

辻 幸 一 氏

(Kouichi TSUJI
大阪市立大学大学院工学研究科 教授)



1963年6月11日兵庫県に生まれる。1992年東北大学大学院工学研究科博士課程修了(博士(工学))。同年同大学金属材料研究所助手, 2002年大阪市立大学大学院工学研究科助教授, 2008年同教授, 現在に至る。1998~1999年ベルギー・アントワープ大学にて客員研究員(JSPS 特定国派遣研究者)。2000年英国バース大学にて客員研究員。2001年スイス・バーゼル大学とIBMチューリヒ研究所にて文科省在外研究員。2004~2007年JSTさきがけ研究員。1997年日本分析化学会奨励賞, 2012年大阪ニュークリアサイエンス協会賞を受賞。2015年よりX線分析研究懇談会委員長。2017~2018年度日本分析化学会近畿支部支部長・本会理事。

【業 績】

高感度化と多次元化を目指した新規 X 線元素分析法の 開発と応用研究

辻 幸一氏は, X 線全反射現象の理解と利用を軸として, X 線分析法の高感度化と, 微小部から深さ方向元素分析, 二次元・三次元元素分布解析へと多次元化を目指した装置開発と基礎応用研究に取り組んできた。以下に同君の主な業績を紹介する。

1. 高感度蛍光 X 線表面分析法の開発と国際標準化^{1)~6)}

全反射蛍光 X 線 (TXRF) 分析法は開発当初から半導体ウエーハの迅速な表面分析法として研究が進められてきた。辻君は薄膜解析を目指して斜入射・斜出射条件下での蛍光 X 線強度計算法を確立するとともに, TXRF 法の微量分析法としての特徴に注目し, 反射板を利用した多重反射による TXRF 法の高感度化を提案するなど独自に研究を進めた。また, TXRF 定量分析精度の向上を目指して, レジストパターン膜を有する試料保持基板を考案し, 試料液滴から薄膜様乾燥痕を再現性よく作製することに成功した。同君は TXRF 法をいくつかの環境・バイオ試料に適用し, 本手法の有効性を実証するとともに, ISO/TC201 の活動を通じて TXRF 分析法の国際標準規格の発行にも尽力した。

2. 斜出射 X 線分析法の開発と局所表面元素分析^{7)~11)}

X 線領域にも光学における相反定理が成り立つことから, X 線全反射測定の前過程, すなわち X 線を試料表面からすれすれの角度で検出しても TXRF 法と同様の分析特性が期待される。そこで, 同君は電子プローブ微小部 X 線分析法に斜出射法を適用し, その有効性を実証してきた。さらに同手法を荷電粒子励起 X 線発光法や微小部 XRF 法にも展開し, 材料表面の局所元素分析を可能とする斜出射 X 線分析法としてその体系化に取り組んだ。

3. 共焦点型微小部 XRF 分析装置の開発^{12)~24)}

同君は, 実験室において微細 X 線ビームを得るために, ポリキャピラリー X 線集光素子の分析特性を詳細に評価した。同君はこの X 線集光素子を微小部 XRF 分析に適用し, この研究に関して先導的な役割を果たした。特にこの素子を励起側と検出側に利用する共焦点型微小部 XRF 分析 (CM-XRF) の研究に取り組み, 二波長励起の CM-XRF 装置や世界最高レベルの空間分解能を有する真空仕様の CM-XRF 装置の開発に成功した。

同君は CM-XRF 法における試料の走査によって, いくつかの分析モードが選択できることに着目し, その有効性を示して

きた。例えば, 自動車塗膜片に対してはその試料に特徴的な深さ方向元素分布が非破壊的に得られることを明らかとし, 工業製品に対して特定の分析深さでの試料内部構造を元素分布として可視化できることを示した。さらに同君は, CM-XRF 法を溶液試料に世界で初めて応用し, 塩水中での鉄鋼試料の腐食過程を「その場」モニタリングすることにも成功した。

4. 蛍光 X 線元素イメージング法の開発^{25)~30)}

同君は走査型 XRF イメージングの研究と並行して, 二次元 X 線検出器 (X 線カメラ) を用いた非走査 XRF イメージングの研究も進め, 顕著な成果を得ている。元素識別イメージングを行うために, X 線カメラに分光機能を付加することを考え, 以下の 2 手法により研究を進めた。その一つは波長分散型 XRF イメージングであり, 同君は, 二次元コリメーターを利用することで分光結晶による波長分散後の XRF 強度分布を X 線カメラで可視化することに成功した。本法は元素毎に回折角を走査する必要があるものの, 広い分析視野からの特定元素の分布情報を極短時間に可視化できる特徴がある。

もう一つの方式は, エネルギー分散型 XRF イメージング法であり, 同君は X 線カメラと試料間に直線型ポリキャピラリー素子を配置し, シングルフォトンカウンティング解析によって多元素同時イメージングできることを実証した。加えて, 同君は圧縮センシング技法を用いた画像再構築により高解像度化を研究しており, 実用化が期待されている。

以上, 辻 幸一氏は, 蛍光 X 線分析の高感度化と多次元化に取り組み, X 線分析により得られる情報量を飛躍的に高め, その応用分野を開拓してきた。これらの業績は, 分析化学の発展に貢献するところ顕著なものがある。

〔京都大学大学院薬学研究科 石濱 泰〕

文 献

- 1) *X-Ray Spectrom.*, **31**, 358 ('02). 2) *ibid.*, **45**, 197 ('16). 3) *Spectrochim. Acta B*, **61**, 389 ('06). 4) *ibid.*, **101**, 6 ('14). 5) *ibid.*, **144**, 68 ('18). 6) *分析化学*, **54**, 749 ('05). 7) *Anal. Chem.*, **71**, 2497 ('99). 8) *ibid.*, **71**, 5033 ('99). 9) *ibid.*, **81**, 3356 ('09). 10) *Spectrochim. Acta B*, **57**, 897 ('02).
- 11) *Spectrochim. Acta B*, **60**, 1381 ('05). 12) ぶんせき, **2006**, 378. 13) *X-Ray Spectrom.*, **36**, 145 ('07). 14) *ibid.*, **42**, 123 ('13). 15) *ibid.*, **42**, 374 ('13). 16) *Anal. Sci.*, **24**, 99 ('08). 17) *ibid.*, **24**, 843 ('08). 18) *J. Anal. At. Spectrom.*, **26**, 305 ('11). 19) *Anal. Chem.*, **83**, 3477 ('11). 20) *Adv. X-ray Anal.*, **54**, 238 ('11).
- 21) *Spectrochim. Acta B*, **61**, 460 ('06). 22) *ibid.*, **113**, 43 ('15). 23) *Powder Diff.*, **30**, 109 ('15). 24) *分析化学*, **66**, 713 ('17). 25) *Anal. Chem.*, **83**, 6389 ('11). 26) *Spectrochim. Acta B*, **83-84**, 56 ('13). 27) X 線分析の進歩, **48**, 159 ('17). 28) *分析化学*, **66**, 901 ('17). 29) *Adv. X-ray Anal.*, **61**, 180 ('18). 30) ぶんせき, **2019**, 146.