

共通基盤技術シンポジウム 2025

～クライオ電子顕微鏡技術を活用した液状材料・プロセス研究の新展開～

主催：化学工学会 材料・界面部会/日本顕微鏡学会 液状材料の微細構造研究部会

協賛：プラスチック成形加工学会、日本薬学会、日本化学会、粉体工学会、日本機械学会、高分子学会、日本粉体工業技術協会、日本伝熱学会、熱物性学会、電気化学会、ナノ学会、冷凍空調学会、

皆様にはますますご健勝のこととお喜び申し上げます。

9月上旬にお知らせいたしました通り、化学工学会 材料・界面部会と、日本顕微鏡学会 液状材料の微細構造研究部会は、合同で題記シンポジウムを開催いたします。

研究対象の構造を把握することは、対象を理解する上で重要なステップになります。液体を含む試料の場合、試料を急速凍結してその構造を観察する「クライオ電子顕微鏡手法」があり、2017年のノーベル賞受賞の例にもあるように、主に生体・細胞分野の研究において広く活用されています。一方、液状材料やプロセスなどの研究においても、その構造や非平衡現象の理解する上で直接的に観察・解析する必要性が高まっています。このような背景から「クライオ電子顕微鏡手法」は、液状材料・プロセス分野における構造理解・解析の研究の進展とともに、工業製品の開発においても有効な手段になることが予想されます。

そこで今回、顕微鏡分野と材料・プロセス分野の専門家が一堂に会して、クライオ電子顕微鏡技術を液状材料・プロセス研究に適用するうえでの狙いや課題について、包括的に議論する場を設けることといたしました。本シンポジウムの後半では、立食形式でポスターを囲みながら意見交換できる機会の準備もしております。シンポジウムの内容につきましては、下記プログラムをご参照ください。

皆様のご参加、活発な議論のほど、よろしくお願い申し上げます。

■ 日程：2025年1月10日(金)

講演：10:00～16:00

意見交換会(w/ポスター、立食形式)：16:30～19:00

■ 場所：神戸大学 瀧川記念学術交流会館

■ 参加費

学会員(正会員)、協賛会員：15,000円

非学会員：30,000円

※学生会員は参加費無料です。

■ 参加登録

下記 URL より参加登録手続きをお願いいたします。

HP 準備中 (11月上旬 Open 予定)

<https://www.scej-dmi.org>

■プログラム(タイトル、講師、講演要旨)

◎開会のあいさつ

化学工学会 材料・界面部会：会長 小野努(岡山大学)

日本顕微鏡学会 液体材料の微細構造研究部会：責任者 高橋真一(兵庫県立大学)

1. クライオ電子顕微鏡による非定常・非平衡現の可視化解析の可能性

10:10～10:40	クライオ電子顕微鏡による燃料電池触媒層および触媒層形成過程の解析 今井英人(FC Cubic)
10:40～11:10	クライオ電子顕微鏡による人工設計タンパク質ナノ粒子 TIP60 の立体構造解析 新井亮一(信州大学)
11:10～11:40	液体材料研究分野におけるクライオ電子顕微鏡 西野有里、伊藤喜子、宮澤淳夫(兵庫県立大学)

2. クライオ電子顕微鏡を活用した非平衡現象可視化の試み、解析事例

13:00～13:30	水中におけるカーボンナノチューブの分散状態と導電性に与える影響 菰田悦之(神戸大学)
13:30～14:00	水膨潤状態のハイドロゲル微粒子のナノ構造解析 鈴木大介(岡山大学)
14:00～14:30	リチウムイオン二次電池の性能差の要因解明に向けた Cryo-SEM の活用 在原一樹(日産自動車株式会社)

3. 非平衡現象可視化、非晶質凍結(固体化)の課題

14:45～15:15	クライオ電子顕微鏡の有機液体への拡張と課題 岡田賢(海洋研究開発機構)
15:15～15:45	放射光 X 線 CT を用いたマルトデキストリン溶液中の凍結濃縮相の観察と解析 中川究也(九州大学)
15:45～16:15	急冷凍結により得られる非晶質状態の物理安定性 川上巨作(物質・材料研究機構)

4. 意見交換会・ポスターセッション(16:30～19:00)

・立食形式での意見交換会です。

・意見交換会と同じ会場で、ポスターセッション(分析会社、装置メーカーなど)も開催いたします。

各講演の概要

クライオ電子顕微鏡による燃料電池触媒層および触媒層形成過程の解析

今井英人(FC Cubic)

固体高分子形燃料電池においては、触媒・担体・アイオノマからなる触媒層において、水素と酸素反応し水が生成される。触媒層中でガス、液体、イオンが効率よく輸送されることが必要であり、構造最適化が性能向上の鍵である。その構造は、触媒インク内の担持触媒の分散性やアイオノマの被覆状態に大きく影響されるため、溶液中の構造観察が可能なクライオ電子顕微鏡への期待が高まっている。観察事例を交えて、クライオ電子顕微鏡観察技術への期待を述べる。

クライオ電子顕微鏡による人工設計タンパク質ナノ粒子 TIP60 の立体構造解析

新井亮一(信州大学)

TIP60 は、慶應大の川上らにより、5 量体形成タンパク質(LSm)と2 量体形成ドメイン(MyoX-coil)を融合してサッカーボール型 60 量体を自己組織的に形成するように設計開発された人工タンパク質ナノ粒子である。クライオ電子顕微鏡単粒子解析により立体構造解析に成功し、多孔質中空球状の正二十面体型 60 量体構造を解明した。

液体材料研究分野におけるクライオ電子顕微鏡

西野有里、伊藤喜子、宮澤淳夫(兵庫県立大学)

エマルション、スラリーをはじめとした液体材料中に含まれる微細構造物を直接的に可視化して解析する手法としてクライオ電子顕微鏡法がある。低倍率から高倍率までシームレスに観察することが可能なクライオ走査電子顕微鏡法を用いると、液体材料を非晶質に凍結し、凍結状態を維持したまま走査電子顕微鏡で観察することにより、液体材料中の一次構造物から高次構造物までを、平均値としてではなく、個々に観察し、解析することが可能である。

水中におけるカーボンナノチューブの分散状態と導電性に与える影響

菰田悦之(神戸大学)

カーボンナノチューブ (CNT) は電池電極の次世代導電助剤として期待されるが、その分散状態の理解は十分進んでいない。本研究では、レオロジー・パルスNMR・交流インピーダンス計測により、分散剤の吸着がCNTの分散状態そしてCNTの導電性発現に与える影響について調査した。そして、CNTスラリーのCryoTEM観察によりCNT分散状態の妥当性を検証した。

水膨潤状態のハイドロゲル微粒子のナノ構造解析

鈴木大介(岡山大学)

ハイドロゲル微粒子は、水で膨潤した高分子網目から成るコロイド粒子である。本講演では、演者らが行ってきたハイドロゲル微粒子の研究のうち、実態の理解が難しいナノ構造解析について概説する。ナノ構造解析には、各種顕微鏡や散乱法を併用することが好ましいと考えている。その中で、クライオ電子線トモグラフィー法の有効性について議論する予定である。

リチウムイオン二次電池の性能差の要因解明に向けた Cryo-SEM の活用

在原一樹(日産自動車株式会社)

リチウムイオン二次電池が十分な性能を発現するためには、設計通りの電極構造を具現化するプロセス設計が重要である。特にスラリー中の活物質/助剤/バインダの分散状態はその後の電極構造・性能を決定付ける要素であり、演者らはこれまでクライオ走査電子顕微鏡法 (cryo-SEM)を用いてそのマイクロ構造の可視化・解析を行ってきた。ここでは異なるプロセスで試作した正極および負極で生じる性能差の要因について、スラリーのマイクロ構造の観点から解析した結果を紹介する。

クライオ電子顕微鏡の有機液体への拡張と課題

岡田賢(海洋研究開発機構)

液中分散構造の観測としてクライオ電顕観察は有用であり、生物系で発展してきた。しかし、生物系含水試料と材料系有機溶媒試料では溶媒物性が大きく異なるため、生物系の試料調製法をそのまま材料系に援用すると誤った像解釈を生みかねない。本講演では生物系と材料系を対比し、有機溶媒系の観察法に関し議論する。

放射光 X 線 CT を用いたマルチデキストリン溶液中の凍結濃縮相の観察と解析

中川究也(九州大学)

凍結乾燥をはじめとする乾燥操作において、ガラス相の状態変化は、品質と関わる物性変化と関連する重要な知見である。氷結晶組織のマイクロ構造間隙に形成する凍結濃縮相 (ガラス相) における凍結濃縮の進行を、単色 X 線を用いた CT 観察を実施することにより解析するアプローチを試みたので、その結果を報告する。

急冷凍結により得られる非晶質状態の物理安定性

川上亘作(物質・材料研究機構)

低分子化合物は一般的に容易に結晶化するが、急冷により非晶質状態が得られる。ガラス転移温度より十分に低い超低温状態では、拡散運動は凍結しているものの結晶核形成は起こり得る。一方で、非晶質材料は超低温下でクラック形成を起こす。本講演では、超低温で形成される結晶核およびクラックが非晶質材料の物理安定性におよぼす影響を議論する。

オーガナイザーチーム

化学工学会 材料・界面部会：

菰田悦之(神戸大学)、山村方人(九州工業大学)、渡邊貴一(岡山大学)

日本顕微鏡学会 液状材料の微細構造研究部会：

高橋真一(兵庫県立大学)、島貫純一(日産アーク)、宇部卓司(JFE テクノロジー)

お問い合わせ

化学工学会 材料・界面部会事務局：

渡邊貴一 (岡山大学) : scej-dmi@okayama-u.ac.jp

日本顕微鏡学会 液状材料の微細構造研究部会：

高橋真一 (兵庫県立大学) : takashin181@gmail.com