

## 敵対的生成ネットワークを用いた耐候性鋼材のさび画像生成に関する基礎的研究

茨城大学大学院 学生会員 ○田村 晃一郎 茨城大学大学院 正会員 原田 隆郎

## 1. はじめに

耐候性鋼材とは、鋼材表面に緻密な保護性さびを生成し、防食性能を発揮する特徴を持つ鋼材である。耐候性鋼材の一般的な点検方法は、目視による外観評価であり、表-1に示すような評価基準<sup>1)</sup>を用いてさび状態の評価を行っているが、点検者によって判定が異なる可能性や、判定を行える人材不足などの問題がある。

こうした背景からさびの外観を、画像認識に長けている畳み込みニューラルネットワーク(CNN:Convolutional Neural Network)で自動判定する研究が行われている<sup>2),3)</sup>。しかし、さびを判定するCNNモデルの構築には学習に使用する多くのさび画像が必要になるが、アノテーションされたさび画像が不足しているという課題がある。

そこで本研究では、敵対的生成ネットワーク(GAN:Generative Adversarial Networks)を用い、表-1に示す評点3のさび画像生成の可能性を検討した。

表-1 さび外観評点とさび状態<sup>1)</sup>

外観評点	さびの状態	処置の目安
評点5	さびの量が少ない	不要
評点4	粒形が1mm程度	不要
評点3	粒形が1~5mm	不要
評点2	粒形が5~25mm	経過観察要
評点1	層状剥離	必要

## 2. 評点3のさび画像生成器の構築

## (1)概要

本研究では、「正常」から「要観察」に移行する境界レベルである評点3のさび画像生成器を、GANを用いて構築した。GANは図-1に示すように生成器(Generator)と識別器(Discriminator)という2つのニューラルネットワークから構成されている。生成器は識別機を騙せる偽データを生成するように学習し、識別器は生成器が出力した偽データと教師データを見分けられるように学習する。このように敵対的に学習していくことで、生成器が教師データに近い画像を生成するニューラルネットワークがGANである<sup>4)</sup>。本研究では、多くあるGANの種類の中でDCGANを用いた。

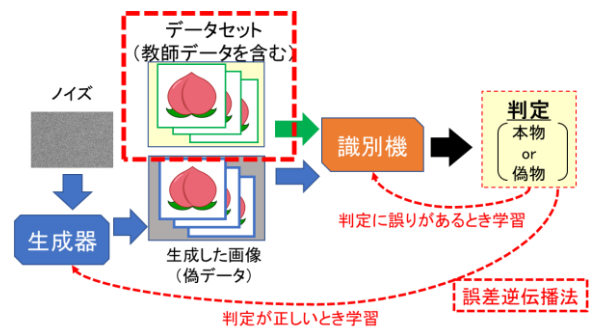


図-1 GANの構図

## (2)教師データ(さび画像)

本研究でさび画像生成を行う評点3は5段階評価の中間の評点であり、画像生成するのも最も困難であると考え、評点3のさび画像を用いてさび画像生成の可能性の検証を行うことにした。そのため、本物データとして評点3のさび画像が必要となる。本研究では評点3と判定されたさび接写画像を縦20mm×横20mmに切り出しを行い、グレースケール化の処理を行ったさび画像を教師データとし、データセットの作成を行った。

## (3)データセット

本研究では含まれるさび画像枚数が異なるデータセットを6組用意した。これらのデータセットに含まれるさび画像枚数は1枚、2枚、4枚、8枚、16枚、32枚であり、含まれるさび画像枚数が少ない方からデータセットA~Fとし、各データセットをDCGANに入力してそれぞれでさび生成を行った。図-2はデータセットCの例である。

## 3. GANによって生成されたさび画像の評価方法

## (1)評価対象としたさび画像について

生成されたさび画像の精度を確かめるため評価を行った。図-2のように、あるデータセットに対してDCGANが出力した生成画像10枚を評価対象とした。

## (2)専門家によるさび外観評点

評点3と判定されたさび接写画像の切り出し画像を教師データとしてさび生成を行ったため、評価は『さび生成画像が評点3であるかどうか』という点であり、データセット内のさび画像をもとに3人の専門家による外観

キーワード：耐候性鋼材、さび外観評価、敵対的生成ネットワーク

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4丁目12-1 TEL：0294-38-5172

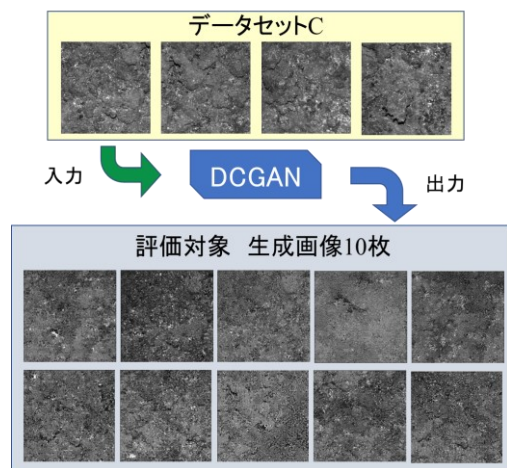


図-2 データセットCの画像生成イメージ、  
評価対象の生成画像10枚

評価を行い、生成画像の質について評価を行った。

### (3) 生成されたさび画像の多様性

生成されたさび画像がまったく同じ画像であっても教師データとしては利用できないため、『生成されたさび画像に多様性があるか』という点も評価する必要がある。そこで、2枚の画像の類似性を数値（多様性評価値として算出）で表すことができる画像解析を用いて相対的に多様性を評価した。評価対象の生成画像10枚を総当たりで評価を行い、各データセットで45個の多様性評価値を算出した。

## 4. 評価結果

### (1) 専門家によるさび外観評点

結果を表-2に示す。各データセットで生成されたさび画像10枚に対して評価を行い、3人のうち一人でも評点3と判定場合は○、一人も評点3と判定しなかった場合は×と示し、セルに着色した。表-2により、データセットA、Bで生成されたさび画像はすべて評点3と判定された。一方、データセットC～Fで生成されたさび画像は、評点3と判定されなかったさび画像もあるが、ほとんどのさび画像は評点3と判定された。そのため、データセットに含まれるさび画像枚数が4枚以上で生成されたさび画像は、ほとんど評点3のさび画像として見なすことができると考えられる。

### (2) 生成されたさび画像の多様性

各データセットの多様性評価値45個を10ごとの階級にまとめたのが図-3である。また、多様性評価値が小さいと類似していることになるので、値が大きいほど多様性があるといえる。図-3より、データセットC～Fの多様性評価値のほとんどは『60以上』となり、データセッ

表-2 評点3と判定されたさび画像の割合

さび画像	データセット					
	A	B	C	D	E	F
1	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	×	○
4	○	○	○	×	○	○
5	○	○	○	○	×	○
6	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○	×
9	○	○	×	○	○	○
10	○	○	×	○	○	○
割合	100%	100%	80%	80%	80%	90%

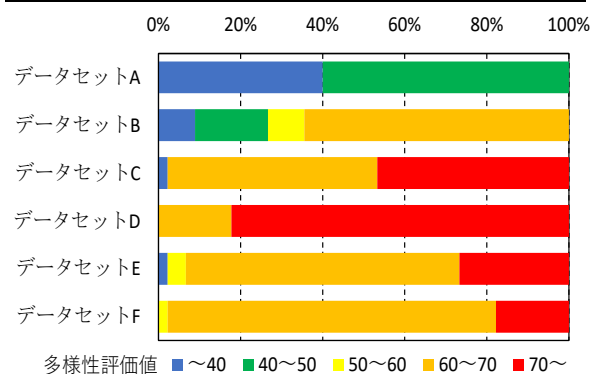


図-3 多様性評価結果

トA、Bに比べて高い値をとった。このようなことから、データセットに含まれるさび画像枚数が4枚以上であれば多様なさびを生成できると考えられる。

## 5. まとめ

本研究では、GANを用いて評点3のさび画像生成の可能性について検討した。その結果、データセットに含まれるさび画像枚数を4枚以上としてDCGANにより評点3のさび画像と見なせる多様なさび画像を生成できる可能性があることが分かった。今後は、その他の評点のさび画像生成を行うとともに、生成したさび画像を用いて、CNNモデルを構築し判定精度を評価する必要がある。

## 参考文献

- 1) 一般社団法人日本橋梁建設協会：さび評価の目安 <<https://www.jasbc.or.jp/sabi/meyasu.html>> (アクセス：2020.12.28)
- 2) 高田耕平, 北原武嗣: 深層学習を用いた耐候性鋼橋梁のさび外観評点判定システム, AI・データサイエンス論文集, 1巻J1号 p.359-364, 2020.
- 3) 堀内貫平, 原田隆郎: ディープラーニングを用いた耐候性鋼材のさび外観評価に関する研究, 第47回土木会関東支部技術研究発表会, IV-39, 2020.
- 4) Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. and Bengio, Y.: Generative adversarial nets, Advances in Neural Information Processing Systems, pp. 2672-2680, 2014.