

「いのち彩る医療」を実現するバイオマテリアル界面科学の構築

① ビジョンの概要

「生きがいを持ち楽しむための医療」。今後 30 年間に起こる技術革新によって医療の目的が顕著に変化する中で、このビジョンは人間の「生きがい」を維持するために必須である（図 1）。

② ビジョンの内容

今後 30 年の間に、病気や怪我の克服による生きるための医療から、生きることを楽しむための医療への目的の顕著な変化が起こり、医療の価値観の変革が必要となる。健康寿命の延伸と各自が生きがいを持ち、不治の病をなくし、ストレス障害をなくすために、永遠の健康寿命が求められるようになる。このヒューマンフレンドリーな社会の実現に向けては、革新的医療機器・技術の創出が必要となる。

③ 学術研究構想の名称

バイオマテリアル界面科学—生物と無生物との界面—

④ 学術研究構想の概要

医療機器、人工臓器、人工器官などを構成する固体材料（ハードマテリアル）及び生体機能ゲルや DDS キャリアを構成する超分子などのソフトマテリアルの生体適合性と生体機能性（組織形成能、抗菌性、抗血栓性など）は、材料表面と生物相間の界面反応の結果として発現する。すなわち、バイオマテリアルの性能を支配する生体適合性や生体機能性は、材料表面と生体組織との物理化学・生化学反応によって支配される。その機構解明は連続的に機能する生体機能界面の創製につながるが、これまで、分子レベルから細胞・組織レベルまでを包含した界面反応を統一的・体系的に理解し、その制御指針を構築しようとする学術研究は存在しなかった。本学術研究構想では、界面反応データの収集と蓄積により界面現象にアプローチする「バイオマテリアル DX」、材料相と生物相との界面現象を nm から mm のレベルの空間的階層性を持って、また ms から年の時間的階層性を持って解明する「材料—生体反応科学」、これらと平行して生体適合表面・生体機能表面をデザインする「表面創出科学」（分子科学表面機能創出及び固体表面機能創出）を実施する（図 2）。

⑤ 学術的な意義

本学術研究構想では、界面反応の解明を第一義とし、金属・無機・有機材料及び分子の表面と体液・軟組織・硬組織との界面を対象として、これらの材料と生体組織との反応を横断的に捉え直し、非生物相である固体と生物相との界面で起こる現象を科学する新学術を提案するものである。

固体表面での水分子の吸着から生体組織形成までの反応を、感染・炎症などの生体反応を包含して明らかにするためには、界面で起こるシグナル伝達を含む生物学的現象解明が必要である。現象解明には、表面科学、材料科学、分子生物学、細胞生物学、細菌学、免疫学が、一方、問題解決には、生体材料学、生体医工学、医学、歯学の知識が必要であり、これらの研究者の共同研究により、多分野にまたがる新たな研究領域を創成し既存分野を凌駕する新分野まで展開することができる。

本構想の遂行により、感染・炎症までを包含する界面現象の解明とその理論の一般化、生体材料における生体適合性の新たな概念及び定義の構築、これによって可能となる生体機能表面の創出が期待できる。この実現は、非生物相である固体材料と生物相との共存に関わる広範囲に及ぶ学理全体の発展を促すものとなる。

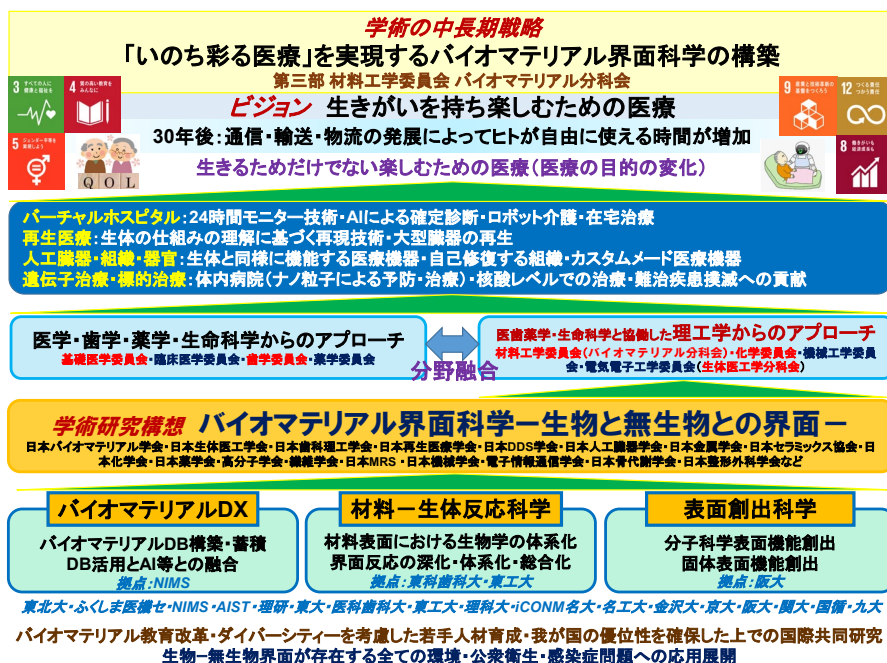


図 1 本学術振興構想のビジョン・背景・実施項目の概要

また、本研究の推進過程及び完成後には、広義の非生物－生物共存の科学への貢献、表面科学・工学への貢献、医歯薬学の革新が期待できる。

⑥ 国内外の研究動向と当該構想の位置付け

従来の生体材料学、人工臓器学、再生医療、医学、歯学の分野においては、本構想の視点は、世界的に見ても完全に欠落した状態で放置され、応用研究が優先して行われてきた。つまり、世界的にみても従来の生体材料学、人工臓器学、再生医療、医学、歯学の分野において、

本研究領域の視点は完全に欠落した状態で放置され、応用研究が優先して行われてきた。

⑦ 社会的価値

財政再建や税制面からの医療費の削減と国民生活面からの健康寿命の延伸は、いずれも不可避で喫緊な課題である。新たな医療技術がもたらす物心両面での恩恵は、財政面でも健康推進面でも計り知れないものがある。本構想によって蓄積され、データベース化された知識と技術を産業界と連携して活用することで医療関連産業のさらなる振興と国際競争力の増進をもたらすものと期待される。

⑧ 実施計画等について

【実施計画】第1期：準備・整備期（令和9～10年度） 中核および連携拠点の研究設備の整備、研究ネットワークの整備、共用設備の整備と全国共同利用への展開。

第2期：研究加速期（令和11～14年度） 研究ネットワーク、共用設備を活用した研究の進捗。

第3期：学術理論構築期（令和15～18年度） 各研究を統合し、AIによるマテリアルの生体機能発現に関する一般的理論、普遍的原理、これを制御する汎用的技術の構築。分子から細胞、組織までの高度な階層系を人工系として取り込む新しい科学の創出。

【実施機関】全体拠点機関：物質・材料研究機構（NIMS）、連携拠点機関：東京科学大、産業技術総合研究所（産総研）、東北大、東大、阪大、名工大、名大、京大、九大、理科大、理研、ナノ医療イノベーションセンターなど

【所要経費】総額 78 億円（780 百万円）

⑨ 連絡先

塙 隆夫（東京科学大学・大阪大学大学院工学研究科・神戸大学大学院医学研究科）



図2 本学術振興構想の実施項目とその効果