

研究開発の俯瞰報告書概要

社会ニーズ

社会ニーズを充足しうる研究開発戦略が必要。

- ◆国連の持続可能な開発目標 (SDGs)のうち、次の2項目がライフ・臨床分野と極めて密接に関係
 - 「2. 飢餓をゼロに」
 - 「3. すべての人に健康と福祉を」
- ◆わが国における主な社会ニーズと、科学技術への期待
 - 高齢化による医療・健康ニーズ多様化・増大
 - 治療から疾病管理への転換
 - 経済性、安全性、有効性の高い医療技術へのニーズ
 - 対象群の個別化・層別化
 - 食料自給率低迷
 - 新品種開発、農作業の最適化技術
 - 研究不正(臨床研究、基礎研究)
 - 研究者教育、臨床研究の支援等
 - 研究結果の再現性の確保
 - 実験手法の標準化等

ライフサイエンス・臨床医学分野 (2017年)

分野俯瞰図

「技術」と「学術」で、ライフ・臨床分野の研究開発を構造化し、技術革新の潮流の調査および今後推進すべき方向性を検討。

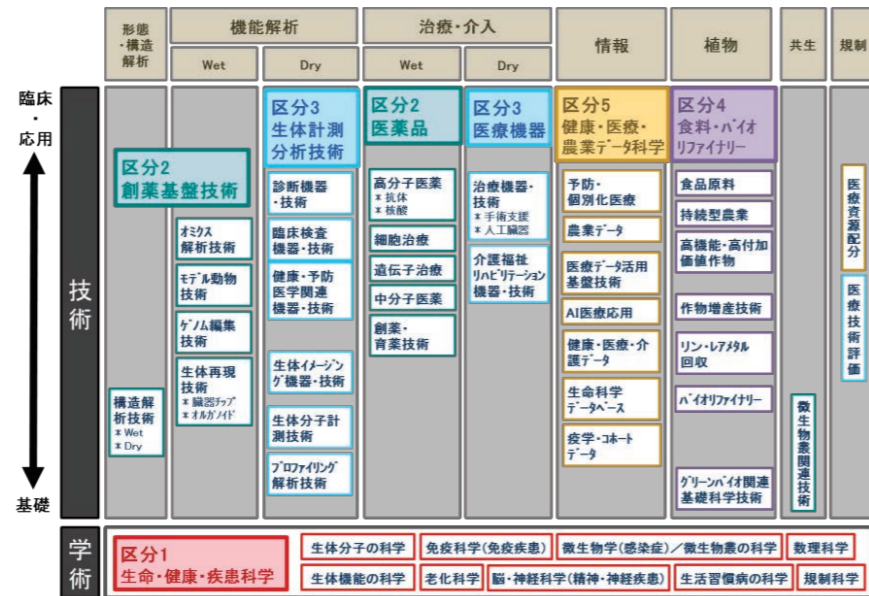


図. ライフサイエンス・臨床医学分野の俯瞰図

技術革新の潮流

近年の注目すべき技術を、I)精緻化・先鋭化、II)多様化・複雑化、III)統合化・システム化の3つに整理。これら革新的技術によって、様々な事象の高精度な記述にとどまらず、「予測」が可能となってきた。

I) 精緻化・先鋭化: 生命の時空間観察および操作/創成

- ①クライオ電子顕微鏡技術(単粒子解析)、②ゲノム編集技術、③個体透明化技術、④ライブイメージング技術(超解像技術、8Kイメージング技術、⑤一細胞解析技術、⑥シミュレーション技術(分子、細胞環境、臓器、個体)、⑦人工分子・人工生命技術、⑧オプトジェネティクス技術、⑨実験のロボット化

II) 多様化・複雑化: 研究対象の拡大および複雑系の解析へ

- ①ヒト*in vitro*実験技術(オルガノイド技術、臓器チップ技術等)、②微生物培養技術、③微生物叢解析技術(メタゲノム、メタトランスクリプトーム等)、④アグリフィールド解析技術、⑤オミクス解析技術(ゲノム等)、⑥非モデル生物の改変技術(作物・家畜、ヒト)

III) 統合化・システム化: 統合ビッグデータに基づく個別化/予測へ

- ①多階層オミクス/臨床情報解析技術、②マルチスケール解析技術(分子~個体)、③マルチモダリティ解析技術、④モニタリング・ウェアラブル技術、⑤植え込み型医療機器技術、⑥ビッグデータ解析技術(人工知能含む)

今後推進すべき方向性

データ駆動型の研究開発の推進および研究プラットフォーム、社会システムの整備

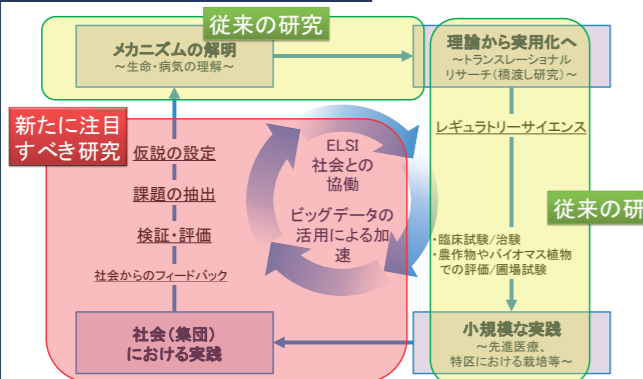


図. 研究開発の循環。基礎研究の成果が社会へ実装され、新たに設定された課題を元に再度基礎研究が推進される。これら一連の循環構造の加速がこれから重要であり、データ科学の適切な推進がカギとなる。

戦略①: データ統合医学 (IoMT) による個別予見医療
【Precision Medicine】

定義: 個々人のバイオマーカー(遺伝子、生体内分子、脈拍・血圧等)とライフログ等を統合的に解析し、**疾患の発生・進行を予見**する。費用対効果を考慮した上で対象を**層別化・個別化**し、予防的な介入を実施することで疾患の重症化/再発を**予防する医療**、およびその**基盤となる生命科学/医学研究**。

戦略②: デジタル統合アグリバイオ技術 (IoAT) による超スマート生産
【Precision Agriculture and Bio-Production】

定義: 土壌/環境条件等、微生物叢/昆虫/寄生虫等のセンシング・統合的情報解析によって、作物の**育成環境を定量的に評価**する。**育成環境や生育状況を適切に監視・制御**する技術を開発し、農作物/生産物の**品質および生産効率の最大化を目指す研究**、ならびにその**基盤となる植物・微生物科学研究**。

データ統合医学 (IoMT) による個別予見医療
【Precision Medicine】

デジタル統合アグリバイオ技術 (IoAT) による超スマート生産
【Precision Agriculture and Bio-Production】

計測	①生体計測技術の開発(微量分子センシング、ライブイメージング、3次元動的構造計測等)	②アグリフィールド計測技術の開発(植物育成状態のセンシング、圃場・耕作地全体の微小環境計測等)
情報基盤	③データの蓄積・管理・共有化の加速: データ科学の基盤整備(データベースの構築(集約と分散)、データのキュレーション、大容量データの通信、データ標準化、データ匿名化、セキュリティ、データシェアのルール策定等)	
情報解析	④データ解析技術(人工知能含む)の開発、インフォマティクス人材の育成(画像/非画像データ統合解析、マルチスケール(分子~個体)解析、臨床データと生命・疾患研究データの統合解析、数理モデル、人工知能(AD)の適切な活用、インフォマティクス研究等)	
理解/予測/制御	⑤恒常性研究の推進(加齢、構造生命・医学、合成生物、生体組織モデリング、臓器~細胞連関機能地図等)	⑥植物・微生物ダイナミクス研究の推進(植物全身シグナル、生物叢相互作用、合成生物学(有用物質生産)、環境適応品種開発等)
予測/介入/実用化	⑦個別予見医療技術の開発(発症・重症化・発作等の予測診断、治療介入、医療技術開発プロセスの効率化等)	⑧超スマート生産技術の開発(作物・微生物の育成と最終産物の品質予測・介入、環境と品種のマッチング、省労力化等)
研究開発プラットフォーム/社会システム	⑨研究基盤の整備、体制・制度改革(大学病院・附属研の活用、オープンイノベーションの加速、ELSIの議論(生命の操作、医療技術や生産技術のたまたま価値とコストの総合評価、個人情報保護等)、研究成果の再現性確保、研究プロトコルの標準化等)	

図. 具体的な研究開発事項および体制・制度面の重要事項

ライフサイエンス・臨床医学分野の概要

2.5 ライフサイエンス・臨床医学分野の概要

本分野の俯瞰報告書は、JST-CRDS が、国内外の最先端で活躍する研究者の協力を得て、ライフサイエンス・臨床医学分野の全体像を俯瞰的に調査した結果をまとめたものである（200名以上の有識者ヒアリング、約10回の議論の場（ワークショップ）の設定、120名以上の有識者の協力による本報告書の作成など）。結論を述べると、俯瞰調査活動全般を通じ、わが国のライフサイエンス・臨床医学分野のあるべき方向性として、次の2点が重要であると考えられた。

戦略① データ統合医学（IoMT）・個別予見医療：【Precision Medicine】

戦略② デジタル統合アグリバイオ技術（IoAT）による超スマート生産：【Precision Agriculture and Bio-Production】

（社会動向）

健康・医療、食料・環境のいずれにおいても世界は大きな問題を抱えている。例えば、「持続可能な開発目標（SDGs）」として17項目が示され、その中には「健康と福祉」「食料確保」など、ライフサイエンス・臨床医学分野との関連の深い項目も掲げられている。わが国および世界が抱える問題を科学技術で解決するための研究開発戦略が必要である。

（俯瞰対象の設定）

ライフサイエンス・臨床医学分野は、研究対象はマイクロ（原子、生体分子）からマクロ（集団、社会）まで多岐に亘り、様々なかたちで社会実装（医薬品、医療機器、新品種など）がなされている。俯瞰にあたって、技術がどのような対象（ヒトを含む動物、植物、微生物、それらと関連するデータ群等）に、どのような目的（形態・構造解析、機能解析（Wet、Dry）、治療・介入（Wet、Dry））で使われるか、さらに技術のフェーズ（基礎～応用）およびレギュラトリーサイエンス領域、そして関係する主な学術領域を抽出し整理した。以上を踏まえて作成した俯瞰図を図1に示す。同図中には、JST-CRDSが俯瞰対象とした5つの区分なども掲載している。

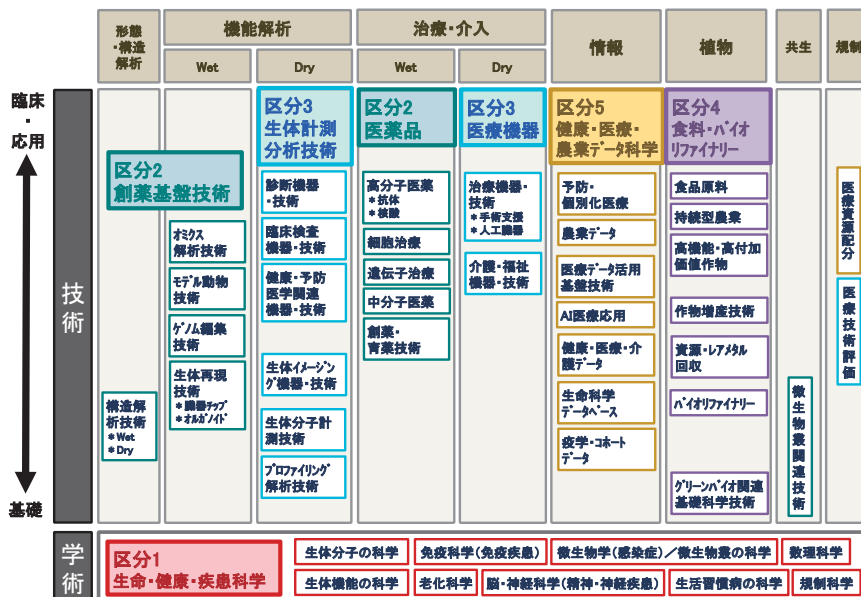


図2-5 ライフサイエンス・臨床医学分野の俯瞰図

〈技術革新の潮流〉

俯瞰対象とした5つの区分について調査を実施したところ、近年特筆すべき技術の潮流として次の3点が見出された。

I) 技術の精緻化・先鋭化：生命の時空間観察および操作／創成

生命を「見る」そして「操作」という観点で、きわめて大きなブレイクスルーが近年次々と起こっている。まず1点は、ゲノムの自由自在かつ簡便な操作を可能とした、「ゲノム編集」技術の登場である。当該技術は、基礎研究のツールとして爆発的に普及するのみならず、治療応用においても目覚ましい展開が見られている。続いて、タンパク質等の構造解析に新たな展開をもたらした「クライオ電子顕微鏡（単粒子解析）」技術である。当該技術は、結晶化困難なサンプルであっても精緻な構造解析を可能とするもので、基礎研究および産業応用の両面から世界中で注目されている。他にも、個体透明化技術、ライブイメージング技術、一細胞解析技術、分子～個体シミュレーション技術、光制御技術、人工分子・生命関連技術など開発が見られる。

II) 対象の多様化・複雑化：研究対象の拡大および複雑系の解析へ

従来、モデル生物（マウス、シロイヌナズナなど）を中心に研究がなされてきたが、社会実装を加速させるためにはヒトや実用作物などとの種差の壁を乗り越えなければならない。そのアプローチの1つとして、例えばヒト *in vitro* 実験系としてオルガノイド技術、臓器チップ技術などが大きな進展を見せている。先述のゲノム編集技術を、ヒトを含め様々な生物種においても実践可能とする技術改良の動きも活発である。従来は個別の分子や生命現象に限定した研究が中心であったが、解析技術の高度化によって、より複雑な系を解析可能となっている。近年進展著しいのが、メタゲノム解析やメタトランスクリプトーム解析をはじめとした微生物叢（マイクロバイオーム）解析技術である。このような、複雑な対象を、実験技術およびインフォマティクス技術の融合によって複雑なまま全体像を捉えようとする方向性が活性化している。

III) データの統合化・システム化：統合ビッグデータに基づく個別化／予測へ

「精緻化・先鋭化」「多様化・複雑化」によって生み出されるデータは膨大であるが、それらデータ群の解析技術の進展も目覚ましい。まず、複数の計測技術から得られるデータを統合解析（マルチモダリティ解析）しようとする潮流が挙げられる。例えば、従来は単独のオミクス（ゲノム、メタボローム）の解析が中心であったが、近年ではそれらを統合した解析技術の開発が大きく進展している。また、分子レベルの情報から個体レベルの情報まで、全てを統合解析しようとする動きも見られる。ウェアラブルデバイスなどの進展によって、様々な時系列データの収集が可能となり、データ解析に時間軸の概念が積極的に取り込まれつつある。統合ビッグデータ解析によって、生命現象を精緻に記述するのみならず、高精度な「予測」も可能となりつつあることは、これからのライフサイエンス・臨床医学分野の大きな方向性を示す、注目すべき動向である。

〈国内外の政策動向〉

米国は、NIH 単独で3兆円を越える投資を行なうなど、他国を圧倒する予算規模となっている。近年重点化している研究開発の方向性としては、精密医療の推進に係る「Precision Medicine Initiative (2015～)」、がん研究の大幅な加速を目指した「Cancer Moonshot (2016～)」、脳機能の全貌解明を目指した「BRAIN Initiative (2013～)」が挙げられる。また NIH/FDA/ 製薬企業が協働した取り組み「Accelerating Medicines Partnership (2014

～）」が発足した。

欧州は、Hoirizon2020の枠組みの中で、例えば Social Challenge の1つとして個別化医療の推進に係る「Personalized Medicine (2014～)」、Excellent Science の1つとして脳科学研究に係る「Human Brain Project (2013～)」などの大型プロジェクトが進められている。

中国では、「科学技術イノベーション 2030」の一環として、「脳科学と類脳研究」「育種技術」「環境保全技術」「健康福祉技術」などが推進されている。また、「精密医療」に着目した取り組みも始まっている。中国のライフサイエンス臨床医学分野への投資はもはや日本を越える規模となっている。

韓国は、第2次バイオテクノロジー育成基本計画（BIO-Vision 2016）の一環として、国内の臨床試験の活性化、オープンイノベーション支援等に対し活発な投資がされている。また、遺伝子治療・幹細胞治療関連研究、医療機器開発、精密医療・再生医療関連産業の国家産業化に向けた支援も進められている。

日本の動向としては、2015年にAMEDが発足し、再生医療、がんなど、9つの重点プロジェクトに対し、年1,000億円を越える研究開発投資が実施されている点が注目される（H29 予算要求：1,528億円）。

〈これからのライフサイエンス・臨床医学分野の方向性〉

健康・医療における課題は、治療から疾病管理への転換、対象の個別化・層別化を通じた安全性・有効性・経済性の向上、医療費・介護費の最適化などと考えられる。また、食料・環境における課題は、世界の食料問題への対応、国内の自給率向上、農作業等における省労力・省コスト・省資源投入化の推進等が挙げられる。一方で、前述の3つの潮流に集約される近年の目覚ましい技術革新によって、生命現象等の「理解」にとどまらず、「予測」と「予測に基づく制御」が可能となってきており、これら社会的課題の解決に科学技術が大きく貢献可能な時代となっている。推進すべき研究開発戦略の要素は次の通りである。

- (1) 精緻かつ膨大な実験データの取得、ビッグデータ解析、実験系における検証の一連のサイクルの構築、加速を通じた、高精度な理解と予測
- (2) 予測に応じた、適切な介入による事象の制御
- (3) 推進にあたっての研究基盤整備（設備／情報／人材／規制等）

また、これからのライフサイエンス・臨床医学研究を推進するにあたって、「研究開発の循環」を強く意識する必要がある。基礎研究の成果が小規模な集団で検証され、社会で実際に使用されたデータに基づき技術が評価・検証された後、新たな仮説が見出され、再度基礎研究が推進される。この循環構造を加速させる駆動力がビッグデータに基づくデータ科学であり。以上を踏まえ、わが国において健康・医療、食料・環境の観点から推進すべき中長期戦略として、次の2点を提案する。（図2参照）

戦略①：データ統合医学（IoMT）による個別予見医療：【Precision Medicine】

→個々人のバイオマーカー（遺伝子、生体内分子、脈拍・血圧等）とライフログ等を統合的に解析し、疾患の発生・進行を予見する。費用対効果を考慮した上で対象（患者など）を層別化・個別化し、予防的な介入を実施することで疾患の重症化／再発を予防する医療、およびその基盤となる生命科学／医科学研究。

戦略②：デジタル統合アグリバイオ技術（IoAT）による超スマート生産：【Precision Agriculture and Bio-Production】

→土壌／環境条件等、微生物叢／昆虫／寄生虫等のセンシング・統合的情報解析によって、作物の成育環境を定量的に評価する。成育環境や生育状況を適切に監視・制御する技術を開発し、農作物／生産物の品質および生産効率の最大化を目指す研究、ならびにその基盤となる植物・微生物科学研究。

戦略①、②は、それぞれ、これからのわが国の健康医療研究開発、および食料環境研究開発の大きな方向性を示すものであり、その具体的な構想については次年度以降、JST-CRDS において検討を予定しているが、概観のみ下図に示す。

	データ統合医学 (IoMT) による個別予見医療 【Precision Medicine】	デジタル統合アグリバイオ技術 (IoAT)による超スマート生産 【Precision Agriculture and Bio- Production】
計測	①生体計測技術の開発 (極微量分子センシング、ライブイメージング、3次元動的構造計測等)	②アグリフィールド計測技術の開発 (植物成育状態のセンシング、圃場・耕作地全体の微小環境計測等)
情報基盤	③データの蓄積・管理・共有化の加速: データ科学の基盤整備 (データベースの構築(集約と分散)、データのキュレーション、大容量データの通信、データ標準化、データ匿名化、セキュリティ、データシェアのルール策定等)	
情報解析	④データ解析技術(人工知能含む)の開発、インフォマティクス人材の育成 (画像／非画像データ統合解析、マルチスケール(分子～個体)解析、臨床データと生命・疾患研究データの統合解析、数理モデル、人工知能(AI)の適切な活用、インフォマ人材の確保と育成等)	
理解／予測 ／制御	⑤恒常性研究の推進 (加齢、構造生命・医科学、合成生物、生体組織リモデリング、臓器～細胞連関機能地図等)	⑥植物・微生物ダイナミクス研究の推進 (植物全身シグナル、生物叢相互作用、合成生物学(有用物質生産)、環境適応品種開発等)
予測／介入 ／実用化	⑦個別予見医療技術の開発 (発症・重症化・発作等の予測診断、治療介入、医療技術開発プロセスの効率化等)	⑧超スマート生産技術の開発 (作物・微生物の成育と最終産物の品質予測・介入、環境と品種のマッチング、省労力化等)
研究開発 プラットフォーム ／社会システム	⑨研究基盤の整備、体制・制度改革 (大学院・附置研の活用、オープンイノベーションの加速、ELSIの議論(生命の操作、医療技術や生産技術のもたらす価値とコストの総合評価、個人情報保護等)、研究成果の再現性確保、研究プロトコルの標準化等)	

図 2-6 健康・医療分野および食・環境分野におけるデータ駆動型科学の推進と、具体的な研究開発課題イメージ

国際比較表まとめ (ライフサイエンス・臨床医学分野)

【生命・健康・疾患科学】

国	フェーズ	生体分子の科学 (RNA、糖鎖、エクソソーム等)		生体機能の科学 (時間科学、性差医学・生物学等)		免疫科学		脳・神経科学		老化科学		微生物叢 (マイクロバイオームの科学)		数理科学	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	◎	→	◎	↗	○	↘	◎	→	○	↗	○	↗	○	→
	応用・開発	○	→	○	→	○	→	○	→	○	↗	△	→	○	↗
米国	基礎	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	→	○	↗	◎	↗	◎	→
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	◎	↗	○	↗	◎	→	○	→	◎	↗	◎	↗	○	→
	応用・開発	○	↗	○	↗	◎	↗	○	→	○	→	◎	↗	○	↗
中国	基礎	○	↗	△	↗	◎	↗	△	↗	○	↗	◎	↗	△	↗
	応用・開発	○	↗	×	↗	○	↗	△	↗	△	↗	-	-	-	-
韓国	基礎	○	↗	△	→	○	↗	△	↗	○	↗	○	↗	△	→
	応用・開発	○	↗	△	↗	△	→	△	↗	○	↗	-	-	-	-
台湾	基礎	○	→											△	↗
	応用・開発	○	→											-	-
												インド	基礎	△	↗
												インド	応用・開発	-	-

国	フェーズ	生活習慣病 (がん、代謝疾患、腎疾患)		精神・神経疾患		免疫疾患		感染症	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	◎	→	◎	↗	◎	→	○	→
	応用・開発	○	→	○	↗	○	→	○	→
米国	基礎	◎	→	◎	↗	◎	→	◎	→
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	→
欧州	基礎	◎	→	◎	→	◎	→	○	→
	応用・開発	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	→
中国	基礎	○	↗	△	↗	○	↗	△	↗
	応用・開発	○	↗	△	→	△	↗	△	↗
韓国	基礎	○	↗	△	↗	△	→	△	→
	応用・開発	△	↗	△	→	△	↗	○	→

【創薬基盤技術、医薬品】

国	フェーズ	ゲノム解析・オミクス解析		生体再現技術 I (臓器チップ)		生体再現技術 II (オルガノイド)		モデル動物		ゲノム編集		構造解析技術 I (Wet)		構造解析技術 II (Dry)	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	◎	→	○	↗	◎	↗	◎	↗	○	→	◎	↘	○	→
	応用・開発	△	→	△	↗	○	↗	○	→	△	↘	△	→	○	→
米国	基礎	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	○	↗	○	→	◎	↗	◎	↗	○	→	◎	→	◎	→
	応用・開発	△	→	◎	↗	◎	↗	○	→	△	→	◎	↗	○	→
中国	基礎	○	↗	△	↗	○	→	△	→	○	↗	△	↗	○	↗
	応用・開発	○	↗	△	→	×	→	△	→	◎	↗	-	-	△	↗
韓国	基礎	×	→	○	↗	△	→	△	→	◎	↗			△	↗
	応用・開発	△	→	○	↗	×	→	×	↘	○	↗			△	→
英国	基礎	◎	↗							アジア	基礎	○	↗		
	応用・開発	○	→							アジア	応用・開発	-	-		
				シンガポール	基礎	○	→								
				シンガポール	応用・開発	△	→								

国	フェーズ	創薬・育薬技術 (バイオマーカー、ドラッグリポジショニング等)		バイオ医薬 (抗体医薬等)		核酸医薬		中分子医薬		細胞治療		遺伝子治療	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	○	↗	○	↗	◎	→	○	↗	○	↗	△	→
	応用・開発	△	↗	○	↗	○	↗	○	↗	○	↗	△	→
米国	基礎	◎	↗	◎	→	○	→	◎	→	◎	→	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	○	↗	○	→	◎	↘	○	→	○	→	◎	↗
	応用・開発	○	↗	○	→	○	→	◎	↗	○	↗	◎	↗
中国	基礎	-	-	△	→	○	→	×	→	○	→	○	↗
	応用・開発	-	-	△	→	△	↗	×	→	○	→	◎	↗
韓国	基礎	△	→	△	→	△	→	×	→	○	↗	×	→
	応用・開発	-	-	△	→	○	↗	×	→	◎	→	△	→

【生体計測分析技術・医療機器】

国	フェーズ	診断機器・技術		臨床検査機器・技術		治療機器・技術(手術支援システム、ロボット・デバイス)		治療機器・技術(人工臓器、生体機能補助・代行装置)		介護福祉・リハビリテーション支援機器		健康・予防医学関連機器		医療技術評価(医療機器)		生体イメージング機器・技術		生体分子計測技術		プロファイリング・解析技術	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	○	→	○	→	◎	→	◎	→	○	→	○	↗	○	↗	◎	→	△	↘	○	↗
	応用・開発	○	→	◎	→	◎	↗	○	↘	◎	→	◎	→	◎	↗	○	→	○	→	○	→
米国	基礎	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	→	◎	→	◎	↗	○	↗	◎	↗	○	↗	◎	→
	応用・開発	○	↗	◎	→	◎	→	◎	→	○	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	→
欧州	基礎	◎	↗	○	→	○	↗	◎	→	○	→	◎	↗	○	→	◎	↗	◎	↘	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	→	○	→	◎	↗	○	→	◎	↗	○	↘	◎	↗
中国	基礎	△	↗	△	↗	△	→	○	↗	○	→	△	→	○	↗	△	↗	?	?	△	↗
	応用・開発	△	↗	△	↗	△	↗	○	↗	○	↗	○	↗	◎	↗	△	↗	○	↗	△	↗
韓国	基礎	△	↗	△	↗	△	→	○	→	○	→	○	↗	○	↗	△	↗	×	→	△	→
	応用・開発	△	↗	△	↗	○	↗	△	→	○	→	○	↗	◎	↗	×	→	○	↗	△	↗
						イスラエル	応用・開発	◎	→												
										台湾	基礎	○	↗								
										台湾	応用・開発	○	↗								

【食料・バイオリファイナリー】

国	フェーズ	グリーンバイオ関連基礎科学		バイオリファイナリー		作物増産技術		持続型農業		高機能高付加価値作物		食品原料(機能性成分)		リン・レアメタル回収	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	◎	↗	○	→	◎	↗	○	↗	◎	↗	○	→	◎	↗
	応用・開発	△	↗	○	→	○	↗	○	↗	○	↗	○	→	◎	↗
米国	基礎	◎	↗	◎	→	◎	↗	○	→	◎	→	◎	→	○	↗
	応用・開発	○	↗	○	↘	○	↗	△	→	○	↗	◎	→	○	→
欧州	基礎	◎	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	◎	→	○	↗	○	→
	応用・開発	○	↗	○	↗	○	↗	○	↗	○	↗	◎	→	◎	↗
中国	基礎	○	↗	△	→	◎	↗	△	→	○	→	◎	↗	△	↗
	応用・開発	△	↗	△	↗	◎	↗	×	→	○	→	○	↗	○	→
韓国	基礎	△	→	△	→	△	→	△	↗	○	→	○	↗	△	→
	応用・開発	-	-	△	→	△	→	△	→	△	→	△	↗	×	→
						オーストラリア・ニュージーランド	基礎	○	↗						
						オーストラリア・ニュージーランド	応用・開発	○	↗						

【健康・医療・農業データ科学】

国	フェーズ	生命科学データベース		医療データ活用基盤技術		疫学・コホート		健康・医療・介護情報		AI医療応用		予防・個別化医療		医療資源配分		スマート農業	
		現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド	現状	トレンド
日本	基礎	○	→	○	→	○	↗	△	↗	○	↗	◎	↗	△	↗	○	→
	応用・開発	○	→	○	→	-	-	△	↗	○	↗	○	→	○	↗	△	↗
米国	基礎	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	◎	↗	-	-	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	↗
欧州	基礎	◎	→	◎	→	◎	↗	◎	↗	◎	↗	◎	→	◎	↗	◎	↗
	応用・開発	◎	↗	○	↗	-	-	○	↗	◎	↗	○	↗	◎	↗	◎	↗
中国	基礎	○	↗	△	→	○	↗	-	-	○	↗	◎	→	○	↗	○	↗
	応用・開発	○	↗	△	→	-	-	△	↗	◎	↗	○	→	△	→	△	→
韓国	基礎	△	→	△	→	○	↗	○	↗	○	→	◎	↗	○	↗	△	↗
	応用・開発	△	→	△	→	-	-	○	↗	△	↗	○	↗	○	↗	△	→
														南米	基礎	△	↗
														南米	応用・開発	△	↗

(註1) フェーズ
 基礎：大学・国研などでの基礎研究レベル 応用：技術開発（プロトタイプの開発含む）・量産技術のレベル
 (註2) 現状（日本の現状を基準にした相対評価ではなく絶対評価）：
 ◎：他国に比べて顕著な活動・成果が見えている ○：ある程度の活動・成果が見えている
 △：他国に比べて顕著な活動・成果が見えていない ×：特筆すべき活動・成果が見えていない
 (註3) トレンド：直近2年程度の取り組み状況。↗：上昇傾向、→：現状維持、↘：下降傾向