

# 視界不良現場を可視化するための 画像処理技術

九州工業大学大学院情報工学研究院  
情報・通信工学研究系  
教授 李 旻哲

2025年12月16日

# 概要

ビジョンシステムとディープラーニングモデルの発展に伴い、鮮明な画像に対する要求が高まっている。

しかし、霧や雨などの悪天候における視界不良の状況では、鮮明な画像を取得することが困難である。これらの問題を解決するために、物理的手法や画像処理手法、ディープラーニングモデルなど、多くの手法が提案されてきた。

私の研究室でも、独自のアルゴリズム開発を行っており、視界不良環境下での可視化手法に関する技術について紹介する。

## 視界不良環境下での可視化手法

- Peplography
- Adaptive removal via Mask for scatter (ARMS)

# 散乱媒質の除去技術

---

霧や煙のような視界不良環境下では事故の発生率が増加する。

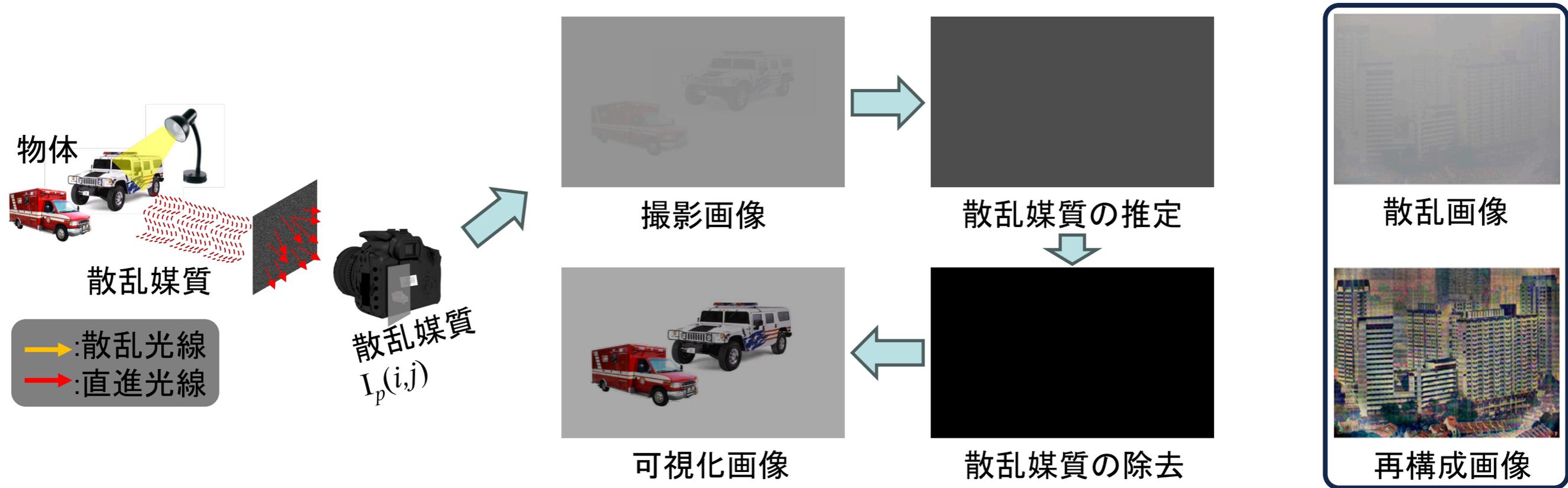
特に自律走行やドローンの場合、カメラやライダーセンサーをつなげて周辺状況を把握することになるが、この時、霧や散乱媒質があると周辺部の把握が難しい。

これを解決するため、ディープラーニングや統計的方法により霧を除去する。

- 従来方法
  - Peplography、Image Dehazing based on EASM (IDE)、Dark Channel Prior (DCP)
- 提案方法
  - Adaptive Removal via Mask for Scatter (ARMS)

# 視視界不良環境下での可視化手法-Peplography-

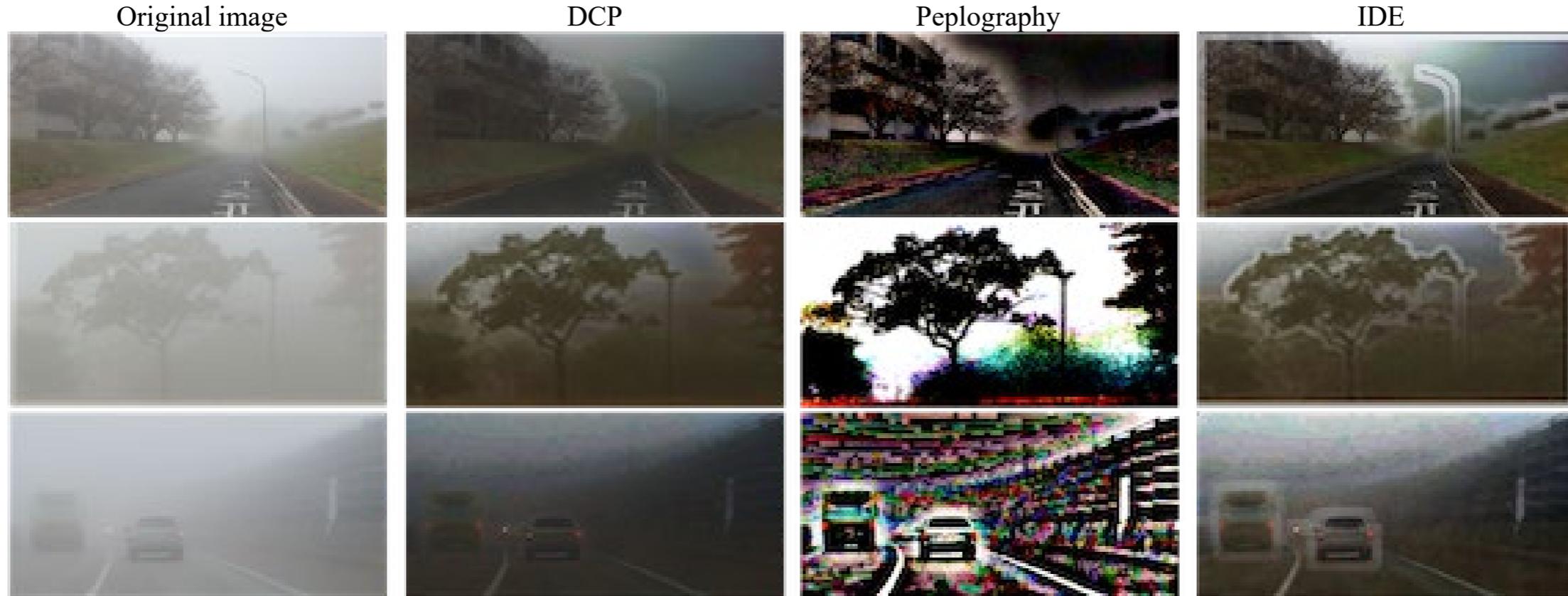
Peplographyは、視界不良環境下での散乱媒質(例:霧など)を除去するために設計された方法である。統計的なアプローチを用いて霧を推定し、除去する。このプロセスにより画像が暗くなることがあり、Photon-counting アルゴリズムを適用して明るさを回復させる。



# 従来技術とその問題点

Peplographyの場合、散乱媒質を除去すると明るさ情報が大きく失われるため、これを克服するためにPhoton-countingアルゴリズムを用いて明るさ情報を再構成する。しかし、この際には情報だけでなくノイズも同時に抽出されるため、元の画像と比較してノイズが多く発生することが確認できる。

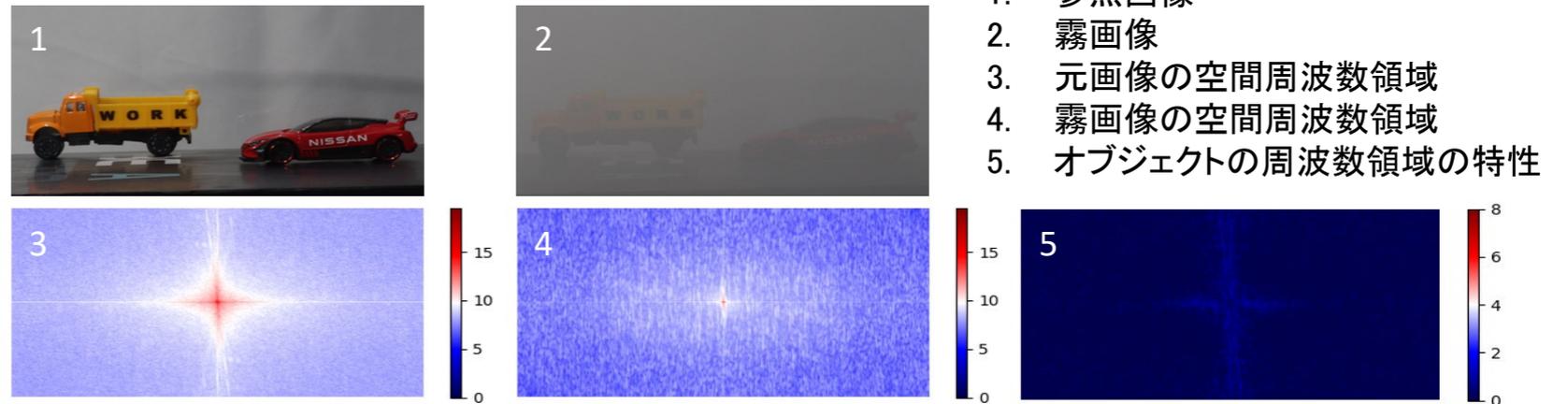
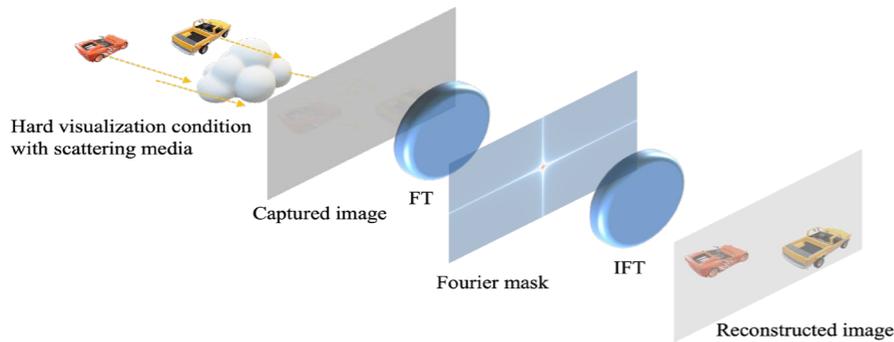
また、ほかの技術でも色の歪み、エッジ強調問題や処理速度が遅くなり、リアルタイム処理は難しい状況である。



# 散乱媒質による視界不良環境下での可視化する画像処理技術 ～Adaptive Removal via a Mask of Scatter (ARMS)～

【特願 2024-214715】

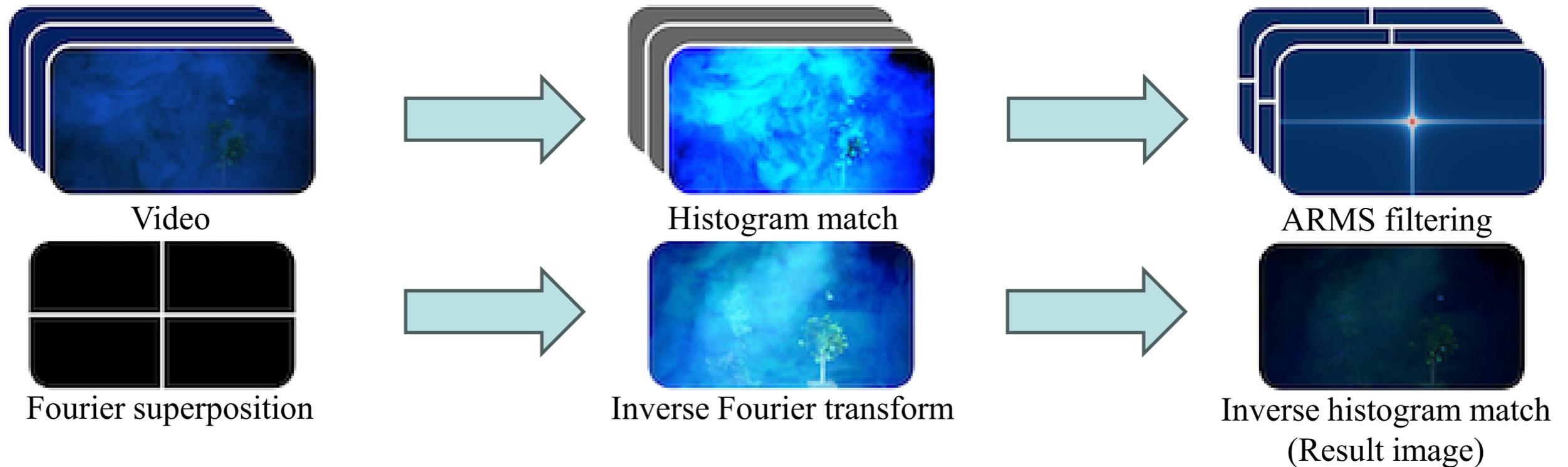
- 霧や煙などの散乱媒質を空間周波数領域で処理して可視化する方法であり、画像の平均値と分散値を介してマスクを作製し、周波数領域で適用する手法である。
- 色の歪みがなく、高速演算でリアルタイム処理が可能



# ARMSを用いた動画処理手法

【特願 2025-097331】

霧は流体であるため、各画像を個別に処理するよりも、ARMSに基づいて動画内の複数フレーム間の差分を利用することで、不均一な霧情報をより効果的に処理することができる。しかし、この方法では依然としてリアルタイム処理が困難であるため、その課題を解決するために現在も研究を続けている。



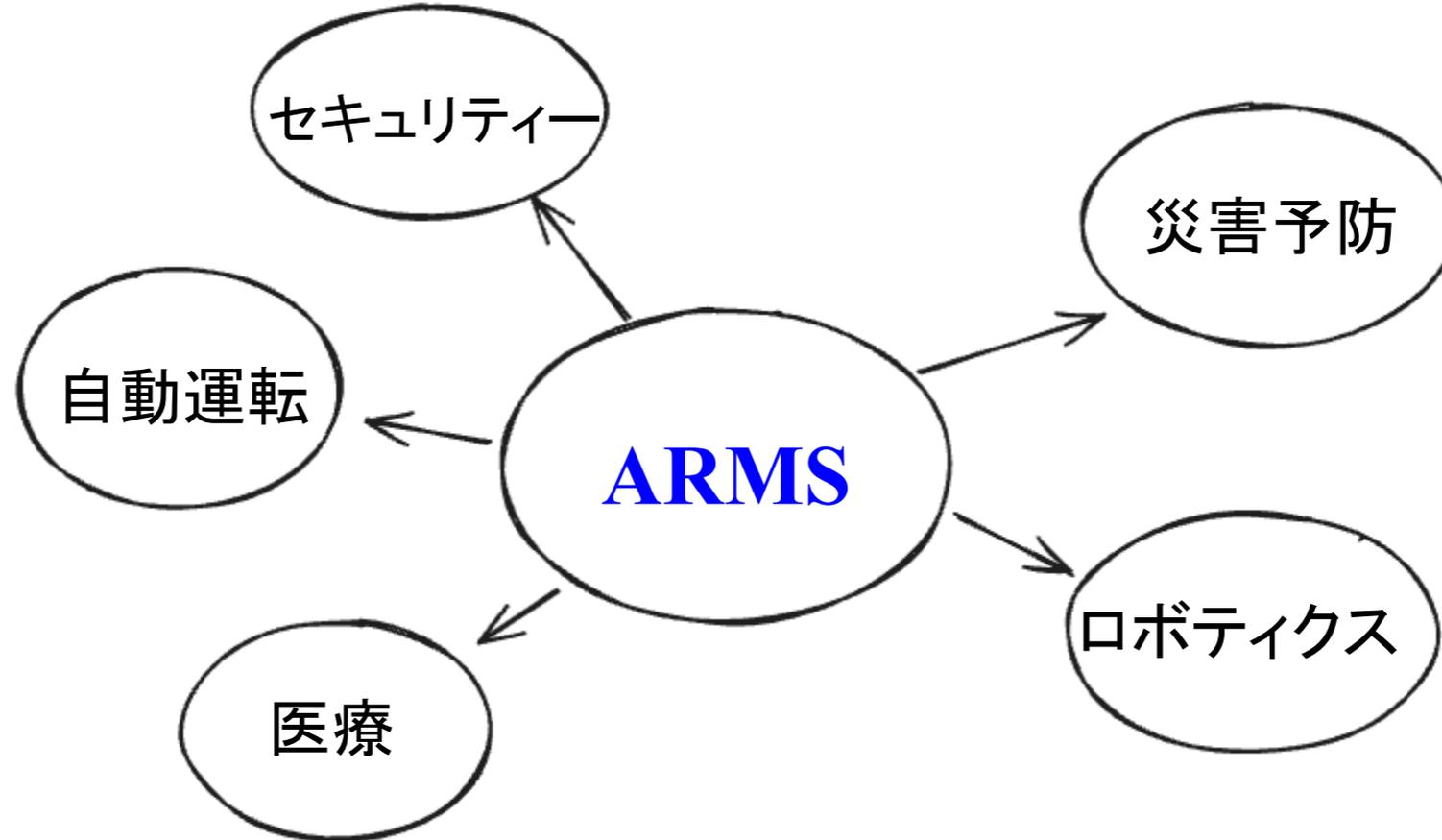
# 新技術の特徴・従来技術との比較

---

- 従来技術の問題点であった、色の歪み、エッジ強調問題を改良することに成功した。
- 従来はイメージの可視化使用に限られていたが、高速演算まで可能であるため、動画まで可視化することが可能となった。
- 本技術の適用により、機械学習での処理が必要でないため、ソフトウェアの計算コストが削減されることや多様な環境下（霧、煙、水中、宇宙）での適用が期待される。

# 特許技術の応用方向

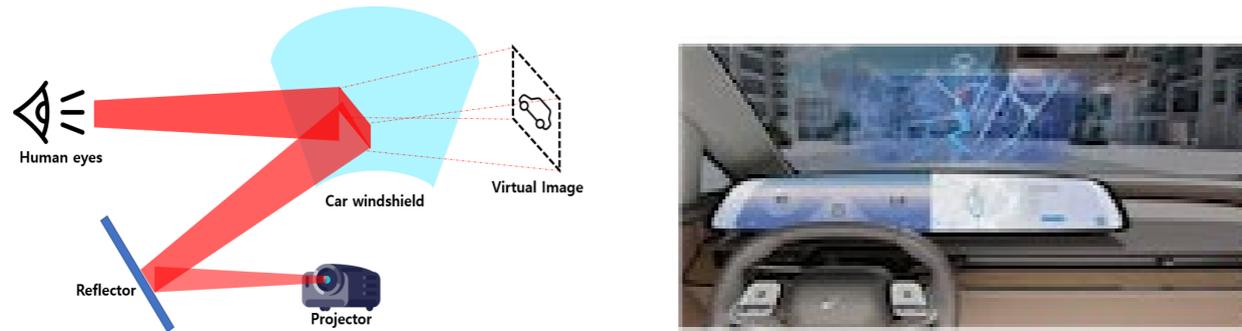
- 散乱媒質（霧、煙など）は流体であるため、各画像を個別に処理するよりも、ARMSに基づいて動画内の複数フレーム間の差分を利用することで、不均一な散乱媒質情報をより効果的に処理することができる。



# (応用例) 自動運転システム

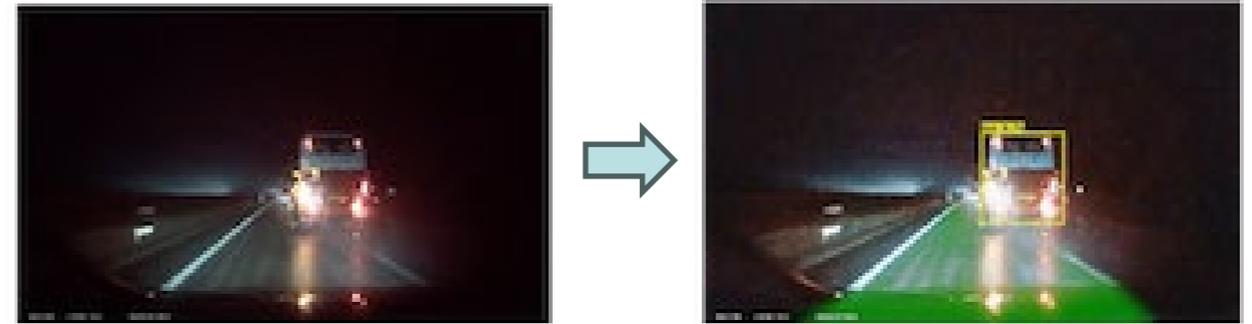
- 悪天候(雨, 霧)下での物体認識率向上アルゴリズム開発
- リアルタイムで車前方の視野の可視化

## Hardware



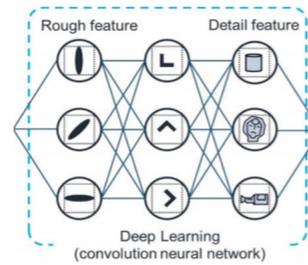
Holographic optical element (HOE) フィルムを利用した  
車両 Head Up display 設計

## Software



悪天候下での物体認識率向上アルゴリズム開発

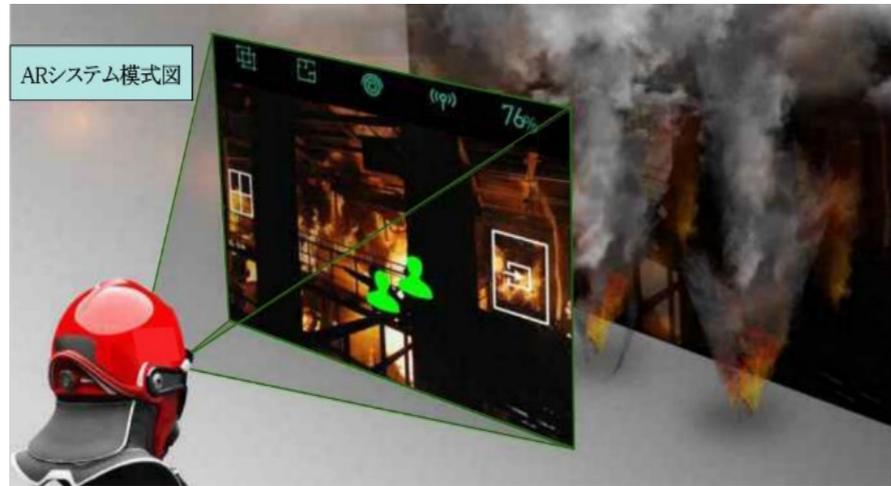
- ディープラーニングによる2D画像を用い3D情報推定(自動走行)



- 車線追跡情報
- 車間距離情報
- 悪天候の気象情報
- 安全走行のための情報

# (応用例) 視界不良の災害現場におけるAR救援補助システム

- 火災現場のような災害状況で発生する光散乱媒質(例えば、黒煙および白煙)のリアルタイム除去技術、および超低照度環境で視界を確保する映像分析/認識技術
- ディープラーニングを活用して映像を分析/認識して要救助者の位置を可視化・把握する災害構造システム技術を確立
- 実用化のため構造リアルタイムでの使用が可能なAR装置(ARグラス)を介して、システムの有効性検証



AR 救援補助システム



元画像

処理画像

# (応用例) ロボティクス

---

- 産業用ロボット
- 救助用ロボット
- 探査用ロボット

# (応用例) セキュリティー

---

- 人工衛星による観測システム
- CCTV
- 夜間保安監視システム

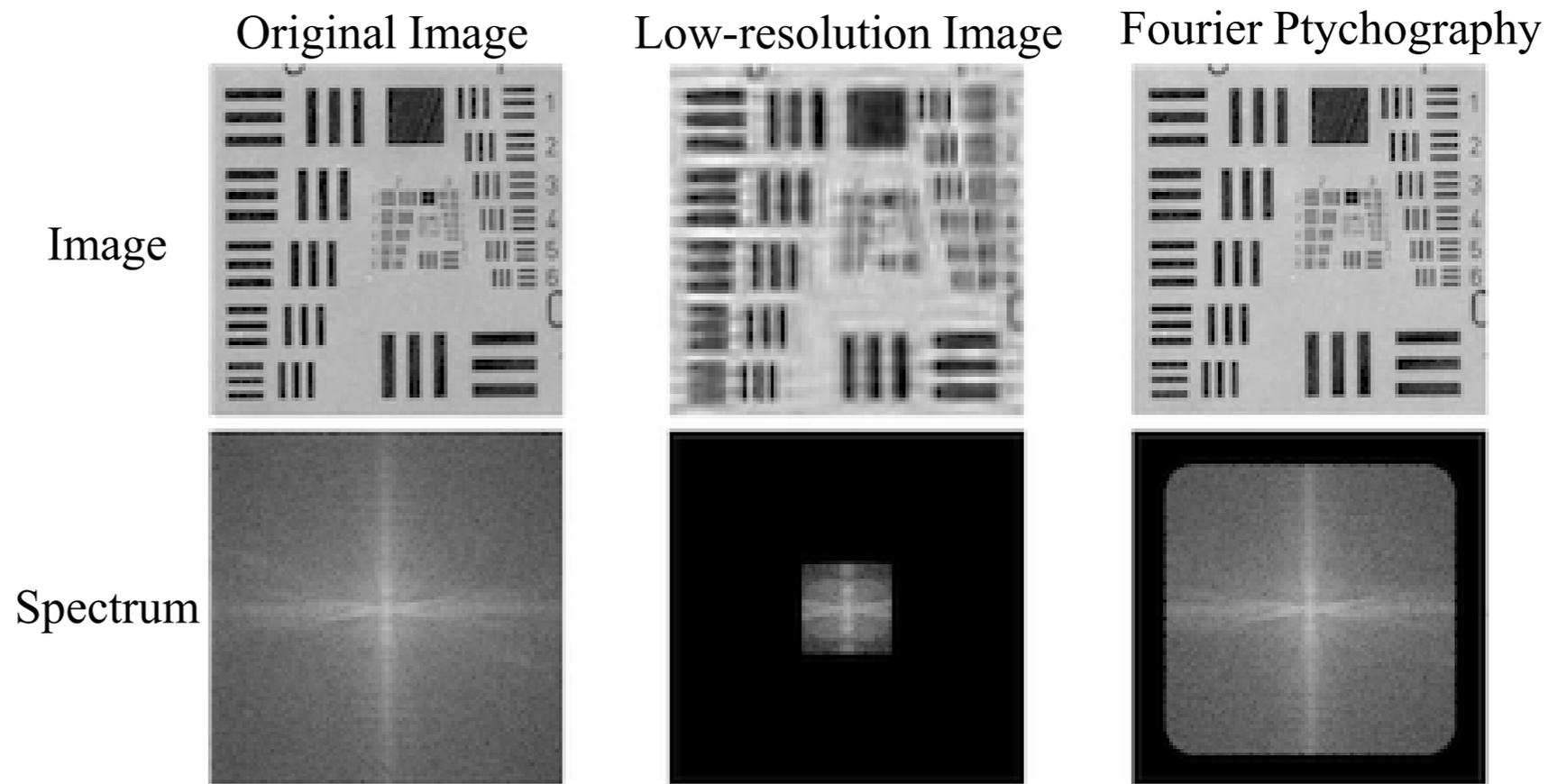
## (応用例) 医療分野

---

- 医療分野においては、内視鏡を用いた臓器の三次元再構成が可能となる。
- また、内視鏡検査中に体温による視界の妨げが発生した場合でも、本技術を用いることでより鮮明な映像を得ることができる。

# (応用例) 遠距離物体に対する画像取得・可視化技術

- 人が直接到達できない場所を探査するため、カメラのズームシステムが非常に重要となる。
- Fourier Ptychographyを用いることで、低解像度の画像を高解像度画像へと再構成することが可能である。



# (応用例) 遠距離物体に対する可視化システム

- 海上交通管制
- 航空管制塔
- 飛行機の離着陸時の安全補助システム

## 想定される用途

---

- 本技術の特徴を生かすためには、悪天候時の自律走行車用センサ製造に適用することで(事故リスク低減による)安全性の飛躍的な向上のメリットが大きいと考えられる。
- 上記以外に、災害現場における迅速な状況把握の効果が得られることも期待される。
- また、達成された「散乱媒質下での高精度な物体認識・位置把握」に着目すると、無人移動体の核心技術(映像認識分野)や監視センサ技術といった分野や用途に展開することも可能と思われる。

# 実用化に向けた課題

---

- 現在、散乱媒質について可視化が可能なところまで開発済み。しかし、非常に濃い散乱媒質での可視化及びリアルタイム処理が未解決である。
- 今後、多様な環境について実験データを取得し、FPGAボードを用いてリアルタイム処理の実現する。
- 実用化に向けて、すべての散乱媒質についてリアルタイムで可視化できるよう技術を確立する必要もあり。

# 社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	・散乱媒質除去技術が完了（例：霧や煙除去）	
現在	・視界不良環境下での可視化実現（例：霧や煙の可視化実現）	
1年後	・非常に濃い散乱媒質の可視化実現	例：デモンストレーション実施
2年後	・動画でのリアルタイム処理の実現（例：FPSが25以上が実現、安定性試験の実施） ・遠距離での散乱媒質の可視化（例：画像の最適化を実現）	例：評価データの提供 サンプル提供が実現
3年後	・多様な環境下での可視化性能向上（例：多様な環境での試験の実施）	例：試験サービスの実現

# 企業への期待

---

- 未解決の非常に濃い散乱媒質の可視化及び処理速度については、演算式の改善やハードウェア構築の技術により克服できると考えている。
- 自律走行車やドローン、監視カメラシステムなど、実環境での実証プラットフォームの技術を持つ企業とのライセンス及び共同研究を希望。
- また、悪天候時にも対応可能な自律走行車や無人移動体を開発中の企業、災害現場向けソリューションや高信頼性監視センサ技術分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

# 企業への貢献、PRポイント

---

- 本技術は、光学的知見と深層学習を融合し、霧や煙などの視界不良環境下でも対象物の高精度な認識・位置把握が可能である。
- 自律走行システム、無人移動体、監視カメラ等に本技術を組み込むことで、悪天候時の動作信頼性を飛躍的に高め、「全天候型ソリューション」としての製品競争力強化に貢献できると考えている。
- 本技術の導入にあたり必要な追加実験を行うことで科学的な裏付けを行うことが可能。
- 本格導入にあたっての技術指導等

# 本技術に関する知的財産権

---

- 発明の名称 : 画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラム  
出願番号 : 特願2024-214715  
出願人 : 九州工業大学  
発明者 : 李旻哲、ジョン ジョンピル
  
- 発明の名称 : 画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラム  
出願番号 : 特願2025-097331  
出願人 : 九州工業大学  
発明者 : 李旻哲、ジョン ジョンピル

# 産学連携の経歴

---

- 2023年12月-2024年11月 A社と共同研究実施

# お問い合わせ先

---

国立大学法人九州工業大学  
イノベーション本部  
産学イノベーションセンター  
知的財産・技術移転推進部門

電話：093-884-3499

E-mail: [chizai@jimu.kyutech.ac.jp](mailto:chizai@jimu.kyutech.ac.jp)