

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：ソフトマターの分子・原子レベルでの観察を可能にする低加速高感度電子顕微鏡開発

2. 研究代表者：末永 和知（産業技術総合研究所ナノチューブ応用研究センター 研究チーム長）

### 3. 研究概要

有機高分子・生体高分子などのソフトマターの直接観察をめざした低加速高感度電子顕微鏡を開発することを目的とする。特に低加速領域で対物レンズの球面収差と色収差を補正する実用レベルの装置を開発し、世界最高の性能を実現する。

### 4. 中間報告結果

#### 4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

本研究では、現状において、低加速電子顕微鏡というこれまで難しいと考えられていた領域で十分に高い分解能が得られる装置を世界に先駆けて新しく開発している点は高く評価される。また、それを用いて炭素ナノチューブ材料周辺で国際的にも非常にインパクトのある科学的成果が得られており、また、今後の計画も新しい実験結果が十分期待できるものであり、プロジェクトのさらなる発展が期待できる。

実験データとして、60kV 加速で 0.1nm の分解能を記録し、またフラワーレン観察において、ダメージが当初予想していたよりも改良されたことは、科学的、技術的にインパクトのある結果であり、重要度の高い成果であると思われる。

プロジェクトのこれまでの進捗状況は順調であり、予想以上の成果が得られており、またその発展に対する計画も十分であると考えられる。したがって研究の方向性は優れていると認識される。また研究実施体制に関しても良く機能している。また研究費に関しても妥当な配分が行われうまく機能していると考えられる。

#### 4-2. 今後の研究に向けて

今後は、30kV での観察データの有効例の多数の蓄積と、実用レベルに近い色収差補正装置の完成による 30kV およびさらに低加速での観察例と、さらには本題の目的である各種の高分子材料の観察例の発表が望まれる。いずれにしても本装置開発とそれを用いた観察データの早い時期での国際ジャーナルへの発表によって、従来研究では十分でなかった、最初の国際雑誌発表成果と国際先取権の獲得が極めて重要である。また、このプロジェクトにおいて研究代表者のリーダーシップが若干見えにくい状態であることは改良の余地がある。

#### 4-3. 総合評価

本プロジェクトでは、装置面では 60kV 低加速高分解能電子顕微鏡を実用レベルで実現し、30kV 観察に目途を立て、また国産のユニークな色収差(Cc)補正法を開発しつつある。装置を利用した測定面では、60kV でカーボンナノチューブ系材料を観察し、ダメージが大幅に低減したことを確認し、さらに Ca 単原子の元素分析と物理状態分析にも成功した。得られた成果は Nature Chemistry などの雑誌に掲載されるなど、装置開発面とその応用面どちらも順調に進捗している。論文発表、招待講演の数、その質ともに高いレベルにあり、報道発表など成果の社会へのアピールも行われている。今後、色収差補正技術を実用レベルで完成し、30kV、さらに低加速の電子顕微鏡観察を進め、低加速、低ダメージの利点をさらに強調することで、多くの研究者が注目するインパクトのある成果が得られることは明らかである。戦略目標への貢献、成果のインパクト性は十分に期待できる。低加速電圧電子顕微鏡は日本の電顕業界の世界シェアの巻き返しに大きく貢献する可能性があり、その社会的意義も大きい。ただ、観察試料面では炭素ナノ材料試料に拘泥することなく、研究課題にあるソフトマターとして多くの人が納得するターゲットを見つけることができるかが今後の大きな課題として残っている。