



# イオン液体研究会

## サーキュラーNo.26

### CONTENTS

#### P1 Topics

イオン液体の界面を利用した細胞培養  
物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター 上木 岳士

#### P19 開催報告

第15回イオン液体討論会開催報告 千葉大学 大学院工学研究院 津田 哲哉

若手シンポジウム（第8回若手の会）開催報告  
京都大学 エネルギー工学研究所 山本 貴之

#### P24 学会参加

COIL-10 横浜国立大学 大学院工学研究院 上野 和英

#### P26 受賞報告 COIL-10

横浜国立大学 大学院理工学府 上野研究室 博士課程後期3年 須藤 拓  
横浜国立大学 大学院理工学府 上野研究室 博士課程前期2年 松山 由奈  
上智大学 大学院理工学専攻 藤田研究室 博士課程前期1年 井上 敬太  
JSPS Postdoctoral Fellow at Kanazawa University Akshay Kulshrestha

#### P33 第15回イオン液体討論会 受賞者

#### P36 留学体験記

～誘電緩和分光法を用いた溶液ダイナミクス研究の国際交流～  
新潟大学 自然科学系 助教 韓 智海

#### P40 研究室紹介

～上智大学 藤田研究室～ 上智大学 理工学部 物質生命理工学科 藤田 正博

#### P43 事務局からの連絡

2026年イオン液体研究会、16回イオン液体討論会など

## イオン液体の界面を利用した細胞培養

物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター

上木 岳士

### 1-1. 水とイオン液体: 構造化の先に見えた景色

博士学生の時、芳香族の側鎖をもつ高分子がイオン液体(IL)の中で加熱すると溶けなくなる現象に出会った<sup>1</sup>。水中では、加熱に伴うタンパク質溶液(例えば卵白)の白濁に見られるように、温度上昇で高分子が溶けなくなる挙動(Lower Critical Solution Temperature: LCST 型相転移)はそれほど珍しくない。しかし当時の自分にとって、同じタイプの相転移が IL でも起こり得ることは驚きだった。水中でしか起きえないと思っていた現象がイオン液体でも成立する(→後に勘違いだったことを知る<sup>2</sup>)。IL と生命の繋がりを意識したのは、この頃からだったように思う。

この現象をもう少し勉強すると、加熱すると溶けなくなる高分子水溶液では、高分子のすぐそばで水分子が氷状のクラスター構造を作り、混合のエントロピーを減らしていることを知った<sup>3</sup>。重要なのは、この構造化によるエントロピー低下が、LCST を引き起こすための熱力学的な要件になっている、という点である。さらに研究が進むと、博士学生るとき見つけた高分子でも、IL が高分子のすぐそばで構造を作り、同じ役割(エントロピーの低下)を担っていることが見えてきた<sup>4,5</sup>。ここで気づかされたのは、水と IL のアナロジーである。液体の水は強い水素結合とその幾何構造によって互いに引きつけ合い、単純な分子量で予測されるふるまいから逸脱した物性(沸点、粘度、表面張力等)を示す。IL の特殊な物性の多くも、クーロン相互作用をはじめとする複数の相互作用が重なり合って局所構造をつくることに由来している。そしてこの構造化は、特定の基質導入によって一層、強調される。水では疎水基の導入によって<sup>6</sup>、IL では芳香族構造の導入によって<sup>7</sup>。水と IL は同一ではない。ただ、どちらも微視的な構造を内包し、ある種の“異物”と接触することでその構造化が強まる。この点において、水と IL はどこか似た雰囲気をもつ。自分は IL をそんな風に捉えていた。

IL 中で高分子が示す LCST の実態がつかめてきた頃、自分は物質・材料研究機構(NIMS)のメカノバイオロジーグループに配属された。メカノバイオロジーとは生命現象に及ぼす力学の効果を探求する、比較的新しい学問領域である<sup>8-10</sup>。この新天地で自分は外部刺激をトリガーとして細胞に力学ストレスを与えるハイドロゲル足場材料に関する研究にアサインされた<sup>11-13</sup>。研究所では、このようにトップダウンで組織ミッション研究を任されるが、それだけでは埋もれてしまう。プロジェクトに参画しながら、その一方で、遠くから見てもわかるような、自分らしさが見える研究を立ち上げなければならない。NIMS に就職した当時の自分はまったくのバイオの門外漢。頼れる武器は、IL と高分子だけ。折角バイオを学べる環境にきたからには、IL と生命をつなげた独自路線が展開できないかと自らに淡い期待を抱いていた。しかし実際に生命に触れてみると、それまで抱いていた「なんとなく、IL は水と似てるっぽい」という感覚は、とても通用しなかった。とにかく水は、

# Topics

置き換えがきかない。冷静に考えてみると、それはそうだ。水は生命が 46 億年かけて最適化してきた液体なのだから。Walden が 20 世紀の初めに液状のイオン性物質を見つけたといっても、それはたかだが 100 年前。人類との、いや生命とのつきあいは浅すぎる。水と IL のアナロジーから始まった関心は、いつしか水と IL の差別化を意識する時期を迎えていた。

IL/バイオ路線では水和 IL の研究も成熟しつつある中<sup>14</sup>、自分は別の切り口で勝負する必要も感じていた。独自路線を模索し、行き着いた先は単純だった。「バイオをやるなら水。でも IL も使う。」バイオロジーの土俵で、IL は水に敵わない。だから発想を切り替えよう。水相は水相で、そのままキープ。IL は水の代役ではなく「別のフェーズ」で活かす。IL が得意な領域、つまり構造デザイン性、イオン伝導性、特殊溶解性、に持ち込めば、生命が未経験の化学場/力学場の調整や、その独立制御も見込める。「イオン液体の界面を利用した細胞培養」に関する研究テーマを立ち上げたのは、ちょうど 40 歳の時だった。

ここではまず、液体界面培養の歴史的背景を説明する。次に“液体”の界面が足場になるとき、細胞が実際に感じているのはなんなのか、IL の化学構造がその環境をどう変え、細胞応答へどう繋がるのかを述べる<sup>15</sup>。さらに「イオン伝導性のある IL」、「高分子を溶かせる IL」という IL ならではの性質を利用した、動的な液体足場のつくり込みを<sup>16-18</sup>、最後に疎水性 IL の細胞毒性に関する機械学習を用いた我々の最近の取り組み<sup>19</sup>に触れたい。

## 1-2. 液体界面培養: 未完テーマの系譜

接着性細胞の培養は、ふつうプラスチックディッシュやガラスのような「固体」界面で行う。細胞は焦点接着(Focal Adhesion: FA)を介して基質に力をかけ、硬さや張力といった力学情報を読み取りながら、生存、伸展、増殖あるいは分化に関わるシグナルを統合する。ところが近年、疎水性「液体」の界面にも細胞が接着し、その液体界面でヒト幹細胞が選択的に神経分化したり<sup>20</sup>、未分化性を維持したりするなど<sup>21</sup>、興味深い動態が見出されている。応力がミリ秒オーダーで緩和する液体界面で、FA 形成を前提とする接着性細胞が生存を維持できてしまうのだから、とても不思議である。

液体界面における細胞培養の歴史は意外と古い。1964 年、Rosenberg はフッ素系液体の界面に細胞が接着、伸展する現象を報告した<sup>22</sup>。ここで彼が見抜いた本質は「細胞は液体に表面張力をつかって“アメボのように”張り付いているのではなく、培地(細胞培養に必須なタンパク質が含まれた水溶液、図 1(a)上相の赤色液体)から供給されるタンパク質が界面に集積・吸着して、形成する固体薄膜(Protein Nano Layer: PNL)が実体的な足場になっている」という点だった。彼は液体界面培養の核心は実は「液体」ではなく、界面に形成される「薄膜材料」にあることを見抜いていた。事実、1980 年代には Keese や Giaever らの体系的な検討によって、PNL が細胞接着を支える実態であることが裏付けられた<sup>23-25</sup>。彼らは同時に PNL が疎水性液体とタンパク質水溶液の界面張力差を駆動力として“偶発的に”形成される以上、条件によっては力学的に脆弱になり細胞接着を十分に支持できない場合があることも指摘した。これを受け、化学的手段(界面活性剤

# Topics

によって積極的にタンパク変性を誘導する、界面にアンカリングするなど)によって PNL の力学強度を高める方法論がこの時代に複数の研究グループから提案された<sup>26-28</sup>。こうした戦略は PNL の力学的頑強性を確保するために現在も広く用いられている<sup>29-32</sup>。しかしその一方、この系譜が示しているのは、液体界面培養の足場が、偶然できあがる PNL に支えられ、その形成と力学が原理的に揺らぎやすいという事実でもある。つまり液体界面培養は重要な学理を獲得しながらも、再現性や操作性の面で実装が難しく、しばらく大きな潮流を生むことはなかった。

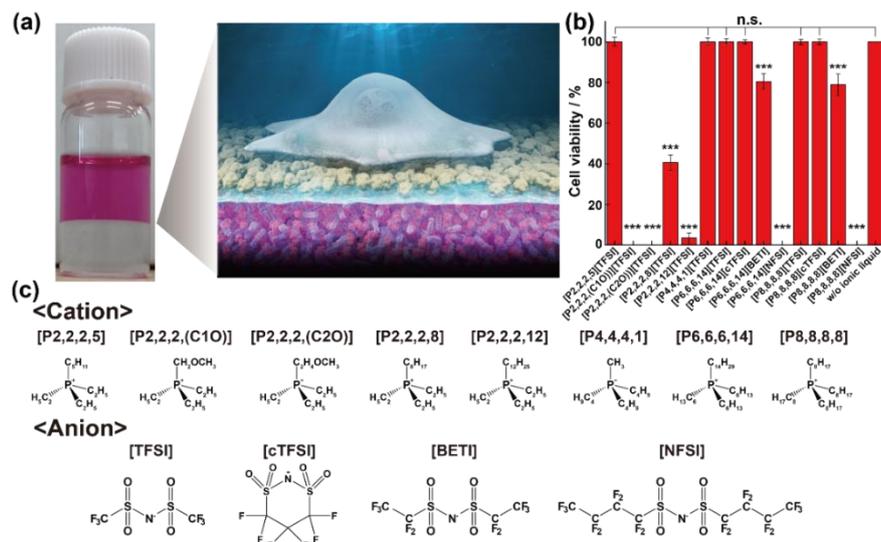


図 1 疎水性イオン液体(IL)の細胞毒性評価と化学構造 (a)水相(培地)と疎水性 IL 相が明確に相分離する界面培養系の概念図(左:二相分離の外観、右:界面に形成される足場環境のイメージ図)。(b) IL 飽和培地中で培養した細胞の生存率を指標とした毒性評価の結果。(c) 本研究で評価した疎水性 IL の化学構造(カチオン/アニオン)一覧。Wiley 社の許可を得て転載。一部改編。

2000 年代に入ってから、細胞は周囲の生理化学的要因だけでなく、力学環境を感じ取り、運命を導いていることが徐々に明らかになってきた。メカノバイオロジーの台頭である。細胞は化学的なシグナルだけでなく、硬さ、粘弾性、凹凸、曲率といった構造力学情報を読み取り、形態や遺伝子発現を変える。こうした見方が共有されると、固体足場の「硬さ」を変えるだけで細胞応答が変わるなら、究極に柔らかい液体界面で細胞はどう振る舞うのか、という問いが再び前景化してくる。さらに追い風になったのが、同時期に進んだバイオロジー側の道具立ての発達である。顕微鏡技術の先鋭化は言うまでもなく、超解像、ライブイメージング、ゲノム編集、単一細胞解析など、1980 年代には想像しえなかったレベルで細胞の動態が「見え」「測れ」「操作でき」ようになった。こうしてみると液体界面培養は、現象自体は古くから知られていたにもかかわらず、機構に踏み込むための手段が揃わず、どこか“棚上げ”されてきた未完テーマでもあった。いまの状況は、その未完テーマが、ようやく再挑戦に値する題材として再注目され始めた局面かもしれない。(このあたりは Walden の発見以降の IL 研究の歩みにも、どこか似ている。)

# Topics

以上の流れを受けて近年、液体界面培養に関する研究は、ある種のリバイバルブームが訪れている。しかし現状、我々を除くすべての研究で足場側(サブフェーズ)に用いられているのは、フッ素系液体やシリコンオイルといった分子性液体である。これら液体は“無毒性で高密度、かつ培地(水溶液)と明確な二相分離界面を形成する”という界面培養に適した性質を持つが、その反面、化学構造は画一的で選択肢の幅は狭い。このためサブフェーズに用いる液体のどのような物性が種々の界面現象、ひいては細胞の動態や運命を決定づけているか不明な点が多かった。「バイオをやるなら水。でも IL も使う。」という方針はこの未完点に応えるものである。分子設計自由度の高い疎水性 IL は液体足場材料として、原理的に無限の化学構造ライブラリを提供する。高極性でありながら水と相分離し、イオンのみからなる液体の二相分離界面は特殊で、これまで検討されてきた非極性分子性液体とは一線を画したエキゾチックな培養空間を与えることが期待される。さらに IL の魅力はイオン伝導性と高分子溶解性を通じて操作可能な足場へ展開できる点にもある。以下ではまず、細胞培養に用いる疎水性 IL を選ぶための毒性評価から説明する。

## 2-1. 疎水性イオン液体の細胞毒性

疎水性イオン液体(IL)界面を細胞足場として用いるにあたり、まず越えなければならないのが IL 自身の細胞毒性である。疎水性 IL は水と相分離するため、水溶性物質のように単純な濃度系列を作って毒性を比較することが難しい(2-6 にて後述)。界面培養の実装を考えると、細胞が置かれるのは「疎水性 IL が共存する培養環境」であり、培地側は IL が溶けうる限り溶け込んだ状態になり得る。そこで我々は、疎水性 IL を培地に飽和させた条件で細胞を培養し、その生存率を指標として毒性を評価した。この評価の結果、ホスフォニウム型カチオンを持つ疎水性 IL が相対的に高い生存率(低い毒性)を示すという傾向が明確になった(図 1(b),(c))。以上を踏まえ、本稿の界面培養パートでは、細胞毒性が低く、界面足場としての検討が可能な代表例として、アルキルホスフォニウム系の[P2,2,2,5][TFSI]、[P4,4,4,1][TFSI]、[P6,6,6,14][TFSI](以下、[P2],[P4],[P6])を選び、界面での細胞接着・伸展挙動へ議論を進める。

## 2-2. イオン液体界面における細胞の接着、伸展

[P2]、[P4]、[P6]の界面で hMSCs (ヒト間葉系幹細胞)を培養した。図 2(a)–(d)に各 IL 界面およびガラス基板上における細胞の位相差像を示す。結論を先に言えば、IL 界面でも細胞は生存し得るだけでなく、伸展する場合としない場合があり、その差がカチオン構造に依存して現れた。位相差像からは、[P4]および[P6]界面では細胞が顕著に広がり、ガラス基板上に近い形態を示す一方、[P2]界面では伸展が抑制され、丸みを帯びた形態が優勢であることが分かる。これらの差は、定量化した細胞面積や伸展度の指標にも反映された(図 2(e), (f))。一般に接着性細胞は硬い基質上でより伸展し、柔らかい基質上で丸まりやすい。定性的に hMSCs は[P2]界面を相対的に“柔らかい”足場として感じており、[P4]および[P6]界面を“硬い”足場として感じているように見える。

# Topics

この解釈を細胞側の指標で確かめるため、FA に集積する代表的タンパク質であるビンキュリンを染色した(図 3(a)-(j))。ビンキュリンはインテグリンを介した細胞外マトリクス—アクチン連結部位(図 3 の F-actin)に集積し、細胞内外のタンパク質同士の結合を強化する「かすがい」のような機能を担うタンパク質である<sup>33</sup>。[P4]および[P6]では、細胞辺縁部においてアクチン末端にビンキュリンが局在化し、FA が形成されていることが分かる。一方、[P2]ではそのような共局在が明瞭ではない。さらにメカトランスデューサーである YAP(細胞が界面を固いと判断すると核内に移行するタンパク質<sup>34</sup>)の局在を比較すると、[P4]と[P6]では核内移行が見られるのに対し、[P2]では核への局在化は弱い(図 3(k)-(o))。以上より、細胞の表現型はサブフェーズに用いる IL の種類によって大きく異なることが分かる。すなわち hMSCs は[P2]界面を相対的に柔らかく感じており、[P4]および[P6]界面を硬いと認識しているようである。そこで次に、IL 界面に形成される PNL のキャラクターゼーションを行った。

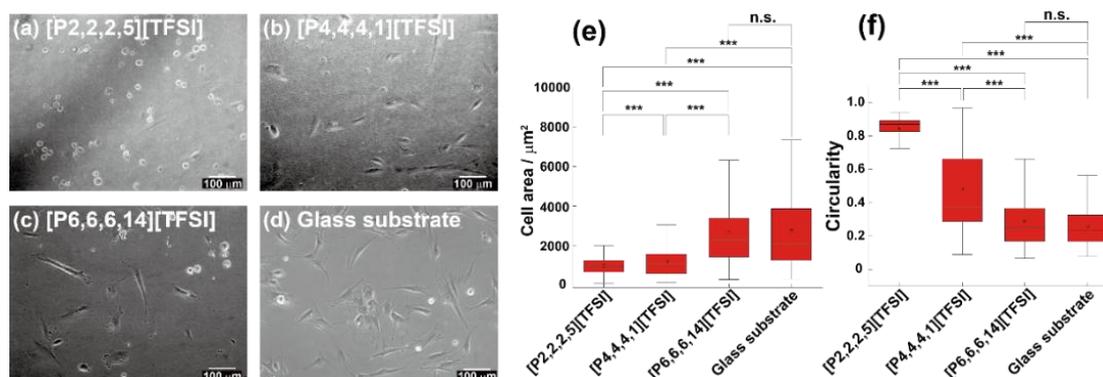


図 2 疎水性アルキルホスフォニウム系イオン液体(IL)界面における hMSCs の接着・伸展挙動 (a-c) [P2,2,2,5][TFSI]([P2])、[P4,4,4,1][TFSI]([P4])、[P6,6,6,14][TFSI]([P6])界面上で培養した hMSCs の位相差像。(d) 参照としてガラス基板上で培養した hMSCs の位相差像。スケールバーはいずれも 100  $\mu\text{m}$ 。(e) 各足場上での細胞接着面積の比較。(f) 各足場上での細胞真円度の比較<sup>15</sup>。Wiley 社の許可を得て転載。一部改編。

# Topics

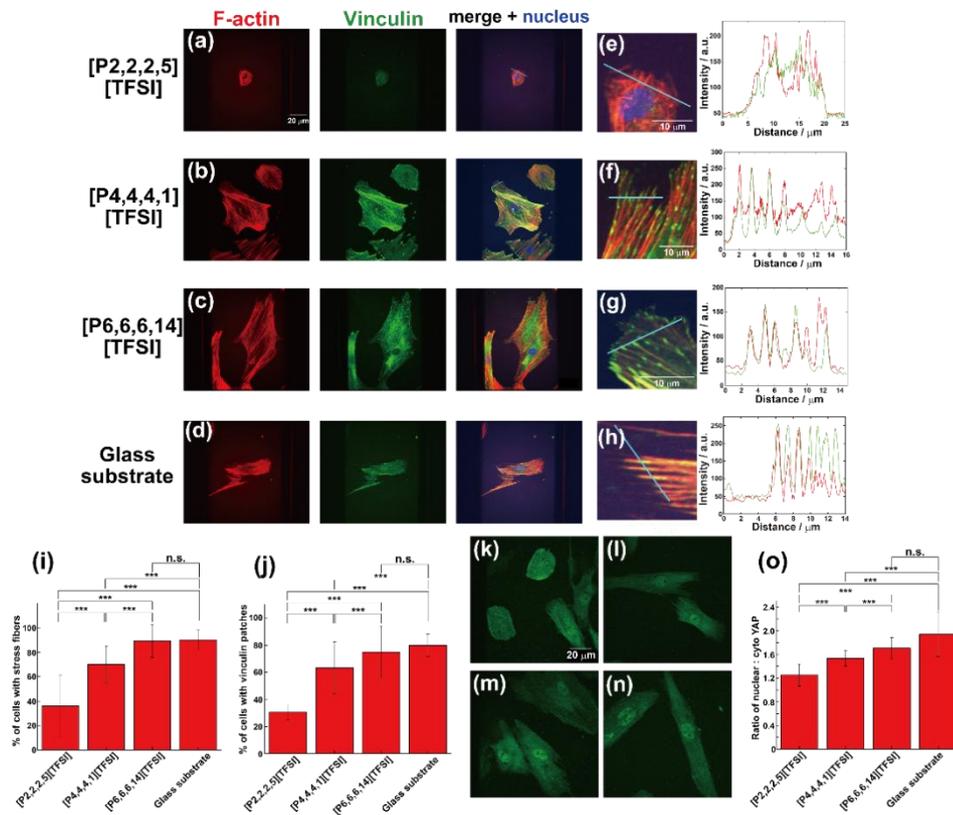


図 3 疎水性アルキルホスフォニウム系イオン液体(IL)界面上における hMSCs の焦点接着と力学応答の指標 (a-d) [P2]、[P4]、[P6]界面およびガラス基板上で培養した hMSCs の蛍光像(F-actin: 赤、ビンキュリン: 緑、核: 青)。(e-h) 合成像の拡大図と、図中のラインに沿った F-actin/ビンキュリンの蛍光強度プロファイル。(i, j) ストレスファイバーが形成されている細胞およびビンキュリン集積(パッチ)を示す細胞の割合の定量。(k-n) YAP(Yes-associated protein)染色像([P2]、[P4]、[P6]界面およびガラス基板)。(o) 核内 YAP/細胞質 YAP 比の定量<sup>15</sup>。Wiley 社の許可を得て転載。

## 2-3. イオン液体界面に形成されるタンパクナレイヤー

図 4(a)、(b)に FITC 蛍光色素でラベル化したウシ血清アルブミン(BSA)を接触させた後の[P6]界面の明視野画像と蛍光顕微鏡画像を示す。蛍光顕微鏡像においてのみ液体の界面に明確なクラックがみてとれる。(まるで北極海に浮かぶ氷床のようである。)これは液体界面に固体の薄膜が存在することを示している。PNL の微視的な観察には AFM を用いた(図 4(c)–(k))。同じく BSA を三種類の疎水性 IL に接触させて PNL を形成させた。カンチレバーで PNL を矩形に削り取り、露出した平坦な液体界面との段差から厚みを見積ると、PNL 厚みは[P2]で約 4 nm、[P4]で 2.5 nm、[P6]で約 1.5 nm と、カチオン構造に従って薄くなる傾向を示した(図 4(e),(h),(k))。BSA 短軸長(~3 nm)を踏まえると、少なくとも界面では単分子層程度の吸着が示唆される。一方、AFM ナ

# Topics

ノインデンテーションにより見かけのヤング率を評価すると、力学特性は大きく変化した。見かけのヤング率は 15.0 kPa([P2])、30.6 kPa([P4])、45.9 kPa([P6])となり、IL 構造に従って 2~3 倍変化した(図 4(l))。この序列は 2-2 で見た hMSCs の伸展度の序列と整合しており、細胞表現型が PNL 力学を介して変わっているという見立てを支持する。

分子性液体界面では、PNL の厚み・力学はバルク極性に依存し、低極性界面ほど吸着変性が強く薄く硬い PNL になりやすいという描像が知られている<sup>35-37</sup>。今回の IL 系でも、[P2]→[P4]→[P6]で PNL は薄く硬くなり、より強い吸着変性が示唆された。実際、FT-IR(ATR)でアミド I/II 強度比を指標として扱うと、比は[P6] < [P4] < [P2]となり、[P6]では吸着変性が強く進行すると解釈できる(図 4(m))。しかし極性指標  $E_T(30)$ は 47.4([P2])~46.6([P4])~45.5([P6]) kcal mol<sup>-1</sup>と差が小さく、これだけでヤング率の 2~3 倍変化を説明するのは難しい。したがって IL 界面では、バルク極性以外の因子が PNL 形成を後押ししている可能性が高いと考えられた。そこで次に PNL 形成プロセスそのものを高速 AFM で可視化した。

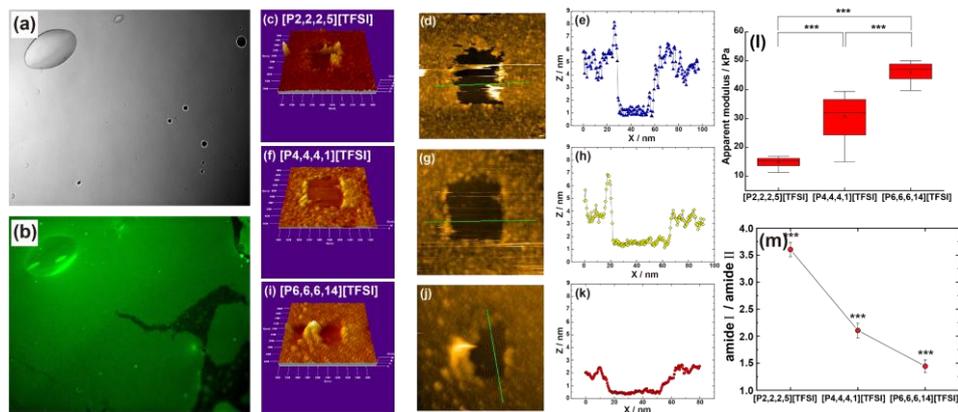


図 4 疎水性 IL 界面に形成されるプロテインナレイヤー(PNL)のキャラクターゼーション  
FITC 蛍光色素でラベル化した BSA を接触させた後の[P6]界面における(a)明視野画像と(b)蛍光画像。(c-e) [P2]界面に形成した PNL の AFM 像(3D 表示)、カンチレバーによるスクラッチ後の観察像、およびラインプロファイル(高さプロファイル)。(f-h) [P4]界面で形成した PNL の AFM 像(3D 表示)、スクラッチ後の観察像、および高さプロファイル。(i-k) [P6]界面で形成した PNL の AFM 像(3D 表示)、スクラッチ後の観察像、および高さプロファイル。(l) AFM ナノインデンテーションにより評価した PNL の見かけの弾性率(ヤング率)の比較。(m) ATR-IR により評価した BSA 由来アミド I/アミド II 強度比(I/II)の比較(吸着変性の指標)<sup>15</sup>。Wiley 社の許可を得て転載。

## 2-4. 高速 AFM による PNL 形成プロセス

図 5(a)–(l)に、PNL が形成していく様子を各 IL 界面・各時間のスナップショットとして示す。白い点状に見えるのが BSA 粒子である。いずれの界面でも、時間経過とともに界面が徐々に BSA で覆われていく様子が確認できる。ここで興味深いのは、溶液バルクから拡散してきた BSA 粒子が IL 界面に接触した瞬間、吸着と同時に、その場で固定されるのではなく、界面上でブラウン運動(2次元拡散)した後に動きを止める点である。しかもそのダイナミクスは IL の種類に依存して変化する(静止画ではわかりにくい、原著<sup>15</sup>からアクセスできる動画を参照してほしい)。この点を定量化するため、高速 AFM の画像解析から BSA の重心位置を追跡し、軌跡をトレースした(図5(m)–(o))。BSA の二次元拡散は IL 構造に応じて明確に変化する。そこで平均二乗変位と時間の関係から、界面における BSA の二次元拡散係数  $D$  を算出した(図 5(p))。結論として  $D$  は IL 構造に従って 1~2 桁の広い範囲で変化した( $D = 1.71 \times 10^{-10} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  ([P2]),  $6.18 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  ([P4]),  $3.73 \times 10^{-12} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$  ([P6]))。さらに重要なのは、この拡散係数の序列が PNL の見かけのヤング率の序列と逆相関にあった点である。すなわち、吸着初期におけるダイナミクスの違いこそが、PNL の見かけのヤング率にして 2~3 倍にも及ぶ力学強度差を生んでいる可能性が高いと考えられた。この結果から我々は、[P6]界面では BSA が界面に接触した直後から吸着変性が進み、内部の疎水性アミノ酸が露出し、界面との引力的相互作用(疎水性相互作用)が強く働いていると考えた。タンパク質内部の疎水性領域と界面との相互作用は、界面上での 2次元拡散に対する抵抗成分として働き、ブラウン運動を強く抑制する。その結果として拡散係数が低下し、強い変性が起きるためにより硬い PNL が形成される。対照的に、[P2]界面では界面変性の程度が相対的に小さく、BSA はより自由に拡散できるため高い拡散係数を与える。言い換えると、IL 界面における PNL の力学特性は、バルク極性のような単純な指標だけで決まるのではなく、IL の配向を反映した界面に構造化した局所環境が強く効いているということである<sup>15</sup>。この界面局所における構造化は最近の Nishi らの研究結果によっても支持される<sup>38</sup>。トリオクチルメチルアンモニウム ノナフルオロブタン sulfonium イミド([N8,8,8,1][NFSI])と水が形成する界面において、[N8,8,8,1]カチオンがオクチル基よりも極性の高いメチル基を界面に向ける傾向を示し、結果として界面がメチル基リッチになることを明らかにした。これを本系に当てはめると、[P6]ではカチオン構造中のアルキル鎖がいずれも長く、界面はより長鎖アルキルリッチになりやすいと想像できる。逆に[P2]や[P4]ではカチオン中にエチル基やメチル基を含むため、水との接触界面では、その界面エネルギーを下げるべく短鎖アルキルのリッチな界面が露出し、タンパク質がよりソフトに吸着する環境が現れていると考えられた。

# Topics

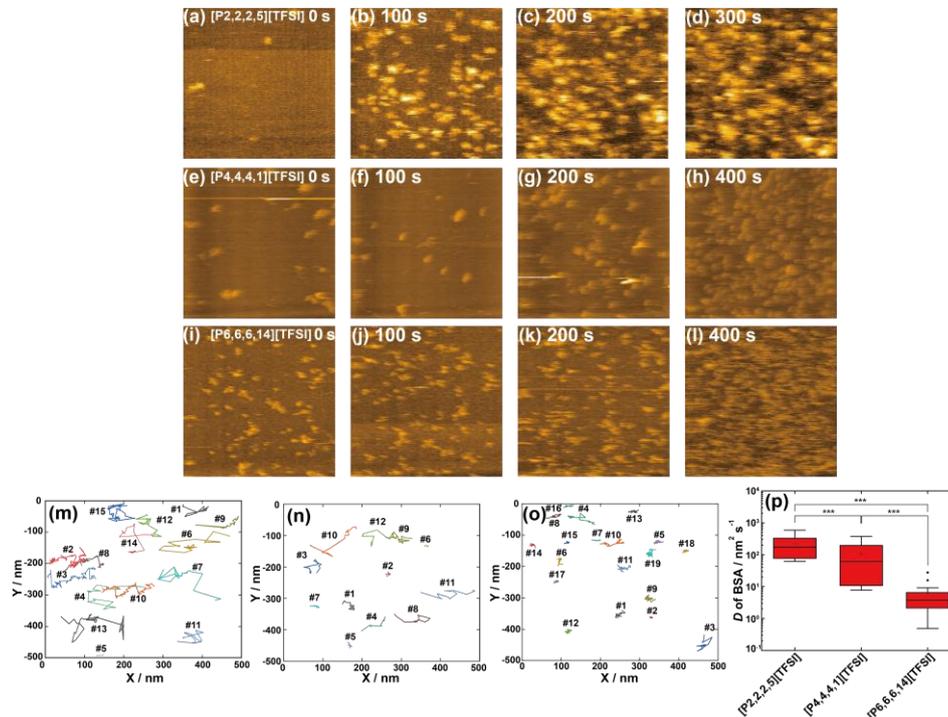


図 5 高速 AFM による BSA 吸着過程の可視化と界面二次元拡散ダイナミクスの定量 (a-d) [P2]界面における BSA 吸着過程の高速 AFM スナップショット(0、100、200、300 s)。 (e-h) [P4]界面における BSA 吸着過程の高速 AFM スナップショット(0、100、200、400 s)。 (i-l) [P6]界面における BSA 吸着過程の高速 AFM スナップショット(0、100、200、400 s)。 (m-o) 各 IL 界面における高速 AFM 像の粒子追跡解析により得られた BSA 粒子の界面上ブラウン運動。(p) 平均二乗変位と時間の関係から算出した BSA 粒子の界面二次元拡散係数  $D$  の比較<sup>15</sup>。Wiley 社の許可を得て転載。

## 2-5. 電気化学による界面スイッチング

これまでに IL 界面における PNL 形成が、吸着初期のタンパク質ダイナミクスと界面局所環境に強く支配されることを示した。しかし、PNL が界面に立ち上がる薄膜材料である以上、その力学特性を狙って強化し、必要に応じてスイッチングできるかどうか、液体界面培養を単純な現象から操作可能な足場プラットフォームへ引き上げる鍵になる。1-2 で述べたように、従来、界面活性剤や反応性試薬などの化学添加によって PNL を補強する手法が主流であったが、細胞を扱う実験系としてはわずかな残留成分の毒性や、反応の非選択性、不可逆性が問題になる。この点で、IL が本質的に持つイオン伝導性は強力な武器になる。液 | 液界面に電位を印加すれば、界面近傍のイオン組成・配向をその場で変え、PNL の構造と粘弾性を界面スペシフィックに操作できる。実際、PNL 形成後に電位を切り替えても吸着量の変化は小さい一方、界面レオロジーで観測される力学応答は大きく変化し、しかも可逆にスイッチングできることが確認された(図 6)。これは、

# Topics

電位印加によって界面に集積するイオンとタンパク質(負に帯電した BSA)との相互作用が吸着変性と分子間相互作用を促進し、PNL 内部の擬二次元のネットワークを強めるためと解釈できる。電気化学刺激が細胞培養系にとって魅力的なのは、その生理的親和性と観察手法との直交性にある。光刺激は蛍光プローブや観察波長とバッティングしうるが、電気刺激は光による細胞観察との直交性(光プローブとの競合回避)に優れる。本系を活用することで、界面力学をスイッチしながら、細胞形態、FA 関連タンパク質の挙動、YAP 核移行などをリアルタイムで追跡する、動的メカノバイオロジーのためのプラットフォームとしても展開可能と考え、現在も検討を続けている<sup>16</sup>。

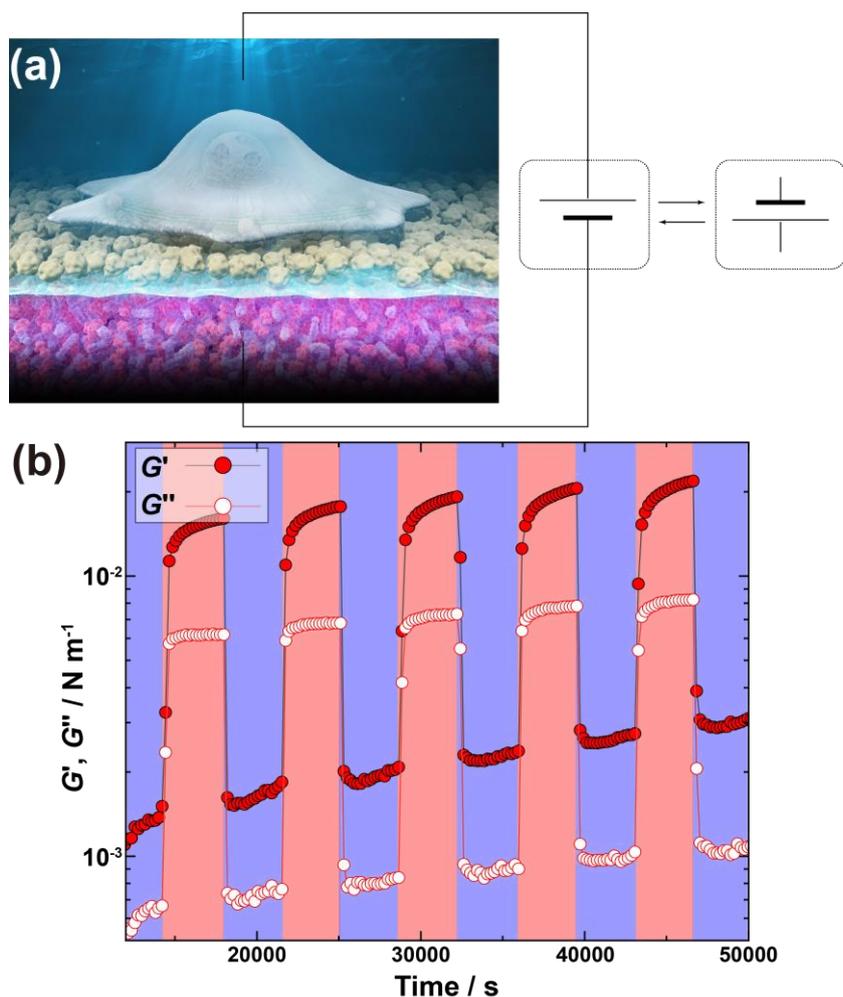


図 6 電気化学的刺激による PNL 力学の可逆制御(概念図と界面レオロジー)(a)疎水性 IL-水界面に形成された PNL に対し、界面電位差を印加して界面近傍のイオン環境(配向・集積)を変調し、PNL の二次元粘弾性を制御する概念図。(b)界面レオロジーにより測定した PNL の貯蔵弾性率  $G'$  と損失弾性率  $G''$  の電位応答。青色領域は  $-0.6\text{V}$ 、赤色領域は  $+0.3\text{V}$  印加時を示し、電位切り替えに伴って界面粘弾性が可逆的にスイッチングすることを示す<sup>16</sup>。

# Topics

## 2-6. イオンゲルの利用

さて本節では、界面修飾とは異なるアプローチで、細胞伸展の安定化、ひいては表現型の制御に成功した結果を示す。キーポイントになったのは、IL が高分子(ゲル)に対して示す高い溶解(膨潤)性である。細胞培養でよく用いられるパーフルオロオクタン(PFO)やパーフルオロデカリン(PFD)のような液体は決して高分子を溶解しないが、ここで用いたアルキルホスフォニウム系の細胞無毒性 IL はポリメタ(ア)クリル酸類や一部のポリアクリルアミド類など、広範な汎用高分子構造に対して優れた溶解性を示した。我々はその中でも、ポリ(メタクリル酸 *n*-ブチル)(P*n*BuMA)を選択し、これを用いたラジカル重合により、化学架橋イオンゲルを合成した(図 7(a))。本イオンゲルを足場として hMSCs を培養した結果を図 7(b)に示す。[P2]の液体そのもので培養した場合は状況が大きく異なり、IL をゲル化することで細胞がよく伸展するようになることが分かる。液体界面とゲル界面で培養したときの細胞伸展面積および真円度を比較すると、伸展度は明らかに増大した(図 7(c), (d))。もちろん、IL で膨潤したイオンゲルと、IL そのもので界面の状態が厳密に同一かどうかは議論の余地がある。それでも本結果は、界面(すなわち PNL)そのものに直接手を加えることなく、疎水性の液体を高分子網目と複合化し、バルク側の力学特性をチューニングすることで細胞表現型を変調し得ることを示す。今回は詳述しないが、溶解させる高分子自体に刺激応答性を組み込み、光刺激によって足場そのものの粘弾性を可逆変化できる動的足場材料の展開も進めている(図 8)<sup>17, 18</sup>。

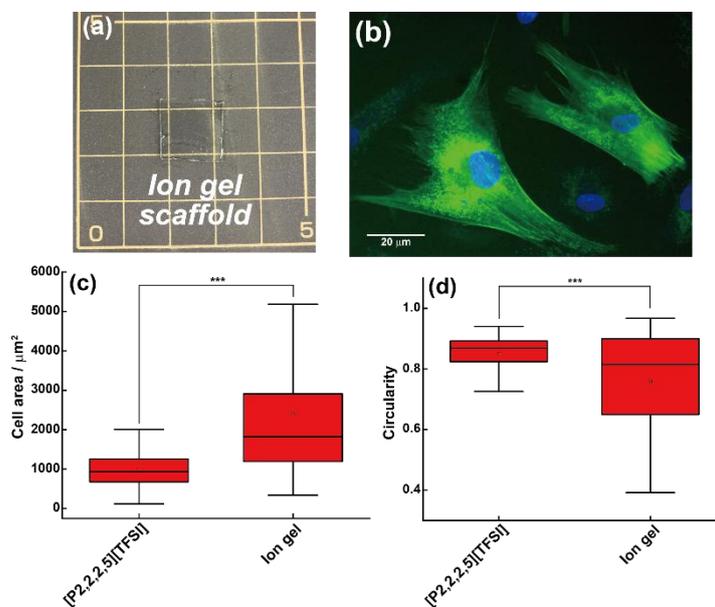


図 7 イオンゲル化による足場バルク力学の導入と hMSCs 伸展の安定化 (a) [P2] 中で、*n*-ブチルメタクリレート(*n*BuMA)をその場ラジカル重合して得た化学架橋イオンゲルの外観写真。(b) [P2]-*n*BuMA イオンゲル界面上に接着・伸展した hMSCs(LifeAct-GFP;核は青)の蛍光像(スケールバー:20 μm)。(c, d) [P2] 液体界面と [P2]-*n*BuMA イオンゲル界面で培養した hMSCs の細胞面積および真円度の比較<sup>15</sup>。Wiley 社の許可を得て転載。

# Topics

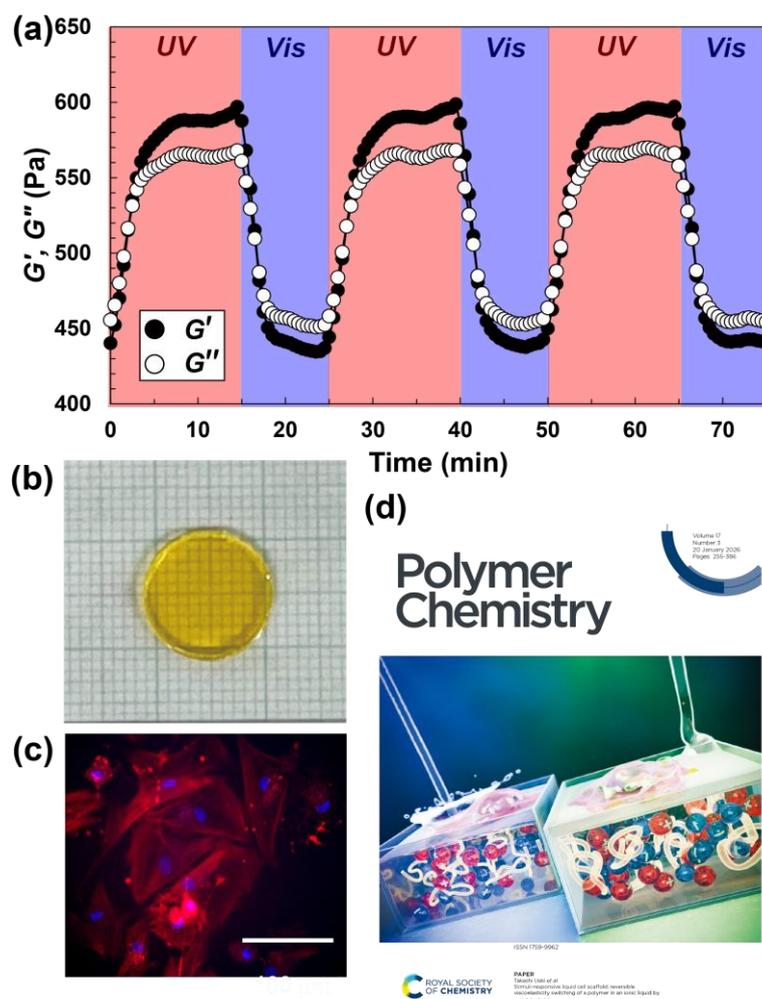


図 8 光刺激によるイオン液体足場のバルク粘弾性スイッチングと細胞応答 (a) アゾベンゼン含有高分子を用いた光誘起ゾル-ゲル可逆スイッチング<sup>18</sup>。(b) 細胞無毒性イオン液体中で形成したアゾベンゼン含有イオンゲルの外観および(c)その界面で伸展した細胞像(赤:F-actin、青:核; スケールバー:100  $\mu\text{m}$ )<sup>18</sup>。(d) 可視光(青/緑)照射により液体足場(高分子/IL系)の粘度(粘弾性)を可逆にスイッチングできることを示すイメージ図<sup>17</sup>。Wiley社およびRSCの許可を得て転載。

## 2-7. 細胞毒性と機械学習

さて、2-1で述べたように細胞培養系にILを共存させようとしたとき、まず超えるべきはその細胞毒性である。カチオンとアニオンを独立設計できるILは候補数が膨大であり、勘と試行錯誤だけで「使える系」に辿り着くのは現実的ではない。そこで我々は、データ駆動(機械学習による回帰)と最小限の実験を往復させる形で、界面細胞培養に使える細胞無毒性ILの探索と分子論の抽出を試みた(図9(a),(b))。ここで重要なのは、界面培養で問題になる毒性の見え方が、一般的な $EC_{50}/IC_{50}$ の議論とは少し異なる点である。本培養系において細胞は疎水性相と連続的に接し、

# Topics

培地側はその液体が溶けうる限り溶け込むため、議論すべきは希薄溶液での potency(力価, 図 9(c))というより、実使用条件に近い濃度域で生存できるかという efficacy(有効性, 図 9(d))寄りの尺度になる。この前提に立つと、従来よく言われる「カチオンのアルキル鎖が長いほど毒性が上がる」という単純な相関だけでは整理できず、「疎水性=単純な長鎖化」ではなく「疎水性の作り方(分岐のさせ方)」が効くことが見えてきた。一本鎖の長鎖化は生存率を下げやすい一方、多分岐(複数の長鎖アルキルカチオン)構造は同程度の疎水性を保ちながら相対的に毒性が低くなる傾向を示し得る。ホスフォニウムでもアンモニウムでも、この考えは成り立つ。一例として、[N6,6,6,2][TFSI]のような多分岐アンモニウム構造が、界面培養条件下で生存率を確保しやすい候補として機械学習による検討から見出された<sup>19</sup>。

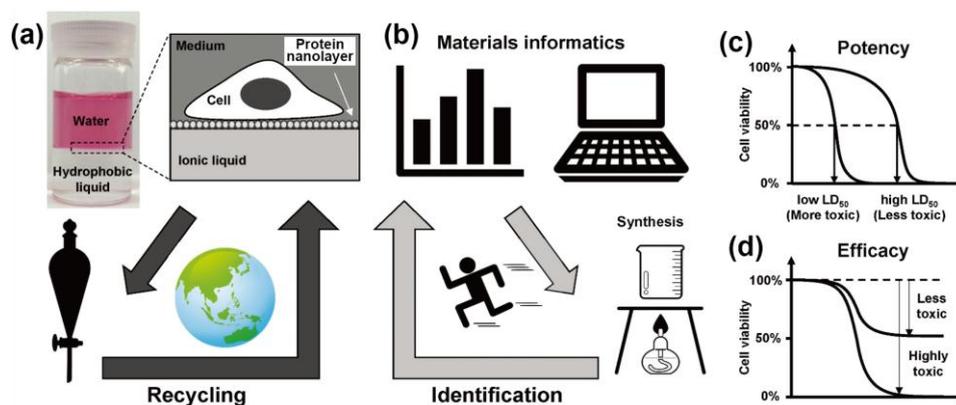


図 9 材料インフォマティクス(MI)を用いた疎水性イオン液体の細胞適合設計の概念図 (a) 水相/リサイクル可能な IL 相が形成する二相界面における細胞培養の模式図。(b) MI(データ解析・予測)と合成・評価実験を往復させることで、低毒性 IL 候補を効率よく同定する研究フロー(探索→同定→リサイクルの循環を含む)。(c) 従来の毒性評価指標である potency(LD<sub>50</sub>)の概念図。(d) 界面培養条件に即した efficacy(飽和溶解条件下での生存率)による評価概念図(同じ LD<sub>50</sub> でも実使用条件での毒性が異なり得ることを示す)<sup>19</sup>。Taylor & Francis 社の許可を得て転載。

ここで強調したいのは、設計指針そのものに加えて、探索の帰結が実装面の可能性を大きく広げた点である。界面培養の初期段階では、細胞無毒性を満たす疎水性 IL は[P2]、[P4]、[P6]などのアルキルホスフォニウム系に限られると、我々自身が半ば「思い込んで」いた。ところが機械学習と実験の往復を進めると、同様に“多分岐・長鎖”の設計思想を持つアルキルアンモニウム系(例:[N6,6,6,2][TFSI])でも、細胞毒性が低く液体足場として適用可能な候補が現実に見出された。これは候補が増えただけでなく、前駆体の扱いという観点から構造アクセス性を格段に広げる。毒性があり高酸化(場合によっては発火)リスクを伴う、扱いづらさがあるアルキルホスフィンを要するホスフォニウム系に対し、アルキルアミンを前駆体にできるアンモニウム系は合成・安全・供給の

# Topics

面で有利である。すなわち、毒性を満たす疎水性 IL の設計空間がホスフォニウム中心からアンモニウムへも拡張されたことは、液体足場材料としての現実的な展開可能性を一段押し広げた。

### 3. おわりに

本稿では、疎水性イオン液体(IL)-水界面を細胞足場として利用する試みを、界面現象から材料設計まで一貫通貫で述べた。接着性細胞が液体界面に接着できてしまうという一見、直感に反する現象は、PNL という薄膜材料の存在によって理解される。一方で PNL は界面で自発的に形成されるがゆえに条件依存性と揺らぎを抱え、細胞足場として使いこなすには形成と力学を材料として昇華させる必要が残されていた。IL は水と相分離しながら高極性で、しかも二成分(カチオンとアニオン)の独立した要素からなる液体であり、PNL の形成プロセスと材料特性を足場側から作り分ける設計空間を与える。実際にアルキルホスフォニウム系 IL 界面では、細胞が伸展する場合としない場合が現れ、その差はカチオン構造に依存して変化した。PNL の見かけのヤング率は2~3倍変化し、その序列は細胞伸展と整合した。さらに高速 AFM により、吸着初期におけるタンパク質の二次元拡散ダイナミクスが IL 構造で1~2桁変化することを直接可視化し、その速度論が最終的な PNL の力学と強く結びつくことを示した。

さらに本稿では IL を「設計できる足場」に留めず「操作できる足場」へ押し広げる二つの軸を示した。IL のイオン伝導性は界面(PNL)を電気化学的にクリーンかつ可逆に補強・スイッチングする軸を与え<sup>16</sup>、IL の高分子溶解性はイオンゲル化や光応答性高分子<sup>17</sup>・ブロック共重合体の導入<sup>18</sup>によってバルク粘弾性を設計・スイッチングする軸を与える。これらは、従来のフッ素系液体やシリコーンオイルのような非イオン伝導性、低(無)極性の分子性液体足場では原理的に持ち得ない操作自由度である。一方、実装に向けた最初の関門は細胞毒性であり、設計空間の広い IL では経験則だけで探索するのは現実的ではない。そこで我々は、界面培養という使用状況に即した毒性評価とデータ駆動(機械学習)を往復させ、低毒性 IL の探索と分子論の抽出を試みた。その結果、従来のアルキルホスフォニウム系に加え、複数の長鎖アルキルアンモニウム系 IL も界面足場材料に適用可能であることが見えてきた。液体界面培養は、幹細胞培養の効率化や操作性の観点からエマルジョン分散培養<sup>19, 30, 39</sup>やフロー培養系へ展開し得る。PFAS 問題でフッ素系液体の環境残留性が懸念されるなか、蒸気圧が極めて低く、回収・洗浄・乾熱滅菌を含むリユースが可能な IL 足場は環境適合性の面でも合目的である。

博士学生の時、頭の片隅に残ったのは「IL は(高)分子を“構造化”させうる場だ」という感覚だった。溶媒和の組み替えが高分子の状態を切り替えるなら、界面という究極の不均一場では、その構造化はもっと露骨になる。水との差別化を考え抜いた結果、恐る恐る手を出したイオン液体の界面を利用した細胞培養は、今なお自分の中では学生時代の感覚の延長線上にある。学生時代に見ていたのは、高分子の周りで IL が構造化し、混合のエントロピーを押し下げて相転移を駆動する、というバルクの熱力学だった。いま見ているのは、その構造化が界面で顕在化し、細胞表現型に届くという、やはり局所構造が駆動する階層的な現象の連鎖である。IL の化学構造が

# Topics

決まると、界面でのイオン配向が決まり、局所環境が決まる。すると、タンパク質の二次元拡散や吸着変性といったダイナミクスが変わり、平衡状態としての PNL の力学(粘弾性・見かけのヤング率)につながる。そして最終的にできてくる PNL の性質によって細胞が感じ取る“足場”の性格が変わる。少し乱暴な言い方をすれば IL の構造選択性が生命のあり方を支配している。「風が吹けば桶屋が儲かる」的な因果連鎖が、IL の界面で確かに起きている。だからこそ、界面を偶然に任せず、設計し、さらに操作するという発想が、これから意味を持つのだと思う。界面は電気化学、バルクは高分子設計、毒性はデータ駆動で。IL 界面は、学理と方法論が同時に育つ「足場」だと感じている。

## 4. 謝辞

本稿で紹介した研究は、多くの共同研究者・研究室メンバーの支えによって進めてきました。液体界面培養に関して中西淳グループリーダー、宇都甲一郎主幹研究員、山本翔太研究員(NIMS)に感謝します。電気化学的界面制御に関して西直哉准教授、石井浩介博士(現所属・KEK)(京都大学)に感謝します。イオンゲルの光スイッチングは、猿渡彩博士(現所属・東京大学)(北海道大学)の研究成果です。機械学習による IL の毒性評価に関して袖山慶太郎グループリーダー、Dieb Sae 主任研究員、野口秀典主席研究員(NIMS)に感謝します。なお本研究は、科研費 基盤 B(20H02804、23H02030、23K26726)および挑戦的研究(萌芽)(20K21229)の支援を受けて実施しました。

## 5. 参考文献

- (1) Ueki, T.; Watanabe, M. Lower critical solution temperature behavior of linear polymers in ionic liquids and the corresponding volume phase transition of polymer gels. *Langmuir* **2007**, *23*, 988-990. DOI: 10.1021/la062986h.
- (2) Somcynsky, T. The Lower Critical Solution Temperature (LCST) of Non-Polar Polymer Solutions: An Introduction. *Polym. Eng. and Sci.* **1982**, *22*, 58-63.
- (3) Schild, H. Poly (N-isopropylacrylamide): experiment, theory and application. *Prog. Polym. Sci.* **1992**, *17*, 163-249.
- (4) Matsugami, M.; Fujii, K.; Ueki, T.; Kitazawa, Y.; Umebayashi, Y.; Watanabe, M.; Shibayama, M. Specific solvation of benzyl methacrylate in 1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethane sulfonyl)amide ionic liquid. *Anal. Sci.* **2013**, *29*, 311-314.
- (5) Fujii, K.; Ueki, T.; Hashimoto, K.; Kobayashi, Y.; Kitazawa, Y.; Hirosawa, K.; Matsugami, M.; Ohara, K.; Watanabe, M.; Shibayama, M. Microscopic Structure of Solvated Poly(benzyl methacrylate) in an Imidazolium-Based Ionic Liquid: High-Energy X-ray Total Scattering and All-Atom MD Simulation Study. *Macromolecules* **2017**, *50*, 4780-4786. DOI: 10.1021/acs.macromol.7b00840.

# Topics

- (6) Widom, B.; Bhimalapuram, P.; Koga, K. The hydrophobic effect. *Physical Chemistry Chemical Physics* **2003**, *5*. DOI: 10.1039/b304038k.
- (7) Deetlefs, M.; Hardacre, C.; Nieuwenhuyzen, M.; Sheppard, O.; Soper, A. K. Structure of ionic liquid-benzene mixtures. *J. Phys. Chem. B* **2005**, *109*, 1593-1598. DOI: 10.1021/jp047742p.
- (8) Ingber, D. E. Mechanobiology and diseases of mechanotransduction. *Ann Med* **2003**, *35*, 564-577. DOI: 10.1080/07853890310016333.
- (9) Chaudhuri, O.; Cooper-White, J.; Janmey, P. A.; Mooney, D. J.; Shenoy, V. B. Effects of extracellular matrix viscoelasticity on cellular behaviour. *Nature* **2020**, *584*, 535-546. DOI: 10.1038/s41586-020-2612-2.
- (10) Engler, A. J.; Sen, S.; Sweeney, H. L.; Discher, D. E. Matrix elasticity directs stem cell lineage specification. *Cell* **2006**, *126*, 677-689. DOI: 10.1016/j.cell.2006.06.044.
- (11) Homma, K.; Chang, A. C.; Yamamoto, S.; Tamate, R.; Ueki, T.; Nakanishi, J. Design of azobenzene-bearing hydrogel with photoswitchable mechanics driven by photo-induced phase transition for in vitro disease modeling. *Acta Biomater* **2021**, *132*, 103-113. DOI: 10.1016/j.actbio.2021.03.028.
- (12) Homma, K.; Chang, A. C.; Yamamoto, S.; Ueki, T.; Nakanishi, J. Polarity does not matter: Molecular weight reverses the photoisomerization-induced phase separation of an azobenzene-bearing polymer. *Macromol. Rapid Commun.* **2023**, *44*, 2300118. DOI: 10.1002/marc.202300118.
- (13) Ueki, T.; Osaka, Y.; Homma, K.; Yamamoto, S.; Saruwatari, A.; Wang, H.; Kamimura, M.; Nakanishi, J. Reversible Solubility Switching of a Polymer Triggered by Visible-Light Responsive Azobenzene Photochromism with Negligible Thermal Relaxation. *Macromol Rapid Commun* **2024**, *45*, e2400419. DOI: 10.1002/marc.202400419.
- (14) Fujita, K.; Ohno, H. Hydrated Ionic Liquids: Perspective for Bioscience. *Chem Rec* **2023**, *23*, e202200282. DOI: 10.1002/tcr.202200282.
- (15) Ueki, T.; Uto, K.; Yamamoto, S.; Tamate, R.; Kamiyama, Y.; Jia, X.; Noguchi, H.; Minami, K.; Ariga, K.; Wang, H.; et al. Ionic Liquid Interface as a Cell Scaffold. *Adv Mater* **2024**, *36*, 2310105. DOI: 10.1002/adma.202310105.
- (16) Ishii, K.; Ueki, T.; Nakanishi, J.; Akutsu-Suyama, K.; Yamada, N. L.; Yokoyama, Y.; Sakka, T.; Nishi, N. Potential-Switchable Viscoelasticity of Protein Nanolayers at a Liquid/Liquid Interface. *Langmuir* **2025**, *41*, 17973-17981. DOI: 10.1021/acs.langmuir.5c01819.
- (17) Saruwatari, A.; Kamiyama, Y.; Nakanishi, J.; Tamate, R.; Ueki, T. Stimuli-responsive liquid cell scaffold: reversible viscoelasticity switching of a polymer in an ionic liquid by visible-light. *Polymer Chemistry* **2026**, *17*, 310-324. DOI: 10.1039/d5py00876j.
- (18) Saruwatari, A.; Kamiyama, Y.; Tamate, R.; Nakanishi, J.; Ueki, T. Toward Dynamic Liquid Cell Scaffold: Photoreversible Ion Gels Exhibiting Light-Induced Sol-Gel Transitions. *Macromol Rapid*

# Topics

*Commun* **2026**, e00909. DOI: 10.1002/marc.202500909.

(19) Nakanishi, J.; Ueki, T.; Dieb, S.; Noguchi, H.; Yamamoto, S.; Sodeyama, K. Data-driven optimization of the in silico design of ionic liquids as interfacial cell culture fluids. *Sci Technol Adv Mater* **2024**, *25*, 2418287. DOI: 10.1080/14686996.2024.2418287.

(20) Jia, X.; Minami, K.; Uto, K.; Chang, A. C.; Hill, J. P.; Nakanishi, J.; Ariga, K. Adaptive Liquid Interfacially Assembled Protein Nanosheets for Guiding Mesenchymal Stem Cell Fate. *Adv Mater* **2020**, *32*, e1905942. DOI: 10.1002/adma.201905942.

(21) Jia, X.; Song, J.; Lv, W.; Hill, J. P.; Nakanishi, J.; Ariga, K. Adaptive liquid interfaces induce neuronal differentiation of mesenchymal stem cells through lipid raft assembly. *Nature Communications* **2022**, *13*, 3110. DOI: 10.1038/s41467-022-30622-y.

(22) Rosenberg, M. D. *Cell surface interactions and interfacial dynamics*; Elsevier, 1964.

(23) Giaever, I.; Keese, C. R. Behavior of cells at fluid interfaces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **1983**, *80*, 219-222.

(24) Keese, C. R.; Giaever, I. Cell growth on liquid interfaces: Role of surface active compounds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **1983**, *80*, 5622-5626.

(25) Keese, C. R.; Giaever, I. Cell growth on liquid microcarriers. *Science* **1983**, *219*, 1448-1449.

(26) Keese, C. R.; Giaever, I. Substrate mechanics and cell spreading. *Experimental Cell Research* **1991**, *195*, 528-532.

(27) Shiba, Y.; Ohshima, T.; Sato, M. Growth and morphology of anchorage-dependent animal cells in a liquid/liquid interface system. *Biotechnology and Bioengineering* **1998**, *57*, 583-589.

(28) Shiba, Y.; Ohshima, T.; Sato, M. Effect of surface active compounds on growth and adhesion of anchorage-dependent animal cells at liquid/liquid interface. *Kagaku Kogaku Ronbunshu* **1998**, *24*, 343-345.

(29) Kong, D.; Nguyen, K. D. Q.; Megone, W.; Peng, L.; Gautrot, J. E. The culture of HaCaT cells on liquid substrates is mediated by a mechanically strong liquid-liquid interface. *Faraday Discuss* **2017**, *204*, 367-381. DOI: 10.1039/c7fd00091j.

(30) Kong, D.; Peng, L.; Di Cio, S.; Novak, P.; Gautrot, J. E. Stem Cell Expansion and Fate Decision on Liquid Substrates Are Regulated by Self-Assembled Nanosheets. *ACS Nano* **2018**, *12* (9), 9206-9213. DOI: 10.1021/acsnano.8b03865.

(31) Kong, D.; Megone, W.; Nguyen, K. D. Q.; Di Cio, S.; Ramstedt, M.; Gautrot, J. E. Protein Nanosheet Mechanics Controls Cell Adhesion and Expansion on Low-Viscosity Liquids. *Nano Lett.* **2018**, *18*, 1946-1951. DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b05339.

(32) Kong, D.; Peng, L.; Bosch-Fortea, M.; Chrysanthou, A.; Alexis, C. V. J.; Matellan, C.; Zorbakhsh, A.; Mastroianni, G.; Del Rio Hernandez, A.; Gautrot, J. E. Impact of the multiscale viscoelasticity of

# Topics

quasi-2D self-assembled protein networks on stem cell expansion at liquid interfaces. *Biomaterials* **2022**, *284*, 121494. DOI: 10.1016/j.biomaterials.2022.121494.

(33) Balaban, N. Q.; Schwarz, U. S.; Riveline, D.; Goichberg, P.; Tzur, G.; Sabanay, I.; Mahalu, D.; Safran, S.; Bershadsky, A.; Addadi, L.; et al. Force and focal adhesion assembly: A close relationship studied using elastic micropatterned substrates. *Nat. Cell Biology* **2001**, *3*, 466-472.

(34) Dupont, S.; Morsut, L.; Aragona, M.; Enzo, E.; Giulitti, S.; Cordenonsi, M.; Zanconato, F.; Le Digabel, J.; Forcato, M.; Bicciato, S.; et al. Role of YAP/TAZ in mechanotransduction. *Nature* **2011**, *474*, 179-183. DOI: 10.1038/nature10137.

(35) Bergfreund, J.; Bertsch, P.; Fischer, P. Adsorption of proteins to fluid interfaces: Role of the hydrophobic subphase. *Journal of Colloid and Interface Science* **2021**, *584*, 411-417. DOI: 10.1016/j.jcis.2020.09.118.

(36) Bergfreund, J.; Diener, M.; Geue, T.; Nussbaum, N.; Kummer, N.; Bertsch, P.; Nystrom, G.; Fischer, P. Globular protein assembly and network formation at fluid interfaces: effect of oil. *Soft Matter* **2021**, *17*, 1692-1700. DOI: 10.1039/d0sm01870h.

(37) Bergfreund, J.; Bertsch, P.; Fischer, P. Effect of the hydrophobic phase on interfacial phenomena of surfactants, proteins, and particles at fluid interfaces. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* **2021**, *56*. DOI: 10.1016/j.cocis.2021.101509.

(38) Ishii, K.; Sakka, T.; Nishi, N. Potential dependence of the ionic structure at the ionic liquid/water interface studied using MD simulation. *Physical Chemistry Chemical Physics* **2021**, *23*, 22367-22374. DOI: 10.1039/d1cp02484a.

(39) Peng, L.; Gautrot, J. E. Long term expansion profile of mesenchymal stromal cells at protein nanosheet-stabilised bioemulsions for next generation cell culture microcarriers. *Mater Today Bio* **2021**, *12*, 100159. DOI: 10.1016/j.mtbio.2021.100159.

# Meeting

## 第 15 回イオン液体討論会開催報告

千葉大学 津田 哲哉

第 15 回イオン液体討論会は 2025 年 11 月 12 日(水)～14 日(金)の 3 日間にわたり、千葉大学 けやき会館(西千葉キャンパス)で開催されました。晴天に恵まれたこともあってか、会期の間、会場の至るところで活発な議論や情報交換がなされていました。初日の 12 日には、イオン液体討論会の恒例行事である「若手の会」が開催され、当日登録も含めて 37 名の参加がありました。講演内容だけでなく、講師の先生方のバックグラウンドも多岐にわたっており、普段の学会とは少し異なる雰囲気の講演に刺激を受けたためか、若手研究者(学生含む)から矢継ぎ早に質問がありました。かつてのイオン液体討論会を彷彿とさせる若者の活気に圧倒されてしまいました。



写真 1. 基調講演での一コマ。

2 日目と 3 日目に基調講演(1 件)、特別講演(2 件)、一般講演(22 件)、ポスター講演(45 件)が行われ、活発な議論が繰り広げられました。大野弘幸 先生(東京農工大学)による基調講演「イオン液体の機能化は終わったのか? 若手の挑戦に期待」では、これまでの先生のご研究の紹介だけにとどまらず、これからのイオン液体研究の方向性や人材育成のあり方などについてもお話いただいた(写真 1)。特別講演の小林範久 先生(千葉大学)には「電気化学反応を用いたイメージング(画像表示)技術」という題目でご講演いただき、構造規則性を有する機能性高分子材料の設計・素子化や、有機・無機化学にこだわらない画像形成機能材料の設計とそれらの電気化学反応を利用した反射・発光型ディスプレイの開発に関するご自身のご研究についてご紹介いただいた。また、上木岳士 先生(物質・材料研究機構)の特別講演「イオン液体で生命を模倣する、細胞を操る」では、先生の独創的なアイデアによって得られた無毒性イオン液体/ゲルの界面を利用したメカノバイオリジカル細胞足場材料などについてお話いただきました。一般講演や

# Meeting

ポスター講演では、イオン液体の重合誘起相分離に基づく溶媒相分離型イオンゲルの開発、イオン液体を用いた光・熱二重応答性アゾベンゼンイオン性材料の作製、ペイズ最適化によるカリウムイオン液体の探索、油中イオン液体型エマルション液滴界面における卑金属合金ナノ粒子の作製など、若手研究者による注目すべき研究が多数あったことがとても印象的でした(写真2)。

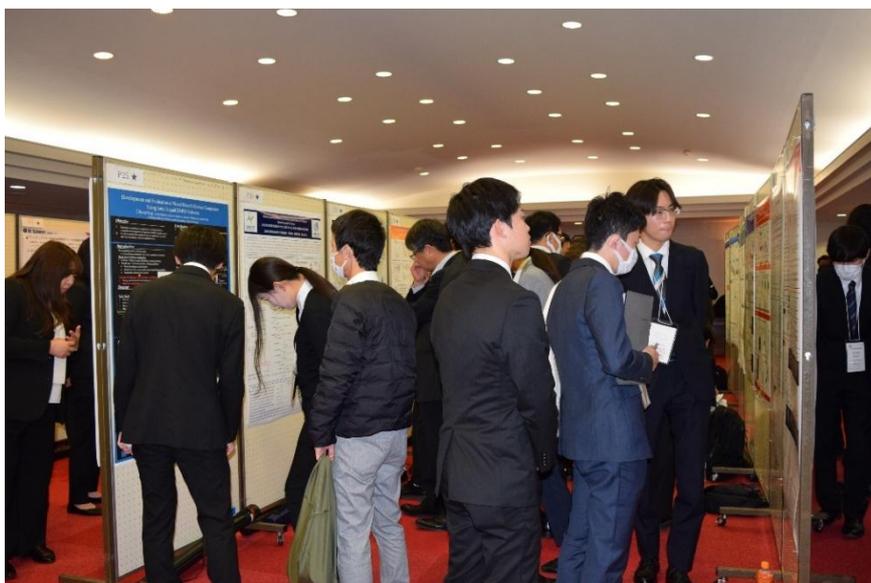


写真2. ポスター講演での一コマ。

2日目の夜に開催された懇親会は、会場から徒歩圏内にあるイタリアンレストラン DEAR FROM を借り切って行いました。懇親会の開始予定時間よりも入店が早かったこともあり、最初のドリンクが参加者全員に行き渡るまでにかかなりの時間を要するといった想定外のアクシデントもありましたが(これが話のきっかけになって、懇親を深めることができたケースもあったと耳にしておりますので、前向きにとらえていただけますと幸いです。)、結果的に会自体は大いに盛り上がり、3日目に向けてのエネルギーチャージができました。

3日目の講演終了後、口頭講演賞およびポスター賞の表彰式が行われました。口頭講演賞の Chemical Communications 賞は伊藤俊平 氏(京都大学)、Green Chemistry 賞は劉 隆杰 氏(東京大学)が受賞されました。また、優秀ポスター賞は上山まい 氏(北海道大学・NIMS)、井上亮汰 氏(神戸大学)、廣津義史 氏(上智大学)、渡辺雄貴 氏(名古屋工業大学)、最優秀ポスター賞については松山由奈 氏(横浜国立大学)がご受賞されました。ご受賞された皆様に心よりお祝い申し上げます。授賞式では、イオン液体研究会 代表世話人である高橋憲司 先生より若手研究者をエンカレッジするお言葉があり(写真3)、来年度の本討論会にて、皆様の成長した姿が見られるものと期待しています。また、第16回イオン液体討論会が2026年11月11日(イオン液体の日(電池の日でもある))~13日に上智大学(四谷キャンパス)で開催予定であることが藤田正博 先生(上智大学)より発表され、閉会となりました。

# Meeting



写真 3. 若手研究者をエンカレッジする高橋憲司 先生.

最後に、本討論会を無事に終えることができたのは、本討論会に携わった全ての皆様のご尽力によるところが大きく、厚く御礼申し上げます。特に、本討論会の開催にあたって準備・運営にご尽力いただいたイオン液体研究会事務局、第15回イオン液体討論会 実行委員会、千葉大学津田研究室の皆様方には心より感謝申し上げます。



写真 4. 今回の討論会をお世話いただいた現地スタッフとの記念写真.

# Meeting

## 若手シンポジウム(第8回若手の会) 開催報告

京都大学エネルギー理工学研究所  
山本 貴之

若手シンポジウムを2025年11月12日(水)に千葉大学けやき会館で開催いたしました。今回は事前登録者に加え、当日飛び入りの参加者もあり、全体では37名(内、学生25名)の方々に参加いただきました。イオン液体研究会の「若手の会」は、学生を含むイオン液体の若手研究者の交流を目的として、2016年に初めて開催されました。コロナ禍を挟んだため今回で8回目の開催でしたが、開始から10年目の節目を迎えました。ここまで続けられたのは、参加いただいた皆様と運営に携わっていただいた先生方のおかげです。この場を借りて御礼を申し上げます。



若手シンポジウムの様子

今回は企業・アカデミア・海外経験者などの様々なキャリアパスを経験された講師をお招きして講演会を開催いたしました。まず、寺田尚志様(AGC 株式会社)には、企業研究者という立場から「イオン液体研究者のキャリアパス:企業での研究開発について」というタイトルで、大学における研究活動との相違点を中心にお話をいただきました。企業によっては博士卒も多いため、どのようなキャリアパスであっても研究を行う以上は、博士号を取得することが強みになると感じました。

# Meeting

続いて、植野雄大様(日本原子力研究開発機構)には、「材料科学と私 ～これまでの経歴を振り返って思うこと～」と題して、これまでに行ってきた研究の紹介とともに、現在のキャリアを選択した理由や経緯を詳細にご説明いただきました。どのようなキャリアを選択する場合でも、その先に必ず困難があるので、その時に踏ん張るためには自分でよく考えて決めることが大事という力強いメッセージがありました。また、現在開発中の新規なウラン電池にイオン液体を使用しているというお話も興味深く聞かせていただきました。最後に、上田博幸様(Deakin 大学)には、海外経験者の立場から「オーストラリアの研究環境 ～柔粘性結晶の電池応用研究者の事例～」というタイトルで講演いただきました。研究室の雰囲気や実験室の管理だけではなく、研究費の獲得や研究者の雇用形態まで多岐にわたる話題を提供いただき、参加者の皆様もオーストラリアでの研究生活をイメージすることができたと思います。

質疑応答も活発に行われ、休憩時間を利用して講演者に質問している学生もいました。また、講演終了後は例年通り懇親会も開催され、参加者間での交流も深まりました。ところで、若手シンポジウムの運営にあたっている若手の会幹事は、北田敦先生(東京大学)と本林健太先生(名古屋工業大学)、筆者(山本)の3名に加えて、今回から近藤慎司先生(大阪大学)と韓智海先生(新潟大学)にも入っていただき、計5名の体制となりました。次回以降も様々な企画を考えていきますので、「こういった企画をやってほしい」というご要望があれば若手の会幹事にお声掛けいただければと思います。最後になりましたが、今回ご講演いただきました3名の講師の方々と、会場をご準備いただきました第15回イオン液体討論会実行委員長の津田哲哉先生(千葉大学)に厚く御礼を申し上げます。

## 「学会報告」 COIL-10

横浜国立大学 大学院工学研究院  
上野 和英

2025年11月17日から21日にかけて、オーストラリア・パースにて第10回 Conference on Ionic Liquids (COIL-10)が開催されました。会場は The University of Western Australia (UWA) のキャンパス内で、イオン液体および深共晶溶媒を軸に、基礎から応用まで幅広い研究分野を横断する国際会議として実施されました。節目となる第10回にふさわしく、成熟した国際会議としての存在感を強く感じさせる会合でした。開催地パースは、澄み切った青空と広がる海岸線、そして日中の強めの日差しが印象的な街でした。会場近くでは穏やかな海風が心地よく、朝夕には涼しさも感じられました。整然としたダウンタウンの街並みと海沿いの開放的な景観は、学术交流の場にふさわしい環境であると感じました。

参加者は世界各国から集い、とりわけ日本からの参加者は54名に達し、開催国オーストラリアを上回る最大の参加国となりました。会場のあちこちで見知った日本人研究者の方々とお会いすることができ、日本のイオン液体研究コミュニティの国際的存在感を改めて実感しました。

UWAの広大なキャンパスは緑豊かで、美しい環境にありました。敷地内では珍しい白いクジャクが悠然と歩く姿が見られ、COIL-10の参加者に強い印象を残していました。市街地から海沿いを歩いて約1時間という立地も本会議の特徴の一つでした。筆者は会期中、主に市街地からバスでUWAへ向かっていましたが、車窓から海沿いの遊歩道を歩いて会場へ向かう研究者の姿を目にすることがありました。穏やかな海風の中を歩きながら会場へ向かう時間も良いものだと感じ、筆者も最終日に徒歩での移動に挑戦しました。想定していたよりも距離はありましたが、海風を感じながらのウォーキングは大変心地よいものでした。

本会議では専用のスマートフォンアプリが提供され、プログラム確認、会場案内、発表時間の管理、ポスター検索までを一元的に行える仕組みが整えられていました。複数の並列セッションが同時進行する中でも、自身の関心に沿って柔軟に参加できる点は非常に快適であり、学会運営における先進的な取り組みとして強く印象に残りました。

学術面では、分子構造や相挙動、輸送特性といった基礎研究に加え、電池・キャパシタ、エネルギー変換、分離・回収、バイオ・医薬応用など、社会実装を意識した研究が数多く報告されました。また、分子シミュレーションや機械学習を活用した材料設計も目立ち、理論と実験の融合が着実に進展していることを実感しました。

筆者は Keynote 講演の機会をいただき、リチウム系イオン液体電解質の設計、イオン輸送特性、電池応用に関する最近の研究成果を紹介しました。国際会議における Keynote 講演という大役を仰せつかったことに大きな緊張もありましたが、このような貴重な機会を与えていただいたことに

# Report

心より感謝しております。発表後は多くの研究者の方から反響をいただき、活発な意見交換ができたことは、大変有意義な経験となりました。また、当研究室の学生もポスター発表を行い、有難くも2名がポスター発表賞を受賞しました。学生本人にとって確かな評価を得られたこの経験は、大きな自信につながる出来事であったと思います。

会期を通じて特に印象的であったのは、Chairを務められたRob Atkin教授をはじめとする運営の尽力です。本会議には物理化学、電気化学、材料科学、バイオ、プロセス工学など異なる専門をもつ研究者が集いましたが、「イオン液体」という共通のキーワードのもと、それぞれの知見を持ち寄りながら議論が重ねられていく様子が随所に見られました。セッション内の質疑応答に加え、適度に設けられたコーヒープレイクの時間が参加者同士の対話を自然に促し、分野を越えた交流と議論の深化を支えていました。こうした学術的対話の場を丁寧に設計し実施されたChairの尽力に、深く感謝申し上げたいと思います。

バンケット終盤では、いわゆるクラブ形式のダンスが催されました。音楽と照明のもと、学生のみならず教員・研究者も軽快なステップを披露し、学術的議論とはまた異なる一体感が生まれていました。さらに、動物園と水族館へのエクスカージョンも企画され、分野や世代を越えた交流が自然に育まれる時間となりました。

閉会に際しては、次回COIL-11が日本・金沢で開催されることがChairである高橋先生から紹介されました。本会議で築かれた議論と人的ネットワークが日本開催へとつながっていくことを思うと、期待とともに身の引き締まる思いがします。本会議への参加を通じ、イオン液体研究が学術的深化と社会的広がり両輪で進展していることを改めて実感しました。COIL-10で得られた知見と交流は、今後の研究と人材育成、そして次回日本開催へと確実につなげていけるのではないかと思います。



図1. キーノート講演中の一場面（緊張の瞬間）。

# Award

## COIL-10 参加報告・受賞報告

横浜国立大学 大学院理工学府 上野研究室  
博士課程後期3年 須藤 拓

2025年11月17日から21日にかけて、オーストラリア・パースにて開催された The 10th International Congress on Ionic Liquids (COIL-10) に参加しました。会場は The University of Western Australia (UWA) に隣接する University Club of Western Australia で、大学キャンパスの落ち着いた雰囲気の中にありながら、国際会議の会場としての品格も感じられる空間でした。南半球は日本とは季節が逆に進む時期でもあり、陽気な気候と海を感じさせるさわやかな風が長距離移動の疲れを抱えた筆者を出迎えてくれました。筆者はイオン液体コミュニティに席を置かせていただいてから、6年目になりますが、実は COIL の参加は初めてで、「いよいよ世界のイオン液体研究の本流に触れられる」という高揚感をもって初日を迎えたことを覚えています。



図 参加した研究室学生と海岸にて

COIL はイオン液体分野における主要な国際会議の一つであり、基礎科学から応用・産業展開までを同じ場で議論できる点が大きな特徴です。今回の COIL-10 では、イオン液体の基礎から応用まで幅広く、エネルギー貯蔵・電気化学エネルギー応用、材料開発、持続可能プロセスや分離、さらにバイオ・医療や医薬関連まで多様なテーマが扱われ、アカデミアのみならず Iolitec 社をはじめとした産業界の登壇者も交えたプログラムとなっていました。分野横断の視点で「イオン液体が何を可能にし、次にどこへ向かうのか」を考える機会が随所に用意されていた点が印象的でした。

本会議には上野研究室から PI1名、ポストドクター1名、博士学生1名、修士学生3名の計6名が参加し、上野和英教授が “Li ionic liquid electrolytes: design, ion transport, and battery applications” のキーノート講演を行うとともに、研究室メンバーがそれぞれポスター発表を行いました。研究室としてイオン液体に深く関連するテーマを多角的に展開していることを、国際会議の場で改めて俯瞰できたことは、自身の研究の立ち位置を確認するうえでも非常に有意義でした。

# Award

筆者は、“Polymer-assisted Deep Supercooling of Li Salt: Effects of Polymer Additives on Suppression of Crystallization” というタイトルでポスター発表を行いました。内容としては、当研究室が精力的に研究しております、「多量の Li 塩に微量の高分子を添加することで得られる過冷却液体(深過冷却 Li 塩)」に着目し、次世代 Li 系二次電池向け電解質材料としての適用可能性を念頭に、その安定な過冷却状態が生じる要因を明らかにすることを目的としたものです。評価には、熱物性・粘性測定などの実験的アプローチに加えて MD シミュレーションも併用し、実験と計算の両面から現象を捉えることを試みました。



図 ポスター会場の様子

ポスターセッションでは、イオン液体・濃厚電解質・ガラス化／結晶化といった観点から多くの研究者と議論することができました。特に、「高分子添加が結晶化抑制に寄与する際に、どの相互作用が支配的になり得るのか」「どうして特異なイオン輸送特性が発現しうるのか」といった点について、異なるバックグラウンドの研究者から多様な視点の質問を受けたことは、今後の研究計画を具体化するうえで大きな収穫でした。自分の理解が十分に整理できていない部分が、鋭い質問によって浮き彫りになる一方で、発表を通じて研究の狙いが正しく伝わった瞬間には、国際会議ならではの手応えも感じました。

本発表はありがたいことに、COIL-10 における “BEST POSTER AWARD” を受賞しました。75 件のポスター発表の中から選考されたとのことで、研究内容そのものに加え、議論の組み立て方やプレゼンテーションの点も含めて評価いただけたものと受け止めています。会場の床に立膝をつきながら、ポスターの隅々まで熱意たっぷりで発表していたのは筆者だけだったと聞いております。笑

今回の受賞は、日頃の研究の方向性が国際的な議論の場でも一定の意義を持ち得ることを示してくれただけでなく、「まだ詰めるべき論点は多いが、次に進むべき課題も見えた」という意味で、今後の研究推進への強いモチベーションになりました。

最後になりますが、本会議参加にあたり日頃よりご指導いただいている上野 和英 教授をはじめ、渡邊 正義 上席特別教授、研究室の皆様、ならびに関係各位に深く感謝申し上げます。今回の COIL-10 で得た議論と刺激を糧に、深過冷却 Li 塩／イオン液体系電解質の理解をさらに深め、研究を一層前進させていきたいと考えております。

# Award

## COIL-10 参加・受賞報告

横浜国立大学 大学院理工学府 上野研究室  
博士課程前期 2年 松山 由奈

2025年11月17日から21日に、10th Congress on Ionic Liquids (COIL-10)がオーストラリアのパースにて開催されました。開催地であるパースは西オーストラリア州の州都であり、初めて中心部を訪れたとき、その近代的な都市風景と澄みきった青空や海、降り注ぐ強い日差しに胸が高鳴ったのを覚えています。研究室メンバーと訪れたロットネスト島は、世界一幸せな動物と呼ばれるクオッカが生息しており、都市部から見る海よりもさらに青く澄んでいて、まさに楽園でした。学会会場は The University of Western Australia (UWA) で、広大な敷地に立派な建物、日本で見ることのない花や木、敷地内に白や緑のクジャクが歩いている様子がとても印象的でした。

COIL-10は、筆者にとって昨年度の PRiME2024 に続く2回目の国際学会参加であり、学生生活最後の学会発表でした。そのため、楽しみながら学会に参加し、たくさんの人と意見を交わして自身の研究への理解を深めようという気持ちをいつもよりも強く持って参加しました。学会への参加に加えて、筆者がパースへと向かった目的はもう一つありました。それは、上野研入研時からの1年半、実験方法から装置の使い方、資料のまとめ方や英語の使い方まで研究室生活でのすべてのことを指導していただいた恩師、Frederik Philippi 博士と再会することです。学部生時代、Frederik さんが次回の COIL にも出場予定だと聞いた時から、筆者の目標は COIL-10 への出場となっていました。そんな願い叶っての約1年半ぶりの再会となり、修士生になってからの筆者の生活や研究室メンバーについて、そして合成や解析について悩んでいることをあの頃と変わらず相談に乗っていただきました。そのときいただいたアドバイスは筆者の研究の原動力となり、新たな溶融 Li 塩の合成方法確立に向けた検討を現在も続けています。



図 Frederik さんとの再会

2日目に行われたポスターセッションにおいて、筆者は“Li Ionic Liquids Consisting of Novel Asymmetric Li Imide Salts”というタイトルで発表を行いました。新規の電解質創製に向けたリチウムイオン液体の設計や合成方法、そのイオン輸送特性について報告しました。ポスターセッションの直前には上野和英教授が Keynote 講演を行い、その中で筆者の研究も紹介されました。その影響もあり、海外研究者にも多く足を運んでいただきました。発表前は英語での議論に不安を感

# Award

じていましたが、Li 塩が低融点化する理由や熔融状態における MD シミュレーションの結果について、自身の考えを整理して伝え積極的に議論を行うことができ、自信へとつながりました。

学会期間中特に印象に残っているのは、4 日目に The ANZAC Club で開催されたバンケットに参加したことです。クラブ形式の会場で、先生方や学生と軽快な音楽の中ダンスを楽しみました。さらに、COIL-9 で Chair を務められた Margarida Costa Gomes 教授とは小 1 時間ほど二人でお話をする機会をいただき、研究に関するトピックのみならず、筆者の私生活や教授の娘さんについてまでたくさんのお話をすることができました。日本人研究者の方々ともしろいろな会話やダンスをし、思い出に残る楽しい夜を過ごすことができました。

そんな楽しいひと時から数時間後、ホテルに戻り睡眠をとっていると、暑さを感じて目覚めました。日本から体温計を持参していたため、測定すると 38.9 °C と表示されており、大変困惑したことを覚えています。最終日、朝の時点では一時的に回復していたため学会会場へと向かいましたが、体調が悪化しホテルへと戻りました。関係者の皆様にはご心配をおかけしましたこと、心よりお詫び申し上げます。皆様にご助力いただき、無事に帰国することができました。

また、ありがたいことに、ポスター発表にて IoLiTec Novel Ionic Liquid Award を受賞しました。本賞は新しいイオン液体研究の方向性を示す研究内容の一つとして選考いただいたものであり、研究コンセプトの新規性に加え、発表内容及びプレゼンテーションを評価いただいた結果だと考えています。体調不良により授賞式に参加できなかったことが悔やまれますが、研究の方向性に対する確かな手応えとなり、今後の研究をより一層推進していく上での大きな後押しとなりました。

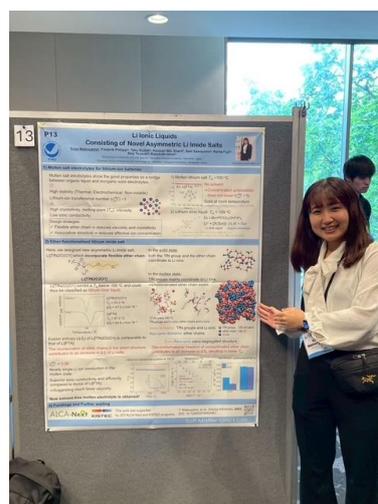


図 ポスター発表の様子

最後になりますが、本国際会議参加にあたり日頃よりご指導いただいている上野和英教授、渡邊正義上席特別教授、都築誠二 IAS 客員教授、研究室の皆様、ならびに関係各位に深く感謝申し上げます。COIL-10 で得られた経験や知見を今後の研究につなげていけるよう、引き続き精進してまいります。

# Award

## The 10th Congress on Ionic Liquids (COIL-10), IoliTec Prizes

上智大学大学院理工学専攻 藤田研究室  
博士課程前期1年 井上 敬太

2025年11月17日から5日間、オーストラリア・パースにて10th Congress on Ionic Liquids (COIL-10)が開催されました。COILは2年に1度開催されるイオン液体分野の国際学会であり、基礎物性からエネルギー、電池、触媒、バイオ応用まで幅広い分野を扱っています。世界各国から研究者が集い、最先端の研究成果が共有される非常に活発な学会でした。口頭発表やポスター発表に加え、基調講演では分野を牽引する研究者による将来展望も語られ、イオン液体研究の広がり可能性を改めて実感する機会となりました。

私にとって今回が初めての国際学会であり、英語での発表や質疑応答、さらには日常的なコミュニケーションにもまだ十分慣れていなかったため、大きな緊張と疲労を感じました。特に専門的な議論を英語で即座に理解し、自分の考えを的確に伝えることの難しさを痛感しました。しかしその一方で、世界中の研究者と同じ舞台上で議論できたことは大きな刺激となり、自身の研究が国際的な文脈の中でどのような位置づけにあるのかを考える貴重な機会となりました。この経験は、研究に対する自信と同時に、さらなる挑戦への意欲を強く抱かせるものでした。

ポスターセッションは18日と20日の2日間に分かれており、計75件の発表が行われました。私は前半のセッションに参加していたため、後半では他の研究者のポスターをじっくりと見て回ることができました。専門分野が異なるテーマであっても、発表者の方々が丁寧に説明してくださり、自身の研究分野以外の知識も多く得ることができました。これまで触れる機会がなかった視点や考え方に会い、研究者としての視野が広がったと感じています。また、休憩時間には会場の外に出てパースの豊かな自然に触れ、気持ちをリフレッシュしていました。特に会場付近に生息していたクジャクの姿は印象的で、日常ではなかなか目にする事のない光景でした。研究発表の緊張感と美しい自然環境の穏やかさが対照的で、心身を整えながら学会に臨むことができました。

今回私は、「Development of Organic Ionic Plastic Crystals Composed of Tetrahydrothiophenium Cation with High Conductivity」というタイトルで、固体電解質に関する研究発表を行いました。発表時間は1時間でしたが、多くの研究者の方々と活発な議論を交わすことができ、非常に充実した時間となりました。発表前は強い緊張を感じていましたが、議論を重ねるうちにその緊張はほぐれ、最終的に達成感と研究の面白さへと変わっていました。数多くの興味深い発表がある中で、IoliTec Prizesを頂くことができ、大変光栄に思っております。このような賞を頂けたことは、自身の研究に対する大きな励みとなり、より一層の自信につながりました。一方で、研究をさらに深めるべき点や、発表力の向上といった課題も明確になり、今後の成長につながる経験となりました。

今回の発表にあたりご指導いただいた藤田先生、日頃より支えてくださっている先輩方、そして

# Award

このような素晴らしい学会を企画・運営して下さった関係者の皆様に、心より感謝申し上げます。今回の経験を糧に、今後も国際的な舞台で通用する研究を目指し、さらなる研鑽を重ねてまいります。

最後になりますが、このような貴重な機会を頂きましたことに、改めて深く御礼申し上げます。



開会式



会場付近のクジャク



集合写真



受賞

# Award

## Award Report – COIL-10: Best Peacock Photo Award

JSPS Postdoctoral Fellow at Kanazawa University  
Akshay Kulshrestha

こんにちは。 I am Akshay Kulshrestha, a JSPS Postdoctoral Fellow at Kanazawa University working with Prof. Kuroda. I was honored to receive the Best Peacock Photo Award at the Congress of Ionic Liquids – 10 (COIL-10) held in Perth, Western Australia, from 17th to 21st November 2025 for capturing a striking photograph of a white peacock.

During the conference, I also presented my research on Deep Eutectic Solvents (DES), highlighting their potential in sustainable chemistry. The white peacock in my photograph symbolizes peace of mind and serenity, which resonates with the collaborative and innovative spirit of the conference. It was a truly inspiring experience to engage with researchers from around the world and share insights into advanced ionic liquid systems.

ありがとうございます。



# Award

## 第 15 回イオン液体討論会 受賞者

2025 年 11 月 12 日-14 日に開催された第 15 回イオン液体討論会において、口頭講演総数 22 件のうち、口頭講演賞への応募が 11 件ありました(賞審査対象者は 2026 年 3 月 31 日現在で年齢が 37 歳以下の方です)。また、ポスター講演総数 45 件のうち、ポスター講演賞への応募が 42 件ありました(賞審査対象者は 2026 年 3 月 31 日現在で年齢が 35 歳以下の方です)。厳正なる審査を経て Chemical Communications 賞および Green Chemistry 賞をそれぞれ 1 名、口頭講演賞として授与されました。また、ポスター講演賞として最優秀賞 1 名・優秀賞 4 名に対し、ポスター賞が授与されました。

受賞者の皆さん、おめでとうございます！

### 口頭講演賞

#### ● Green Chemistry 賞 劉 隆杰さん(東京大学工学系研究科)

2AO06: Exploration of Ternary Potassium Single Cation Ionic Liquid through Bayesian Optimization

○劉 隆杰, 北田 敦, 山田 淳夫(東京大学)

この度は、Green Chemistry 賞を頂き、大変光栄に存じます。私の研究と発表内容をご評価いただけましたこと、深く感謝申し上げます。

本研究を進めるにあたり、山田先生と北田先生には多大なるご指導を賜りました。研究の方向をお示しいただき、また発表内容のご指導をいただきましたこと、心より感謝申し上げます。

今後は、この受賞を励みとし、研究において更なる探求を続けてまいり所存です。そして、研究を通じて社会に貢献できるよう、一層精進してまいります。



#### ● Chemical Communications 賞 伊藤 俊平さん(京都大学大学院工学研究科)

2AO07: Fabrication of base metal alloy nanoparticles at the interface of ionic liquid nanodroplets in oil emulsion

○伊藤 俊平, 吉田 尚弘, 横山 悠子, 作花 哲夫, 西 直哉(京大院工)

このたびは口頭講演賞 (Chem. Comm. 賞) を賜り、大変光栄に感じております。今回の第 15 回イオン液体討論会が初めての参加となりましたが、質疑応答や発表後の場において多くの先生方から貴重なご意見やご提案をいただき、大変嬉しく思います。現在は、イオン液体 | 油界面での卑金属合金の作製を行

っていますが、今後はより高エントロピーな合金の作製を目指し、来年の第 16 回イオン液体討論会にて良いご報告ができるよう、より一層精進してまいります。最後に、日頃よりご指導をいただい



# Award

ている西先生、作花先生、横山先生、そして共に研究に励む研究室の皆様へ、心より感謝申し上げます。

## ポスター講演賞

### ●最優秀ポスター賞 松山 由奈さん(横浜国大院理工)

P17: Ion Transport Properties of Lithium Ionic Liquid Composed of a Novel

Asymmetric Li Imide Salt

○松山由奈<sup>1</sup>、Frederik Philippi<sup>2</sup>、須藤拓<sup>1</sup>、都築誠二<sup>3</sup>、上野和英<sup>1,3</sup>(1.横浜国大院理工、2.Laboratoire de Chimie ENS de Lyon、3.横浜国大 IAS)

この度はこのような賞をいただくことができ、大変光栄に存じます。発表時間中たくさんの方々にお立ちよりいただき、活発に議論をさせていただく中で自身の研究を改めて捉え直すきっかけとなりました。3回目となるイオン液体討論会への参加でしたが、

回数を重ねるごとに皆様の温かさと議論の深さをより強く感じております。今回の受賞は、日頃よりご指導くださる上野先生、渡邊先生、都築先生ならびに研究室の皆様のご支援あつてのものだと感じております。この場をお借りして厚く御礼申し上げます。引き続き、今回いただいたご意見を今後の研究に反映させ、より一層精進してまいります。



### ●優秀ポスター賞 上山 まいさん(北大院生命科学・NIMS)

P01: Self-Healing, Highly Stretchable and Tough Ion Gels Prepared via Vacuum Polymerization of Ionic Liquid-Type Monomers

○上山 まい<sup>1,2</sup>、上山 祐史<sup>1</sup>、大平 征史<sup>3</sup>、Li Xinag<sup>2</sup>、玉手 亮多<sup>1</sup>、上木 岳士<sup>1,2</sup>(1.NIMS、2.北大院生命科学、3.MIT)

この度はこのような賞を賜り、大変光栄に存じます。

ご指導いただいた上木先生、玉手先生、共著者の皆様、そしてラボメンバーの皆様に深く感謝申し上げます。また、たくさんの先生方や学生の皆様に発表に興味を持っていただいて大変嬉しく思っています。今後もイオン液体を使った楽しい研究に励んでまいります。

### ●優秀ポスター賞 井上 亮汰さん(神戸大院理)

P02: Photoinduced Formation of Multinuclear Complexes from Organometallic Ionic Plastic Crystals and Their Vapor Sorption Properties

○井上 亮汰<sup>1</sup>、持田 智行<sup>1,2</sup>(1.神戸大院理、2.神戸大先端膜工学セ)

このたびはポスター賞を頂き、大変光栄に思います。発表では多くの方々から貴重なご質問やご助言を頂戴し、研究を進めるうえで非常に有益な機会となりました。お立ち寄りいただいた皆様に感謝申し上げます。また、日頃よりご指導いただいております持田先生に、この場をお借りして深く御礼申し上げます。これからも、イオン液体・柔粘性イオン結晶の機能性開拓に励んでまいります。

# Award

す。

## ●優秀ポスター賞 廣津 義史さん(上智大学理工学研究科)

### P16: Solvation Structure Analysis of Li-ion Conductors Based on Ionic Plastic Crystals Using PME-ONIOM-MD Simulations

○廣津 義史、木村 美都稀、南部 伸孝、竹岡 裕子、陸川 政弘、藤田 正博(上智大理工)  
本研究では、南部研究室で開発されたプログラムを用い、PME-ONIOM モデルに基づく分子動力学計算を行い、リチウムイオンの周囲に FSA アニオンが何個付き、どのように振る舞うのかを精密に解析いたしました。このたび優秀ポスター賞を受賞でき、大変光栄に存じます。本成果は、同大学にてシミュレーションをご指導くださった木村美都稀先輩と南部伸孝教授の多大なるご助力によって得られたものです。お二人がご自身の時間を割いて丁寧にご指導くださったことに深く感謝申し上げますとともに、今後も良い成果で恩返しできるよう、研究に励んで参ります。

## ●優秀ポスター賞 渡辺 雄貴さん(名古屋工業大学)

### P28: An Integrated Process for CO<sub>2</sub> Separation and Electrolysis Using Supported Ionic Liquid Membranes

○渡辺 雄貴、池田 勝佳、本林 健太(名工大院工)  
この度は、このような栄誉ある賞を頂き、大変光栄に存じます。日頃より熱心にご指導いただいている本林先生、池田先生をはじめ、共に研究に励む研究室の仲間に深く感謝申し上げます。本学会では、多くの方々の研究発表を通じて、イオン液体の多岐にわたる用途や新たな可能性に触れることができました。そこでは新たな知見を数多く得られ、イオン液体の面白さを実感するとともに、大変勉強になりました。ここで得た知見を今後の研究活動に活かし、これからも邁進していきたいと思っております。



左から優秀ポスター賞受賞の渡辺さん、廣津さん、井上さん、上山さんと代表世話人高橋先生

# Overseas Experience

## 留学体験記

～誘電緩和分光法を用いた溶液ダイナミクス研究の国際交流～

新潟大学 自然科学系 助教

韓 智海

### 1.はじめに

2024年新潟大学の「国際共同研究加速 Grant」の支援を受け、2024年11月30日から12月22日までドイツおよびポーランドに留学しました。本留学では、誘電緩和分光法(DRS)を用いて活発に研究を行なっている研究者との交流を通じ、DRSの温度依存性測定および解析手法の確立を目的として、Max Planck Institute for Polymer Researchを拠点として、Regensburg UniversityおよびInstitute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciencesに当研究室の永峯秀星(当時B4)とともに訪問しました。

### 2.ドイツ滞在

ドイツに滞在した背景は、Johannes Hunger博士とRichard Buchner教授(Regensburg University)先生との出会いです。Buchner先生は、梅林先生と交流があり、当研究室でDRSを立ち上げるにあたってご指導をいただきました。私自身はHunger博士とBuchner先生と2023年、セルビアで開催された37th International Conference on Solution Chemistry(ICSC)で初めてお会いしました。私は、高リチウムイオン輸送を示す超濃厚電解液のイオン伝導メカニズムを明らかにすることを目的として、DRSを用いて研究を進めており、当時のポスター発表では、スルホラン(SL)を溶媒とする濃厚リチウム塩電解液溶液のスペシエーションとダイナミクスについて報告しました。ポスター発表の際にHunger博士と議論することになり、発表内容に加え、導電性を有する電解液のDRS測定の難しさについて相談したところ、測定上の重要なポイントについてコメントをいただきました。Hunger博士は現在、ドイツのMainzにあるMax Planck Institute for Polymer Researchの液体ダイナミクスグループのリーダーを務めています。Hunger博士は、誘電緩和分光の世界的権威であるBuchner教



ゲストハウスから研究所に行く道、研究所の入口

# Overseas Experience

授の研究室で博士学位を取得され、現在も DRS を用いた溶液ダイナミクスに関する研究を精力的に行っています。今後、Hunger 博士との国際共同研究に発展させたいと考え、本学の国際共同研究加速グラントに応募し、今回の渡航に至りました。

最近、当研究グループでは、低分子溶媒と金属塩の二成分混合物が広い組成範囲において室温で液体状態であり、ガラス転移のみを示す新しい液体群であるガラス形成液体電解質 (Glass-forming Liquid Electrolyte: GLE) が、高速イオン伝導を示すことを見出しました。この GLE を含む高速イオン伝導を示す液体のダイナミクスを明らかにするため、DRS の温度依存性を測定することを検討しており、Hunger 博士の研究室にて温度依存性測定および解析についてご指導をいただくため、2 週間滞在しました。しかしながら、訪問時には、装置の故障により実際測定することは難しかったです。その一方で、測定用プローブの製作方法や解析方法の詳細について説明を受けることができ、今後の解析手法確立に向けて大きな進展が得られました。また、NMR に詳しい Robert Graf 博士を紹介いただき、NMR を用いて回転緩和を測定する方法についてご指導いただきました。

日中は主に Hunger 博士の研究室で過ごしました。同研究室には中国からの留学生が 3 名在籍しており、博士後期課程への進学プロセスについて話を聞くことができました。多くの場合、研究グループのウェブサイトで募集情報を確認し、グループリーダーへ直接連絡を取った後に面談を経て受け入れが決まるとのことでした。また、学部 3~4 年生の韓国留学生も多く、所属大学との連携プログラムを通じて選抜され、1 年間ほど本研究所で研究生活を送っているとのことでした。研究生活が終わったら修士・博士課程に進学することも検討していると答えた学生が多かったです。日本からの博士後期課程の学生が 1 名在籍しているとのことでした。滞在中は昼食を共にしながら研究室生活について意見交換を行い、学生同士の交流を深めることができました。さらに、Hunger 博士が所属する「Molecular Spectroscopy」部のセミナーにも参加することができました。発表中には多くの学生が積極的に手を挙げて質問しており、非常に自由で活発な議論が行われている点が印象的でした。学生が積極的に議論に参加できる環境づくりの重要性を改めて感じました。

研究以外の面では、滞在した時期が 12 月であったことから、街ではクリスマスマーケットが開催されていました。Hunger 博士や研究所の学生や事務室の方々と一緒にマーケットを巡り、ドイツのクリスマスの雰囲気を楽しめることができました。

約 2 週間の Mainz での滞を終え、Buchner 先生がいらっしゃる Regensburg へ移動しました。Mainz か



Mainz のクリスマスマーケットとグリューワイン

# Overseas Experience

ら Regensburg までは鉄道で約 4 時間半の移動でした。Buchner 先生はすでにご退官されていますが、現在も Hunger 博士をはじめとする研究者と共同研究を継続されており、論文執筆にも精力的に取り組まれているとのことでした。先生とは最近の研究内容について議論する機会をいただき、貴重なご助言をいただきました。また、ドイツにおける大学入学制度や研究室配属、研究指導の進め方などについてもお話を伺うことができ、大変勉強になりました。Buchner 先生がご退官の後、DRS の装置を Iwona Płowaś-Korus 博士(Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences)に引き継がれ、現在も共同研究を進めているとのことでした。Buchner 先生のご紹介により、Iwona 博士ともお会いすることができました。

### 3. ポーランドの滞在

Iwona 博士にも事前に連絡を取り、Institute of Molecular Physics, Polish Academy of Sciences を訪問しました。研究所はポズナン (Poznań) に位置しており、ミュンヘン空港から約 1 時間で移動することができました。Iwona 博士に研究室を案内していただくとともに、研究内容についてもお話を伺うことができました。

Iwona 博士は、キシリトール水溶液のダイナミクスについて DRS を用いて研究を進めていました。また、化粧品原料と水との混合溶液のダイナミクスについても研究を進めていくとのことでした。今後の共同研究の可能性についても議論を行いました。さらに、Iwona 博士は、研究以外の活動として、ポズナン工科大学(Poznań University of Technology)のラジオプログラムにおいて、週 1 回、化粧品や美容に関する化学を取り上げ、MC として番組の進行も担当されているとのことでした。研究と社会発信の双方に積極的に取り組まれている姿勢に、大きな刺激を受けました。現在も継続的に交流を続けており、2025 年 9 月にも再びお会いする機会を得ました。その際には研究所を訪問し、研究担当副所長の hab. Adam Rachocki 博士とも面談することができ、ポーランドにおいて注目されている研究分野や博士課程進学の現状について貴重なお話を伺いました。2026 年に入り、Iwona 博士との共同研究の具体化に向けて、現在計画を進めているところです。



ポズナンのクリスマスマーケットおよび研究所前にて

# Overseas Experience

## 4. おわりに

今回の留学では、誘電緩和分光法を軸として、ドイツおよびポーランドの研究者と直接議論する貴重な機会を得ることができました。測定技術や解析手法に関する具体的な知見を得られたことはもちろんですが、それ以上に、研究に対する姿勢や国際的な研究交流の重要性を改めて実感する滞在となりました。

また、現地の学生や研究者との交流を通じて、研究環境やキャリア形成の考え方の違いに触れることができた点も、大きな収穫の一つでした。今回得られたつながりを今後の共同研究へと発展させ、研究の深化につなげていきたいと考えています。一緒に渡航した学生からは、英語で話す力をさらに伸ばしたいという前向きな声も聞かれました。

留学は決して特別な人だけのものではなく、日頃の研究活動や学会での出会いが次の機会につながることも少なくありません。もし機会があれば、ぜひ積極的に一步を踏み出すことを強くお勧めします。

# Laboratory

## 研究室紹介 ～ 上智大学 藤田研究室 ～

上智大学 理工学部 物質生命理工学科  
藤田 正博

### 【研究室概要】

上智大学は、1913年にイエズス会によって設立されたカトリック大学です(いきなり余談ですが、日本に初めてキリスト教を伝えたことで有名な聖フランシスコ・ザビエルの命日である12月3日は全学休講です)。東京都千代田区紀尾井町に位置し、官庁や企業、国際機関へのアクセスが良好です(赤坂御所、迎賓館、国立競技場、神宮球場なども目と鼻の先)。都市型キャンパス第1位と言っても過言ではない立地であり(あくまでも筆者の主観)、国際色豊かな教育環境を提供しています。このようなザ・都市型キャンパスで、化学をしてもよいものかどうか逡巡しながら、約20年の月日が経ちました(田舎者の私にとって、未だに満員電車の通勤には慣れませんが、中央線の車窓からみえる母校が励みになっています)。本学四谷キャンパスにおいて、イオン液体研究会を開催したこともありますので、どれほど都会かご存じの方も多いのではないのでしょうか。まだ入構したことがないという方に朗報(?)です。異国情緒あふれる四谷キャンパスにおいて、第16回イオン液体討論会(2026年11月11日~13日)を開催予定です。皆様のご参加をお待ちしております。参加できないという方も安心してください。東京へお越しの際に(事前に)ご一報くだされば、いつでも歓迎いたします。

現在、研究室のメンバーは総勢19名(PD:3名、RA:1名、博士後期課程:3名、博士前期課程:9名、B4:3名)となっております(図1)。国籍も多彩で、マレーシア、フィリピン、中国、韓国のPDと学生が所属しており、言語、宗教、価値観の違いを認め合って、楽しく研究に勤しんでいます。来日する外国人の多くは日本文化への敬意や憧れに満ちており、研究室の運営において困ることはほとんどありません。むしろ、慣れない異国の地でコツコツと努力する姿勢から、日本人が学ぶことも多いと感じています。



図1 集合写真(2025年4月7日撮影)

# Laboratory

## 【研究テーマ】

当研究室では、イオン液体、柔粘性イオン結晶、高分子を基幹物質とする材料開発を行っており、主にリチウムイオン電池をはじめとする蓄電デバイス用電解質とバイオマテリアルへの応用を視野に研究を展開しています。これらのテーマについて、海外の研究者(主にスウェーデン、マレーシア、オーストラリア)とも積極的に共同研究を行い、学生の派遣や受入も行っています。

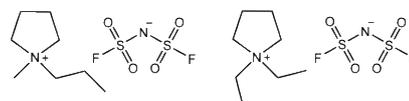
## 電解質チーム

外部資金との兼ね合いもあり、研究テーマの多くは電解質関連になります。イオン液体、柔粘性イオン結晶、双性イオン、イオンゲル、高分子固体電解質を駆使して、リチウムイオン伝導体、ナトリウムイオン伝導体、マグネシウムイオン伝導体を作製し、それら電解質を用いて作製した各種蓄電デバイスの評価を進めています。

現在、当研究室ではピロリジンやテトラヒドロチオフェンを出発物質として用いて、イオン液体や柔粘性イオン結晶を合成しています。ヘテロ原子を含む出発物質は、とにかくクサイ。特に、テトラヒドロチオフェンは、私史上でも最強最悪の悪臭物質です。ドラフト内で作業すれば問題無いとはいえ、悪臭にもめげず、果敢に合成に取り組む学生諸君(特に廣津(D1)と井上(M1))に敬意を表します。

ところで、みなさんは新規イオン液体を合成しようとして固体を得た経験はありませんか。次にそのような化合物が得られたら、指導教員の許可を得て、藤田研に送付お願い致します！それ、柔粘性イオン結晶かもしれません。イオン液体と柔粘性イオン結晶がどれほど近い関係にあるか、一例を紹介いたします。図 2 に、*N*-methyl-*N*-propylpyrrolidinium bis(fluorosulfonyl)amide ([C<sub>3</sub>mpyr][FSA])と*N,N*-diethylpyrrolidinium bis(fluorosulfonyl)amide ([C<sub>2</sub>epyr][FSA])の化学構造と外観を示します。室温において、[C<sub>3</sub>mpyr][FSA]は液体であり、[C<sub>2</sub>epyr][FSA]は柔らかい固体であることがわかります。両化合物の分子量は同一ですが、ピロリジニウムカチオンの側鎖構造のわずかな違いにより、物理状態が異なります。面白いですよ(自画自賛)。

大野研での学生時代、どのような構造がイオン液体になるか、まだ手探りの状況でした。新規化合物を合成して、仕上げに真空乾燥機に入れて、次の日の朝、液体のままか、固体に変化しているかをワクワクしながら確認する日々でした。液体が得られれば、すぐさま論文までの道程を思い描くほど気分も上がりましたが、今や真逆の状況です。固体が得られれば喜び、液体が得られれば、「何だ、イオン液体か」と残念に思う自分がいます(注:だからといって、イオン液体を粗末に扱うことはありません。大事に評価しています)。非常に面白いと思いつつ、人間(私だけかも)は非常にわがままな生き物であると、最近思いますし、



[C<sub>3</sub>mpyr][FSA] [C<sub>2</sub>epyr][FSA]

図 2 ピロリジニウム塩の化学構造と外観

# Laboratory

学生時代から少しも成長していないと反省しています。

## セルロースチーム

セルロースは、循環型社会を構築するために必要不可欠な天然資源です。当研究室では、難溶性天然高分子であるセルロースを温和な条件で溶解できる水酸化ピロリジニウム(*N*-butyl-*N*-methylpyrrolidinium hydroxide ([C<sub>4</sub>mpyr][OH]))水溶液を用いて、竹からセルロースを抽出、単離する方法、さらにセルロースを加工する方法について研究しています。メンバー数は少ないながらも、抜群のチームワークで研究を進めてくれています。

[C<sub>4</sub>mpyr][OH]水溶液に所定量のセルロースを溶解させた後、その溶液を二酸化炭素雰囲気中で一定時間保持します。水酸化物イオンと二酸化炭素が反応して重炭酸イオンが生成し(OH<sup>-</sup> → HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、セルロース溶解性が低下することでヒドロゲルが得られます(図3 上段)。二酸化炭素によるアニオン構造の変化を通じたセルロース溶解性の制御が面白いと感じています。



図3 セルロースヒドロゲルの作製

この技術を3Dプリンターに応用して

います(図3 下段)。モデルとして格子構造(2 cm×2 cm)を印刷し、その後、二酸化炭素雰囲気中で保持しました。一定時間経過後、造形物を水で繰り返し洗浄することでピロリジニウム塩を除去すると、格子構造を維持したままのセルロースヒドロゲルが得られます。

## 【おわりに】

研究室紹介というよりも、私個人の回顧録という側面が強くなってしまいましたが、当研究室の雰囲気や日々の研究活動の“温度”を少しでも感じていただければ幸いです。研究とは、思い通りにいかないことの連続でありながら、ふとした瞬間に新しい現象や未知の視点に出会える、極めて創造的で魅力的な営みです。その過程を、異なる背景をもつ学生・研究者とともに共有できることに、大きな喜びを感じています。イオン液体、柔粘性イオン結晶、セルロースという一見バラバラに見えるテーマ群も、実際には「新しい材料を創りたい」という一本の軸でつながっています。さらには、海外研究者との共同研究や学生交流を通じ、単なる材料開発にとどまらない、国際的かつ多面的な研究展開を目指しています。研究者としての視野を広げられる環境をつくることも、大切な役割のひとつと感じています。一方では、研究の場としてだけでなく、人間としての成長を促してくれるコミュニティでありたいとも常々思っています。今後も、イオン液体や柔粘性イオン結晶、セルロース研究を軸としながら、国際的な連携を深めつつ、枠にとらわれない発想で挑戦を続けてまいります。もし本紹介を通じて、当研究室の研究にご興味を持っていただけたなら、ぜひ気軽にご連絡ください。四谷の地にて、皆様と議論できる日を心より楽しみにしております。

# Announcement

イオン液体研究会関連行事のご案内

## イオン液体研究会主催

■ 令和 8 (2026) 年イオン液体研究会 「イオン液体の多様な視点」 ■

【日時】2026 年 6 月 26 日 (金) 13:30～

【主催】イオン液体研究会

【会場】同志社大学寒梅館ハーディーホール(室町キャンパス)

〒602-8580 京都市上京区御所八幡町 103 [アクセス](#)

京都地下鉄烏丸線「今出川」駅下車すぐ

【参加費】イオン液体研究会(正会員・賛助会員): 無料 学生(会員、非会員): 無料  
非会員(一般): 4,000 円(不課税)

【情報交換会】2026 年 6 月 26 日 (金) 18:00- 寒梅館1F アマーク・ド・パラディ

情報交換会参加費: 一般・学生 5,000 円 事前振込

プログラム、講演順は一部変更になる可能性があります。

### 【Program】

13:30-13:35

開会の挨拶(世話人 木村 佳文(同志社大学))

第 1 部

13:35-15:20(司会 西 直哉(京都大学))

13:35-14:10

小野 新平(東北大学)

14:10-14:45

田原 義朗(同志社大学)

14:45-15:20

梅木 辰也(佐賀大学)

15:20-15:35

休憩

第 2 部

15:35-17:20(司会 遠藤 太佳嗣)

15:35-16:10

鷹尾 祥典(横浜国立大学)

16:10-16:45

宇都 卓也(宮崎大学)

16:45-17:20

廣瀬 大祐(金沢大学)

17:20-17:40

閉会の言葉(代表世話人 高橋 憲司)及び総会

18:00-

情報交換会(寒梅館1F アマーク)

■ 第 16 回イオン液体討論会 ■

【日時】2026 年 11 月 11 日 (水)-11 月 13 日 (金) 11 月 11 日 (水): 若手シンポジウム

【主催】イオン液体研究会

【共催】ソフィアシンポジウム

【会場】上智大学四谷キャンパス

〒102-8554 東京都千代田区紀尾井町 7-1 [アクセス](#)

実行委員長: 藤田正博(上智大学)

## 関連国際会議

Asia-Pacific Conference on Ionic Liquids and Green Processes (APCIL-9), May 28- 31, 2026 in Shaoxing, Zhejiang, China <https://www.apcil-9.cn/>

# Editorial Note

## ■編集後記

本号も盛りだくさんの内容です。トピックスでは、上木岳士先生に「イオン液体の界面を利用した細胞培養」の研究をご紹介します。学生時代から現在に至るまで、先生がどのように研究に(イオン液体に)向き合っただけでなく、思考の流れをありがたく追体験することができました。多くの文献を引用しながら丁寧に研究の背景や詳細を解説くださり、ほんとうに勉強になりました(共同研究させていただいている私が理解しておくべきことがたくさん書かれていて感動! )。第 15 回イオン液体討論会@千葉大学と、その前日の若手シンポジウム(第 8 回若手の会)の開催報告を、津田哲哉先生、山本貴之先生に、それぞれ執筆いただきました。どちらも盛会だった様子が鮮明によみがえります。今年はイオン液体討論会にほぼ続く日程で COIL-10@パースが開催され、その学会報告を上野和英先生にいただきました。Keynote 講演、素敵でした。イオン液体討論会での口頭講演賞(2 件)・ポスター講演賞(4 件)、COIL-10 でのポスター発表賞(3 件)・シロクジャク写真賞!(1 件)について、受賞者の皆様から報告をいただきました。COIL-10 では日本から多くの受賞があり、うれしいニュースとなりました。韓 智海先生には、留学体験記を執筆いただきました。短期間ながら多くの研究者と交流し国際共同研究へと結実しておられ、先生のバイタリティーが垣間見えます。藤田正博先生には、先生のふだんの朗らかな語り口が伝わってくる温かい文章で、「研究室紹介」を寄稿いただきました。以上、執筆いただいた皆様に心よりお礼申し上げます。

最後に、編集委員の交代をお知らせします。16 号から編集委員を仰せつかっている西から、芹澤信幸先生(慶應義塾大学)にバトンタッチします。芹澤先生はきっちりと学会活動の仕事をしてくださることからいろいろな学会から引っ張りだこなのですが、サーキュラーの編集委員をありがたくお引き受けいただきました。私は編集委員会から離れますが、今後もサーキュラーをどうぞよろしくお願ひします。(京都大学 西)

## ■編集委員

西 直哉	(京都大学大学院工学研究科・准教授)
河野 雄樹	(産業技術総合研究所化学プロセス研究部門・主任研究員)
鈴木 栞	(北海道大学大学院農学研究院・助教)

## ■事務局からのお知らせ

会員の皆様で本サーキュラーに掲載されたい記事がございましたら、お知らせください。  
ご連絡先: ionicliquidoffice@ilra.jp

## ■著作権について

本サーキュラーに掲載されている記事の著作権はイオン液体研究会に属します。