

卓上顕微鏡を用いた 科学教育の振興支援活動

Support for Use of Desktop Microscopes in Science Education

荒里枝
Ara Satoe

安島 雅彦
Ajima Masahiko

Robert J. Gordon

寺田 大平
Terada Daihei

Martin Heid

株式会社日立ハイテクノロジーズが製造・販売する卓上顕微鏡「Miniscope」は、電子顕微鏡の分解能を備えつつ、光学顕微鏡の使いやすさを追求した電子顕微鏡である。従来の概念を覆す電子顕微鏡として、国内外において民間企業から官庁、病院、科学館、小・中学校などの教育機関まで多様な分野で活用されている。また、Miniscopeは、社会貢献活動の一環として、国内外の教育支援にも活用されている。子どもたちに「ミクロの世界」を体験する場を提供し、それが科学に対する興味を喚起するきっかけとなり、科学技術分野の人材育成の一助となることをめざしている。

1. はじめに

株式会社日立ハイテクノロジーズおよびそのグループ会社（以下、日立ハイテクグループと記す。）は、日立グループの社会貢献活動の理念・方針を基に、「科学教育の振興支援」、「地球環境保全」、「地域への貢献」の三つを注力分野として定め、社会貢献活動に取り組んでいる。中でも、科学教育の振興支援は、「ハイテク・ソリューションによる価値創造」を基本理念とし、科学技術を事業基盤とする日立ハイテクグループが、理化学機器をはじめとした製品や技術を最大限に生かせる分野である。

昨今、わが国では青少年の「科学技術離れ」、「理科離れ」が指摘されている。OECD（Organisation for Economic Co-operation and Development：経済協力開発機構）やIEA（International Association for the Evaluation of Educational Achievement：国際教育到達度評価学会）が実施した国際比較調査では、児童・生徒の理科の成績は上位に位置しているものの、「理科が好き」とする者の割合は低レベルに位置している。また、2012年4月に文部科学省が小・中学生に対して実施した全国学力・学習状況調査（全国学力テスト）においても、「理科離れ」の実態が得点の分析や質問調査から裏付けられた。これら青少年の「理

科離れ」の状況は、将来の産業を担う人材の育成にも影響し、もはや日本だけでなく先進国共通の重要な課題である。

このような中、わが国では「科学技術創造立国」を実現するため、2002年度から文部科学省が「科学技術・理科大好きプラン」と銘打ったさまざまな取り組みを開始している。

日立ハイテクノロジーズは、卓上顕微鏡「Miniscope」の開発により、将来の技術者たり得る子どもたちが科学に興味を持つきっかけの場を提供し、「理科離れ」の防止に貢献している。

ここでは、卓上顕微鏡を用いて日立ハイテクグループが取り組む科学教育の振興支援活動について述べる。

2. 卓上顕微鏡「Miniscope」の概要

Miniscopeは、ナノテクノロジーやバイオテクノロジー分野をはじめ、あらゆる産業分野の研究開発、品質管理などで使用される電子顕微鏡を製造・販売している日立ハイテクノロジーズが、「最先端の顕微鏡を、もっと使いやすく、もっと身近に」をテーマに2005年4月に販売を開始した電子顕微鏡である。

従来の電子顕微鏡は、高分解能・高解像度を有して材料解析などに威力を発揮する²⁾一方、試料の前処理に相応の手間を要するなど、光学顕微鏡のように誰でも気軽に扱えるものではなかった。Miniscopeは、光学顕微鏡の倍率を超える最大倍率30,000倍を実現し、従来であれば約20分かかかる起動時間を約3分に短縮している。また、連続通電不要の省エネルギー設計であり、表面観察、通常観察、高輝度観察の三つの観察条件に対応するとともに、オートスタート、オートフォーカス、オート輝度などの自動調整機能も備えている。さらに、イメージシフト機能や操作ボタンなどにより、操作を容易にしている。



図1 | 卓上顕微鏡Miniscope TM3000
卓上サイズの電子顕微鏡であるため、設置場所の制約が少ない。

光学顕微鏡に比べて高い倍率で焦点深度の深い立体的な画像が得られることから、食品、バイオ、半導体、エレクトロニクスなど、多岐にわたる分野で幅広く利用されている。また、初めて装置に触れた人でもすぐに使えるため、学校や科学館などの教育用途にも活用されている。

2010年に出荷を開始したMiniscope TM3000の主な特徴は、以下のとおりである。

(1) コンパクトな卓上サイズで設置が簡単

装置サイズがコンパクトなうえ、一般的なAC (Alternating Current) 100 Vコンセント (3P) につなぐだけで稼働できるため、設置場所の制約が少ない(図1参照)。

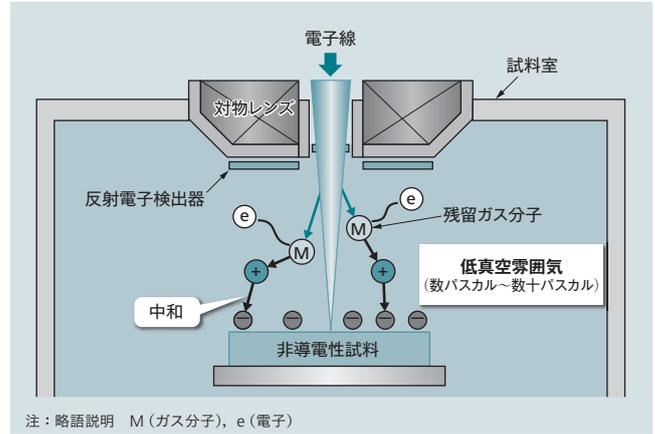
一般的な(汎用的な)走査電子顕微鏡では、細く絞った電子線を作るために、電磁コイルを用いたコンデンサレンズを採用している。TM3000では、軽量化・省電力化を図るため、永久磁石を用いたコンデンサレンズを採用している。制御部の直流電源は、汎用の走査電子顕微鏡に用いられている大型のトランスを使った電源ではなく、新たに開発したトランスを用いない小型の電源とすることで重量を抑え、卓上に置ける装置サイズを実現した。真空ポンプも小型でオイルを使わないドライポンプを採用し、環境に配慮している。

(2) 絶縁試料もそのまま観察

走査電子顕微鏡は、高真空環境で試料に電子を照射して得られる二次電子や反射電子信号を画像化する。しかし、導電性のない試料の場合は、高真空化では照射電子が滞留する「帯電」現象が発生して画像ノイズの原因になり、鮮明な画像を得ることができない。これを防ぐため、通常、試料表面に金属蒸着などの前処理を行う。TM3000では、低真空環境で観察する方式を採用して帯電を抑えているため、試料に前処理をしなくても画像を観察できる(図2参照)。

(3) 簡単操作

PC (Personal Computer) と装置本体をUSB (Universal



注：略語説明 M (ガス分子), e (電子)

図2 | 低真空観察の原理

試料室の真空を低下させると残留ガス分子の数は増えるが、このガス分子が電子と衝突することによってイオン化され、プラスイオンとなって試料表面に到達し、帯電を中和する。

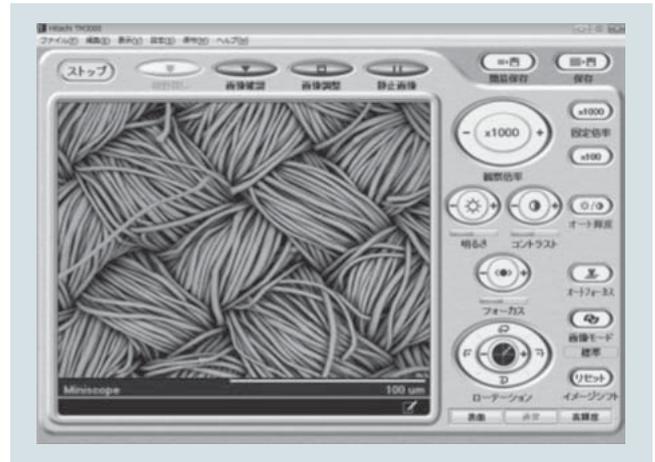


図3 | 卓上顕微鏡Miniscope TM3000の操作画面

画面は直感的で分かりやすく設計されており、ワンタッチで調整するオート機能の充実によって操作がしやすく、倍率変更もスムーズにできる。

Serial Bus) 接続だけで動作させる技術を開発し、操作画面はデジタルカメラのパネルをモチーフとした直感的で分かりやすい画面設計にした(図3参照)。また、より使い勝手をよくするために、焦点や画像の明るさをワンタッチで調整するオート機能のスピードや精度を向上させ、初めて使う人でも簡単に画像出しができるようにしている。

(4) 元素分析機能 (オプション)

X線元素分析システムを構築できるため、試料の拡大観察だけでなく、試料中の含有元素を調べることもできる。観察と同様に、元素分析も試料の前処理をせずにそのまま行うことができる(図4参照)。

3. 卓上顕微鏡による各活動の概要

日立ハイテックグループは、1990年代から施設内の走査電子顕微鏡などを用いて、子どもたちが「ミクロの世界」を体験する場を提供してきた。Miniscope発売後は、そのコンパクトな仕様を生かし、活動の場を社外にも広げている。

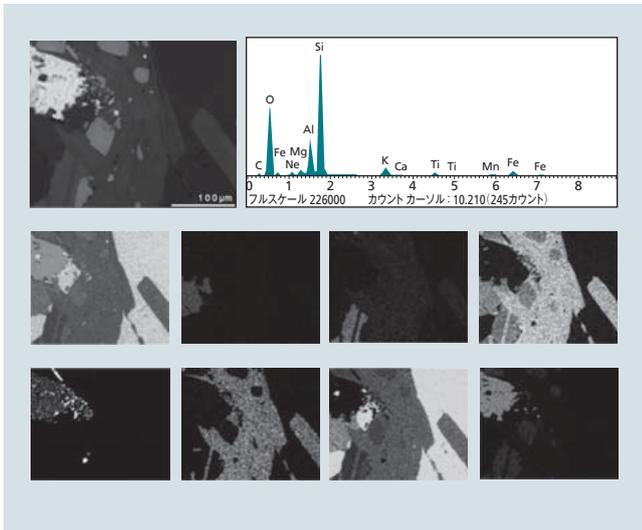


図4 岩石試料の元素分析例(元素スペクトルと元素分布マッピングデータ)
試料中の含有元素の分析も前処理なしで行うことができる。

3.1 教育機関などへの貸し出し

2008年から、子どもたちが科学に親しめるような独自の教育プログラムを積極的に企画・運営している機関に対し、その活動を支援するため、Miniscopeの貸し出しを開始した。

2013年1月現在、国内4か所(日本科学未来館、出雲科学館、名古屋大学博物館、応用物理学会)において、Miniscopeを用いた定期的な電子顕微鏡体験イベントが開催されている(図5参照)。一例として、出雲科学館では、文部科学省が指定する高等学校(SSH: Super Science High Schools)を中心に、科学・理科教育の充実および発展に意欲的な学校にMiniscopeを巡回設置し、体験学習を実施している。

2013年2月までの各機関の活動への参加者は延べ16,000名以上に上り、電子顕微鏡体験イベントを介して科学のおもしろさを体験している。



図5 | 名古屋大学博物館に設置された卓上顕微鏡Miniscope
日立ハイテックグループは、Miniscopeの貸し出しによる理科教育支援活動を実施している。

表1 | 2012年度に実施したイベント

日本科学未来館、出雲科学館、名古屋大学博物館、応用物理学会で、Miniscopeを用いた電子顕微鏡体験イベントを開催した。

貸し出し先機関	イベント内容	参加・来場者数
日本科学未来館	「ハイスピードカメラと電子顕微鏡」ほか	353名
出雲科学館	SSHなどへの巡回設置	1,098名
名古屋大学博物館	「ミクロの探検隊*」ほか	195名
応用物理学会	「楽しく学べる科学のフシギ」ほか	1,087名

注: 略語説明ほか SSH (Super Science High Schools)
*ミクロの探検隊は、国立大学法人名古屋大学の登録商標である。

2012年度に実施された主なイベントの内容と参加・来場者数(概算)を表1に示す。

3.2 ラジオ番組イベントでの体験学習の開催

科学教育の振興支援活動の一つとして、日立ハイテックグループは、2006年10月から小学生向けラジオ番組「大村正樹のサイエンスキッズ」(文化放送)を提供している。毎回テーマを決め、子どもたちのさまざまな「不思議」を解き明かしていくサイエンス番組である。

同番組では、聴取者である小学生と直接的なコミュニケーションを図るため、毎年の夏休みに公開録音イベントを開催しており、イベント会場にMiniscopeの体験コーナーを設けている(図6参照)。

子どもたちは、身の回りにある日用品、雑貨、繊維やプラスチック、植物、昆虫など、観察したいものを会場に持ち寄り、日立ハイテックグループの従業員による指導の下、みずからMiniscopeを操作して観察する。また、後日、観察した顕微鏡画像を使って「電子顕微鏡写真コンテスト」を実施するなど、ミクロの世界がさらに身近に感じられるような工夫をしている。

毎回の参加者のアンケートでは、初めて電子顕微鏡に触れた喜びや高解像度の画像に対する驚きの声が多数寄せられている。



図6 | イベントでの体験コーナー
小学生を対象としたラジオ番組「サイエンスキッズ」(文化放送)を提供し、子どもたちの科学への好奇心を育む活動を行っている。

3.3 米国STEM教育プログラムへの参画

日立ハイテクノロジーズアメリカ会社（以下、HTAと記す。）は、米国のオバマ大統領によって提唱されているSTEM（Science, Technology, Engineering, Mathematics：科学、技術、工学、数学）教育の振興に協力している。STEM教育は米国の国力向上のため、科学技術分野の人材育成施策として進められている。

2011年、STEM教育を推進するため設立された非営利団体「CTEq」（Change the Equation）に日立製作所が参加した。HTAは日立グループの一員として、CTEqが開催する学校や科学館向けイベントにMiniscopeの貸し出しやデモンストレーションを実施している。現在、貸し出し用のMiniscopeは、HTAの販売代理店を含めて17台用意されており、毎日5台から15台が稼働している。2011年9月から2013年1月までにHTAが実施した教育支援活動は、全米で110か所以上に上った（図7、図8参照）。

また、HTAは、教育機関で生徒を指導する教員を対象としたセミナーやワークショップも実施し、啓発活動を



図7 | 米国での教育支援活動実績（2011年9月～2013年1月）

日立ハイテクノロジーズアメリカ会社は、教育支援活動としてMiniscopeの貸し出しやデモンストレーションを実施しており、すでに110か所以上の実績がある。



図8 | テキサス州ダラスで実施された理科教育イベント

米国の非営利団体「CTEq」（Change the Equation）が開催する学校や科学館で行われるイベントにおいて、Miniscopeの貸し出しやデモンストレーションを実施している。

行っている。Miniscopeの操作方法、実施プログラムの成功事例や課題、STEM教育に関するデータやトピックスなどを紹介し、今後の授業やプログラムづくりのアドバイスをしている。

さらに、2012年8月にはSTEM教育用Webサイトを公開した。STEM教育に関する情報が掲載されるほか、Miniscopeを利用した学習モジュールや教育ツールの提供、教員どうしの情報交換やアドバイスなど、後方支援のツールとして役立てていく予定である。

3.4 その他の活動

欧州では、日立ハイテクノロジーズヨーロッパ会社（以下、HTEと記す。）が、ドイツ連邦教育研究省が2010年に開始した「ナノトラック（nanoTruck）」プロジェクトを支援している（図9参照）。

これは、小規模な実験装置や科学関連の展示品などを積み込んだ「ナノトラック」というトレーラーで、ドイツ各地の学校や大学、団体を訪問し、一般市民向けにナノテクノロジーが日常生活とどのように関わっているかを紹介するプロジェクトである。先進テクノロジーへの関心を高め、自然科学を学びたいと思う人々を増やし、また、ナノテクノロジーについての不安や誤解を取り除くことを目的としている。

このプロジェクトに賛同したHTEは、Miniscopeをプロジェクトに無償で貸し出しし、プロジェクト管理者と協力しながら、トレーラーが国内各所を移動してもMiniscopeの性能が損なわれないような設置方法を模索し、車中でも「ナノワールド」の世界を体験できる環境を整えた。気軽に「ナノワールド」の世界を体験できるMiniscopeはナノトラック内の展示物の中でも人気が高く、多くの人に感動を与えている。なお、HTEでは、英国の大英博物館や自然史博物館への貸し出しも行っている。

Miniscopeを製造する茨城県那珂地区においては、科学教育の振興支援に加えて、地域貢献活動として、地元の小



図9 | 卓上顕微鏡Miniscopeが搭載された「ナノトラック」

日立ハイテクノロジーズヨーロッパ会社は、ドイツ連邦教育研究省が主催する「ナノトラック」プロジェクトを支援し、Miniscopeを提供している。



図10 | 小学校での理科教室

Miniscopeを製造している茨城県那珂地区では、地域貢献活動として、小学校で理科教室を開催している。

学校で理科教室を開催している(図10参照)。2012年12月に実施した理科教室では、設計部門の社員が講師となって光学顕微鏡と電子顕微鏡の違いを説明し、生徒は実際に顕微鏡を操作しながら、アリの目や触角、髪の毛などを観察した。電子顕微鏡画像に驚きの声を上げる子どもたちの反応を直接感じることができる理科教室は、設計担当者が顕微鏡観察のおもしろさを再確認する場にもなった。

このほか、外部イベントなどからの協力依頼にも対応している。2011年9月には、英国の公的な国際文化交流機関であるブリティッシュ・カウンシルなどが主催する「英国科学実験講座」に協力し、Miniscopeの貸し出しおよび当日のオペレーションを東京大学で行った(図11参照)。この講座は、英国王立研究所が開催する科学実験講座を日本に紹介し、科学の楽しさ、おもしろさを知ってもらいながら、21世紀を担う青少年の健全な育成に寄与することを目的としている。当日は、ロンドン大学の技術・工学科材料科学研究所長であるマーク ミオドニック教授による

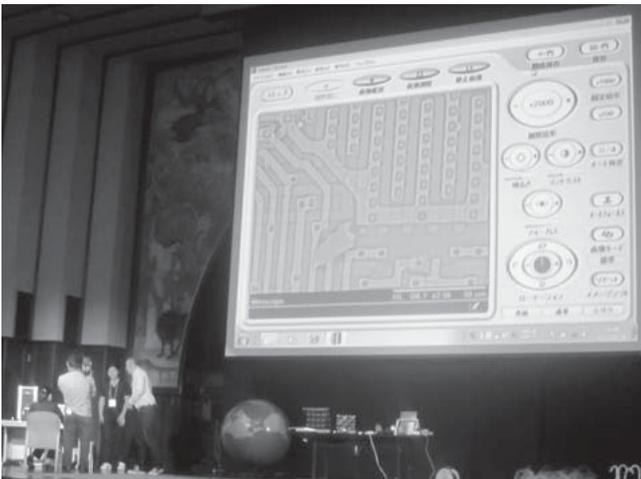


図11 | 英国科学実験講座

2011年9月に東京大学で行われた「英国科学実験講座」(ブリティッシュ・カウンシルなどが主催)に協力し、Miniscopeの貸し出しおよび当日のオペレーションを行った。

デモンストレーションや聴講者参加の実験の中でMiniscopeが使われ、微細な電子顕微鏡画像がスクリーンに映し出された。

2012年9月には、東北・日立グループが主催する東北復興支援巡回イベント「東北みらいづくり DAY with Hitachi in 気仙沼」において、Miniscope体験コーナーとラジオ公開録音を開催し、被災地域の子どもたちと触れ合う機会を得ることができた。

4. おわりに

ここでは、卓上顕微鏡を用いて日立ハイテクグループが取り組む科学教育の振興支援活動について述べた。

「ミクロの世界」を体験する場を提供するという取り組みは、子どもたちが科学を身近に感じるきっかけとなり、将来的にハイテク技術を進歩・発展させる人材育成につながる可能性がある。このような日立ハイテクグループの事業特性を生かした貢献を続けることで、「企業市民」としての社会的責任を果たしていく。

参考文献

- 1) 文部科学省、平成15年度文部科学白書(2004.2)
- 2) 赤津、外：微細計測への挑戦—走査電子顕微鏡「SU9000」—、日立評論、94、2、174~177(2012.2)

執筆者紹介



荒里 枝

1990年日立製業株式会社入社、株式会社日立ハイテクノロジーズ CSR本部 法務・CSR部 所属
現在、CSR推進業務に従事



安島 雅彦

1989年日立那珂精密株式会社入社、株式会社日立ハイテクノロジーズ 科学・医用システム事業統括本部 科学・医用システム設計開発本部 先端解析システム設計部 所属
現在、W-SEMの設計開発に従事



Robert J. Gordon

1979年アメリカ日立製業会社入社、日立ハイテクノロジーズアメリカ会社 シニア・エグゼクティブ
現在、米国・中南米における卓上顕微鏡のマーケティングに従事



寺田 大平

1994年株式会社日立サイエンス入社、株式会社日立ハイテクノロジーズ 科学・医用システム事業統括本部 事業戦略本部 事業管理部 所属
現在、「理科離れ」防止に関する社会貢献活動(理科教育支援)に従事



Martin Heid

1999年ドイツ日立製業会社入社、日立ハイテクノロジーズヨーロッパ会社 所属
現在、ドイツ語圏(ドイツ・スイス・オーストリア)向けの電子顕微鏡の販売に従事