

## バイオプリンターを用いた毛包原基の調製と毛髪再生医療への応用

\*<sup>1</sup>横浜国立大学大学院, \*<sup>2</sup>神奈川県産業技術総合研究所 (KISTEC), \*<sup>3</sup>JST さきがけ

南茂 彩華\*<sup>1</sup>, 景山 達斗\*<sup>1,2,3</sup>, 福田 淳二\*<sup>1,2</sup>

Ayaka NANMO, Tatsuto KAGEYAMA, Junji FUKUDA

### 1. 目的

失われた毛髪を再生する方法として、毛髪再生医療への期待が高まっている。再生医療では、移植組織として各臓器の発生期にみられる原基を生体外で作り出す手法が、1つの有用なアプローチとなっている。毛包の発生では、毛包原基と呼ばれる構造が形成され、上皮・間葉相互作用が促進されることで、その後の形態形成が生じる。本研究では、上皮系と間葉系の細胞をコラーゲンマイクロゲルに包埋すると、培養中に自発的に収縮する現象を発見した。これを利用し、バイオプリンターで高密度コラーゲンを含む毛包原基を大量に調製する技術を確立した。

### 2. 方法

マウス胎児皮膚から採取した上皮系および間葉系細胞をそれぞれコラーゲンゲルに懸濁し、バイオプリンターを用いて、液滴(2  $\mu$ l)を隣接するように撥水性表面上に打ち出した。これを3日間浮遊培養することで、毛包原基様の構造を作製した。培養後の毛包原基をヌードマウス皮下に移植し、3週間後の発毛本数を評価した(図1)。

### 3. 結果

浮遊培養3日間に、細胞の牽引力によりマイクロゲルは大きく収縮し、コラーゲンおよび細胞が15倍以上に濃縮された毛包原基様の構造を形成した。また、24連ノズルを搭載したバイオプリンターを用いることで、15分間に約1,000個の毛包原基様構造が調製できた。培養後の毛包原基をヌードマウス皮下へ移植すると、先行研究で高い再生

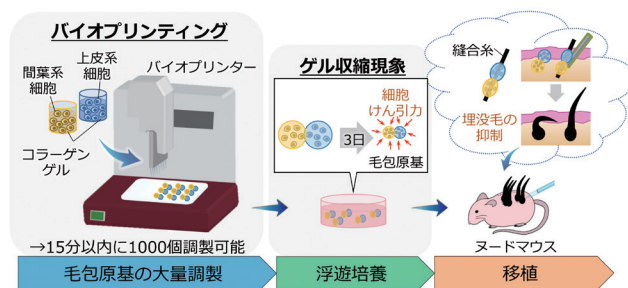


図1 毛包原基の大量調製と毛髪再生手法

効率を示した共培養スフェロイド<sup>1),2)</sup>と比較しても発毛本数が2倍以上に増加した。

### 4. まとめ・独創性

本研究では、ゲル収縮現象とバイオプリンティング技術により、毛髪再生能の高い毛包原基を大量調製する方法を確立した。さらに、ガイドとして利用する縫合糸に対してマイクロゲルをプリントすると、移植により生じる埋没毛(毛髪の皮内形成)を抑制できることも確認している(図1)。本技術を毛髪再生の基盤技術に発展できるよう、引き続き研究に取り組んでいきたい。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

### 文献

- 1) Kageyama T, Yoshimura C, Myasnikova D, et al: Spontaneous hair follicle germ (HFG) formation in vitro, enabling the large-scale production of HFGs for regenerative medicine. *Biomaterials* **154**: 291-300, 2018
- 2) Kageyama T, Yan L, Shimizu A, et al: Preparation of hair beads and hair follicle germs for regenerative medicine. *Biomaterials* **212**: 55-63, 2019

#### ■ 著者連絡先

横浜国立大学大学院理工学府化学・生命系理工学専攻  
(〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 化工  
安工棟5階)  
E-mail. nanmo-ayaka-df@ynu.jp