ベイズ超解像を用いた X 線光電子分光測定の高速化

Acceleration of X-ray photoelectron spectroscopy measurements by Bayesian super-resolution

名古屋大 [1]、あいち産業科学技術総合センター[2]
○原田 俊太 [1]、辻森 皓太 [1]、野本 豊和 [2]、伊藤 孝寛 [1]
Nagoya Univ. [1], Aichi Center for Industry and Science Technology [2]
○Shunta Harada[1], Kota Tsujimori[1], Toyokazu Nomoto[2], Takahiro Ito[1]
E-mail: shunta.harada@nagoya-u.jp

【はじめに】X 線光電子分光（XPS）は材料分野で広く用いられている計測手法であり、研究開発や製品検査において必要不可欠な表面分析法である。XPS を製品検査に用いる場合、測定時間を短縮しスループットを向上させることが重要となるが、単純に測定時間を短縮するだけでは信号対雑音比が低下するため、製品検査で必要となるスペクトル形状の詳細を観察できなくなる場合がある。我々はこれまでに画像に用いられてきたベイズ超解像のアルゴリズムを [1]、分光データに応用することで、測定データの解像度を向上させることに成功している [2]。本研究では、低い解像度のデータを取得することにより測定時間を短縮し、ベイズ超解像によって目標とする解像度に向上させることで XPS 測定データの取得を高速化することを目的としている。

【実験方法】測定試料には、市販のポリテトラフルオロエチレン（PTFE）シートを用いた。XPS 測定にはアルバック・ファイ製 PHI5000 VersaProbe を使用し、電子照射により帯電中和を行った。Table 1 に測定条件を示す。比較のために取得した測定データは 10 回の積算を行った。超解像用のデータは測定間隔を 8 倍として取得時間を 1/5 として、80 個のスペクトルを取得した。この場合、超解像スペクトルの取得データ点数は積算データと同一であり、測定時間は 1/5 である。取得したスペクトルからベイズ超解像により 8 倍に解像度を上げて再構築を行った。

【結果・考察】Figure 1 にベイズ超解像により再構築したスペクトル（SSR）と積算したスペクトル（Accum.）の F 1s のピークを示す。比較のためにピークの頂点が 698.0 eV となるように平行移動させている。ベイズ超解像により再構築したスペクトルのほうが積算したスペクトルよりもピーク幅が狭いことが分かる。これは、積算したスペクトルの方がデータの取得時間が長いため帯電の影響が大きいためだと考えられる。ベイズ超解像を XPS の測定に応用すると測定信号対雑音比や分解能を低下させず、測定時間を短縮することが可能であることが明らかとなった。

[1] M. E. Tipping and C. M. Bishop, *Advances in Neural Information Processing Systems 15*
[2] K. Tsujimori, J. Hirotani and S. Harada et al., *J. Electron. Mater* **51**, 712-717 (2022).

Table 1: Measurement condition of XPS for spectral super resolution (SSR) and accumulation.

	SSR	Accum.
Interval (eV)	0.4	0.05
Numbers of measurements	80	10
Aquation time (ms/point)	10	50
Measurement time	**0.2**	1
FWHM (eV)	**4.35**	5.31

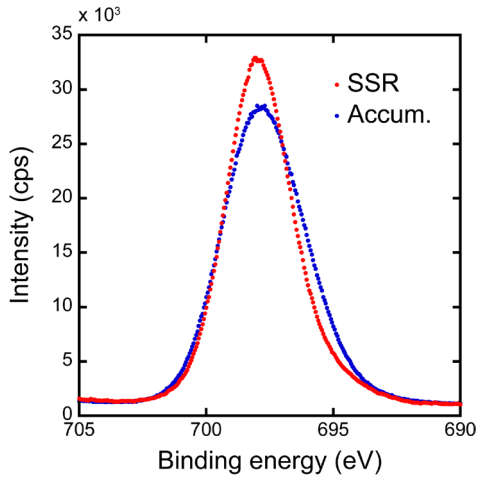

Fig. 1: Reconstructed XPS spectrum by Bayesian super-resolution and accumulated spectrum taken from PTFE.