



ひらめき☆ときめきサイエンス 「ものづくりの技術で再生医療の実現を目指そう！」

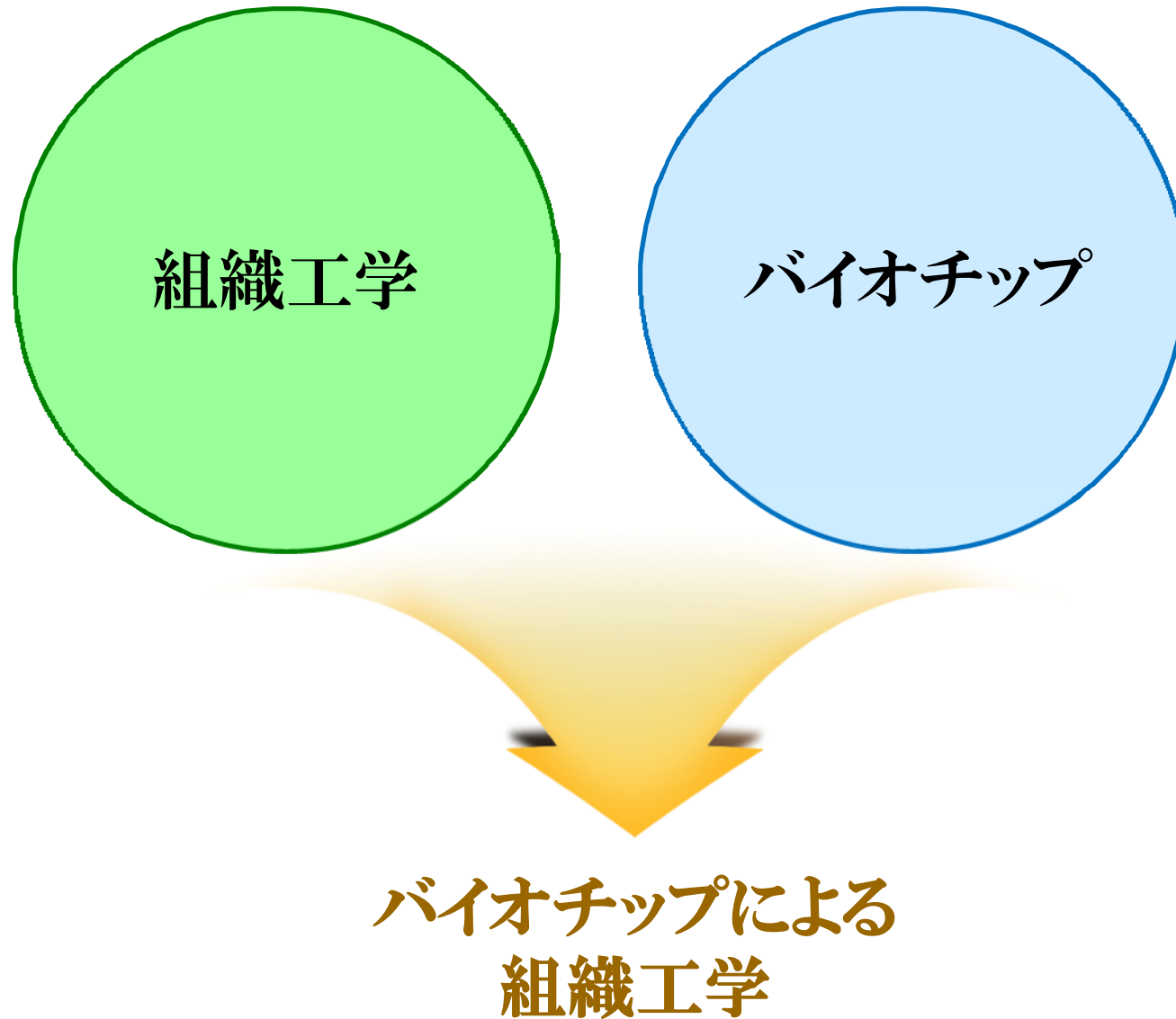
2011年8月4~5日

講義① 「ものづくりと再生医療について」



今日のキーワード：“組織工学”と“バイオチップ”

2

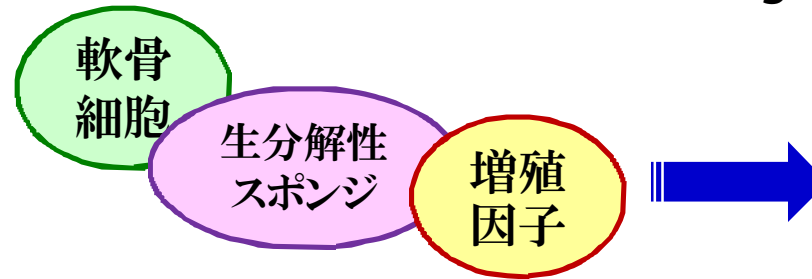


組織工学(ティッシュエンジニアリング)とは?

3

細胞から組織を再生する組織工学

1993年, 米国のJoseph VacantiとRobert Langerは「①細胞②材料③栄養」を適切に組み合わせる人工臓器・組織をつくり出すという新しい概念「Tissue Engineering」を提唱した。



SCIENCE • VOL. 260 • 14 MAY 1993

ARTICLES

Tissue Engineering

Robert Langer* and Joseph P. Vacanti

Abstract

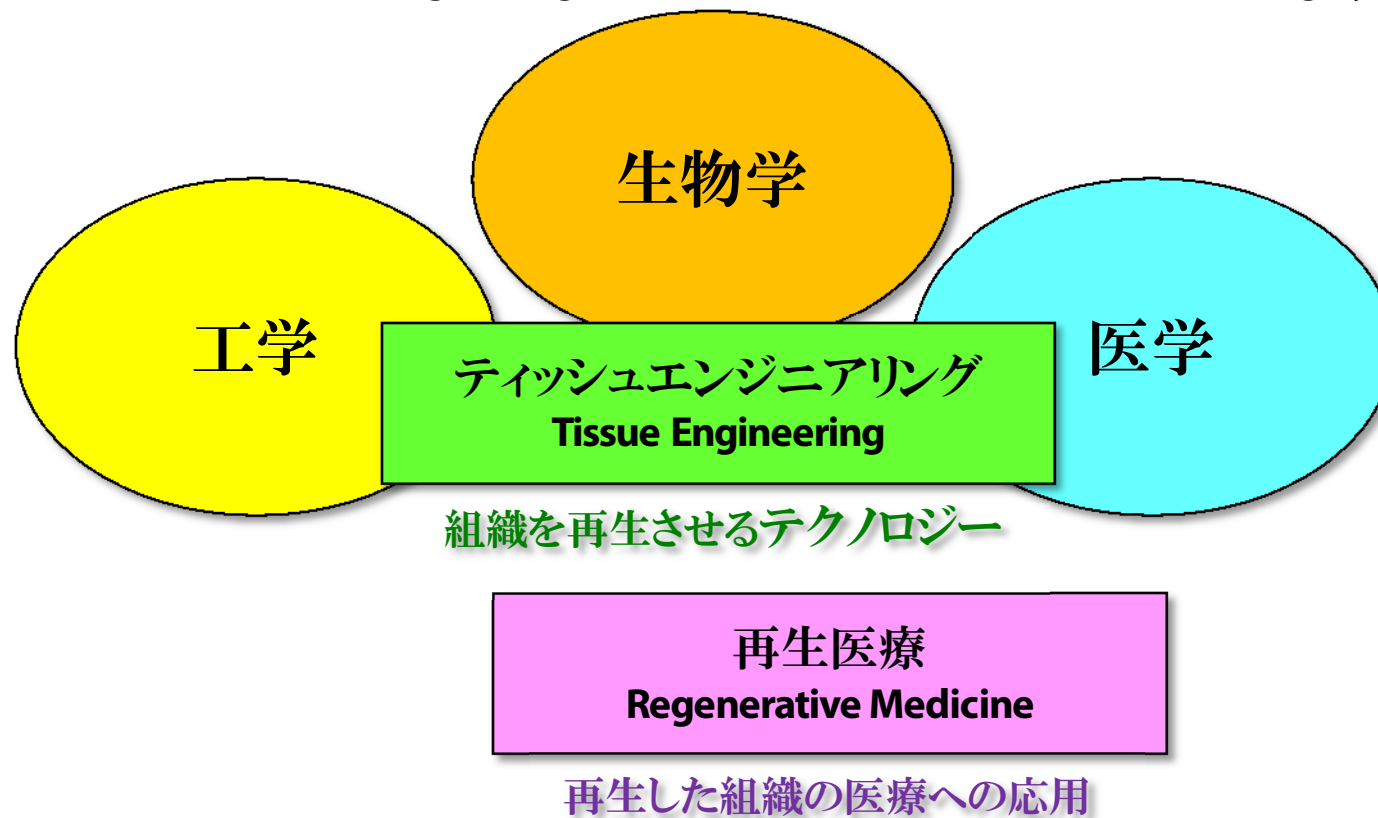
The loss or failure of an organ or tissue is one of the most frequent, devastating, and costly problems in human health care. A new field, tissue engineering, applies the principles of biology and engineering to the development of functional substitutes for damaged tissue. This article discusses the foundations and challenges of this interdisciplinary field and its attempts to provide solutions to tissue creation and repair.



Prof. Robert Langer @ MIT
Chemical Engineering



Prof. Joseph Vacanti @ Harvard
Surgery

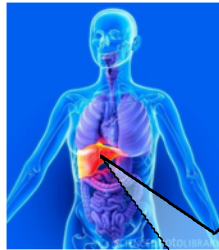


組織工学では「小さい方から大きい方へ」考えることが重要

5

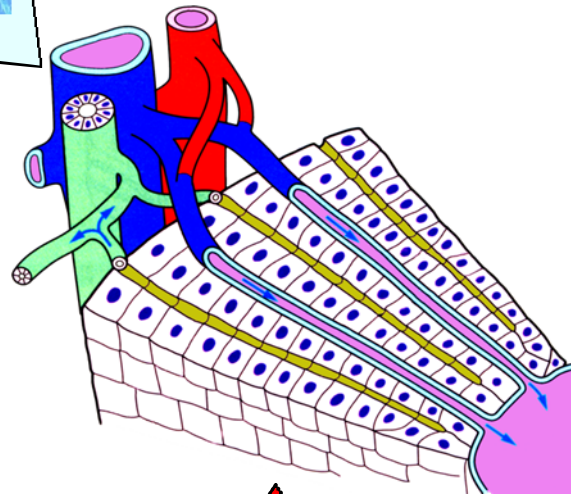
組織再生には“ものづくり”の視点が重要

(微細加工技術だけでなくコンセプトも)



システム

組織

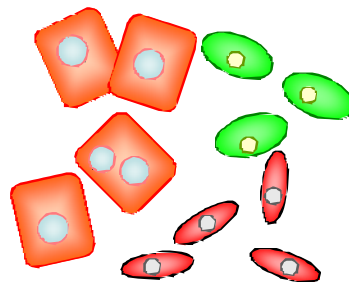


合成

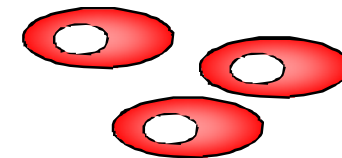
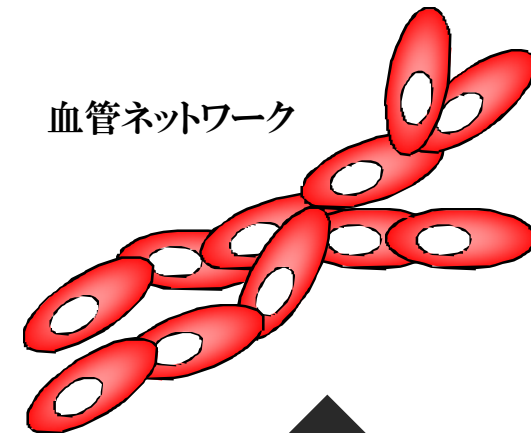
分解

細胞

要素



血管ネットワーク

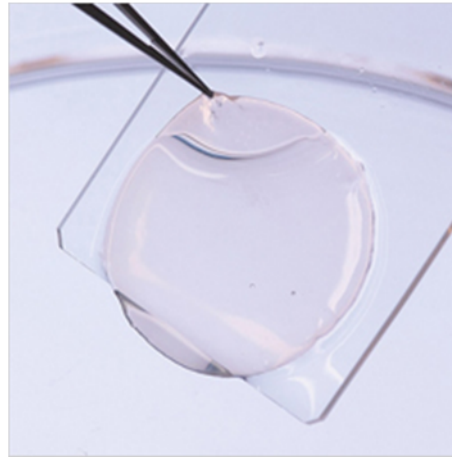


血管内皮細胞

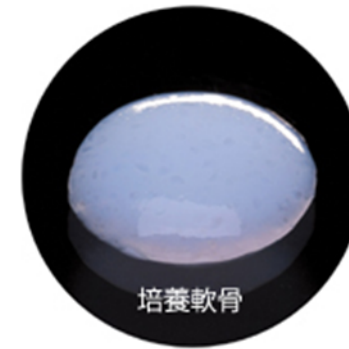
再生に成功している組織「皮膚・角膜・軟骨」に共通することはなんでしょうか？



培養表皮シート

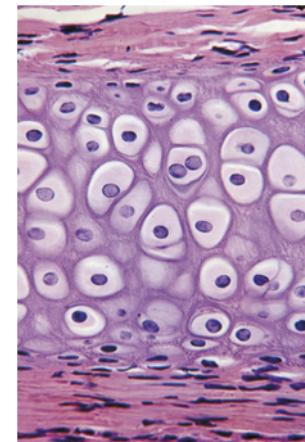


培養角膜上皮シート



培養軟骨

血管を含まない。
単一の細胞で構成され、構造が単純。



しかし…

血の通った臓器はまだ再生できない！

日経サイエンス SCIENTIFIC AMERICAN 日本版

08 2009
Vol.39 No.8

再生医療

特集 幹細胞を医療現場へ

022

血の通った臓器をつくる

A. カデムホッセイニ / J. P. バカンティ / R. ランガー

031

動物で育てるヒトの臓器

詫摩雅子

034

創薬に活躍するiPS細胞

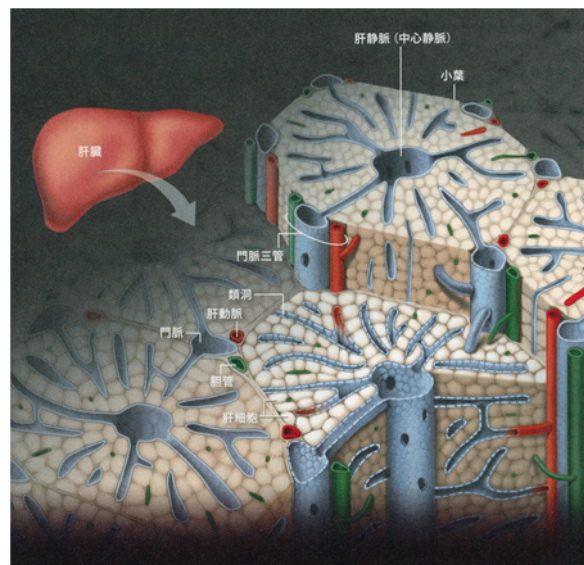
詫摩雅子

成体幹細胞や胚性幹細胞（ES 細胞）の発見は、近年の医学・生物学での大きなトピックスだ。人工多能性幹細胞（iPS 細胞）の開発もあって、医療応用に対する期待も大きい。幹細胞を使って臓器をつくる試みや、ついに実用化が始まった iPS 細胞の産業利用を紹介する。



血の通った臓器

肝臓



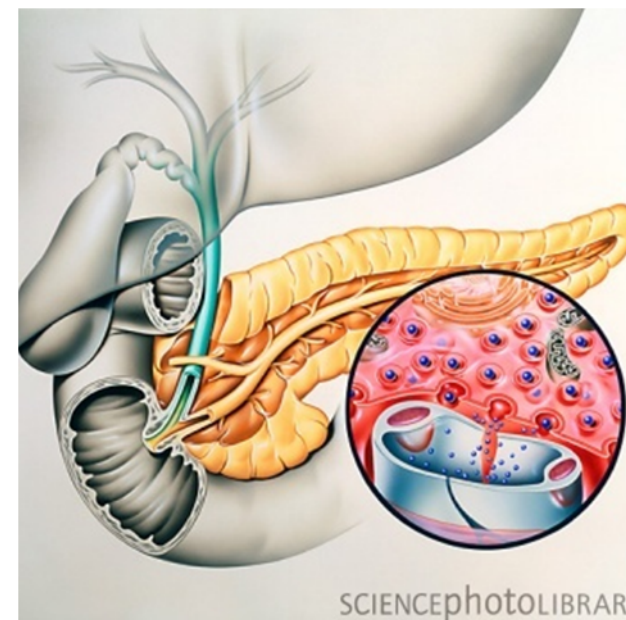
肝臓癌
肝硬変
肝炎

心臓



心筋梗塞

膵臓



糖尿病

微細加工技術により作成するバイオチップ

従来は細胞サイズの微細な構造を機械加工で制作することは大変困難だった。

しかし...

半導体製造技術から派生した**微細加工技術**が、生体組織のようなマイクロメートルスケールで規則正しい構造を人工的に作り出すことを可能にした！

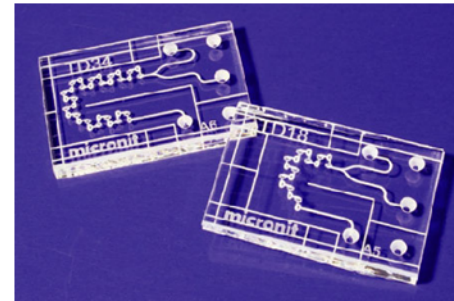
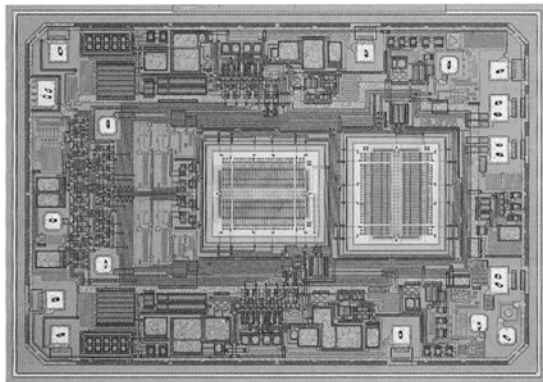
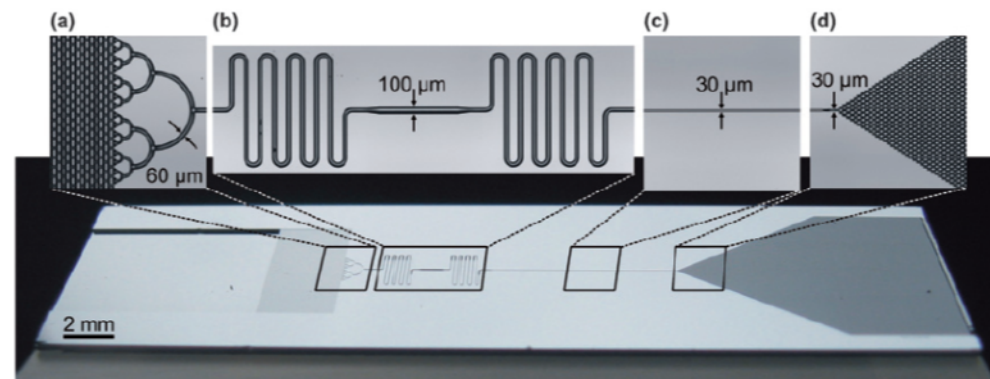


Figure 2 Device for the detection and command of airbag activation, based on MEMS technology. (Courtesy of Analog Devices, Inc. All rights reserved)



マイクロデバイスの発展

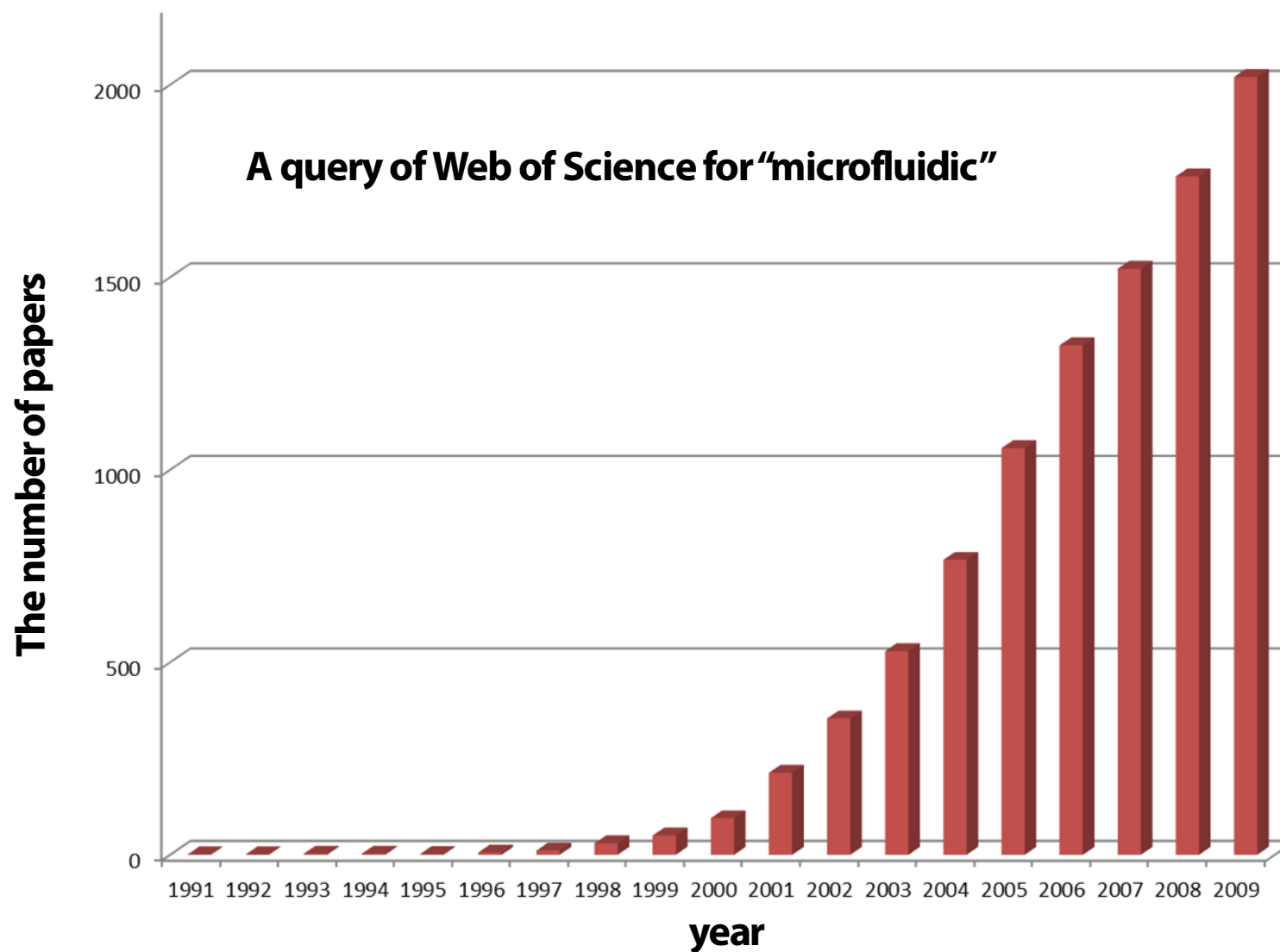
10

- | | |
|------------|--|
| 1950～70年代 | マイクロエレクトロニクスの発展
Siの集積回路微細加工技術 |
| 1970年代終わり頃 | マイクロマシン技術への応用
MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)
自動車用の圧力や加速度センサー, 光通信デバイス部品など |
| 1980年代後半 | マイクロ流体センサー, マイクロポンプ, マイクロバルブの開発
→ マイクロ流体工学 (Microfluidics) |
| 1989年 | International Conference on Solid-State Sensors and Actuators (Transducers 1989)
で μTAS (micro total analysis system)の概念が提唱される.
→ μTASの主な応用分野: ライフサイエンスとケミストリ |

大規模な化学分析システムを, リアクタ, 分離コラム, 流体処理デバイス, 検出器などの個々の機能をダウンスケールし, 1つのチップに集積化する.

バイオチップに関する研究は近年急速に発展している

11

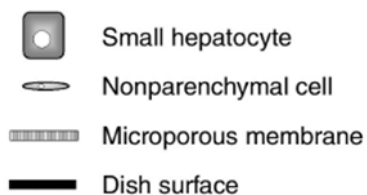
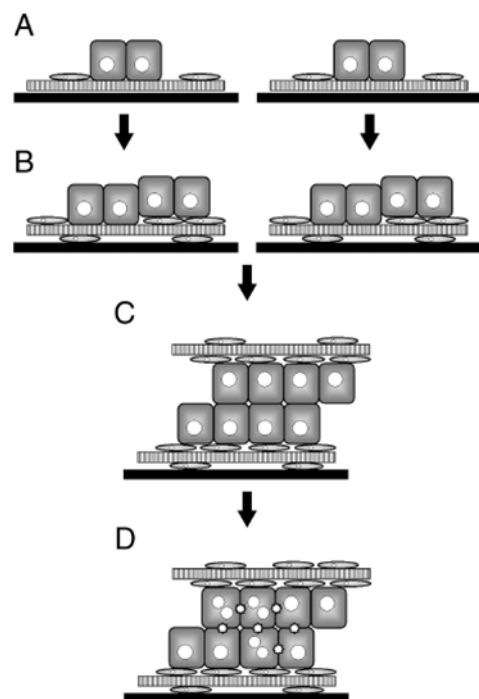


2000年以降、国内外におけるバイオチップの研究が急速に増えている。

3つの再生 ①肝組織②血管③胆管

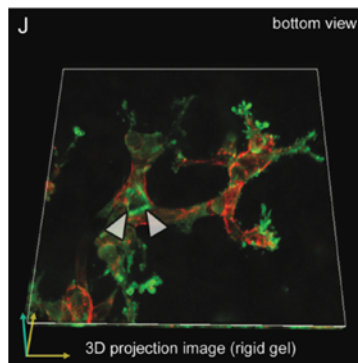
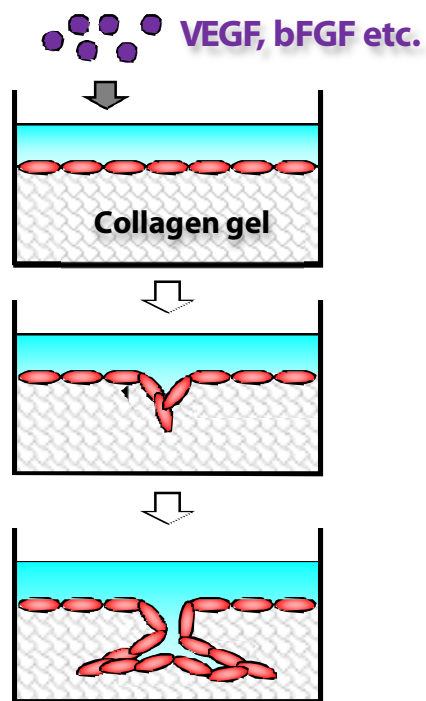
12

① 肝組織



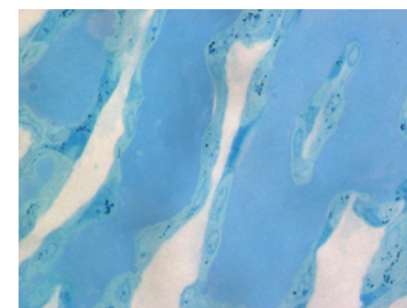
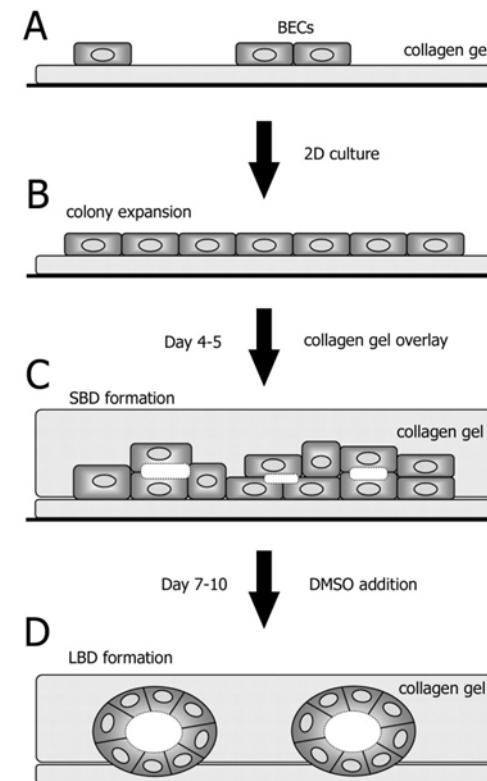
(Sudo et al., 2005 FASEB J)

② 血管



(Yamamura et al., 2007 Tissue Eng)

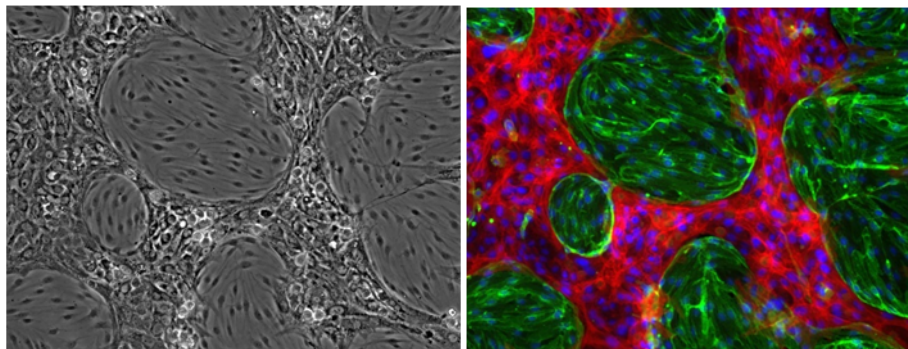
③ 胆管



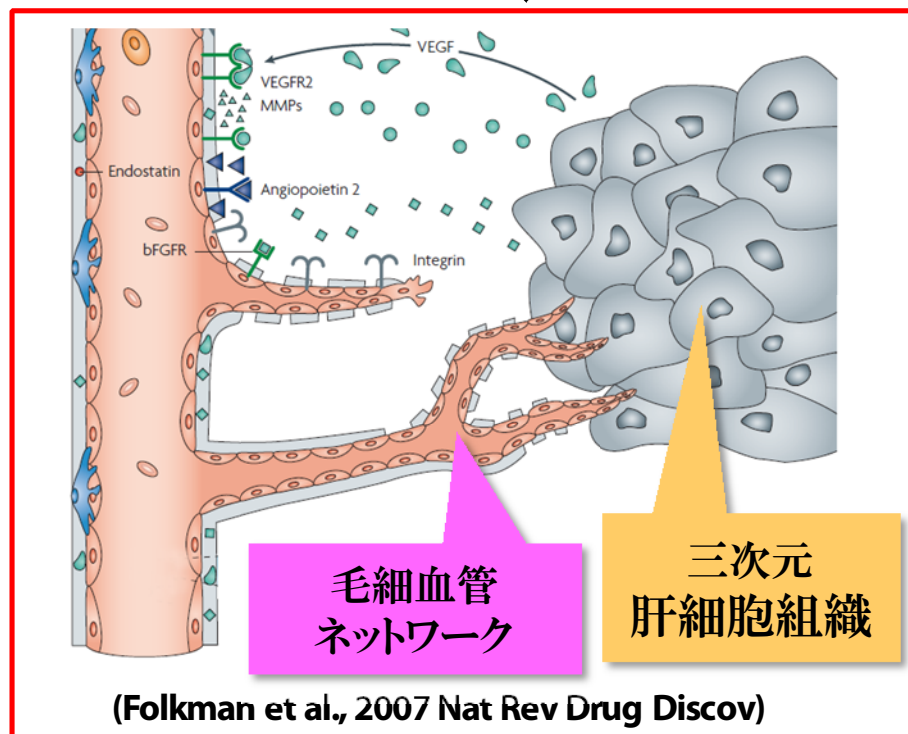
(Hashimoto et al., 2008 Am J Pathol)

バイオへの工学的アプローチ“バイオチップ”

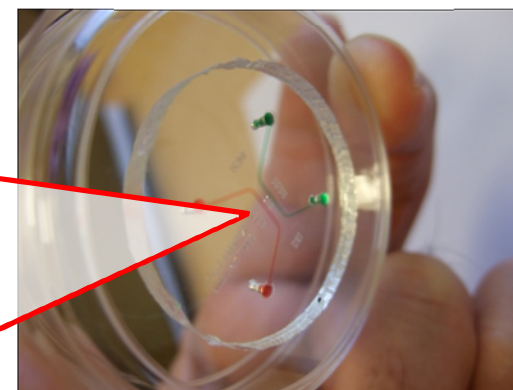
13



肝細胞と血管細胞の融合
(従来手法)

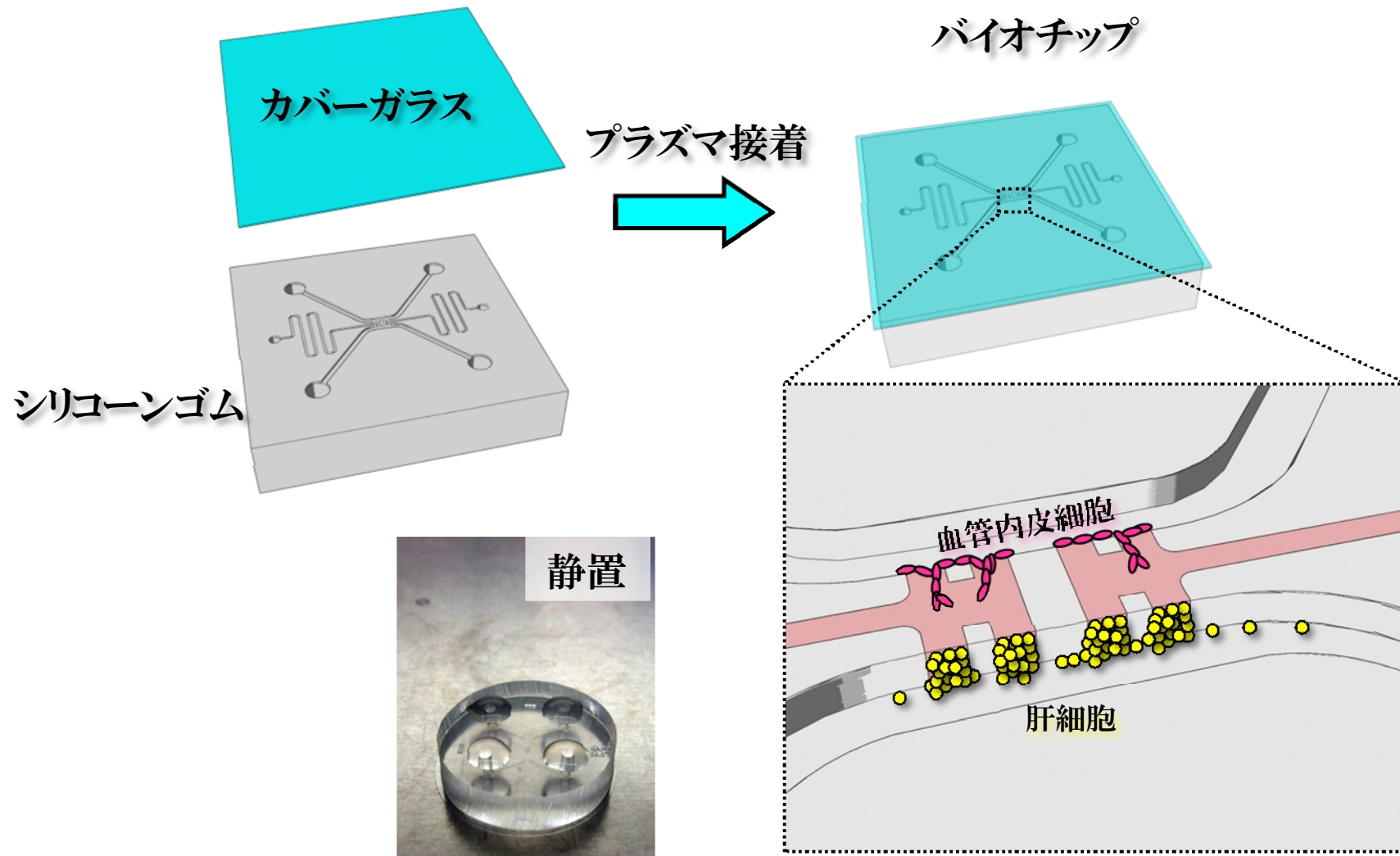


バイオチップ



肝組織と血管の融合

14

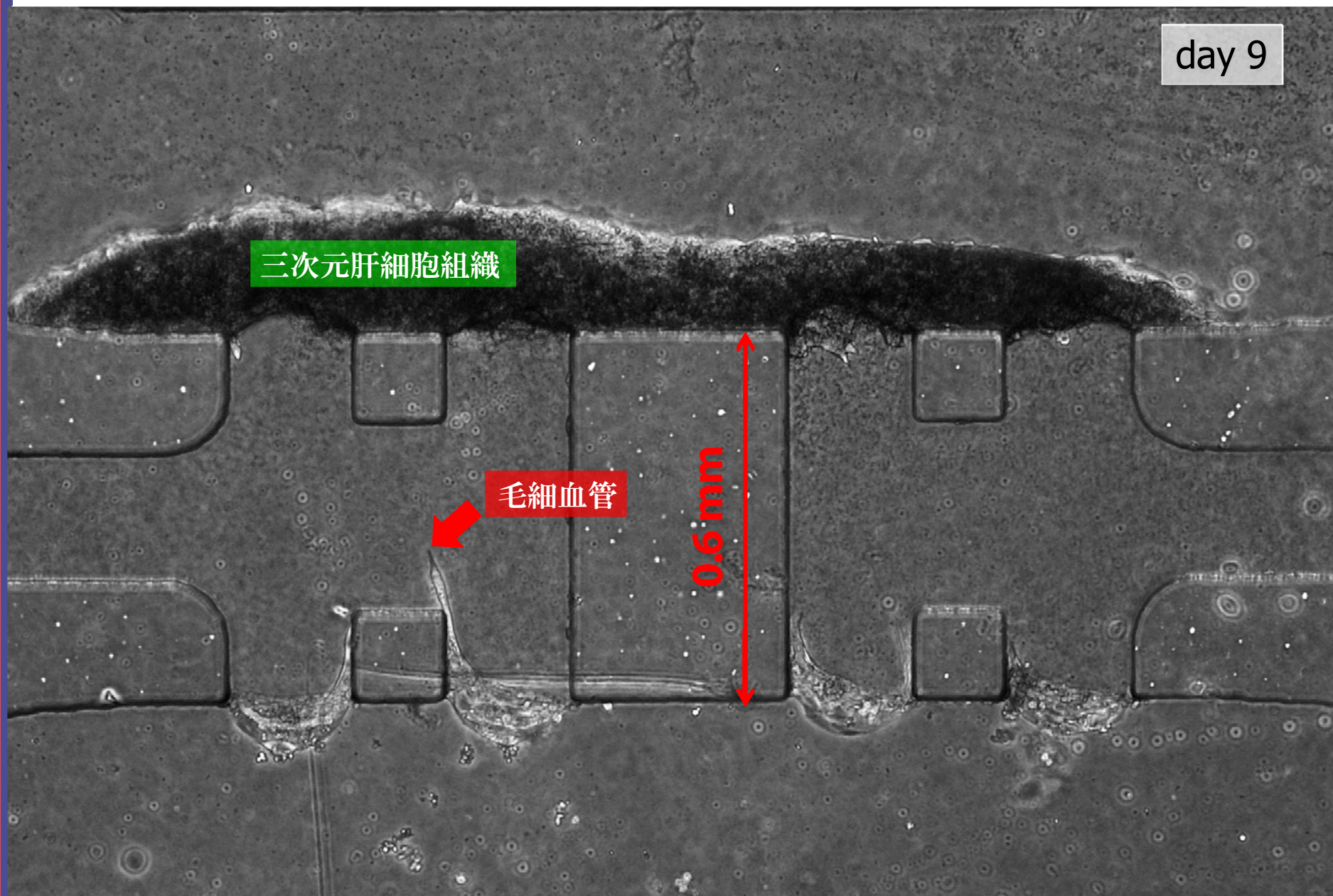


day 9

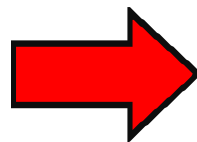
三次元肝細胞組織

毛細血管

0.6 mm



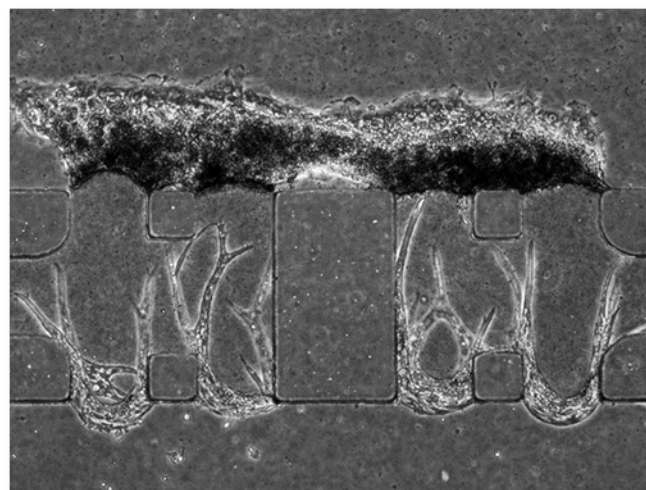
従来の細胞培養



バイオチップによる
組織再生



生物・医学の
再生医療研究に
ものづくりの技術を応用



実際の顕微鏡画像

