

【人工知能と機械学習】 総務省 ICT スキル総合習得教材より

[1] 人工知能のイメージと定義

人工知能の大分類

◆人工知能（AI）は大きく、汎用人工知能と特化型人工知能に分類される。

- データ分析をはじめとするデータの利活用を「人工知能に代行させる・任せる」といった形で人工知能（AI：Artificial Intelligence）の活用への期待が高まっており、現在は第三次人工知能ブームとされている。
 - ・第一次人工知能ブームは1960年前後、第二次人工知能ブームは1980年代であったとされている。
- 人工知能は、表のように汎用人工知能と特化型人工知能に大別することができる。

汎用人工知能と特化型人工知能の分類

分類	説明	イメージ・事例
汎用人工知能	様々な思考・検討を行うことができ、初めて直面する状況に対応できる人工知能	将棋、炊事、掃除、洗濯といった様々な分野および初めての状況に対する思考・検討ができる。
特化型人工知能	特定の内容に関する思考・検討だけに優れている人工知能	・将棋に関する思考・検討のみできる人工知能 ・掃除に関する思考・検討のみできる人工知能

- ・プロの棋士に勝てるほどに将棋に強い人工知能があっても、将棋以外に対応できない人工知能は、特化型人工知能に該当する。
- ・「掃除のみ」「空調のみ」に関する思考・検討ができる特化型人工知能は、市販されている一部の家電製品に格納されている。
- 人工知能は、強いAIと弱いAIという分類もあり、強いAIは意識や自我を持つAIとされている。
 - ・強いAIと弱いAIの分類は観念的であり、強いAIは概ね汎用人工知能に対応し、弱いAIは概ね特化型人工知能に対応すると示すケースもある。

- 人工知能学会では、人工知能研究には「人間の知能そのものをもつ機械を作ろうとする立場」、「人間が知能を使ってすることを機械にさせようとする立場」の2種類があると示し、実際の研究のほとんどは後者と記している。

【出所】人工知能って何？ [(社)人工知能学会]
<https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AIwhats.html>

人工知能に関する定義とイメージ

◆人工知能（AI）には、確立した学術的な定義や合意がない。

- 専門家や研究者の間でも「人工知能」に関する確立した学術的な定義、合意はない。
 - ・平成28年版情報通信白書（P234）では「国内の主な研究者による人工知能（AI）の定義」として13人の研究者による定義・説明を紹介しているが、その内容は様々である。

【出所】平成28年版情報通信白書〔総務省〕
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h28/pdf/n4200000.pdf>
- 様々な人工知能の定義・説明の中には、「知的」「知能を持つ」という言葉が含まれるケースがある。ただし、「知的」「知能を持つ」という感覚は、個々人の感じ方、考え方に依存する部分もある。
 - ・スマートフォンの音声アシスタントに「おはよう」と話して「おはようございます」と返事が返ってくることを「知能を持つ」と感じるかは、人それぞれである。
- 人工知能（AI）のイメージを尋ねた調査結果においても、日本とアメリカでは回答傾向が異なっており、日本では会話を重視しているのに対して、アメリカでは認知・判断を重視している。

日米における人工知能（AI）のイメージに関する最大の回答割合の選択肢

調査への回答者 [回答者数]	複数回答における最大の回答割合となった選択肢 [回答割合]
日本の就労者 [1,106人]	コンピューターが人間のように見たり、聞いたり、話したりする技術 [35.6%]
アメリカの就労者 [1,105人]	人間の脳の認知・判断などの機能を、人間の脳の仕組みとは異なる仕組みで実現する技術 [42.3%]

【出所】ICTの進化が雇用と働き方に及ぼす影響に関する調査研究
〔総務省（調査委託先：株式会社野村総合研究所）〕

http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28_03_houkoku.pdf

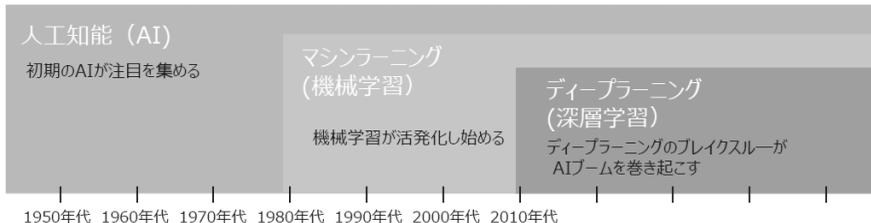
- この講座（総務省 ICT スキル総合習得教材）では、人工知能の厳密な定義を行わず、それぞれの人の考え方に依存する部分を含めて「人間が知的と感じる情報処理・技術」と見なす。

人工知能に含まれる分析技術

◆ 「人工知能」「機械学習」「ディープラーニング」には包含関係がある。

- 人工知能に関わる分析技術として「機械学習」が挙げられ、機械学習の一つの技術として「ディープラーニング（深層学習）」が挙げられる。
- 機械学習とは「データから規則性や判断基準を学習し、それに基づき未知のものを予測、判断する技術」と人工知能に関わる分析技術を指している。
 - ・ 機械学習の研究初期には「学習する」点に注目されてきたが、現在では「学習に基づいて予測・判断する」点に注目されることが多くなっている。
 - ・ 機械学習の定義にも曖昧な面もあり、「データ分析」と概ね同義に使われるケース、人間にとって分析プロセスや判断基準が不明なものを含めて目的志向のデータ活用を強調するケースもある。
- 近年、注目されている統計学を応用する機械学習は、統計的機械学習とも呼ばれている。
- ディープラーニング（深層学習）は、より基礎的で広範な機械学習の手法であるニューラルネットワークという分析手法を拡張し、高精度の分析や活用を可能にした手法である。

人工知能、機械学習、ディープラーニングの包含関係と隆盛



【出所】 グーグルに学ぶディープラーニング【日経ビッグデータ編/日経BP社】に基づき作成

[2] 機械学習の分類

機械学習の分類

◆機械学習の分類として「教師あり学習」「教師なし学習」「強化学習」の3種が挙げられる。

- 機械学習は、真実のデータや人間による判別から得られた**正解に相当する「教師データ」**の与えられ方によって分類することができる。
 - ・写真の画像から性別を分類する機械学習では、実際の性別や人間が行った判断が教師データとなる。
- 教師データの状況によって、機械学習は大きく、**教師あり学習、教師なし学習、強化学習**に分類される。
 - ・「教師あり学習」と「教師なし学習」は統計学に基づいた「統計的機械学習」が一般的な一方で、「強化学習」は、概ね統計学とは無関係である。
 - ・教師データがある標本とない標本が組み合わさったデータを利用する「半教師あり学習」という種類もある。

利用可能なデータに基づく機械学習の分類

	入力に関するデータ [質問]	出力に関するデータ (教師データ) [正しい答え]		主な活用事例
教師あり学習	与えられる	○	与えられる	出力に関する回帰、分類
教師なし学習	与えられる	×	与えられない	入力に関するグループ分け、情報の要約
強化学習	与えられる (試行する)	△ (間接的)	正しい答え自体は与えられないが、報酬 (評価) が与えられる	将棋、囲碁、ロボットの歩行学習

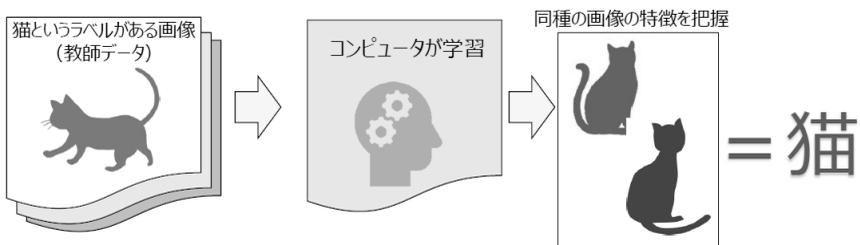
- 「教師あり学習」は、回帰や分類に利用されるケースが多く、「教師なし学習」はグループ分けや情報の要約に利用されるケースが多くなっている。
- 強化学習では、報酬（評価）が与えられ、将棋のようなゲーム用の人工知能に応用されている。
 - ・ ロボットの歩行距離に関する強化学習では、転倒せずに「歩けた距離」が報酬（評価）として与えられ、試行錯誤で歩行距離を伸ばすことになる。

教師あり学習

◆教師あり学習は正解に相当する教師データが与えられ、主に回帰や分類に利用されている。

- 「教師あり学習」は、結果や正解にあたる「教師データ」が与えられるタイプの機械学習である。
 - ・写真から年齢・性別を判定するモデルでは、戸籍等に基づく年齢・性別を「教師データ」とすることもあれば、人間が見て判別した年齢・性別を「教師データ」とするケースもある。
- 教師あり学習では、教師データを既知の情報として学習に利用し、未知の情報に対応することができる回帰モデルや分類モデルを構築する。
 - ・回帰は講座 3-4 で示した回帰分析のように出力側の被説明変数として連続値を扱う一方で、分類の出力側は「優/良/可/不可」といった評価や移動手段の「徒歩/バス/タクシー」のような離散値となる。
- 例えば、「猫」というラベル（教師データ）が付けられた大量の写真をコンピュータが学習することで、ラベルのない写真が与えられても、「猫」を検出できるようになる。
 - ・コンピュータによる写真のラベル付けは、人間があらかじめ画像に割り当てたラベルを教師データとする「教師あり学習」に該当する。

教師あり学習のイメージ

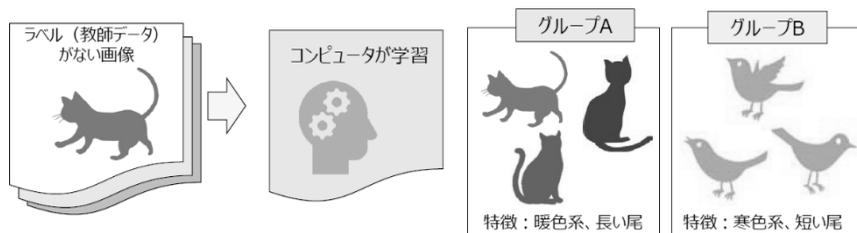


教師なし学習

◆教師なし学習には教師データがなく、データのグループ分けや情報の要約に利用される。

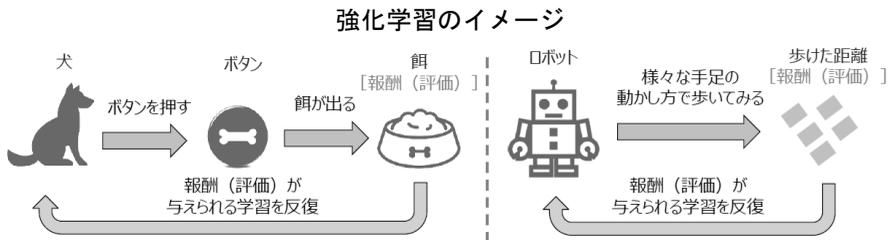
- 「教師なし学習」は、正解に相当する「教師データ」が与えられないタイプの機械学習である。
 - ・「教師あり学習」では、現実のアウトプットに関するデータや人間が判別して与えた正解に相当する「教師データ」が与えられていた。
 - ・アウトプットに関するデータや正解に相当するデータ・ラベルは与えられず、インプットに関するデータのみであっても、教師なし学習は対応可能である。
- 教師なし学習では、データのグループ分けや情報の要約などに活用される。
 - ・データのグループ分けは「クラスタリング」と呼ばれる分析手法が代表的であり、情報の要約は「次元圧縮」という分析手法が代表的である。
- 教師データに相当するラベルがない場合であっても、大量の画像をコンピュータに学習させれば、画像の特徴（例：大きさ、色、形状）からグループ分けや情報の要約が可能である。
 - ・教師なし学習では、「猫」や「鳥」というラベルは与えられていないが、形や色などが近い属性でグループ分けできる。
 - ・コンピュータがグループの名前をつけることはできず、「グループA」「グループB」といったラベルがないグループになる。

教師なし学習のイメージ



強化学習

- ◆強化学習では、試行錯誤を通じて、報酬（評価）が得られる行動や選択を学習する。
 - 強化学習の例として、犬がいる部屋に「ボタンを押すと餌が出る機械」を設置した場合を考える。
 - ・犬が偶然にボタンを押すと餌が出るが、一度だけの経験ではボタンと餌が出たことを結びつけられず、犬には餌が出た理由が分からない。
 - 「ボタンを押す」という試行を犬が繰り返すと、犬は「ボタンを押す⇒餌が出る」ということを学習する。
 - ・犬にとっては「ボタンを押す」という行動が入力であり、「得られる餌」が報酬（評価）に当たる。
 - ロボットの歩行に関しても、「歩けた距離」を報酬（評価）として設定し、手足の動かし方を試行錯誤して歩行距離を伸ばすことが、強化学習に相当する。



- 将棋に関する強化学習は、敵軍の王将をとることに最大の報酬（評価）として設定し、コンピュータに評価を高める指し方を反復して学習させる。
 - ・将棋では、詰め将棋を除いて正解の一手という教師データはないが、勝利した場合に最大の報酬（評価）を与え、勝利に近い局面ほど高い評価を与えることが可能である。
- 強化学習は、一般に統計的機械学習の範疇外にあるため、以降では「教師あり学習」「教師なし学習」に絞って、統計的機械学習における分析手法を示す。

機械学習の代表的な分析手法

◆ 「教師あり学習」「教師なし学習」には、それぞれ代表的な分析手法がある。

- 代表的な**教師あり学習**の分析手法として、**回帰分析**や**決定木**などが挙げられる。
 - ・ 講座 3-4 で Excel の分析ツールでの実行方法を示した回帰分析は「教師あり学習」の一つの手法として位置づけられる。

代表的な「教師あり学習」の分析手法

分析手法名	分析手法・用途の概要
回帰分析	被説明変数と説明変数の関係を定量的に分析し、分析結果に基づく予測
決定木	分類のための基準（境界線）を学習し、未知の状況でデータを分類

- 代表的な**教師なし学習**の分析手法として、**k 平均法**、**アソシエーション分析**が挙げられる。

代表的な「教師なし学習」の分析手法

分析手法名	分析手法・用途の概要
k 平均法	特徴・傾向が似ている標本をいくつかのグループに分類
アソシエーション分析	同時購入の頻度等を算出し、消費者の選択・購入履歴から推薦すべき商品を導出
ソーシャルネットワーク分析	氏名が同時掲載される頻度や SNS 上での友人関係から人のつながりを分析

- 近年、注目されている「ディープラーニング（深層学習）」は、教師なし学習、強化学習への応用もあり得るが、教師あり学習としての活用が一般的である。

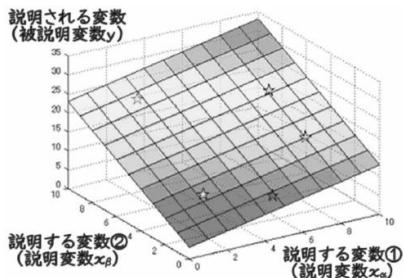
[3] 統計的機械学習の分析手法

回帰分析（最小二乗法）

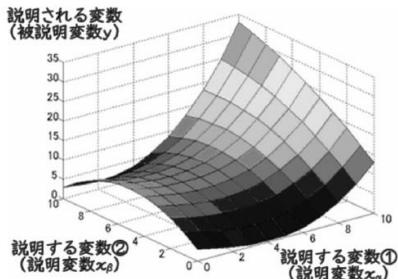
◆回帰分析（最小二乗法）は、教師あり学習の一手法でもある。

- 講座 3-4 において、Excel の分析ツールによる手順を示した回帰分析（最小二乗法）も機械学習の一種である。
 - ・回帰分析はデータの規則性に基づいて予測を行うことができ、機械学習の概念に含まれる。
- 回帰分析は、アウトプットに関するデータである被説明変数を教師データとして利用し、教師あり学習に分類される。
 - ・被説明変数と説明変数の間の規則性を回帰式として導出した後は、説明変数に新たな値を与えても被説明変数の予測ができる。
- スーパーマーケットの売上額（連続値）は、「チラシの配布数」「曜日」「天候（気温・湿度・天気）」によって説明されるという回帰式を作ることができる。
 - ・過去のデータから、これらの変数間の関係を回帰式で導出すれば、「チラシの配布数」「曜日」「天気（予報）」が与えれば、「売上高」を予測することができる。

回帰分析の分析イメージ（線形）



回帰分析の分析イメージ（非線形）



決定木

◆購入の有無などの結果（教師データ）をもとにデータを分類し、様々な要因が結果に与える影響を把握する教師あり学習の一手法である。

- **決定木**（けっていぎ）は、木の枝のような段階を経て分かれる形（**樹形図**：じゅけいず）で判別基準を設定し、データを**分類**する手法である。
 - ・決定木は、現実における選択や分類を教師データとして与える「教師あり学習」の一種である。
- 決定木における教師データは「商品を買う／買わない」「〇円分購入する」といった**選択**であることが一般的である。
 - ・「商品を買う／買わない」といった区分を分析する場合は分類木（ぶんにぎ）、**「〇円分購入する」という連続的に変化する値を分析する場合は、回帰木（かいぎぎ）**と言う。
- アイスクリームの購入が、休日や天候から影響を受ける場合は、その影響の度合いを決定木で分析できる。
 - ・決定木によって、どのような状況や要素が、利用者の行動を変化させるかを判別することができる。

決定木の樹形図（アイスクリームの購入選択）



k 平均法（クラスタリング）

◆各標本を似たもの同士のグループ（クラスター）へ分類する教師なし学習の一つである。

- **k 平均法**は標本を**グループ分け**する手法で、教師データのない**教師なし学習**である。
 - ・データ分析におけるグループは、クラスター（群）という専門用語が使われるため、グループ分けの手法はクラスタリングと呼ばれる。

k 平均法の手順

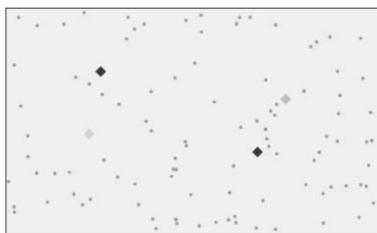
- (1) 分類するグループ数を k 個に定め、グループの中心となる点として、 k 個の◆の位置をランダムに与える。
- (2) 各標本●は、一番距離が近い◆に属すると考えて、各◆に属する標本●にグループ分けする
- (3) グループ毎の●の座標の平均値（重心）をとって、その重心の位置に◆を移動させる。
- (4) 移動させた後の◆に一番距離が近い●を取り直すことで、再び各◆に属する標本●にグループ分けする [◆が動かなくなるまで (3) と (4) を繰り返す]

動きが分かるデモサイト



<https://wish.to/km>

k 平均法の初期値



k 平均法によるグループ分けの結果



- グループ分け（クラスタリング）を用いることで、複数の観点から顧客や商品を分類することができる。
 - ・「安さを重視する消費者」「高級感を重視する消費者」とグループを分けることができれば、グループに応じた販促活動に活用できる。

アソシエーション分析

- ◆同時に購入される商品セットやその確率を算出する教師なし学習の一つで、ネットショッピングサイトの推薦商品の提示にも利用されている。
 - **アソシエーション分析**は、「商品Aを買っている人の○%が商品Bも買っている」といった**同時購入の確率**などを導出する手法である。
 - ・アソシエーション分析の主な評価指標として「支持度（同時確率）」「確信度（条件付き確率）」「リフト値（改善率）」の3種が挙げられる。
 - ・アソシエーション分析は、講座3-4で示した相関係数とは異なり、3種以上の商品の組み合わせに関しても分析できる。
 - アソシエーション分析で把握できた同時購入等の情報は、ネットショッピングにおける**推薦（レコメンデーション）**や実店舗における商品の陳列やセット割引きの検討にも利用できる。
 - ・Amazon.co.jpをはじめとするネットショッピングのサイトでは、「この商品を買った人はこんな商品も買っています」等のメッセージで、関連商品の購入を勧める手法でも活用されている。

Amazonの同時購入商品の推薦

よく一緒に購入されている商品



総額: ¥6,804
ポイントの合計: 205 pt (3%)
3点ともカートに入れる

! これらの商品のうちの1つが他の商品より先に発送されます。 詳細の表示

- 対象商品: IoTの全てを網羅した決定版 IoTの教科書 - 伊本 貴士 単行本 ¥2,916
- 俯瞰図から見える IoTで激変する日本型製造業ビジネスモデル - 大野 治 単行本 ¥2,160
- 図解でわかるIoTビジネス いちばん最初に読む本 - 神谷 俊彦 単行本 (ソフトカバー) ¥1,728

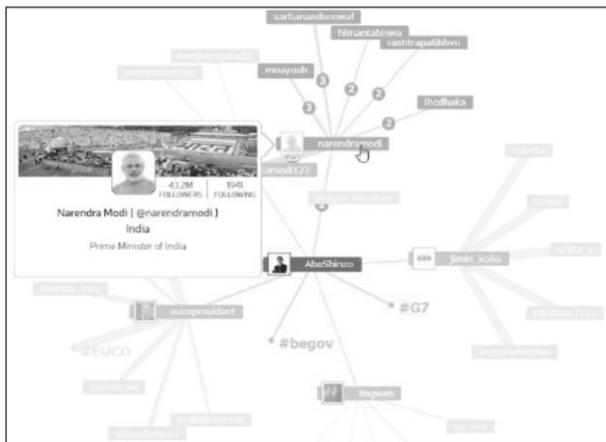
【出所】Amazon.co.jp <https://www.amazon.co.jp/>

ソーシャルネットワーク分析

◆ ソーシャルネットワーク分析は、人間のつながりを可視化する教師なし学習の一つである。

- 公表資料内で氏名が同時掲載される頻度や SNS 上で友人としてのつながりのデータに基づき、人のつながりの分析手法としてソーシャルネットワーク分析が挙げられる。
- Mentionmapp Analytics では Twitter (ツイッター) の情報に基づく人間関係を表せる。
 - ・ 安倍首相をはじめとして、現在 Twitter のアカウントを公に利用している人に関する分析ができる。

安倍首相の Twitter に関する Mentionmapp Analytics の可視化



【出所】 Mentionmapp Analytics

- Twitter における関係の強さ、よく使う言葉を可視化できる whotwi (フーツイ) というサービスもある。
 - ・安倍首相の Twitter アカウントは、インドのモディ首相のアカウントとの関係が強いことが示されている。

安倍首相の Twitter に関する whotwi の可視化



【出所】 whotwi
<https://ja.whotwi.com/abeshinzo>

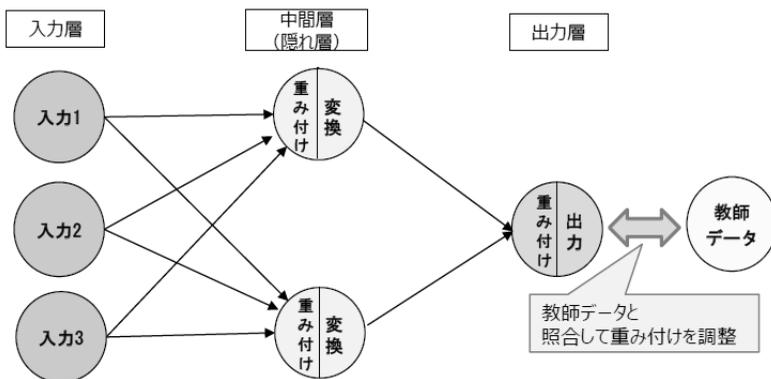
[4] ニューラルネットワークとディープラーニング

ニューラルネットワーク

◆ニューラルネットワークは、文字や音声の認識といったパターン認識へ応用されている。

- **ディープラーニングの基本となるニューラルネットワークは、脳の神経回路の仕組みを模した分析モデルである。**
 - ・ニューラル (neural) は「神経の」という意味がある。
- ニューラルネットワークは**入力層、中間層 (隠れ層)、出力層**の3層から成り立つ。
 - ・中間層 (隠れ層) では、一つ前の層から受け取ったデータに対し「**重み付け**」と「**変換**」を施して次の層へ渡す。
- ニューラルネットワークの出力は教師データ等と照合され、より一致度が高くなるように**重みのつけ方を調整**する。
 - ・ニューラルネットワークは、教師なし学習や強化学習にも応用されるが、教師あり学習としての利用頻度が高くなっている。

ニューラルネットワーク (中間層が1層のケース) のイメージ



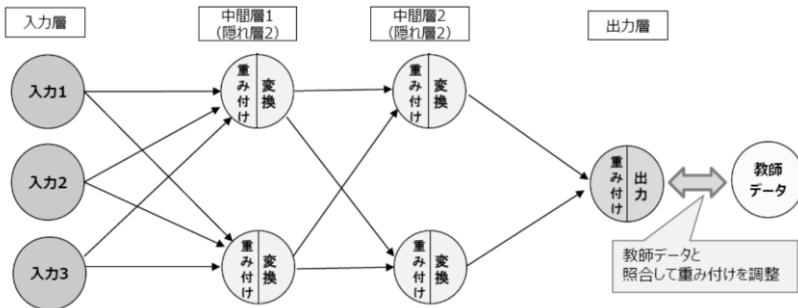
- ニューラルネットワークは回帰、分類、画像認識、音声認識、翻訳といった様々な分野で応用されている。

ディープラーニング（深層学習）

◆ディープラーニング（深層学習）は、より高精度の認識などに活用されている。

- 中間層（隠れ層）を2層以上に多層化したニューラルネットワークをディープラーニングという。
 - ・ディープラーニングの日本語訳は「深層学習」であるが、この「層」という言葉は「中間層が複数あること」を示している。
- 中間層が複数あることで中間層が1層の場合に比べて、より教師データに合致する複雑な出力をすることができる。
 - ・ディープラーニングの原理はニューラルネットワークと同じだが、中間層が多層化することでその精度が向上した。
 - ・ニューラルネットワークは中間層が複数あるケースを含み、ディープラーニングはニューラルネットワークの一種である。

ディープラーニング（中間層が2層）のイメージ



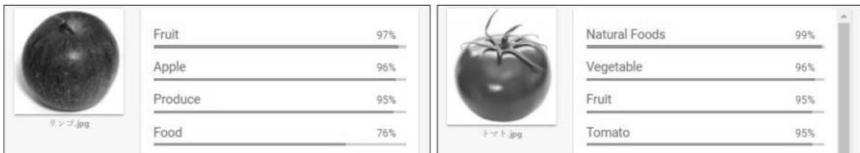
- 中間層（隠れ層）を多層化したディープラーニングは、教師データとより高精度に対応づけることが可能になった。

ニューラルネットワーク・ディープラーニングの特徴

◆ニューラルネットワーク・ディープラーニングは、従来型のプログラムと異なる特徴がある。

- ディープラーニングによって、**特徴量と呼ばれるデータの中で注目すべきポイント**をコンピュータ自ら検出できるようになりつつある。
 - ・画像データをプログラミングによって分類する場合、従来は「リンゴは赤い」「リンゴは丸い」といった特徴量を人間が入力、指定する必要があった。
- 人間がプログラミングすることなく、大量の教師データを与えることで、**コンピュータ自ら学習**することができる。
 - ・従来型の「If-Then-Else 型」のプログラムでは「丸くて赤い物であれば、リンゴ」と出力することはできるが、同じ丸くて赤い物である「リンゴとトマトの識別」の条件設定やプログラミングは困難である。
 - ・ニューラルネットワーク・ディープラーニングは従来型のプログラムとは根本的に異なり、論理や言語で説明困難な特徴をコンピュータが自動的に習得する。
- コンピューターの判別基準は、サービス提供者にとってもブラックボックスであり、説明することができない。
 - ・リンゴとトマトを高い精度で識別・ラベル付与ができるが、なぜそのように識別したのかは説明できない。
 - ・識別・ラベル付与に関する信頼度合いを出力できるが、識別の基準（例：色が3割、形が7割）といった分解はできない。
- ニューラルネットワーク・ディープラーニングは、本番同様の学習・環境設定を行わずには精度や実用性の想定は困難である。

Google の CLOUD VISION API における 画像認識のラベル付け（リンゴとトマト）

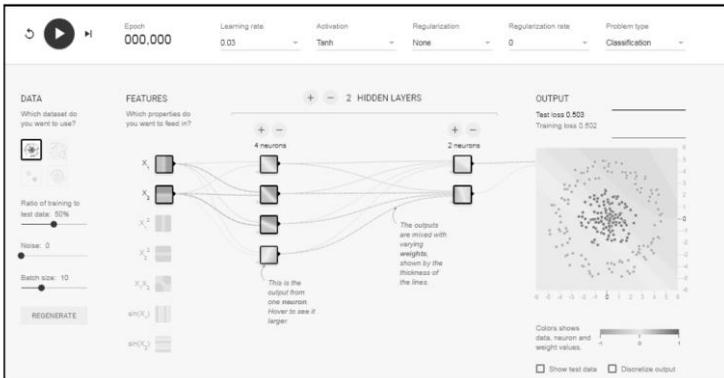


【出所】 CLOUD VISION API [Google Cloud Platform]
<https://cloud.google.com/vision/?hl=ja>

A Neural Network Playground

- ◆ 「ニューラルネットワーク」「ディープラーニング」のイメージを確認できるウェブサイトもある。
 - 「A Neural Network Playground」は、画面左上の再生ボタンを押すことで、画面右側の青とオレンジの点を塗り分けを行う「ニューラルネットワーク」「ディープラーニング」の確認サイトである。
 - ・「A Neural Network Playground」は、Daniel Smilkov 氏と Shan Carter 氏によって、主に教育目的で制作された。
 - ・右側の画像の上にある「Test loss」や「Training loss」は、それぞれテスト用データと学習用データで正しく塗り分けができなかった割合を指す。
 - ・機械学習においては、入手したデータをモデル構築用の学習用データと構築したモデルの精度を検証するテスト用データに分けることがある。
 - 再生ボタンを押して 10 秒程度待つと、学習用データに合わせて重みを調整することで、loss（ロス）が小さくなる。
 - ・画面上に[Epoch]と表示されているのが、教師データに合わせて重みを調節し直した回数に該当し、再生時間に応じて増加する。
 - 画面左側の画像で模様を複雑にしたり、Noise（ノイズ）を大きくすることで、塗り分けをより難しくできる。

「A Neural Network Playground」の画面



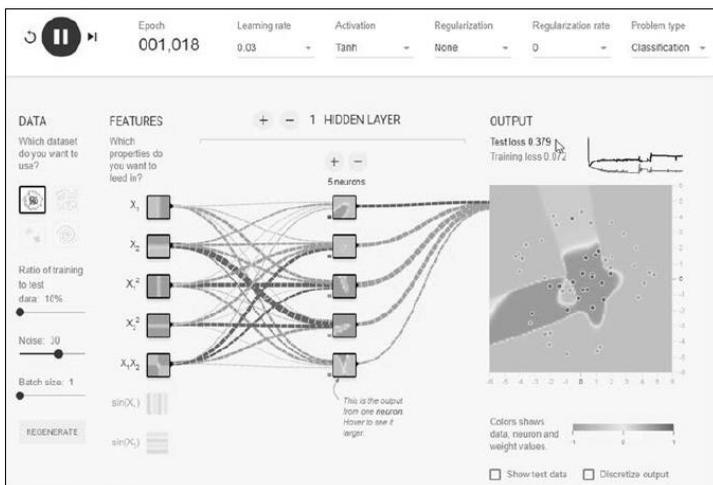
【出所】 A Neural Network Playground
<http://playground.tensorflow.org/>

隠れ層が1層の場合（ニューラルネットワークのイメージ）

◆ 隠れ層が1層のケースが、ディープラーニングではないニューラルネットワークに該当する。

- **HIDDEN LAYER**（隠れ層）が1層となっていると、ディープラーニングではないニューラルネットワークのイメージとなる。
 - ・ **HIDDEN LAYER**（隠れ層）の左側の「＋」をクリックすることで、中間層を増減させることができる。
- 下の画像の例では、初期設定からノイズを増加させ 30 とし、各層におけるユニット数は5個としている。
 - ・ 各層の上側にある「＋」をクリックすることで層内の神経細胞にあたるユニット数を増減させることができる。

隠れ層が1層のニューラルネットワークのイメージ



【出所】 A Neural Network Playground
<http://playground.tensorflow.org/>

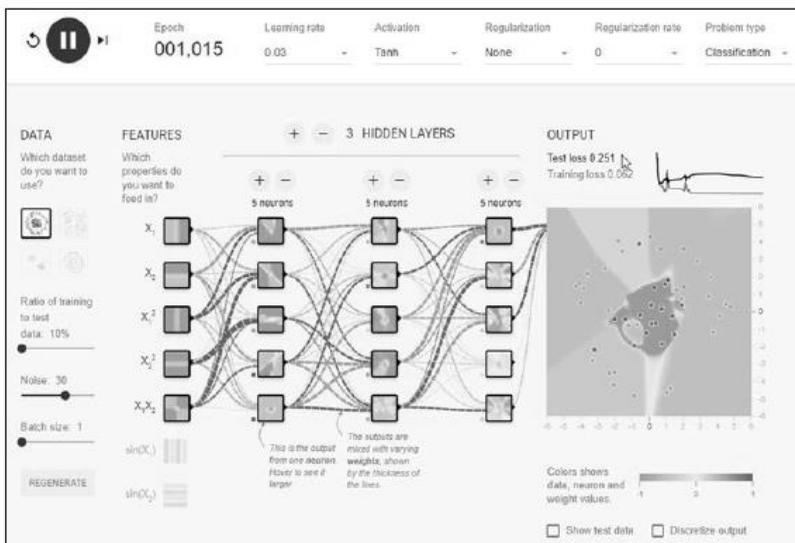
- 約1,000回重みの調整をした段階における Test loss が 0.379、Training loss が 0.072 と算出され、画面右の画像により塗り分けられない部分の割合を確認できる。
 - ・ A Neural Network Playground では、画面左下の「REGENERATE」をクリックすると点が再生成されるため、実行ごとに微妙に結果は異なる。

隠れ層が2層以上の場合（ディープラーニングのイメージ）

◆ 隠れ層を増やし、ディープラーニングに対応する形にすると、loss が低下する傾向がある。

- HIDDEN LAYER（隠れ層）が2層以上となっているのが、ディープラーニングのイメージである。
- 下の画像の例では、隠れ層を3層として、各層のユニット数はニューラルネットワークと同じ5としている。

隠れ層が3層のディープラーニングのイメージ



【出所】 A Neural Network Playground
<http://playground.tensorflow.org/>

- 約1,000回重みの調整をした段階における Test loss が 0.251、Training loss が 0.062 と算出され、塗り分けられない部分の割合は隠れ層が1層のときと比較して減っていることが分かる。
- ディープラーニングを利用することで、より高精度の分析や判別が可能となってきている。

人工知能サービスに関するクラウド・APIの利用

◆クラウド・APIを利用することで、安価に高精度の人工知能サービスを利用できる。

- 「教師あり学習」の人工知能サービスの精度を高めるためには、より多くの教師データが必要である。
 - ・ 教師データの形式が不統一であったり、教師データに誤りがあったりすると、高精度の人工知能サービスの構築ができない。高精度の人工知能サービスの構築には、まず人間が講座 3-1 に示した「データ形式を標準化」「データクレンジング」を行うことで、教師データを整備することが必要である。
- 世界規模のクラウドプラットフォームでは、相対的に高精度の人工知能サービスを提供している。
 - ・ 講座 2-2 に示した Amazon が運営する AWS (Amazon Web Service)、Microsoft が運営する Azure、Google が運営する Google Cloud Platform の三大クラウドプラットフォームに加えて、IBM が運営する IBM Cloud の Watson では、世界規模で人工知能サービスを提供している。

世界規模でのクラウドプラットフォーム・人工知能サービスを提供しているブランド



Amazon Web Servicesは、米国その他の諸国における Amazon.com, Inc.またはその関連会社の商標です。



Microsoft Azureは、米国 Microsoft Corporation およびその関連会社の商標です。



Google Cloud Platform
© 2017 Google LLC All rights reserved. Google および Google Cloud は Google LLC の登録商標です。



IBM Watson is a trademark of International Business Machines Corporation, registered in many jurisdictions worldwide.

- 世界規模のクラウドプラットフォームは、検索サービスを提供しているなど、人工知能サービスの精度向上に必要な教師データを収集しやすい環境を持っている。
- クラウドが提供している人工知能サービスを一時的に借りる方法として、API の利用が挙げられる。
 - ・ 講座 1-5 において示したように、インターネットを経由して人工知能に関するサービスを利用できる API もある。
 - ・ ディープラーニングは、並列計算による高速化の余地が大きく、講座 2-5 に示した GPU クラウドコンピューティングも活用されている。

ニューラルネットワーク・ディープラーニングの応用例

◆ニューラルネットワーク・ディープラーニングのビジネス面への応用には代表例がある。

- ニューラルネットワーク・ディープラーニングを用いた人工知能サービスの代表例として、**画像認識**、**音声認識**、**音声合成**、**テキスト処理**、**翻訳**が挙げられる。

<p>画像認識</p> 	<p>画像データから、連想されるキーワードを出力したり、顔の画像を検出したりできる。 応用例：・顔画像から性別や年齢を推定 ・手書き文字画像のテキスト変換</p>
<p>音声認識</p> 	<p>音声データから、人間の発声を言葉として認識し、テキストとして文字起こしできる。 応用例：・声の抑揚に基づく強調点の抽出 ・声から健康やストレスの検出</p>
<p>音声合成</p> 	<p>テキストデータから、自然に聞こえる人間の発声を合成し、文章として読み上げることができる。 応用例：・歌を歌う（ボーカロイド） ・特定の人物の発声を真似る</p>
<p>テキスト処理</p> 	<p>テキストデータから、内容を要約したり、内容に基づく文章の採点・分類をしたりできる。 応用例：・議事録から議事要旨の作成 ・口語体から文語体への変換</p>
<p>翻訳</p> 	<p>テキストデータから、経験豊かな翻訳者が訳したような正確かつ自然な翻訳文を作成できる。（多言語翻訳にも対応） 応用例：・特定の翻訳者の訳し方を反映した翻訳</p>
<p>複数機能の組み合わせによる高度な活用も可能</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ 「画像認識＋音声認識」を組み合わせることで、複数の知覚に基づく高精度の認識 ◆ 「音声認識→テキスト処理→音声合成」を組み合わせることで、人間と対話できるコンピューターの構築 	

ニューラルネットワーク・ディープラーニングのサービス例

◆ニューラルネットワーク・ディープラーニングは、画像認識や翻訳に活用されている。

- Microsoft Azure では、ディープラーニングに基づく画像認識をウェブブラウザを使って体験できる。
 - ・ Azure の Computer VISION API のデモでは、利用者が指定したウェブ上の画像やアップロードした画像に対して連想されるキーワードを表示している。

Microsoft Azure のデモサイトにおける画像認識

	<table border="1"><tr><td>特徴名:</td><td></td></tr><tr><td>説明</td><td>{ "tags": ["outdoor", "building", "city", "background", "large", "water", "tall", "clock", "front", "tower", "top", "sitting", "street", "boat", "parked", "standing", "blue", "river", "sign", "ocean", "flying", "airplane", "man"], "captions": [{ "text": "the tower of the city", "confidence": 0.9085732 }] }</td></tr><tr><td>タグ</td><td>[{ "name": "sky", "confidence": 0.99568224 }, { "name": "outdoor", "confidence": 0.990158 }, { "name": "building", "confidence": 0.96608603 }, { "name": "city", "confidence": 0.5801872 }, { "name": "tall", "confidence": 0.4686955 }, { "name": "tower", "confidence": 0.343788415 }]</td></tr></table>	特徴名:		説明	{ "tags": ["outdoor", "building", "city", "background", "large", "water", "tall", "clock", "front", "tower", "top", "sitting", "street", "boat", "parked", "standing", "blue", "river", "sign", "ocean", "flying", "airplane", "man"], "captions": [{ "text": "the tower of the city", "confidence": 0.9085732 }] }	タグ	[{ "name": "sky", "confidence": 0.99568224 }, { "name": "outdoor", "confidence": 0.990158 }, { "name": "building", "confidence": 0.96608603 }, { "name": "city", "confidence": 0.5801872 }, { "name": "tall", "confidence": 0.4686955 }, { "name": "tower", "confidence": 0.343788415 }]
特徴名:							
説明	{ "tags": ["outdoor", "building", "city", "background", "large", "water", "tall", "clock", "front", "tower", "top", "sitting", "street", "boat", "parked", "standing", "blue", "river", "sign", "ocean", "flying", "airplane", "man"], "captions": [{ "text": "the tower of the city", "confidence": 0.9085732 }] }						
タグ	[{ "name": "sky", "confidence": 0.99568224 }, { "name": "outdoor", "confidence": 0.990158 }, { "name": "building", "confidence": 0.96608603 }, { "name": "city", "confidence": 0.5801872 }, { "name": "tall", "confidence": 0.4686955 }, { "name": "tower", "confidence": 0.343788415 }]						

東京スカイツリーの画像を指定すると、sky (空)、outdoor (野外)、building (建物)、city (都市)、tall (高い)、tower (塔) といった連想されるキーワードを出力する。

【出所】 Computer VISION API [Microsoft (Azure)]

<https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/computer-vision/>

- Google 翻訳は、2016 年 11 月の「ニューラルネットに基づく機械翻訳 (Neural Machine Translation)」の導入により翻訳精度が向上した。
 - ・ Google の翻訳チームは「過去 10 年の開発の歴史を振り返っても、それを大きく上回る飛躍的な前進」と記している。

【出所】 Google 翻訳が進化しました。[Google Japan Blog]

<https://japan.googleblog.com/2016/11/google.html>

- 人工知能の分析技術のニューラルネットワーク・ディープラーニングは、様々なサービスにおける活用が期待されている。

出典：

総務省 ICT スキル総合習得プログラム 講座 3-5

(https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_3_5.pdf) を加工して作成

※本資料に記述のある「講座〇-〇」は、以下の「総務省 ICTスキル総合習得プログラム」の講座名を示します。

「講座1-5」

「コース1 (データ収集)」「1-5 APIによるデータ収集と利活用」

https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_1_5.pdf

「講座2-2」

「コース2 (データ蓄積)」「2-2 クラウドのサービスモデル・実装モデル」

https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_2_2.pdf

「講座2-5」

「コース2 (データ蓄積)」「2-5 多様化が進展するクラウドサービス」

https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_2_5.pdf

「講座3-1」

「コース3 (データ分析)」「3-1 ビッグデータの活用と分析に至るプロセス」

https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_3_1.pdf

「講座3-4」

「コース3 (データ分析)」「3-4 相関と回帰分析 (最小二乗法)」

https://www.soumu.go.jp/ict_skill/pdf/ict_skill_3_4.pdf