - ネットワークブートのLinuxにログインし、そこからsshでTSUBAMEにアクセス
- 各自のノートパソコン等を利用
  - 必要に応じてsshクライアントソフトをインストールし、キャンパス無線ネットワークを介してTSUBAMEにアクセス
  - インターネットにつながれば自宅等からもTSUBAMEへアクセス可能（サポートはしません）