

固体電気化学を活用したアニオンのイオンポンピング

Ion pumping for anions using solid state electrochemistry

北大電子研 ◯藤岡 正弥, Melbert JEEM, 西井 準治

RIES Hokkaido Univ. ◯Masaya Fujioka, Melbert JEEM, Junji Nishii

E-mail: fujioka@es.hokudai.ac.jp

これまで当研究室では、固体電気化学を活用することで、電界により固体間のイオン拡散を利用する独自の合成手法を開発している。従来、電気化学は液相プロセスにおいて発展してきた分野であるが、固相に着目する理由は、高温高電圧条件下でも溶媒の蒸発や電気分解がなく、「電気」と「温度」のパラメータを自在に変調させた特殊な合成環境を作り出すことができるからである。この固体電気化学合成の一端として申請者はこれまでに「プロトン駆動イオン導入法(PDII 法)」を開発している[1]。本手法では、水素雰囲気中で、針状電極に高電圧を印加し、水素分子をプロトン(H^+)へと電離する。生成した H^+ を電界により固体電解質に注入すると、電気的中性条件を補償するように、固体電解質中の一価カチオンが照射面の逆側から排出される。適切に固体電解質を選べば、所望の一価カチオンを取り出し、これをナノ空間材料に導入することで、インターカレーションやイオン交換を電氣的に進行させることが可能である。このように、ある価数のイオンを固体電解質に注入することで、同価数の異種イオンを取り出す方法を「イオンポンピング」と定義すると、申請者はこれまでに PDII 法による H^+ 注入により、一価カチオン(Li^+ , Na^+ , K^+ , Cs^+ , Cu^+ , Ag^+)のイオンポンピングに成功し、様々な新規物質の開発を進めてきた[2]。しかしながら、イオンポンピングのドライビングフォースとなるイオンは H^+ に限らず、アニオンや多価数イオンを注入すれば、注入イオンの価数に応じた様々なイオン種を電氣的に取り出し、合成に利用できるものと期待される。本研究では、水素雰囲気中で逆バイアスを印加し、ヒドリド(H^-)を生成することでアニオンのイオンポンピングに挑戦した。図 1(b)に示されるように、CsI を固体電解質として、針状電極側に負電圧を印加し、ヒドリドを(H^-)生成・照射した。図 1(a)はカーボン電極上部に設置したステンレス板の表面を EDS で測定した結果である。 H^- を照射した場合は、アニオンであるヨウ素(I)がステンレス表面から検出され、 H^+ を照射した場合はカチオンであるセシウム(Cs)が検出された。これは印加電圧の極性に応じて、固体電解質から排出されるイオンの極性を制御できることを意味している。講演ではより詳細な実験結果を報告する。

[参考文献]

図 1. (a)EDS 測定の結果 (b) H^- によるイオンポンピングの模式図

[1] M. Fujioka, *J. Am. Chem. Soc.*, **139**, 17987, 2017. [2] M. Fujioka, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **126**, 963, 2018.

