

## 軟X線顕微鏡研究会

軟X線顕微鏡に関する研究会が、2002年11月19日、理研主催の下に放射光普及棟において開かれた。研究会は、辛埴（理研）、鈴木芳生（JASRI）、伊藤敦（東海大）の3名の世話人によって、高輝度放射光施設SPring-8に軟X線顕微鏡装置を建設するための様々な問題点を明らかにし、その計画の実現に資することを目的として企画された。

X線を生物試料観察に応用する利点は、光学顕微鏡より高い分解能で、かつ電子顕微鏡が不得意とする厚い試料の観察が可能な点にある。特に軟X線領域は、生体を構成する主要な軽元素の吸収端が存在するため、それを利用した元素分布イメージング、さらに、元素の吸収端微細構造を利用した化学結合分布イメージング（これらはまとめてスペクトロマイクロコピーとよばれる）が可能である点は他の顕微鏡にはない大きな特徴となっている。また、波長2.4~4.4nmの領域は、水の窓とも呼ばれ、水と生体構成分子との吸収コントラストが大きく、水を含んだ生物試料観察に適することがよく知られている。軟X線顕微鏡はまだ開発途上の技術ではあるが、近年の軟X線光学素子と軟X線光源の進歩により分解能が20nmに達する装置も現れ、また、生物や高分子の分野においてさまざまな観察事例の蓄積も進み、開発から利用のフェーズへと入りつつある。

軟X線光源としての放射光の優位性は、レーザープラズマ光源などと比較して、波長が任意に選択できスペクトロマイクロコピーとしての特徴を生かすことができる点にある。加えて高輝度光源では、輝度の高いマイクロビームによって分解能をさらに高めることが期待できる。このような観点から、海外の多くの放射光施設では軟X線顕微鏡専用ビームラインを設け、しかも結像型と走査型の両タイプの装置を併設するケースが多くなっている。一方、国内では、立命館大学の放射光施設において結像型の装置が稼働しているのみで、高輝度光源施設における常設の装置は全くないのが現状である。

午前中のSPring-8の硬X線マイクロビームによる顕微鏡装置の見学に引き続き、午後からの研究会では、まず理研での軟X線アンジュレータビームラインの構想についての概略が紹介され、ついで、日本における様々なタイプの軟X線顕微鏡による生物試料、ポリマー試料観察の現状がサーベイされた。光学顕微鏡、電子顕微鏡による生物・医学試料観察を専門とされている方々からは、軟X線顕微鏡に対するニーズが提案された。軟X線顕微鏡が将来これらの

顕微鏡と相補的な地位を占めるためには、生物学・医学研究者の要求を把握し、適切な観察手段を提供する必要がある。以上の講演をふまえて、高輝度光源に適した顕微鏡の形式、それを建設するための方策について、これまで国内外で軟X線顕微鏡、軟X線光学に携わってきた研究者の方々のコメントも交えて議論がなされた。最後に、軟X線顕微鏡への適用可能性を探るために理研でのFEL計画について概要が説明された。今回は、このような趣旨の研究会の初回ということもあって、半日という大変短い時間の中で軟X線顕微鏡に関する現状、問題点が盛り込まれ、時間が足りないと感じる部分も少なくなかった。今後さらに個別の課題についての議論を継続的に行うことによって、軟X線顕微鏡へのエンドユーザー及び設計・建設に携わる方々のポテンシャルを維持することが重要であろう。

なお、研究会の参加者は50名であった。世話人の一人として講演をお引き受けいただいた方々、参加していただいた方々に深く感謝したい。

プログラムは以下の通りである。

1. Introduction ~ SPring-8における軟X線顕微鏡
  - 1) 趣旨説明（伊藤 敦：東海大・工）
  - 2) BL-17XUビームラインの構想（辛埴：東大・物性研）
2. 軟X線顕微鏡開発とその利用の現状
 

座長 篠原 邦夫（東大・医）

  - 1) 投影型顕微鏡による生物試料観察  
(吉村 英恭：明大・理工)
  - 2) 結像型顕微鏡による生物試料観察  
(木原 裕：関西医大・物理)
  - 3) 密着型顕微鏡によるスペクトロマイクロコピー  
(伊藤 敦：東海大・工)
  - 4) 走査型顕微鏡によるポリマー構造の解析  
(菊間 淳：旭化成(株)・中央技術研究所)
- 休憩
3. 軟X線顕微鏡に期待するサイエンス
 

座長 矢田 慶治（東北大・科研）

  - 1) 可視蛍光顕微鏡観察との接点  
分裂装置の微細構造観察（浜口 幸久：東工大・理）
  - 2) 電子顕微鏡との接点  
生体分子複合体観察およびEELS  
(白倉 治郎：名大・医)

4. 総合討論 座長 伊藤 敦 (東海大・工)

1) 期待される軟X線顕微鏡装置について

装置建設経験者からのコメント:

SPring-8におけるX線顕微鏡の現状

(鈴木 芳生: JASRI)

硬X線顕微鏡との比較 (籠島 靖: 姫路工大・理)

走査型軟X線顕微鏡 (池浦 広美: 産総研)

走査型光学系に関するコメント

(小池 雅人: 原研・関西研)

生物観察上の留意点 (篠原 邦夫: 東大・医)

2) 新光源FEL (Free Electron Laser) の利用について

FELの概要 (新竹 積: 理研・播磨研)

コメント (篠原 邦夫: 東大・医)

3) 総合討論

顕微鏡のタイプと建設のポテンシャル、観察手法 (CT、クライオなど)、利用者発掘のための方策 (学会等でのシンポジウム開催など) について。

東海大学工学部 伊藤 敦