

## SICORP 日本-EU

### 「希少元素代替材料」分野 研究課題 事後評価結果

#### 1. 共同研究課題名

「単層カーボンナノチューブ薄膜によるインジウム代替 (IRENA)」

#### 2. 日本-EU 研究代表者名 (研究機関名・職名は研究期間終了時点):

日本側研究代表者 東京大学大学院工学系研究科 教授 丸山 茂夫

EU 側研究代表者 アールト大学応用物理学科 教授 エスコ・カウピネン

#### 3. 研究実施概要

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)からなる透明導電膜を作製し、ディスプレイやタッチセンサに用いられる希少元素インジウムを含む酸化物を代替する材料開発を目的とする。分子動力学法による CNT 成長モデルの構築と成長シミュレーションを実現することにより、成長メカニズムの深い理解を得て、欠陥構造のない単層 CNT 作製を高度化する。半導体 CNT と金属 CNT を安価かつ大量に分離する手法にも注力し、半導体 CNT の大量分離法開発を行う。ワンステップ転写による微細パターンニング技術を用いた透明導電膜の高性能化を目指すものである。

#### 4. 事後評価結果

##### 4-1. 研究の達成状況及び得られた研究成果

(論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況を含む)

分子動力学法による CNT 成長モデルの構築に基づき、単層 CNT の成長機構に関する深い理解を得ることに成功し、基礎学術的な貢献のみならず CNT 材料や薄膜デバイスの大量製造に繋がる重要な知見を得ている。半導体 CNT を高速かつ大量に分離できる新規分離技術を見出しており、高く評価できる。シート抵抗が低く、透過率の高いカーボンナノチューブ透明導電膜の作製にも成功しており、デバイス作製に向けて大きな進歩を成し遂げている。ワンステップの印刷転写法を用いて静電容量型タッチセンサを実現している。高純度半導体 CNT を用いて高電流密度の TFT をも実現している。CNT 薄膜を正孔輸送層として用いることによりペロブスカイト型太陽電池の高効率化も実現するなど当初の想定を超える成果も得ている。日本 EU の共著論文 11 報に加え日本側 EU 側それぞれが発表した論文を含めると、合わせて 86 報となり、極めて高いレベルの成果発信も行った。

##### 4-2. 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、わが国の科学技術力強化への貢献

CNT のデバイス応用に向けてナノチューブ成長機構解明、半導性 CNT の大量分離技術、低シート抵抗かつ高光透過率の導電膜などデバイス応用に向けた重

要な科学技術上の進歩であると言える。ディスプレイやタッチセンサの利用は今後も益々増えることが予想され、実用後の社会へのインパクトも大きく、重要な成果が得られている。日本側による CNT 成長機構解明と成長制御、材料創製や薄膜デバイス作製に対し、EU 側が気相合成法における CNT の成長制御、その場観察による成長機構解明研究などを展開し、相互補完的に取り組むことで、基礎的理解に基づいた薄膜・デバイスの性能・信頼性向上に至っており、これらの知見は我が国の科学技術力強化に非常に有効であると判断できる。

日本EU間の協力が有効に機能していることから、何らかの形でこの枠組みを継続発展させ、世界トップレベルの研究をさらに発展させることを期待したい。