

数理の力を活用しセンシングデータから 価値ある情報を抽出する



- ✓ 小野（峻）研ではノイズや欠損を含むデータから価値のある情報を復元・解析するための数理モデルやアルゴリズムについて研究しています（今年度発足のラボです）
- ✓ 理論的な研究だけでなく、応用研究：データサイエンス、AI、リモートセンシング、ライフサイエンス、マテリアルサイエンス等にも取り組んでいます

- ✓ 小野 峻佑（おの しゅんすけ）
- ✓ 情報工学系 准教授
- ✓ JSTさきがけ研究員（兼任）
- ✉ ono@c.titech.ac.jp
- 〒 すすかけ台 G3-916

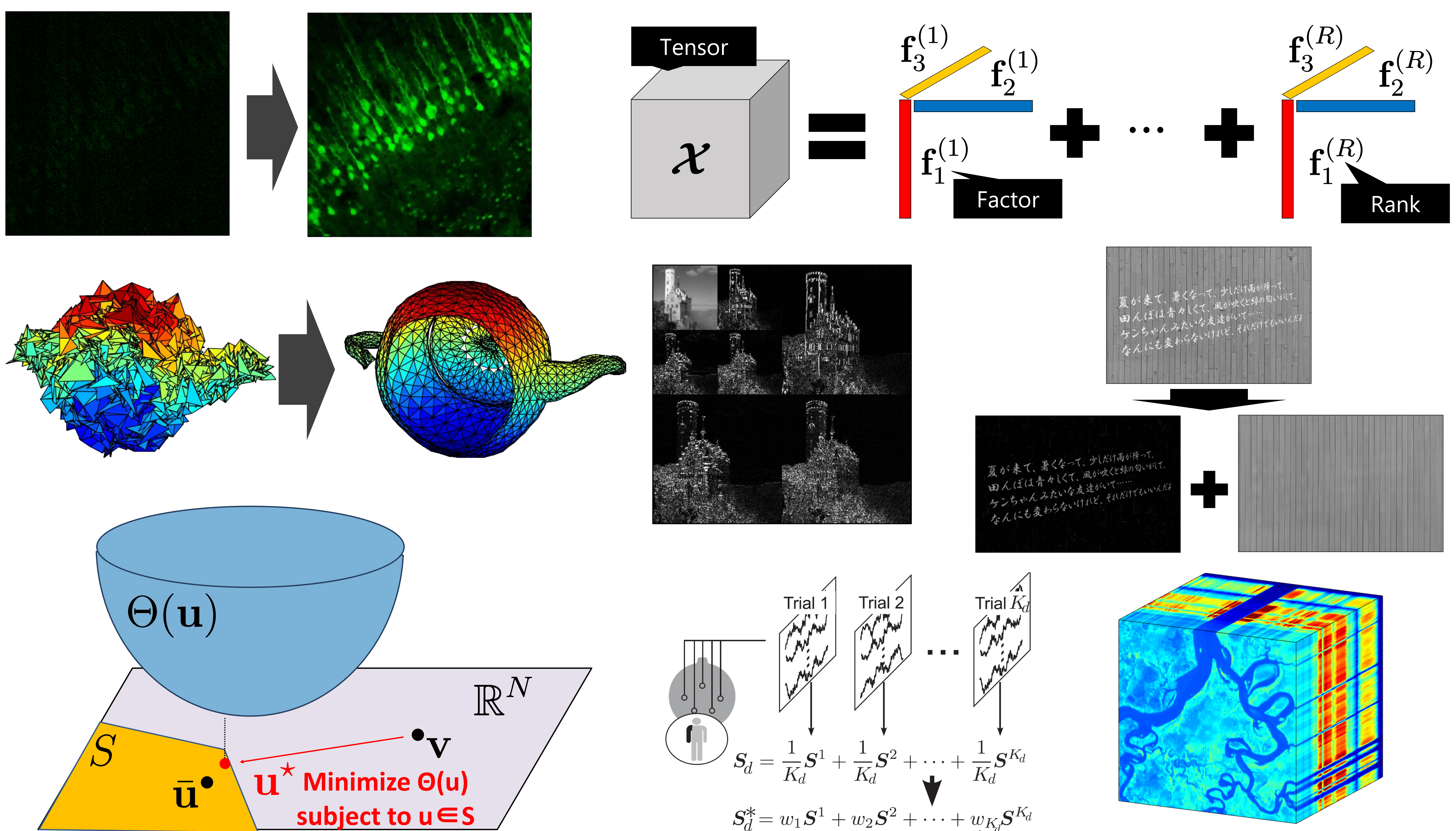


【研究分野】
 画像処理・信号処理・数理最適化・人工知能（AI）・機械学習
 リモートセンシング・コンピュータビジョン・データサイエンス など

【キーワード】
 スパースモデリング・圧縮センシング・画像復元・テンソル因子分解
 近接分離アルゴリズム・ADMM・確率的最適化・ロバスト推定
 深層学習の解析・超解像顕微鏡・CT/MRI・情報と計測の融合 など

★ **企業様との共同研究・技術顧問等，募集中です！！**

- ✓ 上記の研究分野・キーワードに関連するものや近いものであれば基本的に対応可能です
- ✓ 単発のセミナー・チュートリアルトークや技術相談も可能です
- ✓ 研究費額・報酬等に関しては個別に相談に応じます

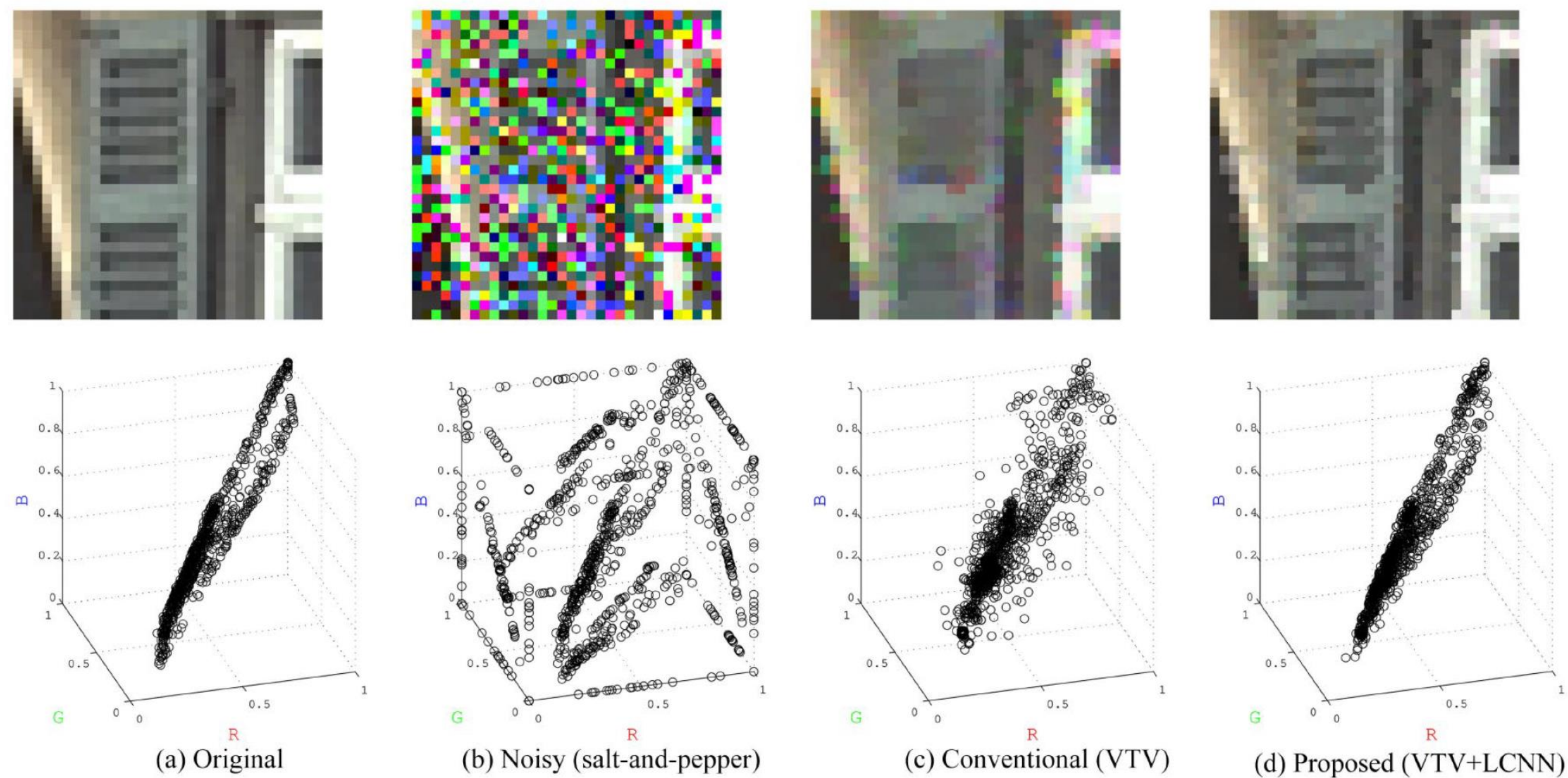


★ **参考書籍・文献**（※文献2,3に関しては小野のWebページ→Publicationsからダウンロード可能）

1. 米谷 竜, 斎藤 英雄 編, "コンピュータビジョン—広がる要素技術と応用—," 未来へつなぐ デジタルシリーズ, 共立出版, Jun. 2018. (第8章を小野が執筆)
2. 小野 峻佑, "近接分離アルゴリズムとその応用—信号処理・画像処理的観点から—," オペレーションズ・リサーチ, vol. 64, no.6, pp. 316-325, Jun. 2019.
3. K. Shirai, T. Baba, S. Ono, and M. Okuda, "局所特徴に基づく正則化を用いた画像処理と最適化の役割," 電子情報通信学会 基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review, vol. 11, no. 1, pp. 40-53, Jul. 2017.
4. 小野 峻佑, "近接分離による分散凸最適化—交互方向乗数法に基づくアプローチを中心として—," 計測と制御, vol. 55, no. 11, pp. 954-959, Nov. 2016.

色ムラや擬色除去のための 局所色空間低ランク正則化

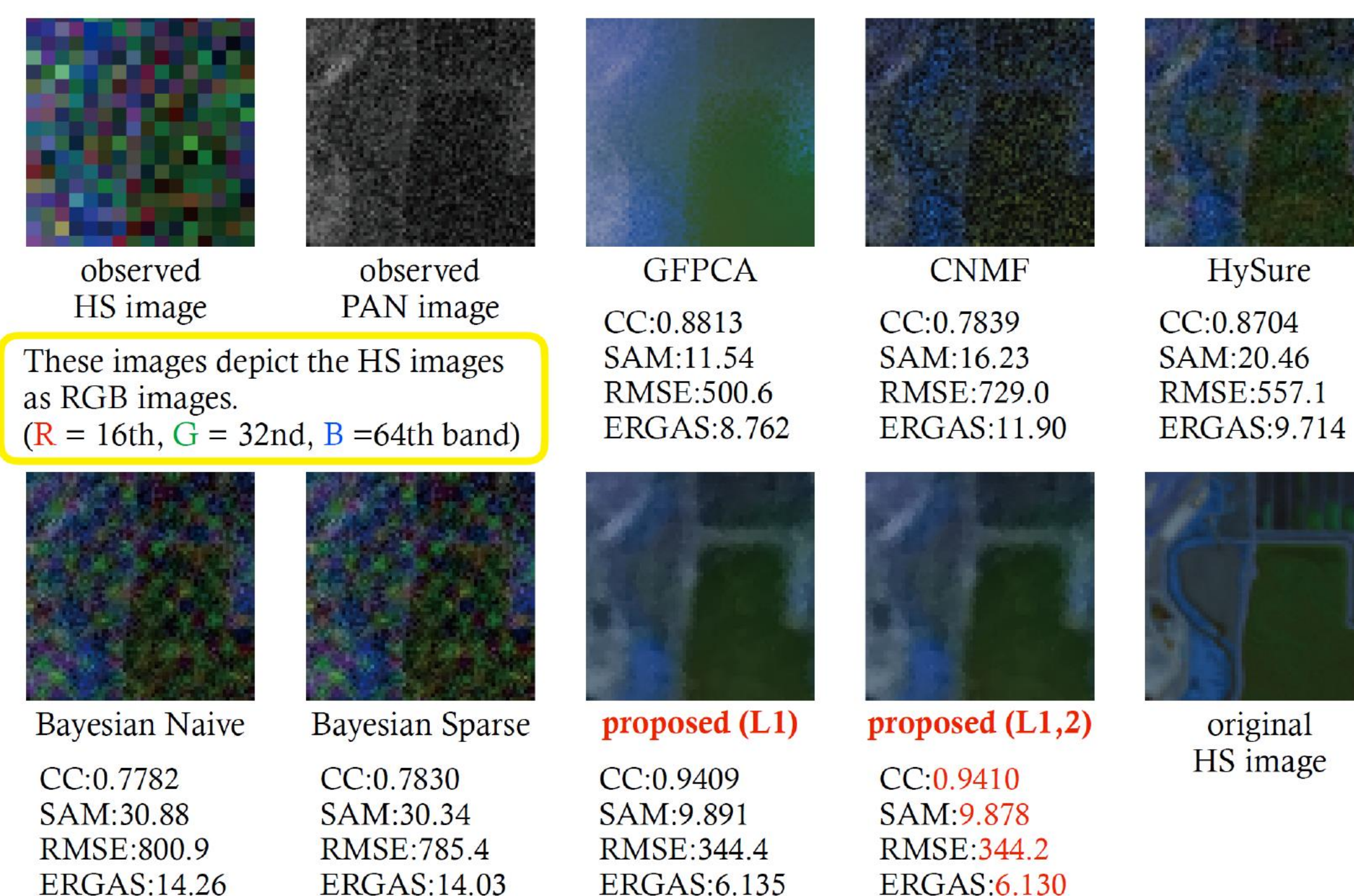
- ノイズ除去やデモザイキングにおける色ムラ・擬色の除去に特化
- 自然画像の局所色空間における線形性 (color-lines) に着目
- この性質を最適化可能な低ランク正則化でモデル化



S. Ono and I. Yamada, "Color-line regularization for color artifact removal," IEEE Trans. Comput. Imag., 2016. (S. Ono and I. Yamada, IEEE CVPR 2013 が初出)

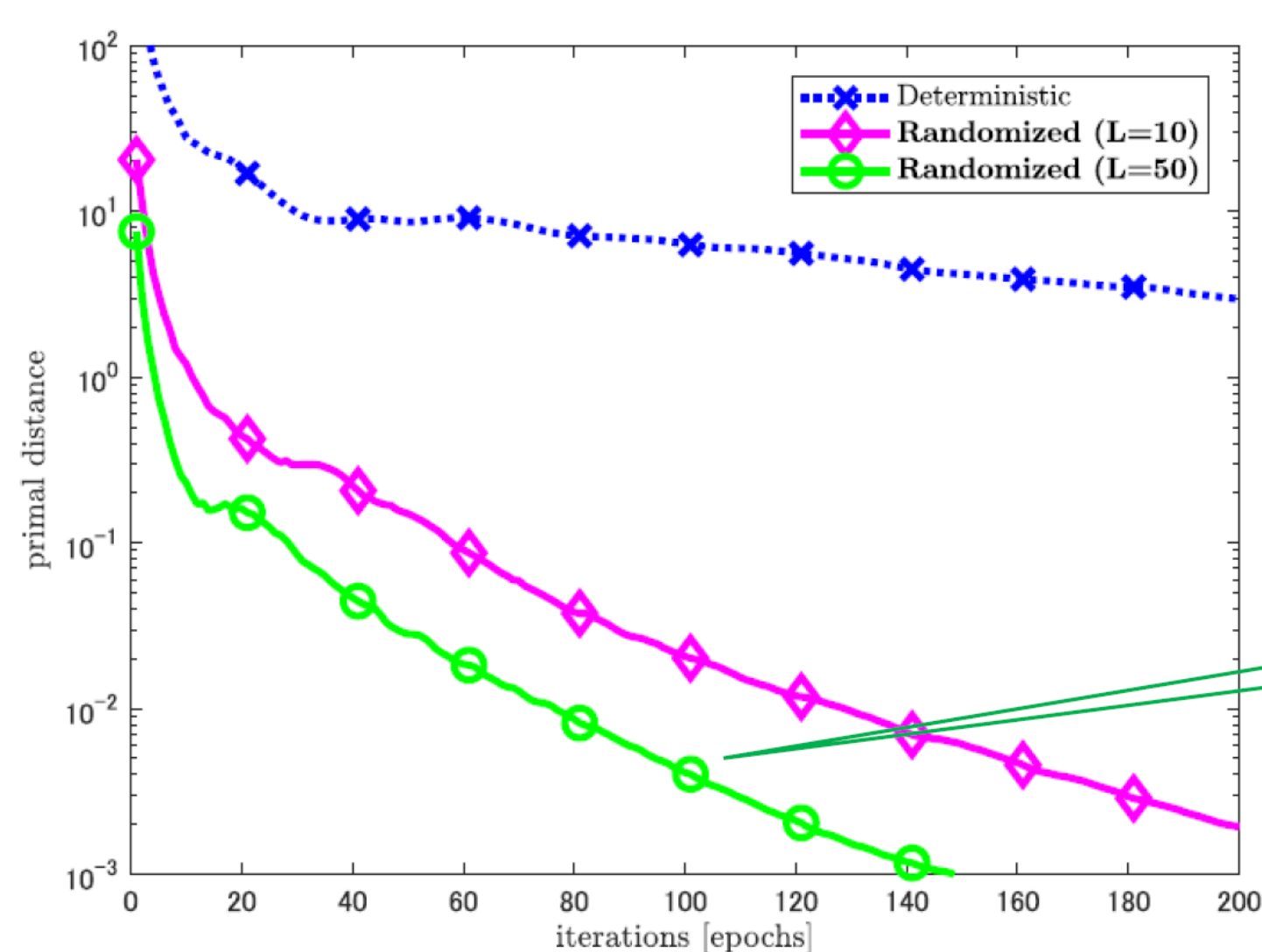
空間-波長正則化を用いた ロバストなハイパースペクトル画像合成

- 低解像度HS画像と高解像度Pan画像から高解像度HS画像を推定
- HS画像に内在するスパース性を空間-波長正則化でモデル化
- Pan画像のノイズ除去も同時に行うことでロバスト化



S. Takeyama, S. Ono, and I. Kumazawa, "Robust and effective hyperspectral pansharpening using spatio-spectral total variation," IEEE ICASSP, 2018.

制約付き高次元信号推定のための 超効率的乱択アルゴリズム



- センシング行列を部分行列に分割 & 乱択化することで行列積の演算量を大幅に削減
- L: センシング行列の分割数
- Primal distance: 最適解との誤差

提案法は非常に高速に収束

推定画像の品質は非確率的最適化 (既存法) の場合と同等



S. Ono, "Efficient constrained signal reconstruction by randomized epigraphical projection," IEEE ICASSP 2019.

任意の学習済みノイズ除去手法の 一般画像復元転移アルゴリズム

- 任意のガウス性ノイズ除去手法を事後確率推定問題の一種と解釈 → ある最適化アルゴリズムのワンステップと同一視可能
- 高いポテンシャルを持つノイズ除去手法 (例: 深層学習ベース) の背後にある事前知識を画像復元/再構成に活用

Algorithm 1: Plug-and-play image restoration based on primal-dual splitting (PDSnP).

input : $u^{(0)}, y_1^{(0)}, y_2^{(0)}$

1 while A stopping criterion is not satisfied do

2 $u^{(n+1)} = \mathcal{R}_R(u^{(n)} - \gamma_1(\Phi^T y_1^{(n)} + y_2^{(n)}), \sqrt{\gamma_1});$

3 $y_1^{(n)} \leftarrow y_1^{(n)} + \gamma_2 \Phi(2u^{(n+1)} - u^{(n)});$

4 $y_2^{(n)} \leftarrow y_2^{(n)} + \gamma_2(2u^{(n+1)} - u^{(n)});$

5 $y_1^{(n+1)} = y_1^{(n)} - \gamma_2 \text{prox}_{\frac{1}{\gamma_2} \mathcal{F}_v}(\frac{1}{\gamma_2} y_1^{(n)});$

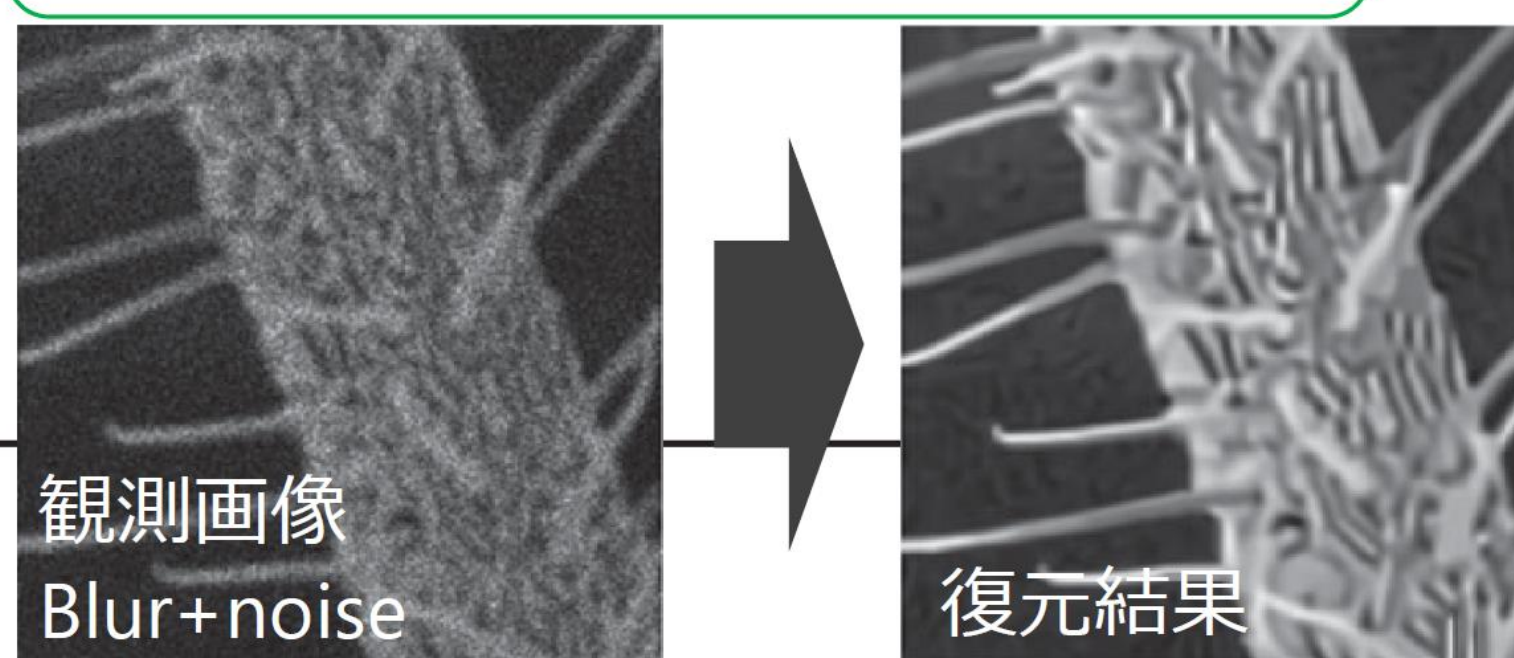
6 $y_2^{(n+1)} = y_2^{(n)} - \gamma_2 \text{prox}_{\frac{1}{\gamma_2} \mathcal{F}_c}(\frac{1}{\gamma_2} y_2^{(n)});$

7 $n \leftarrow n + 1;$

output : $u^{(n)}$

任意のノイズ除去手法を挿入可能 (plug-and-play)

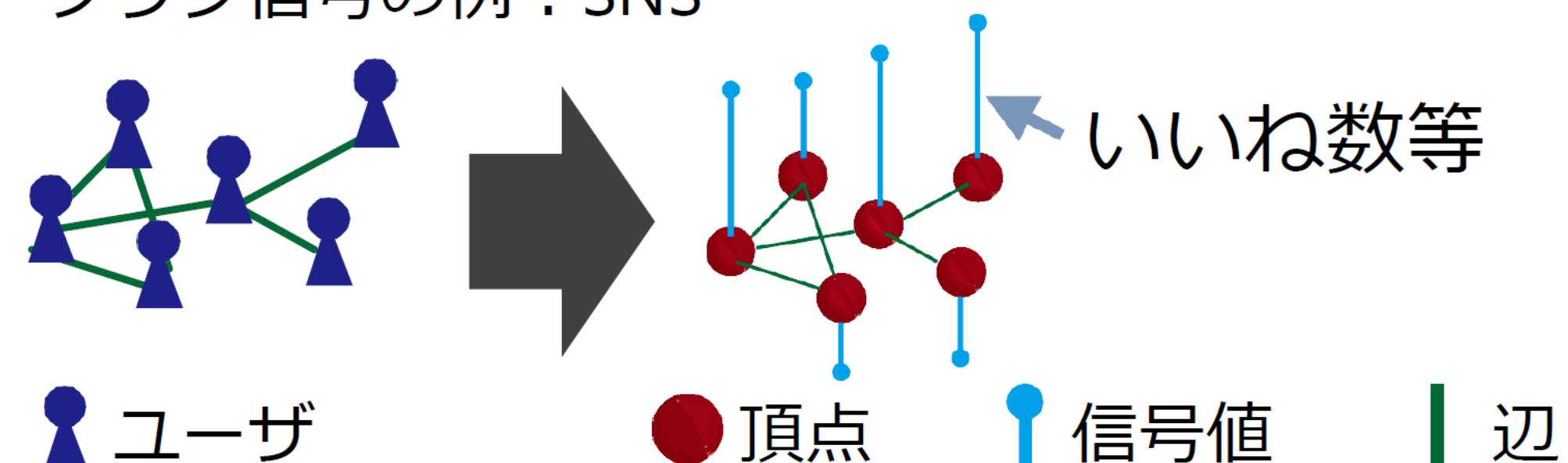
センシングモデルを陽に取り入つつデータとの整合性を担保



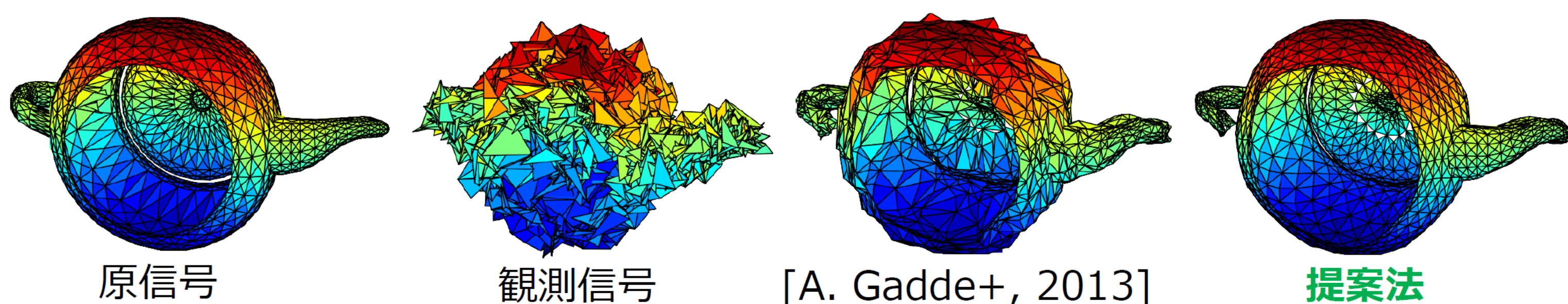
S. Ono, "Primal-dual plug-and-play image restoration," IEEE Signal Process. Lett., 2017.

大規模ネットワーク上の信号情報の 高性能 & 高速フィルタリング

- ネットワーク上に定義された信号情報 (グラフ信号) を効率的に処理
- グラフ信号の例: SNS



- 応用例: 3Dセンシングデータのスムージング/デノイズ



M. Onuki, S. Ono, M. Yamagishi, and Y. Tanaka, "Graph Signal Denoising via Trilateral Filter on Graph Spectral Domain," IEEE Trans. Signal Info. Process. Netw., 2016.

最近の成果

- 汎用的テンソル因子分解アルゴリズム
 - 最先端の信号復元手法に使われている最適化原理を導入
 - 低計算量かつ汎用的なアルゴリズムの構成に成功

S. Ono and T. Kasai, "Efficient constrained tensor factorization by alternating optimization with primal-dual splitting," IEEE ICASSP 2018.

- 畳み込みスパース符号化に基づく動的モード分解

- フィルタバンクやCNNに現れる畳み込み構造に着目した説明性の高いデータ解析手法
- 空間情報を反映しやすい
- 河川計測工学へ応用

Y. Kaneko, S. Muramatsu, H. Yasuda, K. Hayasaka, Yu Otake, S. Ono, and M. Yukawa, "Convolutional-sparse-coded dynamic mode decomposition and its application to river state estimation," IEEE ICASSP 2019.

