

Neural Network Console クラウド版 スターターガイド -異常検知(PaDiM)編-

ソニーネットワークコミュニケーションズ株式会社

概要

本ドキュメントではNeural Network Console(NNC)で教師なし異常検知アルゴリズムであるPaDiM(Patch Distribution Modeling)を利用した異常検知モデルを作成する一連の流れをまとめました。

サンプルプロジェクトを利用してモデル作成を行う流れになっていますので、Deep Learningモデルの設計ノウハウが無い方でも取り組み易い構成になっています。

目次

1

教師なし異常検知とは

2

アカウントサインイン

3

データセット作成

4

異常検知モデル作成

目次

1

教師なし異常検知とは

2

アカウントサインイン

3

データセット作成

4

異常検知モデル作成

■ 機械学習による異常検知タスク

これまで

異常画像を大量に収集する必要がある



異常画像が集まらず諦める . . .



Neural Network Console クラウド版なら

学習に必要な画像は、正常画像のみ！

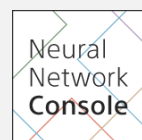


【 教師無し学習の手法の一つであるPaDiM（Patch Distribution Modeling）による画像の異常検出 】
Sonyが独自に学習を行った事前学習モデル※を利用して、特徴量分布を比較します。（※商用利用可能）

学習



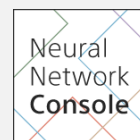
正常画像のみ



推論



検査する画像



異常の定義が出来ない、異常画像が集められない、といった現場において効果を発揮します。

教師なし異常検知とは

異常検知は、他の多数のデータとは振る舞いが異なるかどうかを判別するタスクです。

取り扱うデータ形式はテキスト、機械、画像データなどで、手法はデータ、解決したい問題、モデル作成の期間・工数に応じて適切なものを選択する必要があります。

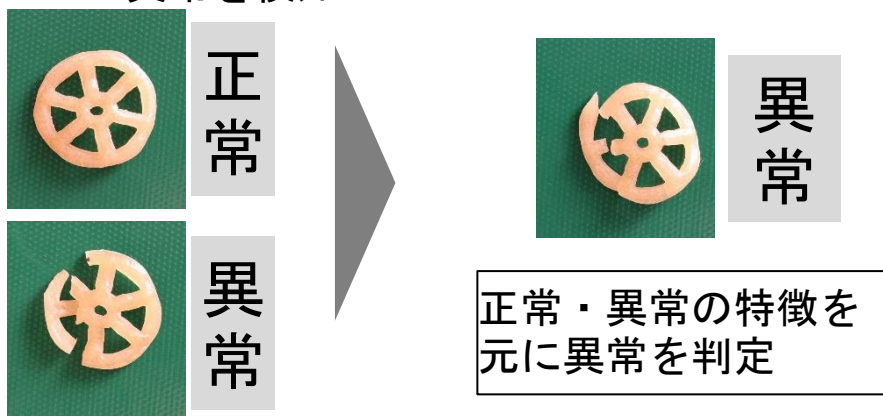
異常検知手法としては教師あり異常検知と教師なし異常検知があります。教師なし異常検知では正常データのみから学習を行うため、異常なデータを多量確保できない場合に有効です。

本ドキュメントでは教師なし異常検知アルゴリズムであるPaDimを利用した画像の異常検知を行います。

異常検知技術

教師あり異常検知

正解ラベルを持ったデータを利用して異常を検知



教師なし異常検知

正常データのみを利用して異常を検知
(学習データには正解ラベルなし)



PaDiMとは

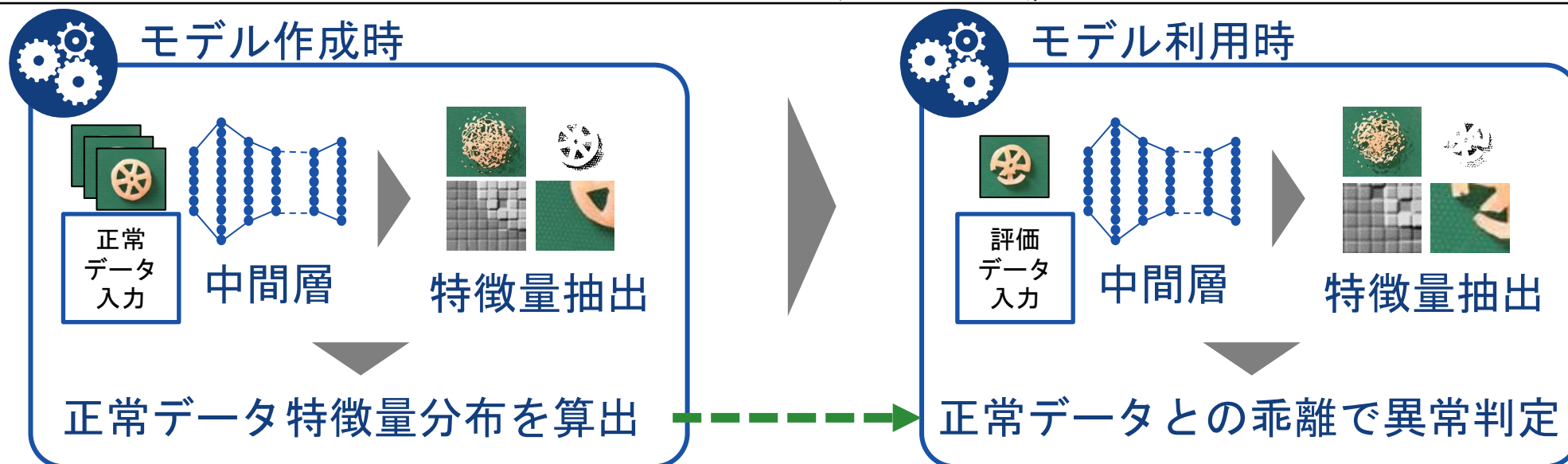
PaDiM(Patch Distribution Modeling)とは、学習済みモデルを利用し画像の異常検知を行うためのアルゴリズムです。

画像認識で用いる機械学習モデルの中間層の出力は、画像の特徴量としてさまざまなタスクに応用できることが知られています。正常データを学習済みモデルに通した際の中間層の出力を特徴量とし、その特徴量分布を算出します。**正常データの特徴量分布との乖離**によってその画像が異常か判定します。

モデル作成の際には正常データのみのデータセットを使用し、**異常データを必要としません**。

NNCのPaDiMプラグインで用いる学習済みモデルは、**Sony独自のデータセット**で学習されており、**商用利用可能**です。

PaDiMアルゴリズムの流れ



PaDimの入出力データ（スナック菓子の画像）

画像データを入力として、**どの部分が異常かどうかをピクセル単位で数値出力**します。数値が高く（下画像の色が鮮やかな部分）なっている場合、その部分が異常である可能性が高いです。

入力画像



異常部分
(着色している)

出力データ※



PaDimによって
異常である可能性が高いと判断

※出力データをヒートマップとして可視化し、入力画像に合成したもの。

PaDimの入出力データ（電子基盤の画像）

画像データを入力として、**どの部分が異常かどうかをピクセル単位で数値出力**します。数値が高く（下画像の色が鮮やかな部分）なっている場合、その部分が異常である可能性が高いです。

入力画像



異常部分
(着色している)

出力データ※



PaDimによって
異常である可能性が高いと判断

※出力データをヒートマップとして可視化し、入力画像に合成したもの。

目次

1

教師なし異常検知とは

2

アカウントサインイン

3

データセット作成

4

異常検知モデル作成

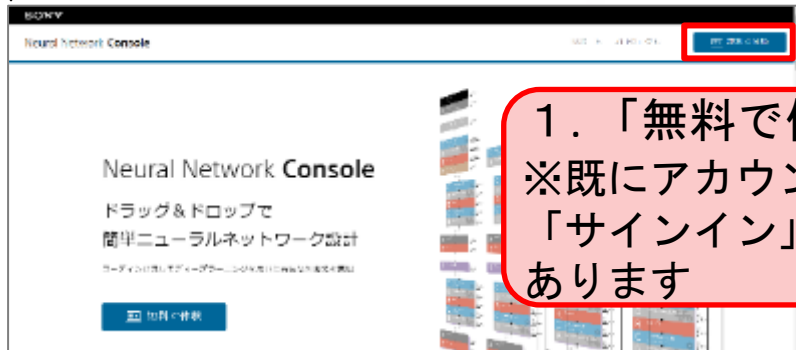
サインインページへの移動

Chromeを利用して、<https://dl.sony.com/ja>に移動します。

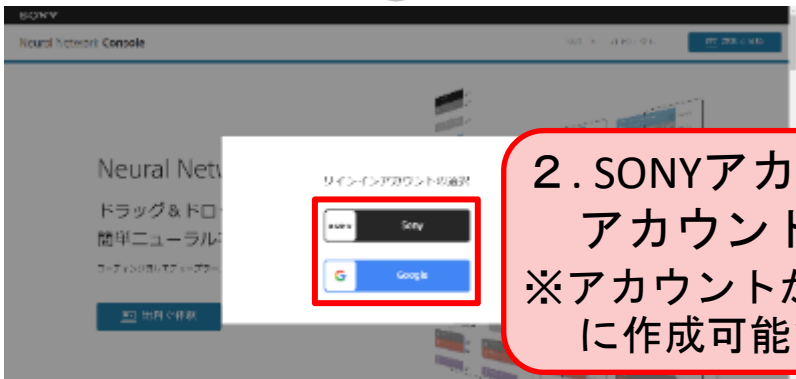
ページの右上にある「無料で体験」をクリックします。

サインインするためのアカウントをSONYアカウントまたはGoogleアカウントから選択します。どちらを選択してもこのドキュメントの内容は進めることが可能です。

サインインページへの移動方法



1. 「無料で体験」をクリック※
※既にアカウント作成済みの場合は「サインイン」と表示される場合があります



2. SONYアカウントまたはGoogleアカウントのどちらかを選択
※アカウントがない場合には選択後に作成可能です

GoogleアカウントとSonyアカウントの違い

Sony アカウント

- ✓ Sonyアカウントを利用しているその他のサービスとのアカウント連携が可能
- ✓ Sonyアカウントを既にお持ちの場合は、アカウント作成不要でNNCの利用が可能

Google アカウント

- ✓ Googleアカウントを利用しているその他のサービスとのアカウント連携が可能
- ✓ Googleアカウントを既にお持ちの場合は、アカウント作成不要でNNCの利用が可能

SONYアカウントでのサインイン

SONYアカウントに登録しているメールアドレス・パスワードを入力し、ログインを行います。

※アカウントをお持ちでない方は、「新しいアカウントの作成」から新規作成を行ってください。

詳細は、Appendixの[SONYアカウントの取得方法](#)に記載があります。

1. メールアドレスの入力

SONY

×

サインイン

一つのアカウントで、Sonyグループの複数サービスへアクセス
もっと詳しく

サインインID

☐ サインインIDを記憶する

パスワード 

サインイン

サインインでお困りですか？

2. 利用規約への同意

[illegible]

Googleアカウントでのサインイン

Googleのメールアドレス・パスワードを入力し、ログインを行います。

1. メールアドレスの入力

2. パスワードの入力

3. 利用規約への同意

目次

1 教師なし異常検知とは

2 アカウントサインイン

3 データセット作成

4 異常検知モデル作成

データの有無と本パートの進め方について

本ドキュメントではデータをお持ちの方とそうでない方の両方を読者として想定しています。
データがない方はオープンデータなどをご利用ください。
以下でそれぞれにあった進め方を確認してください。

1. データをお持ちの方

データセット分割などの作業が必要ですので、次頁以降を読み進めてください。ご準備いただいたデータの画像サイズは事前に統一していただく必要はありません。

2. データがなく、オープンデータを利用される方

データをお持ちでない場合でも、[UCI Machine Learning Repository](#)や[Kaggle](#)等で公開されているウェブ上のオープンデータを利用することで、データセット作成から一連のモデル作成を体験できます。データをダウンロードのうえ、「1. データをすでにお持ちの方」と同様に、次頁以降を読み進めてください。ダウンロードしたデータの画像サイズは事前に統一していただく必要はありません。

データセット作成のステップ

画像データをNNC上の機能である画像分類用のデータセット作成支援機能を用いて作成します。
データセットは学習用と検証用に分割後、**別々に**NNCにアップロードします。

データセット作成のステップ

	ステップ	概要	利用ツール
1	データセット分類・圧縮	画像データファイルを指定のフォルダ構造に分類・格納します。学習用・検証用それぞれ作成します。	OS標準ファイル操作ツール(エクスプローラー等)
	データセット圧縮	学習用・検証用の画像データファイルをそれぞれzip形式に圧縮します。	圧縮ツール(7zip等)
2	データセットアップロード	学習用・検証用のzipファイルをそれぞれNNCのデータセット作成支援機能を用いてアップロードします。	NNC(Cloud版)機能

データセット分割とは

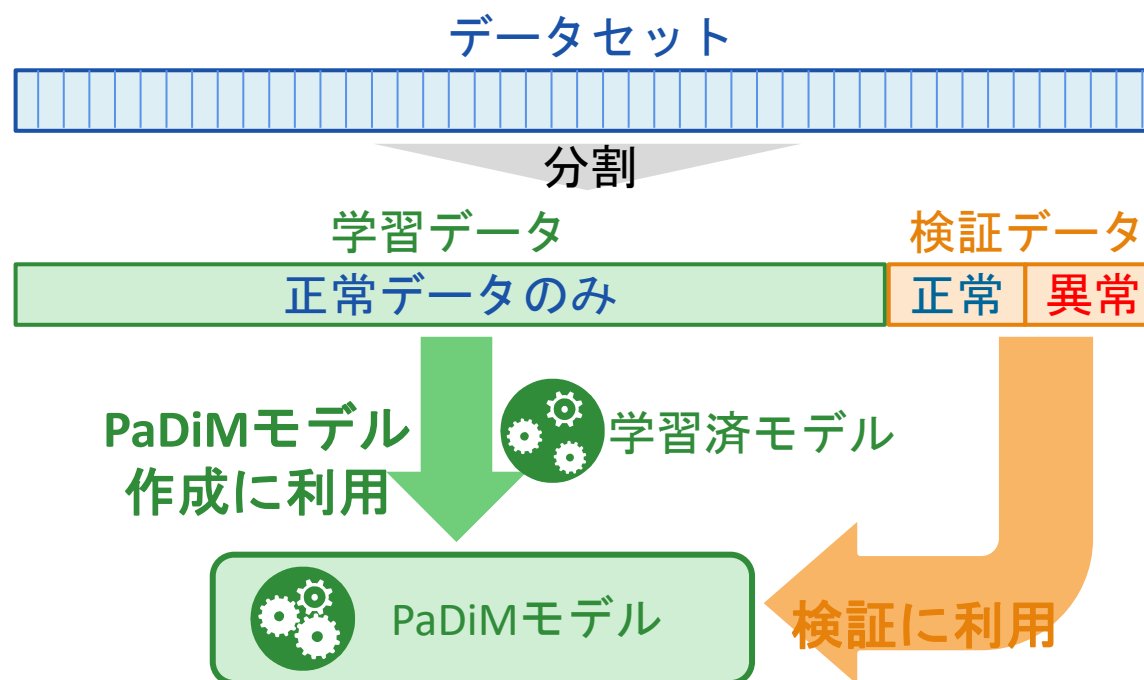
データセット
分類・圧縮

データセット
アップロード

モデル作成には、学習に利用するデータセット（学習データ、Training Data）と、モデル精度を検証するデータセット（検証データ、Validation Data）の2つが必要になります。

作成したモデル精度を正しく検証するためには、学習に利用していないデータを準備する必要があるため、あらかじめデータセットを学習データと検証データに分割しておきます。

PaDiMを利用する場合、学習データには正常データのみ、検証データには検証手法に応じて正常・異常両方のデータを用意します。



データセット分割・圧縮

データセット
分割・圧縮

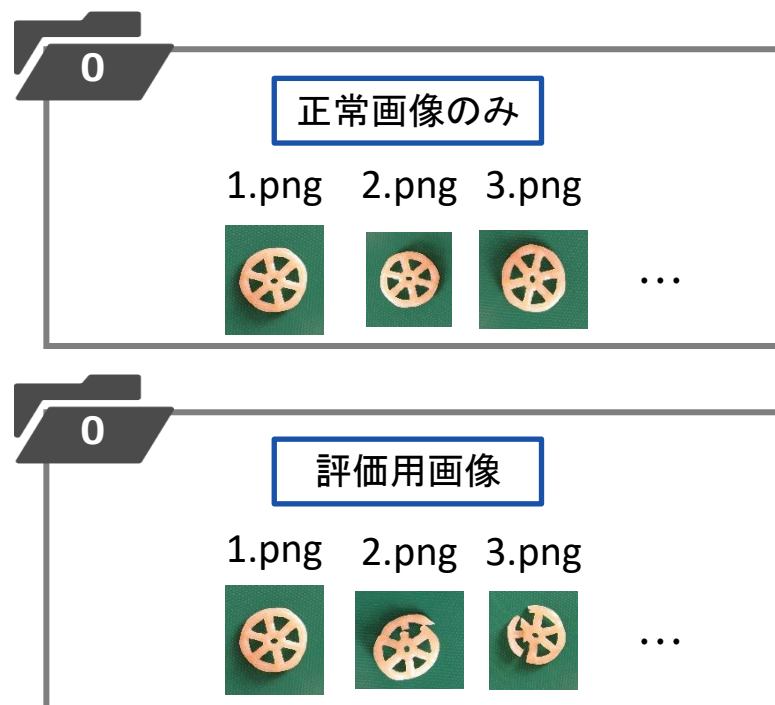
データセット
アップロード

NNCのデータセット作成支援機能を用いるために、学習データセット、評価データセットを指定のフォルダ構造に分割・圧縮します。

手順

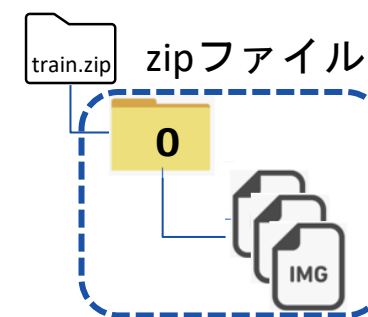
1. 下図のフォルダを作成し、指定の画像を格納します。画像のリサイズは不要です

2. それぞれのフォルダを7zip等を用いてzipファイルに圧縮します。



train.zip

test.zip



フォルダ直下に画像を格納したフォルダ「0」をzip化します。中間に不要フォルダを入れないようご注意ください。

zipファイル以外には以下のソースフォーマットに対応しています。

.tar, .gz

データセットアップロード

データセット
分類・圧縮

データセット
アップロード

前ステップで作成したzipファイルをNNC Cloud版にアップロードします。

Neural Network Console

Internal Project Personal

↑ アップロード ↑ ブラウザからアップロード ↑ データセット作成 全て 🔍 検索

□ データセット名

mnist.small_mnist_4or9_training
SAMPLE 0.5MB

mnist.small_mnist_4or9_test
SAMPLE 0.17MB 2017-10-30T01:59:58Z

mnist.mnist_training
SAMPLE 19.79MB 2017-10-30T01:59:57Z

mnist.mnist_test
SAMPLE 3.29MB 2017-10-30T01:59:56Z

mnist.mnist_training_100
SAMPLE 0.04MB 2017-10-30T01:59:55Z

mnist.mnist_unlabeled
SAMPLE 19.67MB 2017-10-30T01:59:54Z

1. データセットをクリック

2. データセット作成をクリック後、
画像分類をクリック

データセットアップロード

データセット
分類・圧縮

データセット
アップロード

前ステップで作成したzipファイルをNNC Cloud版にアップロードします。PaDimは正常データのみで学習を行うため、必ず学習データ・評価データは別々にアップロードしてください。

学習データアップロード設定

画像分類用のデータセット作成支援機能です。使い方など詳細は [こちら](#) をご参照ください
対応ソースフォーマット: .zip, .tar, .gz

ソースファイル:

↑ ファイルをドロップまたはクリックして選択してください。

train.zip

シェイピングモード:
☐ トリミング ☐ パディング ☒ リサイズ

色:
☐ 1(モノクロ) ☒ 3(RGB)カラー

幅:
224

高さ:
224

☐ データの順番を混ぜる

データセット名1: 率(%):
train_for_PaDiM.csv 100

データセット名2:
test.csv 0

Cancel Create

1. zipファイルをドラッグ
&ドロップして指定

2. リサイズを指定

3. 使用するデータセット
のカラーを選択

4. リサイズ後サイズを幅、
高さ共に「224」に指定

5. チェックを外す

6. 任意のデータセット名
を「データセット名1」に
記入、率は100%で変更不
要

7. ボタンをクリック

評価データアップロード設定

画像分類用のデータセット作成支援機能です。使い方など詳細は [こちら](#) をご参照ください
対応ソースフォーマット: .zip, .tar, .gz

ソースファイル:

↑ ファイルをドロップまたはクリックして選択してください。

test.zip

シェイピングモード:
☐ トリミング ☐ パディング ☒ リサイズ

色:
☐ 1(モノクロ) ☒ 3(RGB)カラー

幅:
224

高さ:
224

☐ データの順番を混ぜる

データセット名1: 率(%):
test_for_PaDiM.csv 100

データセット名2:
test.csv 0

Cancel Create

評価用データセットのアップ
ロード設定は、学習データ
アップロード設定の手順1～
7まで全て同様の手順です。
学習データアップロード設定
を参照ください。

注意点

「**データセット名1**」に評価
用データセット名、率を100%
として入力してください。
「データセット名2」の変更
は不要です。

アップロード先のデータセット確認

データセット
分類・圧縮

データセット
アップロード

アップロード後はDatasetタブの一覧にデータセットが追加されます。
アップロード時のCSVファイルのファイル名がデータ名として一覧に表示され、選択することでアップロードした画像ファイルを確認することができます。

データセット一覧に追加されたデータセット

The screenshot displays the Neural Network Console interface. On the left, the 'Dataset' tab is selected in the sidebar. The main area shows a list of datasets under the 'train_for_PaDiM_a.csv' project. Two datasets are listed: 'test_for_PaDiM.csv' and 'train_for_PaDiM.csv'. A red box highlights the 'test_for_PaDiM.csv' dataset name. Below this, a red box contains the text 'CSVのファイル名がデータ名になります' (The CSV file name becomes the dataset name). To the right, a preview of the dataset is shown, displaying a table with columns 'x:image' and 'y:label'. The table contains five rows, each showing a small image of a wheel on a green background. A red box highlights the entire preview area. To the right of the preview, a red box contains the text 'アップロードした画像ファイルをサムネイルで確認できます' (You can check the uploaded image files as thumbnails).

	x:image	y:label
1	3,224,224	0
2	3,224,224	0
3	3,224,224	0
4	3,224,224	0
5	3,224,224	0

目次

1 教師なし異常検知とは

2 アカウトサインイン

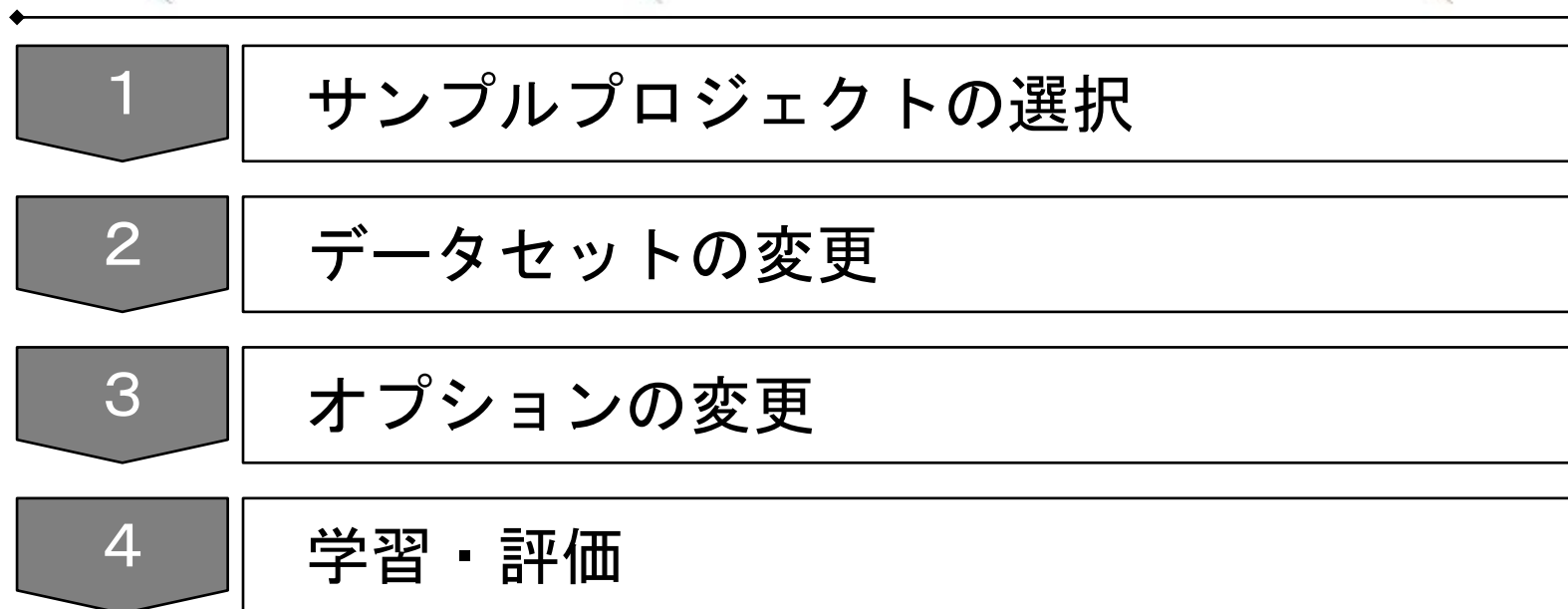
3 データセット作成

4 異常検知モデル作成

異常検知モデル作成のステップ

NNCでは新規にモデルを作成することも可能ですが、このドキュメントでは、異常検知モデルのサンプルプロジェクトをベースに異常検知モデルを作成します。

物体検出モデル作成のステップ



新規プロジェクト作成

新規プロジェクト作成

データセット変更

オプション変更

学習・評価

以下の手順で新規プロジェクトを作成します。

The screenshot shows the Neural Network Console interface. On the left, a sidebar contains a 'プロジェクト' (Project) menu item, which is highlighted with a red box and labeled '1. プロジェクトをクリック'. The main area shows a '+ プロジェクトの新規作成' (New Project) button, highlighted with a red box and labeled '2. プロジェクトの新規作成をクリック'. A modal dialog is open, showing a text input field with the project name 'tutorial.object_detection.synthetic_image_object_detector' and 'Cancel' and 'OK' buttons. The dialog is labeled '3. ポップアップで好きな名前※を入力してOKをクリック' and includes a note: '※プロジェクト名は半角英数字のみ利用可能です' (Project names can only use alphanumeric characters).

1. プロジェクトをクリック

2. プロジェクトの新規作成をクリック

3. ポップアップで好きな名前※を入力してOKをクリック
※プロジェクト名は半角英数字のみ利用可能です

プロジェクトの起動

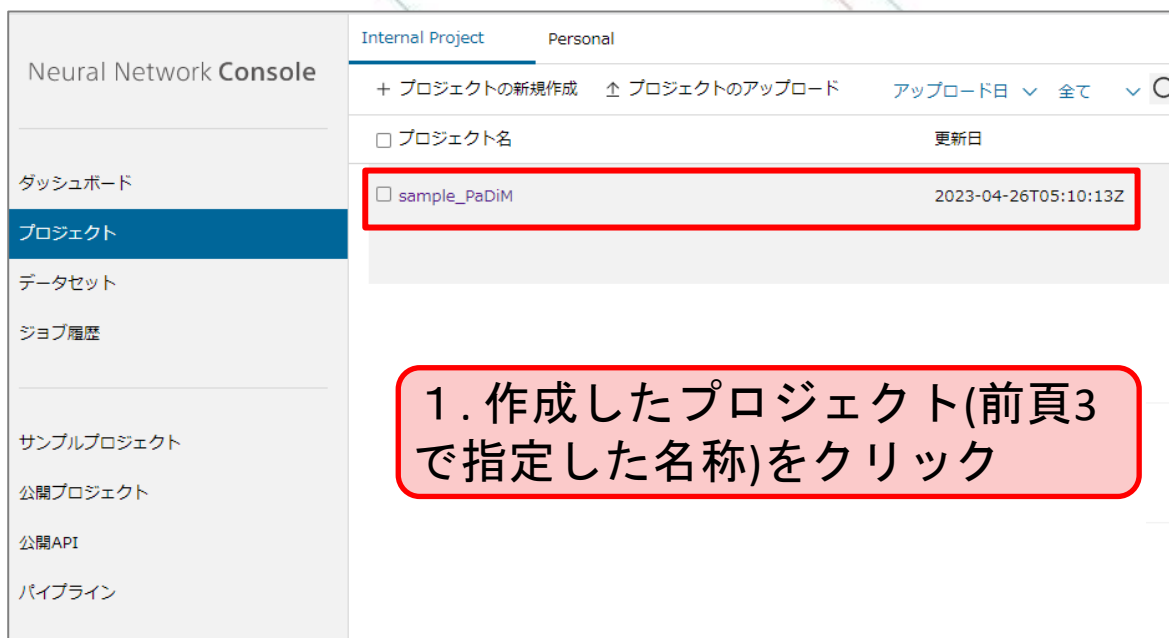
新規プロジェクト作成

データセット変更

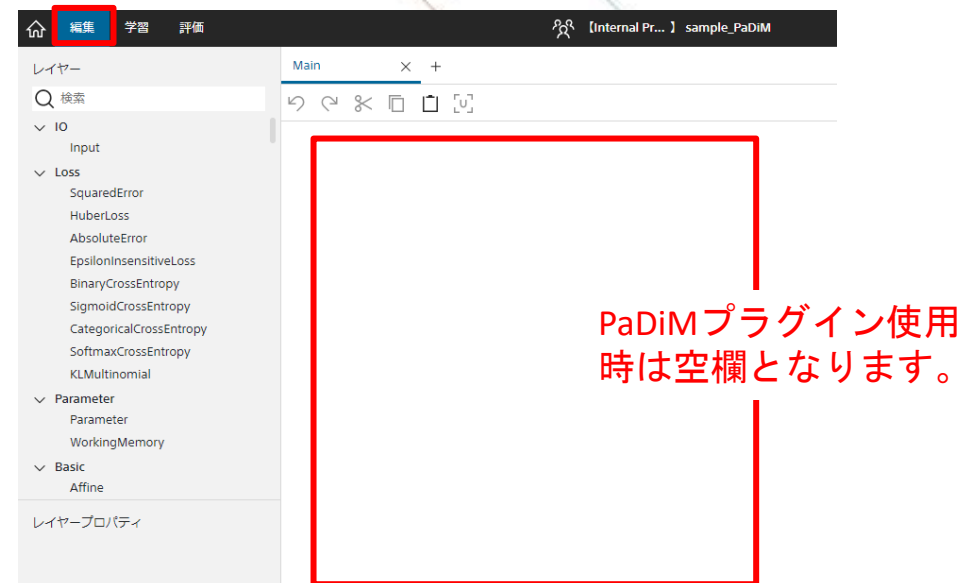
オプション変更

学習・評価

作成したプロジェクトをクリックし、プロジェクトを起動します。
クリック後、編集タブに自動遷移します。



編集タブ: ネットワークを作成するページ



データセットの変更

新規プロジェクト作成

データセット変更

オプション変更

学習・評価

データセットタブからTrainingとValidationのデータセットをそれぞれ設定します。
(validationデータセットのshuffleのチェックボックスを必ず外してください。)

1. Datasetタブをクリック

2. Trainingをクリック

3. データセットの選択の横のハイパーリンクをクリック

6. Validationをクリックし、3～5と同様の手順を実施

4. 一覧から学習に用いるデータセットを選択
データセットのアップロード時に指定したファイル名、またはサンプルデータを選択してください。

選択したデータセット名

train_for_PaDiM.csv

400 Rows 1 Cols 202

5. リンクマークをクリック※

※ブラウザの拡大率によって表示されないことがあります。
表示されない場合は表示の縮小や右方向スクロールをお試しください。

サンプルデータの説明

Amazon Web Services (AWS)などのサイトより加工されたデータをダウンロードできます。
Neural Network Consoleのデータセットアップロード機能からアップロードしてPaDimでの学習を実行します。

データセット内容

- fryum(ドイツの焼菓子)
- pcb1(電子基板)

ディレクトリ構成

```
.
├── README.md
├── fryum: ドイツの焼菓子画像
│   └── data
│       ├── test: 正常/異常画像両方含む
│       └── train: 正常画像のみ
└── pcb1: 電子基板画像
    └── data
        ├── test: 正常/異常画像両方含む
        └── train: 正常画像のみ
```

fryumデータ



正常



異常

pcb1データ



正常



異常

オプション変更

新規プロジェクト作成

データセット変更

オプション変更

学習・評価

NNC Cloud版PaDiMプラグインでは専用のネットワークを使用するため、ネットワークの編集は行いません。
ただし、バッチサイズを調整することで**実行速度改善**や**メモリエラーの回避**を期待できます。

1. 詳細設定タブをクリック

詳細設定

Global Config Global

Max Epoch = 100
Batch Size = 64

Optimizer Optimizer

Network = Main
Dataset = Training
Updater = Adam

train_error Monitor

Network = MainValidation
Dataset = Training

valid_error

Network = MainValidation
Dataset = Validation

Executor Executor

プロジェクト説明:

プロジェクトタグ: 編集

学習反復世代数: 100 ☒ 最高精度のモデルを保存

バッチサイズ: 64

2. バッチサイズを変更
※うまく学習が進まない場合、小さくしてください

構造自動探索: ☐ 有効

メソッド: Random

最適化: Error and Calculation

学習の実行

編集ページの実行ボタンをクリックすることで学習が実行されます。
本プラグイン実行時に選択可能な計算資源はGPUのみとなります。※（参考: [学習環境と処理時間](#)）
GPU等有料のメニューを利用する場合は事前にクレジットカード登録もしくは法人契約が必要になります。
(法人契約 : <https://dl.sony.com/ja/business/>)

学習実行の方法



2. 実行をクリック

1. 計算資源を選択

model - pre-trained model to use for anomaly detection
☒ resnet50 ☐ se_resnext101

feature_ratio - ratio of features used for anomaly detection(float)
0.1

gaussian - number of Gaussian distributions
☒ dense ☐ 1/16 ☐ single

予めデータセットタブにて、学習用・評価用のデータセットを指定します（画像サイズ 224x224 の RGB 画像を変数 x とするデータセットを指定する必要があります）。
本プラグイン実行のために編集タブでネットワークを設計する必要はありません（編集タブのネットワーク定義は空白のままにします）。
正常に実行が完了しない場合、実行パラメータの調整や実行GPUの切替をお試しください。
[詳細はこちら](#)

Cancel OK

model	異常検知に用いる学習済みモデルを選択します
feature_ratio	異常検知に用いる学習済みモデルの中間特徴量の割合を指定します 50%の特徴を用いるには、0.5を指定します
gaussian	マハラノビス距離計算に用いるガウス分布を求める粒度を指定します dense Layer1（最も解像度の高い特徴マップ）のピクセル毎にガウス分布を求めます。PaDiMの論文通りの動作になります 1/16 Layer3（最も解像度の低い特徴マップ）のピクセル毎にガウス分布を求めます。denseと比較しモデルのサイズをやや節約することができます single 画像全体で1つのガウス分布のみ用います。denseと比較しモデルのサイズを大きく節約することができます

3. プラグイン利用時の設定を調整後にOKをクリック
※サンプルプロジェクトの場合には調整は不要です。

※計算途中にウェブブラウザを閉じてても計算が止まることはありませんので、学習が長時間に及ぶ場合にはあらためて結果をご確認ください。

学習の実行

新規プロジェクト作成

データセット指定

オプション変更

学習・評価

PaDiMプラグインでは学習曲線は表示されず、実行ログのみ確認できます。

学習ページの概要

途中経過のログ

学習完了時、ログの最終行に下記メッセージが表示されます

[worker]: [INFO]: worker done

評価の実行

新規プロジェクト作成

データセット指定

オプション変更

学習・評価

学習ページの実行をクリックすると評価ページに遷移し、評価用データセットの推論を行います。
推論結果はGUIツールなどを用いて可視化してご利用ください。

評価実行の方法



推論結果のダウンロード方法

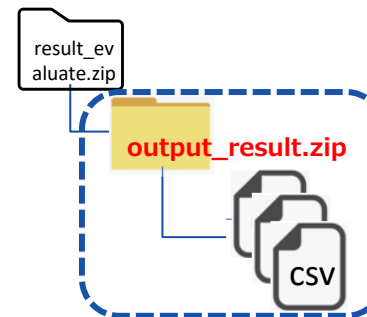


推論結果ファイル格納場所

ダウンロードした「result_evaluate.nnp」の拡張子を.zipに書き換え、展開します。



展開したフォルダ内の「output_result.zip」に推論結果ファイルが格納されています。



推論結果の可視化例

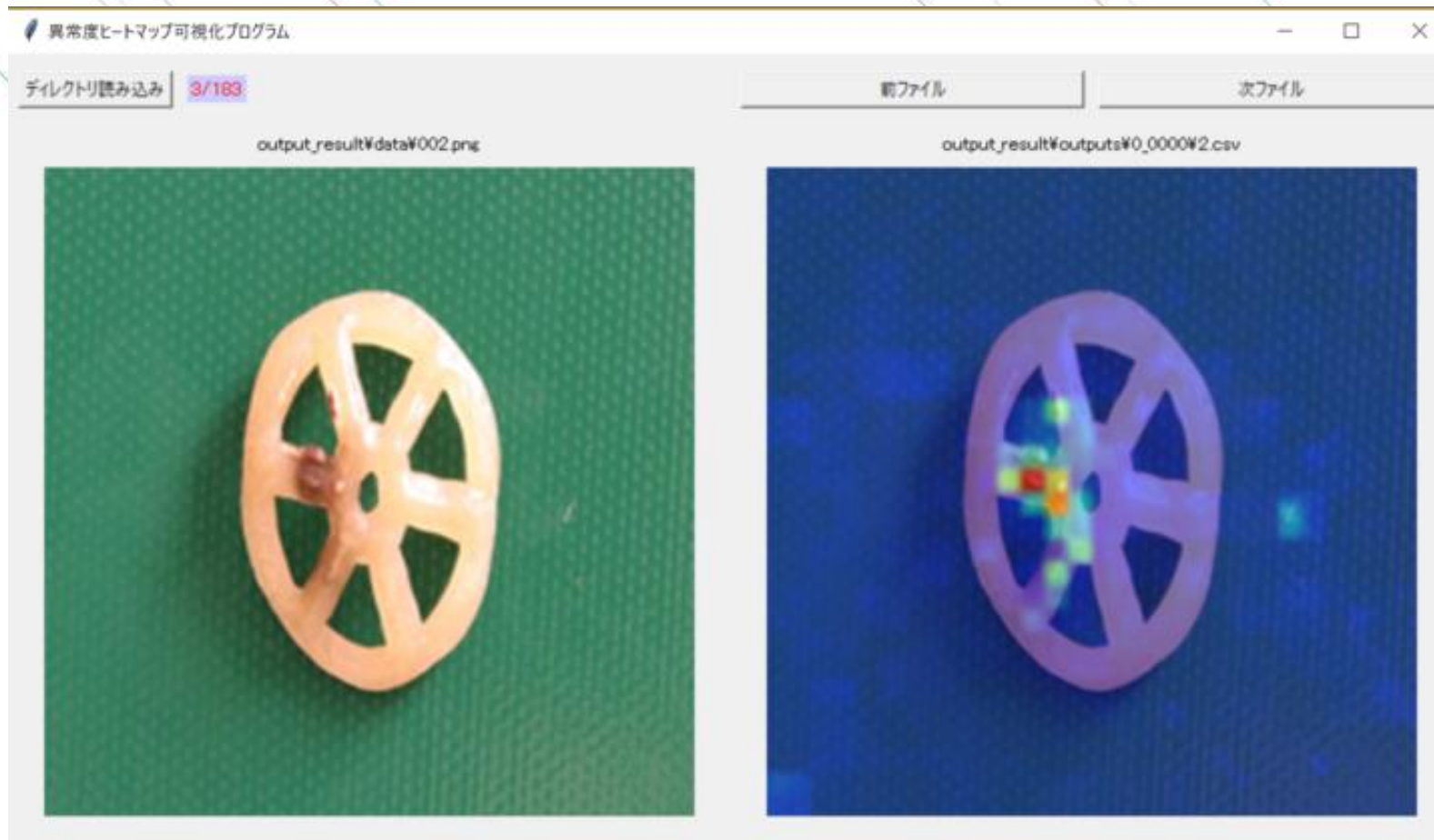
新規プロジェクト作成

データセット指定

オプション変更

学習・評価

可視化用のアプリケーションなどを用いることで推論結果の可視化を行うことが可能です。





Appendix

SONYアカウントの取得

アカウント作成ページに移動し、メールアドレスやパスワードなどを設定します。

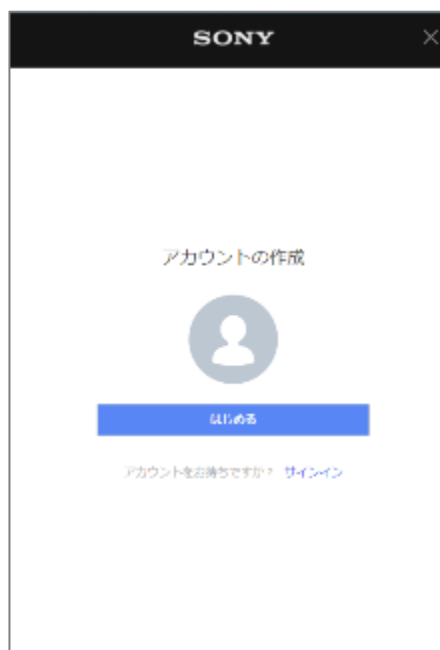
1. 作成ページへの移動 1

✓ 「新しいアカウントの作成」を押下



2. 作成ページへの移動 2

✓ 「はじめる」を押下



3. メールアドレス等の入力

✓ 登録するメールアドレスとパスワードを入力



SONYアカウントの取得

生年月日などを入力し、利用規約などの確認を行います。

4. 生年月日の入力

✓国/地域、言語、生年月日を入力



5. 利用規約への同意

✓メール配信の有無を選択
✓利用規約・アカウントポリシーの確認



6. セキュリティ認証

✓「私はロボットではありません」を押下
※画像選択が表示された場合には指示に従う

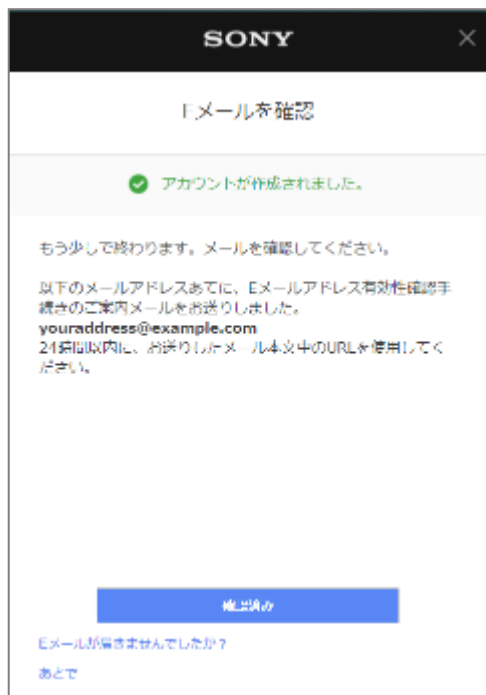


SONYアカウントの取得

確認メールを受信し、アカウントの有効化を行います。

7. 確認メールの送付

- ✓登録したメールアドレス宛に確認メールが送付される



8. 確認メールの確認

- ✓確認メールを開き、「確認する」を押下



学習環境と処理時間

一般的にDeep LearningはGPUを用いることにより、高速に学習処理を行うことが可能です。

学習実行環境と処理時間・ご利用料金

	学習実行環境	学習処理時間	1時間当たりのご利用料金	ご利用料金目安
1	NVIDIA® TESLA® T4 GPU	14,865秒 (4.13時間)	130円	約537円
2	NVIDIA® TESLA® V100 GPU	6,067秒 (1.69時間)	560円	約944円

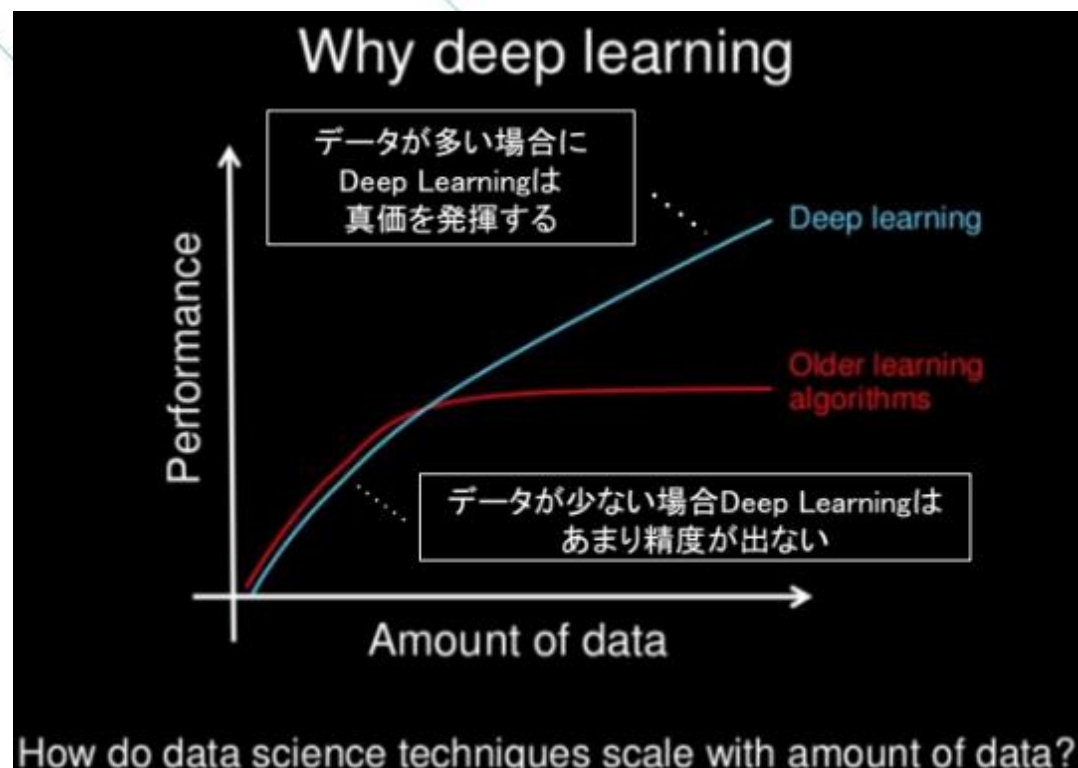
【検証環境】

- ✓ データセット : CIFAR 10
- ✓ ネットワーク : ResNet-110
- ✓ epoch : 300

データ量の重要性

Deep Learningで高い精度を得るにはデータ量が重要になります。Deep Learningではデータを増やせば増やすだけ精度が向上する傾向にあります。

一方でデータ量が少ない場合には、Deep Learning以前の従来型の機械学習に比べても精度が劣ることもあります。



出典: <https://www.slideshare.net/ExtractConf/andrew-ng-chief-scientist-at-baidu>