



# イオン液体研究会

## サーキュラーNo.17

### CONTENTS

P1

#### 代表世話人挨拶

新たなステップに向けて

イオン液体研究会代表世話人 東京工業大学 物質理工学院材料系 大内幸雄

P3

#### Topics

LCST型相転移挙動を示すイオン液体の利用; IL-MEBを中心に  
東京農工大学大学院 工学研究院 生命機能科学部門 中村暢文

P12

#### 開催報告

2021年度イオン液体シンポジウム開催報告

上智大学 藤田正博 ・ 横浜国立大学 上野和英

P15

#### 学会参加

国際電気化学会

京都大学大学院 工学研究科 物質エネルギー化学専攻

作花研究室 修士課程2年 石井浩介

P17

#### 研究グループ紹介

～同志社大学 物理化学研究室～

P21

#### 事務局からの連絡

第11回イオン液体討論会、2022年度イオン液体研究会など

# Greetings



## 新たなステップに向けて

イオン液体研究会代表世話人  
東京工業大学 物質理工学院材料系 大内幸雄

サーキュラーの巻頭言ですが、少々プライベートなお話をお許しいただければ幸いです。

お世話になった先生の、不思議にある一言だけが頭に残っている。足を向けて寝れない先生、大恩を受けた先生、多々有益なアドバイスを頂戴した先生など、お世話になった先生方を数え上げたら切りが無い。ただ、世間一般に師匠・弟子という関係でない“普通”の先生に、ある一言を頂いた、、、と申し上げるより、只、その先生のセリフを拝聴した。先方の先生も小生の名前くらいは憶えておられるかもしれないが、その先生の御名前はここでは述べずにおく。後々になって「君にそんなこと言ったかなあ」と仰られるのがオチだからだ。きっとイオン液体の「イ」の字も御存知ないだろう。でも私の頭の中にはそのメッセージはしっかり残っていて、そして不思議に時々顔を出してフツツと笑って引っ込む。

学部生時代、「いいか、お前ら、、、」とにこやかに授業を始められる先生だった。少々毒舌気味の所もあったが実力はピカーであられた。授業の前振りはいつも「いいか、お前ら、細かい所は先ずはどうでも良いんだ」で始まる。続いて、「ストーリーだぞストーリー。細かい所は後からで良いんだ。流れをつかむんだぞ、流れ、、、良いな。」我ら凡庸学生は、先生の仰られるストーリーを解すること無く、よって講義の内容を深堀りすることもなく今に至って浅学菲才に苦労しているが、先生の仰られた「ストーリー」が何を語りたかったのか今になって良く分かる。考え事をしていて、さてどうにもこうにも行かなくなってしまうときに、その先生のご尊顔と「ストーリー」という言葉が顔を出す。何度救われたことか。

後年、この大先生が学科の新生に語られたメッセージを傍で聞く機会があった。曰く「大学に入ったらなあ、まずなあ、お前ら、、、得意なところを意識して伸ばすんだぞ、」と、、、おっと、これは新生には難題ですよと先生に申し上げたら、返す刀で「兎に角、意識させることが大切なんだ、分かんなくたってなあ、、、良いんだよ、、、だろ?」、「意識の持ち方で、得意も不得意も変わるんだからさ、」、多分彼らには大先生の言わんとすることの 1/10 も分からない、私だって似たようなものだった筈だ。これをウン十年経って母校に戻ってフト思い出した。「意識」出来るか出来ないか、どういう意識・着眼でいられるかが肝じゃないか。

紆余曲折を経て「イオン液体」に触れる事となり、図らずもこの 4 月より研究会の代表世話人を拝命することとなった。学生時代、自分のテーマは「強誘電性液晶」で「イオン」は不純物の筆頭、

# Greetings

不倶戴天の敵だったし、「液体相」は自分の興味の対象が消滅する暗黒の(偏光顕微鏡のクロスニコル下では暗視野になる)熱力学相だった。でも、廻りを見ながら、兎に角そこから歩みを始めた。イオン液体を探しに行った訳ではない。自分の意識がそこにそうあって、只、いつものように眺めていただけだ。ある時、その意識で眺めていたら、数多の点が繋がって線になるのが分かった。自分の中でストーリーが1本立ち上がったことを自覚した瞬間だった。

皆様のご研究に「イオン液体」が大切な位置を占めておられることを確信するものです。理学・工学を問わず、イオン液体は現在においても、又将来においても可能性の宝庫と申し上げて過言では無いでしょう。今般のコロナ禍の中にあって代表世話人として出来る事は限られておりますが、イオン液体研究の堅実な発展のために微力を尽くしたいと存じます。研究会の皆様にかれましては、数多の特徴を有するイオン液体を改めて眺めなおして頂き、当研究会を全く新しい分野・ストーリーを切り開く足がかりにさせていただけることを切に願っています。例えば20年後に今を振り返えられて、「あの時、イオン液体研究会で討論を重ねていたからこそこの着眼が備わった。あれが無かったら、この発見は無い、、、」と。

イオン液体を終着点ではなく、新しいストーリー・次へのステップの開始点に、、、様々な分野の研究者が一堂に会するイオン液体研究会は、新たな着眼を練るベストな環境であると信じています。研究会の中に散らばっている多くの点が、皆様独自の着眼で新しいストーリーに生まれ変わりますように。

# Topics

## LCST 型相転移挙動を示すイオン液体の利用; IL-MEB を中心に

東京農工大学大学院・工学研究院・生命機能科学部門

中村 暢文

### 1. はじめに

イオン液体は大変魅力的な研究対象であるが、中でも、下限臨界溶解温度 (LCST) 型相転移挙動 (図1) について、私自身が溶液の化学や相転移挙動についての知識が無かったため、かえって大変興味を持った。LCST 型相転移挙動につ

いては、高分子系での研究は以前から報告されており、すでにかなり進んでいたらしいが、高分子の研究にも疎かったため、当時は全く知らなかった。2007 年に低分子のイオン液体で LCST 型相転移挙動を示すアミノ酸イオン液体が報告されたとき<sup>1</sup>、非常に興味深い現象だとは思ったものの、単にそのイオン液体が水に溶けるときに吸熱する塩だからなのではないか、とか、単に飽和溶解度が、温度が上がると急激に下がる塩で、溶け残ったイオン液体が飽和水溶液と分離しているというだけの話かな、などと思っていた。温度を上げて二相に分離したときに、上層にも下層にもイオン液体と水がかなりの量含まれているというデータを

見たときに、何故二相に分離しているのか、全く理解できなくなり、自分の中では、考えるのを停止し、しばらくほったらかしにしておこうと決めた。その後も、親疎水性を系統的にコントロールしたイオン液体が片っ端から調べられ、水とどのような比で混合しても相溶するイオン液体と、逆にどのような混合比であっても常に二相に分離しているイオン液体の間に LCST 型相転移挙動を示すものがあることが明らかにされた<sup>2</sup>。その後、LCST 型相転移挙動について、計算科学などをもとに、長距離に及ぶ相互作用や水分子とイオン液体の構成イオンによる構造形成など、段々見えてきているように思われるが、まだ詳細にはわかっていないというのが現状ではないかと思う。このトピックスでは、原理はともかく、このほんのわずかな温度変化で迅速に一相と二相の相変化が起こる面白い現象を何かに応用できないかと考え、これまで細々と進めてきた研究についてご紹介したい。まだ研究途上で、結果を論文にできていないことが大部分なので、考察が十分でないことだらけだが、ご容赦いただきたい。イオン液体研究会の中には多くの溶液化学の専門家もいらっしゃるの、このトピックスを読んで、何か共同研究していただける方がいらっしゃれば、是非お願いしたいと考えている。

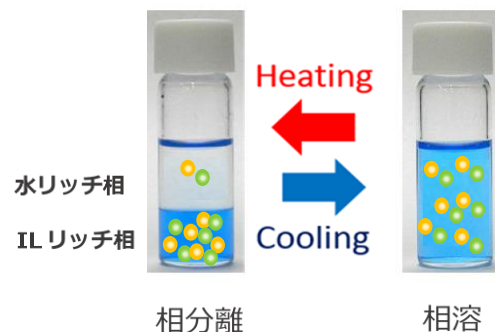


図1 下限臨界溶解温度 (LCST) 型相転移挙動。昇温したときに二相に分離する。上層、下層のどちらにもイオン液体と水は含まれる。



# Topics

## 2. タンパク質の酸化還元に伴う相移動

タンパク質などの生体高分子の溶媒としても、イオン液体は面白い。これまで、イオン液体中の酵素反応やタンパク質の挙動についても多くの研究がなされてきている。中でもタンパク質を安定に溶解することのできる水和イオン液体についての研究は、イオン液体ならではの意味で特筆に値する<sup>3-5</sup>。LCST 型相転移挙動とタンパク質を組み合わせた研究の最初は、酸化体のシトクロム *c* (電子伝達タンパク質) の LCST 型相転移挙動を経た迅速な相間移動の研究である<sup>6</sup>。タンパク質の種類によって、塩溶や塩析と言われるように、水溶液の塩濃度によって溶液への溶解性が変化するため、そのことを利用できれば、複数のタンパク質を瞬時に分離することも可能である<sup>7</sup>。シトクロム *c* の酸化体は特定のイオン液体濃度のイオン液体水溶液で塩析し、シトクロム *c* の還元体は塩析効果を示さず常に水層に溶解しやすいことから、電気化学的な酸化還元応答と温度変化という二種類の外部刺激によって、相間の移動をコントロールすることができる<sup>8</sup>。図 2 に、その挙動について示す。二種の外部刺激による可逆的な相間移動は何かには使えるのではないかと考えているが、今のところ良いアイデアが無い。

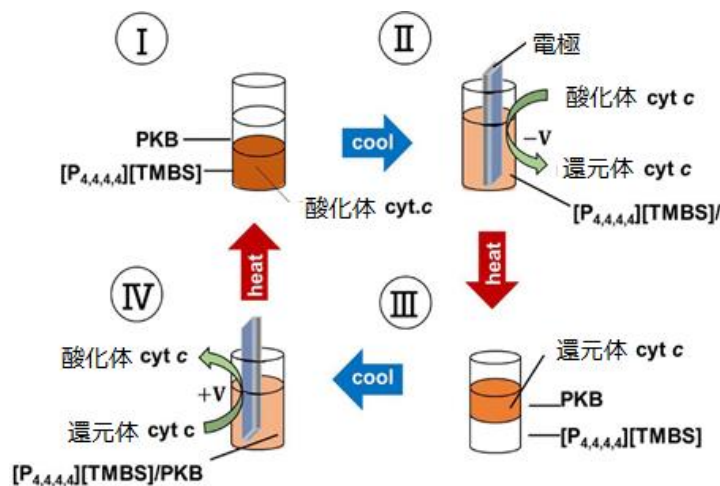


図2 酸化還元と熱による、シトクロム *c* の相間移動制御。この条件では、還元体のシトクロム *c* は水相に溶解しやすく、酸化体のシトクロム *c* はイオン液体相に溶解しやすい。

## 3. 混合エントロピー電池 (MEB)

LCST 前後で大きく変わるのは、イオン液体の濃度で、短時間に大きく濃度が変わることが、何かに応用できないかとずっと考えていたところ、La Mantia らによって最初に提唱された混合エントロ

ピー電池 (Mixing Entropy Battery: MEB)<sup>9</sup> というエネルギー変換デバイスがあることを偶然見つけた。イオン液体/水混合系の LCST 型相転移挙動を利用した MEB (IL-MEB) が作製できるのではないかと考え始めてからもう 6 年もたってしまったが、いまだにまとまっておらず、我々の研究だけではここで書くだけの材料がないので、これまでに提唱されている塩濃度差を利用した発電についても併せてご紹介したい。

### 3-1. 塩濃度差を利用した発電

近年では太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などの再生可能エネルギーを利用した発電が大変注目を集めている。その再生可能エネルギーの中で海洋のエネルギーを利用す

# Topics

るものはブルーエネルギーとも呼ばれ、海流、潮流、風、波、温度差などを利用する方法が考案されている<sup>10-12</sup>。ブルーエネルギーの一つとして、海水と河川水との濃度差エネルギーを利用した発電方法(狭義のブルーエネルギー)もいくつか報告されている。河口付近では潮の満ち引きで、余分なエネルギーを加えることなく塩濃度差を生み出すことができる。従来から存在する浸透圧発電(Pressure Retarded Osmosis: PRO)<sup>13</sup>と逆電気透析発電(Reverse Electro-Dialysis: RED)<sup>14</sup>に加え、2009年に Brogioli らが新たに提案したキャプミクス(Capacitive Mixing: CAPMIX)<sup>15</sup>と呼ばれる発電の方法がある。この CAPMIX の最大の特徴は PRO と RED のように膜を使うことなく、溶液中に2本の電極を挿入しエネルギーを生み出すことである。この CAPMIX の原理を利用した発電はさらに3つの方法に分かれてきている。Capacitive Double Layer Expansion: CDLE<sup>15</sup>、Capacitive Donnan Potential: CDP<sup>16</sup>、および、今回我々が着目している Mixing Entropy Battery: MEB<sup>9</sup> (混合エントロピー電池)である。CDLE、CDP と MEB においては、その発電原理は大きく異なり、前者2つは電気二重層の原理を、後者は化学反応を基に発電を行う。まずはこれらの塩濃度差発電について紹介する。

## 3-1-1. 浸透圧発電(PRO)

PRO とは、塩水と淡水間の塩濃度差により発生する浸透圧を利用した発電方法であり、その原理は1976年に Loeb により提唱された<sup>13</sup>。海水と淡水の間に半透膜をおき、その浸透圧差により淡水が半透膜を浸透して海水側に移行することにより、増量した海水側の出口に水車発電機を設置してエネルギーを電力として回収するというものである。この発電方法は、燃焼や化学反応を利用しないため、環境に負荷を与えず、CO<sub>2</sub>の削減効果も高く、風力や太陽光のような気象の影響が少なく稼働率が高いクリーンな新エネルギーであると考えられた。また、河川から海への流れ込みがある人口が密集した大都市にも設置でき、送電時に発生するロスも抑えることができるといったこともメリットの1つとして挙げられている。2009年に Statkraft 社はノルウェーのトフトに世界初となる PRO 実証プラントを開設したものの、発電電力は4 kW と小さく、また、より良い PRO 膜の開発が困難であるということを経由して2013年末には撤退した。

## 3-1-2. 逆電気透析発電(RED)

この発電方法は PRO よりも歴史は古く、1954年に Pattle によって提唱されたものである<sup>14</sup>。RED は電気透析(Electro Dialysis: ED)の逆のプロセスにより発電を行う方法である。海水中にはナトリウムイオン、カルシウムイオンなどの陽イオンと塩化物イオン、硫酸イオンなどの陰イオンが存在するが、ED では陽イオンのみを選択的に通す陽イオン交換膜(CEM)と陰イオンのみを選択的に通す陰イオン交換膜(AEM)を1対として、これらを2つの電極間に数千対配置したスタックを用いる。この CEM と AEM の間に海水などの塩水を流し、2つの電極に電圧をかけると、スタックの出口からは濃縮された海水と淡水が出てくる。濃縮された海水については、これをさらに煮詰めることで食卓塩として利用し、淡水は飲料水として利用するのが ED である。RED は ED と逆

# Topics

のプロセスで、海水と河川水を CEM と AEM 間のスペーサーに流すことで、CEM と AEM の両側に、電位を発生させる。2013 年、REDstack 社がオランダ北西の締め切り大堤防に RED テストプラントを建設した。このプラントでは、 $2.2 \text{ W/m}^2$  の世界最高出力を得たと報告されているが、流路汚染により、出力が 3 日で約半分に低下したとの報告もある。前節の PRO 同様に RED においても膜を使用するために膜の汚染による出力の低下が課題となっており、原水前処理システム、汚染物質の洗浄方法の開発が必要不可欠となっている。

### 3-1-3. キャプミクス(CAPMIX)を用いた発電

先に述べたように、このキャプミクスには①CDLE、②CDP、③MEB の 3 種が報告されている。これらは、用いられている電極が異なり、発電あるいはエネルギー貯蔵の原理が異なる。特に CDLE、CDP と MEB においては、その発電原理が異なり、前者は電気二重層形成、後者は電極上(内)での酸化還元反応を利用している。

#### ① CDLE

Brogioli らにより電気二重層の原理を基に塩濃度差から電気エネルギーを獲得する CDLE という発電法が考案された<sup>15</sup>。CDLE は、電極に活性炭電極を用い、その電極間に海水と淡水を交互に流すことができ、抵抗  $R$  を通して電流が流れるように外部回路と断続的に接続が可能となるように設計されている。NaCl 水溶液に挿入した電極間に電位をかけると、陽極側に  $\text{Cl}^-$  が、陰極側に  $\text{Na}^+$  が移動し、電気二重層を形成する。この時の電気二重層の厚さはデバイ長に基づき、また、Gouy-Chapman 理論により電気二重層が厚くなればなるほど電極間の電位差が上昇することが分かっている。つまり、低塩濃度水溶液中では電気二重層の厚みが増し、電位差は上昇し、高塩濃度水溶液中では電気二重層の厚みが減り、電位差は減少することになる。このことを利用して Brogioli らは海水と淡水の塩濃度差で電位差を生み出すことを考えた。活性炭電極に海水と同じ濃度である  $0.6 \text{ M}$  の高塩濃度水溶液と川水と同じ濃度である  $0.024 \text{ M}$  の低塩濃度水溶液を交互に流し、この濃度変化により  $33 \text{ mV}$  の電圧変化を生み出すことが出来ることを報告した。

#### ② CDP

CDLE はこれまでの PRO や RED などの塩濃度差を用いた発電法とは異なる新たな発電法であるが、電気二重層を形成させるための外部電圧が必要であることや、PRO や RED と比較すると得られる電力密度が低いという課題があった。そこで、Sales らは CDLE に RED のように電極と溶液間にイオン交換膜を挟む発電法を提案した<sup>16</sup>。電極は CDLE と同じ活性炭電極を用いるが、正極側にアニオン交換膜、負極側にカチオン交換膜を使用する。膜間に生じる電位差を利用し、外部電圧を必要としないうえ、その分だけ大きな電力を獲得できる。この発電法では、膜間に電位が常に生じているため CDLE のように回路を開閉する必要はなく、連続的に測定を行うことも可能である。CDP は CDLE よりも大きな電力密度を獲得することが出来る。しかし、CDP では CDLE でせっかく解放された膜の問題、すなわち、長期間使用による汚れなどの付着により性能が落ちる問題や膜のコスト面での問題が再び浮上してしまう。そこで、膜を用いず CDLE の原理を基に

# Topics

電力密度の向上を図る方法として、Fernández らは電極上にアニオン性およびカチオン性高分子を被覆した導電性電極に注目した<sup>17</sup>。アニオン性高分子としてポリナトリウム 4-スチレンスルホネート、カチオン性高分子としてポリジアリルジメチルアンモニウムクロライドを用いてセルを作製した時に 50 mW/m<sup>2</sup> の最も大きな電力密度を獲得することができると報告している。ただし、電位の上昇に対する時間の応答が緩慢であり、その改善が必要である。

### ③ MEB (混合エントロピー電池)

CDLE と CDP では多孔質な活性炭電極を用い、静電的にイオンを吸着させ、電気二重層を作り、この原理を基に電気エネルギーを獲得している。すなわち、イオンの物理的な移動を利用するコンデンサのようなものであり、化学反応を利用する電池のようなものではない。La Mantia らは多孔質な活性炭電極ではなく、海水中のナトリウムや塩素の可逆的な酸化還元反応を行うことが出来る電極を用いることで電気エネルギーを獲得する発電法を提案した<sup>9</sup>。具体的には Na<sub>2</sub>Mn<sub>5</sub>O<sub>10</sub> 電極と Ag/AgCl 電極を用いた。両電極の反応を以下の①式に示す。溶液中の NaCl 濃度に依存して平衡がずれる。



この MEB では電力密度は 4 つの step から求められる(図3)。要するに、塩濃度の低い条件(低電位差)で充電し、塩濃度の高い条件(高電位差)で放電していることになり、その際の電子移動によって行われる仕事の差が得られる電気エネルギーとなる。電気二重層の形成を利用する CDLE や CDP と比較して大きい電力密度が得られる。さらに、MEB は持続性にも優れており、この測定を 100 サイクル繰り返しても電力密度はほぼ低下しないと報告されている。また、MEB には CDLE と同様にイオン交換膜を使わなくても良いというメリットがある。

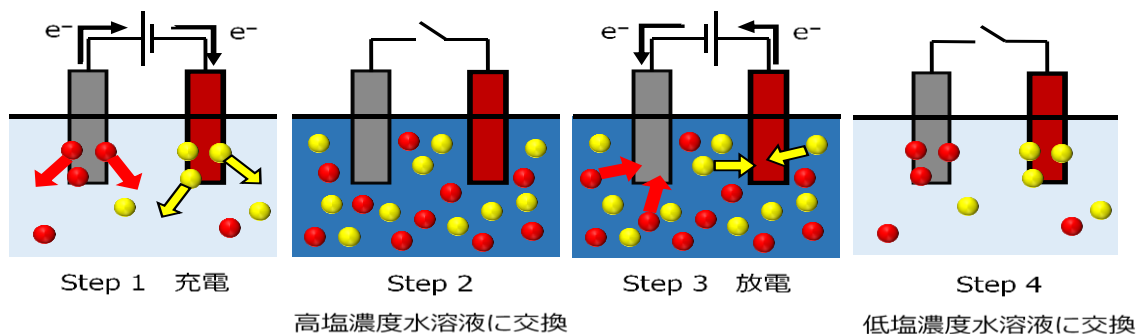


図3 MEBの電気エネルギー獲得プロセス (CAPMIX サイクル)。Step1: 低塩濃度水溶液に両電極を浸し、それぞれの電極から Na<sup>+</sup>と Cl<sup>-</sup>が放出される向きに電流を流す(充電)。Step2: 次に回路を開き、溶液を高塩濃度水溶液に入れ替える。溶液中の塩濃度が上昇し、電極間の電位差が増加する。Step3: step1 と逆向きに、電流を流す(放電)。Step4: 再度回路を開き、溶液を低塩濃度水溶液に入れ替えて元の状態に戻す。



# Topics

## 3-2. 水／イオン液体混合系の LCST 型相転移挙動を利用した MEB (IL-MEB)

これまで報告されている MEB は、河口付近に電極を設置し、潮の満ち引きで生じる海水と淡水の塩濃度差を利用することを前提としているため、設置場所が限定される、電極反応するイオンが  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  などに限られるなどの制約が生じていた。IL-MEB では、それらの制約から解放され、場所やサイズによらなくなる。また対象とするイオンが  $\text{Li}^+$  イオンでも良いので、 $\text{Li}$  イオン二次電池の開発で改良された電極が使えるというメリットもある。水／イオン液体混合系の相転移前後で濃度変化するのはイオン液体を構成するアニオンとカチオンであるが、これらのイオンの酸化還元反応を行える電極は今のところ存在しない。そこで、この水／イオン液体混合系に  $\text{NaCl}$  や  $\text{LiCl}$  などの無機塩を加えて、その無機イオンの相転移前後での濃度変化を利用することを考えた。最初はすぐにできると思っていたのだが、実際にやってみると予期しない事態が発生し、苦労した(している)。まずは、水／イオン液体混合系で LCST 型相転移挙動を示す系に無機塩を加えていくと、相転移温度が変化することはもちろん、場合によっては LCST 型相転移挙動を示さなくなる。そこで、ある程度の量の無機塩を加えても LCST 型相転移挙動を示し、実験室で簡単に相転移を起こすことのできる室温付近に LCST が存在する条件を探さなければならない。まずは、無機塩を加えない場合に LCST 型相転移挙動を示すことが分かっている tetrabutylphosphonium *p*-toluenesulfonate ( $[\text{P}_{4,4,4,4}][\text{TsO}]$ )と水との混合系<sup>18</sup>について、無機塩を加えた時の相挙動について調べた。その過程で、ある濃度以上の無機塩を加えたときに、昇温して二相になった時の各層の体積比が逆転するという現象が見られた(図4)。無機塩は水に溶解し、イオン液体に難溶であることから、各層への無機塩の分配比は各層の水の含有量に依存する。水に溶ける無機塩の量が多くなると、水リッチ相の比重が増し、イオン液体リッチ相との逆転が起こったことが原因であることが後に判明した。二相に分離したときにどちらの相に電極を挿入するかで、電力の獲得方法が逆になるので、注意が必要となる。この系では、昇温して二相に分離したときの上層のイオン液体リッチ相に電極を挿入して、発電サイクルを回した(図5)。その際、無機塩の活量が大きくなるのは、一相の時で、二相では活量は小さくなる。得られたエネルギー密度は  $34.4 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ 、電力密度は  $19.1 \text{nW}/\text{cm}^2$  であり、微々たるものであつ

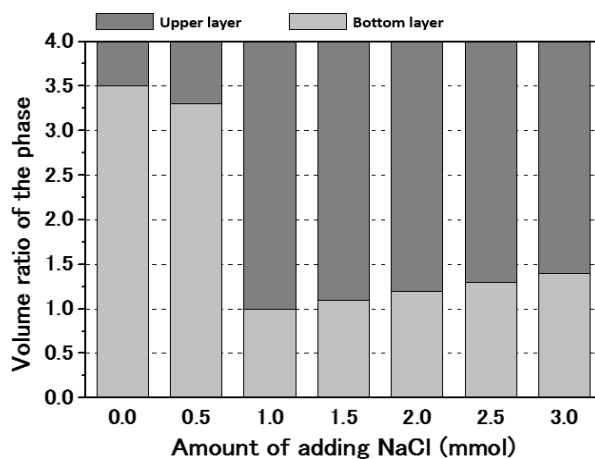


図4  $[\text{P}_{4,4,4,4}][\text{TsO}]$  (2 g)／水 (2 g)に  $\text{NaCl}$  を添加した系の LCST 以上で二相に分離したときの上層、下層の体積比。  $\text{NaCl}$  の添加量が 0.5 mmol までは上層の体積が小さく、上層が水リッチ相であり、  $\text{NaCl}$  の添加量が 1.0 mmol を超えると下層が水リッチ相になり、下層の体積が小さくなる。

# Topics

たが、ようやく発電できることを実証できた。そもそも、よく考えると(この段階で考えていてはいけないのだが)、無機塩が水のみならず、イオン液体には全く溶けないとすると、相転移前後での無機塩の分配は水の分配そのものになり、一相の時と二相の時の上層、下層のそれぞれの水に対する無機塩濃度はすべて同じにならなければならない。おそらく、上層と下層の水に対するイオン液体量の差か、あるいは、上層、下層の水とイオン液体の構造形成に差が生じたために、上層、下層の無機塩の分配にわずかに差が生じたことが原因であると考えられる。そもそも濃度ではなく活量で議論すべきであるが、濃厚な溶液の活量について測定することも、計算することもなかなか難しい。逆にこの系は無機塩の相転移前後の活量差を電気化学的に測定していると言えるのかもしれない。

その後、これまで、(i) イオン交換を抑制できる双性イオンで LCST 型相転移挙動を示すものを用いた系、(ii) LCST 型相転移挙動を示すイオン液体/水混合系と無機塩水溶液とを逆浸透膜を介して接触させた系、(iii) LCST 型相転移挙動を示すポリイオン液体に逆浸透膜を介して水を吸脱着して無機塩の濃度変化を起こさせる系、などの研究を行ってきた。また、(iv) Li イオンを構成イオンとするイオン液体で LCST 型相転移挙動を示すものが見つかった。当初のイオン液体を構成するイオンの、電極での吸脱着と酸化還元可能な系となるため、系がシンプルになること、温度変化に伴う大きなイオン濃度変化が期待できることから、注目している。これらの系についても、まとめ次第、改めて紹介したいが、ここでは一つだけ、(ii)の系の実験過程で、温度変化に伴う LCST 型相転移挙動に対して、小さな発見があったことについて述べる。ここで調べている系を図6に示す。温度が低い状態では、逆浸透膜を隔てて右側のイオン液体/水混合系は一相であり、昇温して二相にした時、下層が水リッチ相になるような系を組んだ(純粋な水よりも比重の軽いイオン液体 tributylhexadecylphosphonium 2-(trimethylsilyl)-1-ethanesulfonate ([P<sub>4,4,4,16</sub>][TMSSES])を用いた)。その際、一相の時、イオン液体濃度が高く、二相にした時、イオン液体の濃度が低くなることから、図に示したように、一相の時に無機塩水溶液が

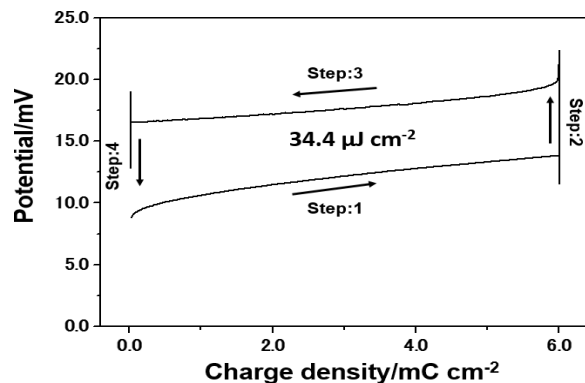


図5 IL-MEBの出力。[P<sub>4,4,4,4</sub>][TsO] (2 g)/水 (2 g)に3 mmolのNaClを添加した系。この溶液は32 °CでLCST型相挙動を示した。この溶液が相分離した際の上層(イオン液体リッチ相)にNa<sub>2</sub>Mn<sub>5</sub>O<sub>10</sub>電極(0.5 cm<sup>2</sup>)とAgCl電極(0.5 cm<sup>2</sup>)を挿入し、セルを作製した。エネルギー密度の測定は、次の4つのStepにより行った。Step1: 相分離した状態で電極からNa<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が放出される向きに10 μA/cm<sup>2</sup>の電流を5分間流した。Step2: 開回路により電流が流れない状態にし、29 °Cまで降温しながら攪拌することで相溶させた。Step3: Step1とは逆向きに-10 μA/cm<sup>2</sup>の電流を5分間流した。Step4: 再度、開回路により電流が流れない状態にし、攪拌を止め、32 °Cまで昇温することで溶液を相分離させた。

# Topics

ら浸透圧によってイオン液体水溶液側に水が移動することを想定していた。実際に組んでみると、一相のイオン液体水溶液が想定した通り(濃度通り)には水を吸い込んでくれない

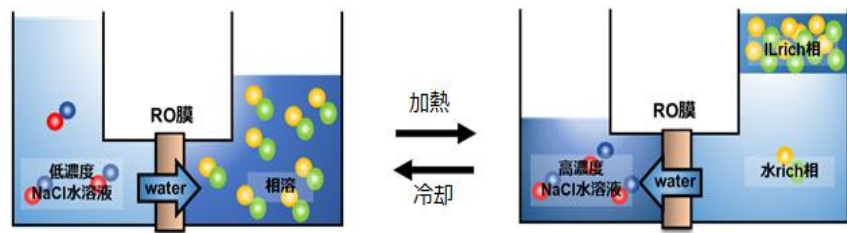


図6 逆浸透膜を隔ててNaCl水溶液とLCST型相転移挙動を示すイオン液体/水系を接触させている。左側がNaCl水溶液、右側がイオン液体/水混合溶液。加熱して二相分離させたときに下層が水リッチ相になる。

いことが判明した。このことは、LCST 型相転移挙動を示すようなイオン液体/水系では、均一に見えていても、イオン液体が水溶液中で、何らかの構造を形成し、実際の粒子数が、塩が完全解離したイオン数よりも少なくなっていることが原因であると考えられた。実際に、イオン液体の集合状態に影響を与えると考えられる界面活性剤などをイオン液体/水系に添加すると、浸透する水の量が増えることなどから、この仮説が正しいものと確信している。このことを逆に使うと、浸透圧を測定すれば、どの程度のイオン液体の集合体が生成しているのかを見積もることができることになる。目的とする MEB の出力は、集合体形成によって、抑制されることになり、添加剤を加えて改善するとしても、添加剤を加えることが LCST 型相転移挙動そのものに影響を与えることになるため、注意が必要である。

以上述べたように、LCST 型相転移挙動の本質が理解できないと、MEB の理論的な出力も予測できず、なかなか論文としてまとめづらい状態になっている。観測される現象を1つ1つ理解し、最終的には IL-MEB 全体の理想的なシステムが提案できるよう研究を進めていきたい。

#### 4. おわりに

ここでは LCST 型相転移挙動という興味深い現象に嵌まりつつある現状について報告した。簡単に言うと、イオン液体という新しい材料を用いて、エントロピーだの、浸透圧だの、活量だのといった熱力学の基本中の基本について、改めて実験的に検証しながら新しい装置を開発中ということになる。そもそも私自身が熱力学の基礎、溶液の化学が分かってないだけという気もしており、何当たり前のことを今更言ってるのかと思われる方には是非ともご助言いただければと思う。IL-MEB の理論的な出力はそれほど高くはならないと考えられるが、風力発電や太陽光発電の平準化に使われているレドックスフロー電池の代替にはなり得るのではないかと考えている。昼(高温時)に風力や太陽光で発電した電気により充電し、夜(低温時)に放電することを想定した装置である。レドックスフロー電池であれば、当然、入力した電力よりも出力する電力の方がロスによって小さくなるものと考えられるが、この IL-MEB では、入力した電気エネルギーより、出力する電気エ

# Topics

エネルギーを大きくすることも可能になるものと期待される。入力した電気エネルギーより出力する電気エネルギーが大きいは、エネルギー保存則は大丈夫か？と思われるかもしれないが、ここで上乘せされるエネルギーは、相転移に必要な熱エネルギーの一部であろう。つまり、相転移エンタルピーがこの装置の理論的な出力限界になるものと考えられる。得られるエネルギーはわずかもかもしれないが、未利用のエネルギーを補助的に使うという考え方もあって良いのではないかと思っている。思いついてから何年も経っているのにもかかわらず、まだ全然まとまっていない段階での紹介となってしまう、中途半端な内容になってしまったがご容赦いただきたい。

最後に、LCST 型相転移挙動を示し、水よりも比重の小さいイオン液体である、[P<sub>4,4,4,16</sub>][TMSFS]をご提供いただいた、日清紡ホールディングス株式会社の増田様、逆浸透膜をご提供いただいた東レ株式会社の小川様および佐々木様にこの場を借りて御礼申し上げます。

## 参考文献

1. K. Fukumoto and H. Ohno, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **46**, 1852-1855 (2007).
2. Y. Kohno, H. Arai, S. Saita, and H. Ohno, *Aus. J. Chem.*, **64**, 1560-1567 (2011).
3. K. Fujita, D.R. MacFarlane, M. Forsyth, M. Yoshizawa-Fujita, K. Murata, N. Nakamura, and H. Ohno, *Biomacromolecules*, **8**, 2080-2086 (2007).
4. H. Ohno, K. Fujita, and Y. Kohno, *PCCP*, **17**, 14454-14460 (2015).
5. K. Fujita, R. Nakano, R. Nakaba, N. Nakamura, and H. Ohno, *Chem. Commun.*, **55**, 3578-3581 (2019).
6. Y. Kohno, S. Saita, K. Murata, N. Nakamura, and H. Ohno, *Polymer Chem.*, **2**, 862-867 (2011).
7. Y. Kohno, N. Nakamura, and H. Ohno, *Aust. J. Chem.*, **65**, 1548-1553 (2012).
8. K. Ikeda, R. Ikari, N. Nakamura, H. Ohno, and K. Fujita, *J. Electrochem. Soc.*, **165**, G96-G100 (2018).
9. F. La Mantia, M. Pasta, H. D. Deshazer, B. E. Logan, and Y. Cui, *Nano Lett.*, **11**, 1810-1813 (2011).
10. N. Boon and R. van Roij, *Molecular Phys.*, **109**, 1229-1241 (2011).
11. J. Tollefson, *Nature*, **508**, 302-304 (2014).
12. M. Janssen, A. Hartel, and R. van Roij, *Phys. Rev. Lett.*, **113**, 268501 (2014).
13. S. Loeb, *J. Membrane Sci.*, **1**, 49-63 (1976).
14. R. E. Pattle, *Nature*, **174**, 660-661 (1954).
15. D. Brogioli, *Phys. Rev. Lett.*, **103**, 058501 (2009).
16. B. B. Sales, M. Saakes, J. W. Post, C. J. N. Buisman, P. M. Biesheuvel, and H. V. M. Hamelers, *Environ. Sci. Technol.*, **44**, 5661-5665 (2010).
17. M. M. Fernández, R. M. Wagterveld, S. Ahualli, F. liu, A. V. Delgado, and H. V. M. Hamelers, *J. Power Sources*, **302**, 387-393 (2016).
18. Y. Kohno, H. Arai, S. Saita, and H. Ohno, *Aust. J. Chem.*, **64**, 1560-1567 (2011).



## 「2021 年度 イオン液体シンポジウム 開催報告」

横浜国立大学 上野和英  
上智大学 藤田正博

これまで長年にわたり、ガラス形成液体や電解質材料の研究で先導的な活躍をされ、熔融塩・イオン液体の分野でも多大なる貢献をされてきた Charles Austen Angell 先生(米国 Arizona State University, Regents' Professor)が 2021 年 3 月 12 日に逝去いたしました。このことは Nature 誌にも Obituary として掲載<sup>1</sup>され、ガラス形成液体、イオン液体など世界中の数多くの研究コミュニティが Angell 先生の訃報に驚き、深く悲しんでおられることと思います。イオン液体研究会でも Angell 先生の研究室にポスドクとして在籍した筆者らを含め、研究を通して長年 Angell 先生と親しく交流されていた方が沢山おられます。このことから筆者らは、「是非イオン液体研究会でも Angell 先生のご功績を偲ぶ会を開催したい」と考えておりました。また、Angell 先生のご功績を振り返ることはイオン液体研究の歴史を学ぶことに繋がり、彼の包括的な概念を学ぶことは、今後のイオン液体研究を考える上での道標となるのではないかと考えました。そこで今回、「2021 年度イオン液体シンポジウム イオン液体の 100 年とこれからの 100 年 -Angell 先生のご功績を振り返って-」と題した、不定期のシンポジウム(実行委員: 藤田(上智大)、上野(横国大))を世話人会に提案させて頂いたところ、快くお認め頂いたことで 9 月 17 日オンラインにて開催の運びとなりました。

今回のイオン液体シンポジウムはコロナ禍の状況が見通せなかったこともあり、当初から ZOOM を用いたオンライン開催を計画しましたが、開催日となった 2021 年 9 月 17 日は全国 19 都道府県に緊急事態宣言が出されている状況であったことから、妥当な判断であったと思われます。当日、午後から開催された本シンポジウムでは、大野弘幸先生(東京農工大, JSPS)、渡邊正義先生(横浜国立大)、山室 修先生(東京大)、梅林泰宏先生(新潟大)という錚々たるメンバーによる 4 件のご講演のほか、実行委員の藤田・上野による Angell 研での思い出の紹介と講師の先生方をパネリスト、実行委員をモデレーターとしたパネルディスカッションによって構成されました。参加登録者数は 144 名(内、学生 62 名)と不定期のシンポジウムでありながら、一般参加者、学生ともに沢山の方に参加して頂きました。座長をお引き受け下さった西川恵子先生(豊田理化学研究所)、都築誠二先生(横浜国立大)、阿部 洋先生(防衛大)、片山 靖先生(慶應大)、萩原理加先生(京都大)のご尽力もあり、全体を通して大きなトラブルが発生することも無く、ほぼ予定通りシンポジウムを進行することができました。また、参加者の多くの方々は既に他の学会でオンライン講演会を経験されていたことも、当日の円滑なシンポジウム進行に活かされていたと思われます。

今回、講師の先生方には「Angell 先生のご研究の功績を振り返りながら、ご自身のご研究の紹介もお願いします」という通常とは異なったスタイルでのご講演をお願いしておりました。シンポジウムのトップバッターとして、大野先生には「B<sup>+</sup>」という題目でご講演頂きました。まさに本シンポジ

# Meeting

ウムのタイトルにあるような約 100 年前の Paul Walden による ethylammonium nitrate の報告をご紹介頂いた後、長年取り組んでこられたイオン液体の機能化について、Angell 先生との議論の思い出を踏まえながらわかり易くご講演頂くことを通して、最後に「B<sup>+</sup>」の意味についてご紹介頂きました。梅林先生には「Walden プロットとイオン間相互作用、イオン伝導機構」という題目で、100 年間以上の電解質輸送理論の歴史の中での Angell 先生が提案された Walden plot の位置づけ、意義について、梅林先生の研究結果とともに詳しくご説明頂きました。Walden plot を用いることへの批評を含む最近のイオン伝導機構に関する論文もご紹介頂き、この分野の研究の進展と今後の課題についても深く考える機会となりました。山室先生には「分子・イオン液体の局所構造とエントロピー ~何がフラジリティを決めているか~」と題してご講演頂きました。Angell 先生の代表的なご功績であるフラジリティについてのご紹介に始まり、ガラス形成液体としてのイオン液体の魅力や山室先生の最新の研究成果について詳細にご講演頂きました。幅広い物理化学分野への Angell 先生のご功績を改めて認識するとともに、Angell 先生との議論の思い出と現在の山室先生の研究との関連のお話は大変興味深いものでした。渡邊先生には「Our Hero: Angell 先生との研究クロスポイント」と題して、渡邊先生がこれまで研究されてきたポリエーテル系高分子電解質、イオン液体の Ionicity、プロトン性イオン液体を用いた燃料電池、溶媒和イオン液体について、Angell 先生のご研究との関連を時系列でわかり易くご紹介いただきました。ご講演から Angell 先生と長年親しく交流され、研究者としてもお互い影響を受けておられたことが良く伝わって参りました。藤田・上野による Angell 研での思い出紹介では、Angell 研での実験室の雰囲気のほか、大学周辺での実生活や観光、Angell 先生とのエピソードなどを紹介しました。海外留学を考えている学生諸氏へ少しでも参考になれば幸いです。パネルディスカッションでは、講師の先生方を中心にイオン液体の魅力、イオン液体の課題、次世代へのアドバイスの 3 点について熱くご議論頂きました。パネルディスカッションはイオン液体研究会では初めての試みでしたが、若手研究者の方々からの質問に対してパネリストの諸先生方からの強力なエンカレッジのお言葉があったことなど、若手研究者や学生が今後の研究の展開を考える上でも非常に示唆に富んだ内容でした。

本シンポジウムを開催するにあたり、世話人代表の大内先生(東工大)には、様々なご助言を頂きました。また、講師としてご登壇頂いた大野先生、渡邊先生、山室先生、梅林先生には、通常の講演とは異なったスタイルでのご発表(無理難題)をお願いしましたが、快くお引き受け頂きました。ご講演では、Angell 先生のご功績と先生方のご研究内容を非常にわかり易くご説明頂くとともに、Angell 先生のお人柄や Angell 先生との深い親交についてもご紹介頂きました。講師の先生方のご講演を通して、研究における人と人との繋がりの重要性が改めて認識でき、若い世代の研究者にとっても非常に良い刺激になったのではと思います。Angell 先生ご自身もさぞお喜びのことと存じます。本シンポジウムの実施において、大変貴重なご助言、お力添えを賜りました諸先生方、事務局の皆さまへ改めて厚く御礼申し上げます。最後に、Angell 先生のこれまでの多大なるイオン液体研究へのご功績を偲ぶとともに、Angell 先生のご冥福をお祈りして、「2021 年度 イオン液体シンポジウム 開催報告」とさせていただきます。

# Meeting



図 1 (a) 開会の挨拶: 実行委員 藤田(上智大学)。 (b) ご講演の様子: (b) 大野弘幸先生(東京農工大学、JSPS)、(c) 梅林泰宏先生(新潟大学)、(d) 山室 修先生(東京大学)、(e) 渡邊正義先生(横浜国立大学)。(f) パネルディスカッションの様子と閉会の挨拶: 実行委員 上野(横浜国立大学)。

## 参考文献

1. P. G. Debenedetti, P. H. Poole, S. Sastry, F. Sciortino, *Nature* **593**, 336 (2021).

# Report

## The 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry 参加報告

京都大学院 物質エネルギー化学専攻  
作花研究室 修士課程 2年 石井 浩介

2021年8月29日～9月3日に開催された The 72nd Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (the 72nd ISE Annual Meeting) に参加しました。COVID-19の流行により、オンサイト(韓国 済州島)とオンラインのハイブリットでの開催になりました。韓国へ入国するには二週間の隔離生活が必要となるため、私はオンラインで参加しました。

ISE Annual Meeting は、電気化学に関する基礎研究から二次電池などの応用研究まで幅広く網羅している国際電気化学会 (ISE) の年会です。蓄電デバイス関連の発表が多く、イオン液体をテーマとした発表では、固液界面におけるイオン液体イオンの挙動を実験やコンピュータシミュレーションにより解析した研究が多く見られました。発表は 25 のグループに分かれており、全体で plenary lecture 5 件、poster 738 件、presentation 1000 件以上が行われました。発表は主にオンライン形式で行われ、発表者が開催二週間前までに poster (5 分間) または presentation (15 分間) の動画を the 72nd ISE Annual Meeting 専用のサイトにアップロードしました。学会開催中は動画を自由に視聴可能でした。質疑応答はアップロードされた動画を事前に視聴したうえで行われ、poster ではオープンチャット上でのみ、plenary lecture や presentation では、オープンチャットまたはライブでの Q&A セッション (45 分間) を通して質疑応答が行われました。ただ、チャット上での質疑応答はほぼ行われておらず、質問者が Q&A セッションへの参加を発表者に連絡する手段として、チャットが使用されていました。

私は、イオン液体 (IL) | 水 (W) 界面におけるイオン層構造の界面電位差依存性について分子動力学シミュレーションを用いて解析し、発表しました。IL|W 界面においてイオン多層構造が形成し、界面電位差が変化に伴いイオン層の組成やイオン配向が変化しました。電極 | IL 界面に比べ、イオン層は厚く、イオン配向の異方性も小さくなり、界面揺らぎの影響が見られました。

Hubert Girault 先生が keynote lecture をされており、先生が油 (O) | W 界面 MD でごく最近提唱された discrete Helmholtz model という新しい電気二重層の概念を説明されていました。discrete Helmholtz model は、O|W 界面上に存在する疎水性および親水性イオンが離散的に相互作用するため、イオンペアが存在している部分でのみ界面電位差が発生するというモデルです。しかし、私の IL|W 界面では観察されませんでした。イオン液体イオンが界面上に濃密に存在することで、イオンペアが離散的に相互作用しないため、均一に界面電位差が発生していると考えています。

今回国際学会に参加したことで、私の研究対象である IL|W 界面を含め、液液界面を電気化学



# Report

反応場として用いている発表を数多く聞くことができ非常に勉強になりました。私の英語力が不十分なこともあり発表を理解するのは大変でしたが、動画を何回か聞き返すことで理解することができました。発表を繰り返し視聴できることは、オンライン開催のメリットであると感じました。来年から博士課程に進学するため、さらに英語力を高めたうえで参加したいと考えています。また、現在参加したすべての学会がオンラインで開催されているため、来年こそは COVID-19 が収まりオンラインで参加できることを願っています。

# Laboratory

## 研究室紹介 ～同志社大学 物理化学研究室～

同志社大学 理工学部 機能分子・生命化学科  
遠藤 太佳嗣、藤井 香里、木村 佳文

### 1. 物理化学研究室

同志社大学物理化学研究室は、同志社大学の京田辺キャンパスにあります。同志社大学は、主に、京都市にある文系を中心とした今出川キャンパスと、京田辺市にある理系を中心とした京田辺キャンパスに分かれています。京田辺市は、京都府の南、大阪府と奈良県の府境にあり、京都市から電車で約30分、興戸駅を降りてからは徒歩で20分、通称田辺坂と呼ばれる長い坂を上って到着します。京田辺キャンパスの学生数は、今出川の半分程度ですが、敷地は10倍近く大きく、体育館、武道場、野球場、サッカー場などもあり、運動系サークルの中心的な活動場所でもあります。

物理化学研究室は、理工学部の建物群の一角の、化学系の研究室が集まった、至心館という建物の2階にあります。「誠実な心を育てる建物」という意味が込められた至心館以外にも、共同実験設備が集まった創考館（「創造について考える場」）、実験排水処理施設である澄明館（「澄みきって明るい」）など、それぞれの建物に思いが込められています。

1994年に京田辺校地への移転に伴って学科名が工業化学科から機能分子工学科に変わる際に、前身の無機合成化学研究室から物理化学研究室となり、その後さらなる学科の改名などを経て現在に至っております。移転後は主に上野先生、伊吹先生が主催されておりましたが、上野先生の退職後、伊吹先生のご逝去などあり、2013年に木村(図1上)が教授として着任しました。その後は木村、八坂で研究室を運営しておりましたが、八坂の転出後、2017年に遠藤(図1左下)が准教授として、そして、2021年には、本研究室で学位をとった藤井(図1右下)が特任助教として着任し、現在の体制になっています。学生は、D1が1名、M2が5名、M1が7名、B4が12名、教



図1. 上:木村(奈良公園で鹿と)、左下:遠藤(ソフトボール大会後)、右下:藤井(中国西寧にて。ヤクに乗っています)。

# Laboratory

員も合わせれば、総勢 28 名の所帯になります。

実験室としては、学生の居室が 2 部屋、試料の合成をする部屋、試料の乾燥や調整、物性を測定する部屋、レーザー分光測定をする部屋の、計 5 部屋になっています。その他、NMR や X 線散乱測定など、他の研究室との共用の装置は、歩いて 5 分程度のところにある創考館内にあり、必要に応じて、そちらに実験しに行きます。

## 2. 研究テーマ

ざっくりとした研究テーマは、「イオン液体、超臨界流体などのデザイナー流体の物理化学」です。バルクまたは反応溶媒としてのイオン液体、超臨界流体が示す特徴的な性質に注目し、分光測定、熱測定などの実験手法から量子化学計算、分子動力学計算などの理論的手法まで、さまざまな手法を駆使して研究を行っています。特に分光測定については、レーザーを光源に用いたものから NMR、X 線散乱まで、かなり多岐に渡っているのが我々の特徴と言えると思います。

学部の 4 年生が研究室に配属されると、テーマ説明や安全講習会の後、木村(+藤井)のグループと、遠藤のグループに分かれます。(学生はなぜかそれぞれ、「木村藩」、「遠藤チーム」と呼んでいます。)2 つのグループで研究のテーマや方向性などは若干異なりますが、和気あいあいとした雰囲気です。また最近ではすっかりご無沙汰になりましたが、研究室での飲み会などのイベントはチームごちゃまぜで開催され、思い返せば楽しいものばかりです。

さて、以下それぞれのグループの研究テーマについて、少し詳しく説明します。

### 2. 1. 木村・藤井藩

イオン液体や超臨界流体を反応溶媒として用い、そこに溶けている分子のふるまいを種々のレーザー分光を用いて観察しています。とらえたい溶質分子のふるまいはテーマによって様々で、

超高速(サブピコ秒～数 10 ピコ秒)で起こるプロトン移動などの化学反応素過程や、回転・拡散などの分子運動(サブナノ秒～ナノ秒)などダイナミクスを調べるものから、イオン液体中におけるタンパク質の安定性、イオン液体の電気化学特性など、溶媒が与える溶存環境を調べるものまで、バラエティーに富んでいます。最近

#### 木村・藤井グループ の特徴

イオン液体のデザイン性、  
液体構造に着目

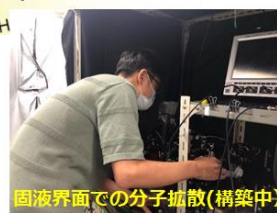
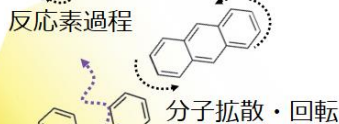
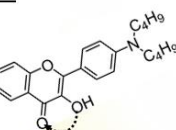
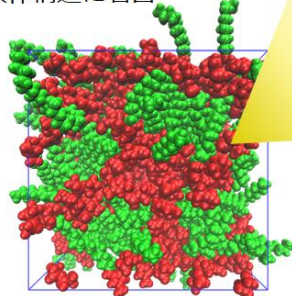


図 2 木村・藤井グループの主な研究テーマ

# Laboratory

では、イオン液体が形成する界面での分子ダイナミクスを観測する試みや、電気化学測定など、新しい手法の構築にもチャレンジしています。

## 2. 2. 遠藤チーム

遠藤チームの特徴は、分光法として、NMR や X 線散乱など、目に見えない領域の光を使用しているところでしょうか。特に NMR は、遠藤チームでは中心的な手法で、遠藤が着任した当初から、300 MHz の装置がかなり自由に使える状況でしたが、その後、他の研究室の協力もあって、分子の遅い拡散を測定するための最大 13 T/m の高磁場勾配をかけられるプローブや、固体状態を測定できる固体 NMR プローブも導入することが出来ました(図 3 右)。周波数はやや低めですが、NMR に関しては、かなり恵まれた環境だと言えます。

研究テーマとしては、遠藤が着任以前から進めていた、「イオン液体の熱物性:何故イオン液体は融点が低いか」、「高濃度にセルロースを溶解したイオン液体中での溶存状態」の2つが大きな柱ですが、これ以外の新しいテーマにも毎年挑戦しています。

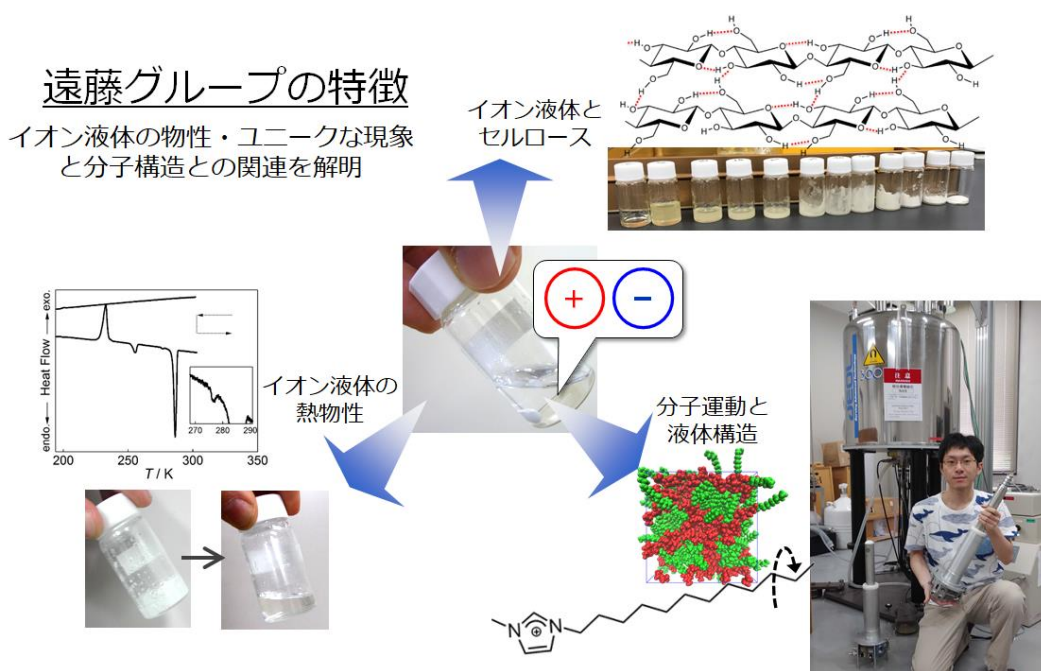


図 3. 遠藤グループの主な研究テーマ

右の写真は 300 MHz の NMR 装置と、NMR プローブたち(拡散用プローブを手にしているのは D1 の隅田君)。

## 3. 最後に

昨年より始まったコロナの嵐は、まだまだ予断を許さず、先行きが不透明な状況が続いています。本学でも、まだ、実験・実習系以外の多くの授業がオンラインになっています。研究室でも、マスク着用、会食の自粛、入退室の管理、学生の分散など、おそらく他の大学の研究室と同じように、



# Laboratory

多くの制約の中で活動しています。学外との交流も乏しくなり、「研究室にお気軽にお立ち寄りください」ともなかなか言えない状況ではありますが、こういう内にこもらざるを得ない時だからこそ、腰を落ち着けて、研究に集中すべき時期と言えるかもしれません。新しいテーマ・実験に挑戦し、コロナ禍が明けた際には、”化けた”研究室になりたいと思う毎日です。これからもどうぞ、よろしくお願いたします。(文は主に遠藤・藤井が記述しました。)

# 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

#### ■第11回イオン液体討論会■

日程：令和3(2021)年11月18日(木)、19日(金)

会場：オンライン開催

特別講演：Zoom 阿波賀 邦夫先生(名古屋大学)・堀 久男先生(神奈川大学)

口頭講演：Zoom 口頭講演賞(新設)を授与

ポスター講演：Remo ポスター賞を授与

URL：[https://www.ilra.jp/11th\\_jsil/index.html](https://www.ilra.jp/11th_jsil/index.html)

参加申込締切：2021年11月05日(金)

実行委員長：大内幸雄(東工大)

実行委員：岩田耕一(学習院大)、河合明雄(神奈川大)、本林健太(名工大)、  
北田敦(京都大)、岩橋崇(東工大)

### イオン液体研究会共催

#### ■令和4(2022)年度イオン液体研究会■

日程：未定

主催：豊田理化学研究所

共催：イオン液体研究会

会場：[公益財団法人豊田理化学研究所 井口洋夫記念ホール](#)  
長久手市横道 41-1

実行委員：伊藤敏幸、西川恵子

### イオン液体研究会主催

#### ■第12回イオン液体討論会■

日程：未定

会場：東京農工大学

実行委員：中村暢文(東京農工大)

### 関連国際会議

-Physical Chemistry session of the ACS Meeting in March 20-24, 2021  
2022年に延期

-The 9<sup>th</sup> International Congress on Ionic Liquids (COIL-9) in April 19-24, 2021  
2022年に延期

-Gordon Conference in August 17-22, 2021  
2022年に延期

# Editorial Note

## ■編集後記

本号から、松本一彦先生に代わり編集委員を仰せつかりました。サーキュラーはこれまでいつも楽しく拝読しておりましたが、今後しばらくは編集する立場として、サーキュラーのより一層の充実に貢献できれば幸いです。どうぞよろしくお祈いします。本号では、巻頭言は代表世話人の大内先生に、トピックは東京農工大の中村先生に、シンポジウム開催報告は上野先生・藤田先生に、学会参加報告は私の所属する研究室の石井君に、研究室紹介は木村研の先生方に、それぞれ執筆いただきました。執筆いただいた皆様にお礼申し上げます。大内先生には、お世話になった先生からいただいた金言「ストーリー」のエピソードを紹介いただきました。大内先生もきっと「いいか、お前ら、」と大内先生の金言を東工大の学生たちに現在進行形で伝承していることと拝察しました。中村先生には、LCST 型相転移挙動を示すイオン液体の混合エントロピー電池への応用を概説いただきました。「全然まとまっていない」と謙遜されていますが、素人にも大変わかりやすく面白い内容でした。上野先生・藤田先生には、シンポジウム開催から記事の脱稿締切まで1週間という無理なスケジュールにもかかわらず、故 Angell 先生への想いが詰まった報告をいただきました。シンポジウム自体の準備も大変でしたでしょうに、本当にありがとうございます。木村研の先生方には、研究室内の「藩」と「チーム」の研究内容を、研究室の歴史・所在・構成を交えて紹介いただきました。今後もこれまでと同様に魅力あるサーキュラーにできればと願っています。引き続きイオン液体研究会サーキュラーをよろしくお祈い申し上げます。（京都大学 西 直哉）

## ■編集委員

黒田 浩介（金沢大学理工研究域・准教授）  
岩橋 崇（東京工業大学物質理工学院・助教）  
西 直哉（京都大学大学院工学研究科・准教授）

## ■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：[ionicliquid@officepolaris.co.jp](mailto:ionicliquid@officepolaris.co.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。