

2020年12月14日

新潟大学

# イオン液体の水素イオン伝導メカニズムを解明

－ 燃料電池への応用に一步前進 －

新潟大学自然科学系（理学部）の梅林泰宏教授らの研究グループは、東京理科大学工学部の渡辺日香里助教（研究当時、新潟大学大学院自然科学研究科博士後期課程在学）、山形大学、レーゲンスブルク大学（ドイツ）の研究グループと共同でイオン液体の水素イオン伝導メカニズムを解明し、指標化に成功しました。イオン液体は安全で環境に優しい蓄電池や反応場として期待されています。水素イオン伝導は燃料電池への応用の重要な鍵を握ります。今回の成果は、イオン液体を用いた燃料電池の開発を一步前進させました。

## 【本研究成果のポイント】

- 水素イオン伝導は蓄電池性能や反応場機能に重要な役割を果たす。
- 優れた水素イオン伝導液体の探索とその伝導メカニズム解明が課題。
- イオン液体の水素イオン伝導メカニズムの解明と指標化に成功。
- 優れたイオン伝導液体開発の指針を提案。

## I. 研究の背景

イオンだけでできた塩でありながら室温で液体であるイオン液体は、これまでにない液体として注目を浴びています。酸として働くイオン液体は、水素イオンを含み優れた電気伝導性を示すため、燃料電池や化学反応の反応場として期待されています。水素イオン伝導性は、燃料電池や反応場として応用する場合に重要な特性です。水溶液中の水素イオン伝導メカニズムは、プロトンジャンプ（※1）として知られており、優れた電気伝導性を示します。プロトンジャンプメカニズムを示すイオン液体の研究開発が盛んに行われてきましたが、未だプロトンジャンプメカニズムの発現要因は知られていませんでした。

## II. 研究の概要・成果

梅林教授らの研究グループは、2019年、あるイオン液体ではプロトンジャンプのような水素イオン伝導が発現することを発見しました。これは、水溶液以外の液体で初めての発見です。さらに今回、種々の有機酸を原料とするイオン液体について水素イオン伝導メカニズムをX線回折による構造解析と誘電緩和測定による動的解析により解明し、イオン液体でプロトンジャンプ

ンプが発現する要因を見出して指標化しました。

### III. 今後の展開

次世代燃料電池の電解質として、また、温室効果ガスの吸収剤、バイオマスの回収・再生プロセス媒体として、イオン液体は強く期待され、世界中で開発競争がおこなわれています。今回見出した水素イオン伝導メカニズムの指標は、リチウムイオン電池のリチウムイオン伝導など様々な溶液中のイオン伝導に適用できると考えています。イオン伝導メカニズムの指標をさらに発展させ、この指標に基づいて優れたイオン伝導性をもつイオン液体を開発し、蓄電池への応用を目指します。

### IV. 研究成果の公表

これらの研究成果は、2020年11月16日、アメリカ化学会の物理化学誌「Journal of Physical Chemistry B」にオンライン公開されました。また、同年12月10日発行の同誌に掲載され、Supplementary Journal Coverに選定されました(図1)。

論文タイトル：Effect of Brønsted Acidity on Ion Conduction in Fluorinated Acetic Acid and N-methylimidazole Equimolar Mixtures as pseudo-Protic Ionic Liquids

著者：Hikari Watanabe<sup>1</sup>, Nana Arai<sup>2</sup>, Yasuo Kameda<sup>3</sup>, Richard Buchner<sup>4</sup>, Yasuhiro Umebayashi<sup>2</sup> (東京理科大学<sup>1</sup>, 新潟大学<sup>2</sup>, 山形大学<sup>3</sup>, Universität Regensburg<sup>4</sup>)

J. Phys. Chem. B 2020, 124, 49, 11041-11312.

DOI : 10.1021/acs.jpccb.0c07706

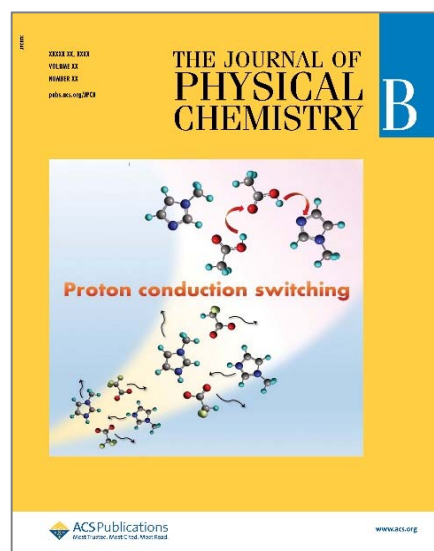


図1 J. Phys. Chem. B の Supplementary Journal Cover

#### ● 用語の解説

※1 プロトンジャンプ：水素結合を介して水素イオン（プロトンH<sup>+</sup>）が隣接する水分子に素早く移動する伝導機構のこと。水溶液中では、水分子は水素結合によって数分子が会合した状態（クラスター）で存在する。クラスターの一部の水分子に水素イオンが渡されると、水素結合を介して、水素イオンが水分子から水分子へと次々と渡される(図2)。

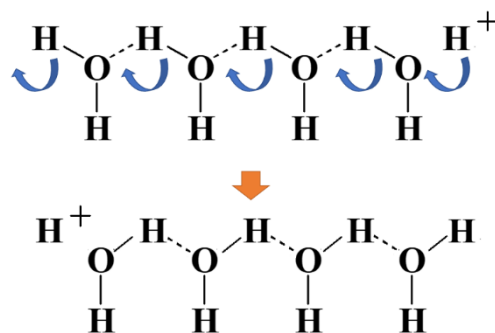


図2 プロトンジャンプの模式図

#### 本件に関するお問い合わせ先

新潟大学自然科学系(理学部)数理物質科学系列

教授 梅林泰宏(うめばやし やすひろ)

E-mail : yumescc@chem.sc.niigata-u.ac.jp