

# 見えてきたBEANSの姿

BEANSプロジェクト サブリーダー

東京大学生産技術研究所

藤田博之



# BEANSプロジェクトの概要

<http://www.beanspj.org/>

マイクロマシン  
MEMS技術

ナノ加工

製糸・紡績

印刷技術

バイオ材料

有機材料



プロセス融合  
スケール融合  
材料融合

ライフ  
イノベーション

グリーン  
イノベーション



産業の再生

社会問題の解決



# BEANSにおける異分野融合

- ナノからメートルまで異なったスケールを融合
- バイオから半導体まで異なった材料を融合
- ボトムアップからトップダウンまで異なったプロセスを融合
- Beansでは、三つの融合の系統的な研究を通じて、各個の具体的な研究成果を元に異分野融合プロセスの体系を確立する



# Grand Question

**BEANSとは何か？ それは何を意味するか？**



# Grand Question

**BEANSとは何か？**

(全体像、将来目標)

**それは何を意味するか？**

(応用、デバイスイメージ)



# Grand Question

## **BEANSとは何か？**

(全体像、将来目標)

トップダウンとボトムアップ  
の異分野融合プロセス

## **それは何を意味するか？**

(応用、デバイスイメージ)

新しいライフスタイルを  
実現するデバイス



# Grand Question

## BEANSとは何か？

(全体像、将来目標)

トップダウンとボトムアップ  
の異分野融合プロセス

## それは何を意味するか？

(応用、デバイスイメージ)

新しいライフスタイルを  
実現するデバイス

与えられた枠組みから、血の通う自らの実践へ

各人がプロジェクト全体への視点、意識を獲得



# Grand Question

**BEANSとは何か？**

(全体像、将来目標)

**それは何を意味するか？**

(応用、デバイスイメージ)

個別テーマ

プロセス開発

原理追求





# Grand Question

**BEANSとは何か？**

(全体像、将来目標)

**それは何を意味するか？**

(応用、デバイスイメージ)

具体例

位置づけ  
方向性

個別テーマ

プロセス開発  
原理追求



# Grand Question

## BEANSとは何か？

(全体像、将来目標)

## それは何を意味するか？

(応用、デバイスイメージ)

具体例

位置づけ  
方向性

個別テーマ

プロセス開発  
原理追求

新規機能、構造

応用デバイス

要求性能



# Grand Question

## BEANSとは何か？

(全体像、将来目標)

## それは何を意味するか？

(応用、デバイスイメージ)

具体例

位置づけ  
方向性

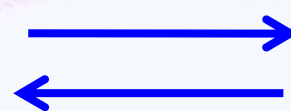
実用例

応用分野  
の特定

個別テーマ

プロセス開発  
原理追求

新規機能、構造



要求性能



応用デバイス



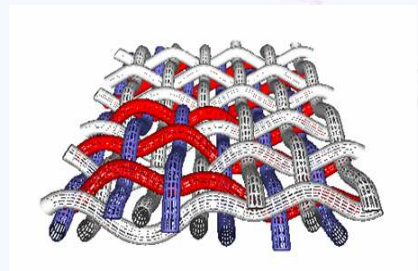
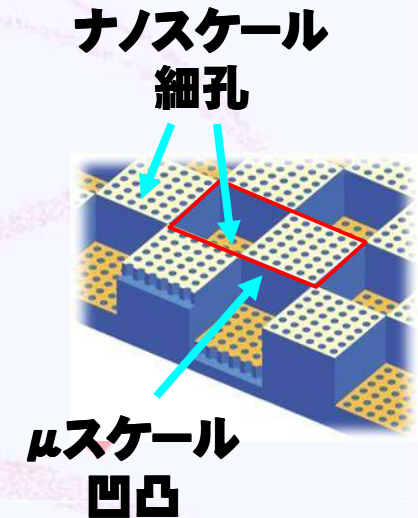
# BEANSにおける異分野融合

- ナノからメートルまで異なったスケールを融合
- バイオから半導体まで異なった材料を融合
- ボトムアップからトップダウンまで異なったプロセスを融合
- Beansでは、三つの融合の系統的な研究を通じて、各個の具体的な研究成果を元に異分野融合プロセスの体系を確立する



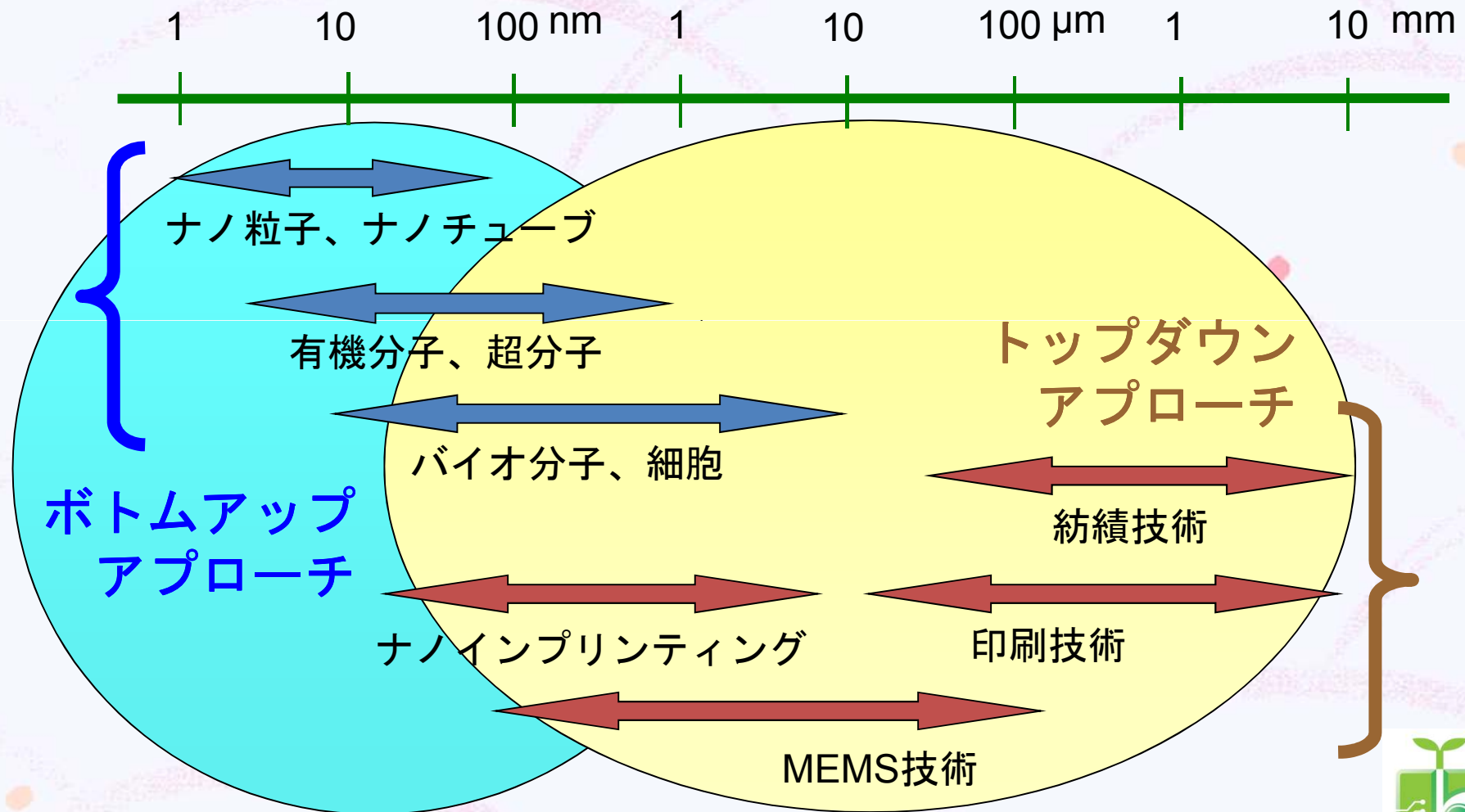
# 異スケール融合

- 3次元ナノ構造をマイクロ構造に付加することで、二波長の赤外線を効率よく選択透過するフィルター
  - 波長以下の寸法の構造と光波動とのナノフォトリクス相互作用を生かした新機能を追求
- 線の表面にマイクロ加工してそれを織ることで布地のように柔らかい、広い面積のデバイスを作る研究
  - ミクロの構造を持った、メートル級の大面積デバイスを作る独創的な試みである。



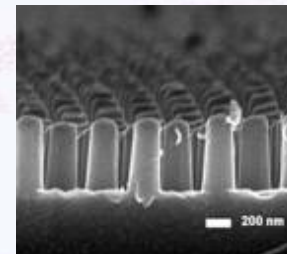
# トップダウンとボトムアップの技術融合

## ナノからマクロまでの異スケール融合

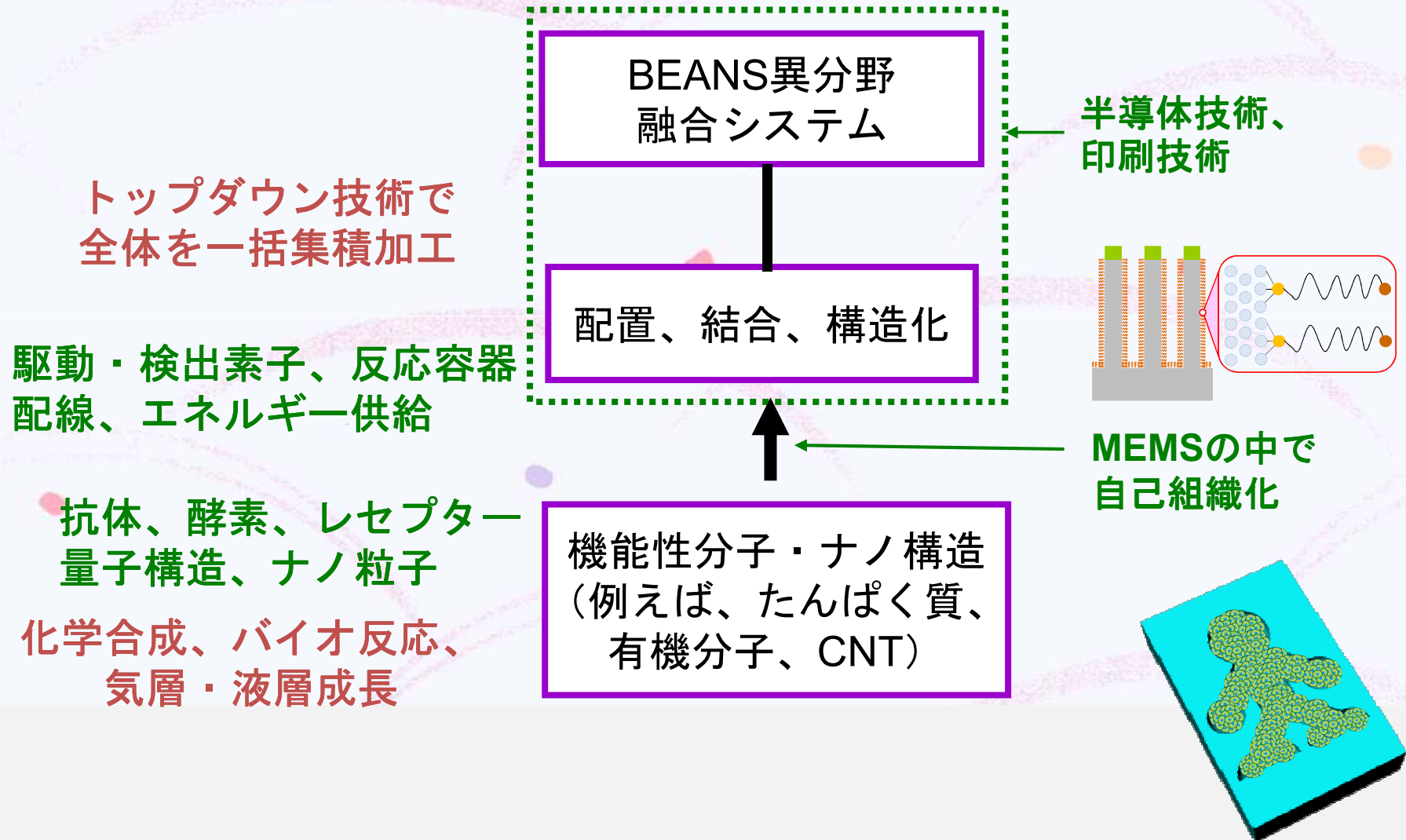


# 異材料融合

- ガラスをマイクロ加工した微小容器に脂質二重膜を安定に形成し、そこに単一種類の膜タンパクを挿入して機能を測る研究
  - 膜タンパクは細胞と外部の相互作用を司る重要な分子であり、創薬などに貢献が期待
- 有機材料と無機材料を組み合わせて高効率・高性能・極微小の光、電子デバイスを得る研究
  - アルミ薄膜を陽極酸化して均一なナノ貫通孔を作った後、それを鋳型とするナノインプリンティングにより、50nm以下の有機半導体ナノ突起構造を得た。



# MEMSとバイオ・ナノ材料の融合



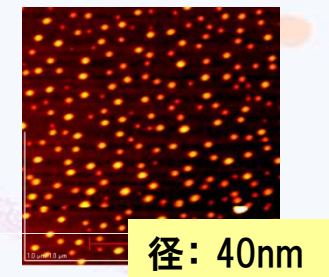
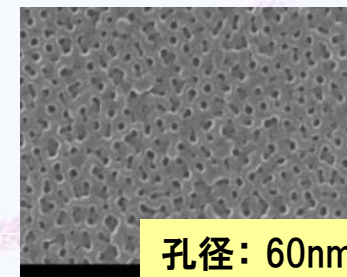


# 異プロセス融合

## (自己組織化の利用)

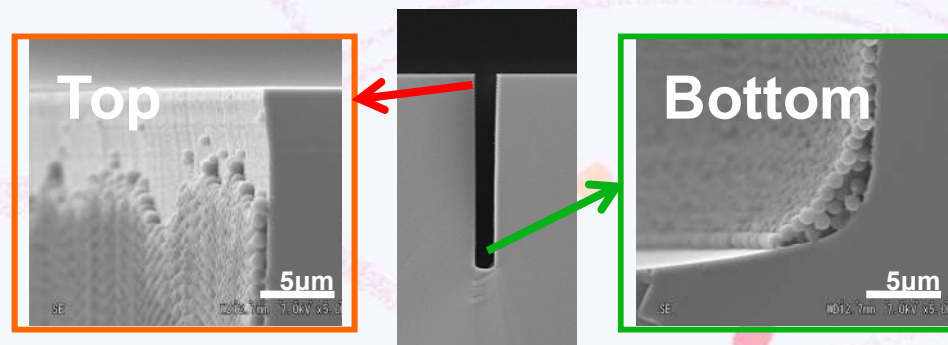
- ナノパターン形成に自己組織化を利用(数十ナノメートルの規則的なナノパターン)

- 陽極酸化時にできるナノ多孔質
- 蒸着によるポリマーのナノドット
- ブロックコポリマーの結晶構造



- 自己組織化手法とマイクロ加工とを融合する

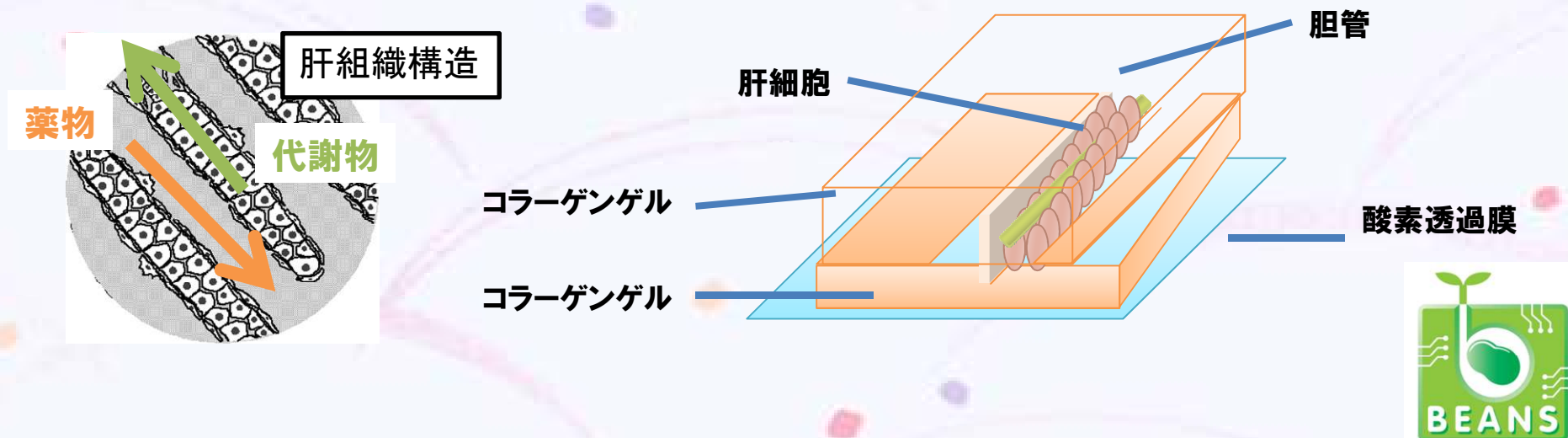
- ナノ粒子の自己組織化配列を用い、ミクロの深溝の側面に規則的かつ稠密な単層ナノ粒子膜を得た。



# 異プロセス融合

## (MEMSバイオ融合)

- 細胞の増殖と自己組織化能力を、トップダウン手法で制御して秩序ある三次元組織を作る研究に注力
- ゲルのビーズやファイバーに閉じ込めた異なる種類の細胞を、立体的に配置した後培養
  - 肝臓では多数の肝臓細胞の中に胆管が走る。これを模擬した組織を構築

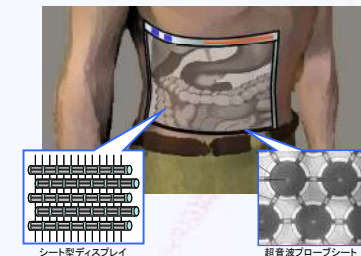
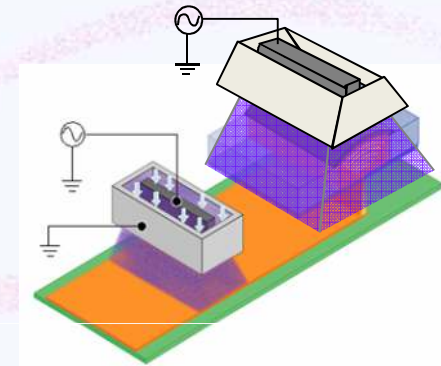


# 異プロセス融合

## (大面積プロセス)



- メートル級の大面積シートを基板として、その上にミクロの薄膜を大気中で付加
  - 従来のマイクロ加工は真空中で行うため、メートル級の基板に成膜するには、巨大な装置が必要であったが、それを不要とするエコロジカルなプロセスが得られる。
- 大面積では、印刷技術、ナノインプリンティング、紡績、ダイコーティングなど従来技術を洗練してマイクロ加工と融合する手法が重要



## センターをまたぐ異分野融合テーマ

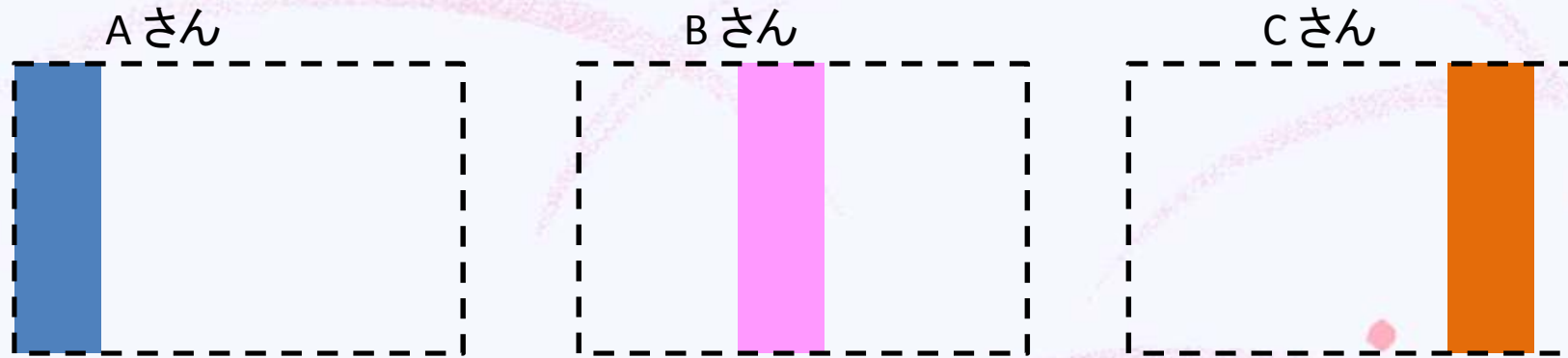
- 3D-BEANSで、MEMS探針の先にカーボンナノチューブを付加するテーマあり。針に電気をかけると、誘電力でカーボンナノチューブが先端に寄ってくるが、固定できない。これを、ライフBEANSで研究中の、材料を見分けて特異的に吸着する分子の探索テーマと融合。
- ライフBEANS九州で、有機分子薄膜をナノドットにエッチングしたかったが、ダメージが入って機能が失われてしまう。3D-BEANSの中性分子ビームエッチングを使ってみると、無損傷で機能を保ったままドット形状に削ることができた。



# BEANSは人材育成プロジェクトでもある



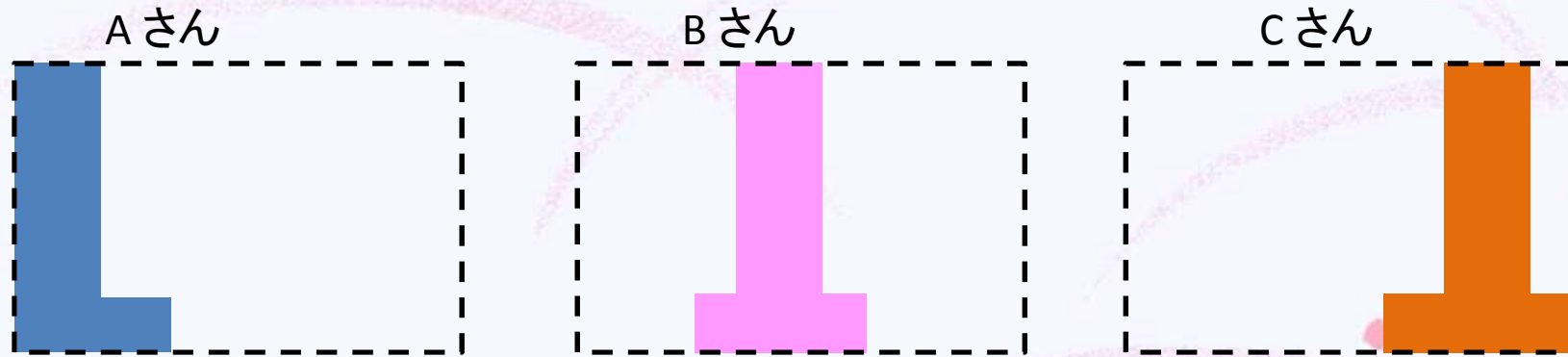
# 異分野融合(ダメな例)



共通項なし  
すれちがい



# 異分野融合(よい例)



共通項を作る  
知的好奇心を持つ  
統合知

