

重視すべき研究領域・研究課題（分野別）**数物系科学****I. 分野の特徴**

数物系科学の研究対象は広大な宇宙から極微の素粒子、さらには抽象化された数学的概念にまで及び、極めて多様である。この多様な自然現象に潜む法則性を、科学的な観察・実験と理論的考察を通じて解明し、知のフロンティアを拡大することにこの分野の共通性がある。また、研究者の自由な発想に基づく大学・研究機関での個人・小規模グループでの基盤的研究と、先進的な大型共同研究とが、密接不可分に結びついて研究が展開されている点が特徴と言えよう。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題**1. 標準理論を超える基礎物理研究**

物質と反物質で物理法則が異なるという性質（「C P非対称性」）の解明は、現代基礎物理学の最大の課題である。このため、加速器により宇宙初期におこった現象を再現し、そこでの物理法則（「超対称性」）を明らかにするための研究を推進する必要がある。一方、同位体濃縮による2重ベータ崩壊の研究もこの謎の解明に有力である。また、同じく標準理論を超えるものとして、ミュー・ニュートリノから電子ニュートリノへの振動の研究は、宇宙の物質創世の起源解明において重要な情報を提供する研究として推進する必要がある。

2. 大型地上望遠鏡・天文観測衛星による宇宙研究

すばる望遠鏡による最遠銀河の探査研究など、天文・宇宙科学分野では世界最先端の成果を挙げてきたが、更なる観測技術革新を推進することにより、世界的な研究テーマとなっている宇宙史やダークマター・ダークエネルギーなどの観測的宇宙研究において、世界に先駆ける成果が期待できる。また、次世代超大型望遠鏡建設に向けた要素技術の開発は、スペースオプティクス・太陽光発電への応用（軽量高精度鏡の製作技術）や、レーザー加工・レーザー核融合・レーザー手術、光通信、眼科医療などへの波及効果（光を直接制御する補償光学技術）も期待できる。

3. 持続可能な社会を目指した強相関電子物性科学

強相関電子物性科学の研究は、エネルギーの高効率変換・制御など持続可能な社会に必要な革新的電子材料開発にとって、極めて重要な研究である。

特に、金属-絶縁体相転移を基礎とする学理や、電気-磁気-熱-光の応答を巨大化する学理を、電子自由度の観点から理解し、最先端の量子ビーム（放射光や中性子など）計測技術や超音波計測技術を最大限に活用してこれらを解明する研究は、出口を見据えた研究としても、最も重点的に推進すべき研究課題である。

4. フロンティア光学とナノフォトンクス研究

超短パルスレーザー光源の技術と先端加速器技術の密接な連携により、これまでにない高輝度コヒーレント光源を実現し、ナノスケールの物質構造、生体試料構造の時間的发展を追跡する研究は、光科学における最重要課題であり、医薬品開発などへの応用面からも期待されている。また、最先端ナノテクノロジーと光科学の融合領域としてナノフォトンクス研究は、環境と生体に優しいナノ光材料、ナノ分子イメージング、ナノ光治療、ナノ光回路などへの応用が期待でき、推進すべき研究課題である。

5. 新材料・新原理に基づくエレクトロニクスの創成

有機電子材料を用いた太陽電池やフレキシブルディスプレイなどの開発研究は、有機エレクトロニクスとして注目されている。また、ナノ技術、量子化学、情報技術、フォトンクスなどの融合であるナノフォトンクスやナノ量子エレクトロニクス研究は、情報化社会の高度化のために必須の研究である。スピンという電子内部自由度を利用したスピントロニクスの研究は、省エネルギー社会の建設に不可欠のものであり、重点的に研究を行う必要がある。また、この分野での新材料開発は目覚ましく、これらの成果による革新的材料創出は環境・エネルギー問題の解決に大きく寄与することが期待される。特に、太陽電池への応用を見据えたシリコン多結晶製造技術の開発が望まれている。

6. 基礎・応用数学の展開と計算機科学・情報科学との関連研究

数学分野では、伝統的に純粋理論分野で日本発信の優れた研究があるとともに、偏微分方程式と逆問題・制御理論、確率論とファイナンス、実解析とウェーブレットなど、幅広い分野での科学の発展に寄与する応用数学の分野でも優れた研究展開がある。これらの数学の新展開を推進することにより、新たな学問分野の創出が期待できる。また、計算機科学・情報科学分野では、これまで世界をリードしてきた実績を踏まえて、次世代スーパーコンピュータの開発や情報通信技術の革新、大規模情報処理システムの開拓、学習情報基盤の構築など、飛躍的发展が期待される。

7. 新しい原子核の研究

大強度陽子加速器を用いた、ストレンジネスを含む原子核（ハイパー核）の研究は、これまで手の届かなかった核種に研究対象が拡がり、ストレンジネス核物理を大幅に進展させることが可能になる。一方、新しい超重元素の発見もなされた不安定核ビームを用いた原子核研究は、今後も重要な研究課題である。

8. 超高压物性科学に基づく地球内部ダイナミクス研究

固体地球惑星科学分野では、地球の起源や全歴史に関わる化学組成と構造の変化に関する物質科学研究・ダイナミクス研究が進展し、世界を牽引する成果をあげてきた。革新的な実験分析技術を駆使した地球内部の実験科学的研究を推進することにより、地球最深部までの組成・構造・ダイナミクスに関する新知見を得ることが期待される。また、超高压高温実験技術は、新機能材料の合成とその工学的応用が期待でき、先端的化学分析技術については環境汚染モニタリングやレアメタル技術開発など様々な社会的応用が見込まれる。

9. 人工衛星からの地球環境監視と地球システムモデリングによる地球変動研究

流体地球惑星科学分野では、人工衛星からの地球環境監視やスーパーコンピュータを駆使した地球システムモデリングにより地球変動に関する認識が一変したが、我が国は先端的研究基盤の活用により世界をリードする重要な役割を果たしてきた。衛星観測技術・情報処理技術の開発、計算機シミュレーションモデルの開発、および、莫大量情報処理技術の開発を推進することにより、地球変動の最新知見が得られるとともに、地球環境問題や自然災害に適応するための学術的基盤の構築が期待される。また、地球表層環境における微粒子変動の研究や、気候変動適応に関する科学技術の確立は、これらの技術開発と直結した地球変動に関する重要な研究・開発課題である。

10. 超高密度プラズマとプラズマ乱流制御

プラズマ物理学の新展開としては、超新星爆発で生じる高密度プラズマ状況を実験室レベルで実現し、そこで生じる複雑な物理現象を計算機シミュレーションにより解析する研究や、非平衡科学としてのプラズマ乱流研究などが重要である。これらは、基礎科学の推進のみならず、産業・医療応用、新機能物質創成、あるいは核融合プラズマ燃焼の制御などにも貢献することが期待される重要な研究課題である。

化学

I. 分野の特徴

化学は、物質の「反応・構造・物性」の3課題を基盤とし、それらの制御を通して、人類社会の繁栄、人類の幸福や精神の向上、生命の豊饒、さらには自然との調和を目的とする学問である。現代の化学は、新しいフロンティアを開拓しつつ、その周縁他分野との連携融合により、膨大な領域に膨張し続けている。20世紀の科学・技術のすべての分野で、原子・分子さらにそれらの集合体レベルでの物質変換の重要性が認知され、化学は、「環境」、「エネルギー」、「情報」、「ナノサイエンス・ナノテクノロジー」、「ライフサイエンス」等の主要な課題を含む広範な分野の基盤となる学問領域である。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

1. フロンティア光科学

光と物質の相互作用の本質を探ることにより、物質の本質を解明することができる。量子力学の誕生以来、原子・分子スケールでの物質の理解は、物質と光の相互作用の解明の歴史と重なる。光の特性を進化させることにより、さらに飛躍的な発展が望める。

たとえば、光のエネルギー領域、パルス光の場合の時間スケール、光の強さなどを様々に変えることにより、階層的な物質の理解が可能になる。現在用いられている光技術を、光エネルギー領域の拡大、超高速化パルス光の発生、コヒーレンス、光強度などを飛躍的に発展・進化させることにより、新たな物質科学とさらには生命科学の本質的な解明に寄与する。

また、光をナノスケールの物質と融合させた技術として発展させることにより、ナノ光材料、ナノ分子イメージング、ナノ光治療、ナノ光回路、超高感度太陽電池など、今後大きな発展を期待される分野への牽引的な技術となり得る。

2. カーボン科学の新展開

21世紀を炭素の世紀と呼ぶ研究者もいる。炭素原子の作る結合様式の多様性、変化に富んだ構造形成やそれに起因する様々な物性を基盤として、多彩な科学が展開している。フラーレン、ナノカーボン、グラフェンなどのニューカーボン研究は、基礎科学の分野でも、またそれを利用した材料化学やさまざまな応用面でも、日本の研究が世界を先導している。さらに大きな展開が期待できる。また、炭素自体地球上に無尽蔵にある元素であり、環境調和型の物質といえる。

3. 地球環境問題解決のためのグリーンナノテクノロジー研究の推進

地球温暖化、エネルギーの有効利用に代表される地球環境問題は、人類至近の解決すべき最重要問題である。日本が世界に誇るナノテクノロジーは、極微スケールで物質の性質を根本から制御することにより、バイオセンサー・デバイスや新世代エネルギー変換デバイス・省エネ脳型素子などを実現し、地球環境・エネルギー問題を解決すると期待されている。この様な“グリーンナノテクノロジー最先端研究”を推進するために、①地球環境汚染・変動の正確なモニタリングに基づく低負荷社会の実現、②超高感度ナノセンサーによるインフルエンザなどのウィルス性疾患の早期検出による爆発的感染(パンデミック)の防止、③低消費電力IT機器・超高効率太陽電池実現による低炭素グリーン社会の実現が期待される。

4. 環境調和型エネルギーの創出

これまで、エネルギーは主として化石燃料を消費することにより得られてきたが、地球規模での環境問題解決と化石燃料の枯渇に備えて、エネルギーを生み出す新規物質・化学反応や新規エネルギー創出システムを開発する必要がある。

具体的な課題としては、希少元素(白金など)を使用しない、エネルギー創出のための化学反応と触媒の開発があげられる。低炭素社会の実現という観点からは、ナノバイオテクノロジーによるバイオセンサー・デバイスや新世代エネルギー変換デバイスの開発、高効率ハイブリッド電池の開発が重要である。

同様に、バイオマスや廃棄物からのエネルギー開発の技術やソーラー燃料の活用技術も、重要な研究課題である。

5. 次世代をになう有機エレクトロニクス

有機導電性材料や有機半導体材料の最近の発展には目覚しいものがある。有機ELディスプレイがいよいよ本格的な実用段階に入ってきた。これに続く有機電子材料の応用分野で期待されるのは、第二世代太陽電池やフレキシブルエレクトロニクスの分野であり、米国、EUさらに韓国などで研究開発競争が激しさを増している。日本が世界をリードする立場を保つためには、有機薄膜作製のための高分子合成やナノ材料分野、デバイスの物性を検証する固体物性分野、デバイスを作製するための電子回路分野の研究者を結集し、さらに、化学メーカー(上流企業)、エレクトロニクス企業(下流企業)と集中研方式で協同しながら、短期的および中長期的なタイムスケジュールで具体的ターゲットを複数設定して、基礎科学から製品開発に直結する研究開発を行うことが大切である。

6. ナノバイオテクノロジーを利用した革新的医療技術の達成

国民の死亡原因の第一位である「がん」の診断と治療を目的として、高感度かつ特異的な検知能力（センシング）、検知された情報を的確に処理し、診断する能力（プロセッシング）、診断結果に基づいて定められた位置とタイミングで治療を遂行する能力（オペレーション）を併せ持つナノデバイスをウイルスに匹敵する数十nmのサイズで作製する。これが実現できれば、大型の精密医療機器の機能をわずか数十nmスケールに集積することができ、地域や国によらず、だれでも・いつでも・どこでも、安全かつ最高水準の医療を受けられる点で、大きな社会貢献が確信される。

7. 地球上の限られた元素資源の活用と元素機能集積化学の創設

人類は鉱物資源や化石燃料をふんだんに消費する物質文明を謳歌してきたが、21世紀を迎え、環境破壊と資源枯渇の問題に直面し、環境調和と資源循環に基づくエコ社会への移行が早急に求められている。化学の視点からこの問題をとらえると、地球上の限られた「元素資源」を極限まで活用し、（1）資源・エネルギーの高効率循環と（2）環境調和型の新機能創成を可能とする「元素機能集積化学」が必要不可欠である。

環境破壊と資源の枯渇は人類が抱えるもっとも深刻かつ普遍的な問題である。「元素機能集積化学」研究は、化学の立場でこの問題解決に向けた貢献をなし、未来エコ社会の基盤を支える。すなわち、1）元素新機能の創成、2）高度元素資源変換、3）高効率エネルギー資源変換、4）ナノテクノロジーを駆使した機能集積、5）元素戦略に基づく環境保全、6）資源循環に基づく元素化学、の各分野において抜本的かつ革新的な方法論・提案を行う。世界的にも類例が見当たらない包括的な取り組みであり、その学術的・社会的波及効果は極めて大きい。また、その成果は新たな産学官連携課題に発展する可能性があり、産業界の活性化をとおして社会に貢献すると期待される。

工学系

I. 分野の特徴

工学は、数学と自然科学を基礎とし、ときには人文社会科学の知見を用いて、豊かな経済基盤に立脚した安心・安全な社会を実現するために、有用な事物や快適な環境を構築する学術分野である。数学、物理学、生物などの学術基礎との密接な関連のもとで、ITから環境・社会基盤や医学応用展開に至るまで多岐に渡る学術領域を擁するとともに、常に新しい研究領域を取り込みつつ発展してきている。今後、技術先進国リーダーの範として、基幹技術の更なる展開だけでなく、それらをベースに地球環境問題へ配慮した、安全・安心かつ効率性の高い社会の構築に向けて、志向性をもって統合的に進むことが課題である。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

1. 新物理現象に基づく最先端デバイスの開発

我が国は、かつて半導体デバイスで世界最高の技術を有していたが、欧米、中国の追い上げが激しく、その国際競争力を失いつつある中、新しいパラダイムに基づくデバイスの開発が必要とされている。ナノ構造や量子ドット構造などの新物理現象に基づくシリコン太陽電池開発、スピントロニクスに基づく超低消費電力デバイスの開発、ナノ量子エレクトロニクス研究推進による新デバイスの開発など、産学官連携を推進することによって、この分野において再び世界をリードすることが可能である。

2. 次世代情報技術基盤のための新しい規範構築

インターネットで扱われる情報は爆発的に増えつつあり、情報をどのように収集するか、どのように利用するか、あるいはどのように発信するかが大きな問題となりつつある。クラウドサービスという、ネットワークを介して計算機資源を販売する新しいビジネスが注目されているが、その基盤技術開発は始まったばかりである。莫大なデータと大規模なユーザに適応できる情報基盤技術を早期に確立し、コンテンツの作成、蓄積（著作権対応）、配信などを行うための技術を総合的に整備することによって、従来には無い、全く新しい巨大なスケールを持つサービスの創出が期待できる。

3. 新材料・大面積エレクトロニクスによる新規産業創成

近年、有機導電性材料や有機半導体材料の発展は目覚ましいものがあり、ディスプレイに加えて、太陽電池やフレキシブルエレクトロニクス、大面積エレクトロニクスなどへの展開が期待されている。我が国には、ナノ材料・ナノテクノロジーの蓄積があるとともに、インクジェットプリンタ技術など大

面積エレクトロニクスの製造に必要な印刷技術も強い。分子性材料など新電子材料とナノテクノロジー、印刷技術を駆使し、これらの総力を集めることで、半導体産業を凌駕する新規産業創成が期待できる。

4. ナノ・マイクロテクノロジーに基づく革新的医療工学技術の開発

ナノ・マイクロテクノロジーの発展は著しく、その医工学への展開が注目されている。我が国が得意とするナノ・マイクロテクノロジーによって、動脈硬化・脳卒中・心臓病などの重大疾患の分子・細胞スケールにおける病因・治療法・予防法などの基礎研究や、がん治療等を目的とした標的治療用ナノデバイス、早期診断デバイスの開発などが期待され、欧米諸国の追随を許さない研究開発拠点の形成が実現できる。

5. 環境・低炭素社会をリードする日本の基盤技術の構築

持続性社会の根幹を担う環境、特に低炭素に配慮した社会の形成に向け、水素や自然を利用したエネルギー製造、エネルギー貯蔵に関する基幹技術の進展とともに、様々な基幹技術を社会に実装する際の課題を技術にフィードバックする実践的サイト研究や、環境至上主義時代における21世紀社会システムのあり方に関する研究が重要であり、シーズ技術とともに応用技術を見据えた研究体制が欠かせない。

6. 屋外フィールドロボットによる新展開

ITの発展とともにロボット技術の新しい展開が始まっている。海外では、軍需主導で、屋外のロボット技術開発が活発に行われており、開発された技術は、生活支援ロボットや自動車等に応用されつつある。実際、生活支援ロボット用の移動技術として、海外から技術導入している企業もある。屋内のロボットと比較して、環境が限定されない屋外フィールドを対象とするロボットにはより高度な技術が必要である。屋外フィールドを対象としたロボットの研究開発を行い、早急に次世代ロボット産業の基礎を築く必要がある。

7. MEMSを基盤とした高付加価値デバイス（微小電気機械システム）による産業展開

MEMS技術は次世代の半導体産業に多大な付加価値をもたらすと期待されつつも、学術的側面の体系的な理解と大規模な産業展開がいまだ未踏の状態にある。大きな設備投資や研究開発投資を回収しながら発展してきた集積回路と異なり、MEMS技術は共通化が難しい。そこで、ミクロからナノレベルの超微細製造技術、異機能集積技術の研究開発を行ない、MEMSを用いた高付加価値デバイスの開発や、その産業化のための仕組みを整備することが望まれる。

8. 世界を凌駕するナノ領域のフォトニクス

ナノ構造と近接場光の相互作用の技術であるナノフォトニクスは、ドレストフォトン利用などで世界をリードしつつ、未来を開く新しい技術として急速に進展しつつある。超低消費電力・非侵襲盗聴不可能性などの優位性のもとでの利用価値は高く、超低消費電力デバイス、微細加工、大容量情報通信・記録、高効率太陽光発電、などへの幅広い応用が期待され、近未来の市場規模も数十兆円と推定されるものである。

9. 安全・安心社会に不可欠な新しい社会基盤技術

国民が安心して生活でき、産業基盤の安全性を保障するための社会的共通資本の持続性は安定社会の形成には極めて重要である。そのためには、高度成長期に形成されたインフラストラクチャの災害事故低減に向けたセンシングによる監視システム、最先端技術を駆使した地震防災技術の進展が欠かせない。最近では、自然資本である「水」などの確保に向けた戦略的研究を技術と政策を絡めて進めることが国家的課題になりつつあり、技術的な面でリードしている日本が世界をリードする格好の機会と言える。

10. 技術の壁に挑戦するコンピューティング技術

現代の情報基盤におけるコンピューティングの巨大化並列スケールによる速度向上は、計算の利用可能エネルギーの低下・半導体の物理的制約・光速度の制約等で限界に来ており、実行の阻害・効率の低下・巨大な電力消費等の問題が起きている。効率低下や電力消費を最小化するアルゴリズム・ソフトウェア・ハードウェアの研究、特に「計算」の究極的な具現化であるスパコンでの「1000倍の壁」の克服や、マルチコアプロセッサ技術による極低消費電力「ウルトラグリーン化技術」、量子情報処理に関する技術開発は、大学、半導体及びソフトウェア、情報家電、制御系企業との連携のもとに行う価値は高い。

11. 材料革命に欠かせないレアメタルの循環化研究

新材料研究によって様々な革新的成果が生まれつつあるが、一方で、材料開発に欠かせないレアメタルの獲得が熾烈な状況にあり、今後ますます激しくなることは確実である。このため、レアメタルの循環化に関する研究は、格段の将来性を有している。

1 2. 人類の課題である宇宙研究

次世代に夢と希望を与え、人類共通の研究課題であるのが宇宙研究であり、その中でも、宇宙への到達技術は優位性が高い。技術先進国である日本の貢献の可能性が高いといえる未来技術の一つといえる。

1 3. 高齢化社会を支えるサイボーグ研究

人間と人工物がシームレスに融合した、人間支援技術としてのサイボーグの研究開発が進み、従来の義手の概念を覆す高機能義手バイオニックアームや軍用パワースーツ（米国）、ロボットスーツ（日本）、バイオニックアイ（人工眼）等の開発が積極的に行われている。人間と機械の融合技術に関する研究開発は、まだ始まったばかりであり、高齢化社会を支える重要な技術として、今後の発展が期待できる分野である。

1 4. 工学的手法による地球肥沃化研究

気候変動による地球の砂漠化が世界各地で進みつつある。陸地のみならず、海洋をも対象にした緑化・肥沃化技術として従来の生物学的な手法に代わる工学的技術が注目されており、地球的規模の共同研究に発展する可能性を秘めている。

生物系科学

I. 分野の特徴

生物学は、生命の根底を流れる基本的な原理を明らかにするための基礎的な学問であると同時に、医・薬学、農学、地球環境科学などを含む自然科学研究の基盤となるものである。生物系科学分野では基本的には科学者の知的好奇心をもとに研究が進められており、目指す方向性により様々に細分化される。しかし、近年の研究の進展はお互いの垣根を低くし、複合的かつ融合的な視野から、生命現象が明らかにされつつある。個人レベルでの知的好奇心駆動型研究とそこから派生したビックサイエンスを両輪とする研究の推進が必要であろう。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

1. 先端的研究手法による細胞機能の解明

細胞内タンパク質情報、生体機能分子および遺伝情報分子を介した細胞機能の解明は、これからの生物科学の重要な研究課題の一つである。こうした研究の発展のためには、プロテオームやメタボロームなどの超微量・高感度・一斉解析手法の開発および1分子計測などの先端的生物研究手法の開発が重要である。そしてこれらの知識・技術を統合することにより、生命体の情報統合や発生の基本に関わる、脳や幹細胞の研究等の高次生命機能の解明が期待される。

2. 多様な生物種のゲノム研究

ゲノム情報は生物科学のすべての分野の研究における基礎データを提供するものであり、より多くの生物でのゲノム解読を進めることが望ましいが、特に、生命進化の鍵を握る生物、共生・寄生性の生物、さらには樹木のゲノム研究を推進する必要がある。これらの情報を活用して生物の環境応答に対する理解が進むことが期待できる。さらに、こうした生物でのゲノム解読は、その情報をもとにしたシステム生物学的研究の進展をもたらすことが期待され、その波及効果も大きい。

3. 光などの環境応答を含む野外における生物生存の実態解明の研究

生物の多様性の維持を理解し、またこれからの環境変動にどう対応するかを考えたとき、特定地域の気候・環境変動の実態の解明と、生物の多様性および生物生産に及ぼす影響の解明が重要である。こうした研究は、生態学と分子生物学の両方の側面から進めることが望ましく、ここで得られる成果は、地球温暖化に対する適切な適応・緩和策を立案していくためにも不可欠である。

農学系

I. 分野の特徴

ヒトは、食料、空気、水がなければ生存できない。農学は、これらに関わる生物生産・環境や人間社会との関わりを考究することを基盤とする総合科学である。学問的構成要素としては生命科学、生物資源科学、環境科学、生活科学、社会科学など多様な分野からなり、具体的には、生命・生活を支える作物・家畜・魚介類等の食料生物、森林生物、有用微生物およびそれらの環境要素である土壌、水文、大気などの主にフィールドに依拠する応用生物学である。

近年では、従来の要素還元型の研究に加えて、統合的視野に立った研究が強く求められている。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

1. グローバルな問題解決のための新たな農学的視点の確立

植物の存在は、人類への食料供給や環境保全にとって極めて重要である。植物の保持している機能を探り、これを有効に利用することによって食料供給を確保するとともに環境保全を図ることは、人類の生存にとって極めて重要な課題となっている。とくに次世代型のゲノム育種技術の確立、基盤となる植物タンパク質を中心とした分子生物学研究や新たな植物機能の開発研究などの進展により、これらの問題が解決されることが強く求められている。

2. ゲノム科学を基盤とした食の安全や健康の増進に寄与する革新的研究

食品機能に関する基礎研究を基盤にした高次機能性食品の開発、個人差を考慮したテーラーメイド食品の開発、ゲノム科学を基盤とした品質評価と機能性バイオマーカーの開発などにより「食と生命」の維持に貢献する革新的研究の進展が強く期待されている。

3. 生物多様性の保全、野生生物の生態解明とその成果の応用的展開

近年、ウナギの産卵場が西マリアナ海嶺にあることや鳥の渡りルートが衛星を介した追跡システムにより解き明かされた。ウナギの産卵場の環境情報は、ウナギの種苗生産技術の開発に有効に利用されている。また鳥の渡りルートの解明は、鳥インフルエンザなどの人畜共通感染症の伝搬ルートの研究にも貢献している。人畜共通感染症の解明と防御は今春の豚インフルエンザの拡大によってもさらに重要性が増している。また近年は、生態系サービスという視点の重要性も指摘されており、生態学と従来の農学との融合も重要な領域になりつつある。

4. ゲノム情報、エピジェネティクス情報、動物幹細胞技術や遺伝子組み換え技術を基盤とした農林水産生物生産への応用的展開

ゲノム情報やエピジェネティクス情報を活用した生命活動の解明とその成果の応用的展開、動物幹細胞技術の畜産・水産分野への応用とその成果の基礎生物学へのフィードバック、安全な遺伝子組み換え技術の確立などによる有用生物生産への応用展開が期待されている。

5. バイオマス利活用の統合化ならびに地域と地球の環境保全に資する地域資源管理に関する研究

地球温暖化防止対策、エネルギー・食料安全保障、さらに地域社会・地域経済の振興を目的とするバイオマス利活用については、部分要素技術の開発に留まることなく、これらをシステム化した統合技術として社会の中で事業化していくことを考えなければならない。その成果を我が国のエネルギー・食料安全保障と地域産業の活性化を目指す「生活者の価値観の変換」を促すシナリオ構築に資することが重要である。また環境の恒常性維持システムとして重要な機能を果たしている森林生態系と気候変動による森林生態系の破壊阻止にも着目する必要がある。

6. 生物の特異機能の解明や天然生理活性物質の探索による新産業創出

生物、中でも昆虫には、驚異的な物質生産能力、環境適応能力、情報処理能力そして繁殖能力が備わっている。ゲノム研究の成果から、それら昆虫特異的な機能を支える遺伝子群が解明されつつある一方で、昆虫の形態形成や脳神経系のデザインは、ヒトと驚くほど類似していることも分かってきた。我が国固有の産業生物であるカイコおよび多様な昆虫を用いて世界最先端の基礎研究を進め、その成果をベースにして、アグリヘルス、新素材、マイクロロボットなどの分野で国際競争力のある新産業を創出することが重要である。

また我が国は、世界をリードする天然物創薬の基盤を最大限に活用・発展させ、世界の人々の健康を守ることを最優先課題の一つとし、がん、糖尿病などの難病を克服する次世代の医薬開発に貢献すべきである。

医・歯・薬学分野

I. 分野の特徴

人間の生命、健康、疾病を主な対象とし、生命現象のもっとも根元的な研究から具体的な疾病にかかる臨床研究、薬の開発に関する研究まで幅広く含んでいる。また、最近では、生物系科学との融合は勿論のこと、工学との融合による新しい技術開発、人文科学、社会科学との融合による、人間のより内面にせまる研究や社会との接点の研究領域なども進展している。これらの研究成果は、人間の生命及びQOLに直接的に恩恵をもたらすものであるとともに、製薬分野をはじめとする医療系産業の発展にも寄与するものであり、国際的な競争も激しく、米国のNIHをはじめとして、多額の公的研究費が投入されている状況にある。

II. 今後10年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

1. iPS細胞を用いた再生医療の開発

京都大学の山中氏らによるiPS細胞の樹立は我が国発の画期的な基礎研究の成果の一つである。今後、様々な細胞からiPS細胞の樹立が可能となり、また、安全性が証明されれば、個々の患者よりiPS細胞を樹立して病に冒された臓器や機能を再生するという夢の医療が現実のものとなる。また、心筋細胞による創薬における安全性の検証など、その応用可能性も広い。今日では様々な研究費の仕組みによってiPS細胞の医療への応用が推進されているが、スムーズな応用を可能にするためにもiPS細胞化の分子機構の解明など、基礎研究部分を強力に推進する必要がある。

2. 免疫システムの統合的研究

人間が健康な生活を送るためには、体内の免疫システムが正しく機能することが欠かせない。免疫システムが機能しなくなると、からだの全てのシステムに影響を及ぼし、生命を維持することができなくなる。我が国が世界的にもリードしている免疫システムの統合的理解を目指した研究を強力に推進する必要がある。その成果により、対症療法ではなく、根本治療を可能にする医療への展開が期待される。たとえば、リウマチにおいてはサイトカインネットワークの悪循環を断ち切ることで、治療薬から脱出できる例も出ている。リウマチだけでも約30万人の患者に対して年間に推計2,400億円の医療費が使われている。さらにリウマチ患者を支える医療社会的な負担を考慮した場合、その総額は7,000億円を超えると試算されている。このような社会に大きな負担となっている疾患の予防が実現すれば国民の福祉に対する効果や経済効果は計り知れない。今日の難病の多くが免疫関連疾患であること（厚生労働省が指定する123の難病のうち45が公費負担対象疾患であるが、その約3分の1が免疫関連疾患である）を考慮すれば、免疫システムの理解を目

指した基礎研究の強力な推進は最終的には広く国民の健康に貢献すると期待される。

3. 脳科学の統合的研究

現代の脳科学の発展は脳生理学という枠組みを超えてヒトの意識や認知という個別の神経系の理解では説明できなかった「ヒトがヒトであること」のメカニズム解明に迫りつつある。今後は人文科学的なアプローチや情報科学的アプローチも包含した脳科学の統合的研究、さらにブレイン・マシン・インターフェースの融合研究を推進する必要がある。こうした脳科学の成果は、高度AI、計算機科学、ロボット、情報産業などへの展開が期待される。

4. 新興・再興感染症制圧へ向けた統合的研究

新型インフルエンザなどの新興感染症の多くは当該微生物が変異を伴って生物種を超えて伝播することにより発生し、ヒトや動物の国際的な移動によって急速に拡大する。再興感染症についても同様であるが、ここにはさらに薬剤耐性という問題が包含される。新興・再興感染症の発生メカニズムの研究、効果的なワクチン開発のための免疫記憶メカニズムの研究、さらに社会医学的な感染症の疾病構造の研究などを統合した新興・再興感染症制圧へ向けた研究を推進する必要がある。

5. 幹細胞学を基盤としたがん制御法の開発

がんにはその大元となるがん幹細胞が存在することが明らかにされ、がんの克服にはがん幹細胞の制御法の開発が望まれている。今後、疾患特異的なヒト腫瘍幹細胞を純化・分析することにより、腫瘍幹細胞を細胞標的とする有効な抗体医薬や免疫療法の開発、腫瘍幹細胞の維持に必要な分子を標的とした薬剤開発の基盤が整う。さらに、がんに対する予防、早期診断学の研究開発も大いに推進する必要がある。

6. RNA生物学の統合的研究

ポストゲノム時代の重要な研究領域としてRNA生物学、特に非翻訳RNAを対象とした研究が重要性を増している。非翻訳RNAはゲノムからの遺伝子発現を様々な階層で調節していることが次々と明らかにされているが、ゲノムの研究と比較してその研究は遅れているといわざるを得ない。生物の恒常性の理解のためにはRNAを介した生体調節機構の理解が不可欠であり、その機能の理解はRNAを介した遺伝子調節による新規疾患治療法の開発にまでつながると期待される。例えば、受容体拮抗剤の代わりに受容体の発現を抑制するRNA干渉法や、抗体と同様に標的分子と強固に結合するアプタマーなどは拮抗剤の開

発が困難な標的に対する新規薬剤として期待される。基礎研究としての小分子RNAの機能解析、応用研究としてのRNA干渉やアプタマーを用いたがんの新規治療法の開発などを強力に推進する必要がある。

7. 生体イメージング研究

ファンクショナルMRIに代表される生体イメージング技術は脳科学を中心とした医学・生物学の発展に大きな貢献をしてきた。顕微鏡に匹敵する分解能を持つ非侵襲的なイメージング技術の開発は脳科学のみならずあらゆる医学・生物学分野において革新的な手法を提供すると期待されることから、さらに強力に推進する必要がある。

8. 時間生物学の推進

我々の体内時計は24時間を周期として我々の生活リズムを支えている。昼間活動し、夜眠る人間のリズムは脳の中心部にある視交叉上核で刻まれ、そのリズムが末梢のリズムと相互作用することで生み出されている。その体内時計の動きに狂いが生じると様々な問題が起こる。例えば、朝になっても体がまだ夜の状態だと登校拒否症の一因となり、痴呆患者の夜間徘徊はその逆だ。うつ病もリズム障害が原因の1つとなる。従って、生物時計の理解を進める研究はヒトが健康な生活を継続するために必要不可欠の研究といえる。

9. 糖鎖生物学の統合的研究

糖鎖は様々な生物活性を持ち、最近のインフルエンザ研究からも明らかのように、生命現象に重要な役割を果たしている。感染症、免疫関連疾患、癌、脳神経難病、代謝疾患など、現代医学が直面する多くの課題とも密接な関連を持つ。これまで我が国がリードしてきたこの分野をさらに発展させ、最新分析機器の開発や糖鎖の生物活性の応用に基づく新規治療法の開発などに結びつく統合的研究を強力に推進する必要がある。

10. メタボリックシンドロームの予防と治療に関する統合的解析

がんと並んで血管病（心筋梗塞や脳梗塞などの動脈硬化性疾患）は、全死亡率の1/3ほどを占める。メタボリックシンドロームの研究では我が国の研究者が世界をリードしており、メタボリックシンドロームの予防と治療に関する研究は、飽食の現代社会における国民の健康な生活のあり方を示し、医療費削減につながるものとしてその波及効果は極めて大きい。また、加齢に伴う血管病の研究は、生命予後やQOLにおいて今後ますます重要な問題となると考えられ、研究の推進が必要である。

1 1. 医工連携による臓器再生医療の実現

再生医療の実現に向けた技術開発が行われているものの、三次元的な臓器・器官を再生する技術はいまだに開発されていない。そこで、医工連携により内臓などの臓器を再生する技術を開発する研究を推進することにより、幅広く生命科学に関する研究の進展が期待でき、また、臓器不足により十分な医療が行われていない現状を画期的に変えることが可能となる。

1 2. 医工連携による診断治療用ロボットの開発

カプセル内視鏡や腹腔鏡による手術に代表されるように、医工連携による新たな機器開発は患者に優しい低侵襲医療を実現している。この方向をさらに押し進めるために、遠隔操作が可能なマイクロカプセルをベースとした診断・治療用のロボットの開発研究が求められる。このために、精密機械科学、ロボット工学などと連携した体内において遠隔操作が可能な種々のロボットの開発に資する基礎研究を押し進めることが推奨される。

1 3. 細胞内物質輸送研究の推進

ヒトの体は多くの細胞からなり、細胞が器官を形成し、様々な器官の働きによって生存に不可欠な酸素や栄養を供給し、老廃物を集めて代謝する。このようなダイナミックな体を構成する最小単位が細胞であるが、細胞にも極性があり、例えば上皮細胞では外界へ接する面と体内に向かう面とでは異なる機能を持ち、神経細胞では細胞体と樹状突起とで機能が異なる。免疫細胞においてもサイトカインは細胞同士が接着する面に向かって分泌されることで効率よい細胞間相互作用を実現している。神経系における細胞内輸送の破綻は、萎縮性側索硬化症（ALS）や、球脊髄性筋萎縮症（SBMA）、脊髄性筋萎縮症（SMA）などの運動ニューロン病の原因となる。従って、細胞の極性の成立と細胞内における物質輸送の理解を目指す基礎研究はヒトの健康にとって重要な研究領域である。

I. 分野の特徴

人文学・社会科学＝「文科系」諸学は、近代に入ってさまざまな専門分野へ分化してきたが、その根源を訪ねれば、「人文」にたどり着く。「人文」（じんもん）とは「天文」と対をなす概念であり、「天文学」が、宇宙が綾なす「文様」を知る学であるのと同じように、「人文学」は人々が綾なす「人間関係の文様」を知る学である（易経「觀乎天文、以察時變、觀乎人文、以化成天下」）。本来それは、人文と社会の区別を前提にするものではなく、「社会」も「人文」の一断面として包含するものである。

この「人文」諸学に共通するのは、それらがいずれも「歴史」という鏡に写して現在を吟味する、という自己認識の作業を不可欠の前提とするということである。「人文知は歴史的経験の積み重ねの上に存在し、…どの分野においても歴史は重要な柱あるいは基礎となっている。従って、歴史学は…政治学、法律学、経済学、社会学など、社会科学の分野においても基礎的データとして…研究の発展を支えてきた」（「我が国における学術研究の動向について」合冊版 p.649）と言われるゆえんはここにある。

ただ、我が国は、明治以降「世界の一等国」の仲間入りを目指して、もっぱら西洋の文物の導入に狂奔してきたため、《アジアの中の日本》という視点で自らを見つめる点で欠けるところがあり、それ故近隣アジア諸国と真正面から向き合い、対話を通じて相互の言語、歴史、文化、社会の理解を深める努力を十分してこなかった。

このことは、その裏返しとして第二次大戦後、それまでの歩みをもっぱら負の遺産と見做し、その歴史的資料を放置、さらに廃棄する傾向を生み出した。「歴史の鏡」に写して現在を吟味するという、人文諸学にとって不可欠の作業との関係から見ても、また近隣諸国への責任を果たす意味からも、歴史から目をそむけようとする戦後日本社会の病癖は深刻である。

最近の我が国における史料・文書類の保存・整理状態もこの病癖を免れていないばかりか、一層深刻化しているかに見える。後代に責任追及の証拠に用いられることを恐れて、資料をむしろ廃棄する方向へと実務社会が動いている印象を禁ずることができない。日本近代史の貴重な資料の多くが散逸してしまっているだけでなく、日に日に重要な文書が破棄・処分されており、近代日本の「人文」を知る手がかりが失われつつあるのではないか。アメリカ合衆国の国立公文書館が、自らのミッションを「政府の記録の保全・保存によってアメリカの民主主義に仕え、…国の経験を歴史的に理解する基盤を提供する」こととしているのに学ぶべきである。

やや手遅れとはいえ、今となっては、せめてこの流れを食い止めること、そして日本人のみならず、外国人にも利用しやすい形で分類・整理し、国際的な「人文」学者の研究材料として提供することが急務である。近代日本の「人文」は、東アジア諸国・諸地域はもちろん、世界全体の近代の「人文」知の一部分である、ということを我々が自覚し、史料保存・整理・提供の面での国際的責任を果たすことは、知的大国としての日本の国際的プレゼンスを高めるのに大きな役割を演じるにちがいない。それこそが「人文知」研究に期待される「出口」なのである。

Ⅱ. 今後１０年間で特に進展が見込まれる研究対象・推進すべき研究課題

１. 人文社会科学の基盤構築（近現代史アーカイヴと調査統計センター）・整備

人文・社会科学の基盤をなすのは歴史的視座であるが、わが国における文書・史料類の整理・保存は、欧米諸国は言うに及ばずアジアの隣国の現状と比べても、惨憺たる状況にある。とくに日本近現代史の貴重な史料は、その多くが散逸し、今も日に日に破棄・処分されつつある。これらの史料を系統的に整理・保存して次代に伝え、また世界の日本学研究に開かれたものとするために、近現代史アーカイヴと現代社会調査統計センターを設置し、資料・データへのアクセスを高めることは緊急の課題である。各種調査統計データ、文献資料の体系的整備は、各分野の長期的な共同作業を要するそれ自体が重要な研究である。

２. 戦前戦後を通じた歴史・政治経済の基礎的研究および喫緊の公共政策研究

- ９０年代以降の社会や経済の危機・不安定性と攪乱要因、及びその復元力に関する研究：今回の金融・経済危機およびそれに比肩できる過去の危機に関し、その危機の原因とそこからの復元ないし再生の過程を解明する。
- 持続可能な発展という人類史的課題に取り組む研究：環境の破壊や自然からの制約、地域社会の衰退やアイデンティティ問題、異文化共生など、現代社会の文明的課題に取り組む研究を推進する。
- 少子高齢化社会の諸問題への解決をめざす研究：日本だけでなく、世界各国で進行している少子高齢化とそれにより起こっているさまざまな問題について、国際比較研究的に実態と現状諸政策との研究を推進するとともに、少子高齢化の最先端を走る日本社会の問題を発見し、諸問題の解決につながる社会保障その他の制度設計に取り組むような研究を推進する。

３. 倫理に関する総合的研究

科学技術の発展とともに人類社会は新たな倫理的諸問題に直面しており、生命倫理や医療倫理、環境倫理や情報倫理など応用倫理学に対する社会的需要が高まっている。応用倫理諸分野で行われてきた近年の研究を総合し、①文化の多様性に着目する複合的視座、②隣接諸科学との連携、③人類の共通の遺産である哲学史・倫理思想史の再考察、を踏まえた新たな体系化を行うことが必要である。このような倫理的諸問題について総合的に考察する学問的基盤を形成することは、科学技術の新たな発展にむけての重要な条件といえる。