

---

IoT eラーニング

ディープ・ラーニング  
(概要、仕組み)

国立大学法人 琉球大学

---

- ディープ・ラーニングの概要
  - ディープ・ラーニングとは
  - ディープ・ラーニングのイメージ
  - 機械学習の手法
- ディープ・ラーニングの仕組み
  - 教師あり学習
  - 教師なし学習
  - 強化学習
  - 強化学習のモデル
  - ディープ・ラーニングの課題
  - 畳み込みニューラルネットワーク
  - 畳み込みニューラルネットワークの考え方
  - 再帰型ニューラルネットワーク

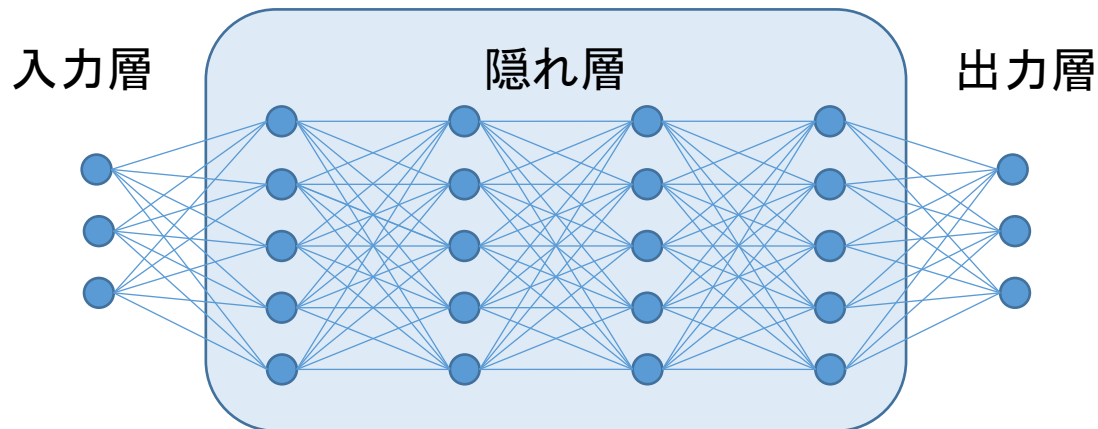
# ディープ・ラーニングの概要

## ● ディープ・ラーニングとは

ディープ・ラーニングとは、ニューラルネットワークの機械学習の一種である。他の機械学習では到達しえないレベルの精度を実現することを目的としている。

ニューラルネットワークの隠れ層を増やしたものを「ディープ・ニューラルネットワーク」と呼んでいる。このディープ・ニューラルネットワークで学習することをディープ・ラーニングと呼んでおり、深く学習するということから「深層学習」とも呼ばれている。

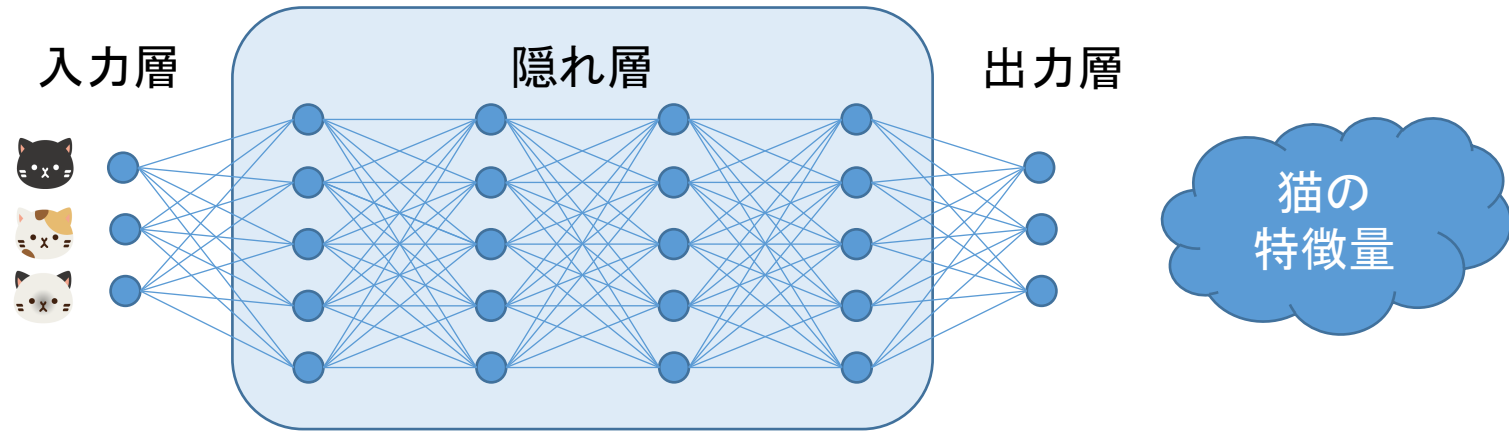
層が増えることで処理と情報伝達が増加し、特徴量の質や汎用性などの向上が図れる可能性を増やしている。



# ディープ・ラーニングの概要

## ● ディープ・ラーニングのイメージ

猫の画像から猫を学習するディープ・ラーニングのイメージは次のようになる。



たくさんの猫の画像を入力し学習させることで、猫の特徴量を抽出し「猫」が分類できるようになる。

入力データが多ければ多いほど、抽出される特徴量は正確性が上がることになる。

ニューラルネットワークでは、ネットワークのチューニングと数多くの訓練で膨大な量のデータを処理させることで、正解を導き出す確率が高いものへと成長する。

## ● 機械学習の手法

機械学習の手法は大きく分けると次のようになる。

### ➤ 教師あり学習

正解がわかっている問題と答えのセットをもとに、どうしてそれが正解なのかを考えさせる学習方法である。例えばたくさんの猫の画像を正解（ラベル）として与え、求めだした特徴量から猫の分類を学習させる。これにより猫の画像を与えられると膨大な特徴量から猫を識別できるようになる。

### ➤ 教師なし学習

正解のないデータで機械学習を行うことである。入力データの傾向を捉え近いデータ同士をグループ化したり、入力データの情報を削減し抽象化することを学習させることである。

### ➤ 強化学習

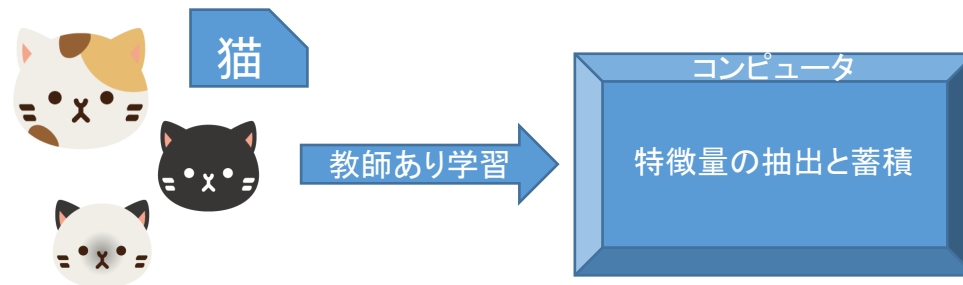
チェスなどで選択された手のフィードバックをもとに、選択された手の価値を高めていくことを強化学習という。

# ディープ・ラーニングの仕組み

## ● 教師あり学習

訓練用データとして、猫のラベル（正解）付き画像データを入力する。  
正解がわかっているため、分析した特徴量は猫の特徴を表していることを学習する。

正解の画像を変えながら繰り返し学習することによって、猫に分類される特徴量の蓄積を行う。これにより、機械が猫の画像が入力されると猫と認識する精度が上がっていくことになる。



猫の画像で教師あり学習

## ● 教師なし学習

教師なし学習は、教師あり学習のように正解のあるデータが用意できないようなものに使われる学習方法である。

正解が求められない予測や分析などの分野で使われる。また、膨大なデータの中からコンピュータに何かを発見させたり、学習させたりする際に使用される。

データマイニングなど、分野では未知のデータの中から特徴を探り出すなど正解がないので教師なし学習の手法をとる場合が多くなる。

## ● 強化学習

強化学習は、人間が自転車に乗れるようになるまでを学習に当てはめることができる。

人間が初めて自転車に乗った場合、何度も転びながらも繰り返し練習することによって走れる距離を少しずつ増やしていく。機械学習も精度の荒い結果が出ていても、直近の目標を達成させて次のステップを目指し繰り返し学習させる。このことによって精度の高い結果を求める方法と言える。

強化学習は、コンピュータに試行錯誤させて失敗や成功から学んでいく学習方法となる。

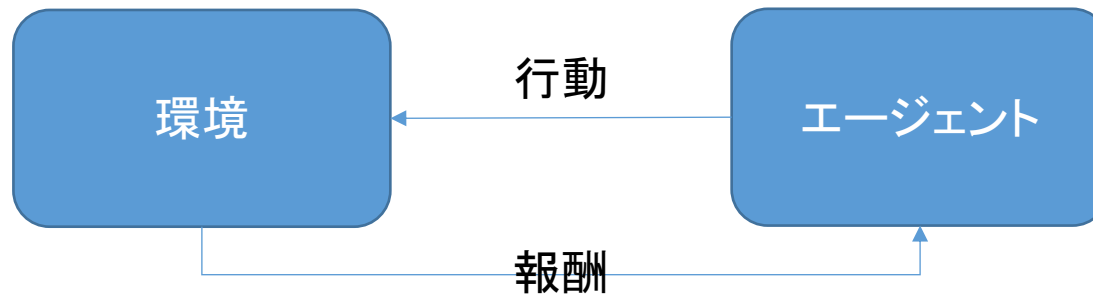
しかし、膨大な訓練を課したとしても、コンピュータには何が成功なのかがわからず学習が進まない。そこで、学習目標として、訓練の成果に対する得点を与えることで成功と判断する要素を与える。これを報酬と呼ぶ。



# ディープ・ラーニングの仕組み

## ● 強化学習のモデル

強化学習は繰り返し学習する必要があり、結果としての報酬が必要となる。学習を行うコンピュータを含めて強化学習を図式化すると次のようになる。



この図では、エージェントが行動を起こすと、環境から行動に対する報酬が与えられ、報酬を受け取ったエージェントはさらに良い報酬を受けられるよう次の行動を起こすことを表している。

例えば、

- ◆ サルを「エージェント」
- ◆ 仕掛付きの檻を「環境」
- ◆ サルが動くことを「行動」
- ◆ 成功して得られるエサを「報酬」とする。

# ディープ・ラーニングの仕組み

仕掛付きの檻の外には透明なケースにエサが満たされており、檻の中のスイッチを押すとエサの一部が檻の中に落ちる仕組みになっているとする。

サルが檻の中に初めて入れられると、目の前のエサを得ようと檻から手を伸ばしたり様々な行動を起こすが、スイッチが押されない限りエサが落ちてくることがない。エサを得ようとさらに動いているうちに偶然スイッチが押され、エサが落ちてきてサルはエサを食べることができる。サルは何故エサが落ちてきたのかを考えながら次の行動を起こす。そのうちサルはスイッチに触るとエサが落ちてくることを理解し、エサを得るためにスイッチを押す行動を起こすようになる。

プロ棋士に勝ったことで有名になったAlphaGoも強化学習が使われている。

インターネット上にある囲碁対局サイトにある3000万手の膨大な棋譜データを使用し自己学習し、次にコンピュータ同士による対戦を行わせる強化学習を行った。

この対戦で3000万局に及ぶ学習が行われプロ棋士に勝利するまでになっている。

# ディープ・ラーニングの仕組み

## ● ディープ・ラーニングの課題

過学習とは、訓練データに対しては学習されていくが、訓練データにはない未知のデータに対しては精度が下がる現象のことをいう。

モデルが複雑で自由度が高すぎると発生しやすくなると言われている。

ディープニューラルネットワークは隠れ層を多層化することで、深い思考が可能となると考えられる。多層になるほどニューロンの処理と伝達が増し、算出される特徴量が増えるため、解答の精度が良くなるだろうと考えられ研究されてきた。

しかし、むやみに隠れ層を増やし複雑化を増すと過学習が発生し、訓練の時は成績が良いのに、実践では成果を出すことができないという事象に陥ってしまう可能性がある。

## ● 畳み込みニューラルネットワーク

畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Networks : CNN）は名前の意味から仕組みを理解することは困難である。

一般的な畳む、織り込むなどの言葉から受ける意味とは違い、畳み込み積分などの数学で用いられる言葉から来ているからである。

畳み込みニューラルネットワークは、無関係な結合を切ってしまい関係性が高い結合だけを残し過剰な条件（結合関係や重み等）の数を減らしてしまう、という発想から考え出された学習方法である。

この方法で条件は激減し、過学習を回避して成果の向上が多く示され、ディープ・ラーニングの進化において、畳み込みニューラルネットワークは必要不可欠な学習方法となっている。

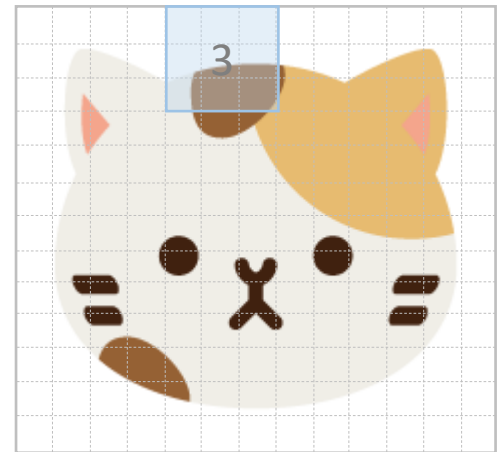
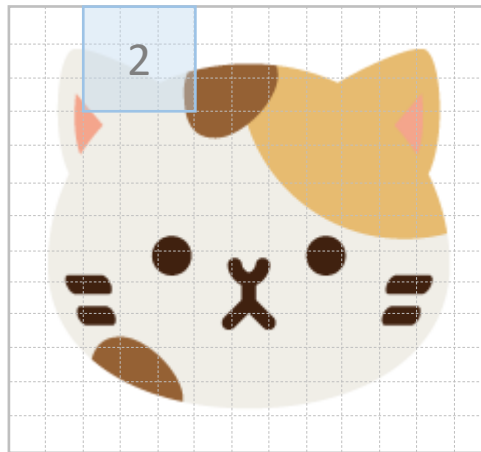
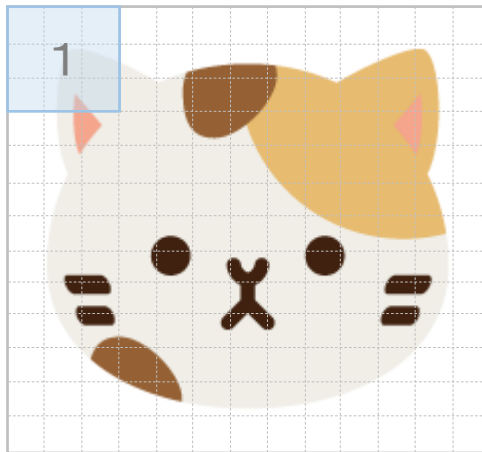
# ディープ・ラーニングの仕組み

## ● 畳み込みニューラルネットワークの考え方

畳み込みニューラルネットワークの考え方は次のようになる。

例として猫の画像解析を想定する。

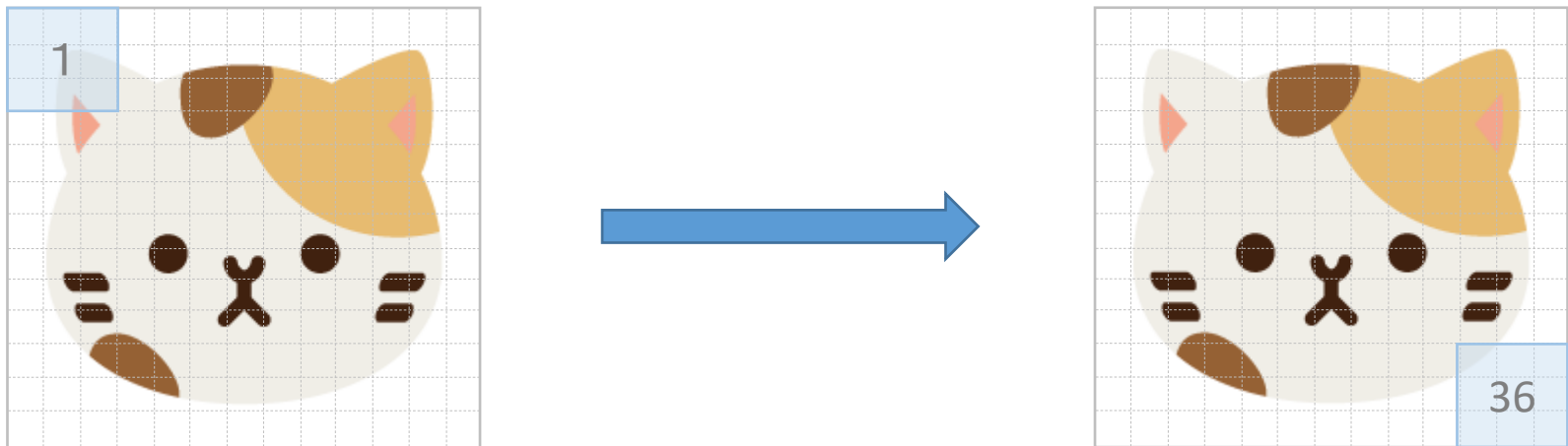
画像をピクセル単位などで分割する。下図の青い矩形のように、任意の範囲を1ピースとして扱う。このピースを少しずつずらしながら画像解析を進めて行く。  
下図の場合、1ピースから3ピースへとピースが移動しており、それぞれで画像を切り出し情報を解析する。



# ディープ・ラーニングの仕組み

画像の切り出しと解析が進んでいくと、下図の場合、1ピースから36ピースまで画像の解析が進んで、全体像を解析したイメージになる。

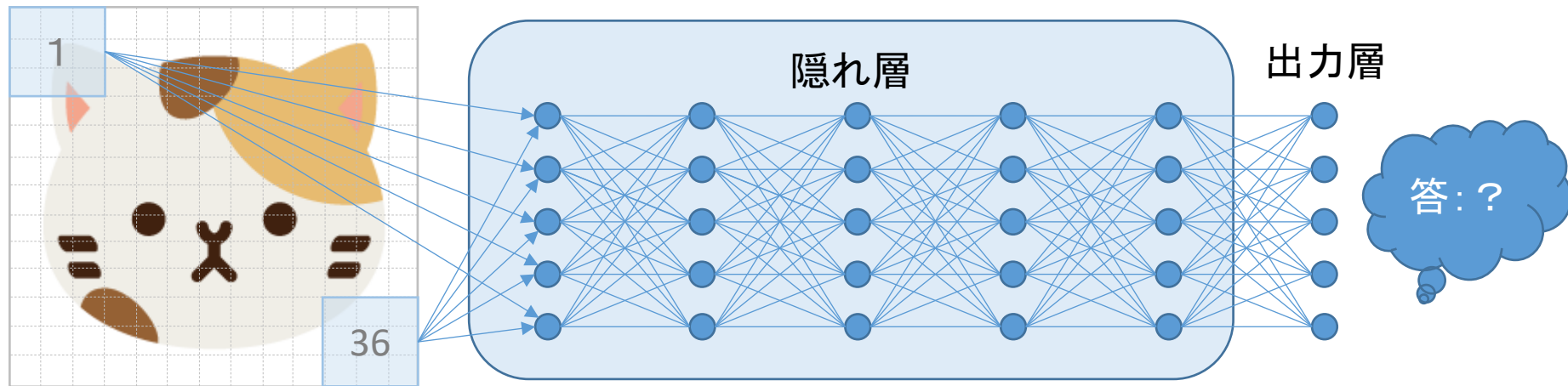
解析された1ピースと36ピースは離れており、関係性は前図の2ピースなどと比べ薄く、1ピースと36ピースを結び付けても正解を求める助けとはならない。



# ディープ・ラーニングの仕組み

古いタイプのディープ・ラーニングでは1ピースの情報も36ピースの情報も、すべて次の層の同じニューロンに接続し伝えていた。

下図のイメージでは、同じニューロンに伝えられており、過学習が発生し猫を認識することができずに回答することが出来なかったことを示している。



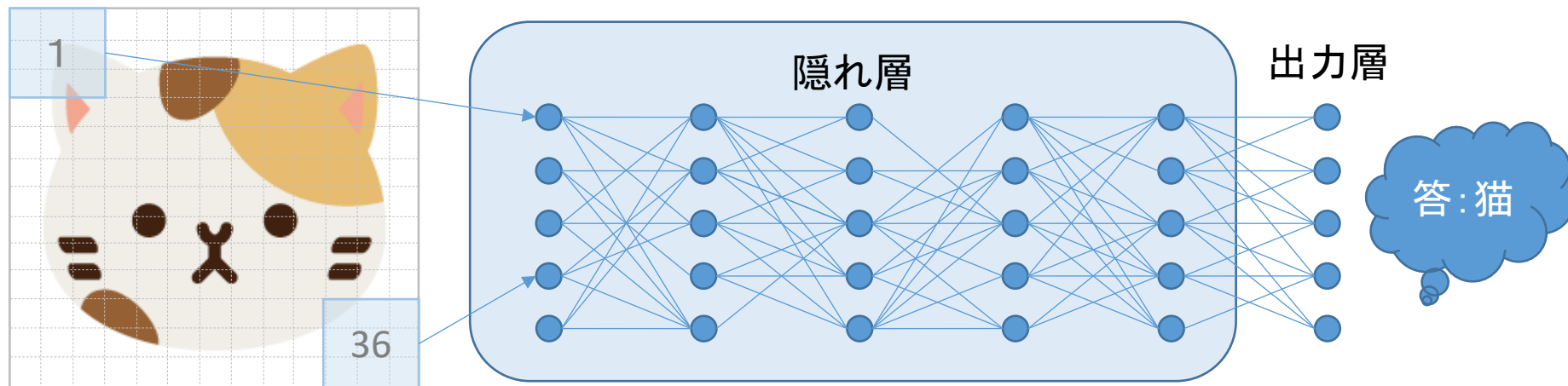
# ディープ・ラーニングの仕組み

畳み込みニューラルネットワークでは、関連性の高いニューロンにだけ伝播していくよう関係性の薄いニューロンには接続せずに、関係性の高いニューロンへ接続するようにしている。

これは、層の間の結合が少なくなり制限を与えることになるが、関係のないニューロンへの伝播により拡散していたバックプロパゲーションも関連性の高いニューロンに伝播していくこととなる。

これにより学習の成果が上がり、過学習を抑える結果にもつながった。

下図のイメージでは、関連性のあるニューロンにだけ伝えられており、過学習の発生も抑えられ、猫を認識することが出来たことを示している。





# ディープ・ラーニングの仕組み

畳み込みニューラルネットワークでは、

- ◆ 畳み込み層やプーリング層など特徴量を取り出す層
  - ◆ 全結合層やドロップアウト層など特徴量に基づく分類を行う層
- など、いろいろな手法のモデルや演算が使われている。

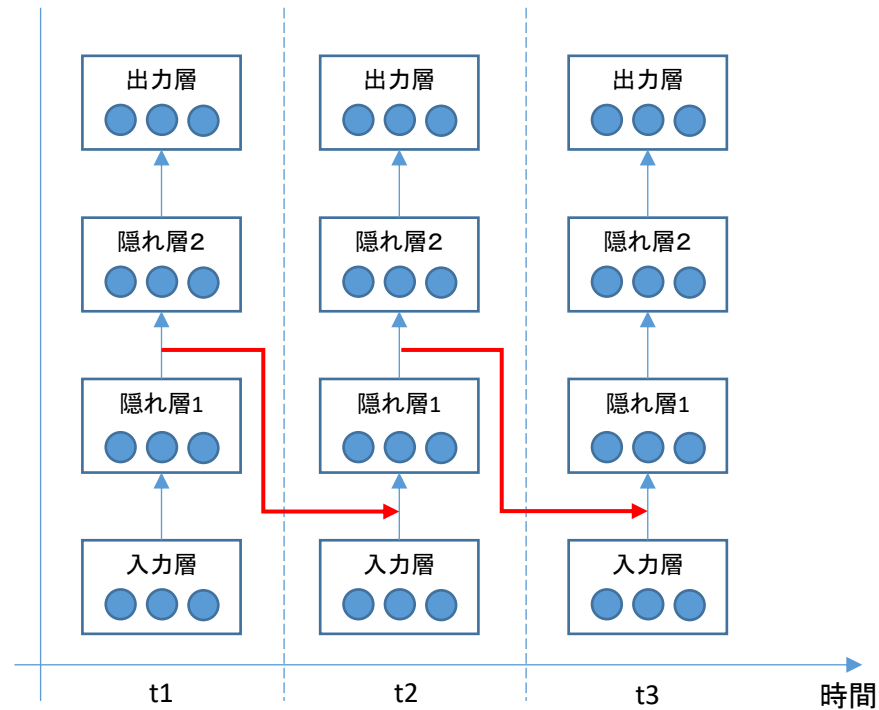
これらの手法により、さまざまな特徴が取り出され、正解を求める上で無関係な結合が切られたように学習を進めて行く仕組みである。

# ディープ・ラーニングの仕組み

## ● 再帰型ニューラルネットワーク

再帰型ニューラルネットワーク（Recurrent Neural Network : RNN）とは、自身が出力した情報が、時間経過した自身の入力として戻ってくるニューロンが存在するネットワークのことである。

下図のイメージは  $t1$  から  $t3$  へ時間が推移し、隠れ層1のあるニューロンから出力された情報が、次の時刻の自身の入力として戻ってきていることを表している。

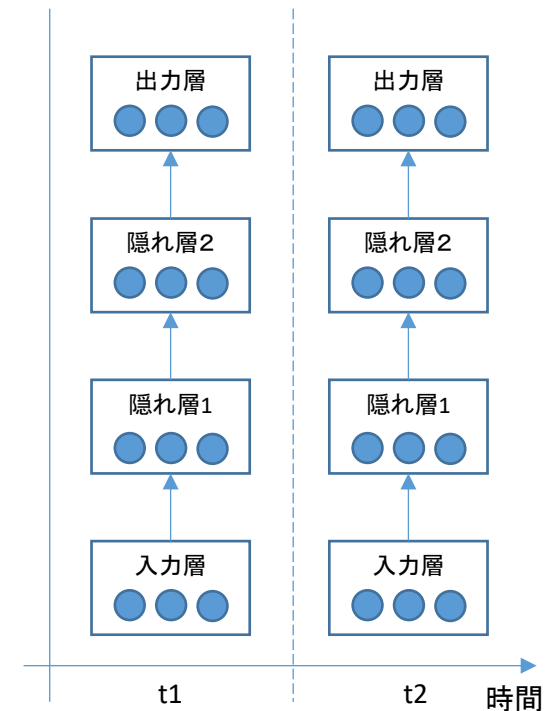


# ディープ・ラーニングの仕組み

再帰型ニューラルネットワークはネットワークに時間的な相関関係を取り込んだモデルとなっている。

例えば、右図の t1 時刻に犬の画像を、t2 時刻に猫の画像を入力した場合、t2 時刻のネットワークは前に犬の画像が与えられたことを知らないが、個々の画像は独立しているので過去の画像を知らなくても t2 のネットワークは猫と答えることができる。

しかし、t1 時刻に「お腹」、t2 時刻に「が」が与えられ、次の単語を予測する問題が与えられた場合、t2 時刻のネットワークは前に「お腹」が入力されていることを知らないで、「が」だけでは問題を解くことが出来ない。  
前頁の図のように t1 時刻で入力された「お腹」が t2 時刻のネットワークに伝播することで「空いた」を予測することが出来る。



このように、過去の入力も必要とする問題を解決する手法として再帰構造を持つ再帰型ニューラルネットワークは、主に自然言語処理を目的としたディープ・ラーニングの進化において重要なモデルとなっている。