

# イオン液体を基盤とした抽出分離プロセスおよび酵素反応システムの開発



九州大学 工学研究院 応用化学部門

日本学術振興会特別研究員

中島 一紀



〒819-0395 福岡市西区元岡744番地  
Tel.092-802-2919 / Fax.092-802-2810  
E-mail: k-nakashimatcm@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

## イオン液体とは？

イオン液体・・・液状の塩

イオン液体を構成する有機カチオンとアニオン

**カチオン**

**アニオン**

BF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	PF <sub>6</sub> <sup>-</sup>	(CF <sub>3</sub> SO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> N <sup>-</sup>
AlCl <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CF <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	CF <sub>3</sub> SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

**イオン液体**

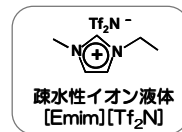
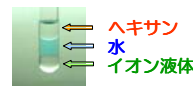
＜塩の融点低下の主な因子＞

- ① 大きなイオンサイズ
- ② 構造の柔軟性・非対称性
- ③ 電荷の非局在化

## イオン液体の特徴

- ・室温で液体として存在する。
- ・不揮発性、不燃性である。
- ・様々な種類の化合物を溶解できる。
- ・構造を変えることで溶解物性を調節できる。

カチオンとアニオンの組み合わせや、側鎖への官能基導入でイオン液体の物性を大きく変えることが可能。



イオン性かつ、疎水性という“dual”な性質をもつ溶媒

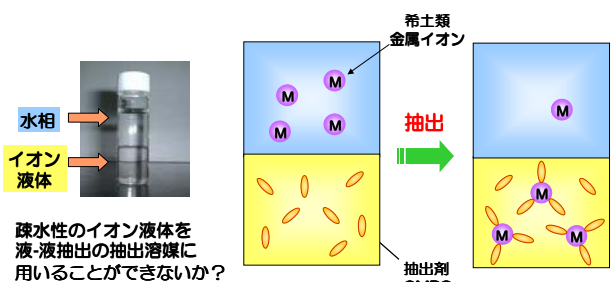
## 研究の目的

イオン液体の新規応用について工学的観点から検討する

## イオン液体を抽出溶媒とした金属イオン分離システム

工業的な溶媒抽出プロセスには揮発性の高い有機溶媒が多く用いられている。

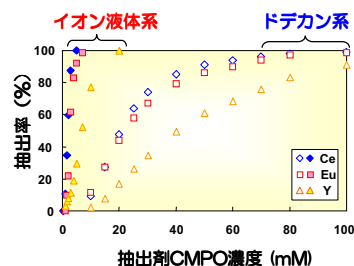
⇒ イオン液体の不揮発性と特異的溶媒特性に着目



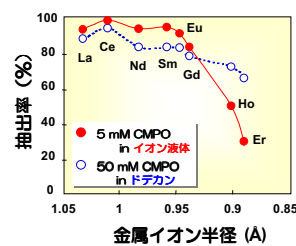
疎水性のイオン液体を液-液抽出の抽出溶媒に用いることができるか？

水溶液中の金属イオンをイオン液体中に抽出するシステムを開発

### ＜抽出効率＞



### ＜選択性＞



- イオン液体を抽出溶媒とすることで有機溶媒ドデカン系よりも希土類金属イオンの抽出性、選択性が飛躍的に向上する。
- イオン液体中に抽出された金属イオンは、完全に回収（逆抽出）できる。
- 金属を回収したイオン液体は何度も抽出溶媒としてリサイクルできる。

1) K. Nakashima, F. Kubota, T. Maruyama, M. Goto, *Anal. Sci.*, **19**, 1097-1098 (2003).  
2) K. Nakashima, F. Kubota, T. Maruyama, M. Goto, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **44**, 4368-4372 (2005).

## 酵素反応溶媒としてのイオン液体の利用

イオン液体中で酵素反応を行う利点：

- 有機溶媒に溶けないアミノ酸や糖類を溶解できる。
- 酵素的合成反応（加水分解反応の逆反応）が可能。
- 不揮発性であるために溶媒を再利用できる。

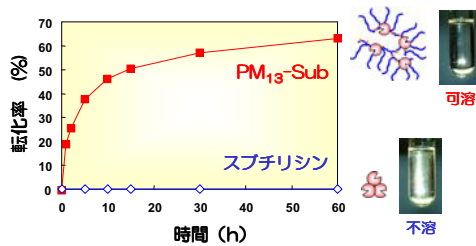
イオン液体 { 水溶液のように極性化合物を溶解でき、有機溶媒中のように合成反応を行える。

＜問題点＞

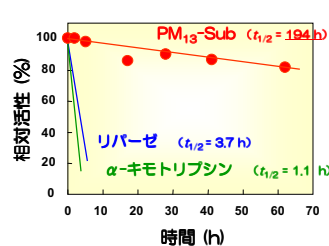
酵素はイオン液体には溶解しない。

- ・ 触媒活性が低い
- ・ 利用範囲が限られる

### ＜酵素活性＞



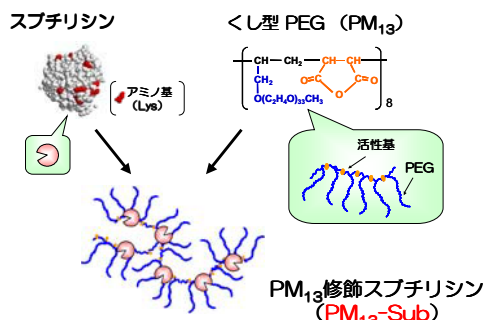
### ＜安定性＞



- <small>sh</small>型PEGを化学修飾した酵素はイオン液体に均一に可溶化し、極めて高い触媒活性、安定性の向上を示した。

3) K. Nakashima, T. Maruyama, N. Kamiya, M. Goto, *Chem. Commun.*, 4297-4299 (2005).  
4) K. Nakashima, T. Maruyama, N. Kamiya, M. Goto, *Org. Biomol. Chem.*, **4**, 3462-3467 (2006).

## 酵素をイオン液体に可溶化するためのアプローチ



展開として

