

# 電気化学デバイスの分子スケール制御に向けた近接場基盤技術の開発

## Development of Near-Field Technology for Molecular Scale Control of Electrochemical Devices

理研<sup>1</sup> ◯横田 泰之<sup>1</sup>

RIKEN<sup>1</sup> ◯Yasuyuki Yokota<sup>1</sup>

E-mail: yyokota@riken.jp

2050年の脱炭素に向けた取組みの中で、蓄電池、水素燃料、太陽電池、CO<sub>2</sub>回収といった電気化学分野に直結した課題の重要性が益々高まっている。電解質溶液と電極の界面で起こる電気化学反応について、これまで多くの電流-電圧計測が行われてきたが、界面の詳細については長らくブラックボックスであった。1980年代の後半に電気化学走査トンネル顕微鏡(EC-STM)が開発されたことで、電気化学反応が起きる電極表面を実空間で観察できるようになり、電流-電圧計測では分からなかった電極の形状変化を追跡することが可能となった[1]。しかしながら、EC-STMでは化学種の識別を行うことができないため、不均一な界面で起こる電気化学反応の詳細に迫ることは困難であ

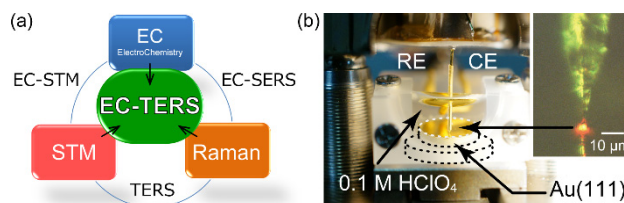


Fig 1. (a) Schematic of EC-TERS. (b) Photograph of the EC-TERS cell and optical micrograph of the laser spot focused on the gap between the Au tip and the sample electrode.

った。そこで近年注目されているのが、近接場によって探針直下のラマン分光測定を行うことができる電気化学探針増強ラマン分光法(EC-TERS)である[2-6]。真空中でのTERS計測は進展が著しく1分子内の振動分光マッピングまで可能となっている一方で、EC-TERS測定ではEC-STMとしての観察機能とナノラマン分光の機能を高いレベルで両立するための手段が存在せず、分析ツールとしては開発段階に留まっているのが現状である[7]。探針周囲の誘電率が異なる以外は真空中と比較して原理的制約が存在しないことから、電気化学環境で近接場を有効活用するための方法論の確立が急務と考えられる。本発表では、我々が開発しているEC-TERS装置の詳細について述べた後、他グループも含めた現状や周辺技術の開発状況、今後の展望について紹介したい[8-13]。

### References

- [1] K. Itaya, *Prog. Surf. Sci.*, **58**, 121 (1998).
- [2] Z.-C. Zeng, S.-C. Huang, D.-Y. Wu, L.-Y. Meng, M.-H. Li et al., *J. Am. Chem. Soc.*, **137**, 11928 (2015).
- [3] D. Kurouski, M. Mattei, R.P. van Duyne, *Nano Lett.*, **15**, 7956 (2015).
- [4] N. M. Sabanés, T. Ohto, D. Andrienko, Y. Nagata, K. F. Domke, *Angew. Chem., Int. Ed.*, **56**, 9796 (2017).
- [5] Y. Yokota, N. Hayazawa, B. Yang, E. Kazuma et al., *J. Phys. Chem. C*, **123**, 2953 (2019).
- [6] T. Touzalin, S. Joiret, I. T. Lucas, E. Maisonhaute, *Electrochem. Commun.*, **108**, 106557 (2019).
- [7] Y. Yokota, M. Hong, N. Hayazawa, Y. Kim, *Surf. Sci. Rep.*, **77**, 100576 (2022).
- [8] M. Hong, Y. Yokota, N. Hayazawa, E. Kazuma, Y. Kim, *J. Phys. Chem. C*, **124**, 13141 (2020).
- [9] Y. Yokota, R. A. Wong, M. Hong, N. Hayazawa, Y. Kim, *J. Am. Chem. Soc.*, **143**, 15205 (2021).
- [10] M. Hong, Y. Yokota, R. A. Wong, N. Hayazawa, E. Kazuma et al., *J. Phys. Chem. C*, **125**, 16569 (2021).
- [11] Y. Kobayashi, Y. Yokota, R. A. Wong, M. Hong, J. Takeya et al., *J. Phys. Chem. C*, **127**, 746 (2023).
- [12] Y. Kobayashi, Y. Yokota, Y. Takahashi, J. Takeya, Y. Kim, *J. Phys. Chem. C*, **127**, 13929 (2023).
- [13] Y. Kobayashi, Y. Yokota, Y. Shoji, S. Sajisha, C. J. Martin et al., *J. Phys. Chem. C*, **128**, 15082 (2024).