

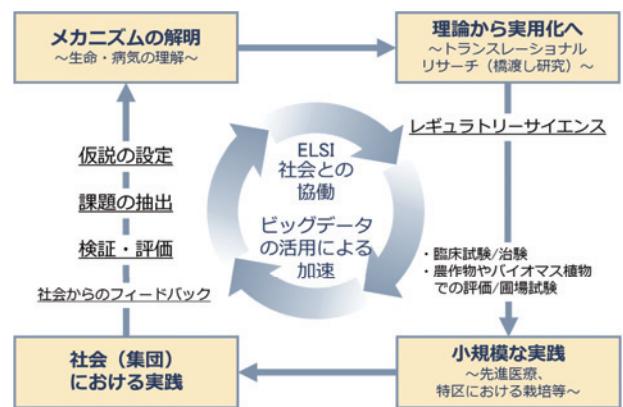
## 社会・経済動向（期待・要請）

世界的に「より多くの人に、より質の高い医療サービスを、より安価に提供する」ことが求められている。また世界の人口は増加の一途をたどっており、「より多くの人が、より質の高い食料を安定して入手できる」ための、食品安全、食料確保の問題は喫緊の課題となっている。

日本の課題

- 少子高齢社会（労働人口減）
  - 医療費の高騰（国の財政問題）
  - 人口増加や気候変動による食料問題
  - 産業構造の変化
  - 情報技術・社会の加速度的進展

ICT技術の進展等によって、社会の中に存在する多種多様なデータの活用が現実的にになりつつある。社会からのフィードバックを研究のきっかけとして活用することが技術的にも可能となり、改めて研究開発の循環構造（下図）の重要性が認識されている。社会・国民を巻き込んだ研究開発が大きな潮流となってきている。昨今世界的な大きなトレンドとなっている個別化医療やバイオエコノミーはその最たる例である。



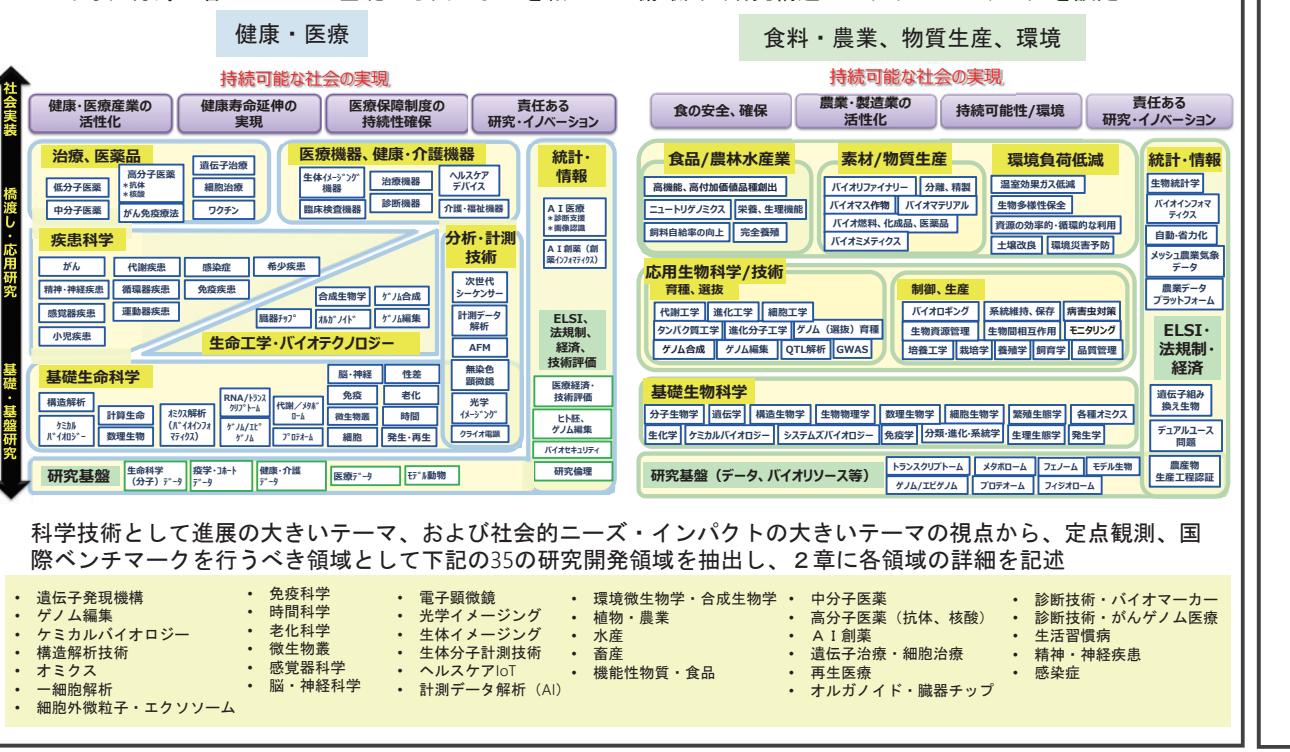
## 世界の研究開発政策の潮流

- 健康・医療分野
    - ・ ゲノム医療、個別化・層別化医療（がんを中心に）  
ヘルス・メディカルインフォマティクス、AI医療、AI創薬
    - ・ 創薬：がん免疫、中枢神経系、感染症  
大規模な官民パートナーシップによる産学協働型研究
    - ・ 細胞治療・遺伝子治療
    - ・ 脳神経研究（長期的研究）
  - 食料・農業分野
    - ・ 持続可能、気候変動、循環型、スマート
  - 物質生産分野
    - ・ 合成生物学の取組（米英中を中心に）

国・地域	概要・特徴	
米国	テーマ	脳、プレシジョンメディシン、がん、再生医療、薬物治療の5つのイニシアチブ。官民創薬ファンド。NIHの基礎研究では、クライオ電顕、ゲノム編集、分子・細胞アトラス、4D ヌクレオームなど、DARPA、DOEによる微生物など物質生産プログラム。NSF未来に向けて投資すべき10のビッグアイデア「生命法則の理解：表現型予測」。
	システム	NIHが莫大な投資（約3兆円）で全分野基礎から応用まで全方位。研究は私立大学、プロード研究所、ジャネリア研究所など複合研究所、ベンチャーの存在感大。寄付・チャリティー（財団）の存在感大。
EU	テーマ	社会課題型研究として個別化医療、産業技術としてバイオテク活用の創薬、農業、物質生産など。未来研究としてヒト脳プロジェクト。官民パートナーシップの医薬品イニシアチブ。
	システム	人材育成、個別先端研究、インフラ整備も重視。政府、産業界、アカデミアが一体。
英国	テーマ	100,000 Genomes Project (NIHR)、ヘルス・インフォマティクス・リサーチ（医療バイオインフォマティクスイニシアチブ、MRC）。トップダウン型は創薬研究に重点化。
	システム	生物学、医学、工学分野ごとのマルチファンディング。基礎研究のプレーヤーは大学（国立）が中心。ウェルカムトラストなどチャリティーの存在感大。製薬産業の存在感大。カタパルトや産業戦略チャレンジ基金で橋渡し研究・拠点を強化。MRC主導で大規模融合拠点Francis Crick Instituteを設立。
ドイツ	テーマ	個別化医療として、メディカルインフォマティクス・イニシアチブ。がん、成人病などの主要な疾病研究（6つ健康研究センターによる強化）。
	システム	地域クラスター化や国研（研究協会）の役割・機能分担によるエコシステムの構築。基礎研究のプレーヤーはマックスプランクとヘルムホルツが中心。ヘルムホルツと大学病院によるTR。フレゼニウスやシーメンス等医療機器も強い。
中国	テーマ	脳科学と応用研究、育種技術、精密医療、生殖医療。研究は全包囲網。
	システム	科学技術部はトップダウンの競争的資金「国家重点研究開発計画（プログラム）」に加え「国家自然科学基金委員会（NSFC）」も管理することになり、テーマの運動を意識。中国科学院は以前独立組織として存在。104の研究所と年間1兆円弱の予算。 ウミガメ戦略による人材育成、研究力強化。近年、独自研究も増加。NGSやクライオ電顕などインフラ豊富。

# ライフサイエンス、健康・医療、食料・農業、物質生産等の研究開発の 俯瞰図

研究開発動向の概観を把握するため、健康・医療分野と食料・農業、物質生産、環境（グリーンバイオ、ホワイトバイオ）分野の各々について基礎から出口までを軸とした俯瞰図（研究構造のスナップショット）を設定



## ライフサイエンスの研究スタイルの変化

- 「データ駆動型」の新しいアプローチによる生命現象の理解が進展し、今後「精緻な理解」と「予測」が大きな方向性となる
  - 研究者あるいは研究コミュニティが、研究対象として、研究開発の循環構造を意識し、生命の時空間階層を広く見ることができるようになった（見ていかなければならなくなつた）
  - 技術進展サイクルの短縮化の結果、研究単位当たりのハイスループット化、高コスト化、つまり「ビッグサイエンス化」が急速に進展
  - 今後ますます実験デザイン（データの取り方と解析）が重要になり、ブロード研究所（米国）、フランシスクリック研究所（英国）など各ラボと技術コアによる協働を前提としたオープンなアンダーワンルーフ型の大規模研究所が誕生

# 日本の研究開発推進体制の課題と方策

## 下記を実現する研究プラットフォーム（拠点化とネットワーク化） の構築と研究者のマインド、科学研究文化の変革

- 研究者が研究に専念できる環境構築
  - 機器共用による全体コスト効率化
  - 専門研究人材のスタートアップ環境整備
  - 異分野融合による新しいサイエンスの創出
  - Wet/Dry統合と人材育成
  - データマネジメントと計測技術等の標準化
  - マウスからヒトへ、ラボからフィールドへ（人材育成と研究）
  - 異分野（生命科学・工学・情報学・医学）の統合や産学連携による基礎研究からイノベーションまでのコスト・時間短縮
  - イノベーションのCo-driverという認識の下、ELSI/RRI

## 国際ベンチマーク（技術）から見た日本の位置づけ

## 日本が強みを有する領域（基礎研究）

構造解析、細胞外微粒子、光学イメージング、核磁気イメージング、免疫科学、時間科学、脳神経科学、植物科学、畜産科学、高分子医薬、幹細胞・再生医療、オルガノイド、生活習慣病、精神・神経疾患

細胞外微粒子、水産・機能性食品、高分子医薬、幹細胞・再生医療、精神・神経疾患  
世界の潮流だが日本が後塵を拝する

## 今後の方針性

社会課題解決型、産業競争力強化型

康医療分野	食料・農業、物質生産分野
界の展望：個別化・層別化医療	世界の展望：バイオエコノミー
【Integration of Bio-Medical Things】“ヒト研究”および“データ研究”の戦略的な加速	■ 園場の微生物・作物・環境をつなぐ物質循環の解明～真に地球環境にやさしい農業～
✓ 健康・医療データ収集・構造化・利活用基盤の整備	■ 高品質水畜産物の高速・持続可能な生産に向けた品種改良・飼育養殖手法開発
✓ non-MD研究者における“ヒト研究”推進支援（学部・大学院時代からの医学教育の実施など）	■ 機能性農産物の創出と植物による高付加価値物質生産
治療用デザイナーセ細胞（微生物）創出に向けた基盤技術開発と医療応用	■ 医薬・化成品など有用物質の持続可能な生産に向けた生体分子・生命システム設計ルール解明～核酸・タンパク

## サイエンスフロンティア型

## 世界の展望：多次元生命システムにおける時空間階層のブリッジング

- アトミックセルダイナミクス ～構造・機能予測のための細胞知的統合～
  - ライブセルアトラス ～多様・複雑な細胞社会の動的ネットワーク構造を多次元解析により理解～
  - 理論的・実験的（生物学的）アプローチの融合による脳の動作原理の理解
    - ✓ 階層性（脳全体・個別領域・カラム・細胞・シナプス・分子）と時空間的な同期性のスケール

共通して、データ・情報統合型の研究が必要になってきている。そのためには、数理・情報の研究者を巻き込み、各研究者からのデータ・情報を集約・統合するプラットフォームを作り、モデリングをしていくことが必要となる。