



細胞内の水を置換できるコリン様イオン液体の合成と その走査型電子顕微鏡可視化剤への応用

研究成果のポイント

- ・水溶性イオン液体の中で、生体関連物質のコリンの分子構造に近いものを合成。
- ・非常に高濃度まで水と溶け合い、さらに水中でイオンがほぼ完全に電離している。
- ・細胞内の水を一部置換する能力があり、真空中でも蒸発せず電気を通すことから、水を含む物質を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察する為の可視化剤としてよく機能する。

北海道大学大学院工学研究院 米澤徹教授らのグループと同学大学院工学研究科 博士後期課程 (社会人) 河合功治 (ミヨシ油脂株式会社: 東京都葛飾区, 代表取締役社長 山田修) は、生体関連物質であるコリンの分子形状を模倣したイオン液体を合成し、その物性を調査したところ、水に高濃度まで溶けあい、さらに水中でほぼすべてのイオン液体分子はアニオンとカチオンに電離していることを見出しました。

さらに、本イオン液体は電気伝導性を有していると同時に熔融塩であることから真空中でも蒸発しません。一方、これまで、生物の非常に微細な構造を観察する際に走査型電子顕微鏡 (SEM) が用いられてきていますが、生物サンプルは水を含んでおりかつ電気を通さないため、その前処理には、細胞膜の固定や金属のスパッタリングによる薄膜コーティングを行うなど煩雑な操作が必要でありました。このイオン液体を用いることで、サンプルをこのイオン液体に漬けて、細胞内の水を置換することにより、真空中でも形状変化を抑えて電子顕微鏡観察できるようになりました。実際、ワカメを模擬サンプルとして用いた場合、従来の固定化・金属スパッタリングによるサンプル作製法よりも形状変化を大きく抑えることに成功しています。

詳細な内容は、アメリカ化学会の Langmuir 誌に発表しました。

論文発表の概要

研究論文名: Bioinspired Choline-like Ionic Liquids: Their Penetration Ability through Cell Membranes and Application to SEM Visualization of Hydrated Samples (生体分子をみならったコリン様イオン液体: それらの細胞膜の透過特性と含水性サンプルの SEM (走査型電子顕微鏡) の可視化剤としての応用)

著者: 氏名 (所属) Koji Kawai,^{1,2} Kotaro Kaneko,² Hayato Kawakami,² and Tetsu Yonezawa¹ (¹北海道大学, ²ミヨシ油脂株式会社)

公表雑誌: Langmuir (アメリカ化学会 (American Chemical Society (ACS)) の学術誌)

公表日: 米国東部時間 2011 年 7 月 13 日 (ホームページ掲載)

研究論文名: Hydrophilic quaternary ammonium type ionic liquids. Systematic study of the relationship among molecular structures, osmotic pressures, and water-solubility (親水性四級アンモニウム型イオン液体. 分子構造と、浸透圧ならびに水溶性に関する系統的研究)

著者: 氏名 (所属) Koji Kawai,^{1,2} Kotaro Kaneko,² and Tetsu Yonezawa¹ (¹北海道大学, ²ミヨシ油脂株式会社)

公表雑誌: Langmuir (アメリカ化学会 (American Chemical Society (ACS)) の学術誌)

公表日: 米国東部時間 2011 年 5 月 23 日 (ホームページ掲載)

研究成果の概要

(研究手法・背景)

イオン液体は、常温で液体である有機物の塩のことをいいます。広い意味では融点が 100℃以下の塩を指します。常温溶融塩とも呼ばれています。一般に有機物の塩で、陽イオンも陰イオンも比較的大きな分子構造を取っているのが特徴です。

最近、大阪大学の桑畑進教授らのグループで、イオン液体を電子顕微鏡可視化剤として利用する手法が提案され、簡便なサンプル観察方法として期待されています。一方で私たちは水溶性イオン液体に興味をもち、新しく生体関連物質であり、比較的小さなイオン性有機分子であるコリンの分子構造のチューニング、アニオン種の変更により、図1に示すイオン液体を合成することができました。そして、得られたイオン液体が生体に対して非常に親和性が高いと考え、更に、イオン液体が溶融塩であり、真空中でも液体のまま蒸発せず、かつ導電性を有する特徴を活かし、今回、走査型電子顕微鏡用可視化剤への応用検討を行いました。

(研究成果)

“柔軟な構造” “小さな分子サイズ” “高親水性” をキーワードに、様々なカチオン、アニオン種を組み合わせた四級アンモニウム塩を種々合成した結果、生体関連物質のひとつでビタミン様作用物質であるコリンに似た分子構造を持ち、水に対し自由に溶解する高親水性のイオン液体がいくつか得られました。これらのイオン液体の物性を確認したところ、浸透圧が高く、電離度が約1であり、界面活性剤と同様な構造をもつ有機塩でありながら、高濃度下でもほぼ全て電離していることが認められました。

本イオン液体の電子顕微鏡可視化剤への応用として、含水性の模擬サンプルにワカメを用い、特別な機器、有毒な物質を用いることなく、本イオン液体への1～2時間浸漬、減圧脱水する非常にシンプルな処理方法で、硬化せず、湿潤性が高く、柔軟性がある観察サンプルの調製が可能でした。また、一般的な親水性のイミダゾリウム系のイオン液体と比較して、重量、サイズの計測及び走査型電子顕微鏡の観察から、サンプル中の水分とイオン液体が良好に置換し、形状維持に優れていることを確認しました(図2) (共同特許取得済)。

(今後への期待)

サンプル表面を3次元で観察ができる走査型電子顕微鏡は、ハイスpekからロースpekまで様々な機器がリリースされ、材料、バイオなどの幅広い分野に普及しており、日々、ユーザー層が拡大しています。本イオン液体は特別な技能も必要なく、非常にシンプルな前処理で観察サンプルの作成ができるため、あらゆるユーザーへの利用が可能となります。更に、含水サンプルに対しては損傷が少なく、形状維持に優れた観察サンプルの作成が可能となり、バイオ分野をはじめとする技術開発から教育分野まで、あらゆる産業の発展に寄与できるものと考えています。

また、現在、既に一部検討していますが、本イオン液体が持つ、“高親水性” “高浸透圧” などの特異的な物性、水酸基などの反応性官能基を持つ構造を活かし、走査型電子顕微鏡可視化剤のみならず様々な分野で応用ができるものと期待しています。

お問い合わせ先

北海道大学大学院工学研究院 材料科学部門 教授・米澤 徹 (よねざわ てつ)
Tel : 011-706-7110 Fax : 011-706-7881 E-mail: tetsu@eng.hokudai.ac.jp
ホームページ <http://www.eng.hokudai.ac.jp/labo/lims/>

【参考図】

図1 コリンの分子構造と本研究で合成したイオン液体の分子構造

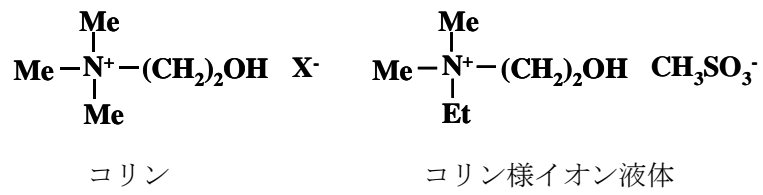


図2 コリン様イオン液体で処理したサンプル（ワカメ）の外観と SEM 図

