

## 研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 戦略テーマ重点タイプ

### 令和2年度事後評価結果

#### 1. 研究課題名：

電子線検出によるイオン分布のナノイメージセンシングシステム

#### 2. プロジェクトリーダー：川田 善正（静岡大学 教授）

#### 3. 研究概要

イオン感応膜の電荷検出に集束電子線を用いることにより、ナノスケールの分解能を実現するとともに、細胞の単一イオンチャンネルをイメージング可能なイオンセンサシステムを実現することを目指す。本システムでは、集束電子線を用いるためナノメートルスケールの空間分解能を実現することが可能であり、センサの加工限界などの制限を受けないため、飛躍的な空間分解能の向上が期待できる。

#### 4. 事後評価結果

##### 4-1 研究開発の目標達成度と成果

集束電子線を用いた新しいイオンイメージセンサの開発を目指し、電子線照射システムの開発、センサ構造の設計・製作、pH 応答性の基礎評価などを行った。また、性能検証用の細胞膜モデルとしての脂質二重膜の形成と相分離構造の製作、細胞膜中のイオンチャンネル蛋白質の観察などを並行して進めた。電子線照射システムの開発はセンサ基板破損時の安全機構を含め順調に進められ、概ね目標を達成した。イオンイメージセンサデバイスについては、電子線照射実験により pH 変化に応じた信号の検出を確認し、レジストパターンのエッジを用いた評価により空間分解能の向上を図った。結果としては当初目標の空間分解能の達成には至らなかったものの、独創的な測定原理に基づく技術を追究してきた意義は評価できる。イオンセンサ基板の最適化とイオン濃度検出に及ぼす支配要因の明確化が今後の課題である。

##### 4-2 新産業及び新事業創出の可能性

本技術の応用分野として生細胞の単一イオンチャンネルのイメージングを目標として研究を進めてきたが、人工の脂質二重膜中および生細胞表面のイオンチャンネル蛋白質のイメージングは達成されていない。技術課題を整理して研究開発を継続し、30nm の空間分解能が実現されれば、生きた細胞の単一イオンチャンネルでのイオン挙動を直接観察可能なシステムとして、材料科学、生命科学などの分野で新たな知見が得られることが期待される。また、真空／常圧、電子線／バイオなどの境界領域を含む技術であるため、既存の技術分野の融合が進むと考えられる。

#### 4-3 総合評価

##### 総合評価 A

本技術は、画素サイズなどの微細加工技術による制限がないため、空間分解能の飛躍的向上が見込まれ、ナノレベルでイオンイメージングを実現可能な技術として期待される。今後は基板の形状、膜厚などの構造パラメータ、及び周波数、電圧などの動作条件の最適化を行うとともに、本技術の効果を検証しやすい対象により評価を行い、有効性が検証されることを期待する。本システムは基礎研究に有効なツールになると考えられる一方、具体的な製品イメージとその応用を明確化し、この技術の活用分野を開拓して新たな産業創出へと繋げることを期待する。

以上