

【ライフサイエンス・バイオテクノロジー特集】

再生医療技術の最新状況（世界）

幹細胞治療、足場材料、バイオプリンティングなど

昨年 11 月に、京都大学の山中教授によるヒト人工多能性幹細胞（iPS 細胞）の発見のニュースは、世界的に多くのマスコミで取り上げられ大きな話題となった。さらに 12 月には山中教授が渡海文部科学相や岸田科学技術担当相に面会し、全日本的な研究チームの結成や研究拠点施設の整備などの国を挙げた支援を求め、政府側も積極的な支援に前向きな姿勢を示すなど、非常にホットな話題となっている。

本稿では山中教授の取組を含め、世界における再生医療次術の最新の状況を紹介する。

1. 再生医療(regenerative medicine)

再生医療の発展は主に 2 つの分野の技術開発にかかっている。それは細胞生物学(cell biology) (幹細胞技術を含む)と組織工学(tissue engineering)(新しい生体材料と足場材料¹を含む)である。アナリストは、組織工学と幹細胞技術の市場が 2013 年までに世界で 100 億ドルを超えると予測している。開発中の技術は現在研究開発段階にあるが、特に幹細胞に関しては、医療品が準拠しなくてはならない厳しい規制と、開発を巡る倫理・道徳的問題の社会的影響から研究が遅れており、今後も商業化が遅れることが予想される。

しかし、再生医療には医療のパラダイム・シフト²をもたらす可能性があることから、開発中の技術は多くの場合、医療・医薬品部門の主要な企業から一部資金援助を受けたり、厳しく精査されたりしている。これらの技術が商業化されれば、数多くの疾患、たとえば、変形性関節症（世界の人口の平均年齢が上昇するにつれ患者数も増加）や、心疾患（欧州と米国の死因の第一位）などの患者の治療が大幅に向上するだろう。再生医療の研究は活発化しており、様々な新しい研究ネットワークが構築されているだけでなく、世界最高峰の研究機関も多数参画している。

以下は再生医療に関連する用語の定義である。

- ・ **分化細胞**(differentiated cell)：特定の組織型(tissue type)に発達するようにプログラムされ、発達が始まったヒトの身体由来の未成熟細胞。
- ・ **前駆細胞**(progenitor cell)：特定の組織型に発達するようプログラムされているが、発達はまだ始まっていないヒトの身体由来の未成熟細胞。自己再生する。
- ・ **成体幹細胞**(adult stem cell)：多分化能(pluripotent)を有した、ヒトの身体由来の未成熟細胞（ただし、ヒトの身体の組織型全てを形成することはできない）。自己再生

¹ 足場材料(scaffold)：組織欠損部位で細胞が自分自身の細胞外マトリックス（細胞外基質）を作れるようになるまで、供給する必要がある人工の細胞外マトリックスのこと。

² その分野における「認識の根本的な枠組み（パラダイム）」が、革命的かつ非連続的に生じた場合、そのパラダイムを拠り所に既存のルールが大きく変更されること。

する。

- ・ **胚性幹細胞 (ES 細胞)** (embryonic stem cell) : 多分化能を有した、ヒトの胚由来の未成熟細胞 (ヒトの身体の組織型全てを形成することができる) 。自己再生する。ヒトの受精卵を使用するため、倫理的な面について各国で論争が起きている。

2. 最近のニュースと開発事例

再生医療分野における最近の主な発展を幾つか紹介する。

- (1) 胚性幹細胞の利用については、再生医療の技術的発展を巡って大きな倫理的問題がある。そのため、代わりとなる細胞型 (cell type)³ の研究が熱心に行われてきた。2007 年 11 月、2 つの研究グループがほぼ同時に細胞生物学研究と幹細胞研究分野における大きな飛躍的前進を発表した。**ウイスコンシン・マディソン大学**のジェームス・トムスン教授率いる研究グループ⁴ と、**京都大学**山中伸弥教授⁵ 率いる別の研究グループは、ヒトの皮膚細胞を操作することによって、4 つの異なるタンパク質を発現させ、2 つの重要な特性が胚性幹細胞と類似した細胞を樹立できることを実証した。

この細胞は多分化能 (正しく発達するような刺激を与えると、ヒトの体内のどの細胞にも変化することができる能力) があり、未分化状態のまま無限に増殖できる。これは、ヒト胚を使用せずに完全な多能性細胞を作ることができることをはじめて示した点で、幹細胞研究の分野にとって重要な研究成果である。

新しい細胞株⁶ は患者自身の皮膚細胞から作製されることから、培養組織を移植した後に患者の身体で拒否反応が起こる可能性は極めて低いと考えられる。そのため、今回の進展は、再生医療と組織工学にとって大変重要なものである。しかし、研究者達は次の点を強調する: この研究成果は大変有望であるが、新しい細胞株についてまだ行わなければならない研究は多数残っており、胚性幹細胞の利用についての研究も引き続き行わなければならない。胚性幹細胞では主要な特性は同一であるが、この新しい細胞株は同一ではないため、完全に特性が同一のものとして特徴付ける必要がある。さらに、両グループの研究では皮膚細胞への遺伝子導入にウイルスを用いており、技術の安全性についての問題も浮上している。

- (2) 2007 年 11 月、**ロンドン大学**⁷ の研究者達は、長い間探し求めていた、切断された肢を再生するイモリの能力に關与するタンパク質を発見した。この研究者達が特定したタンパク質は nAG と呼ばれ、イモリの皮膚細胞と神経細胞から分泌されて、肢の再生に關

³ 細胞型: 細胞の個別の形態的 / 機能的種類のこと。一つの細胞型から別のものへと細胞が変わる時は、細胞分化する。

⁴ <http://ink.primat.wisc.edu/~thomson/>

⁵ http://www.med.kyoto-u.ac.jp/E/grad_school/introduction/1517/

⁶ 細胞株: 長期間にわたって、体外で維持され、安定した均質な性質をもつに至り、自立的にほぼ無限に増殖するようになった細胞のこと。

⁷ University College London (UCL): <http://www.biochem.ucl.ac.uk/research/brockes/brockes.htm>

与する芽体(blastema)と呼ばれる未成熟細胞の塊の生成を刺激する働きをしている。同チームによると、この研究によって哺乳類の肢の再生を操作できる可能性があるとのことだが、チームリーダーであり王立学会特別研究員のジェレミー・ブロック教授は、次のように注意を促している。「今回の研究は、芽体の仕様を理解し、哺乳類での再現を試みるという点では、再生医療にとって大変価値のあることだろう。しかし、実現のための道のりは遠い。」

- (3) **オレゴン健康科学大学**⁸の研究者達は、サルの皮膚細胞から作り出したクローン胚からの幹細胞の作製を実証した研究成果を最近発表した。これまでこの技術はマウスでのみ実証されていた。手順は以下のとおりである：1) 皮膚細胞から核を取り除く。2) その核を、核が取り除かれている胚に挿入する（体細胞核移植⁹）。3) その後、胚の分裂が始まり、幹細胞を採取できる。この技術はまだヒトへの実用化が遠く、幹細胞を得るために胚を利用することから議論を呼ぶ可能性が高いが、霊長類の幹細胞を作製する研究においては重大な前進である。

3. 再生医療技術に取り組んでいる主な企業

現在臨床試験や早期商業化段階にある再生医療技術の大半は、細胞治療に関するものである。細胞治療では、心臓病や糖尿病などの疾患によって損傷を受けた細胞を再生するために、分化した細胞、未分化の前駆細胞、胚性幹細胞、成体幹細胞が使用されている。

より複雑な細胞を再生するための生体材料足場材料の開発と、生物組織 / 組織再生用足場をラピッド・プロトタイピング¹⁰するためのバイオプリンティング技術は、再生医療の発達に欠かせないものであるが、商業化段階に到達するまでの道のりは遠そうである。以下に、臨床開発後期や商業化の見込みが示されている再生医療製品・技術の事例を幾つか採り上げた。主要な技術開発については、製品開発後期における企業の事例を採り上げた。

(1) 皮膚の再生

細胞治療による組織の再生は、成長促進用の足場で分化した細胞を用いて実現できる。このような製品は特定の組織型を再生することを目的としており、最も成功しているのは**皮膚の再生**である。商業化に一番近い製品は、Intercytex 社¹¹が開発している肌再生パッチである。英国ケンブリッジに本社を置く Intercytex 社は、分化したヒトの繊維芽細胞

⁸ <http://www.ohsu.edu/ohsuedu/newspub/releases/111407stemcells.cfm>

⁹ SCNT: somatic cell nuclear transfer

¹⁰ ラピッド・プロトタイピング： 製品開発において用いられる試作手法である。英語の綴りの如く、高速（Rapid）に試作（Prototyping）することを目的としている。三次元造型。

¹¹ 海外レポート 1006 号でも Intercytex 社の関連記事を掲載しているので参照されたい：

<http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/report/1006/1006-16.pdf>

(fibroblast cell)¹²(皮膚細胞)を使用して、皮膚修復用製品や美容形成製品(aesthetic products)を作るための細胞治療の開発を専門としている。同社は現在、4種類の再生医療製品(下腿の静脈潰瘍(venous leg ulcers)の治療、グラフト置換¹³、顔の若返りを促す製品、および男性型脱毛症用の製品)を臨床開発中である。その中で最も開発が進んでいるのは下腿の静脈潰瘍の治療であり、現在臨床試験フェイズ¹⁴段階である。2006年10月 Intercyte社は、ロボットシステムをAutomation Partnership社と共同開発するための補助金を英国通商産業省から授与された。このシステムは、後期臨床試験で使用し、皮膚製品の製造に使用される毛乳頭細胞(dermal papilla cell)¹⁵を商業規模で製造することを目的としたものである。

(2) 前駆細胞治療

前駆細胞治療は、特定の組織型に再生する前駆細胞を利用した治療である。この技術の開発で最も進んでいる企業は臨床試験フェイズ¹⁴段階である。一例を挙げると、Bioheart社は、心臓発作を経験した患者の心臓の癒痕組織部分を再生するための製品 MyoCell を開発している。MyoCellは、患者自身の大腿筋から採取した筋芽細胞(myoblast)(筋肉前駆細胞)を使用して、損傷を受けた心臓組織を再生させる。2007年1月に臨床試験フェイズ¹⁴の中間結果が発表された。Bioheart社は米国食品医薬品局(FDA)の認可を得て、北米、欧州およびイスラエルで MyoCell のフェイズ¹⁴ / の多施設臨床試験を330人の患者を対象に行ってきた。Bioheart社は2009年第三四半期までに臨床試験フェイズ¹⁴の最終データを得ることを目標にしている。また、Tengion社も、臨床試験フェイズ¹⁴で良好な結果を得た再生医療用膀胱(tissue-engineered bladder)の臨床試験フェイズ¹⁴を行っている。

(3) 成体幹細胞治療

成体幹細胞治療は、現在再生医療の中で最も競争の激しい分野である。この技術は骨髄、臍帯血、脂肪など、ヒトの組織由来の成体幹細胞から幹細胞株を発達させる。様々な疾患によって損傷を受けた組織や罹患した組織を再生させるために、特定の細胞株が培養され、移植される。最も進んでいる研究はOsiris社が実施している研究で、様々な疾患の治療用に、骨髄由来の成体幹細胞を開発している。同社は現在、クローン病¹⁶の治療に骨髄由来成体幹細胞を使用する臨床試験フェイズ¹⁴のための患者の登録を行っている。Osiris社の一番の競合企業は現在臨床試験フェイズ¹⁴段階にあり、その他の企業は臨床前試験や臨床試験フェイズ¹⁴段階にある。企業の中には、疾患治療のために成体幹細胞と前駆細胞の両

¹² 繊維芽細胞： 繊維細胞ともいう。臓器の形態形成に重要な役割を果たし、繊維性結合組織の重要な成分をなす細胞。真皮内にあり、コラーゲン、ムコ多糖類など間充物質と呼ばれるものを大量に作り出す。

¹³ グラフト置換： ここでは、損傷している箇所の皮膚に移植する、代替の皮膚移植片のこと。

¹⁴ 新薬、新治療の臨床試験プログラムは、次のような段階を経る。 臨床前試験 臨床試験フェイズ 同フェイズ 同フェイズ 認可。

¹⁵ 毛乳頭細胞： 毛の伸長にかかわる毛母細胞の機能(増殖・分化)を調節し、発毛や育毛に重要な役割を果たす。

¹⁶ クローン病： 若年者にみられ、主として口腔から肛門までの消化管全域に、非連続性の炎症および潰瘍を起こす原因不明の慢性疾患。

方を使用しているところもある。Aastrom Biosciences 社は、骨、血管、心臓、神経の再生に利用する細胞製品を製造するために、患者の骨髄から抽出した成体幹細胞・前駆細胞を使用している。骨の再生の研究は現在臨床試験フェイズ 段階であり、心臓や神経再生の研究は両方とも臨床前試験段階である。

(4) 胚性幹細胞治療

胚性幹細胞治療は、胚性幹細胞株の作製を巡る論議があることから成体幹細胞治療より遅れをとってはいるが、研究と開発がかなり盛んな分野である。胚性幹細胞治療に關与する企業のほとんどが臨床前試験段階にある。臨床試験フェイズ が開始もしくは間近の企業は二社ある。Geron 社は 2008 年に最初の臨床試験の開始を予定しており、急性脊髄損傷の治療に胚性幹細胞を使用する研究が行われている。Novocell 社は現在、糖尿病の治療のために島細胞(islet cell)由来の胚性幹細胞の開発を行っており、2010 年に臨床試験の開始を予定している。

(5) 足場材料、生体材料、革新的加工技術

足場材料、生体材料、革新的加工技術 (CAD/CAM¹⁷ やバイオプリンティング¹⁸ など) を開発すれば、細胞生物学で複雑な「三次元」の組織・臓器を再生することが可能になる。それに加えて多くの企業が、幹細胞の開発に利用するための、研究所で使用する培地や設備を製造している。細胞自体の利用については、いまだに大部分が臨床前試験段階であるが、このような材料を製造している企業は、開発の商業化段階にある。例えば、Stem Cell Sciences 社は成体幹細胞・胚性幹細胞の成長・管理のために培地と試薬を提供している。Therics 社は再生医療用足場材料の「三次元」プリンティングシステムを開発した。Therics 社はすでに、骨の成長を促進する埋込型の足場材料の認可を FDA から受けている。

上述を含めて再生医療技術の開発に取り組んでいる企業について、取組内容および研究開発の段階をとりまとめて表 1 (後出) に示す。

4. 大学等での研究への取組例

再生医療の活用 - 特に病気の治療の細胞治療 に取り組んでいる多くの企業以外にも、複雑な組織や臓器の再生の組織工学の開発に関して多くの研究が行われている。三次元的に組織や臓器の再生を行うための重要な実現技術は、早期のプロトタイプとバイオプリンティングの技術開発である。複雑な組織や臓器が成長する際の細胞の相互作用が複雑で、細胞の種類が多数であるため、研究の大部分は少なくとも 10 年以内では商業化には至らないだろう。幾つかの顕著な研究例を以下に紹介する。

¹⁷ CAD/CAM システム： 設計から製造にいたる技術情報を、コンピュータを用いて矛盾なく効率よくデータ処理をし、提供するシステムのこと。

¹⁸ バイオプリンティング： 皮膚、軟骨、骨といった様々な生体材料の設計や製造を含め、様々な印刷技術がライフサイエンスのアプリケーションで利用されている。

(1)マンチェスター大学のダービー教授のグループ(マンチェスター、英国)¹⁹

ダービー教授のグループは 2005 年に生存皮膚細胞のプリンティングの成功を最初に報告した。そして、この発見の応用について 10 年以内に臨床試験が行われることを示唆した。このグループは現在マサチューセッツ大学の科学部門の研究者と共同で、新たな微小バイオリクターや人工臓器の試作品として生細胞を組み込む構造を作り上げるインクジェット技術の開発を行っている。

(2)クレムソン大学のボランド教授のグループ(クレメンソン、米サウスカロライナ州)²⁰

ボランド教授は生存細胞のインクジェットプリンティングに関する特許を保有している。現在、彼のグループはコンピュータ支援の組織工学、臓器プリンティング、臓器プリンティングを可能とするためのハードウェアおよびソフトウェアの設計、三次元足場材料内の細胞を支える血管系のプリンティングに取り組んでいる。

(3)サウスカロライナ医療大学のバイオプリンティング研究センター所長のミロノブ教授(米サウスカロライナ州)²¹

ボランド教授の以前の共同研究者であるミロノブ教授は、腎臓のプリンティングを行う技術の開発に主として携わっている。このグループは 6 つのプロジェクトに取り組んでいる。1)骨の修復のバイオプリンティング、2)プリントしたヒトの耳のインプラント、3)組織工学的な生体外のヒト心臓毒性試験、4)プリントしたヒト血管樹、5)チャールストン腎臓プロジェクト、そして 6)組織工学的生体外腫瘍モデル。ミロノブ教授は 2012 年までに実験室で腎臓全体がプリントされることに期待を寄せている。しかし、それを達成するためには多額の資金 - 最大十億ドル - が必要であると述べている。

(4)東京医科歯科大学の中村真人教授(東京、日本)、神奈川科学技術アカデミー(神奈川県、日本)中村バイオプリンティング・プロジェクトリーダー²²

中村教授の研究の焦点は、バイオプリンティング・マシーンを作ることである。これには、バイオ材料から、しなやかで強固な三次元構造を作るための最適のプリンティング方法を明らかにするための、細胞へのインクジェットプリンティングの効果を研究することが含まれている。彼の研究の第二の観点は、全ての主な内臓から 3 次元のデジタルデータのライブラリを構築することである。

(5)ドレクセル大学のウェイ準教授(フィラデルフィア、米ペンシルバニア州) コンピュータ支援組織工学のプログラムの学部顧問²³

進行中の研究プロジェクトでは下記に取り組んでいる。コンピュータ支援の組織バイオ

¹⁹ <http://www.materials.manchester.ac.uk/aboutus/staff/brianderby/>

²⁰ <http://people.clemson.edu/~tboland/OP/>

²¹ <http://www.musc.edu/bioprinting/index.html>

²² http://www18.ocn.ne.jp/~bprint/index_e.html

²³ <http://www.mem.drexel.edu/cate/>

モデリング、マクロおよび細胞レベルでの組織足場材料のバイOMETリック設計、組織足場材料のバイオ製造、細胞を内包する組織前駆体、細胞プリンティング。

(6)東京医科歯科大学の森田育夫教授（東京、日本）²⁴

森田教授の研究は骨再生における血管の応用に焦点を当てている。彼のグループは、細胞のプリンティングと血管の形成の新たな手法を実証した。この技術を用いて、このグループは脈管化に特有な遺伝子発現の調査を行い、それから得た組織再生技術の知識を利用する予定である。

(7)シンガポール国立大学の組織工学研究所のハットマチャ博士(シンガポール)²⁵

ハットマチャ博士のグループは、骨再生のための三次元足場材料を作るためにラピッド・プロトタイピングを使用する。

(8)ユトレヒト大学医療センターのフェドロビッチ博士（ユトレヒト、オランダ）²⁶

フェドロビッチ博士は、空包がある骨組織を一層毎に三次元プリントする手法を開発するプロジェクトに取り組んでいる。これは骨組織工学の手順である。それを通じて、骨格手術でのドナー骨の代わりとして、実験室で骨を設計したり製造したりすることができる。

(9)カーネギーメロン大学のキャンベル準教授のグループ（ピッツバーグ、ペンシルバニア州）²⁷

キャンベル教授のグループは、足場材料上で骨や筋肉細胞に幹細胞の分化を誘導するバイオプリンティング成長因子の効果を研究している。

(10)パロアルト研究センターのベン・ヘイ氏のグループ²⁸（パロアルト、米カリフォルニア州）

ヘイ氏とその同僚はバイオ材料の高速だが穏やかなプリンティングができる圧電射出に基づくバイオプリンターを開発した。

(11)ミズリー大学のガーバー・フォルガス研究室（コロンビア、米ミズリー州）²⁹

フォルガスの研究室では、改良したインクジェットプリンタを用いた臓器のバイオプリンティングに焦点を当てている。この研究室では、一つの細胞ではなく、開発中の臓器に適合している細胞集合体を堆積させている。

²⁴ <http://www.tmd.ac.jp/i-mde/www/index-e.html>

²⁵ <http://www.bioeng.nus.edu.sg/research/tissueengineering/>

²⁶ <http://www.onderzoekinformatie.nl/en/oi/nod/onderzoek/OND1303220/>

²⁷ <http://www.bme.cmu.edu/default.aspx?id=125>

²⁸ http://www.parc.com/research/projects/dropletdispensing/piezo_single_ejector.html

²⁹ <http://organprint.missouri.edu/www/>

表 1 再生医療の開発を行っている企業の取組状況

企業名	所在地	取組内容	状況
非幹細胞			
Bioheart Inc.	米フロリダ州	損傷した心臓組織の前駆細胞再生	臨床試験フェイズ /
Intercytex	英国	繊維芽細胞含むゲルを用いた皮膚再生製品	臨床試験フェイズ
Tengion Inc.	米ノースカロライナ州	膀胱を成長させるための前駆細胞	臨床試験フェイズ
Vesta Therapeutics	米ノースカロライナ州	肝臓再生のために用いる肝臓前駆細胞の低温保存	臨床試験フェイズ /
成体幹細胞			
Aastrom Biosciences	米ミシガン州	骨、心臓、神経、血管の再生のための成体幹細胞と前駆細胞	血管と骨：臨床試験フェイズ 心臓と神経：臨床前試験
Advanced Cell Technology	米カリフォルニア州	心臓、網膜、血液、循環器の疾患を治療するための成体幹細胞	心臓病：臨床試験フェイズ
Aldagen	米ノースカロライナ州	損傷した心臓および血管組織の成体幹細胞および前駆細胞を用いた再生	臨床試験フェイズ /
Angel BioTechnology	英国	臨床試験に用いる成体幹細胞の製造に対するライセンス取得	細胞株が臨床試験のために利用可能
BioE	米ミネソタ州	研究利用のための成体幹細胞の提供	臍帯幹細胞株が商業利用可能
Brainstorm Cell Therapeutics	イスラエル	神経変性の治療のための成体幹細胞	臨床試験フェイズ /
Cellerant	米カリフォルニア州	癌や鎌状赤血球貧血の治療のための成体幹細胞	成体幹細胞の癌治療：臨床試験フェイズ/
Cytori Therapeutics	米カリフォルニア州	心臓や血管の疾患のための成体幹細胞	臨床試験フェイズ
Gamida	イスラエル	癌、血液や血管の疾患の治療のための成体幹細胞	臨床試験フェイズ / 癌のための FDA 稀少薬として
Mesoblast Ltd	オーストラリア	骨の再生のための成体幹細胞	臨床前研究
Odontis	英国	交換歯の成長のための成体幹細胞の使用	臨床前研究
Osiris	米メリーランド州	クローン病、移植片対宿主拒絶反応、心臓再生、軟骨再生治療のための成体幹細胞	クローン病と移植片対宿主拒絶反応：臨床試験フェイズ 心臓と軟骨：臨床試験フェイズ
Pluristem	イスラエル	骨髄再生へ用いるための成体幹細胞の製造	臨床前研究
ReNeuron	英国	脳卒中、糖尿病、網膜疾患のための成体幹細胞治療	臨床前研究、脳卒中の治療のフェイズ / 試験のための患者登録の準備中
Stem Cells Inc.	米カリフォルニア州	成体幹細胞を使用した神経再生	臨床試験フェイズ /
Stem Cell Therapeutics Corp.	カナダ	神経成体幹細胞を使用した脳卒中患者の神経再生	臨床前研究
Stempeutics	インド	心臓疾患、脊髄損傷、血管再生の治療のための成体幹細胞	3 製品が、臨床試験フェイズ /
TheraVita	タイ	心臓および血管組織の再生のための成体幹細胞	心臓組織再生のための

Viacell	米マサチューセッツ州	糖尿病の治療のための成体幹細胞	製品が商品化 臨床試験フェイズ /
---------	------------	-----------------	----------------------

胚性幹細胞

Axordia	英国	臨床治療に用いるための胚性幹細胞株の製造	臨床研究のために細胞株が利用可能
Cellartis AB	スウェーデン	ヒト胚性幹細胞株列の世界最大の開発者。30 系列以上を開発。	臨床研究の協力者への幹細胞株列の提供
ES Cells International	シンガポール	糖尿病と心臓疾患の治療のための胚性幹細胞の開発	臨床前研究
Geron	米カリフォルニア州	疾病治療のための胚性幹細胞に基づく治療	2008 年に臨床試験フェイズ
Novathera	英国	胚性および成体幹細胞技術と生体材料	臨床研究用の組織再生、幹細胞生産、肝臓細胞の再生のための TheraGlass 生体材料
Novocell	米カリフォルニア州	糖尿病治療のための胚性幹細胞の開発	2010 年に臨床試験フェイズ
Reliance Life Sciences	インド	糖尿病、心臓、血管、神経疾患の治療のための胚性および成体幹細胞	臨床前研究

足場材料とバイオプリンティング

BioMD Ltd	オーストラリア	心臓弁を治療するための、細胞の再成長および拒絶反応の低減を促進するプロセスの開発	2007 年 9 月に子会社が臨床前研究で良好な結果を得たと報告
CellSeed Inc.	日本	前駆細胞や幹細胞から角膜や心臓組織を再生する UpCell 培養システムの実現	臨床前研究
Envisiontec	ドイツ	組織工学的な足場材料や細胞の 3 次元製造を行うための BioBlotter と呼ぶ CAD システムの開発	研究開発で使用するための技術を提供
RegenTec	英国	骨の再生のための注入可能な足場材料の生産	臨床前研究
Reinnervate	英国	細胞発生とそれを追跡するバイオマーカー ³⁰ を制御するための成長因子や細胞成長の三次元細胞成長のための足場材料の製造	足場材料の商業的生産のための協力企業を探索中
Renovo	英国	手術後の痕跡を減少させる成長因子の開発	4 種の皮膚若返り製品が臨床試験フェイズ II/III
Sciperio Inc	米オクラホマ州	カスタム化した組織システムの再生医療・工学のための生体内・外の沈殿ソールの作成	研究開発中
Stem Cell Sciences	英国	成体および胚性幹細胞株の生産のプロセスと媒体の開発	幹細胞成長用の媒体製品は販売中、治療は臨床前研究
Therics	米オハイオ州	骨代替製品の生産のための三次元印刷技術の特許を保有	FDA が承認し販売可能

(翻訳・編集 NEDO 情報・システム部)

出典 : SRI Consulting Business Intelligence Explorer Program

³⁰ バイオマーカー : 尿や血液、組織中に含まれる生体物質で、特定の疾患の状態や薬の効果などに応じた生体内の生物学的、病理学的、薬理学的変化を定量的に把握するための指標 (マーカー) となるもの (DNA、RNA、蛋白質 (断片)、低分子化合物など)。