

# 『 Network Tele-Microscopy 分科会』

(旧 : Network Tele-Microscopy 研究部会)

## 活動状況



2026. 04. 01

[http://www.uhvem.osaka-u.ac.jp/network\\_tele-microscopy\\_jsm/archive.pdf](http://www.uhvem.osaka-u.ac.jp/network_tele-microscopy_jsm/archive.pdf)

## [第6回研究会]

テーマ：『Network Tele-Microscopy：未来への胎動』

日時：2026年4月27日（月） 14時～16時30分

場所：大阪大学東京オフィス多目的室

形式：対面およびオンラインハイブリッド形式

講演者・演題（敬称略）：発表25-30分、討論10分、総合討論30分

- 1 渡邊修（拓殖大学工学部電子システム工学科）：招待・非会員  
「High-Throughput JPEG 2000 (HTJ2K)の可能性」
- 2 當代光陽（新居浜高等専門学校環境材料工学科）：会員  
「高専技科大間のネットワーク拠点整備と現状」
- 3 西竜二（福井工業大学工学部電気電子情報学科）：幹事・会員  
「自動化・遠隔観察の現状と問題点」
- 4 総合討論

## [第5回研究会]

日本顕微鏡学会・第81回学術講演会セッション：IMB-1 装置開発・性能評価・技術応用・遠隔技術

テーマ：『Network Tele-Microscopy の実際：遠隔操作と共有利用』

日時：2025年6月10日（火）9時30分～11時15分

場所：福岡国際会議場 A 会場

講演者・演題（敬称略）：

2A\_IMB-1\_05 09:30～09:45

山西 治代<sup>1</sup>，市川 聡<sup>2</sup>，齊藤 厚子<sup>2</sup>，清蔭 恵美<sup>3</sup>，光岡 薫<sup>2</sup>，樋田 一徳<sup>1,2</sup>

（<sup>1</sup>川崎医科大学，<sup>2</sup>大阪大学，<sup>3</sup>川崎医療福祉大学）

「Network Tele-Microscopy を介した透過型電子顕微鏡による広域モニタージュ観察～遠隔利用の試み～」

2A\_IMB-1\_06 09:45～10:15

佐藤 朗（カールツァイス株式会社）

「各種顕微鏡オペレーションと画像データ解析におけるネットワーク応用の可能性」

2A\_IMB-1\_07 10:15～10:45

永瀬 丈嗣<sup>1</sup>，山下 満<sup>2</sup>（<sup>1</sup>兵庫県立大学，<sup>2</sup>兵庫県立工業技術センター）

「兵庫県における Network Tele-Microscopy を活用した教育・研究活動」

2A\_IMB-1\_08 10:45～11:15

辻野 彰（長崎大学病院 脳神経内科）

「長崎大学病院の離島病院に対する遠隔専門診療支援」

## [第4回研究会]

日本顕微鏡学会・第67回シンポジウム S-03

テーマ：『Network Tele-Microscopy の実際：遠隔操作と共有利用』

日時：2024年11月2日（土）10時～12時

場所：北海道大学工学部・シンポジウム第3会場 SDGs オアシス

講演者・演題（敬称略）：

- 1 伊野家浩司（アメテック株式会社ガタン・エダックス事業部）：幹事・会員  
「遠隔操作・遠隔観察に向けた電子顕微鏡用ソフトウェア開発」
- 2 越野雅至（産業技術総合研究所）：会員  
「高速通信回線を駆使した産総研地域拠点間および産総研-大学間の遠隔操作の実現」
- 3 大多 亮（北海道大学複合量子ビーム超高压顕微解析研究室・遠隔操作デモ）：実行委員長企画  
「最新の収差補正走査透過型電子顕微鏡の遠隔操作とリモート観察」
- 4 東 幸彦（北海道保健福祉部地域医療推進局長）：招待・非会員  
「北海道における遠隔医療」

キーワード：遠隔操作、遠隔観察、バーチャルイメージング、高速通信、情報共有、共同利用

### [第3回研究会]

日本顕微鏡学会・第80回学術講演会シンポジウム S-03

テーマ：『ネットワークを用いた顕微鏡解析様式の行方』

日時：2024年6月4日（月）10時～12時

場所：幕張メッセ国際会議場・学術講演会D会場

講演者・演題（敬称略）：

- 1 柴山環樹（北海道大学大学院）  
「ネットワークを用いた顕微鏡解析のこれまでと今後について」
- 2 田島佳武（日本電信電話株式会社）：招待・非会員  
「通信から挑む持続可能な社会の実現」
- 3 林 眞琴（弁護士・前検事総長）：招待・非会員  
「顕微鏡科学の発展と調和を期待して」
- 4 パネルディスカッション

上記3講演後に、講演者と岡部繁男学会会長（東京大学）を迎えて

キーワード：Network Tele-Microscopy、次世代通信技術、ネットワークインフラ、社会規範倫理

### [第2回研究会]

日本顕微鏡学会・第66回シンポジウム

テーマ：『遠隔配信・遠隔操作の行方』

日時：2023年11月10日（金）17時～19時

場所：Gメッセ群馬：シンポジウム会場

講演者・演題（敬称略）：

- 1 大久保榮（元NTT研究所・元早稲田大学国際情報通信研究センター客員教授）：招待・非会員  
「テレビ会議システムと映像符号化技術の基礎」
- 2 石丸雅大（日本FEI株式会社）：幹事・会員  
「遠隔操作・遠隔観察を可能にする電子顕微鏡自動化アプリケーション」
- 3 市川 聡（大阪大学超高压電子顕微鏡センター）：幹事・会員  
「大阪大学超高压電子顕微鏡センターにおけるNetwork Tele-Microscopyの現状と課題」
- 4 総合討論・情報交換

5 樋田一徳（川崎医科大学解剖学・大阪大学超高圧電子顕微鏡センター）

「Network Tele-Microscopy：現状、課題、今後の可能性」

日本顕微鏡学会第48回関東支部講演会：2023年11月12日（日）12時～

**[第1回研究会]**

日本顕微鏡学会・第79回学術講演会会場（ハイブリッド） 研究会

日時：2023年6月25日（日）17時半～19時

場所：くにびきメッセ・403会議室・

内容：キックオフミーティング：幹事挨拶・相互紹介、今後の運営協議、現状情報交換

1 幹事挨拶・相互紹介

2 現状の情報交換：幹事各位の利用状況・課題、助言・提案

（1）利用状況・課題、助言・提案：事前アンケート結果

（2）討論内容：最新の情報共有、将来への発展性・可能性

3 課題整理と重点課題化

4 今後の予定

# 顕微鏡

KENBIKYO



## JSM 2025

### 日本顕微鏡学会第81回学術講演会 発表要旨集

Proceedings of the 81st Annual Meeting of  
The Japanese Society of Microscopy

2025年6月9日(月)～11日(水)

June 9～11, 2025

福岡国際会議場

Fukuoka International Congress Center

公益社団法人 日本顕微鏡学会

## 2A\_IMB-1\_05

### Network Tele-Microscopy を介した透過型電子顕微鏡による広域モンタージュ観察 —遠隔利用の試み—

#### Wide field montage of transmission electron microscopy via Network Tele-Microscopy: An attempt at remote use

山西治代<sup>1</sup>、市川聡<sup>2</sup>、齊藤厚子<sup>2</sup>、清蔭恵美<sup>3</sup>、光岡薫<sup>2</sup>、樋田一徳<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>川崎医科大学, <sup>2</sup>大阪大学, <sup>3</sup>川崎医療福祉大学

Haruyo Yamanishi<sup>1,\*</sup>, Satoshi Ichikawa<sup>2</sup>, Atsuko Saito<sup>2</sup>, Emi Kiyokage<sup>3</sup>, Kaoru Mitsuoka<sup>2</sup>, Kazunori Toida<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kawasaki Medical School, Okayama, Japan, <sup>2</sup>Osaka University, Osaka, Japan,

<sup>3</sup>Kawasaki University of Medical Welfare, Okayama, Japan

COVID-19のパンデミックにより、世界中でインターネットやデジタルネットワークが、急速に普及した。ビデオ会議システムを用いた遠隔での顕微鏡観察が進められている。また、近年の顕微鏡観察は、従来の2次元の観察に比べ、3次元データや経時でのライブイメージングなど膨大なデータ量と撮影時間を要する。

我々は、これまで嗅覚系の神経回路の構造や機能を解明するため、マウスの嗅球について光学顕微鏡と透過型電子顕微鏡 (TEM) を組み合わせた Volume-Correlative Light and Electron Microscopy を行ってきた [1, 2]。加えて、TEMによるデジタル撮影の技術向上に伴い、広域モンタージュ観察が可能となっている。広域モンタージュ観察では数千~数万枚という撮影を連続で行うため、撮影には日単位を要する。我々は、カメラテレビ会議システムを用いて、遠隔地からリアルタイムでTEM観察の様子を捉え、広域モンタージュ観察を行い、データを取得している。今後、テレビ会議システムを用いた遠隔地からの顕微鏡観察は、有効な研究手段となると考える。実施例を紹介したい。

[1] Kiyokage E *et al.*, *J Comp Neurol.* **525**, **5**, 1059-1074. (2017)

[2] Notsu E. and Toida K. *Microscopy (Oxf)*, **68**, **4**, 316-329. (2019)

謝辞：マウス嗅覚系の研究は、JSPS 科研費 JP24K09677 の助成を受けたものです。

## 2A\_IMB-1\_06

### 各種顕微鏡オペレーションと画像データ解析におけるネットワーク応用の可能性 The potential for online networking in microscope operation and image data analysis

佐藤朗<sup>1</sup>

<sup>1</sup> カールツァイス株式会社

Akira Sato<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Carl Zeiss Co., Ltd., 2-10-9, Koji-machi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

コロナ禍における実験室へのアクセス制限を契機に、顕微鏡装置の遠隔操作のニーズが高まり、多くの施設でリモートデスクトップ技術と顕微鏡用ソフトウェアを組み合わせたりリモート観察・解析が可能になってきた。一方で昨今はアクセス制限も解除され、対面コミュニケーションの重要性が再認識されるようになり、「リモート〇〇」の必要性はいつときほど高くないと言える。このような状況において Network Tele-Microscopy の重要性は低くなったかという点、そうではなく、ネットワーク、オンライン、Virtual Reality の特徴を活かした、新たな価値をもたらす顕微鏡関連技術として、進化・発展を遂げるフェーズにあると考えている。本講演では、ポストコロナの新たな Network Tele-Microscopy として、VR/AR を活用した効果的な顕微鏡トレーニングや教育、クラウドコンピューティングを用いた誰でも使える最先端の Deep Learning 画像解析プラットフォームなどの事例を紹介し、遠隔操作に留まらないネットワーク応用の可能性について議論したい。

## 2A\_IMB-1\_07

### 兵庫県における Network Tele-Microscopy を活用した教育・研究活動 Educational and research activities using Network Tele-Microscopy in Hyogo Prefecture

永瀬丈嗣<sup>1</sup>、山下満<sup>2</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学, <sup>2</sup>兵庫県立工業技術センター

Takeshi Nagase<sup>1,\*</sup>, Michiru Yamashita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Hyogo, Himeji, Japan, <sup>2</sup>Hyogo Prefectural Institute of Technology, Kobe, Japan

遠隔電子顕微鏡法 (tele-microscopy) は、情報通信技術の進展と Covid-19 の流行に伴う社会環境の変化の中で急速に発展をとげ、最近では Network Tele-Microscopy ともいべき新たな電子顕微鏡法となっている。Network Tele-Microscopy が対象とするユーザー・用途は、(1) ハイエンド装置の共有、(2) 汎用電子顕微鏡装置の共有、(3) 学童期 (小学校)・青年前期 (中学校)・青年中期 (高等学校) への教育利用、(4) 文化財調査に関連する一般市民への情報公開、などが考えられる。Network tele-microscopy は、電子顕微鏡のユーザーだけでなく、これまで電子顕微鏡に接する機会がなかった潜在ユーザーに電子顕微鏡像をリアルタイムで見る機会を与えるという他の手法には無い特徴がある。

本発表では、兵庫県における Network Tele-Microscopy を活用した教育・研究活動を中心に、(1) 大阪大学に設置された超高圧電子顕微鏡や兵庫県立大学放射光施設 NewSUBARU に設置された放射光分光顕微鏡の Network Tele-Microscopy、(2) 汎用電子顕微鏡の維持が困難な地方大学・地方公設試における Network Tele-Microscopy [1]、(3) Network Tele-Microscopy の教育利用、(4) 文化財調査-兵庫出石・辰鼓楼機械時計 科学調査プロジェクトへの Network tele-microscopy の応用、などを取り上げ、Network Tele-Microscopy がすでに研究開発のステージから社会実装の段階に移行しつつある具体例を報告する。

[1] 永瀬丈嗣, 西竜治, 市川聡, 柴田顕弘, 松室光昭, 武村守, 長岡亨, 木元慶久, 時枝健太郎, 山下満, 山崎徹, 日本鑄造工学会講演概要集, 183, 99 (2024)., “関西の公設試における Network tele-microscopy 観察の実例”, <https://doi.org/10.11279/jfeskoen.183.99>

### 長崎大学病院の離島病院に対する遠隔専門診療支援 Telemedicine support for hospitals in remote islands by Nagasaki University Hospital

辻野 彰<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 長崎大学病院 脳神経内科

Akira Tsujino<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Nagasaki University Hospital

長崎県には、長崎市中心から直線距離で約 100 キロから約 200 キロあたりに 4 つに離島医療圏（壱岐、対馬、上五島、五島）がある。人口減少、少子高齢化で日本の最先端である。人口 10 万人あたりの医師数（全国平均 254 人）において、本土の長崎市（452 人）や大村市（312 人）は、全国でも有数の医師過剰地域であるにもかかわらず、離島は真逆の状態である（日本の医師偏在の縮図とも言える）。内科、外科、整形外科などの一部の診療科を除き、ほとんどの診療科で専門医が少ない状況である。患者の島外受診が 30% に及んでいる。このような状況で長崎県は離島に住む県民が安心安全に暮らせるように、全国に先駆けて離島救急画像診断支援システムを利用したテレストロークが確立されている。

令和 3 年、長崎大学病院による離島病院の遠隔専門診療支援（D to D to P および D to P with D 型の遠隔医療）が総務省による「地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」事業に選定され実証実験が行われた。その結果をうけて、令和 6 年 3 月より実臨床において実現可能な方法でこの「長崎県遠隔専門診療支援事業」として横展開させていく方針となった。高解像度でリアルタイム映像が診療に特に有効と考えられる消化器内科、脳神経内科、皮膚科の専門医が、次世代通信技術を駆使して、離島の主治医に対して患者同席の上で専門診療支援を実施するものである。限られたリソースの中で効率よくアクセスできるシステムを構築するために複数診療科の遠隔専門診療支援を一つの診療パッケージとした。離島患者の早期診断・早期介入、島外受診の低減、専門医の働き方改革といった診療面のメリットだけでなく、医師や医療スタッフの人材育成も大いに期待されている。

公益社団法人 日本顕微鏡学会

# 第 67 回 シンポジウム

## 予稿集

テーマ

## GX に貢献する顕微科学の未来

会期 2024 年 11 月 2 日(土)・3 日(日)

会場 北海道大学大学院工学研究院フロンティア応用科学研究棟  
(〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目)

# シンポジウム予稿集

## 遠隔操作・遠隔観察に向けた電子顕微鏡用ソフトウェア開発

伊野家 浩司

アメテック株式会社 ガタン・エダックス事業部

### Development of software for electron microscopes to the remote operation and observation process

K. Inoke

AMETEK Co., Ltd. Gatan / EDAX business unit

[はじめに]

電子顕微鏡は、平行照射した電子線が試料と相互作用することにより得られるコントラストを利用した透過像の観察に加えて、電子線を静電、電磁レンズで絞ることによって得られるナノスケールの電子ビームで試料上を走査し検出される信号を利用した走査透過像の観察も可能である。さらに、この微小電子ビームを制御し試料上の分析を行いたい領域に照射し得られる信号を適切な分析装置を用いて検出することで、試料の微小領域からの組成や化学情報が得られる。

この優れた観察、分析能力を広く活かすために、システムを遠隔地や時間外においてもアクセス可能とする遠隔操作や遠隔観察技術への要望が高まっている。

遠隔操作はあらかじめ試料を遠方から装置のある拠点に送付しておき、観察、分析の操作を離れた場所から行う。一方、遠隔観察は遠隔操作の一部ではあるが、操作そのものは遠隔地からは行わず、観察、分析結果のみを遠隔地から共有し評価することで研究の効率化が実現する。

[電子顕微鏡の遠隔操作、遠隔観察に求められるソフトウェアの機能とは]

現在、リモートデスクトップ機能を提供する様々なシステムが市販<sup>(1)</sup>されており、認証方法などそれぞれ独自の特長を備えている。これらのシステムは基本的に接続元から接続先のひとつの端末に接続した上で遠隔操作を実現している。

一方、電子顕微鏡においては、電子顕微鏡本体を制御するためのコンピュータ、またそれぞれの分析機器を制御するためのコンピュータが独立して存在している。そのため、電子顕微鏡本体とそれぞれの分析機器を操作するためには、リモートデスクトップ機能を介して複数のコンピュータに接続する必要が生じてしまう。これは異なる観察、分析手法間の切り替え操作を煩雑にするだけでなく、遠隔操作、遠隔観察の環境そのものが複雑化するため望ましくない。

そこで、窓口となるコンピュータとソフトウェアを集約し、そこからその他のコンピュータへと接続することで効率的なシステムを構成することが可能となる。また各システムとお互いに通信を行うことで、異なる分析機器から得られる試料からの情報を統合することも可能となる。結果として、新たな知見を導くことが可能なマルチモーダルデータの取得が実現される。

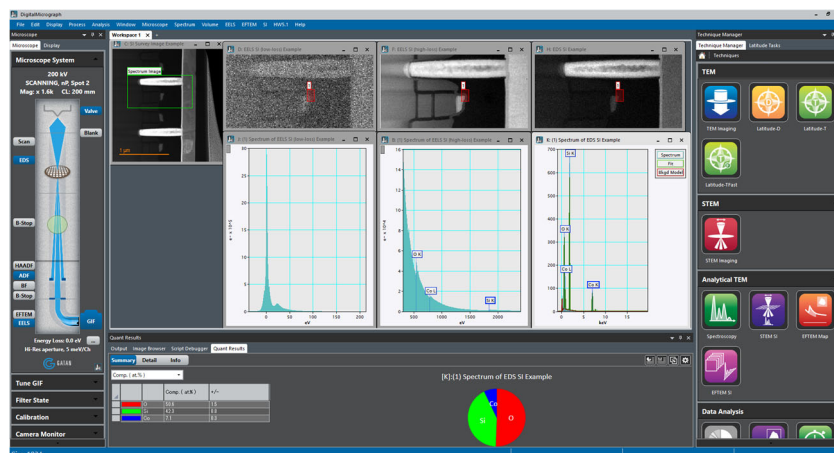


Fig.1. Software layout showing microscope status (Left), user interface (Right), and acquired and processed data (Center) in Gatan DigitalMicrograph software.

Gatan 社製 DigitalMicrograph ソフトウェアの場合、電子顕微鏡本体のステータス表示、像観察、分析機器から得られたスペクトルなどのデータ表示、およびそれらの操作を行うインターフェイス部から構成されている(図 1)。特に電子顕微鏡との通信においては、電子顕微鏡メーカー毎に通信プロトコルが異なり、また同一メーカーにおいても装置の型式、ハードウェア構成が異なるなど様々なバリエーションが生じることになり、装置前における操作では問題とならないような点に対しても対応が必要となる。そのため装置に応じた通信プロトコルが求められ、それらが適切に動作することで機能が集約されたコンピュータから目的とする電子顕微鏡の設定情報の入手と基本操作が実現される。

また実際の操作においては、例えば透過像観察においては試料を挿入後、視野探し、ステージの高さ調整、必要に応じて対物レンズアライメント、非点補正、焦点合わせなど、最終的な像記録の前にさまざまな予備作業が必要となる。実機前での観察と同等の時差のない操作と像観察が遠隔地から実現できれば理想的ではあるが、実際には実現可能な通信速度は様々な要因によって左右されるため同レベルの反応速度は達成出来ないことが多い。ネットワーク速度が遅い場合には、操作とその後の像の変化などのフィードバックが得られるまでの一連の作業の速度も低下するため、実用上の遠隔操作、遠隔観察の障害となってしまう。

そこで先述の予備作業の自動化が実現されれば、遠隔地からの操作者は調整結果の評価に対してのみ注意すれば良く、遠隔操作の効率を大きく向上させることが出来る。

その他にもスクリプティング機能を用いて、日常操作以外の自動処理を組み込むことも可能となっており、より複雑な繰り返しを伴う作業も容易となっている。

最後に装置で取得したスペクトルや像のデータをローカルに保存しその後転送、または直接遠隔地に保存する際には、ネットワークへの負荷を抑えるため最適なデータサイズのフォーマットを選択することも必要であり、結果的に良好な遠隔操作、遠隔観察の環境実現に繋がる。

#### [まとめ]

電子顕微鏡の遠隔操作、遠隔観察は、ネットワークインフラストラクチャの拡充と共にその実用性が高まっている。しかしながら、広帯域の専用線を用いた高速ネットワークを利用することが理想的ではあるものの、それに伴うコストも非常に大きくなる。そのため、通信速度、セキュリティなど目的に応じた最適化を行って、効率的なシステム利用を実現するソフトウェアの開発が必要になっていくと考えられる。

#### [参考資料]

1. 無料のアプリケーションの例としては  
Chrome リモートデスクトップ (<https://remotedesktop.google.com/>)  
Microsoft リモートデスクトップ (<https://apps.microsoft.com/>)  
TeamViewer (<https://www.teamviewer.com/>)  
AnyDesk (<https://anydesk.com/>)  
有償のアプリケーションの例としては  
RemoteView (<https://help.rview.com/>)  
SplashTop (<https://www.splashtop.co.jp/>)  
MagicConnect (<https://www.magicconnect.net/>)  
などがある。  
学内、社内の認定外のアプリケーション使用時には、IT 部門への事前相談を推奨します。

## 産総研における電子顕微鏡遠隔操作の現状と課題

越野雅至<sup>A,C</sup>, 佐藤雄太<sup>A,C</sup>, 千賀亮典<sup>A,C</sup>, 林永昌<sup>A,C</sup>, 古賀健司<sup>A</sup>

神内直人<sup>A,B</sup>, 渡邊宏臣<sup>B</sup>, 榊原圭太<sup>B</sup>, 末永和知<sup>C</sup>

産業技術総合研究所ナノ材料研究部門<sup>A</sup>, 産業技術総合研究所機能化学研究部門<sup>B</sup>,  
大阪大学産業科学研究所<sup>C</sup>

## Current situation and challenges for remote TEM operation in AIST

M. Koshino<sup>A,C</sup> and Y. Sato<sup>A,C</sup>, R. Senga<sup>A,C</sup>, Y.C. Lin<sup>A,C</sup>, K. Koga<sup>A</sup>,

N. Kamiuchi<sup>A,B</sup>, H. Watanabe<sup>B</sup>, K. Sakakibara<sup>B</sup>, K. Suenaga<sup>C</sup>

<sup>A</sup>NMRI AIST, <sup>B</sup>RISC AIST, <sup>C</sup>SANKEN, Osaka Univ.

未来の社会で必要とされる技術をバックキャストする形での研究課題設定が求められるようになって久しい。産総研では、高速通信網の整備や電子顕微鏡の各種要素技術開発を行い「遠隔操作や自律制御により誰とでもつながる計測」を目指した技術開発に取り組んでいる。本講演では、産総研材料化学領域における電子顕微鏡遠隔操作の現状と課題についての近況を紹介する。

Society 5.0 では、人、モノ、サービスなどがフィジカル空間とサイバー空間で高度に融合した社会を目指している。それと同時に世界で達成目標が設定されているカーボンゼロエミッションや、持続可能でエコシステムな社会を実現するために、環境・資源・エネルギー・エレクトロニクス・創薬・医療など様々な分野で、高機能化や省エネルギー化に資する材料や素材の開発が重要になってきている。これら材料開発において、原子レベルでの原因究明ニーズを満たすには、高性能走査/透過型電子顕微鏡 (S/TEM)、エネルギー分散型分光法 (EDS)、エネルギー損失分光法 (EELS)、4D-STEM、Tomography、などの高度な計測評価技術から得られる情報が有益であるが、誰でも気軽に用いられる技術にまではまだ昇華されていない。例えばこれまでの電子顕微鏡では、計測、評価解析、試料作製それぞれのフェーズで様々な課題があり、これらを克服し高速な材料開発サイクルへとシフトする必要がある (図1)。

特に、計測のフェーズでは、地域、資本による制約や特殊技術の承継が困難、といった課題がこれまで存在したが、近年高速通信網が整備され、さらに Virtual Network Client や USB 仮想化環境を取り入れた実用的な遠隔操作システムを構築することで新しいスタイルの研究が可能となった (図2)。

2016 年頃に産総研つくばセンターで導入した電子顕微鏡遠隔操作システムは、大阪大学産業科学研究所 (産研) との共同研究や大学講義などの教育現場でも活用されている。一方 2023 年に AIST 中

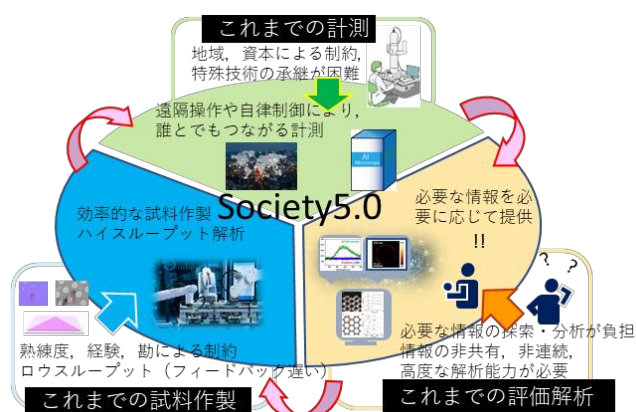


図1. Society 5.0 で目指す原子レベル計測評価技術。これまでの計測、評価解析、試料作製の技術課題を革新的技術開発により克服し、高速な材料開発サイクルを実現する。



図2. AIST 材料化学領域大規模ネットワークと大阪大学-AIST との電子顕微鏡遠隔操作

国センターに導入された電子顕微鏡は、経産省が推進する Material Process Innovation Platform (MPIP) を構築する装置群の一つである。天然由来のセルロースナノファイバー(CNF)材料の高機能化メカニズムの解明をはじめとして有機材料やポリマーの解析に特化した研究に利用され、遠隔操作を通じて高度な解析が利用できる環境が整備されている。

過去 2017 年に産総研はサイバー攻撃を受けてシステムが数ヶ月に渡り停止した<sup>[1]</sup>ため、情報セキュリティの担保が最優先される傾向がある。遠隔操作などの利便性を向上させる一方で、情報機器のセキュリティを確保するなど、運用上の課題も多く存在する。ゾーン導入などこれまでの教訓を活かし、研究におけるアクセルとブレーキを上手に使い分けた研究開発が今後益々重要となる。

[1] 産総研「[産総研の情報システムに対する不正なアクセスに関する報告](#)」(2018/7/20)

## 最新の収差補正走査透過型電子顕微鏡の遠隔操作とリモート観察

大多 亮<sup>A</sup>, 谷岡 隆志<sup>A</sup>, 横平 綾子<sup>A</sup>, 大久保 賢二<sup>A</sup>,  
坂口 紀史<sup>A,B</sup>, 中川 祐貴<sup>A,B</sup>, 渡辺 精一<sup>A,B</sup>, 柴山 環樹<sup>A,B</sup>  
北海道大学複合量子ビーム超高圧顕微解析研究室・遠隔操作 (デモ)<sup>A</sup>  
北海道大学大学院工学研究院<sup>B</sup>

### Remote operation and observation of Cs-corrected scanning transmission electron microscope

R. Ota<sup>A</sup>, T. Tanioka<sup>A</sup>, R. Yokohira<sup>A</sup>, K. Ohkubo<sup>A</sup>, N. Sakaguchi<sup>A,B</sup>, Y. Nakagawa<sup>A,B</sup>,  
S. Watanabe<sup>A,B</sup> and T. Shibayama<sup>A,B</sup>

<sup>A</sup>MQB-HVEM laboratory, Hokkaido University, <sup>B</sup>Faculty of Engineering, Hokkaido University

電子顕微鏡の遠隔操作やリモート観察は、放射性物質などの取り扱いが難しい物質の観察や高分解能観察で問題となる環境因子を取り除くため、コロナ禍前から様々な取り組みがなされていたが、初期費用が比較的高いことに加えてインターネットを経由した場合の遠隔操作の遅延やどのリモート観察のソフトを利用すれば遅延なく高精細に観察出来るかなど解決すべき問題は多かった。ところが、コロナ禍で在宅勤務とオンライン会議システムが一気に復旧したことにより、オンライン会議システムを利用するリモート観察は、在宅勤務やオンライン会議で使用している PC を流用すれば良く、遠隔操作システムも専用のシステムだけでなく装置の操作を司っている PC にリモートログインして遠隔操作することにより比較的容易に行えるようになった。しかしながら、遠隔操作には電子メールのウイルス対策のようなソフトが入っているとうまく動作しなかったりする問題もある。また、外部機関とインターネットを介して接続する場合は VPN (Virtual Private Network) 接続を構築する必要がある場合がある。しかし、VPN 接続を構築しても機関によってはネットワークセキュリティの関係から接続できない場合もあるので今後の検討課題である。

そこで、北海道大学の複合量子ビーム超高圧顕微解析研究室においてコロナ禍の文部科学省の支援事業で整備し、現在、本学のオープンファシリティ事業や文部科学省の ARIM 事業を通じて、学内外の研究者に広く利用していただいているオンライン会議ソフト (Cisco 社 Webex) を利用したリモート観察と電子顕微鏡室にいる人とのコミュニケーション並びに収差補正走査透過電子顕微鏡室にいるかのようにシンポジウム会場で遠隔操作 (FEI 社 Titan の専用システム) することを体験していただくことを企画しました。現在、遠隔操作やリモート観察の導入を検討している方だけでなく、リモート観察や遠隔操作が今後も広報活動や理科教育の一助となれば幸いです。



図 1. 光ケーブル通信の収差補正 STEM の操作室 (左)、遠隔操作可搬操作パネル (右)

**北海道の遠隔医療**  
**東 幸彦<sup>A</sup>**  
**北海道保健福祉部地域医療推進局長<sup>A</sup>**

**Telemedicine in Hokkaido**  
**Y. Azuma Senior Director<sup>A</sup>**

**<sup>A</sup>Department of Health and Welfare Bureau of Regional Medical Service Promotion ,  
Hokkaido Government**

全国を上回るスピードで人口減少や高齢化が進行する中、一人ひとりが豊かで安心して住み続けられる地域をつくっていくためには、人口構造や医療ニーズの変化を見据えつつ、それぞれの地域の医療課題に的確に対応し、将来にわたって持続可能な医療提供体制を構築していくことが重要です。

広大な面積を有し、医療資源の偏在が著しい本道では、限られた医療資源を有効に活用する観点から、がんや脳卒中といった疾病、救急や周産期医療などの事業及び在宅医療それぞれについて医療連携体制の構築を図ってきており、本年3月に策定した「北海道医療計画」では、医療分野のデジタル化の促進を図っていくため、遠隔医療の導入支援やICTを活用した医療機関の勤務環境改善、また、市町村・医療関係者の方々に対する医療Ma a Sなど先進事例の提供にも取り組むこととしております。

本講演では、遠隔医療の現状や取組等を紹介させていただきます。

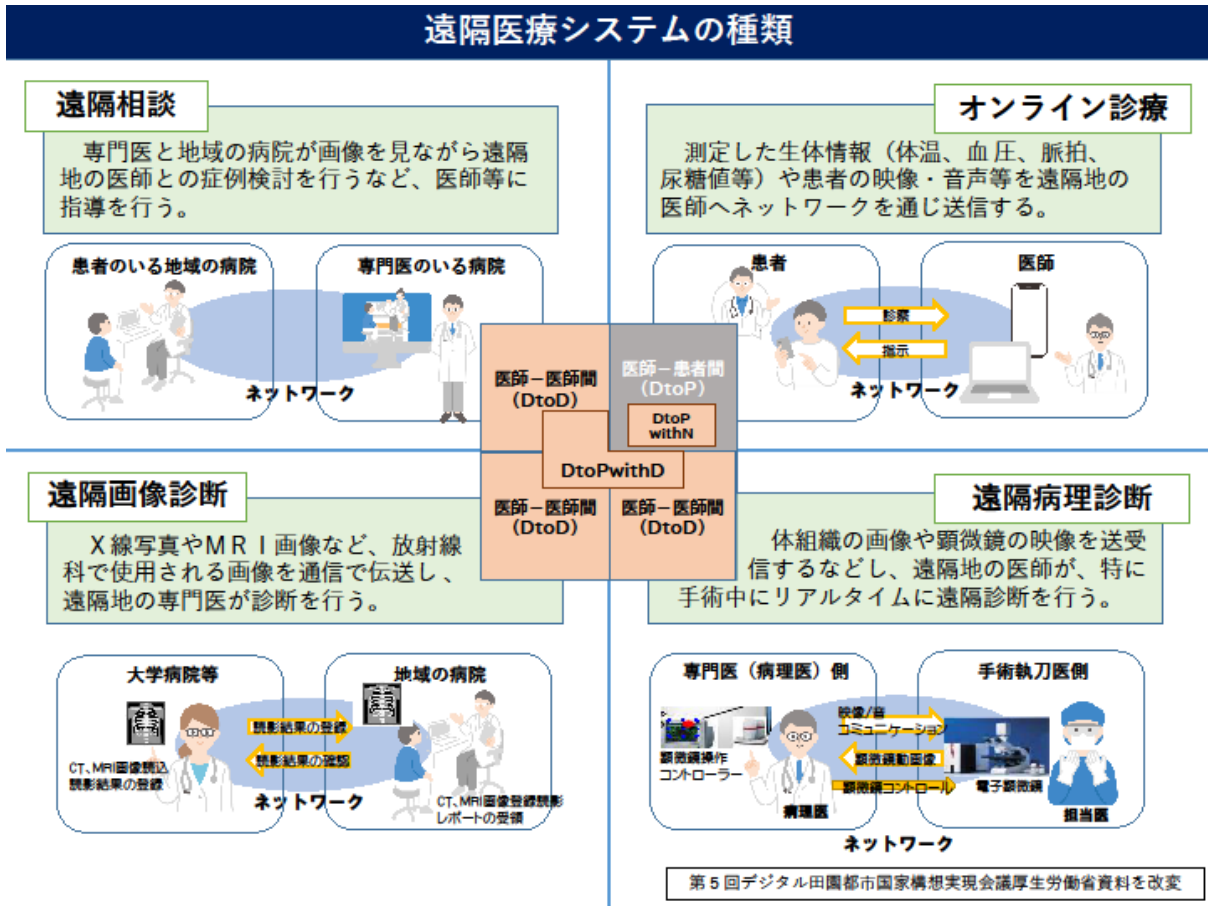
■遠隔医療の促進

現 状

- 遠隔医療は、様々な形態がありますが、令和2年10月1日現在、道内では、遠隔画像診断を74病院（病院全体の13.5%）、遠隔病理診断を9病院（同1.6%）が導入しています。また、診療所では、遠隔画像診断を60診療所（診療所全体の1.8%）、遠隔病理診断を11診療所（同0.3%）が導入しています。（図1参照）
- 本道は、面積が広大で、また、山間地や離島を有し、地域間で医療資源に格差があることから、へき地医療や在宅医療にとどまらず、少子高齢化が進行する中、地域で難病やてんかんなどの専門的な医療を確保する上で遠隔医療システムを活用した地域医療の確保が期待されています。
- 本道においては、医育大学や専門医のいる医療機関と地域の医療機関との間をネットワークで結び画像診断の支援が行われています。また、従来の遠隔画像診断や病理診断システムのような専門で高額な機器を整備せずともセキュアな通信が確保されたスマートフォン等アプリなどによって、安価にTV会議システムを導入できるようになっており、救急医療の場面ででの活用が増えています。
- 道においては、専門的な医療機関と地域の医療機関とを結ぶシステムの導入や専門医が地元かかりつけ医等に行う指導・助言（Dt o D）のほか、医療機関と在宅患者との間の遠隔医療に対する取組を支援しています。
- コロナ禍を経て、オンライン診療の拡大が図られ、へき地等における「医師が常駐しないオンライン診療のための診療所開設」の特例等、国による制度改正の動きがある中、医療Ma a S等、ICT技術を活用した新たな取組など、遠隔医療を取り巻く環境が大きく変化しており、適切な支援が必要となっています。

（「北海道医療計画（令和6年3月）」から関係部分を要約して抜粋）

図 1



公益社団法人 日本顕微鏡学会  
第 80 回 学術集会総会

抄録集

テーマ

ネットワークを用いた  
顕微鏡解析様式の方

会期 2024 年6月4 日(火)

会場 幕張メッセ D会場 (3F302)

# シンポジウム予稿集

### **S03 ネットワークを用いた顕微鏡解析様式の行方**

#### **Whereabouts the future of analysis by Network Tele-Microscopy**

**【オーガナイザー】 樋田一徳（川崎医科大学・大阪大学）**

**Kazunori Toida (Kawasaki Medical School・Osaka University)**

Recent advancement in digitalization, high-performance computers, artificial intelligence, and network technologies are developing day by day with unexpectedly amazing speed. Various microscopic analyses have been developed and possibilities have emerged. In this session, we will consider the diversity and future of "Network Tele-Microscopy", microscopic analyses using networks. Concretely, an operational practitioner will introduce the background and current status of network-based microscopy, a communication technology expert will explain the development and current status of next-generation communication technology and infrastructure, and a legal professional will give a lecture on social norms ethics for network-based microscopy. Finally, we would like to hold a panel discussion with the president of the society to deepen the discussion with the participants on the challenges of "Network Tele-Microscopy" and its further possibilities in the future.

コロナ禍を経た現代社会は、高度デジタル化、高性能コンピューター、人工知能、ネットワークの技術が日々進歩を遂げている。顕微鏡を用いた科学もその恩恵を受け、様々な解析の発展や可能性が出てきた。当セッションではネットワークを用いた顕微鏡的解析『Network Tele-Microscopy』について、運用実践者よりネットワークを用いた顕微鏡科学の背景と現状について紹介、通信技術専門家より次世代通信技術・インフラの開発と現状を解説、またネットワークを用いた顕微鏡科学における社会規範倫理について法務関係者より講演いただく。そして最後に学会会長を交えてパネルディスカッションを行い、『Network Tele-Microscopy』の課題と今後の更なる可能性を受講者と共に議論を深めたい。

#### **【キーワード】**

Network Tele-Microscopy、次世代通信技術、ネットワークインフラ、社会規範倫理

#### **【講演予定者】**

柴山環樹（北海道大学大学院工学研究院エネルギー・マテリアル融合領域研究センター）

田島佳武（日本電信電話株式会社研究開発マーケティング本部研究企画部門 IOWN 推進

室)

林 眞琴 (弁護士)

岡部繁男 (東京大学・公益社団法人日本顕微鏡学会会長)

**【発表構成】**

招待講演、パネルディスカッション

## ネットワークを用いた顕微鏡解析のこれまでと今後について The present activity and future perspective of microscopic analysis using internet

柴山環樹<sup>1, 2</sup>、中川祐貴<sup>1, 2</sup>、坂口紀史<sup>1, 2</sup>、渡辺精一<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>北海道大学大学院工学研究院, <sup>2</sup>北海道大学複合量子ビーム超高压顕微解析研究室  
Tamaki Shibayama<sup>1,2\*</sup>, Yuki Nakagawa<sup>1,2</sup>, Norihito Sakaguchi<sup>1,2</sup> and Seiichi Watanabe<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-8628, Japan

<sup>2</sup>Multi-Quantum Beam HVEM Laboratory, Hokkaido University, Sapporo, Hokkaido 060-8628, Japan

原子炉で重照射した試料を透過電子顕微鏡 (TEM) で観察する場合、誘導放射能の問題から TEM に試料を挿入した後、その場から離れて遠隔で操作し観察する方法の開発が望まれていた。また、1990年代に走査透過型電子顕微鏡 (STEM) を用いた革新的な観察方法が開発されたことに伴って、操作する人間の影響を排除できる遠隔操作の実現が望まれた。米国の情報スーパーハイウェイ構想も追い風となり、テネシー州のオークリッジ国立研究所 (ORNL) で TEM や STEM のネットワークを用いた顕微解析法 [1、2] が開発された。また、大阪大学の超高压電子顕微鏡 (H-3000) は、1MV を超える加速電圧のため、遠隔で操作する機構が予め備わっていたことから、世界で唯一の装置を国内外から遠隔操作する実験が行われた [3、4]。本講演では、ネットワークを用いた顕微解析に関して、創成期の海外事例や超高压電子顕微鏡を用いた事例や最近の取り組みなどを紹介し、これまでのネットワークを用いた顕微鏡解析を振り返るとともに今後について議論する。

[1] Morgan, Christopher, Don Pardoe, and Nancy Smith. "Toward a standard for remote microscope control systems." *Scanning: The Journal of Scanning Microscopies* **20.2** (1998): 110-116.

[2] Voelkl, E., et al. "Remote operation of electron microscopes." *Scanning* **19.4** (1997): 286-291.

[3] Takaoka, A., Yoshida, K., Mori, H., Hayashi, S., Young, S. J., & Ellisman, M. H.. "International telemicroscopy with a 3 MV ultrahigh voltage electron microscope." *Ultramicroscopy*, **83(1-2)**, (2000): 93-101.

[4] H. Mori et al., "A remote operation system for the 3MV electron microscope with a both-direction conversation capability," 2004 International Symposium on Applications and the Internet Workshops., Tokyo, Japan, 2004, pp. 608-610. 本研究は、北海道大学の学生や大学院生の協力と本学工学部・工学研究院の複合量子ビーム超高压顕微解析研究室の技術職員の支援によって行われました。また、科研費をはじめ様々な競争的資金やナノテクノロジープラットフォーム事業及び新共用事業 (MANBOU) と ARIM 事業の支援により実施することが出来ました。関係各位に感謝いたします。

**通信から挑む持続可能な社会の実現**  
**Achieving a Sustainable World with Communication Technology**

田島佳武<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本電信電話株式会社

Yoshitake Tajima<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NTT Corporation

IOWN では光技術を軸にネットワークとコンピューティングを刷新し持続可能でスマートな社会の実現を目指している。本講演では、これまでの限界の打破を目指す IOWN の提案に至った背景および概要を紹介した上で、さまざまなユースケースを提示し、次世代のネットワーク・コンピューティングインフラがもたらす価値、スマートな社会の実現に向けて IOWN が如何に貢献し得るかを説明するとともに、実ビジネスへの適用について紹介する。また、IOWN を推進する国際団体、IOWN Global Forum について、最新の活動状況も交えて紹介する。

**顕微鏡科学の発展と調和を期待して**  
**Hoping for the development and harmony of microscopic science**

林真琴  
弁護士  
Makoto Hayashi  
Lawer

急速に発展したネットワークは、現代社会における必須のインフラとなっており、よりスマートな社会の実現に向けて、科学や産業界に対する一般社会からの期待は大きい。今回の講演では、コンピューター、デジタル化、人工知能などの発展に基づくネットワークシステムにおける社会規範について提起する。科学技術と社会需要の調和を保ちつつ、顕微鏡科学の更なる発展を期待し、その行方について学会参加者共に考えたい。

# Network Tele-Microscopy : 現状、課題、今後の可能性

樋田 一徳<sup>A, B</sup>

川崎医科大解剖学<sup>A</sup>, 大阪大超高压電顕センター<sup>B</sup>

## Network Tele-Microscopy: Current situation, challenges, future possibilities

K. Toida<sup>A, B</sup>

<sup>A</sup> Kawasaki Medical School, <sup>B</sup> Research Center for Ultra-High Voltage Electron Microscopy

公益社団法人日本顕微鏡学会の新たな研究部会として『Network Tele-Microscopy 研究部会』の設立  
が 20 名の賛同者と共に申請され、その後理事会での承認を受け、2023 年度から正式に発足した。  
文末に列記する 20 名の共同申請者は研究部会幹事として部会の中心となり、今後の運営を担う。  
今般、同学会関東支部の招請を受け、『Network Tele-Microscopy 研究部会』の概要について講演の  
機会を得た。そこで研究部会設立の経緯と背景、「Network Tele-Microscopy」の現状、様々な課題、  
そして今後の可能性についての講演の概説を以下に紹介したい。

設立の経緯 :

大阪大学超高压電子顕微鏡センターは、共同利用施設として学内外・海外の研究者の利用を支援  
し共同研究を推進している。代表幹事・樋田も 2016 年度より客員教授として世界最高加速電圧 H-  
3000 を中心に利用している。その中で、2020 年からの COVID-19 感染拡大の影響で、いつ改善す  
るともわからない状況で我々は逡巡し悶々としていた。しかし研究の中断は避けなければならない。  
外部からの利用で焦眉の課題となった問題は、「電子顕微鏡内に入れる観察試料は送付できるが観  
察者が赴けない」ということである。これは世界中のどの大学・研究機関でも同じ状況であった。

一方パンデミックの状況は、距離を隔てたコミュニケーションの必要性和重要性が人々の共有す  
る課題となり、結果、インターネットを介したウェブ会議やウェブ講義が頻繁に行われるようになり、  
いわばネット・コミュニケーションは市民権を得た感がある。

このような状況下で、学会員はそれぞれ研究の継続と発展、特に遠隔地間での共同研究・共同利  
用の推進に思案を巡らし、独自の方法で課題を解決している情報が次第に共有されるようになり、  
それぞれの問題解決の現状と、さらなる課題、そしてこれを機に新たな可能性を共に考えて行こう  
という機運が生まれ、昨年(2022)の日本顕微鏡学会第 65 回シンポジウムにおいて「Network Tele-Microscopy」  
と題したセッションを組み、パンデミック化の顕微鏡遠隔利用の実際を紹介し、討論がなされた。  
それに関心を持たれた方々、そして研究部会幹事となる方々に筆者らが声をかけ、研究部会の設立  
に至った次第である。

背景と現状 :

遠隔で電子顕微鏡を操作するという試みは決して新しいことではない。今から 25 年前、日米間  
で衛星通信を用いた遠隔操作による同時解析が行われたことがある。具体的には日本の阪大・生理  
研の超高压電顕をアメリカの UC San Diego の研究者が遠隔操作をして観察するというものである。

筆者もその現場に居合わせた経験があり  
「Telectron Microscopy」と称していただろうか。  
確かに電顕を操作し、撮影画像が転送され、遠  
隔地で撮影できたが、転送時間と時差は汎用性  
への発展に大きな課題として立ちはだかった。  
当時は画像をフィルムで撮影しており、デジタ  
ルカメラの解像度と感度も、また画像処理する  
PC の能力も、現在のものとは全く比較できな  
いほど低かった。しかし、世界で唯一あるいは  
数台しかない高性能電子顕微鏡を、遠隔地や地  
方で共同利用できる将来の可能性に、心踊る高  
揚感を鮮明に覚えている。



今世紀に入り、PC、インターネット、スマートフォン、SNS、人工知能、デジタル静止画・動画解像度向上など、科学技術の進歩による社会コミュニケーションが急速に普及した。研究者あるいは企業によっては、個人・団体レベルで顕微鏡の遠隔操作、画像取得、処理、保守、修理などを遠隔で行うことができるようになってきている。それは研究のみならず、教育や医療の現場でも応用は目覚ましく迅速である。その中で起こったのが2019年末からのCOVID-19パンデミックである。

共同利用の妨げをいつまでも待っている訳も行かず、研究者は様々な工夫をしている。一例を挙げれば、筆者らがまず考えたのは既存の設備で行える簡便なウェブ会議ソフトによるPC画像共有である。これは大いに役立ったが本格的解析に難点があった。顕微鏡の解像度、試料移動の時間分解能に限度があり、これらを克服する必要がある、そして行き着いたのがTV会議システムを用いた高解像(4K)遠隔観察解析法である。(下図)これにより共同研究者は別の場所からもアクセス可能で、遠隔地間での複数の研究者による同時多元解析が可能となり、単に距離を克服するだけのものではなく、新たな価値が生まれ生産性向上に寄与した。さらに、この仕組みであれば、初心者も容易に参画できることも利点である。電子顕微鏡のみならずレーザー顕微鏡などの汎用機器の映像信号をキャプチャーし、ネットに載せる。観察者からもリモートデスクトップ機能などでinteractiveに参画できる。これは一例に過ぎず、研究者独自にデジタル技術を駆使し発展している。



映像信号をキャプチャーし、ネットに載せる。観察者からもリモートデスクトップ機能などでinteractiveに参画できる。これは一例に過ぎず、研究者独自にデジタル技術を駆使し発展している。

様々な課題：

以上のような利用の現状について、本年6月の日本顕微鏡学会第69回学術講演会に先立ち同会場で研究部会の第1回研究会が開催され、そこで紹介・討論がなされた。同時に様々な課題が提起され、これらの課題を10項目に整理し、その後メール審議によって3つの重点課題として再分類し、その重点課題の中で優先順位をつけて、年に3~4回の開催を予定する今後の研究会において集中的に討論を行うこととなっている。(右図)

今後の可能性：

機器性能のみならず、様々な科学分野の革新とソフトウェア、人工知能などの発展が目覚ましく、汎用の新規システム開発など今後の可能性は計り知れない。一方、技術の暴走も危惧され、研究者・科学者として、利用倫理も考えてゆかねばならない。

重点課題	① 通信技術 (ハード・ソフト)：NTT・NHK・医療・開発メーカー	② 組織運用 (システム化)：省庁・自治体・医療	③ 将来展望 (課題・応用・検証)：教育・法令
1) Networkを利用したMicroscopy：基礎・応用・理論・装置	○ (優先度1)	○ (優先度2)	
2) リモート操作(観察・撮影・解析・保守・修理)	○ (優先度1)	○ (優先度2)	
3) 遠隔地間利用の推進(共同研究・共同利用・データ共有・データ解析)	○ (優先度2)	○ (優先度1)	
4) データ通信技術	○ (優先度1)		
5) 情報セキュリティ			○
6) SNSを用いた応用		○ (優先度1)	○ (優先度2)
7) 倫理とコンプライアンス			○ (優先度1)
8) 人材育成と社会貢献：国際協力			○
9) ソフト・ハードの開発	○		
10) 映像フォーマット・コーデックの国際標準化	○		

この研究部会の研究会は学会事務局を介して全会員に周知され、より詳しい情報の希望者には、以下のメールアドレスに登録申し込みをいただければ、随時情報発信したい。なお、非会員で研究部会に関心のある方、研究会に参加希望の方は、以下の『Network Tele-Microscopy 研究部会』の20名の幹事を通じて、代表幹事に連絡いただきたい。より多くの関係各位の参加をお待ちしている。

幹事および事務局：

石丸雅大 (日本FEI株式会社)、市川聡 (大阪大学)、伊野家 浩司 (アメティック株式会社)、大島義文 (北陸先端科学技術大学)、奥西栄治 (日本電子株式会社)、加藤優太 (名古屋大学)、金子賢治 (九州大学)、清蔭恵美 (川崎医療福祉大学)、河野日出夫 (高知工科大学)、柴山環樹 (北海道大学)、陣内浩司 (東北大学)、藺村貴弘 (朝日大学)、竹田精治 (大阪大学)、田中亨 (カールツァイス株式会社)、谷口佳史 (株式会社日立ハイテクノロジーズ)、樋田一徳 (川崎医大：代表幹事)、永瀬丈嗣 (兵庫県立大学) 西竜治 (福井工業大学)、光岡薫 (大阪大学)、山崎順 (大阪大学) (以上幹事 50音順・敬称略)、山西治代 (川崎医大：事務局) 連絡先： [toida@med.kawasaki-m.ac.jp](mailto:toida@med.kawasaki-m.ac.jp)