

異分野の融合・横断が拓く新たな科学技術イノベーション

生体との相互作用を制御する バイオアダプティブ材料の創出

2018年8月30日

JST研究開発戦略センター

ナノテクノロジー・材料ユニット 荒岡 礼



国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

社会ニーズ ～健康長寿社会の実現～

平均寿命は延びたが、健康寿命との差（約10年）が課題

人生の不健康期間を短縮し、健康寿命を伸ばすために・・・

医療・健康 ニーズ

健康維持

超早期診断、
生体情報モニター、
簡易・在宅診断など

疾患治療

難治疾患・がん・
脳疾患の根本的治療
など

身体機能の補修・代替

臓器機能補修・再生・代替
など

技術ニーズ

無炎症・無感染の埋め込み・ウェアラブルデバイス、in vivo診断・
治療、ヒト組織・生体環境モデル、組織・臓器再生など

これらのニーズ実現の鍵はバイオアダプティブ材料が握る

バイオアダプティブ材料とは

バイオ材料

生体組織や体液などの生体を構成する成分に接して利用される材料

- 生体適合性を有することが前提
- 医療・ヘルスケア用途

バイオ材料工学

生体組織や体液などの生体を構成する成分と材料の間にはたらく生体/材料相互作用のメカニズムに立脚した材料設計・創製・評価

バイオアダプティブ材料

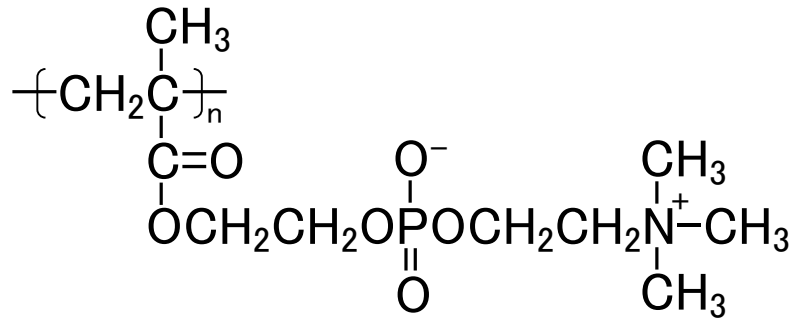
生体環境に適応して、積極的に生体/材料相互作用を活用し、機能を発揮する材料

実際の生体環境で「使える」材料へ

これまでのバイオ材料研究

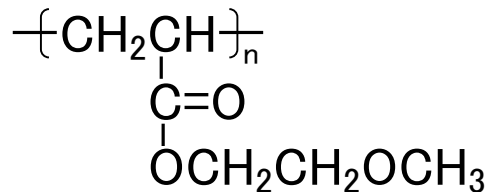
- 生体適合性材料が中心
- 優れた材料が日本で開発・実用化された実績
- 生体適合性の発現メカニズムは未解明

MPCポリマー



人工股関節や人工心臓のコーティング、化粧品 etc.

PMEA

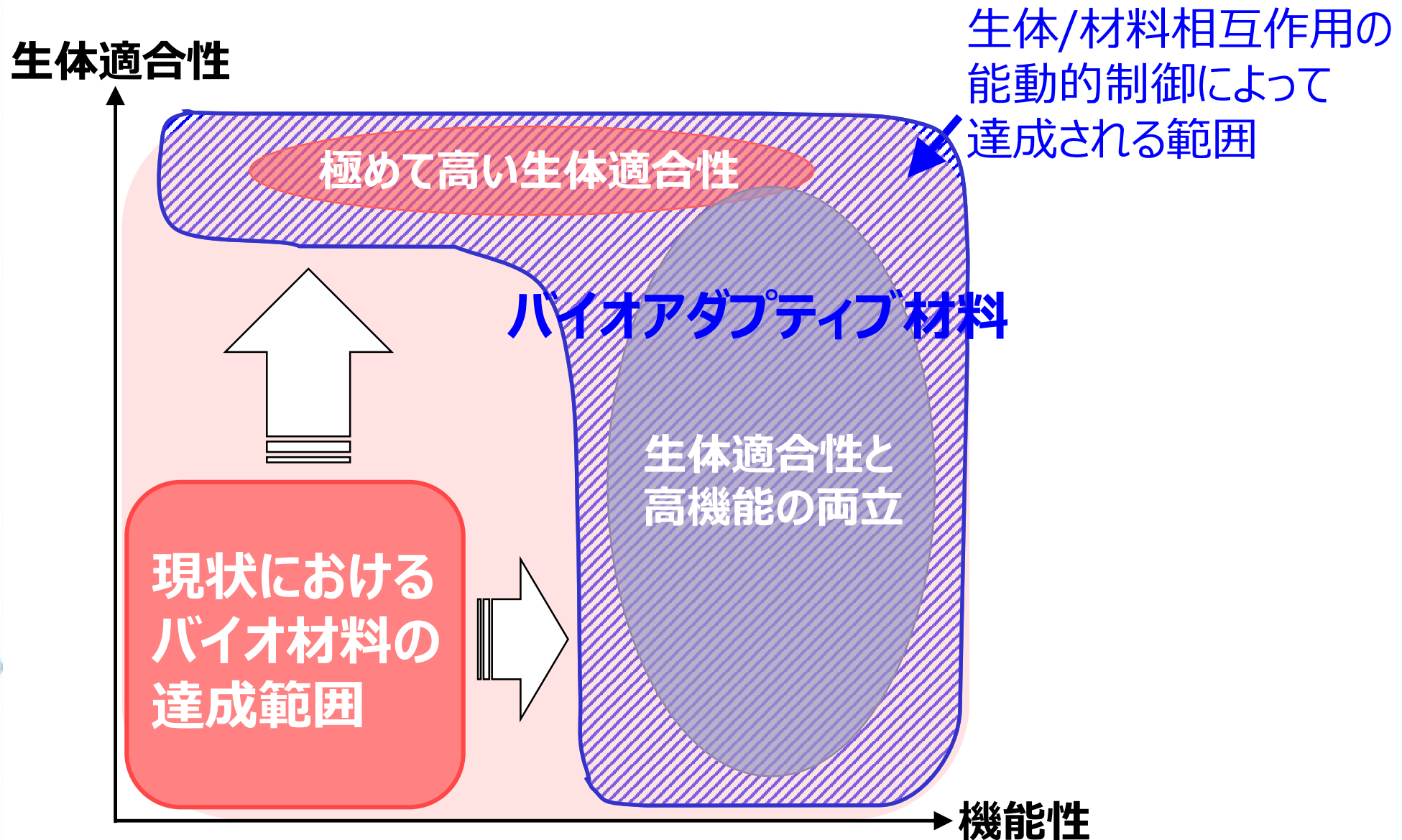


人工肺やカテーテルのコーティング etc.

画像出典：テルモ株式会社

世界最高レベルの抗血栓性を有する材料

バイオアダプティブ材料で目指すこと



バイオアダプティブ材料で目指すこと

バイオアダプティブ材料

生体環境に適応して、積極的に生体/材料相互作用を活用し、機能を発揮する材料

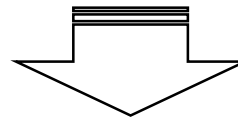
生体/材料相互作用の能動的制御によって実現可能な機能

生体現象を制御する機能

タンパク質接着制御、細胞挙動制御、生分解性、外場応答性、力学特性 etc.

極めて高い生体適合性

各種人工臓器の長寿命化、材料・デバイスの適用範囲拡大 etc.



将来の医療・健康ニーズに応える材料・デバイス技術へ

(生体内で) 組織再生、疾患・創傷治癒、観察・評価、診断・治療
(生体外で) モデル組織、診断デバイス etc.

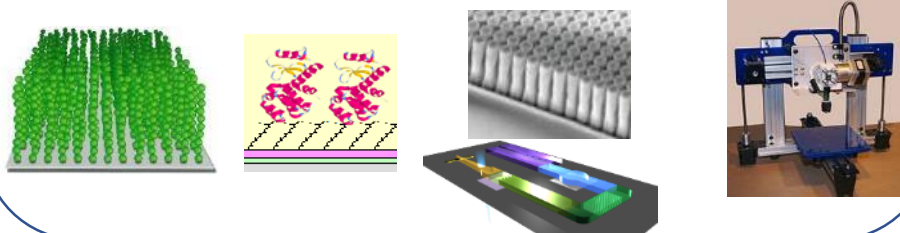
我が国の高い材料技術を活かして
健康・医療ニーズに応える

周辺・関連技術の進展

合成・加工技術

ナノ・マイクロ加工、精密合成、3D造形など
⇒精緻な材料設計・創製

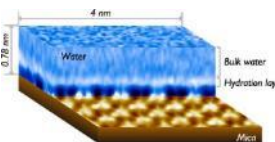
精密重合、表面修飾、生体分子固定 ナノ・マイクロ加工、MEMS技術、 μ -TAS 3Dプリンタ



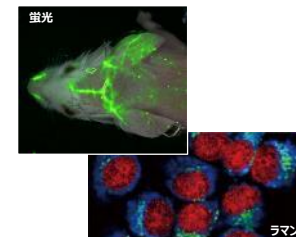
固液界面観察、生体イメージング

1分子計測、分光分析、生体イメージングなど
⇒分子・細胞レベルその場観察

生理環境（水溶液中）
界面計測



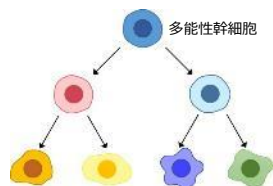
バイオイメージング



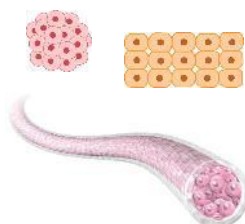
細胞関連技術の高度化

幹細胞の作成・培養・分化など
⇒再生医療研究、創薬応用研究

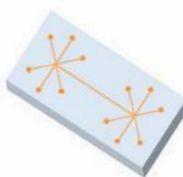
分化誘導



3次元培養



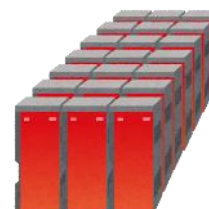
臓器チップ



オミクス、データ科学

次世代シーケンサ、プロテオームなど
⇒生体情報の網羅的解析、生体现象の理解

スーパーコンピュータ、
ビッグデータ解析



1000ドルゲノム、
次世代シーケンサ



Courtesy of Pacific Biosciences of California, Inc.,
Menlo Park, CA, USA

質量分析



課題：新規バイオ材料研究開発への戦略的取り組み

戦略的な研究開発領域検討マトリクス

「応用／市場軸」

新規応用／新市場	新市場開拓 安全性の担保により 早期実用化が可能 【課題】必要な機能・ 性能の達成が難しい AMEDを中心に投資 ③	ハイリスク・高成長 革新技术で未解決の 医療・健康ニーズに応える 【課題】開発に要する時間、 安全性評価 戦略的投資はおこなわれていない ④
	市場浸透 民間中心に研究開発 投資 ①	新製品開発 既存製品の大幅な性能 向上により医療・健康 ニーズに応える 【課題】開発に要する時間、 安全性評価 戦略的投資はおこなわれていない ②
既存応用／既存市場		
既存材料・既存技術		新規材料・新技術

「材料／技術軸」

承認済み材料（既存材料）を用いることが医療機器開発の前提



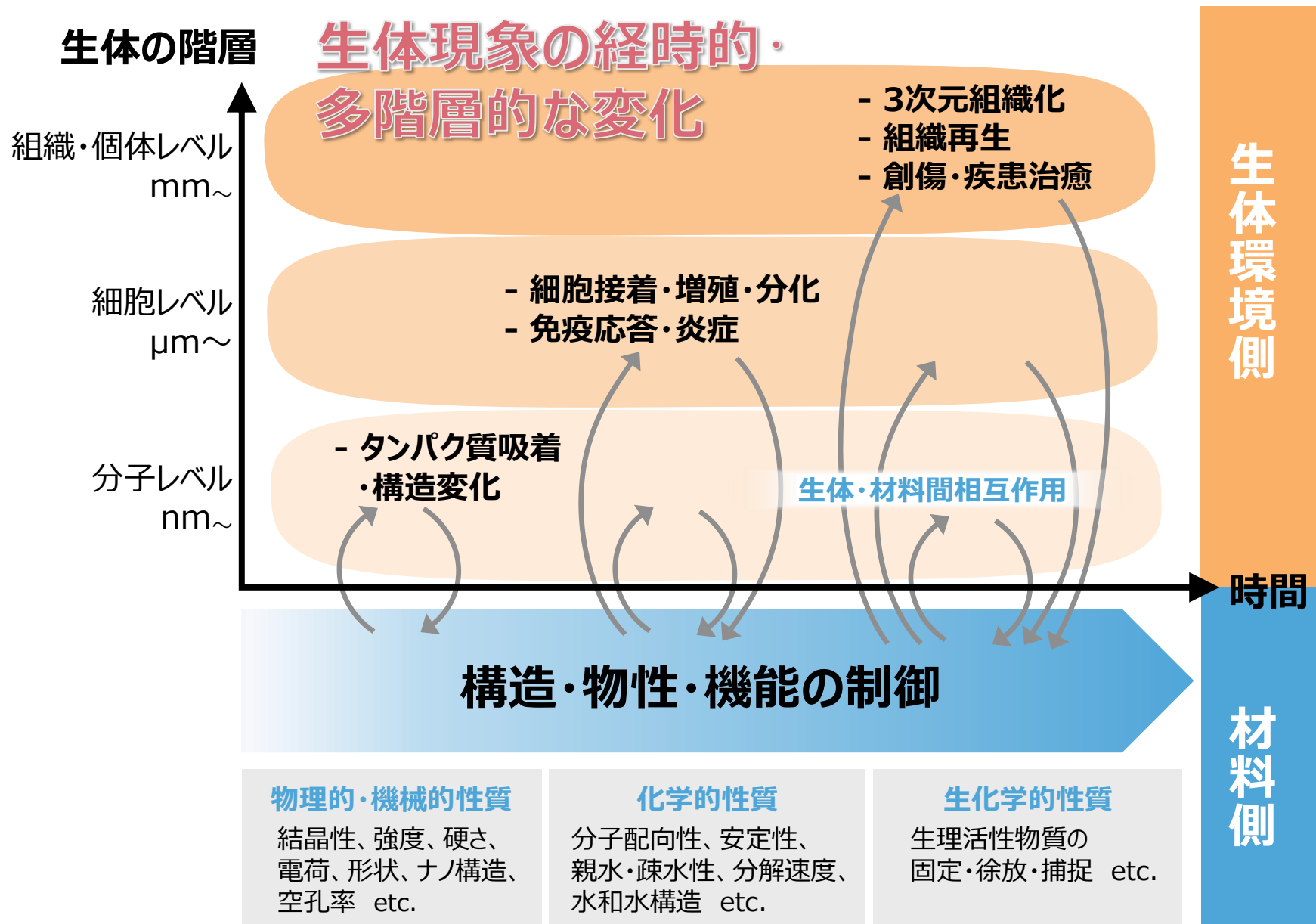
- 必要な機能・性能の実現には新材料が必要



- 戦略に穴が空き、新しい芽が生まれにくい／育ちにくい

領域④に加えて②、③の強化が重要

生体・材料間の相互作用を材料で制御する



重要な研究・開発課題

① 生体/材料相互作用によって生じる

現象解明

多様な生体環境に対する生体適合性発現メカニズムの解明、医学・生物学的視点に基づく相互作用理解、材料経時変化の定量的把握など

② 多様な生体環境における**定量評価・計測**を 実現する**新技術・装置開発**

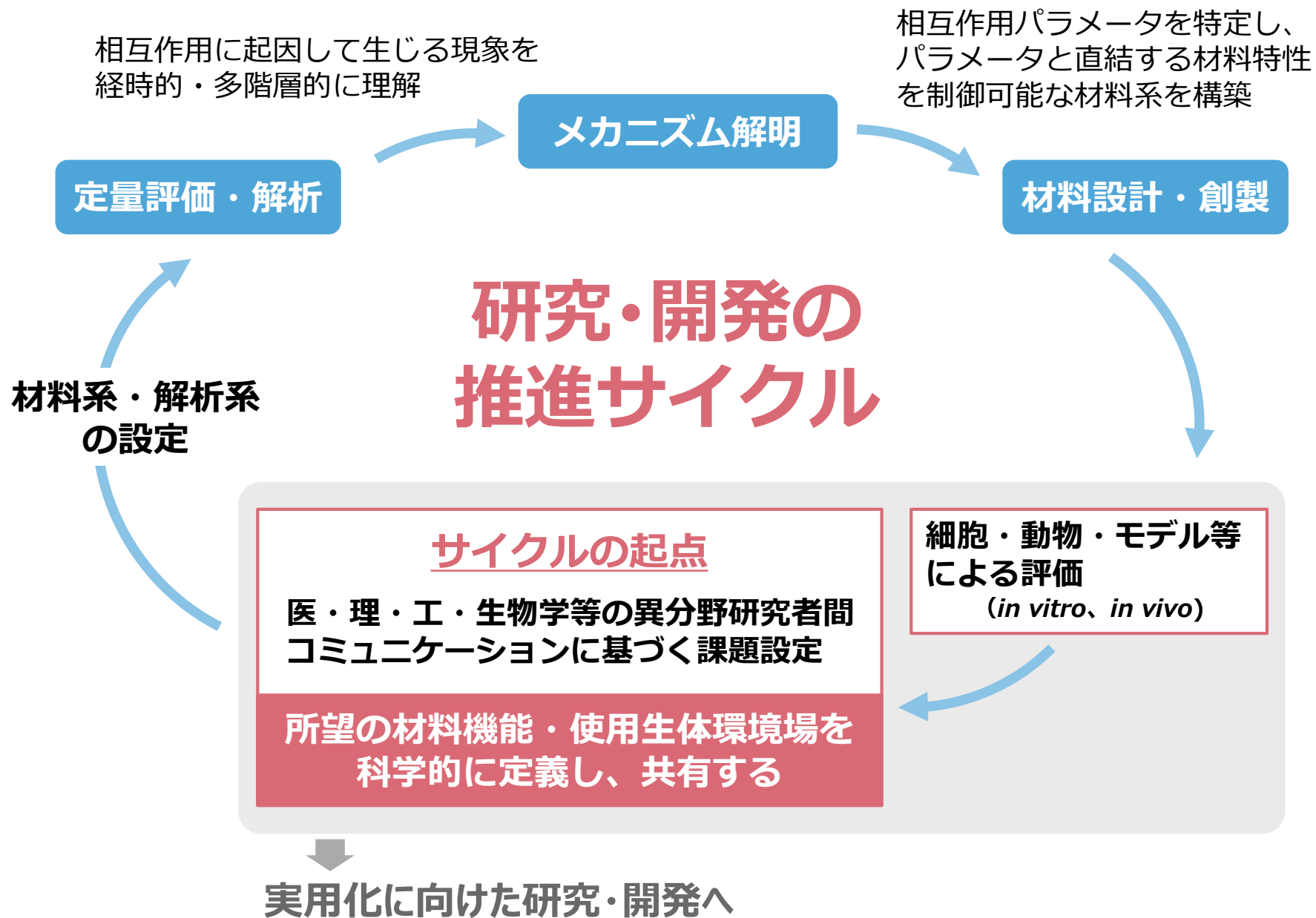
生体/材料界面へ適用可能な計測・分析技術、生体環境場のin vivo計測、低侵襲/非侵襲3次元動態イメージング技術、生体環境場のin vitroモデル系構築など

③ バイオアダプティブ材料の**設計・創製**

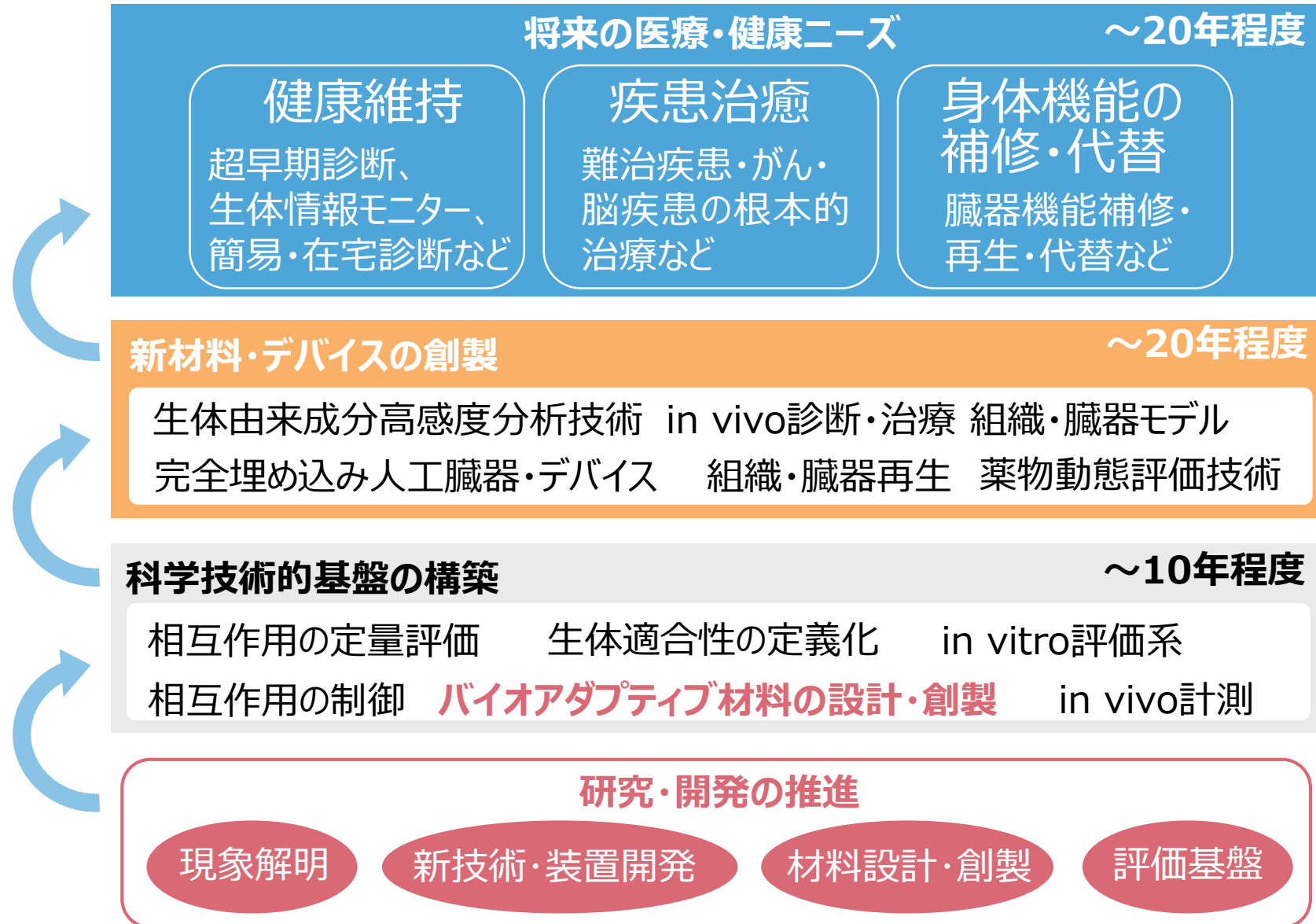
生体/材料相互作用に影響を及ぼす材料特性（物理的・機械的性質、化学的性質、生化学的性質etc.）の特定、材料特性制御のための精密設計、材料経時変化の把握と制御など

④ **実用化を促進する評価基盤構築**
評価法・評価指標の設定、生体環境の模擬など

必要な研究・開発サイクル



科学技術的基盤の構築と医療・健康ニーズ実現へ



戦略プロポーザル

バイオ材料工学

～生体との相互作用を能動的に制御する
バイオアダプティブ材料の創出～

2018年秋
発行・公開

