

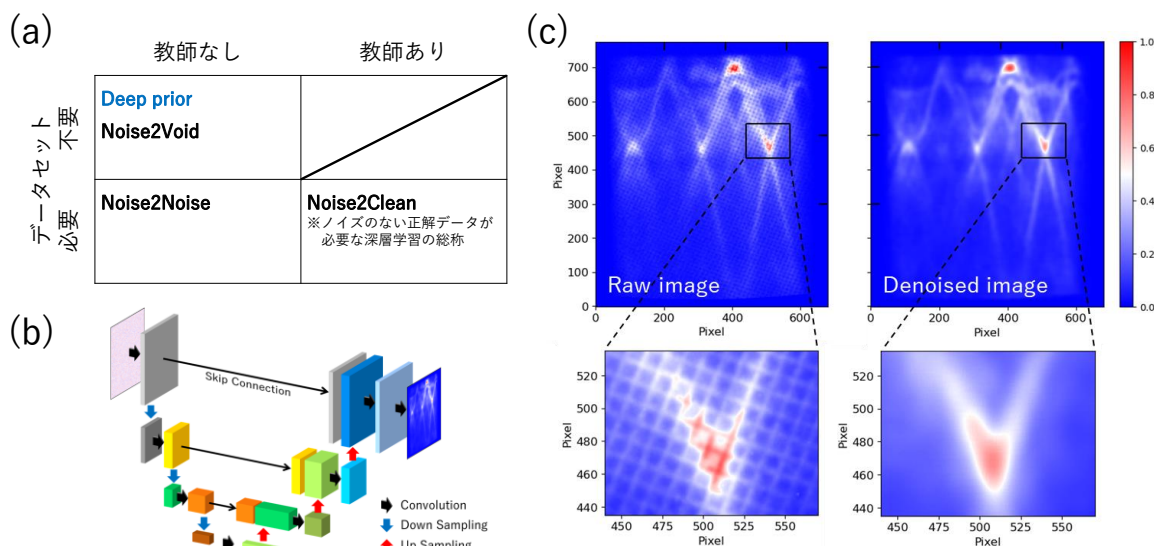
Deep prior によるノイズ・アーティファクト除去 ～ SPring-8 BL25SU の SX-ARPES への適用 ～

高輝度光科学研究センター、産学総合支援室

横山優一

深層学習は自然言語処理や画像処理をはじめとする様々な分野で革新的な成果をあげている。本講演では、画像処理の 1 つであるノイズ除去に注目する。深層学習によるノイズ除去の技術は、教師データとしてのノイズを含まない画像（クリーン画像）の有無やデータセットの有無によって分類され、大別すると 4 種類の深層学習モデルが提案されている（図 a）。一般的なアプローチはクリーン画像とノイズを含む画像（ノイズ画像）のペアをデータセットとして訓練を行う深層学習モデルで、総称して Noise2Clean と呼ばれる。しかしながら、放射光を用いた先端計測において、大量のクリーン画像を実験的に取得することは容易ではない。そのため、クリーン画像を用いずにノイズ画像同士のペアで訓練を行う Noise2Noise¹ やノイズ画像 1 枚だけでも訓練を実施可能な Noise2Void² が提案されている。加えて、より実用性の高いアプローチとして、訓練さえ不要で計測されたデータに即座に適用可能な Deep prior³ が提案されている。Deep prior では、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）に組み込まれた各種バイアスを事前知識として計測データを学習するという独創的なアプローチによって、計測データ単体からノイズとシグナルを分離する。我々は、この枠組みを拡張し、測定系に由来するアーティファクトとノイズを同時に分離・除去する技術⁴を開発した。

本講演では、Deep prior 用に構築した CNN（図 b）を紹介し、ノイズ・アーティファクト除去の動作原理を説明する。さらに、SPring-8 BL25SU の SX-ARPES（Fixed mode）の計測データに適用してノイズと格子状アーティファクトを除去した結果（図 c）を示し、Deep prior による SX-ARPES の計測効率化について議論する。最後に、今回構築した CNN が、汎用的なノイズ除去ツールとして SX-ARPES 以外の計測にも有効に機能することを紹介する。



図：(a) 深層学習によるノイズ除去技術の分類と代表的な 4 種類のモデル。(b) Deep prior 用に構築した人工ニューラルネットワーク。(c) SX-ARPES（Fixed mode）の計測データへ適用した結果。試料は CeRu₂Si₂。

参考文献

- [1] J. Lehtinen et al., ICML2018, PMLR **80**, 2965 (2018). [2] A. Krull et al., CVPR (2019).
[3] D. Ulyanov et al., Int. J. Comput. Vis. **128**, 1867 (2020). [4] Y. Yokoyama et al., in preparation.