

# ドイツシユ エンジニアリング

2006

監修 日本組織工学会

編集 田畑泰彦  
岡野光夫

日本医学館

# 編集の序

## 生体組織工学の発展のための 基盤科学技術と関連周辺環境

田 畑 泰 彦



いま、熱い注目が“再生医療(=再生誘導治療)”に集められている。その理由は、生体の失われた組織や臓器の再生誘導が人の手で可能となれば、それはまさに究極の医療であり、患者にとって大きな福音となることは疑いがないからである。しかし、実際には、口で言うほど簡単なものではない。

一般に、新しい医療技術が誕生するためには科学と技術の多くの粋を集結しなければならない。たとえば、X線の発見からX線 computer tomography (CT) として診断に不可欠な医療手段になるまでに100年、また、核磁気共鳴(nuclear magnetic resonance : NMR) イメージング(MRI)が画像診断技術となるまでには、NMR信号が観察されてから約50年の歳月が必要であった。それは、それらの現象に関する科学的解明と膨大な周辺技術の集積を待たなければならなかったからである。

再生医療も例外ではない。特に、再生誘導治療のキーワードである“細胞”“細胞外マトリクス”“液性因子”などに、現時点でも多くの未知な部分があることを考えると、それはなおさらである。しかし、それだからといって、再生医療が患者の前に登場するのが遙か先、というわけではない。われわれの体は、本来、自己修復能力を持っているため、適切な組織再生の場を人為的に与えることができれば、あとは自ら細胞の再生誘導によって生体組織が再生修復していく場合も多い。細胞による生体組織(ティッシュ)の再生誘導の手助けをする医工学(エンジニアリング)技術、方法論である生体組織工学(ティッシュエンジニアリング)である。この生体組織工学を利用した生体組織の再生誘導治療のいくつかも臨床研究の段階に入りつつある。また、これまでの時代とは異なり、科学の進歩とその周辺技術の集積を伴った治療法の実現との間に必要となる時間の短縮されることは大いに期待できる。

いまさらいうことでもないが、再生医療(=再生誘導治療)は、典型的な融合境界領域である。生物医学、工学、薬学、理学などの複数の異種の学術分野が有機的に融合することによってのみ、その実現が可能となると考えられる。これまでに、さまざまな分野の研究開発が進められている。そのいずれもが再生医療(=再生誘導治療)の実現のた

めに必要不可欠であり、大いに貢献していることはいうまでもない。しかしながら、今後、再生医療の包括する守備範囲はもっと広くなり、結果として、必要となる生体組織工学の材料、技術、方法論も増えていくであろう。そこで、これまで以上に多くの研究分野、基礎的知見、材料、技術、方法論、関連事項などが必要となっていくことは疑いない。このような状況において、日本組織工学会の会員のみなさまに、生体組織工学を取り巻く科学的知見、革新技术、法規制、企業化関連事項などをお届けすることは必要不可欠であると考え、昨年より、学会誌“ティッシュエンジニアリング”を年に1回発刊している。今回、その第2号を筆者が引きつづき編集させていただくことになった。

この日本組織工学会誌の第2号では、第1号に引きつづき、生体組織工学のための基盤科学技術と関連周辺環境について、それぞれの分野、領域の第一線で活躍されている先生方に執筆をお願いした。いずれの項目についても、分野、領域における現在の世界的動向、日本の位置付け、執筆者の最新の研究成果やその関連事項、将来の展望、加えて、再生医療との関連性などについて簡潔に述べていただいている。たんに、生体組織工学分野の情報収集・交換だけでなく、この学会誌が日本組織工学会員だけにとどまらず、異なる研究分野の有機的な融合体制の創製と日本の生体組織工学の今後の発展に大きく貢献できればと強く願っている。

最後になってしまったが、本書の趣旨を理解し、貴重な時間を割いて執筆していただいた先生方に心よりお礼を申し上げるとともに、本学会誌の発刊に対してご尽力をいただいた株式会社日本医学館の方々には心より感謝の意を表したい。

(日本組織工学会編集委員長)

# 編集の序

## ティッシュエンジニアリング (組織工学)への期待

岡野光夫



低分子の薬から細胞工学、遺伝子工学のブレイクスルーによって蛋白質やペプチドが薬になるバイオ医薬の時代を経て、細胞や組織で治療する新時代が到来しようとしている。いま、世界では組織工学がブレイクスルーする治療の新概念や新技術の創出に注目している。

VacantiとLangerが提案した生分解性高分子のスcaffoldを利用することで、どこまで組織再生が可能になるのか？ 血管、骨や軟骨で臨床がはじまりながら、今後どこまでこの概念が拡大され発展するかが注目される。特に、生体内で分解した Scaffoldの空間部分を、どのように組織化するのかについては、興味ある問題が残っている。本当に細胞が密につまった組織ができるのだろうか？ 生体外マトリクスの産生によりフィブrosisにならないのだろうか？ 心臓、肝臓、腎臓などの細胞が密になった構造の再生に関しては、新しい技術的なブレイクスルーが必要に思えてならない。

筆者のグループでは細胞シートを積層化させ、組織や臓器の再生に成功している。特に、それぞれ異なる拍動を示す心筋細胞シートを積層化することで拍動を同期させられる組織構築が実現した点で画期的である。事実、シャーレのなかで拍動する心筋組織がつくられるようになってきたし、それを移植することができるようになってきた。新しいブレイクスルー技術になるよう医師と工学者が一体となって新治療を目指している。

医学・生物学と工学の連携が必須の領域であるが、本学会は世界でもユニークな集学的アプローチによって、ティッシュエンジニアリングによる新治療の達成に向けた活発な活動をはじめている。特に、従来のタテ型の枠組みを越えた取り組みを今後大きく延ばし、横断型の新領域の創生を行えるよう、学会全体の活動を充実させていきたい。

本書が会員間の情報交換となり、新しい技術革新に向けての研究の活発化に寄与することを願っている。

(日本組織工学会理事長)

# 目 次

## 第1章 基礎生物医学の知見

1. 細胞外マトリクスの生物学 ……3 安達榮治郎・相原孝至・大橋しほ花・浅野仁美・水野一乗
2. コラーゲンと分子シャペロン ……13 久保田広志・永田和宏
3. 骨・軟骨形成における誘導因子の働き ……18 手塚建一・開 祐司
4. 人工細胞外マトリクスの幾何学 ……24 久保木芳徳・滝田裕子・吉本良太・賀来 亨
5. 神経幹細胞と神経堤幹細胞  
中枢神経再生を目指して ……34 名越慈人・岡野栄之
6. 胚性幹細胞と心筋細胞分化 ……42 湯浅慎介
7. 上皮幹細胞と組織再生 ……50 大和雅之・梅本晃正・高木 亮・岡野光夫

## 第2章 ティッシュエンジニアリングの材料と技術

8. 生体材料とティッシュエンジニアリング ……59 児玉 亮
9. 三次元担体造形とティッシュエンジニアリング ……66 酒井康行
10. ティッシュエンジニアリングのための無機材料 ……72 末次 寧・菊池正紀・田中順三
11. ティッシュエンジニアリングのための有機材料 ……77 谷原正夫
12. 高分子ミセル型ナノキャリアによるDDSとティッシュエンジニアリングへの応用 ……82 位高啓史・片岡一則
13. ティッシュエンジニアリングと遺伝子治療 ……88 山本雅哉・田畑泰彦

## 第3章 臨床を目指して

14. 形成外科領域の軟骨再生医療 ……99 矢永博子
15. 皮膚の再生医療 ……105 黒柳能光
16. 骨の再生医療 ……112 今井祐記・高岡邦夫
17. 関節軟骨の再生医療 ……120 脇谷滋之
18. 血管の再生医療 ……126 渡辺成仁・新岡俊治
19. 角膜上皮の再生医療 ……130 西田幸二
20. 顎骨の再生医療 ……137 木下鞆彦・天笠光雄

21. 口腔外科領域の再生医療 ……………144 近津大地・小笠原 徹・星 和人・高戸 毅
22. 心筋の再生医療……………150 清水達也
23. 角膜の再生医療 ……………158 中村隆宏・木下 茂
24. 自家骨膜・生分解性ポリマーを用いた骨再生  
イヌ眼窩床骨折モデルへの応用 ……167 磯貝典孝・草田朗子・傳 榮・松永吉真・森 廣政・望月祐一・朝村真一
25. 臍帯血と胎盤組織由来細胞を用いた再生医療の可能性 ……175 高橋恒夫・張 曉紅・伊倉宏一

#### 第4章 | ティッシュエンジニアリングと周辺環境

26. ティッシュエンジニアリングにおける評価技術 ……………189 石原美弥・菊地 眞
  27. ティッシュエンジニアリングとキメラ動物……………195 小林英司
  28. ティッシュエンジニアリングの経済効果……………201 三宅 淳
  29. ティッシュエンジニアリング基礎研究とビジネス ……207 服部俊治・藤崎ひとみ
- 
- 第8回日本組織工学会会長印象記  
2005年組織工学会を主催して……………213 高戸 毅・小笠原 徹・鄭 雄一
  - 第9回日本組織工学会(2006年9月7,8日,京都)の開催に当たって ……227 田畑泰彦