

人工知能と深層学習

法政大学情報科学部
准教授 相島健助

自己紹介

2

■ 経歴

- 2006年: 東京大学工学部計数工学科卒業
- 2011年: 東京大学大学院情報理工学系研究科 博士(情報理工学)
「行列の特異値および固有値の数値計算アルゴリズムの基礎研究」
- 2011年～2017年: 同専攻助教
- 2017年～2018年: 同専攻特任講師(GCLプログラム)
- 2018年～現在: 法政大学情報科学部准教授

■ 専門分野

- 線形代数を軸に計算技術開発・数理モデリングとその応用
(何にでも絡める研究分野 ← 縁の下の力持ちを目指す研究者)

機械学習 (=本発表のAI) の目的

3

- 人間の学習の機能を計算機で実現するための技術・手法

Arthur Samuel's definition (1959):

Field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed

データ(過去の経験)



ある種の処理

学習



予測(汎化)

未知の状況に対する最適な判定(決断)をしたい

機械学習と人工知能の歴史

4

- 19世紀: 計算機を想定した計算技術研究: ガウス, オイラー, ニュートン, フーリエ, ...
 - 1946: ENIAC, 高い計算能力(最初のコンピューター)
 - 1952: A. Samuelによるチェッカープログラム

 - **1956: ダートマス会議: AIの誕生**
 - **1957: パーセプトロン, ニューラルネットワークの先駆け**
第一次ニューラルネットワークブーム
 - **1963: 線形サポートベクトルマシン**

 - **1980年代: 多層パーセプトロン, 誤差逆伝搬**
第二次ニューラルネットワークブーム

 - **1992: 非線形サポートベクトルマシン**
 - **2012: Alexnet画像認識コンテストILSVRC優勝**
第三次ニューラルネットワークブーム
- 推論ベースの限界
(計算資源不足)
- 学習の数理モデル
の発展(まだ計算量
膨大・データ不足)
- データの増加
+ 計算機の強化

機械学習と人工知能の歴史

5

- 19世紀: 計算機を想定した計算技術研究: ガウス, オイラー, ニュートン, フーリエ, ...
 - 1946: ENIAC, 高い計算能力(最初のコンピューター)
 - 1952: A. Samuelによるチェッカープログラム

 - **1956: ダートマス会議: AIの誕生**
 - **1957: パーセプトロン, ニューラルネットワークの先駆け**
第一次ニューラルネットワークブーム
 - **1963: 線形サポートベクトルマシン**

 - **1980年代: 多層パーセプトロン, 誤差逆伝搬**
第二次ニューラルネットワークブーム

 - **1992: 非線形サポートベクトルマシン**
 - **2012: Alexnet画像認識コンテストILSVRC優勝**
第三次ニューラルネットワークブーム
- ゲームの必勝法を目指す
プログラミングでは無理
- 人の思考(データ)
を真似してみよう
(まだリソース不足)
- データの増加
+ 計算機の強化

機械学習と人工知能の歴史

6

- 19世紀: 計算機を想定した計算技術研究: ガウス, オイラー, ニュートン, フーリエ, ...
- 1946: ENIAC, 高い計算能力(最初のコンピューター)
- 1952: A. Samuelによるチェッカープログラム

- **1956: ダートマス会議: AIの誕生**
- **1957: パーセプトロン, ニューラルネットワークの先駆け**
第一次ニューラルネットワークブーム
- **1963: 線形サポートベクトルマシン**

ゲームの必勝法を目指す
プログラミングでは無理

- **1980年代: 多層パーセプトロン, 誤差逆伝搬**
第二次ニューラルネットワークブーム

人の思考(データ)
を真似してみよう
(まだリソース不足)

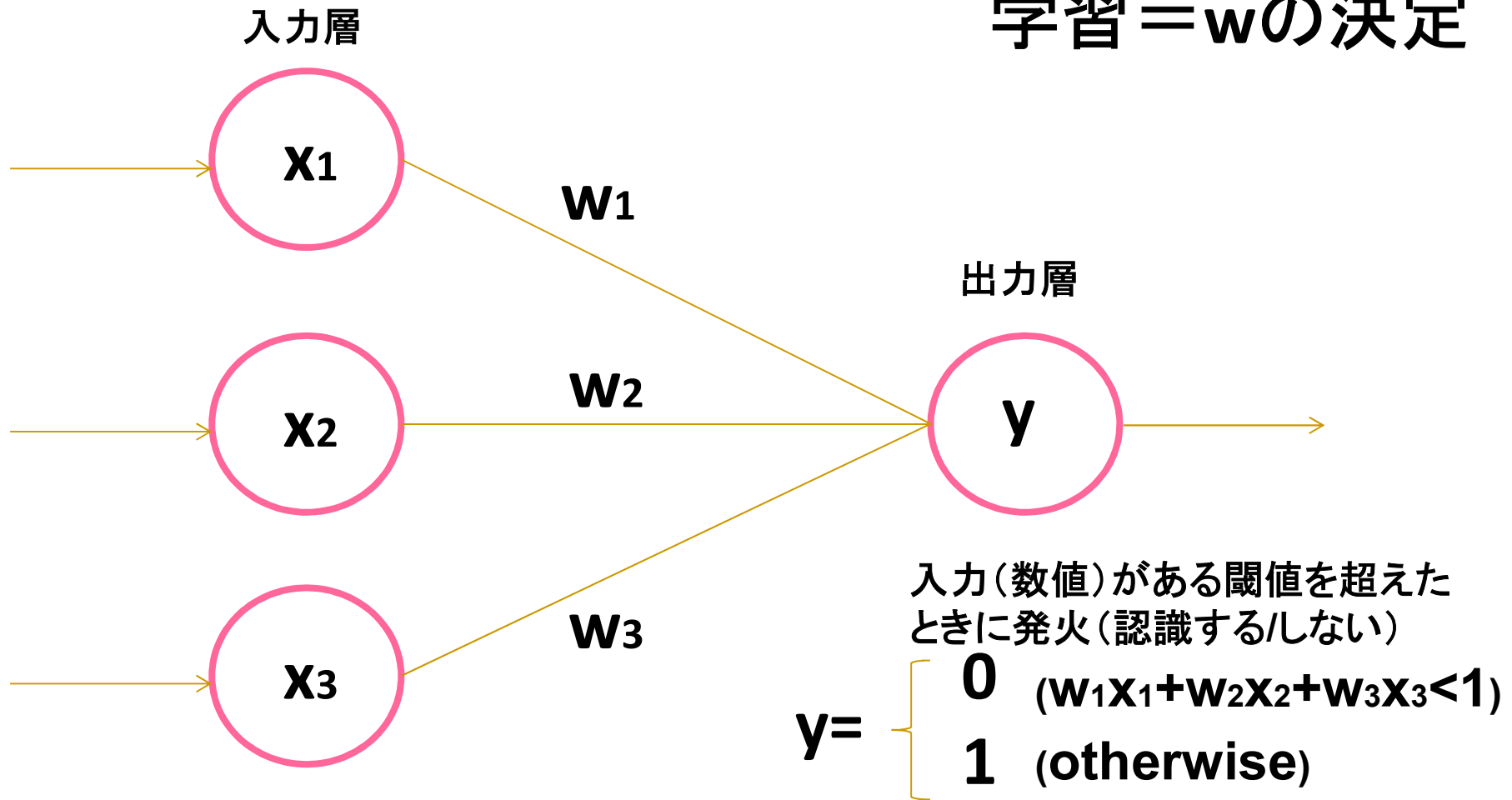
- **1992: 非線形サポートベクトルマシン**
- **2012: Alexnet画像認識コンテストILSVRC優勝**
第三次ニューラルネットワークブーム

データの増加
+ 計算機の強化

単純パーセプトロン

ニューロン発火の数理モデル

学習 = w の決定



単純パーセプトロン

ニューロン発火の数理モデル

入力層

学習 = w の決定

線を引いて二つに分類できる！

x_3

w_3

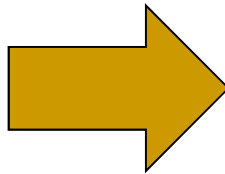
入力(数値)がある閾値を超えたときに発火(認識する/しない)

$$y = \begin{cases} 0 & (w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 < 1) \\ 1 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

線形分類機

入力 x の例:
メールの文章を以下
のようなベクトルで
表現

$$x = \begin{pmatrix} \text{meの出現頻度} \\ \text{Whatの出現頻度} \\ \vdots \\ \text{AIの出現頻度} \end{pmatrix}$$



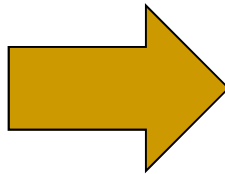
正常なメールとスパムに区別して
高次元空間上に散布すると



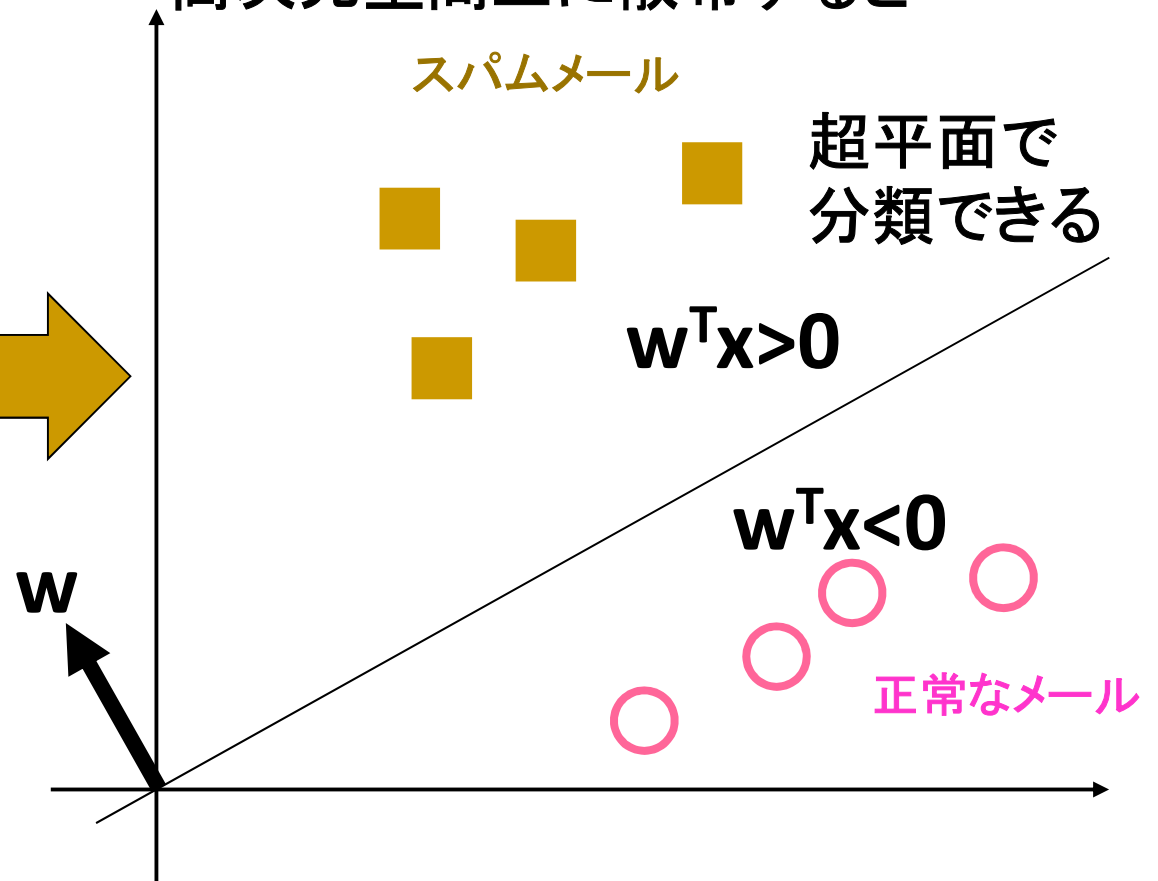
線形分類機

入力 x の例:
メールの文章を以下
のようなベクトルで
表現

$$x = \begin{pmatrix} \text{meの出現頻度} \\ \text{Whatの出現頻度} \\ \vdots \\ \text{AIの出現頻度} \end{pmatrix}$$



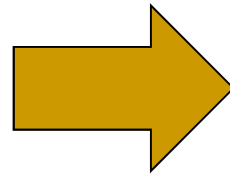
正常なメールとスパムに区別して
高次元空間上に散布すると



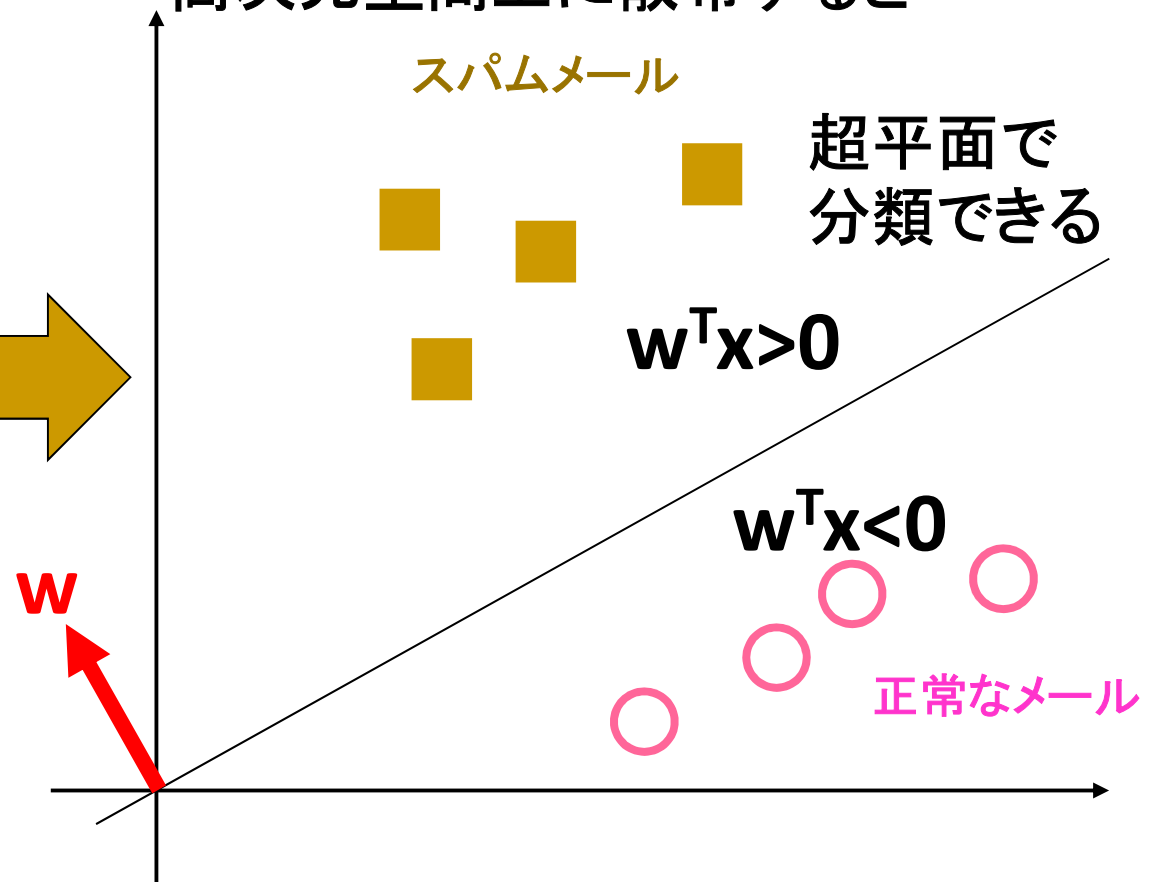
サポートベクトルマシン (SVM)

学習 = w の決定

最適化問題 (数学の問題)
を (計算機で) 解けばよい



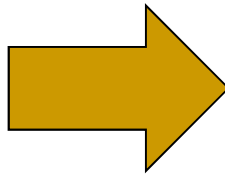
正常なメールとスパムに区別して
高次元空間上に散布すると



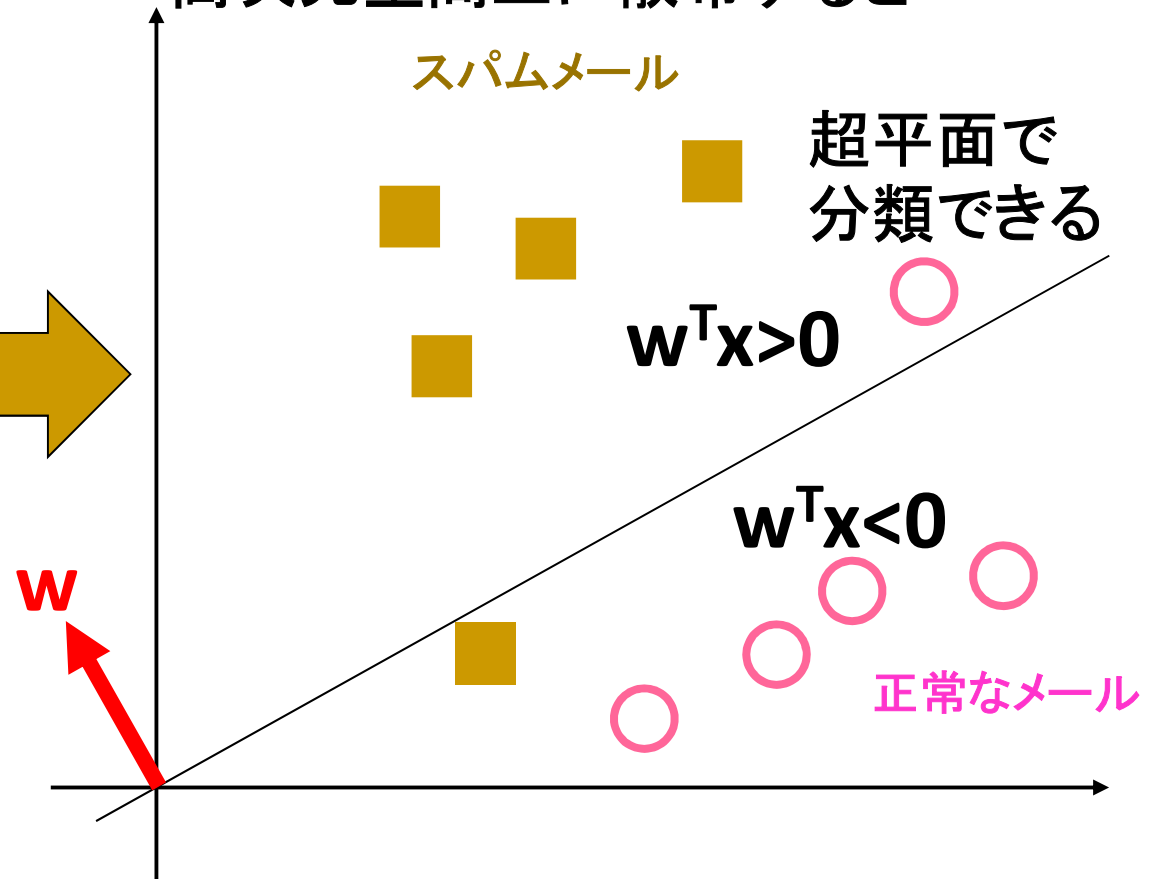
ソフトマージン SVM

学習 = w の決定

最適化問題(数学の問題)
を(計算機で)解けばよい

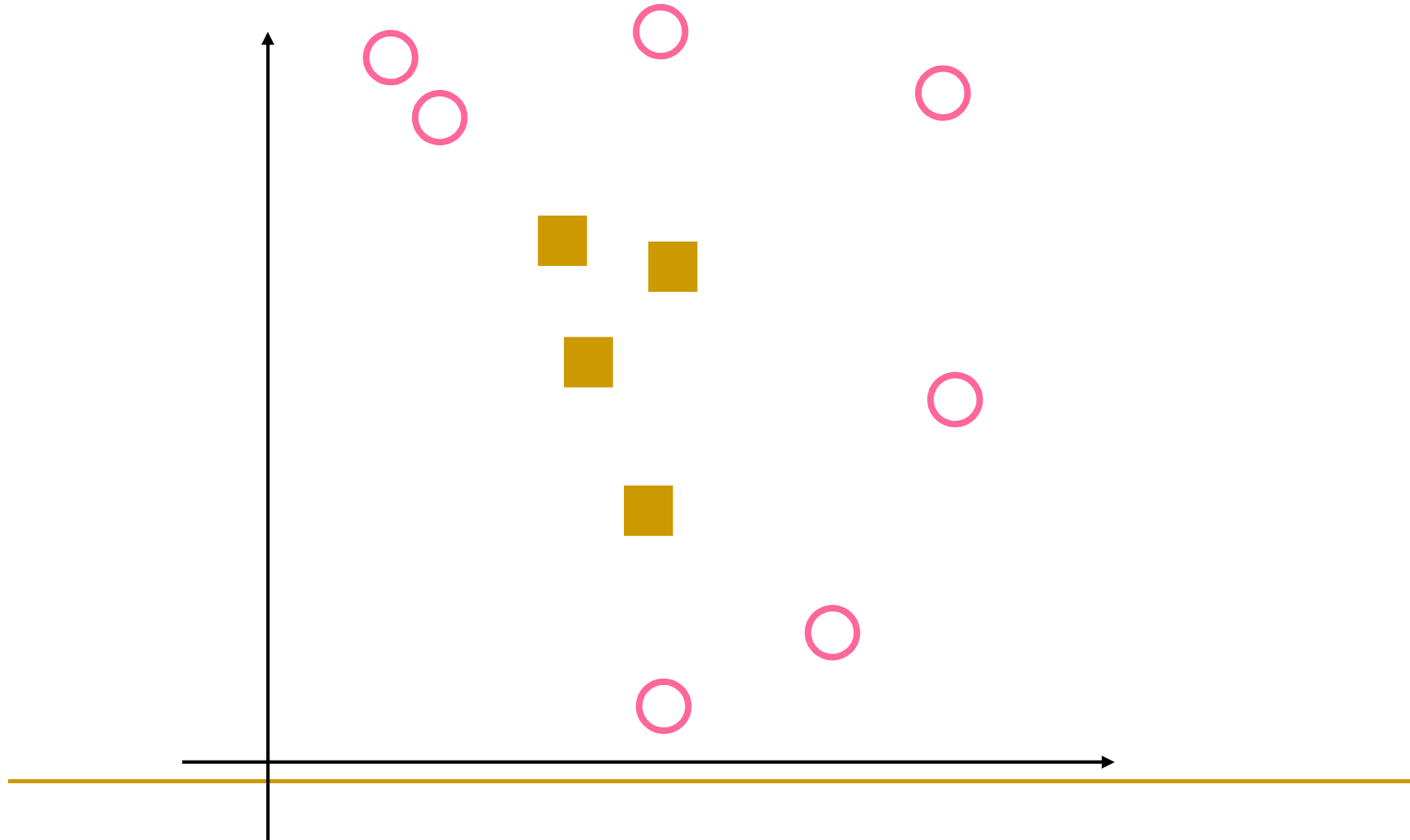


正常なメールとスパムに区別して
高次元空間上に散布すると



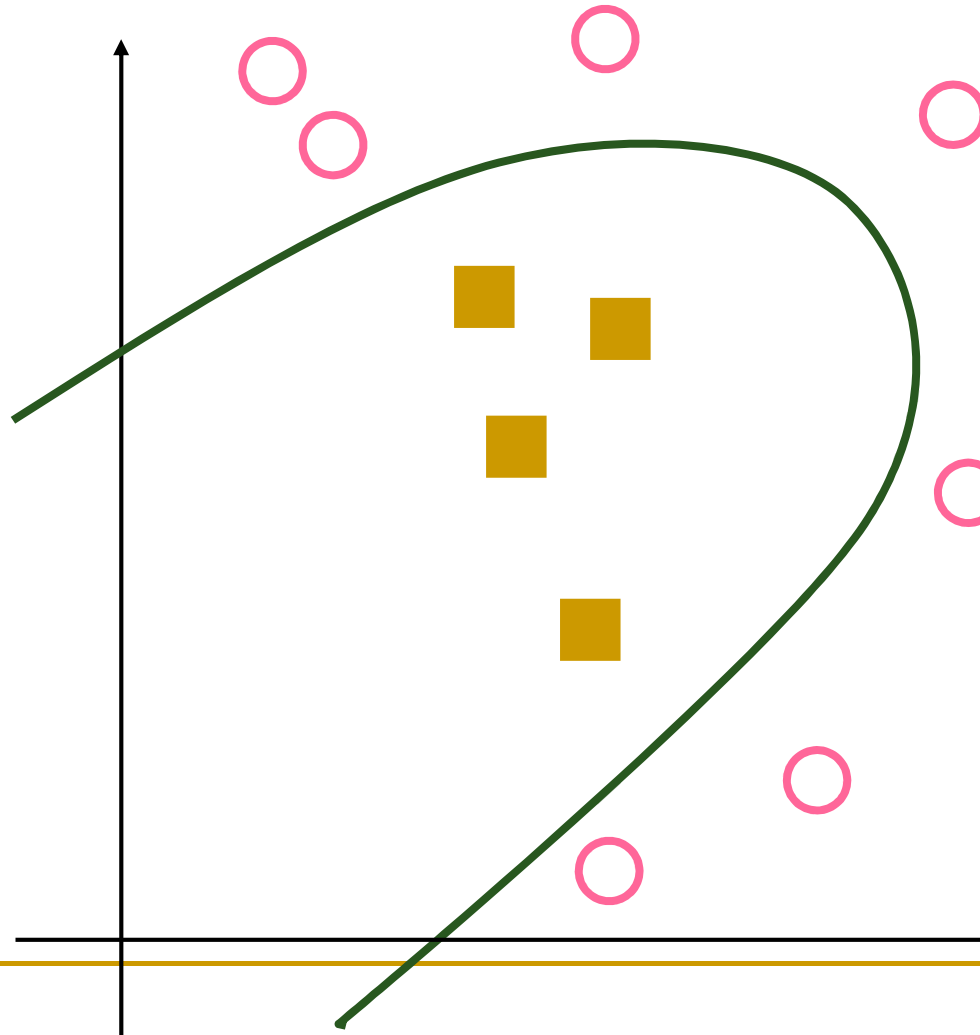
直線での分離が不適切な場合も

13



直線での分離が不適切な場合も

14



この技術にはとても深遠な理論がある

- 多層パーセプトロン
- カーネルを用いたサポートベクトルマシン (省略)

機械学習と人工知能の歴史

15

- 19世紀: 計算機を想定した計算技術研究: ガウス, オイラー, ニュートン, フーリエ, ...
- 1946: ENIAC, 高い計算能力(最初のコンピューター)
- 1952: A. Samuelによるチェッカープログラム

- **1956: ダートマス会議: AIの誕生**
- **1957: パーセプトロン, ニューラルネットワークの先駆け**
第一次ニューラルネットワークブーム
- **1963: 線形サポートベクトルマシン**

- **1980年代: 多層パーセプトロン, 誤差逆伝搬**
第二次ニューラルネットワークブーム

- **1992: 非線形サポートベクトルマシン**
- **2012: Alexnet画像認識コンテストILSVRC優勝**
第三次ニューラルネットワークブーム

ゲームの必勝法を目指す
プログラミングでは無理

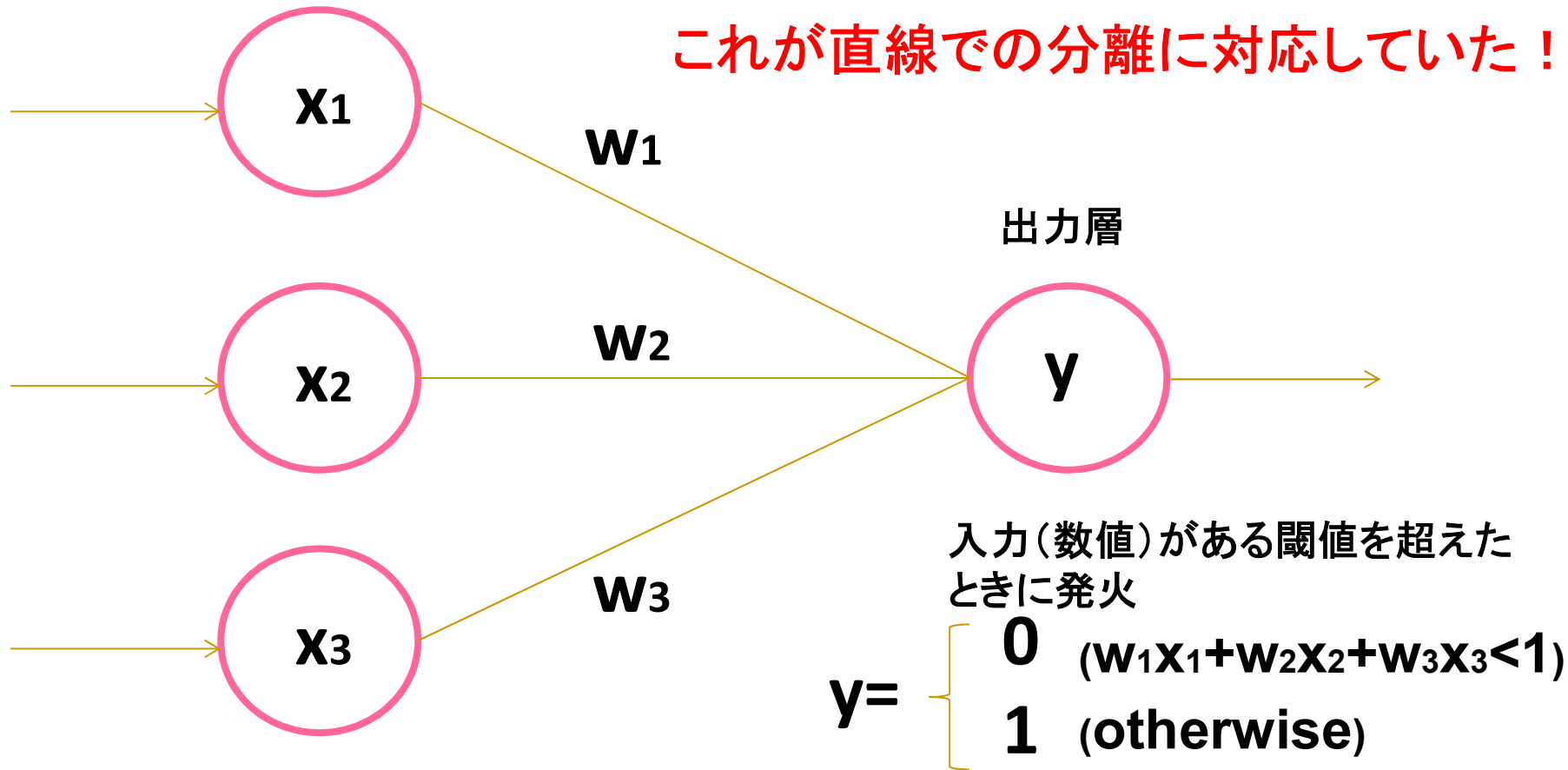
人の思考(データ)
を真似してみよう
(まだリソース不足)

データの増加
+ 計算機の強化

復習：単純パーセプトロン

ニューロン発火の数理モデル

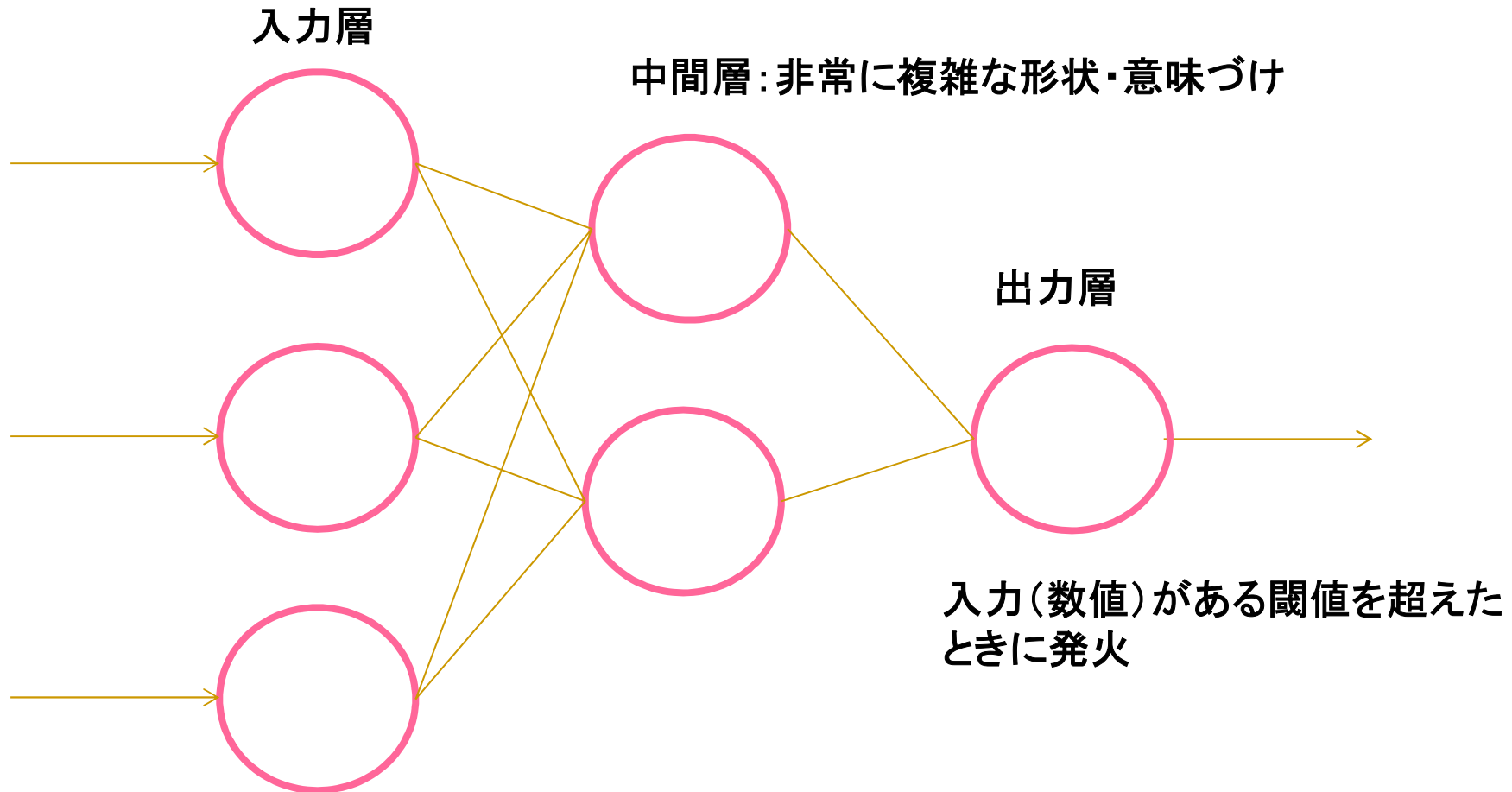
入力層



多層パーセプトロン

17

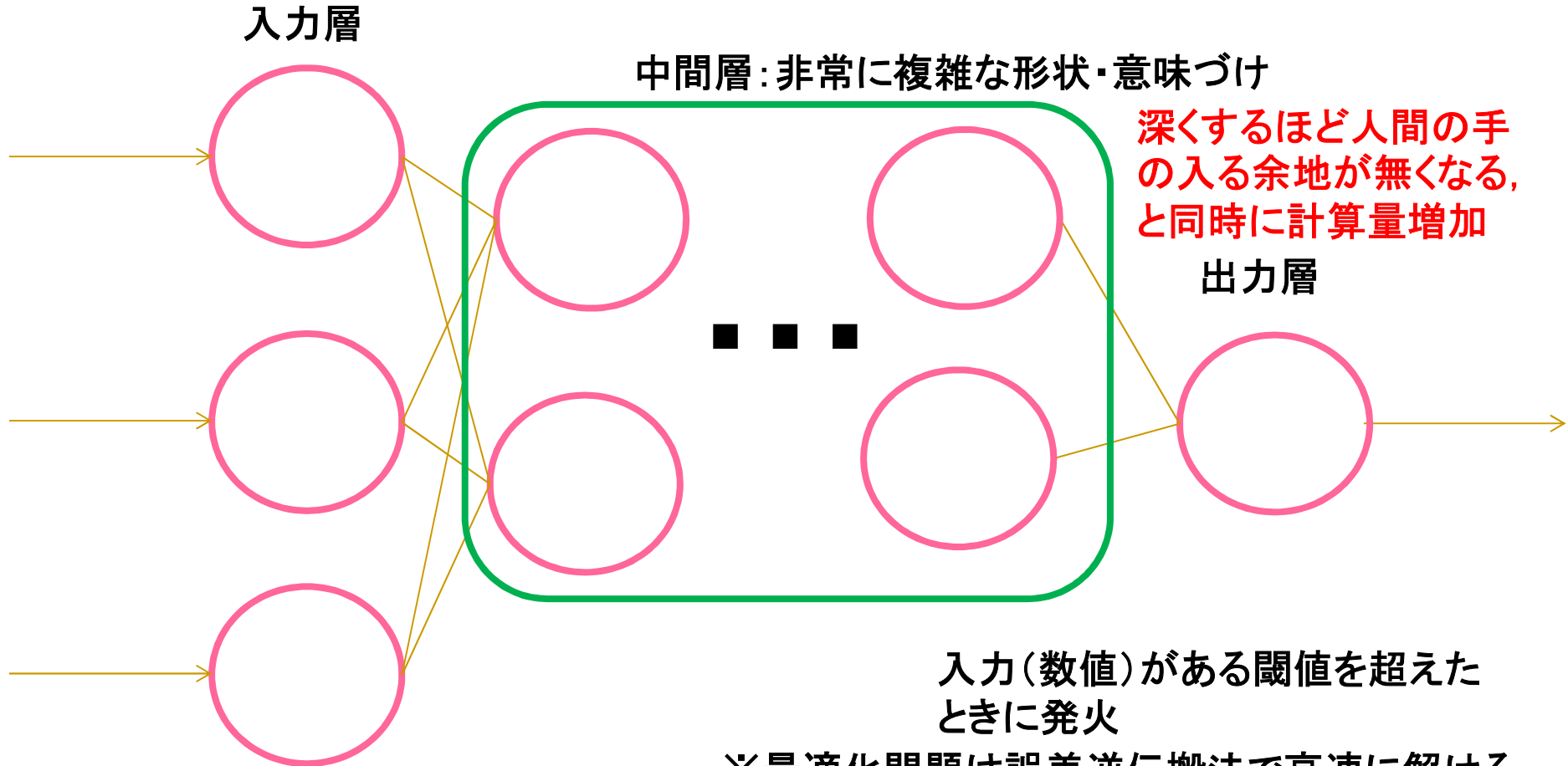
ニューロン発火の数理モデル



これで直線以外での分離が可能!

多層パーセプトロン

ニューロン発火の数理モデル



これで直線以外での分離が可能!

機械学習と人工知能の歴史

19

- 19世紀: 計算機を想定した計算技術研究: ガウス, オイラー, ニュートン, フーリエ, ...
 - 1946: ENIAC, 高い計算能力(最初のコンピューター)
 - 1952: A. Samuelによるチェッカープログラム

 - **1956: ダートマス会議: AIの誕生**
 - **1957: パーセプトロン, ニューラルネットワークの先駆け**
第一次ニューラルネットワークブーム
 - **1963: 線形サポートベクトルマシン**

 - **1980年代: 多層パーセプトロン, 誤差逆伝搬**
第二次ニューラルネットワークブーム

 - **1992: 非線形サポートベクトルマシン**
 - **2012: Alexnet画像認識コンテストILSVRC優勝**
第三次ニューラルネットワークブーム
- ゲームの必勝法を目指す
プログラミングでは無理
- 人の思考(データ)
を真似してみよう
(まだリソース不足)
- データの増加
+ 計算機の強化

第三次ブームのポイント

データ解析としてのAI(90年代～)

統計学やデータマイニングとの融合

→ ビッグデータ解析への活用(2010年?～)

※計算機の強化・普及も重要な要因

数学の素養が必要(大学1、2年生レベルではあるが...)

線形代数, 確率・統計, 微積分, 関数解析, ...

ツール開発(理解できなくても利用するだけなら...)

使い勝手のよいソフトが充実

例: **TensorFlows**によるMNIST解析(←**手書き数字の識別**)

要するに自動化されてるから知能のように見える

第三次ブームのポイント

データ解析

統計学や

→ ビック

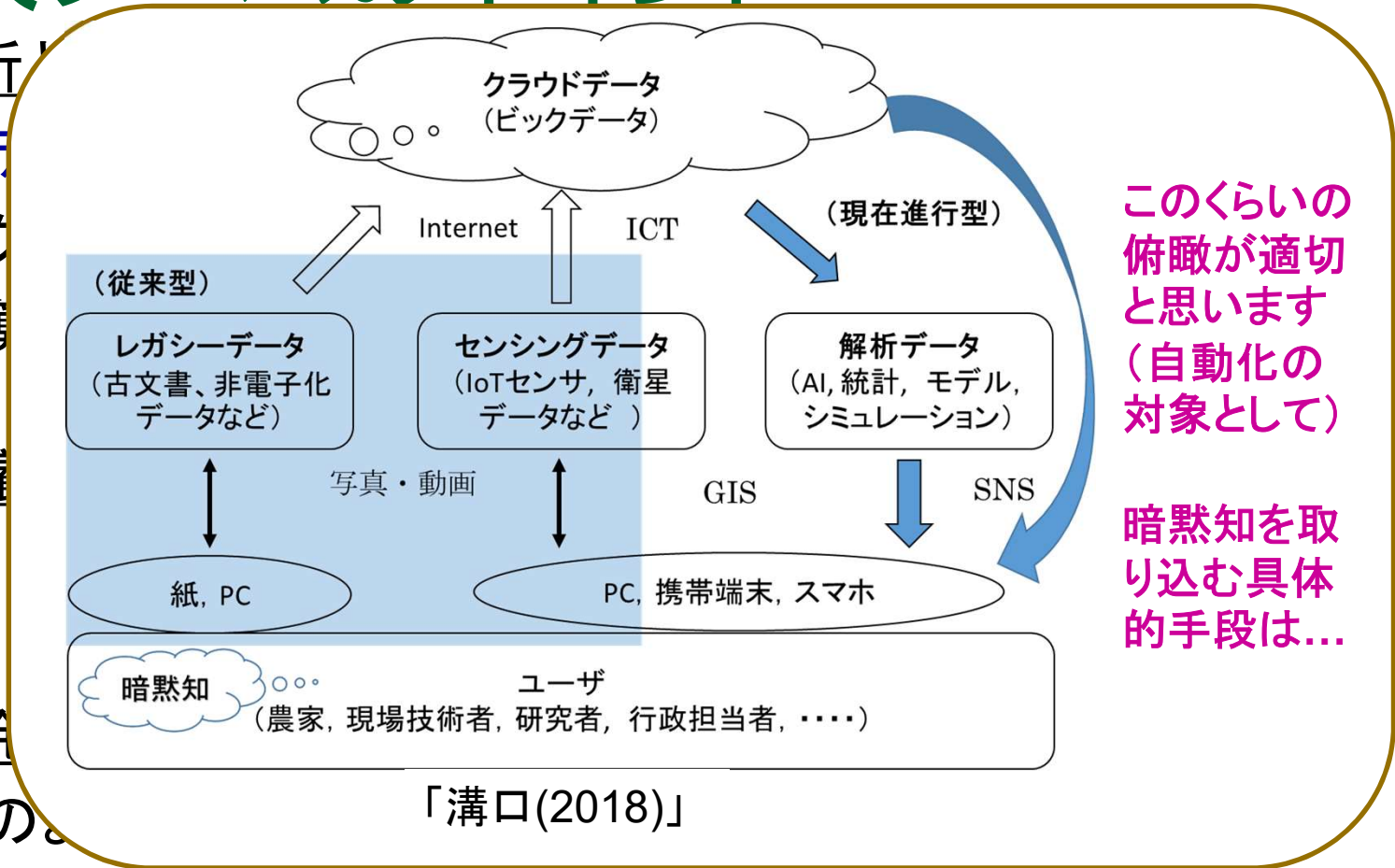
※計算

数学の素養

線形代数,

ツール開発

使い勝手の



このくらいの俯瞰が適切だと思います (自動化の対象として)

暗黙知を取り込む具体的手段は...

例: TensorFlowによるMNIST解析 (←手書き数字の識別)

要するに自動化されてるから知能のように見える

- 機械学習は人間の自然な学習能力を計算機で実現する手法
実態はデータからパターンを学習する方法
 - まるで人の知能のように見える
 - 深層学習は単純なパターン識別の階層化
ニューラルネットワーク(多層のパーセプトロン)を用いる計算
実に様々な応用: 自動運転, 医療機器, 囲碁将棋ソフト, ...
 - 数理モデリング・計算技術の発展と計算機の強化・普及が基盤
 - 論理的な思考の実現には限界がある(←最初の失敗)
 - データからのパターン認識が人の知能のように見えるレベルに達した
-

- 鈴木大慈:「機械学習技術の進展とその数理基盤」,
数理システムユーザーコンファレンス 2017
<http://www.msi.co.jp/userconf/2017/pdf/muc17.pdf>