

---

# 研開でのAI研究紹介

～2021年度AI分野、有人支援ロボット分野ミニワークショップ～

---

2022/2/16

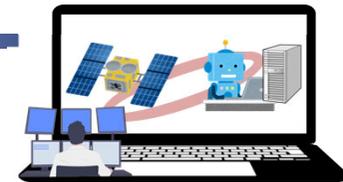
宇宙航空研究開発機構

研究開発部門 第三研究ユニット

石濱 直樹

# 研究テーマ(抜粋)

知能を人から機械へもたせることによる最適な自律ハイブリッドシステムの実現  
 ～地上・搭載を適材適所に活用した最適なシステム～



テーマ		我々の研究概要
課題①: センシング技術	識別(分類・検出)	深層学習を用いてSAR画像から特定船舶を識別。オンボードでの識別を可能とする
		深層学習を用いて月面画像からクレーター・ボルダーの識別が出来るエコシステムの開発
	軸推定	深層学習を用いてデブリ対象物(衛星・ロケット上段)の画像から軸を推定
課題②: 状態推定技術	再使用ロケット故障診断	再使用ロケットの再整備期間・コストの大幅低減実現にむけたヘルスマネージメント(故障診断)
	宇宙機(搭載)故障診断	レジリエンス宇宙機(例:HTV-X)の自在性を上げるために、故障している誘導制御・推進系のみを識別
	衛星の故障診断	人工衛星衛星運用におけるテレメのトレンド監視を自動化・省力化
	熱状態推定	衛星の熱状態が推定でき、将来の熱の状況を予測可能とする熱モデルを構築
課題③: 計画・状況予測技術	衛星衝突回避運用予測	デブリの衝突可能性を予測し、自動で回避計画を生成
	衛星群の観測運用計画の最適化	コンステレーション衛星の観測運用計画を最大化する最適な運用計画を生成
課題④: 自律システムの信頼性・安全性技術		予測困難な不確実性を含んだAI自律システムの信頼性・安全性論証

説明

説明

説明

説明

説明

# テーマ1：センシング（分類・検出）@船舶識別

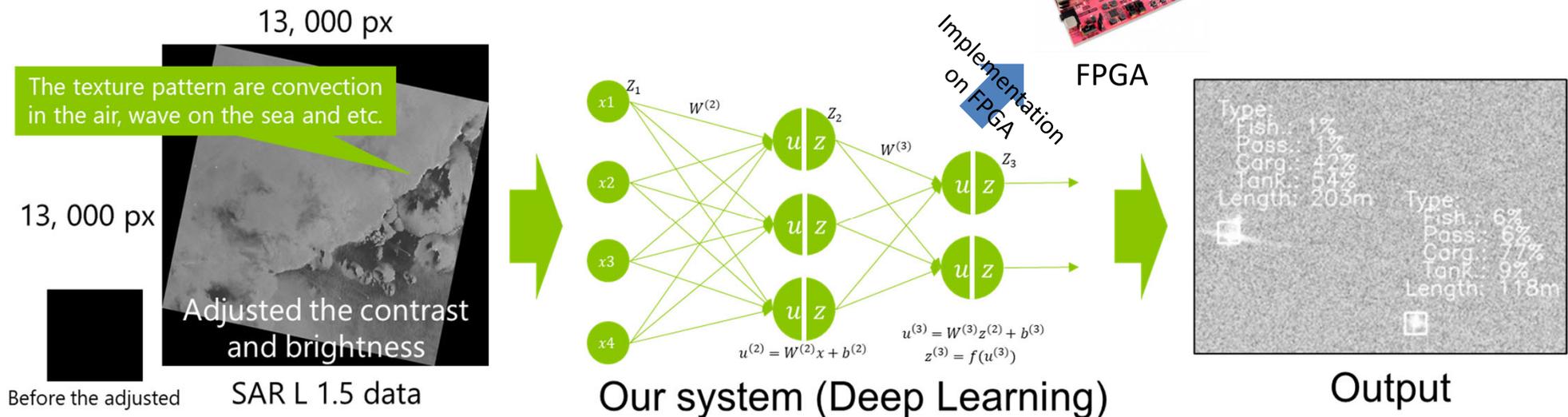
## ■ Motivation

- Pirates and illegal fishery do not transmit the AIS signal, and they may camouflage AIS information in some cases
- The maritime security would like to classify/find ships without using AIS

## ■ Objective

- Constructing a system that classifies the position, length, and type of ships from SAR images for early detection of suspicious ships

## ■ Overview of the system



# テーマ2：センシング（分類・検出）@クレーター検出

## ■ Motivation

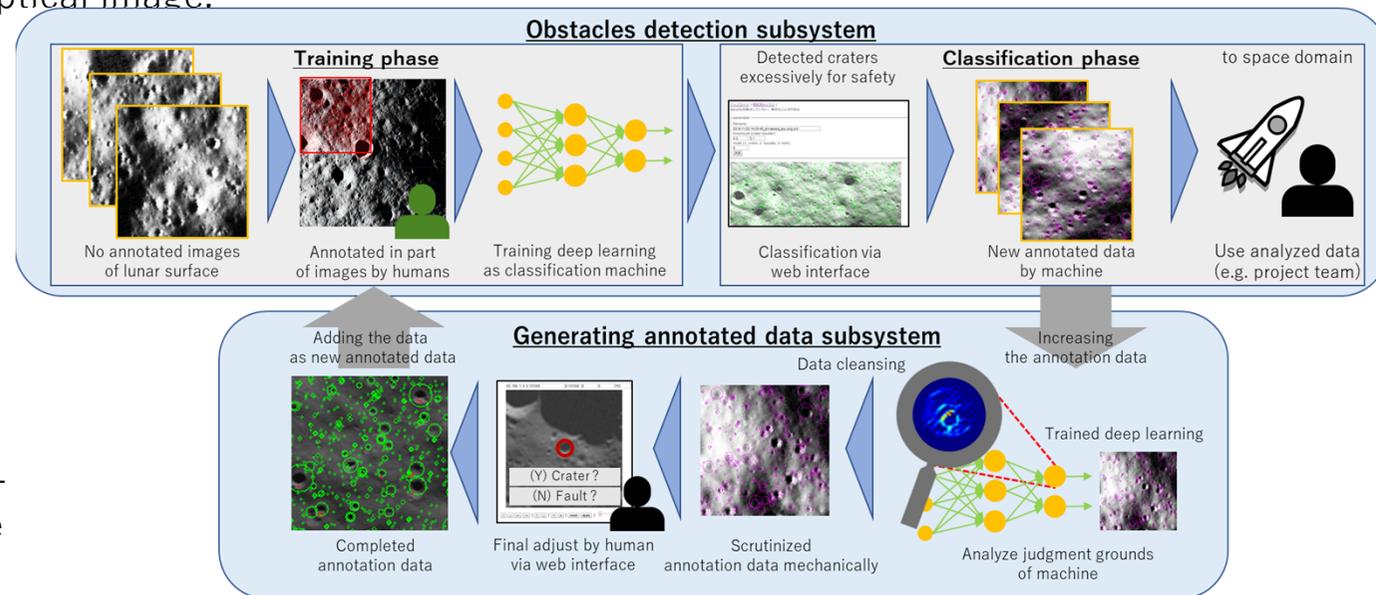
- The evidence of volatiles (such as water) was discovered from the LCROSS mission by NASA
- We need to create a safe exploration map for the rover, but human is a hard task/high cost to classify craters/boulders.

## ■ Objective

- Constructing a system that classifies existence, center position, and diameter of various size/form (1px~) obstacles (craters/boulders) from an optical image.

## ■ Overview of the system

- **Obstacles detection subsystem (ODS)** classifies the existence, center position, and diameter of each obstacle even if appearing in only one pixel from an optical image.
- **Generating annotated data subsystem (GAD)** inspects the classified results based on neurons' decision validity, fine-tune on web site by human and adds the cleansing data to the data set.



# テーマ3：センシング（軸推定）

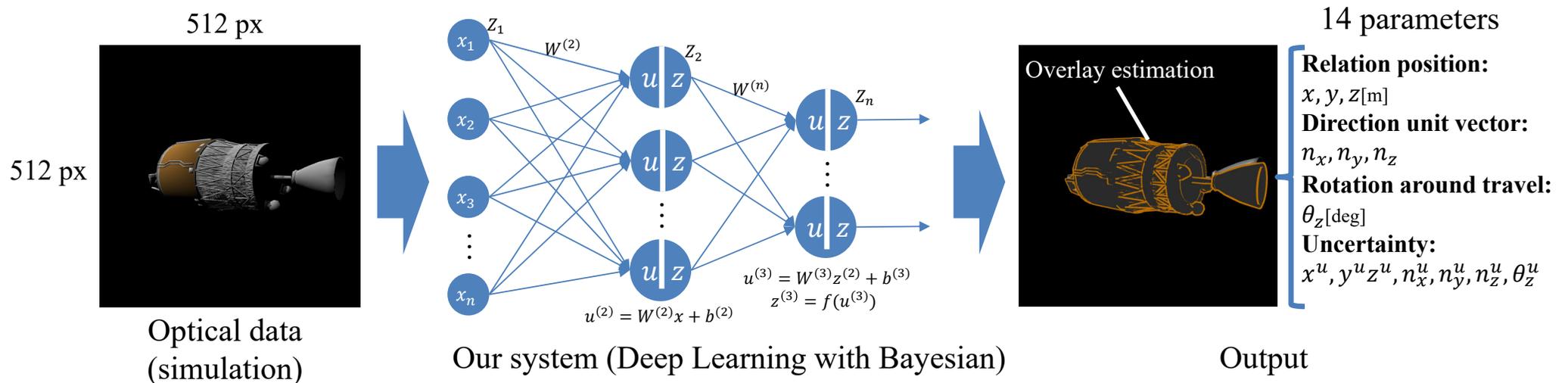
## ■ Motivation

- Space debris is a non-functioning artifact in earth orbit, and the number of these artifacts is increasing rapidly depending on space development progresses  
 → **JAXA must attempt to remove space debris by causing re-entry or moving it into a disposal orbit.**

## ■ Objective

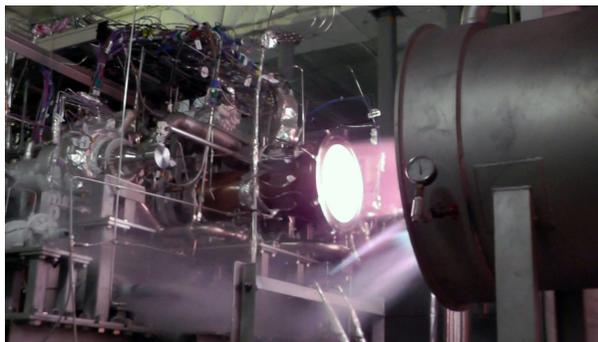
- Constructing a system that estimates the 6-DoF pose for **axisymmetric objects** from the optical camera with high accuracy considering uncertainty for the mission.

## ■ Overview of the system



# テーマ4：状態推定（故障診断）@ロケット

## JAXAの再使用ロケット研究



RSRエンジン地燃

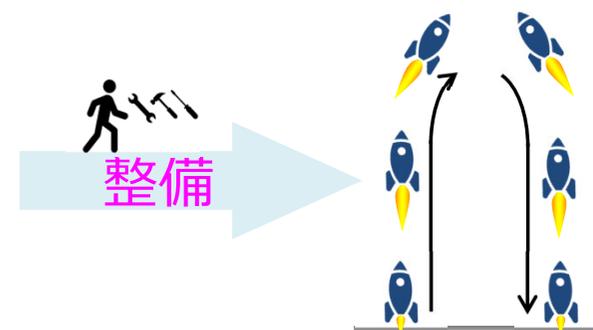
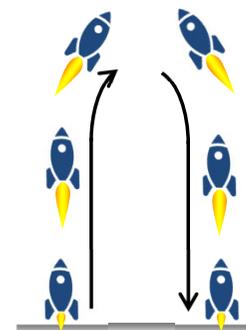


再使用ロケット実験機(RV-X)



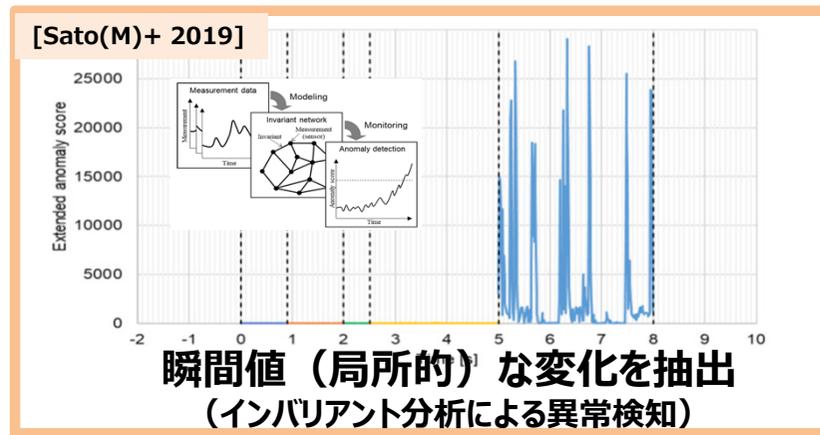
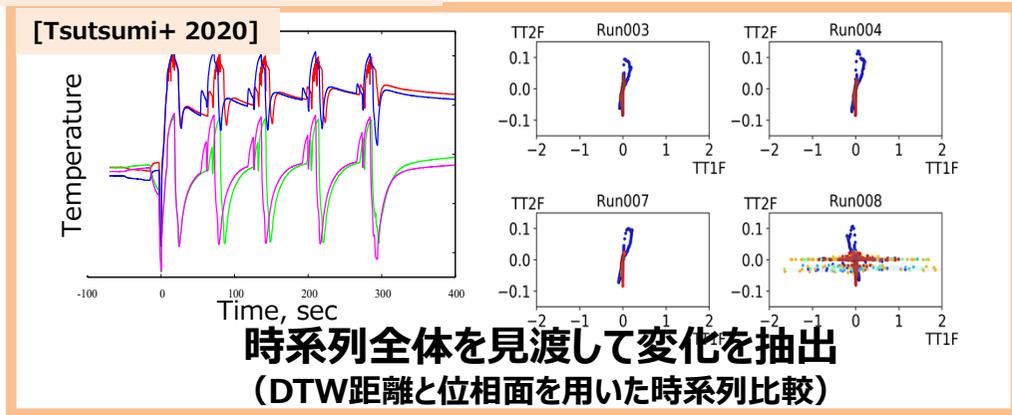
CALLISTO実験機  
再使用ロケット

- 整備コストが再使用ロケット運用の鍵
- 支配要因はフライト間におこなわれるエンジン点検  
(取り外し/分解点検/再取り付け)
- AIを用いてエンジン点検の高度化を目指す

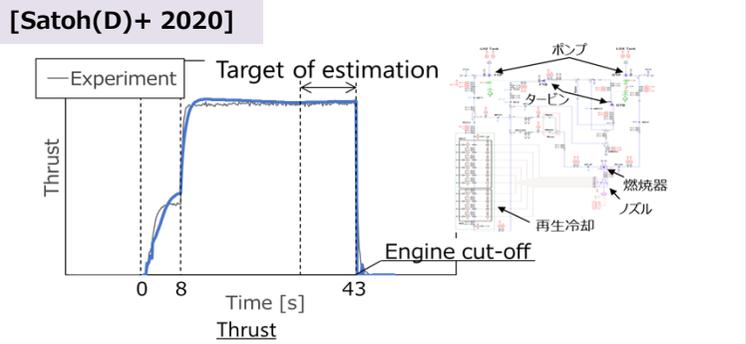


# テーマ4：状態推定（故障診断）@ロケット

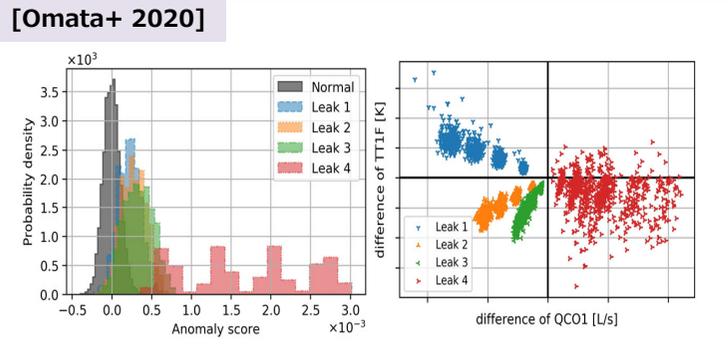
## 純データ駆動型手法



## シミュレーション併用型（モデルベース）手法

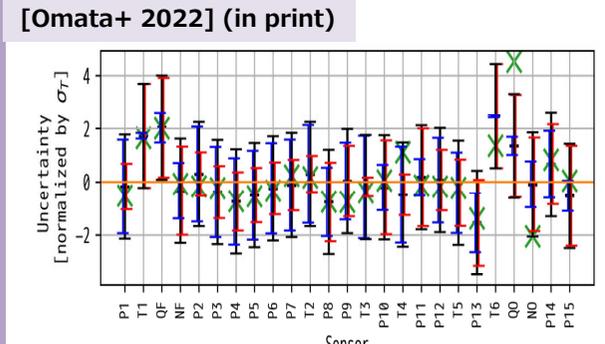


シミュレータ構築とデータ同化による  
パラメータの自動合わせこみ



複数センサの挙動を利用した  
燃料漏洩の検知・診断・センサ最適化

2021年度AI分野、有人支援ロボット分野ミニワークショップ©JAXA



複数の不確実性の見積りと  
RV-X地上燃焼試験への適用

# テーマ 5 : 信頼性・安全性

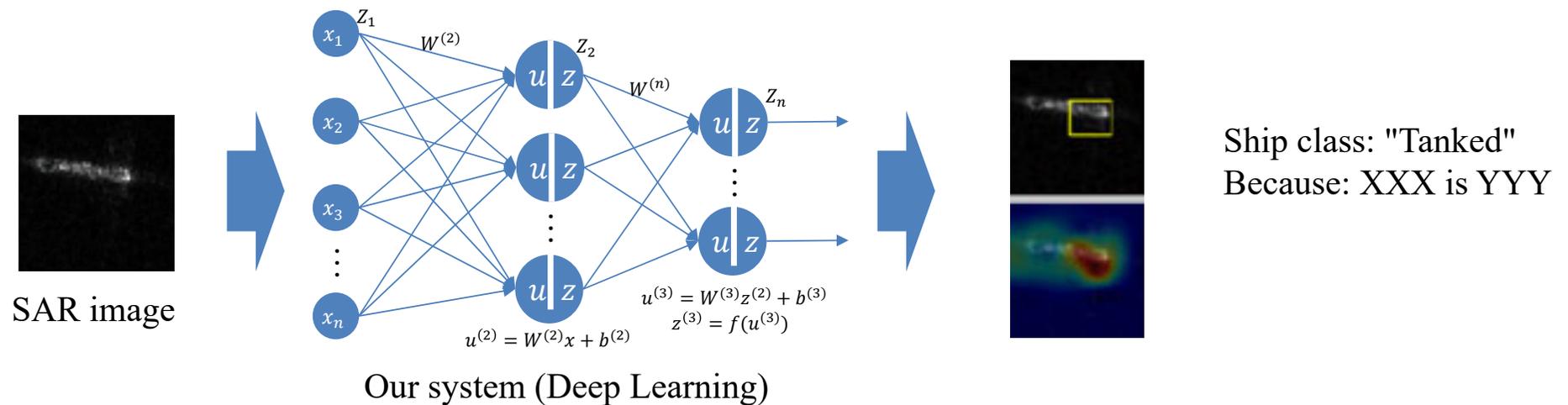
## ■ Motivation

- It is necessary to explain whether the image processing model is confident or not in the task where the accuracy of image classification is low due to noisy image, low resolution, or low training data.
- It is required to explain whether the output is confident or not with "Convincing" Explanation.

## ■ Objective

- Constructing a system that explains the certainty and rationale for ship classification of SAR image.

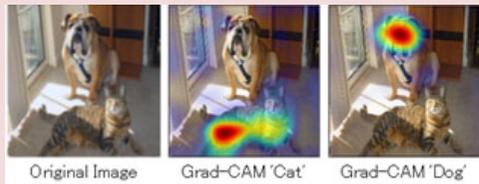
## ■ Overview of the system (under study)



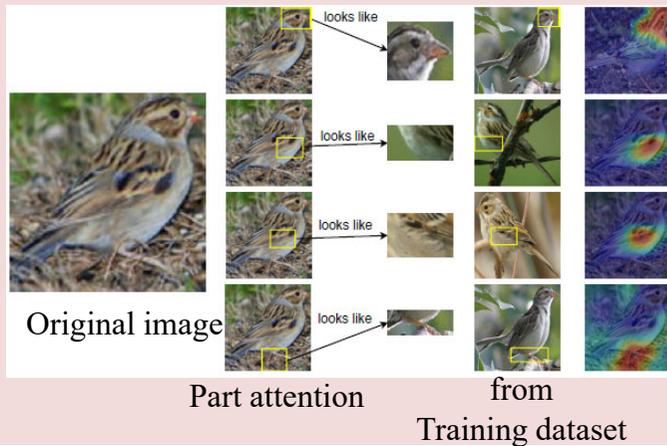
# テーマ 5 : 信頼性・安全性

## ■ Conventional methods

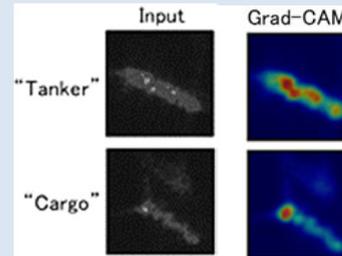
Grad-CAM



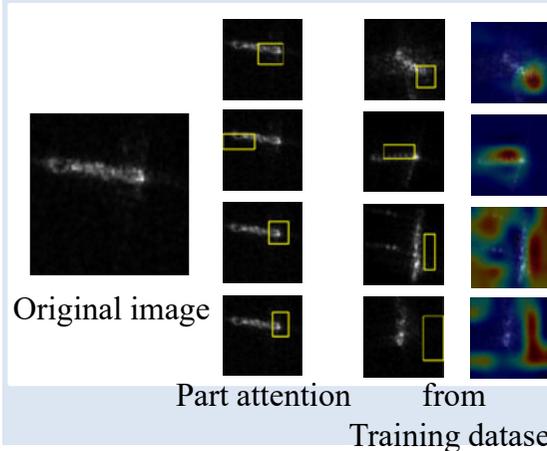
ProtoPNet



## Applied to SAR image



- The explanation is insufficient if people do not understand what the area of interest is pointing to.



- It cannot be divided into explainable parts if the amount of information in the image is not large enough.

What is a convincing explanation for an unfamiliar image unlike camera image?

Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization, R. R. Selvaraju, M. Cogswell, et al. In ICCV, pages 618–626, 2017.

ProtoPNet: This Looks Like That: Deep Learning for Interpretable Image Recognition, C. Chen, et al., 2019.