

細胞培養シート内に CNT を使った電気の通路の作製に成功 -40 倍の異方性導電を実現し、高効率な細胞培養が可能に-

【研究概要】

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR) のアハディアン助手、ラモン・アスコン助教、末永智一主任研究者、カテムホッセイニ主任研究者らの研究グループは、細胞培養の足場となるハイドロゲルシートにおいて、底面に対して垂直方向にカーボンナノチューブ (CNT) を配列化させる技術を開発し、水平方向と比べて約 40 倍の導電率を実現することに成功しました。これは、ハイドロゲル底面にある電極と上面との間に、CNT によって電気の通路ができたことが原因と考えられ、このハイドロゲルを筋細胞の電気培養に応用したところ、より効率的な筋細胞の分化・成熟が可能となりました。この技術は、再生医療やバイオセンサーなど幅広い用途への応用が期待できます。

上記の研究成果は、2014年3月19日（現地時間）に Scientific Reports オンライン版に掲載されました。

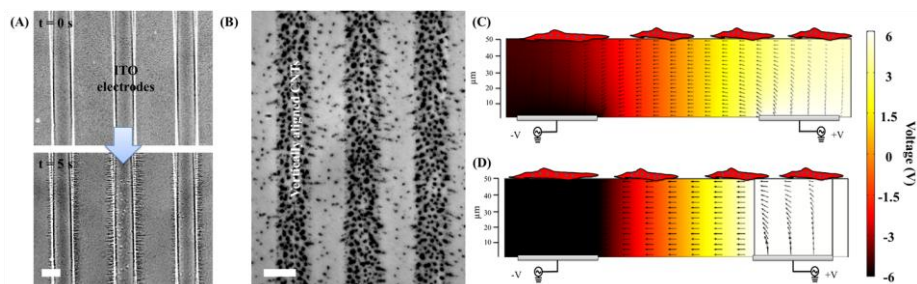


図1 誘電泳動を応用した CNT 垂直配列化ハイドロゲルシートの作製法。(A) 誘電泳動力を印加する前後の CNT の画像。(B) ハイドロゲルシートに対し垂直に配列化した CNT の写真。(C, D) 筋細胞をハイドロゲルシート上に配置した場合の電場のシミュレーション結果。各位置の電圧を色表示し、矢印により電流密度を表した。2本の電極間に電圧を印加した場合に、CNT 垂直配列化ハイドロゲルシート (D) の場合は、ハイドロゲルシート単体 (C) と比べて、ゲル上に位置する筋細胞近傍の電流密度が増大した。A, B 図中のスケールは 50 μm 。

【本件に関する問い合わせ先】

(研究内容について)

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 教授 末永智一(マツエ トモカズ)
東北大学大学院環境科学研究科 准教授 珠玖 仁(シク ヒトシ) TEL: 022-795-6167

(報道担当)

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 広報・アウトリーチオフィス 中道康文 TEL: 022-217-6146

【研究の背景】

再生医療や組織工学を支える技術として、立体的に細胞 - 細胞間接着、細胞 - マトリクス間接着を促す足場材料の開発が重要性を増しています。中でも、生体適合性を持ち、水分子を大量に含む水ゲルを用いて、細胞結合性の生体分子や光架橋性分子^(*)を複合化した多機能性バイオマテリアルの開発が盛んに行われています。研究グループはこれまでに、ゼラチンメタクリレート (GelMA) ハイドロゲルとカーボンナノチューブ (CNT) を組み合わせたハイブリッド材料を提案し、既存のハイドロゲルに比べ導電性と機械強度に優れた足場材料の開発を行ってきました。本研究では足場材料中に電気の通り道を作ることにより、電極と筋細胞間の接続を改善できると考え、GelMA ハイドロゲルシート中に CNT を垂直方向に並べることを試みました。

【研究の内容】

本研究グループは、誘電泳動を応用して、ゼラチンメタクリレート (GelMA) ハイドロゲルにカーボンナノチューブ (CNT) を垂直に並べる技術を考案しました。酸化インジウムスズ (ITO) でできた板状透明電極とバンド状透明電極の間に GelMA ハイドロゲル前駆体と CNT を導入し、垂直方向に電場をかけると、ITO 電極にそって生ずる誘電泳動力^(**)により CNT が垂直方向に配列化します。その状態のまま紫外光を照射して、ゲルを光架橋させて固定化することにより、CNT 垂直配列化ハイドロゲルシートを作製しました。この CNT-GelMA ハイドロゲルハイブリッド材料の導電率を測定したところ、ゲルの垂直方向では水平方向と比べて約 40 倍高いことが分かりました。さらに、従来のハイドロゲルシート単体や CNT の配向がランダムな CNT 含有ハイドロゲルシートと比べて機械強度も優れていることが分かりました。

導電率の上昇に伴って細胞培養の効率が上がっているかを確認するために、筋細胞の 1 種である筋芽細胞 (C2C12) を CNT 垂直配列化ハイドロゲルシート上で培養し電気刺激を与えると、従来法に比べ多くの筋管細胞を得ることに成功しました。

【今後の展開】

我々が開発した CNT-ハイドロゲルハイブリッド材料は、筋細胞などの分化・成熟培養工程など、電気培養が必要となるプロセスでの応用が期待できます。将来的には動物実験に頼らない筋肉の運動モデルを用いた薬の開発や、再生医療、バイオセンサーなどの幅広い分野への応用が期待されます。

【参考図】

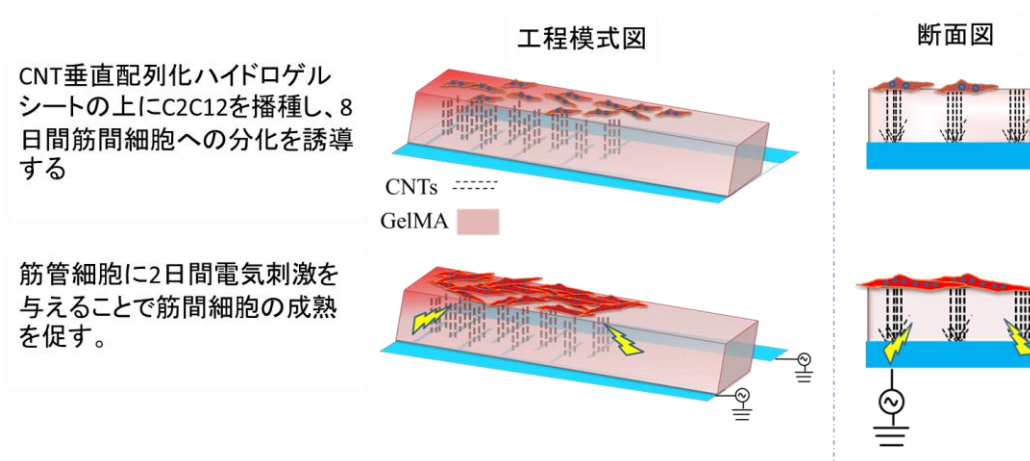


図2 ハイブリッドゲルシート上に配置した筋芽細胞株 C2C12 に電気刺激を与え筋管細胞に分化させる工程の模式図。(左上) CNT 垂直配列化ハイドロゲルシートの上に C2C12 を播種し、8 日間筋間細胞への分化を誘導する。(左下) 筋管細胞に 2 日間電気刺激を与えることで筋間細胞の成熟を促す。(右) 各々の工程の断面図。

【用語解説】

(注 1) 光架橋性分子: 紫外線などの高エネルギー源を駆動力として化学反応を誘起する。反応のオン・オフや材料のパターニングに利用される。

(注 2) 誘電泳動: 交流電場中置かれた微小物体が移動したり回転したりする現象。交流電場の向きや周波数を制御することにより、物体の動きや配向をコントロールできる。

【論文情報】

タイトル: Hybrid hydrogels containing vertically aligned carbon nanotubes with anisotropic electrical conductivity for muscle myofiber fabrication.

著者: Samad Ahadian, Javier Ramón-Azcón, Mehdi Estili, Xiaobin Liang, Serge Ostrovidov, Hitoshi Shiku, Murugan Ramalingam, Ken Nakajima, Yoshio Sakka, Hojae Bae, Tomokazu Matsue, Ali Khademhosseini,

雑誌名: *Scientific Reports*

DOI:10.1038/srep04271

【問い合わせ先】

<研究に関すること>

珠玖 仁 (シク ヒトシ)

東北大学大学院環境科学研究科 准教授

TEL: 022-795-6167

Email: shiku@bioinfo.che.tohoku.ac.jp

<報道担当>

東北大学原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR) 広報・アウトリーチオフィス

中道康文 (ナカミチ ヤスフミ)

Tel: 022-217-6146

Email: outreach@mpi-aimr.tohoku.ac.jp