第41回 国際燃焼シンポジウム
2026年7月26–31日・日本・京都

石炭／モノエチレングリコールスラリー スプレー液滴内の石炭粒子のAI支援モニタリング

Walter Schäfer [1,*], Tobias Jakobs [2] and Patrick Stegmann [3]

1. ai-quanton, Dr.-Werner-Freyberg-Str. 7, 69514 Laudenbach, Germany
2. KIT, ITC, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, Germany
3. UMD & NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, MD, USA

[1] W. Schäfer, T. Jakobs, P. Stegmann (2026). AI-assisted monitoring of coal particles within droplets in a coal monoethylene glycol slurry spray. 41st ISOC, Kyoto, Japan. DOI: 10.5445/IR/1000196272.

* 責任著者：info@ai-quanton.com

論文 DOI

1 動機と測定原理

図1: RGB PTA（3 × 1024 × 1024）。

スラリー液滴からの連続的な光散乱信号は、粒子テンソルAI（Particle-Tensor-AI、PTA）表現を形成し、CNNによる石炭質量濃度および平均粒子径の分類に用いられる。

4つの検出器が異なる角度の散乱光を収集する。固定時間窓により、トリガーなしで液滴群の信号が保持される。RGBテンソルでは、各カラーチャネルが選択された1つの検出器を表す。

1 検出
4つの検出器が異なる角度の散乱光を収集

→

2 PTA
固定時間窓、トリガーなし；RGBテンソル 3 × 1024 × 1024

→

3 CNN
TensorFlow/Keras、3 × 256 × 256 テンソル、8 ビット

→

4 分類
石炭質量濃度 C_m と平均粒子径

2 実験装置

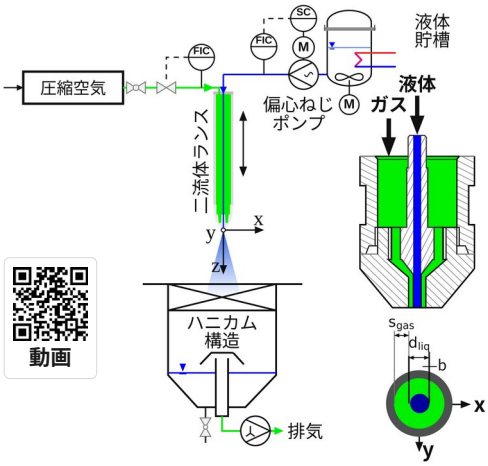

図2: ツインフルードノズルを備えた大気圧スプレー試験装置（ATMO）。

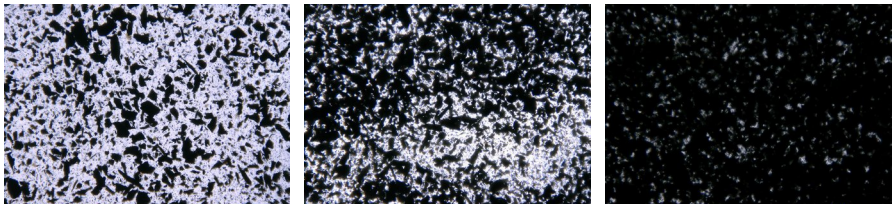

図3: C_m = 5%、10%、20%の懸濁液画像（同一倍率）。

ツインフルードノズルが石炭／モノエチレングリコールスラリーを霧化した（図2）。TSTOF装置はノズル軸上で光散乱信号を記録した。

石炭質量濃度 C_m	**5%、10%、20%**
石炭平均粒子径 SMD_p	**4.0、9.4、18.7 µm**
霧化空気流量 $\dot{V}$	**7.5 m³/h**
スラリー質量流量 $\dot{M}$	**12.56 kg/h**
測定位置	**ノズル軸上、下流120 mm**

3 AI分類と結果

TensorFlow/Keras CNNは、8ビット分解能の3 × 256 × 256テンソルを用いて、石炭質量濃度と平均粒子径を分類した。検出器の組み合わせ、ダウンサンプリング係数、RGBまたはグレースケールのエンコードが異なる168通りの構成を試験した。

時間窓を長くすると分類が改善した。ダウンサンプリング係数1では、RGBが概ねグレースケールを上回った。質量濃度は平均粒子径よりも確実に分類された。

ダウンサンプリング係数16では、14通りすべての検出器の組み合わせでC_mの予測確率は94.7–99.9%であった。

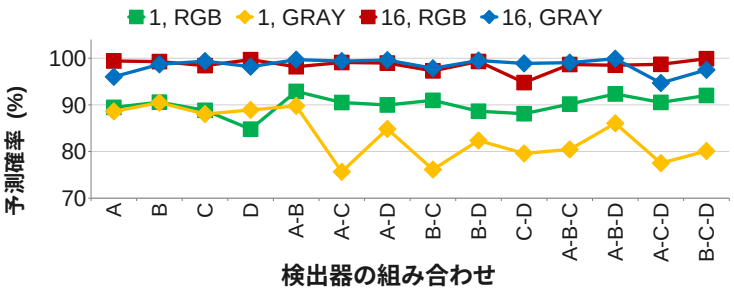

図4: 検出器の組み合わせごとのC_m分類の予測確率。1と16：ダウンサンプリング係数、RGB/GRAY：テンソルのエンコード。

結論と展望

PTAベースのCNNは、モノエチレングリコールスプレー中の石炭質量濃度を分類した。時間窓を長くすると結果が改善し、粒子径の分類は信頼性が低かった。今後はモデルを最適化し、他のスプレーでも試験する。