

人工知能とディープ ラーニングの基礎知識

竹内史比古・国立国際医療研究センター
<http://www.fumihiko.takeuchi.name>

日本医師会・学術推進会議「人工知能と医療」
2017年1月19日 @日本医師会館

人工知能 Artificial Intelligence (AI)

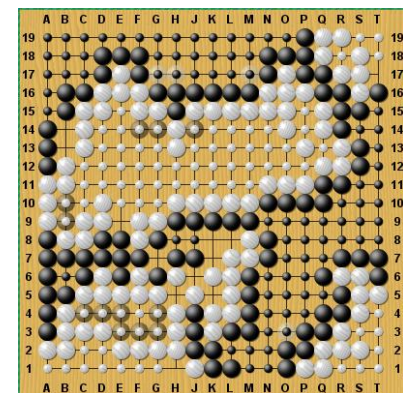
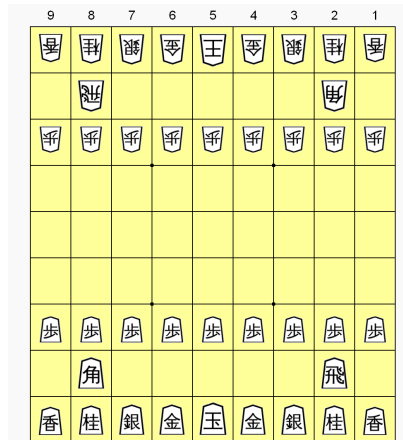
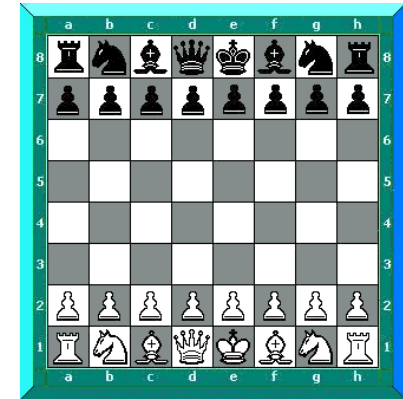
1. 身近な実例

2. AIの仕組み

- 探索
- エキスパートシステム
- 機械学習
- ディープラーニング

ボードゲーム

- チェス
 - 1997年にDeep Blue (IBM)が世界チャンピオンのカスパロフに勝つ
- 将棋
 - 2013年に団体戦でソフトがプロ棋士に勝つ
- 囲碁
 - 2016年にAlphaGo (Google DeepMind)が世界チャンピオンのイ・セドルに勝つ
 - 場合の数は約 $250^{150} \div 10^{360}$ 通り



<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AnimECHECS-Le-coup-du-Berger.gif?uselang=ja>
CC0

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Go-result.JPG?uselang=ja>

経路探索

- カーナビ、電車乗り換え案内
 - 時間、交通費などについて最適な経路を探索
 - 道路図・路線図・時刻表を利用し、渋滞も勘案

ウェブ情報検索

- ウェブ検索エンジン
 - Google検索
- (検索される前に) 予測して提示
 - Amazonのお薦め商品
 - お薦めのニュース記事
 - お薦めの音楽、映画

自然言語処理 + 知識ベース

- 自然言語とは
 - 人間が読み書きする言語（日本語・英語など）
 - コンピュータ用に作られた言語（Javaなど）ではない
- クイズ番組
 - 2011年にWatson (IBM)が人間のクイズ王にJeopardy!で勝つ
- 大学入試
 - 2015年に東ロボくん（国立情報学研究所）が模擬試験5教科で偏差値57.8。私立441大学、国公立33大学で合格可能性80%以上
- コールセンターのオペレータ支援
 - 2015年にみずほ銀行がWatsonを利用し始め正答率85%

会話するパーソナルアシスタント

- 音声認識・合成 + 自然言語処理 + 知識ベース
- スマートフォン内蔵
 - Siri (Apple)
 - OK Google
- 卓上機
 - Echo (Amazon)
 - Google Home



画像認識

- 顔認識、性別・年齢・表情認識
 - [デモ] [Cognitive Services, Emotion API \(Microsoft\)](#)
- 人物分類
 - Google フォト、iPhone/mac (Apple)
- 物体認識
 - [デモ] [Cognitive Services, Computer Vision API \(Microsoft\)](#)
- 画像診断
 - 肺癌の検出率でEnlitic社のAIが放射線技師を上回る

環境に対応するロボット

- お掃除ロボット
- 自動車
 - 車間維持、車線維持、自動駐車
 - 完全自動運転は未だ
- ドローン
 - Amazon Prime Airの自動宅配
- 感情応答するロボット
 - 感情エンジンを搭載したPepper (Softbank)



人工知能 Artificial Intelligence (AI)

1. 身近な実例

2. AIの仕組み

- 探索アルゴリズム
- エキスパートシステム
- 機械学習
- ディープラーニング

人工知能とは

- 二つのとらえかた
 - 弱いAI
 - 人間が知能を使ってすることが、代わりにできる機械
 - 知的に振る舞える機械
 - 実世界を認識・学習して問題解決できる機械
 - 強いAI
 - 人間の知能そのものをもつ機械
 - 人工汎用知能 Artificial General Intelligence (AGI) という

探索アルゴリズム

- 探索問題
 - 出発点から目的地に至る最適の経路を探す
 - 可能な経路は指数的に多く、全通りは計算できない
- 探索アルゴリズム
 - 最適経路を効率的に見つける
 - 入力（＝問題）と出力（＝最適経路）を結びつける方法が、洗練されてプログラムされている
- 多様な実問題が探索アルゴリズムにより解ける
 - 経路探索
 - ゲームの手順探索
 - 機械を作るときの、部品の組み立て順探索
 - 2つの文章の共通部分の探索



A*探索アルゴリズム


- 最短経路が通りそうな経由地を優先的に検討
 - 出発地から経由地への最短距離と
 - 経由地から目的地への直線距離（経路長ではない）を勘案
- ワシントンDCからロサンゼルスへの最短の貨物列車経路
 - 東に迂回する経路を検討しないことで、高速化



https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3AA*_Search_Example_on_North_American_Freight_Train_Network.gif



エキスパートシステム

- 推論エンジン + 知識ベース
 - 推論エンジンの動作は予め人間がプログラムしておく
 - キーワードから統計的に推論
 - 質問を「理解」しているわけではない
- 知識ベース
 - 知識を予め入力しておく
 - 特定分野においては成功
 - 1970年代のMycin (スタンフォード大学) の感染性血液疾患診断 
 - 2011年にWatson (IBM)がクイズ番組Jeopardy!で勝利
 - 一般常識を記述するのが困難
 - 「胃のあたりがムカムカする」
 - 「胃のあたり」はどの部分？
 - 「ムカムカする」はどういう状態？

MYCIN (1/3)

- 感染性血液疾患を診断し、病原細菌を推測して抗生剤を推奨
- 正答率(65%)は非専門医より優れていたが、専門医(80%)には及ばず
- 法律・倫理が未整備で使われず
- 500のルールが用意され、質問に順番に答える

RULE035

PREMISE: (\$AND (SAME CNTXT GRAM GRAMNEG)
(SAME CNTXT MORPH ROD)
(SAME CNTXT AIR ANAEROBIC))

ACTION: (CONCLUDE CNTXT IDENTITY BACTEROIDES TALLY .6)

IF: 1) The gram stain of the organism is gramneg, and
2) The morphology of the organism is rod, and
3) The aerobicity of the organism is anaerobic

THEN: There is suggestive evidence (.6) that the identity of the organism is bacteroides

MYCIN (2/3)

• MYCIN との問答

1) Patient's name: (first-last)

** **FRED BRAUN**

2) Sex:

** **M**

3) Age:

** **55**

4) Are there any cultures for Fred Braun which may be related to the present illness, and from which organisms have been grown successfully in the microbiology laboratory?

** **Y**

-----CULTURE-1-----

5) From what site was the specimen for CULTURE-1 taken?

** **BLOD**

= **BLOOD**

(System corrects typing error.)

6) Please give the date and time when CULTURE-1 was obtained.
(mo/da/yr time)

** **JUN 20, 1977**

The first organism isolated from the blood culture of 20-JUN-77
(CULTURE-1) will be referred to as:

-----ORGANISM-1-----

7) Enter the laboratory-reported identity of ORGANISM-1:

** **UNKNOWN**

(Typically identity is not yet known.)

8) The stain (gram or Ziehl-Neelsen acid-fast) of ORGANISM-1:

** **NEG**

(Preliminary lab results give some clues.)

9) Is ORGANISM-1 rod or coccus (etc.):

** **ROD**

10) What is the form of the individual organisms (e.g. lancet-shaped for cocci, fusiform for rods, etc.)?

** **FUSIFORM**

(. . . more questions follow in order to gather sufficient information to infer the identity and significance of the infecting organisms . . .)

23) What is the suspected portal of entry of the gramneg rod from the blood culture of 20-JUN-77 (ORGANISM-1) into this sterile site?

** **G1 (6)**

(User indicates the uncertainty of his response.)

24) Is Fred Braun a burn patient?

** **N**

25) Is Fred Braun a compromised host (e.g. alcoholic, sickle-cell-disease, immunosuppressed)?

** **N**

26) Is Fred Braun febrile?

** **Y**

MYCIN (3/3)

- MYCINの推奨診断

(. . . after about 50–60 questions, MYCIN prints the diagnostic hypotheses on which therapy will be based . . .)

My therapy recommendations will be designed to treat for organisms that are either very likely or, although less likely, would have a significant effect on therapy selection if they were present. It is important to cover for the following probable infection(s) and associated organism(s):

INFECTION-1 is BACTEREMIA

- <ITEM-1> E.COLI [ORGANISM-1]
- <ITEM-2> KLEBSIELLA [ORGANISM-1]
- <ITEM-3> ENTEROBACTER [ORGANISM-1]
- <ITEM-4> KLEBSIELLA-PNEUMONIAE [ORGANISM-1]

(. . . questions follow to evaluate possible therapy choices, and finally MYCIN prints its therapy recommendations . . .)

[REC-1] My preferred therapy recommendation is as follows:

In order to cover for items <1 2 3 4>:

Give: GENTAMICIN

Dose: 119 mg (6.0 ml) q8h IV for 10 days [calculated on basis of
1.7 mg/kg]

Comments: Modify dose in renal failure.

(One drug covers 4 possible identities.)

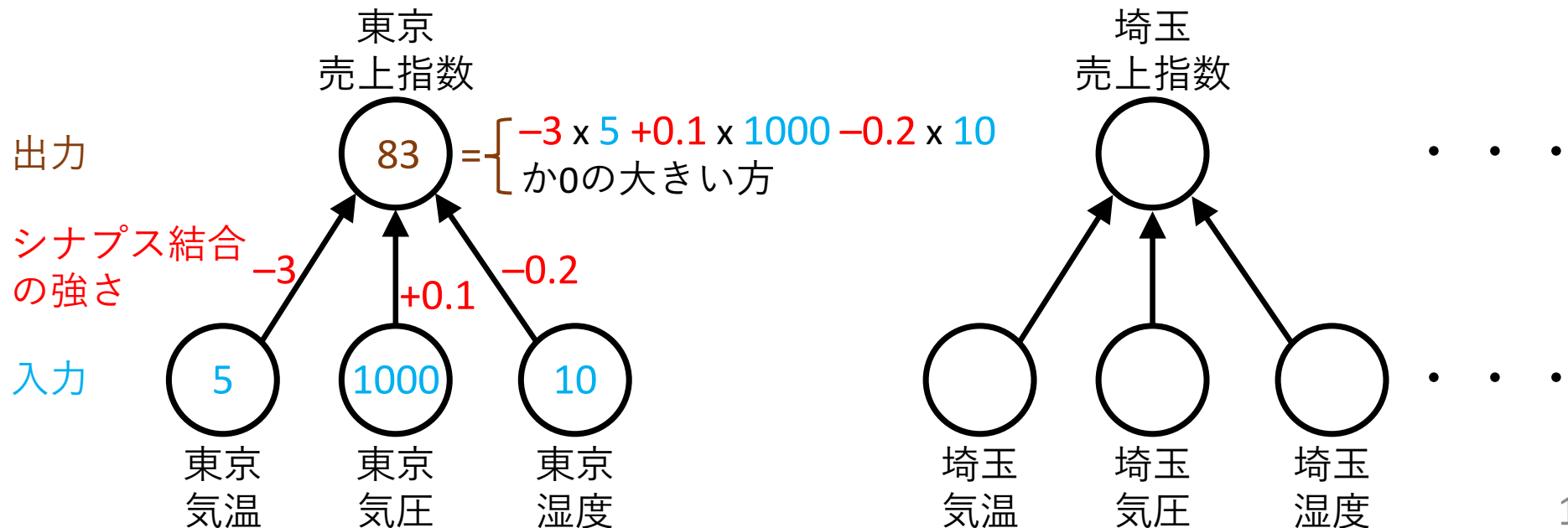


機械学習

- 入力と出力を関係づける方法が、データをもとに学習される
 - ウェブの貢献でデータ量が増え、正確・有用になった
- 実用例では、機械学習に適した入力データ・中間処理データ（＝特徴量）は、人間がデザインする
- 様々な手法
 - クラスタリング
 - 決定木学習
 - ニューラルネットワーク
 - 脳の神経ネットワークの構造と機能を模倣する

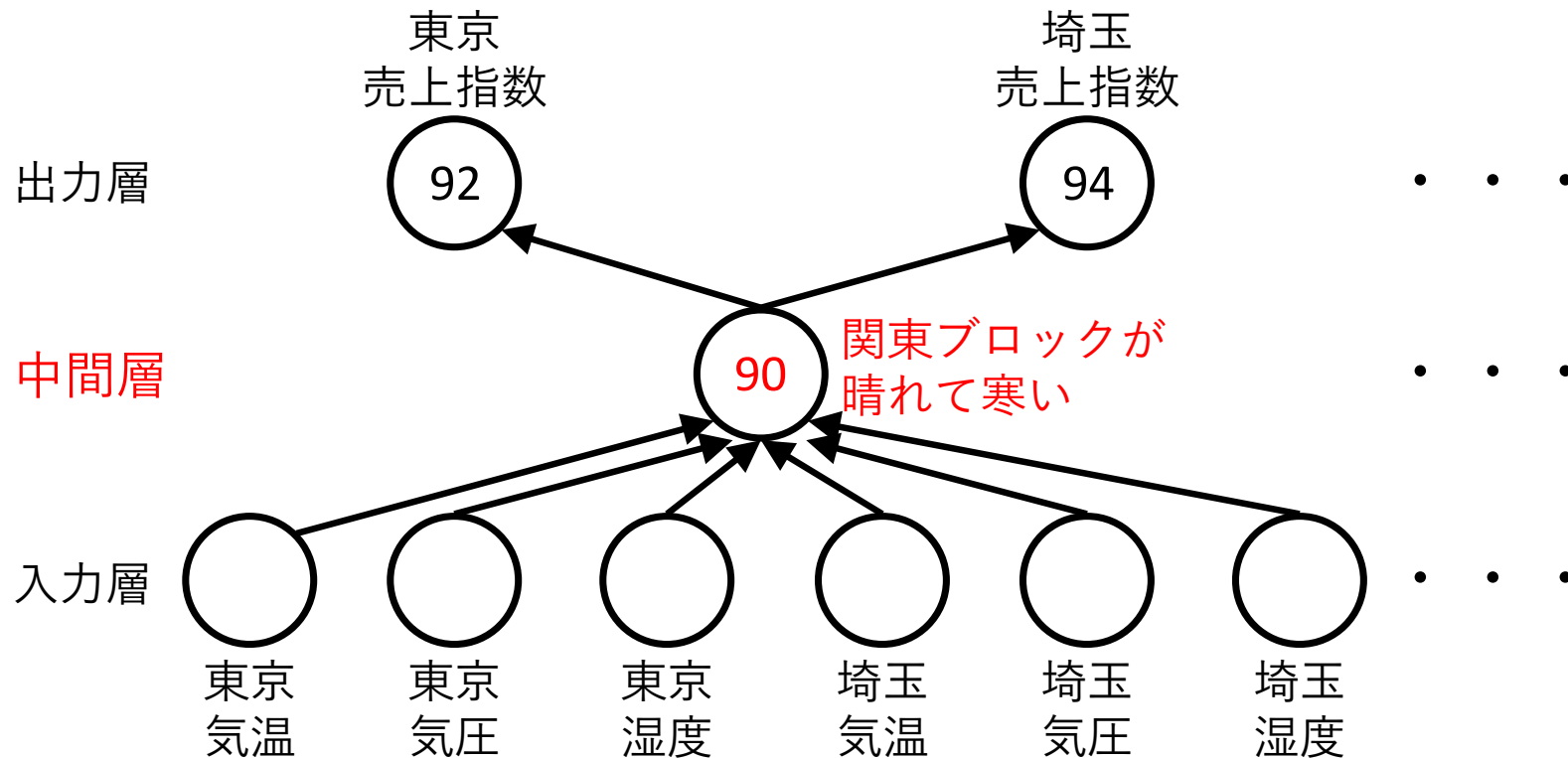
ニューラルネットワーク (1/3)

- 脳の神経ネットワークの構造と機能を模倣する
 - あるニューロンの状態は、シナプス結合した下流ニューロンに影響する
 - データを学習して、シナプス結合の強さが適切になるよう調節する
 - 予想と正解の誤差を反映していく
- 全国おでん売り上げ予想ニューラルネットワーク (※仮想的な例です)
 - 入力：各都道府県の気温・気圧・湿度
 - 出力：各都道府県のコンビニおでん売り上げ



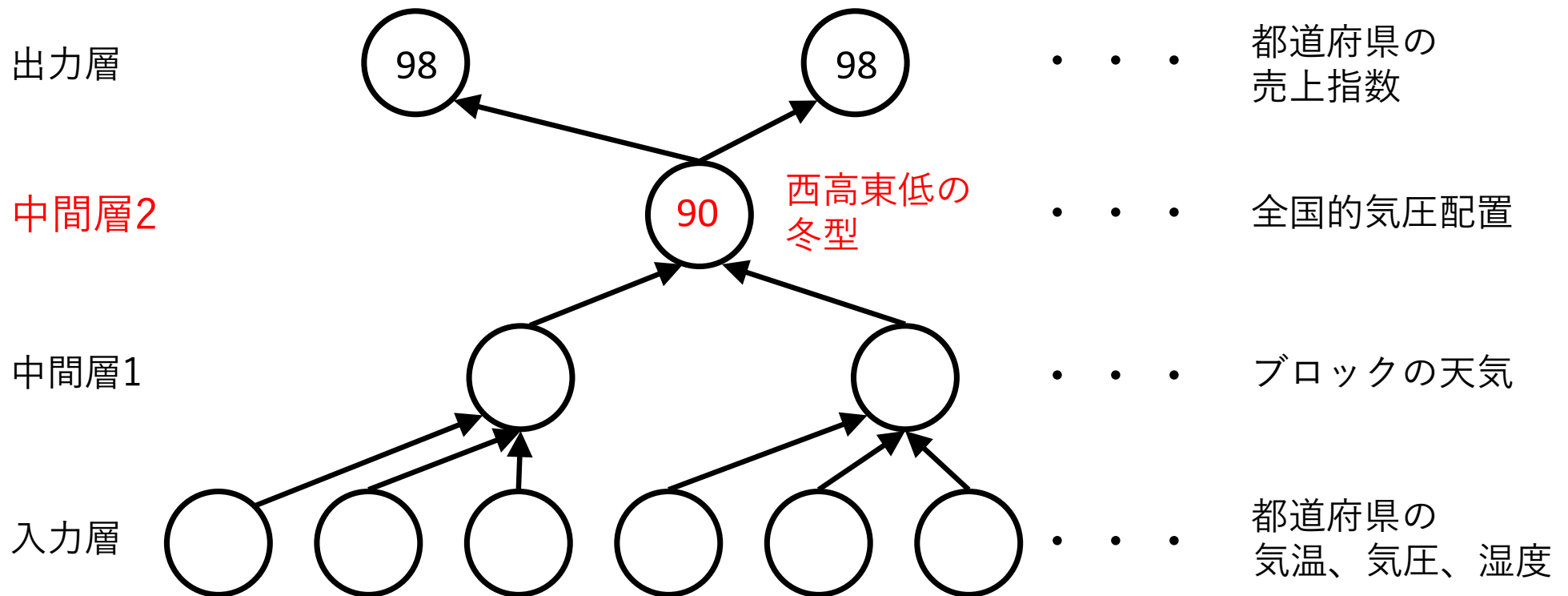
ニューラルネットワーク (2/3)

- ニューラルネットワークを多層にして精度を上げよう！
- 全国おでん売り上げ予想ニューラルネットワーク — 改善1
 - 都道府県ではなく「あるブロック（関東、関西など）が晴れて寒い」を表す特徴量を導入する



ニューラルネットワーク (3/3)

- ニューラルネットワークをさらに多層にして精度を上げよう！
- 全国おでん売り上げ予想ニューラルネットワーク — 改善2
 - 「西高東低の冬型」など全国的気圧配置を表す特徴量を導入する



特徴量

- 各ニューロンが計量する特徴
 - 例えば、
 - 都道府県の気温、気圧、湿度：「東京の気温」
 - ブロックの天気：「関東ブロックが晴れて寒い」
 - 全国的気圧配置：「西高東低の冬型」
 - 人：性別、住所、身長、年収
 - 画像：ピクセル値、丸、三角、顔
 - データを表すために使われる変数
- 実問題ごとに人間が特徴量（=概念）を設計する必要がある
 - 機械に特徴量を生成させたい
 - ディープラーニング

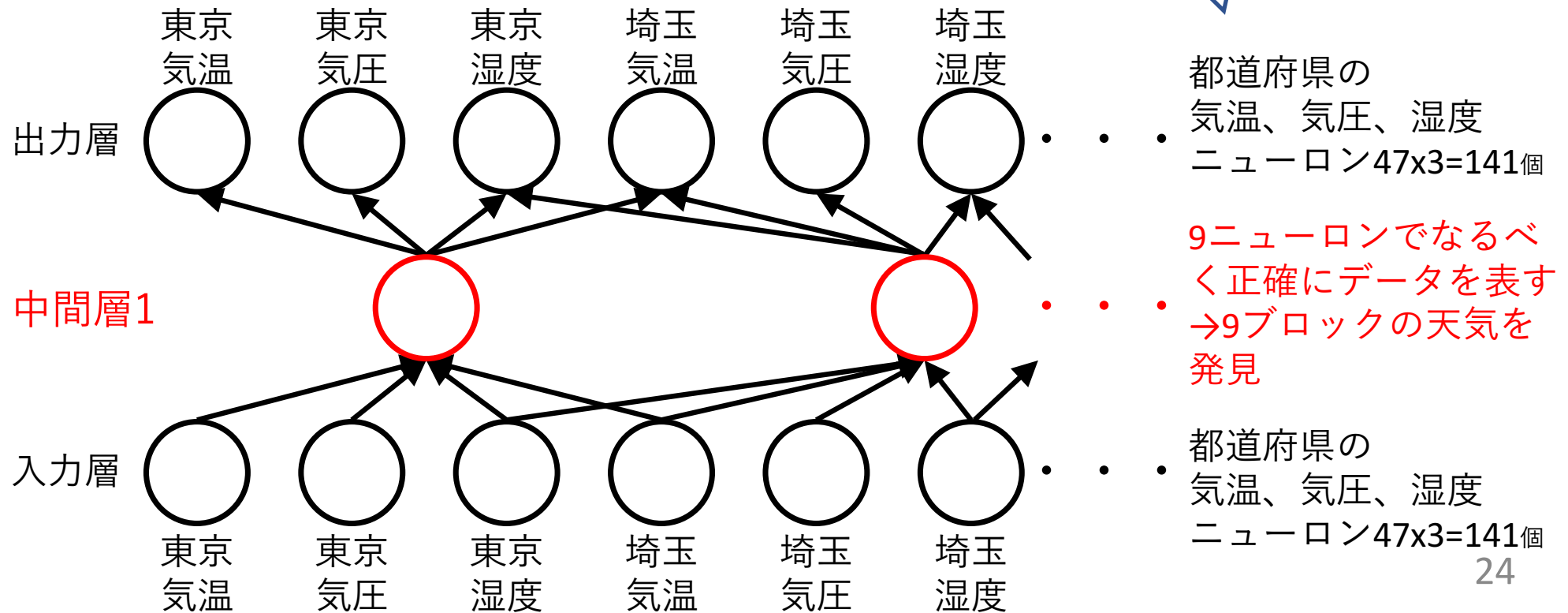
ディープラーニング（特徴表現学習）

- ニューラルネットワークを多層化したもの
- 特徴量の表現法をも、データから学習する
 - 機械が自ら特徴量や概念を獲得する
 - 機械が作り出した「概念」が、人間が持っている「概念」とは違うケースが起こりうる
 - 自己符号化器を使う
- 現在は大量の学習データとコンピュータが必要だが、その効率化が目指されている

自己符号化器 (1/2)

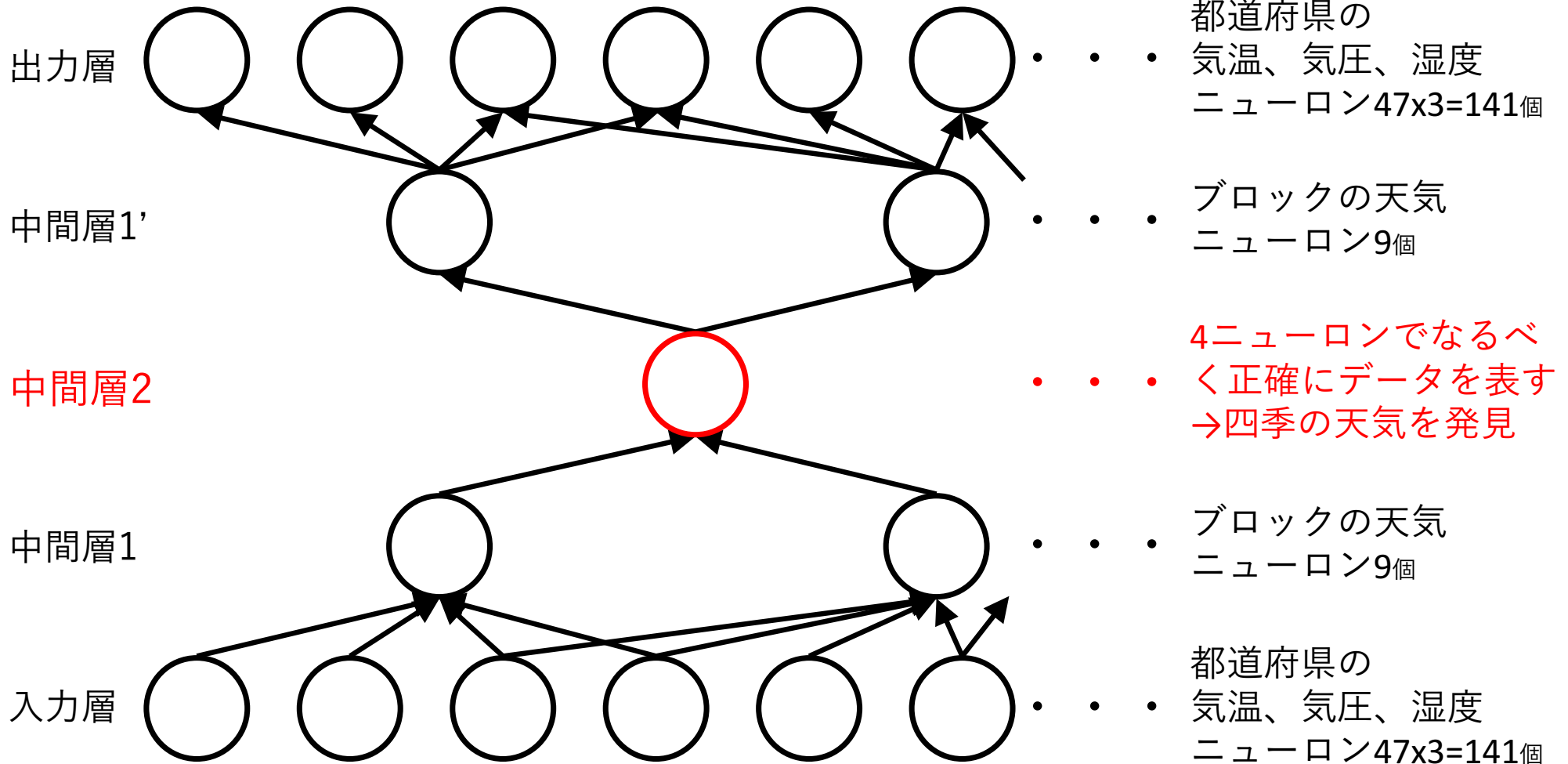
- 特徴量を発見させる仕組み
 - 入力を「伝言ゲーム」で出力させる
 - 隠れた中間層が情報を圧縮する
 - これを多段階に行う（ディープにする）

おでん売り上げは気にしない。
まずは入力情報（気温・気圧・湿度）を圧縮できる特徴量を発見する。



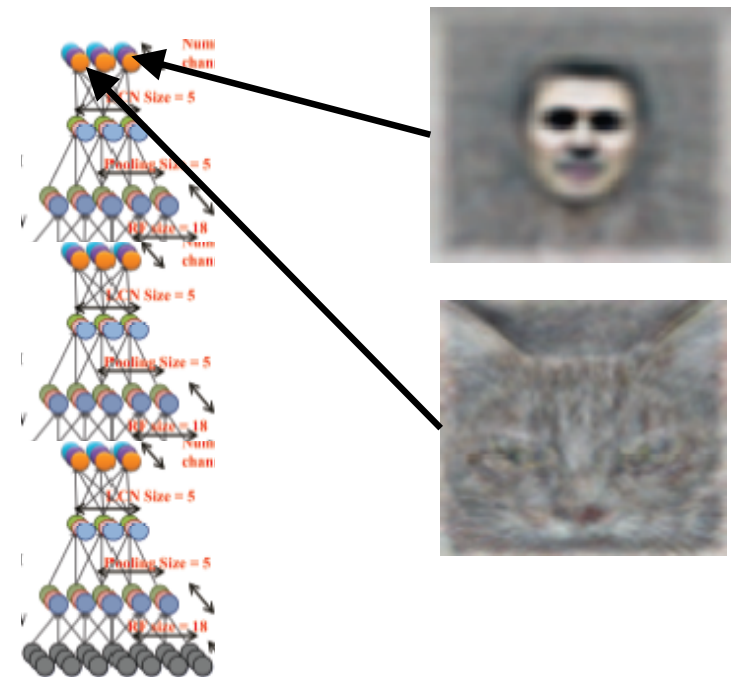
自己符号化器 (2/2)

2段階まで深くした



Googleのネコ

- 2012年のGoogleの研究
- YouTube動画から取り出した1000万枚の画像が入力
- 10億個のつながりがある9層ニューラルネットワーク
- 1000台のコンピュータで3日間計算
- 機械が自動的に特徴量を発見
 - 点や線などの模様
 - 丸や三角
 - 丸（顔）の中に2個の点（目）と縦線（鼻）
 - 人の顔、ネコの顔



ディープラーニングの問題点

- 人間が理解できるか問題
 - 解析過程はブラックボックスだけど、根拠は示せるなら
 - 例: Watson (IBM)が判断根拠に論文を挙げる
 - 根拠を読めばよい
 - 解析過程も根拠もブラックボックスなら
 - 例: AlphaGo (Google DeepMind)の良手も悪手も囲碁解説者に理解できず
 - 多数の実例による検証（ランダム化管理下試験のように）はできる
- 責任は誰がとるか問題
 - 自動運転車の利用者、製造者、社会全体？
 - 総務省はAIの公的認証と賠償責任保険を導入予定

さらに知るためには

- 松尾豊「人工知能は人間を超えるか」 KADOKAWA
- 神崎洋治「人工知能がよ~くわかる本」 秀和システム

まとめ

- 人工知能は日常生活・産業・研究で様々な利用されている。
- 人工知能の仕組み
 1. 探索アルゴリズム
 - 人間が、計算法を指定。
 2. エキスパートシステム
 - 人間が、計算法を指定し、知識を入力。
 3. 機械学習
 - 機械が、計算法を調整。
 4. ディープラーニング
 - 機械が、自ら特徴量や概念を獲得し、計算法を工夫。
 - 動作結果の検証はできても、判断根拠の理解は難しいことがある。
- 人間か？機械か？ではなく、協調が重要。