

2022年2月24日

新潟大学

プロトン伝導液体の新発見と そのプロトン伝導メカニズム解明に成功

－ 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、東京理科大学理工学部（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）らの研究グループは、高いプロトン（水素イオン、 H^+ ）伝導性を示すプロトン伝導液体を発見しました。さらにそのプロトン伝導メカニズム（図1）を明らかにしました。現在、実用化されている固体高分子形燃料電池の電解質の代替品として期待でき、今回の成果は、新たな燃料電池の開発を一步前進させました。

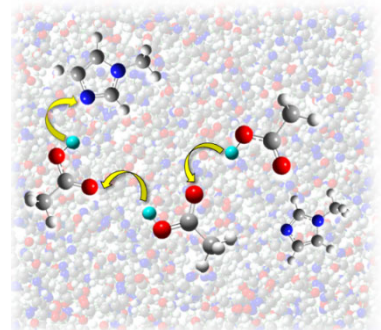


図1 本研究で発見した高速プロトン伝導メカニズムの模式図

【本研究成果のポイント】

- プロト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。
- 新しいプロトン伝導液体の発見とそのプロトン伝導メカニズムの解明に成功。
- 優れたプロトン伝導液体の設計指針として期待。

I. 研究の背景

イオンだけでできた塩でありながらも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。プロトン伝導性を有するイオン液体は燃料電池や化学反応の反応場として特に期待されています。燃料電池電解質には高いプロトン伝導性が求められており、優れたプロトン伝導性を持つイオン液体の研究開発が盛んに行われてきました。

II. 研究の概要・成果

本研究グループは、2019年、あるイオン液体では高速プロトン伝導が発現することを発見しました。さらに今回、このイオン液体を構成する原料の組成を変化させた新たなイオン液体を開発し、そのプロトン伝導メカニズムを実験的に解明し、優れたプロトン伝導性を示すことを発見しました。

イオン液体を構成する陽イオンの組成(x_{C1Im})を変化させると $x_{C1Im} = 0.2$ でイオン伝導度(σ)および粘性率(η)が最大値をとることを発見しました(図2)。これはイオン液体を構成するイオン間の水素結合が強く働き、その水素結合を介して高速にプロトンが伝導しているためであることを証明しました。

III. 今後の展開

次世代燃料電池の電解質として、イオン液体は強く期待され、世界中で開発競争が行われています。今回発見したプロトン伝導液体は、新たな燃料電池電解質設計の指針になり、今後、新たな優れたプロトン伝導性を有するイオン液体の発見が期待できます。今回の成果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、燃料電池への応用を目指します。

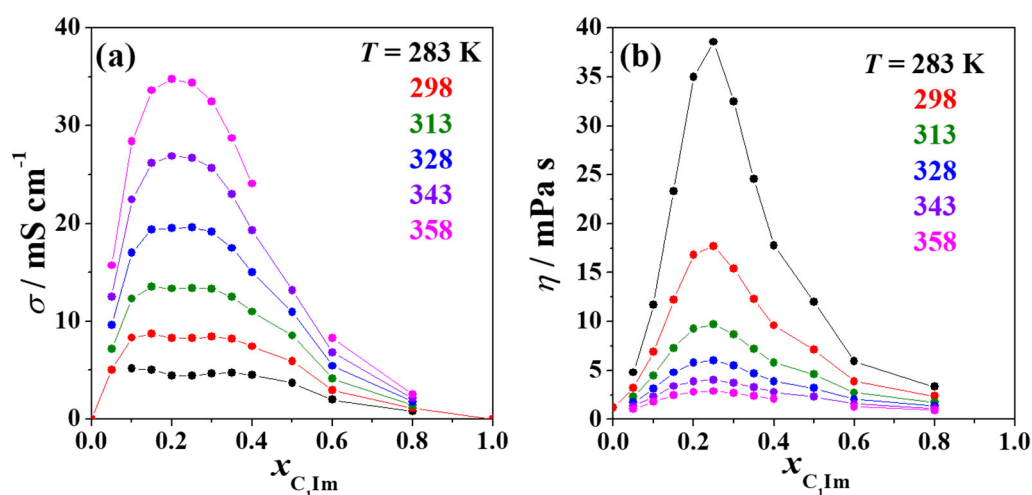


図2 陽イオンの組成に対するイオン伝導度(a)および粘性率(b)のプロット。一般的に粘性率が高いほどイオンが動きにくいためイオン伝導度は低下するが、今回発見した液体は高いイオン伝導度を示している。

IV. 研究成果の公表

本研究成果は、2022年2月9日、アメリカ化学会の物理化学誌「Journal of Molecular Liquids」(IF: 6.165、Q1 journal)にオンライン公開されました。また、同年4月15日発行の同誌に掲載される予定です。

論文タイトル: Ionic Conduction within Non-Stoichiometric N-Methylimidazole-Acetic Acid Pseudo-Protic Ionic Liquid Mixtures

著者: Hikari Watanabe¹, Nana Arai², Jihae Han², Yui Kawana², Yasuhiro Umebayashi² (東京理科大学¹, 新潟大学²)

J. Mol. Liq. 2022, 352, 15, 118705.

DOI: 10.1016/j.molliq.2022.118705

V. 研究への支援

本研究は、JSPS 科学研究費補助金 基盤研究 (No. 18H01994、18H03926、20H05663)、特別研究員奨励費 (No. 17J02361、20J14822) の助成を受けて実施されたものです。

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

東京理科大学理工学部

助教 渡辺日香里 (わたなべ ひかり)

E-mail : h.watanabe@rs.tus.ac.jp