

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

平成26年8月25日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会長 辻 井 昭 雄 様

所属部局・研究科 工学研究科

職名・学年 教授

氏名 木村 健二

助成の種類	平成26年度・研究者交流支援・国際研究集会発表助成／一般	
研究集会名	The 248th American Chemical Society National Meeting (第248回アメリカ化学会定例会)	
発表題目	Surface structures of ionic liquids observed by high-resolution Rutherford backscattering spectroscopy	
開催場所	アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サンフランシスコ モスコニーセンター	
開催期間	平成 26年 8月 10日 ～ 平成 26年 8月 14日	
成果の概要	タイトルは「成果の概要／報告者名」として、A4版2000字程度・和文で作成し、添付して下さい。「成果の概要」以外に添付する資料 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有()	
会計報告	交付を受けた助成金額	200,000円
	使用した助成金額	200,000円
	返納すべき助成金額	0円
	助成金の使途内訳	航空券の一部に充当 ----- ----- -----
当財団の助成について	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 外部資金を受けていても、そのテーマと異なる発表では旅費の工面が困難なことが多く、今回の助成は大変ありがたく感じました。本年度同様に、今後も年齢に関係なく応募できる国際研究集会助成を継続して戴ける様に希望いたします。	

助成採択者が独自に開発した高分解能ラザフォード後方散乱法（高分解能 RBS 法）を用いて、イオン液体の表面構造を明らかにした研究に関する講演である。他の分析手法では得ることが困難な、化学組成の深さ分布を定量的に測定することにより、議論が分かれていた 2 種類のイオン液体を混合した場合の表面構造に関して明確な結論を得ることができた。

講演の序論では、混合イオン液体では分子量の大きなイオン液体が表面にほぼ 100% 偏析するという研究結果が 2 次イオン質量分析法 (SIMS) を用いて報告されていることを紹介した。このことは、表面とバルクの性質を独立に制御できる可能性を示唆しており、応用上重要な意味を持つことを指摘した。しかしながら、X 線光電子分析法 (XPS) を用いた研究では、そのような表面偏析は報告されていない。従来の研究でこのように矛盾した結果が報告されている原因として、SIMS と XPS の 2 つの分析法の特徴の違いが考えられる。SIMS は最表面に非常に敏感であるが、定量性には問題がある。一方、XPS は定量性は良好であるが、深さ分解能は十分とは言えず、表面から少し離れた場所の影響を除くことが難しく、最表面層の組成を正確に分析できていない可能性がある。そこで、サブナノメートルの深さ分解能を有し、定量性も優れた高分解能 RBS 法を用いて、混合イオン液体の表面構造を分析することを試みた。研究では、もっとも典型的なイオン液体であるイミダゾリウム五員環を陽イオンに含むイオン液体を選んだ。

講演では、まず純粋なイオン液体の表面構造を高分解能 RBS 法により観測した結果を示した。観測結果は、表面においても陽イオンと陰イオンの割合は 1 : 1 であり、最表面においては陽イオンと陰イオンが特定の配向をとる場合があることが明らかになった。次に、陽イオンないしは陰イオンが共通で、他方のイオンが異なるイオン液体 2 種類を 1 : 1 で混合した混合イオン液体の表面を、高分解能 RBS 法で観測した。その結果、組み合わせによっては、表面の第 1 分子層においては、片方のイオン液体が多少偏析する場合があることがわかった。なお第 2 層以下では、偏析はほとんど生じないことも明らかになった。また、表面第 1 分子層中の各分子の配向については、純粋なイオン液体の場合とほとんど同じであることもわかった。混合イオン液体において、表面に偏析するのは分子量が大きなイオン液体であり、この点では SIMS の結果を支持しているが、偏析の大きさは、観測した 7 通りの混合イオン液体に関して、最大でも 75% 程度と、ほぼ 100% の表面偏析が観測された SIMS の結果とは異なっている。また、表面偏析とは別に、最表面分子層中において、大きい方の分子がより表面に近い位置に存在していることが高分解能 RBS 法の観測から明らかになった。これらの結果から、最表面に非常に敏感である SIMS においては、同じ最表面分子層の中にいる分子であっても、より表面近くに存在している大きい方の分子のみが選択的に観測され、100% の表面偏析を起こしているという誤った解析結果を導いたものと考えられる。また、XPS で表面偏析が観測されなかったのは、表面偏析が比較的弱いいため、表面下の影響を取り除くことができなかつたことが原因と考えられる。

次に、観測された表面偏析が生じる原因に関して議論を行った。原因として、まず混合した 2 種類のイオン液体の表面張力の違いが考えられる。そこで、文献に与えられている各イオン液体の表面張力の測定値を使って、表面偏析の量を評価してみた。その結果は、定性的には高分解能 RBS 法で観測した表面偏析を説明できたが、定量的には一致していないことがわかった。特に、共通の陽イオンを含む混合イオン液体では、表面張力から推定した表面偏析の大きさが、観測結果にほぼ一致するのに対して、共通の陰イオンを含む混合イオン液体では、表面張力から推定した表面偏析の大きさに比べて、観測結果が常に大きな結果を与えることが明らかになった。この原因に関しては今後の課題であるが、大変興味深い結果と言える。