

ライフサイエンスに関する研究開発の
推進方策について

平成14年6月

科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会

目 次

はじめに	1
1. ライフサイエンス分野の研究開発の基本的考え方	4
1.1. ライフサイエンスの意義・重要性	4
1.2. ライフサイエンスを取り巻く状況、研究進展の状況	5
1.3. ライフサイエンス分野の研究開発推進の基本的考え方	8
2. ライフサイエンス分野の個別研究開発計画及びその推進方策	11
2.1. 重要研究領域の研究開発推進	11
2.1.1. 生物系研究領域	11
2.1.2. ゲノム研究領域	14
2.1.3. 発生・再生研究領域	18
2.1.4. 脳研究領域	20
2.1.5. がん研究領域	23
2.1.6. 免疫アレルギー、感染症その他疾患研究領域	27
2.1.7. 植物・環境・食料研究領域	32
2.2. ライフサイエンス研究開発の基盤強化及び環境整備	35
2.2.1. バイオリソースの整備	35
2.2.2. 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発	38
2.2.3. 研究開発基盤整備	40
3. 国として特に取り組むべき研究開発とその推進	44
3.1. 基礎的研究の推進	44
3.2. 国家的・社会的課題に対応し早急に進めるべき研究開発	45
「ゲノムの視点でヒトを理解する」	46
「新たな生命機能分子を探る」	47
「健康を科学する」	48
「人と地球環境との共生を図る」	50
3.3. 国として早急に取り組むべき推進方策	50
トランスレーショナルリサーチの総合的推進	51
人材の育成確保	53
融合領域の研究推進	55
産学官連携	57
4. ライフサイエンス分野の研究開発を推進するための留意すべき事項	59
4.1. 研究成果の取扱い	59
4.2. 知的基盤整備	60

4.3.	生命倫理・安全対策への取組み	61
4.4.	国際協力への取組み	63
4.5.	社会の理解	63
4.6.	その他の留意事項	65

(参考)

ライフサイエンス委員会委員名簿	66
ライフサイエンス委員会各領域小委員会委員名簿	
生物系研究領域小委員会	67
ゲノム研究領域小委員会	68
発生・再生研究領域小委員会	69
脳研究領域小委員会	70
がん研究領域小委員会	71
免疫・アレルギー、感染症その他疾患研究領域小委員会	72
植物・環境・食料研究領域小委員会	73
バイオリソース領域小委員会	74
萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域小委員会	75
基盤整備領域小委員会	76
研究計画・評価分科会委員名簿	77
ライフサイエンス委員会及び各領域小委員会における審議の過程	78
研究計画・評価分科会における審議の過程	85
用語集	86

はじめに

（ライフサイエンスとは）

ライフサイエンスは、生物が営む生命現象の複雑かつ精緻なメカニズムを解明する科学であると共に、その成果を医療、環境、農林水産業、工業等の種々の分野に応用することを目指すものであり、多様かつ広汎な研究活動を内包するものである。ライフサイエンス分野の研究開発の推進に関しては、これまで「ライフサイエンスに関する研究開発基本計画」（平成9年8月、内閣総理大臣決定）、「大学等におけるバイオサイエンス研究の推進について」（平成12年2月、学術審議会建議）等に従って、大学、研究機関等において広汎かつ多様な研究開発が進められてきている。また、平成13年9月には、第2期科学技術基本計画（平成13年3月閣議決定）に基づき、分野別推進戦略が総合科学技術会議において決定されており、ライフサイエンス分野における重点領域並びに当該領域における研究開発の目標及び推進方策が明確にされている。

（ゲノム科学の進展）

ライフサイエンス分野の研究開発の重要性は、生命活動を分子レベルで明らかにすることを可能とした分子生物学やゲノム科学の進展によって従前以上に強く認識されてきている。ゲノム分野の研究開発については、生命活動の基本原理解明等のために様々な生物のゲノム配列が解析されている中、ヒトゲノム配列の概要解読の完了が平成12年6月に公表され、いわゆるポストゲノム配列研究が本格化した。さらに、平成15年（2003年）春には、精密解読を進めている国際ヒトゲノム計画が完了する予定となっており、ゲノムからヒトを理解する研究に加え、疾患関連遺伝子の応用等が具体的に進みつつある。

（研究開発の現状と研究環境）

ライフサイエンス分野の研究開発は、個々の分子・細胞から、個体・集団まで幅広く、多様な現象を対象としており、他の学問領域に比し、研究活動の広がり、きわめて大きい。かかる認識にたつて、ライフサイエンス分野の研究開発活動全体を総覧すると、最近目覚しく発展し、新たな知見が急速に蓄積されてはいるものの、生命の複雑さや巧妙さが解き明かされたとは言い難く、生命活動を総合的に理解するためには、今後、研究者の創造的発想に基づく研究の一層の充実が必要である。科学技術を取り巻く環境は、大学及び大学共同利用機関（以下、大学等という。）の改革、特殊法人改革、産学官連携、急速な情報化の進展等急速に変化しつつあり、

これらに、迅速かつ柔軟に対応することが求められる状況にある。かかる状況下、ライフサイエンス分野の研究開発推進に当たっても、急速に動く国内外の情勢を適切に把握及び予測し、社会経済上の課題を解決するための多様なニーズに対応する必要がある。また、短期的な対応に応えながら、長期的観点から優れた研究開発成果を創出していくための我が国研究開発能力を養い、強化していくという戦略的対応も必要である。

（文部科学省の役割）

ライフサイエンスは、基礎的段階から実用化段階まで様々なレベルの研究開発活動を包含する総合的科学技术であり、その担い手は、大学等、公的研究機関（特殊法人、独立行政法人等）、企業の研究機関等多様である。文部科学省は、人材の育成、科学技术・学術の振興等に関する責任を有する行政機関であり、今後我が国におけるライフサイエンスの飛躍的發展を実現していく上での役割はきわめて大きい。また、本分野の研究開発は、領域を越え、組織を越えて融合し、連携していくことが重要であり、常に我が国全体の研究開発動向や社会的要請に配意し、関連する機関との連携が実現されるよう研究開発を進めて行くことが必要である。なお、米国においては、1999年から5カ年間でNIH予算の倍増が図られ、2003年度のNIH予算案については、総額273億ドル（約3兆円）に達するほか、欧州においても、EU第6次フレームワーク（2002-2006）においてゲノム科学と健康関連技術領域が優先度高く位置付けられるなど、ライフサイエンスに関する諸外国の動きは活発である。

（研究開発推進方策の策定）

かかる状況を踏まえ、ライフサイエンス分野の研究開発を今後大きく推進していくためには、一方では、研究者の独創的な研究の一層の推進を図る必要があり、他方では、国として長期的観点に立った戦略や研究開発推進の考え方を明確に示すことが研究開発活動の安定化や効率化、社会からの理解や支援の獲得に重要である。

以上の観点から、科学技术・学術審議会研究計画・評価分科会は、ライフサイエンスに関する研究開発計画の作成及び推進に関する重要事項の調査検討を行うためにライフサイエンス委員会を設置し、第2期科学技术基本計画及び分野別推進戦略を踏まえて、我が国の研究開発全体を俯瞰した研究開発推進方策について検討した。

本報告書は、委員会におけるこれまでの検討結果を踏まえ、今後10年程度を見通した当面5年程度のライフサイエンス分野の研究開発推進方策をとりまとめたものである。ライフサイエンス分野の研究進展は急速であり、本報告書の内容につい

ても、研究開発の進捗状況や、社会的要請等を踏まえ、適宜見直しを図り、常に的確な内容とすることが重要である。また、文部科学省においては、本報告書を踏まえ具体的な施策を早急に講じることが強く期待される。

1. ライフサイエンス分野の研究開発の基本的考え方

1.1. ライフサイエンスの意義・重要性

(これまでの経緯とライフサイエンスの重要性)

20世紀前半が物理学・化学が著しく発展した時代と捉えられるとすると、後半に目覚しく進歩した生命科学が一層の発展を遂げ生命の仕組みの全貌の解明に迫ることが21世紀前半に期待できる。2000年6月にヒトゲノム配列の概要解読が終了し、2001年2月には、その情報が公表された。ヒトゲノムがもつ単純さと複雑さの全容が次第に明らかにされつつある現状は、これまで個別の事象の解析を中心に展開してきた生物学に、生物をひとつのシステムとして統合的に理解する基盤を与え、深遠な生物現象に科学が挑戦していく新たな道を拓いている。

生きものが生まれ、育ち、老化し、死ぬまでの活動をつかさどる基本的メカニズムや、進化の過程を経て生じてきた多様な生物種に共通する生命の基本原則等を探索し、解明することは、生命を尊重し、社会や環境の中で適切な関係を構築しつつ生きることの重要性や大切さを確認することに大きく貢献する。

ライフサイエンス分野の研究開発は、生物あるいは生物現象を直接対象とするものであり、その成果は、生物である人が営む生活や経済社会の様々な分野に影響し、遺伝子組換え技術の発展のように、時には、それまでの技術体系に大きな変革を与える可能性を有している。21世紀の社会が持続的発展を遂げていくために必要な、医療、環境、食料等の分野において、画期的な技術開発を生み出していくためには、従前の技術体系の延長線上から生じる改良技術のみでは対応しえないことが予想され、ライフサイエンス分野の研究開発の果たす役割が大きく期待されている。

(研究開発活動が与える社会への影響)

また、発生・再生分野や免疫分野、脳神経分野等においては、新しい研究手法が次々に生み出され、新しい知見が蓄積されつつある。これらの研究開発は、自然のもつ謎を解き明かすことに果敢に挑戦する卓越した能力のある研究者の個人的創造性や発明・発見によるものであるが、その研究活動により切り拓かれた新しい世界は、研究者個人の活動範囲や時間を超え、広い範囲で、大きな影響を与えるものである。遺伝子の働きのように、見事に制御された生命活動の基本原則は、深い感動をもって受け止められ、また、新たな経済社会活動を起動させることにもなる。重要なことは、これらの新しい発見や研究成果をより積極的に発信し、生命活動のもつ意義や重要性を広く国民に伝えることであり、これにより、

次代の社会を支える若い人材の科学技術に対する関心が深まり、科学技術創造立国としての持続的発展が可能となる。

1.2. ライフサイエンスを取り巻く状況、研究進展の状況

(ゲノム科学の進展)

ライフサイエンス分野の研究開発は、ゲノム科学を中心とするいわゆる分子生物学によって大きな変貌を遂げている。生命活動を分子のレベルで理解することは、ライフサイエンス分野における解析的な研究を本格的に実施することを可能とするものである。特に、ヒトゲノム配列の精密解読(2003年春に終了予定)は、ゲノム創薬等の実現によって各種疾患の根本的治療への道を拓くのみならず、個人個人の差に基づいて実施する医療の実現を具体的な研究目標として掲げることが可能としている。

現在、ゲノム配列情報は急速な勢いで蓄積されており、多様な生物種でゲノム解析が進められている。それは、これまで多くの生物学の謎を解決するために個別に行われてきた探求が生物種を超えて理解する新たな方法としてのゲノム解析の重要性が広く理解されてきたためであり、この傾向は、今後一層加速されるであろう。また、ゲノム配列解析については、ヒトにあっては、より個人を対象とした高精度のデータを取得する技術体系の実現を目指し、また、進化の視点からヒトを理解するためには、異なる生物種のゲノム情報を高速かつ効果的に取得する方向にある。

(分析的・解析的研究から統合的研究へ)

多くの科学技術活動と同じように、ライフサイエンス分野の研究開発は、分析的・解析的に進んできているが、その結果、生物現象は、多くの階層構造から成り立っており、特定の層のみからの視点では、全体の活動は解明されないことが明らかにされつつある。従って、今後は、各階層の現象をより一層分析的に解明するととともに、階層を縦断して貫く、いわば統合的な方法論による研究活動が重要であることが多くの領域で認識されてきた。

(我が国の研究開発活動の特徴)

ライフサイエンス分野の我が国の研究開発活動については、ゲノム科学としてのSNPs解析や完全長cDNA取得、脳の機能解明、発生分野の先駆的研究等世界的レベルにあるものも多いが、基盤的技術開発、応用開発研究、臨床研究に

については、米国や欧州に比し十分なものではなく、今後一層の強化が必要である。また、国際的な研究動向を大きく変革するような、真に新しい領域を生み出す萌芽的研究活動については、全体として見ると十分とはいえず、従来の学問領域や研究組織にとらわれない異分野の研究者が融合して創生する新たな研究活動が強く期待される。

我が国のライフサイエンス分野の研究環境は、我が国が有する地理的・言語的特殊性を越えて、海外の優れた研究者をひきつける程の魅力を有するとは言い難い。また、人材育成や研究開発体制などについても、近年多くの改善点が見られているが、我が国の潜在的研究開発能力を十分活かして優れた研究開発成果を創出していくためには、必ずしも十分とはいえない。今後、大学等における創造性豊かな人材の育成をさらに強化するとともに、産学官の連携や、地域における展開を含め、これらに早急に対応し、世界に伍した研究活動を実施する研究環境を作り上げていくことが必要である。

更に、ライフサイエンスの研究開発を支える生物遺伝資源の整備等に関しては、我が国は大きく欧米に依存している。また、生物多様性の確保等との関連の中で、各国が自国の資源に対する認識を新たにする動きもあるなど、現下の国際情勢は、我が国が主体的な研究開発を実施していく上で今後大きな支障をもたらす可能性を有しているとの認識のもと、生物遺伝資源の整備等について早急な対応が必要である。

（研究開発成果の取扱い）

ライフサイエンス分野における研究開発に対する社会的・経済的期待の高まりや、情報化社会に対応した研究開発活動の適切さへの要請に対応するため、研究開発活動の成果物に対する知的財産権を設定、確保すると共に、研究試料を含めた研究成果の取扱いの適正化を進めることが重要である。

ライフサイエンス分野の一つの特徴は、研究成果が、直接、社会における利益と結びつくことが想定されることである。また、一つの基本的性格を有する特許がその後の研究開発に必要な解析機器等の国際市場においてほぼ独占的な影響を及ぼす場合もある。従って、成果の創出とその権利化は、同時併行的に検討される必要があるとの指摘もあり、これらに、適切に対応することが必要である。その際、研究活動が無用に阻害されることがないように配慮するとともに、成果の適正な権利化を図るための体制を整備することが重要である。

（研究開発成果の産業化・実用化）

研究開発成果の産業化・実用化は、国家的・社会的要請に対応した研究開発の出口のあり方として、重要である。ライフサイエンス分野の研究開発成果が産業上の有用性を持つことによって、科学的価値は些かも減じられるものではなく、却って、高度化されるものである。この認識の下、研究開発活動を担っている大学等や研究機関、産業化までの仲介的役割を期待するいわゆるベンチャー企業、そして実際に産業化を進める民間セクターが有機的な連携を実現することが重要である。

（生命倫理・安全対策）

ライフサイエンス分野の研究の進展は、その実施の場面において、新たな社会的・倫理的配慮を必要とする状況を生み出している。生命倫理への対応の重要性は、従前から生殖医療等の領域で強く認識されてはきたが、昨今のゲノム科学や発生・再生分野での研究進展は、一層広範囲な研究活動においても、「人間の尊厳」への配慮を基本とする研究姿勢の明確化を必要としている。特に、核移植や、体細胞脱分化の技術進展は、クローン人間の実現を具体的に想起させ、2000年12月には、クローン人間の創生を禁止した「ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律」が施行された。

また、2002年4月には、ヒト胚性幹（ES）細胞の樹立計画が承認されたことを契機に、ライフサイエンス分野の研究推進に当たって、生命倫理上の配慮の重要性が一層認識される状況にある。ライフサイエンスの研究活動を国民の理解と支援を得て進めて行くためには、人の生命を弄ぶことは決して許容されないとの考えが前提であることを改めて確認していくことが重要である。

さらに、組換えDNA技術等に対する安全性についても、国内外の情勢を十分踏まえ、対応していく必要がある。

（推進体制）

ライフサイエンスの社会的・経済的認知度の拡大と共に、分子レベルの研究活動の進展が要請する実験設備の大型化が研究活動に質的变化をもたらした。基本的には個人の発想を基底とする小規模研究のみから構成されていた時期から、いわゆる大型の研究活動によって可能となる領域が出現している。特に、情報化社会にあっては、高度かつ大量の情報を所有したものが発言権や優先権を獲得するといった傾向が、ライフサイエンス分野においても認められつつある。このため、研究活動の単位は、研究者の発想であるとの視点を基本としつつも、かかる状況

に的確に対応できる研究推進体制を実現していくことも重要である。また、一国では対応できない大型のライフサイエンス研究においては、国際的な協力体制の構築が不可欠であり、我が国の研究目標を明確にした上で、国際的観点からの取り組みについても、十分念頭に入れた計画設計が必要である。

1.3. ライフサイエンス分野の研究開発推進の基本的考え方

(基本的目標の設定)

ライフサイエンス分野の研究開発の推進に関しては、我が国の科学技術上及び社会経済上の重要性に鑑み、広汎かつ多様な研究活動を包含しつつ、短期的な研究成果を創出することと、長期的観点からの我が国の科学技術力を高度化することを両立させながら、国全体の活動を視野に入れた対応を進めることが重要である。ライフサイエンスが対象とする領域は、生物あるいは生物現象を構成する、分子、細胞、組織、個体、生態系等広汎かつ多様であり、それらのどの領域においても、決して研究が尽くされたと言える状況には無い。このため、全体としては、個別領域毎、あるいは、領域間を横断的に扱う研究開発の進展が必要であるが、研究資源の適切な投入を図り、我が国におけるライフサイエンス分野の研究開発を一層発展させていくためには、個別的な研究開発活動を統合化する基本的目標を明確にしていくことが重要である。

かかる観点から、科学的意味や研究開発の現状、社会的・経済的環境を踏まえ、今後10年間を見通した5年間のライフサイエンス分野の研究開発推進にあたっての戦略的・基本的目標は、以下のとおりである。

「ヒトを統合的に理解する」

(ゲノム配列研究によって拓きつつある道)

個別生物の生命活動のシナリオは、基本的にはゲノムに記された遺伝情報に基づくものであり、ゲノム上の塩基配列が複雑な生命活動を制御していく仕組みの解析は、生命を解き明かす上で大きな役割を果たしていくものである。ヒトゲノムの精読作業が2003年に終了し、他の生物種のゲノム配列も急速な勢いで解析が進められている現在、生命活動をゲノムの視点で統合的に理解する基盤が整いつつあると言える。これまでの研究は、新たな生命現象を観測し、その現象の背景にある原理原則を追求していくアプローチで進められてきたものの、ゲノム塩基配列の意味を解読することによって、様々な新たな生命現象の存在が予想され、あるいは、これまで部分的に理解されてきた現象が、相互に関連した事象として理解される道が拓かれつつある。

(生物学上のヒト)

生物学上のヒトは、決してユニークな存在ではないことをゲノムの解読は次々に明らかにしている。ヒトを理解することは、生物のもつ基本機能から、脳機能といったヒト固有の高次機能までを統合的に捉えて初めて可能となるものであるが、これまで蓄積されてきた多く知見は、漸くこのような取り組みを可能としつつある。かかる取り組みを進めるためには、ヒトも生物のひとつであるという基本認識の下、多様な生物で明らかにされてくる生物現象とゲノムとの関連を精査することが重要であり、これによって、はじめてヒトが理解される道筋が見え始めてくる。本目標に向けての研究開発のためには、研究者個々の創造性あふれる研究活動が全面的に支持される必要があると同時に、それらの研究成果が集約化されることが重要であり、ゲノムという共通言語を通すことによって、個々の研究開発活動が体系化され、統合化されていくことが期待される。

「ライフサイエンスにより、21世紀型の新産業を創るとともに生活の質(QOL)を向上させる」

(社会的・経済的な課題解決に向けた取り組み)

技術革新のシーズは、基本的に基礎的研究の成果から生み出されることが多い。しかしながら、社会的・経済的な課題の解決のためには、個別の技術にとどまっていたのでは、広汎かつ多様な期待に応えることはできない。そのためには、シーズを深く掘り下げる研究だけでなく、シーズを植え、かつ育てていく人材が重要である。

また、ライフサイエンスの研究開発水準を高度化していくに当たっても、今後研究開発の裾野を一層広げていくことが重要であり、その際にも、目標を設定してその達成のために集中的な研究開発を実施することが研究の基盤を強化し、裾野を押し上げるために有効である。

(健康や安全性向上への要請)

21世紀は、情報化社会の進展と共に、産業のグローバル化が進み、社会の多様なニーズや状況に対応するために、旧来の産業構造では類型されない新たな産業が多く創出されることが予想される。また、個人の生活と社会との関係を見直した際、個人の生活をより一層充実していこうとする意識が顕在化しつつあり、健康や安全の向上に対する科学技術の貢献が大きく期待されている。

ライフサイエンス分野の研究開発は、このような期待に応えられる科学技術分野の一つであり、その推進は、我が国が科学技術創造立国を実現していくために

不可欠である。このためには、研究開発目標の達成のために、最適な研究者・研究機関が結集するとともに、その研究能力が最大限に発揮された研究開発活動が実現されるよう、必要な研究支援機能の強化、適正な研究評価システムを併せて実現していくことが重要である。また、研究者・研究機関から生み出される研究成果が、速やか、かつ適切に社会・経済活動へ移行・活用されていくことが重要である。

2. ライフサイエンス分野の個別研究開発計画及びその推進方策

ライフサイエンス分野については、広範多岐にわたる領域において多様な研究開発課題を包含しており、ゲノム関連領域、免疫・アレルギー領域、脳研究領域、物質生産・環境領域等については、総合科学技術会議分野別推進戦略において重点領域として挙げられている。これらを踏まえるとともに、長期的観点に立って、広大な領域を俯瞰すると以下のような研究領域における研究開発が重要である。

2.1. 重要研究領域の研究開発推進

2.1.1. 生物系研究領域

脳研究や疾患研究、ゲノム研究などの目的的研究の基底をなす基礎生物学的な領域に関する研究推進については、「大学等におけるバイオサイエンス研究の推進について(建議)」(平成12年2月 学術審議会)において詳述されているが、様々な計測・解析機器の開発によるゲノム研究の急展開などに促され、新たに脚光を浴びつつある分野やブレイクスルーの端緒が見え始めた分野、あるいは逆に長期的な重要性にもかかわらず人材不足等からポテンシャルを失いつつある分野など、改めて見直すべき分野も現れてきていることに注意を払う必要がある。

かかる状況を踏まえつつ、今後のこれら分野の発展を考えると、研究者個人・グループによる自由発想型研究により推進されるべきものであることを基本としつつ、国により積極的に取り上げ、支援することが必要、且つ効果的であると認められる場合においては、必要な方途を講じ、適切に推進していく必要がある。

なお、研究活動そのものに対する支援とともに、優れた成果の創出に必要な不可欠な研究環境を十分に整える必要がある。

(1) 国として積極的に支援が必要な研究及び支援方策

1) 「我が国が最も得意とし、今後とも世界をリードすべき研究」

研究分野のルーツが我が国にあり、研究者集団がある程度の広がりをもっている研究領域については、世界をリードできる領域として位置づけるとともに、次のような方策により、さらに発展させていく必要がある。

分野を越えた最先端研究の融合や先進的技術開発のため、異分野の研究者が日常的に交流できるための体制の整備

先進的分野の持続的発展、強化のため、複数の大学に研究教育拠点を設置

世界各国から研究者を受け入れる仕組みの強化（優れた研究者が常に滞在し、卓越した研究活動と情報交換が行われる研究所の設立等）

海外からの研究者の中・長期滞在のための宿泊設備などの完備や国際学会及び国際フォーラムを継続的に開催するための基盤的資金の措置

（参考）当該領域の具体例：

動的分子細胞生物学（ナノ・セルバイオロジ - ）、ナノ生物学など

2）「我が国のオリジナルな研究で、今後、発展が望まれる研究」

日本で発祥し、世界に認められているオリジナルな研究は、貴重な財産である。今後もその発展を育成するため、ゲノム情報が急速に蓄積しつつあるという現状を考慮し、関連分野の育成も視野に入れた上で、次のような方策によりさらにこれらを発展させていく必要がある。

最先端の研究分野とともに関連分野の育成（関連する分野の日本における国際シンポジウム等の開催を積極的にサポートする等）

科学研究費補助金による個人研究への支援（境界領域の過程を意識的にサポートする必要がある場合には、他のプロジェクト型研究資金も適宜活用）

（参考）当該領域の具体例

分子進化学（「進化生物学」や「集団遺伝学」を含む。）、構造生物学と情報生物学の境界領域、リボヌクレオーム研究、植物生殖生物学など

3）「まだほとんど注目されていないが、将来の発展が期待される研究」

科学史における重要な発見は、研究者の個人の知的好奇心から生まれたものが殆どであることに鑑み、これらの研究をサポートする体制の整備や偶然的発見の価値を見いだすことのできる研究者を育成することが必要である。特に、次のような方策が効果的である。

インタビュー方式による若手研究者の独創的研究の発掘（研究の独創性に特化した審査）

・各年毎の詳細な評価はせずに、中間時点（例えば、3年後）に厳密な評価を実施（良い評価の場合、5年の研究を保証）

若手研究者が自らのアイデアで実行し、結果に責任を持ち、かつその研究者の業績となるような体制の構築

4) 「意識的な国の支援がないと廃れる可能性のある研究」

短期的な社会的需要の変化によって、研究の隆盛が左右される場合があり、国として、長期的展望にたって、必要な研究を維持することが重要である。かかる研究については、特に、次のような方策により、先を見通した推進方策を講じることが重要である。

該当する分野の講座のいくつかを研究・教育の拠点とし、若手研究者育成のために当該拠点が開催する研究会などを積極的に支援

長年にわたって日本独自に蓄積された研究資源を積極的に保存・活用

10年単位の長期にわたる研究支援（競争的研究資金でサポートするだけでなく、持続的予算の提供が必要）

（参考）当該領域の具体例

フィールド・ライフサイエンス、集団遺伝学、大腸菌の分子生物学など

5) 「21世紀の生物学にとって長期的な視点から取り組むべき研究」

21世紀の生物学は、かつてない規模の体系化と新たな概念の発見を想定することができるため、ミクロな世界から生態学などのマクロな世界への連続的な研究の発展が究めて重要である。このような観点から、以下のような方策により20～30年先を見越した研究体制を整備する必要がある。

生物系・理工系の融合カリキュラムに基づく教育の実施

生物・理工融合型の大学院研究科の更なる整備、理論生物学の拡充

理論生物学に進もうとする者や理工系から生物系に分野を変えようとする大学院生やポスドクに対する適切な配慮（特別研究員等の審査、奨学金の支援等）

学部・大学院教育において今後の人材を育成・確保するために必要な基盤的研究資金などについての十分な配慮

海外の研究者との交流を図るため、高等研究所などの研究拠点の整備

（参考）当該領域の具体例

分子生態学（「動物社会学」、「群集生態学」を含む。）、理論生物学など

(2) 研究推進方策及び体制整備

1) 評価制度

独創性ある研究の実施に関しては、主として競争的資金により支援されることが適当であるが、その際、オリジナルな研究がピックアップされる評価システムの構築が重要である。具体的には、オリジナル性に特化した評価、過去の業績にとらわれない複数の基準による評価、審査員の評価にもつながるような新たな評価システムの構築とともに、新しい分野にも配慮した評価委員の充実や外国の専門家による評価（助言）の採用を考慮することも必要である。

2) 人材養成

生物系研究の進展のためには、今後、いかに優秀な人材が広範囲に本分野の研究に参画してくるかが鍵であり、そのためには、生物系の学部学生と大学院生についてその規模の拡充を図るとともに、バイオインフォマティクスなどのような人材そのものが少ないものについては、学部レベルから教育を実施していく必要がある。

また、大学院生やポスドク等が自由で主体的な研究を行うことができる環境の整備（ポスドクの拡充、研究段階に応じた競争的研究資金の採択等）が重要である。

なお、生物系研究領域には、他の分野に比し、多様な研究者の参画が必要であり、性差、年齢差等にかかわらず十分な研究活動が実施できるような環境の整備が必要である。

3) その他の推進体制の充実・整備（インフラストラクチャーなど）

生物系研究の推進のためには、予め用途が特定された研究経費のみならず、コンピュータ環境、技術員、外国人共同研究員宿舍の整備など、自由発想型の個人研究を支援するための多様な措置が重要であり、研究者の主体的活動を支援するための経常的基盤経費の充実が求められる。

2.1.2. ゲノム研究領域

1990年代に大きく進展したゲノム解析に基づくゲノム科学の発展は、生命への理解を一層深め、発生・分化等生物学の基本的命題を分子レベルから解き明かすとともに、多様な生物が共生する生態系への理解を深め、今世紀の重要課題である疾患問題、環境問題等への確かな基盤を形成すると期待

される。一方、ヒトゲノム計画によるヒトゲノム多様性の解明は、医学、医療の発展に直結しており、更には創薬を通して産業の発展に結付き、ゲノム研究全体の大きな牽引役となり、その技術や方法論は、イネ、ムギ、放線菌、糸状菌等、農業や産業上重要な生物のゲノム解析にも威力を発揮しつつある。

以上のように、ヒトを中心とするゲノム解析は、ライフサイエンスの方法論や社会的認識に大きな変革をもたらしたが、それ自体がまだ発展途上であり、今後も重点的に取り組む必要がある。

(1) 現状と課題及び重要研究課題

1) 生物多様性の解明と比較ゲノム解析の推進

今日までに、ヒトを始め、ショウジョウバエ、線虫、パン酵母、シロイヌナズナ、各種病原菌、古細菌等医学、生物学上重要な生物のゲノム全配列が判明し(ヒトはドラフト配列)、医学、生物学の発展に大きく寄与してきた。今後は、多様で有用な生物種のゲノム情報とその比較解析に基づき、発生・分化、脳機能、進化・多様性の分子・ゲノムレベルでの解明、生活習慣病等多因子病の分子病態の解明、更には、食糧問題及び環境問題の解決のためのバイオテクノロジーの展開などが重要である。

本領域の研究開発について今後5カ年間を見通した重要な研究課題は、以下のとおりである。

発生・分化、脳機能、進化・多様性等のライフサイエンス研究及び疾患の分子病態解明の基盤として求められる重要生物のゲノム解析
産業振興に有用な生物のゲノム解析

2) ゲノム機能解析研究の推進とタンパク質構造・機能解析の推進

ゲノムの全配列の判明した実験モデル生物では、「設計図」の徹底的解読を目指す体系的ゲノム機能解析研究が進みつつあり、今後、我が国として特色のあるモデル実験生物を中心に組織的、体系的解析を推進するとともに、データの取得や処理技術の一層の発展を促すことが重要である。

また、ゲノム機能解析の進展とともに、遺伝子の機能を具現化するタンパク質の構造と機能の理解等タンパク質を中心とする生体分子間相互作用ネットワークの網羅的解析と基盤構造の理解が重要である。

これらの研究成果は、発生・分化や生体防御、脳神経系等複雑な生命システムを分子レベルで解明するばかりでなく、究極的には疾病の発症メカニズムの解明や治療法の開発にも貢献するものである。

本研究開発について、今後5カ年間程度を見通した重要な研究課題は、以下のとおりである。

体系的な遺伝子破壊株（種）の解析などを通じた遺伝子型と表現型の対応づけ

タンパク質の構造及び機能の解明

生命現象を司るゲノム情報プログラムについて、多数の遺伝子やタンパク質が構成する分子ネットワークとしての全貌解明とそのための情報科学技術の開発

3) 医学・医療への応用

ヒトゲノム計画の進展は、遺伝子と疾患との関連を明らかにし、これまで典型的な遺伝病を中心に多数の疾患遺伝子が同定され、それに基づく分子レベルでの発症メカニズムの解明等の医学研究が進展している。

今後は、糖尿病、高血圧、がん等社会的影響の大きい「ありふれた病気 (Common Diseases)」に関わるヒトゲノムの多型解析を行うために、連鎖不平衡解析及びハプロタイプ解析による SNPs (一塩基多型) 解析を行うとともに、疾患モデル動物の解析、ゲノム (DNA) 試料の供給を可能にするバイオバンク体制の整備、いわゆる個人化医療 (テーラーメイド医療) への応用のためのトランスレーショナルリサーチを具体化する必要がある。

本研究開発について、今後5カ年間程度を見通した重要な研究課題は、以下のとおりである。

ありふれた病気 (Common Diseases) について薬剤感受性も対象にした SNPs 解析の高度化

遺伝子改変マウス (ENUマウス等) 等からの新しい病態モデル動物の開発

病態モデル動物を利用した発症の分子メカニズムの解明

基礎解析研究の成果を臨床、創薬へ結び付けるトランスレーショナルリサーチの推進

個人化医療 (テーラーメイド医療) の実現に向けての技術基盤の確立

4) 食糧問題、環境問題への応用と植物ゲノム研究

我が国ではシロイヌナズナ及びイネについての組織的な研究が進められており、我が国の優位性、独自性に十分に留意の上、今後、地球規模の食糧問題、環境問題のような社会的に重要なテーマについて推進する必要がある。

本研究開発について、今後5カ年間程度を見通した重要な研究課題は、以下のとおりである。

シロイヌナズナ、イネ等をモデルとした植物の重要生理機能のゲノム解析の推進

多様な植物、作物、樹木の特質を解明するための比較ゲノム解析の推進
環境ストレス耐性、耐病性、成長制御、光合成制御、物質代謝等に関わる有用遺伝子の探索・発見

5) 次世代のゲノムインフォマティクス等の新しいゲノム解析技術の開発

ライフサイエンスは、ゲノムという生命現象の基盤となる情報を基に生物を一つのシステムとして統合的に理解しようとする方向であり、分子から個体に至る生物学的階層性を縦断する各種の生命情報を整理して体系化することが必須である。今後は、様々な生命情報を統合的に扱えるシステムを我が国の総力を結集して構築することが重要である。

本研究開発について、今後5カ年間程度を見通した重要な研究課題は、以下のとおりである。

基盤的な生命情報データベースを整備するとともに、各種の生命情報を統合したデータベースの開発

生命の多様性や進化を基盤とする比較ゲノムの方法論を確立し、そのための情報基盤技術の開発

バイオイメージングやナノテクノロジーを利用した新しい解析技術の研究開発及びバイオインフォマティクス技術の開発

タンパク質のモデリング等の新しい研究領域を開拓し、バイオインフォマティクスを基盤としたシステム・バイオロジーの確立

上記の研究開発を可能とする超高速計算や大容量データ・アクセス等のための技術開発

(2) 研究推進方策及び体制の整備

ゲノム研究を推進するためには、特に、

重要生物ゲノムを効率よく適宜決定することができるコンソーシアムの形成

対象とする生命現象を絞り込んだ、トランスクリプトーム解析、プロテオーム解析、タンパク質間相互作用ネットワーク解析等の体系的解析を行うための統合的研究体制の構築

これらの成果となる総合的な生命情報データベースの構築について、国として早急に実施することが重要である。

2.1.3. 発生・再生研究領域

(1) 現状と課題

現在、細胞分化、組織のパターン形成といった発生の現象・古典的概念が、かなりの程度分子のことばで説明できるようになったが、全ゲノム情報が発生過程においてどのように使われ、極めて高度で複雑な多細胞体として表現されるかという根本問題は、未だ解決されていない。

また、クローン動物や胚性幹（ES）細胞の樹立、遺伝子ノックアウトなどの急速な技術的進歩があり、これを基盤に再生医学等の応用分野も幕を開けた。

今後、基礎分野と再生医療に向けた応用分野は相互に関連しながら研究を進める必要がある。

基礎分野においては、集積しつつあるゲノム情報を基盤とした発生関連遺伝子の全貌解明、遺伝子・タンパク質相互作用の全ネットワークの同定、細胞分化、細胞の行動制御、組織や器官の形成など、受精から死に至るまでのさまざまなレベルにおける個体の形成と生存の機構解明が重要となる。

応用分野においては、細胞治療・再生医療の実現が本研究領域に課せられた課題であり、その実現に必要な技術の確立を図る必要がある。

基礎的研究の成果を的確に効率よく応用研究・産業化につなげていくためのトランスレーショナルリサーチ推進のための基盤を整備していく必要がある。同時に、再生医学は多くの倫理的な問題と密接に絡み合っているため、生命倫理に十分配慮した上での研究推進を図る必要がある。

(2) 重要研究課題

発生・再生研究領域における研究開発は、研究者の自主的な発意による多様な研究が確保されることが、将来画期的な成果をあげる上で不可欠であるとともに、再生医療の実現に対する社会的要請は極めて大きいことから、多様かつ広汎な基礎研究と社会的要請に対応して進める研究開発とが、適切なバランスで推進される必要がある。

研究者の独創的な基礎的研究の推進については、各種の競争的資金により支援されることが基本であるが、本領域の研究水準を引き上げるために必要な課

題、再生医療の実現のために不可欠な技術課題等の中から、今後10年間を見通した上での5年間の重要な研究課題は以下の通りである。

からだづくりを知る

- 1) 発生関連遺伝子・タンパク質情報基盤の確立
- 2) 発生関連因子の個体における機能同定とそのネットワークの解明
- 3) 多細胞体制構築の基礎となる細胞の挙動・諸性質の機構解明
- 4) 個々の器官の形成の成立機構の解明
- 5) 神経系発生機構の解明
- 6) 細胞・組織・個体の老化および寿命を規定する機構の解明
- 7) 進化・種間多様性生成機構の解明
- 8) 発生学的知見をもとにした先天・後天異常（奇形ならびに精神疾患を含む）の原因遺伝子の解明

幹細胞を操る

- 9) 胚性幹細胞と組織幹細胞の分離培養法の確立、及び、体細胞の再プログラミングを利用した多能性幹細胞の作製
- 10) 胚性幹細胞など各種幹細胞から機能細胞への分化誘導法の確立（パーキンソン病、脊髄損傷、肝不全、糖尿病等における細胞治療技術の確立）
- 11) 幹細胞を用いた細胞治療と再生医療に必要な基盤技術の開発

臓器を復元する

- 12) 自己の組織・臓器を再生させる方法の開発
- 13) 工学および発生工学的手法を利用した臓器作製分野の推進

(3) 研究推進方策及び体制整備

緊急に実施すべき推進方策

研究拠点の整備・充実

他の研究領域（ゲノム・バイオリソース、免疫など）との連携体制の構築

バイオリソースの保存・開発・供給体制の整備

大学等における技術者等の確保

臨床応用・実用化（研究成果の社会還元）にむけた体制整備

- 1) TLO等の機能強化
- 2) 臨床応用にむけた体制整備

産学官の連携と省庁間の連携による発生・再生研究の推進体制の構築

長期的視点にたって検討を行うべき推進方策

研究の推進体制の整備

- 1) 発生・再生研究領域全般の研究推進体制
- 2) 発生関連遺伝子・タンパク質情報基盤の確立
- 3) 発生学的知見をもとにした先天・後天異常（奇形ならびに精神疾患を含む）の原因遺伝子を解明するための研究推進体制
- 4) 胚性幹細胞と組織幹細胞の分離培養操作法の確立、及び、体細胞の再プログラムを利用した多能性幹細胞の作製にむけての研究推進体制
- 5) 工学および発生工学的手法を利用した臓器作製分野の推進にむけての研究推進体制

人材の育成

- 1) 発生・再生研究を推進するための人材育成
- 2) 人材育成のためのシステム改革

生命倫理面の体制整備

2.1.4. **脳研究領域**

脳科学研究は、自然科学研究における最後のフロンティアと呼ばれるように、現代の自然科学において最も未開拓、未知の部分の多い研究領域であり、21世紀の生命科学の最重要課題の一つである。脳科学研究は、研究の課題から、脳の発生、分化、神経回路網の形成機構及びシナプスでの情報伝達機構さらには脳の高次機能の解明をめざす「脳を知る」、脳と心の疾患の病因、病態機序の解明及び診断、治療法の開発をめざす「脳を守る」、脳の情報処理を計算論的に解明しその情報処理システムに基づく情報科学を構築し、人工脳による工学技術及び医療技術の開発をめざす「脳を創る」、乳幼児から青年期までの脳発達の解明とその教育への応用、さらには成人、高齢者の学習機能の解明をめざす「脳を育む」の4つの領域に大別される。

< 「脳を知る」領域 >

(1) 現状と課題

脳の機能を解明するため、遺伝子、分子、細胞レベルからの研究として、新しい機能分子の発見やその動態解明等の研究が進められ、さらに、脳・神経系の発生・発達メカニズムの解明のための先端的研究も進められているが、脳機能を統合的に理解するには、さらなる研究が必要である。

また、脳の高次機能、すなわち認知、行動、記憶、情動、思考等のメカニズムを理解するために、脳のシステムの動作原理を探求する研究も進められており、関連する研究の内容は、世界的に高水準であるが、さらに研究を推進するとともに、遺伝子、分子、細胞レベルと、高次脳機能レベルをつなぐ研究を進める必要がある。

(2) 重要研究課題

遺伝子、分子、細胞レベルの研究としては、最近のバイオイメーjing技術の活用等による細胞内での物質輸送と機能分子の動態解明、神経回路網形成機構の解明、構造が機能を生み、機能が構造に影響を及ぼす脳のシステムを明らかにする脳神経系の構築原理の解明、脳の構造と機能のダイナミックな関係、すなわちシナプス伝達とその可塑性のメカニズムの統合的理解が重要である。

高次脳機能の研究では、大脳高次連合野における認知過程の神経メカニズムの解明、高次運動野と前頭前野の機能解析を中心とする行動決定と行動戦略形成メカニズムの研究、前頭前野の認知情報処理メカニズムの解明、情動に伴う広範な脳領域の変化を脳活動イメージング法により解明する情動・価値判断の神経機構の研究、言語機能に關与する脳メカニズムに関する研究として言語の発現と言語理解の機構の解明が重要である。

また、遺伝子、分子、細胞レベルと高次脳機能研究をつなぐ研究として、記憶・情動メカニズムの解明に取り組む必要がある。

< 「脳を守る」領域 >

(1) 現状と課題

分子遺伝学のアプローチにより脳疾患を分子レベルで解明する道が拓かれたが、これまでに病因が解明された脳疾患は、一部の遺伝性疾患に限られており、頻度の高い疾患の病因・病態機序の解明はあまり進んでいない。また、解明された分子病態機序に基づく治療法開発の研究は端緒についたばかりの状況にある。ポストゲノム配列研究の発展として、個人の遺伝子多型を基盤とする

疾患の病態機序の研究、プロテオーム解析に基づく研究など、遺伝子、タンパク質などの分子を基盤とする研究を踏まえ、脳疾患の病因、病態機序の解明、治療法の確立を目指した研究を推進する必要がある。

(2) 重要研究課題

全国規模の臨床データを基盤とした臨床研究、ゲノム解析などを基礎として病因・病態機序解明、精神・神経疾患を対象とする病態研究、分子レベルからの病態機序解明に基づく治療法の研究、再生医療、遺伝子治療による新しい治療法の開発及び臨床応用を視野に入れた臨床研究の推進が重要である。

< 「脳を創る」領域 >

(1) 現状と課題

「脳を知る」領域、「脳を守る」領域と並んで、「脳を創る」領域を含んだ脳科学の重点的な推進は、我が国が世界に先駆けて提唱した独自の発想である。「脳を創る」領域については、神経回路機能を数理モデルとして把握し、脳を模したシステムを創ることでその機構を理解する研究、脳の理論や脳機能モデルに基づく実験データの解析手法の提供、数理情報科学の新たなフィールドの開拓と共に、これを新しい情報技術の創出へつなげることが重要である。さらにここで得られた知見の医学、工学、教育への応用をめざし、当該領域を発展させるためには、理論脳科学と実験脳科学の融合や脳型情報科学の振興及びロボット工学、人工知能と脳科学との融合が必要である。

(2) 重要研究課題

脳の各部位における情報処理の仕組みを計算論の立場から解明する計算論的神経科学の推進、脳の計算を支える神経細胞、シナプス等の理解を計算論として確立するための研究、ニューロインフォマティクスの構築、脳における計算の基本原則を応用する新しい数理情報科学の構築が重要である。

また、脳の原理に基づくロボット工学と人工知能との融合、新しい脳イメージング技術の開発、「脳を創る」領域と「脳を守る」領域を横断して、数理モデルベースの新しい医療・診断技術として人工脳医療技術の開発が重要である。

< 「脳を育む」領域 >

(1) 現状と課題

脳科学研究において蓄積されつつある新しい知見については、医療や産業だけでなく、教育等の分野においても、周辺領域の科学との融合により新たな視点からの展開を生むことが期待されている。そのため、新たに「脳を育む」分野を創設し、脳機能解明等により得られる成果を教育を含めて社会科学に応用することで、一生を通じて健康で活力にあふれた脳を発達、成長させることをめざす研究の推進が強く求められる。

(2) 重要研究課題

非侵襲的脳機能イメージング法を活用して、ヒトの感覚・運動機能、ヒトに特徴的な言語機能の発達などの臨界期の明確化、生後環境が高次脳機能発達に及ぼす影響の解明、発達脳可塑性の臨界期及びその終止メカニズムの解明が重要である。また、乳幼児の認知・行動発達を理解するため、ロボット工学、発達心理学及び理論神経科学を融合した行動発達の研究、成人や高齢者における学習・記憶メカニズムの理解をもとにした、脳科学と教育工学の融合的研究、神経科学分野の研究者のみならず、小児科医、教育学研究者、現場の教育者等による子供の精神機能発達障害に関する融合的研究、成人・高齢者脳の可塑性と学習能力の解明が重要である。

< 研究推進方策 >

脳科学研究を推進するためには、この分野に特に特徴的な事項として、高次脳機能の研究に環境条件の操作や侵襲的な計測が必要なため、ヒトにおける研究を更に掘り下げるヒトモデルとしての実験用霊長類の供給体制の整備が必要である。また、神経活動を細胞、分子レベルで計測できる非侵襲的バイオイメージング装置の開発が重要である。

2.1.5. がん研究領域

(1) 現状と課題

日本のがん研究は歴史が長く、我が国独自とも言える体制によって研究が推進され、研究成果の蓄積、人材育成、関連分野の育成と発展に大きく寄与してきた。このような異分野間の学際的推進ともいえる研究の連携体制は、文部科学省と厚生労働省の共同事業としての「がん克服新10か年戦略」等の研究体制に受け継がれている。

これらの取り組みにより、がん研究は大きく、幅広く進展し、その成果は国際的にも高い評価を受けるとともに、他の研究分野、特に生命科学分野に波及効果をもたらす大きく貢献してきた。しかし、これら研究の成果を国民一般により一層見えやすくし、社会のさらなる理解と支持を得ることが求められている。ただし、性急に実用的成果を追求しすぎるあまり、がんの理解のための基礎的研究や萌芽的な研究の芽を摘むようなことのないよう留意すべきである。

がんの基礎的研究やがんの診断・治療に関する個別の研究では、国際的にも高く評価される成果は多い。これらを臨床応用に繋げるトランスレーショナルリサーチ、異分野に繋げる連携体制、あるいは体系的な取り組みに繋げる組織化、等々の総合的な取り組みを強化し、全体のレベルアップを図ることが望まれる。

(2) 重要研究課題

<がんの総合的解明>

発がんとその防御機構の解明

発がん過程は、複数遺伝子の異常がクローン性に蓄積する過程を含むため、がん遺伝子、がん抑制遺伝子を中心とするがん関連遺伝子の異常とその発生機構の解明が、発がん研究の基盤となる。加えて、発がんに対するハイリスクあるいは抵抗性を支配する遺伝子群の解明や、これらの遺伝情報の維持と発現に重要な関わりを持つ DNA あるいは染色体の維持機構の分子論的理解も重要である。

さらに、がん細胞を標的とした T 細胞によるペプチド・HLA 複合体の認識と、それに引き続き惹起される免疫応答の研究、がん細胞における特定遺伝子変化のクローン蓄積の機構を、がん細胞の進化学、生態学の観点から理解する研究が必要である。

がん細胞の総合的理解

がん遺伝子とがん抑制遺伝子の変異から、がん細胞の異常増殖や浸潤・転移に至る機構、がん細胞と周囲の正常細胞や細胞外マトリックスとの相互作用機構、アポトーシス、個体発生とがんとの関連を中心に未解決の重要な問題を解明するため、分子レベル・細胞レベル・個体レベルにおいてより一層の研究の推進が必要である。さらに、これらを基本にして、がんの発生と維持に関わる遺伝子群の発現・機能が、細胞レベルで、さらには個体レベルでどのように統合的にお互いに制御されているかについて、その全体像を解明する必要がある。

がんの疫学研究

ヒト集団を対象として遺伝要因と環境要因を統合的に解明することは、がんの新しい診療法・予防法開発への道を拓くとともに、がん発症の分子機序の理解にとって重要な課題である。遺伝要因と環境要因の相互作用による発がん機構の解明、遺伝的ハイリスクグループの同定、発がん環境要因に暴露されたハイリスクグループなどの同定とその発がん予防法などに向けた研究の推進が必要である。他の研究領域の先端技術を取り入れた学際的共同研究を進めることが、これらの効率的な推進に重要である。

がんの総合的理解のために不可欠な研究課題等の中から、今後10年間を見通した上での5年間程度の重要研究課題は、以下のとおりである。

細胞増殖・分化・不死化・がん化の分子機構

がんの悪性化と転移の分子機構

正常組織構築におけるがんの発生と増殖制御機構

がん免疫の分子基盤

網羅的な遺伝子・タンパク質の情報によるがんの総合的把握

がんのゲノム疫学

<がんの診断、治療、予防の研究>

がんの診断法の開発

がん細胞の複雑な表現型を、ゲノム解析により総合的に遺伝子レベルで把握することが可能となった。これらを駆使して、がんの早期診断や経過観察のための腫瘍マーカーの開発研究を進める必要がある。また、ゲノム情報や分子生物学的知見をデータベース化し、がんの「個性」を客観的に診断する方法を確立することが必要である。

がんの治療法の開発

画期的な分子標的抗がん剤を開発するための基盤情報を整備し、基礎医科学を有効活用した免疫療法・遺伝子治療法・化学療法・放射線療法など多面的な角度から臨床応用につながる基盤研究を推進する必要がある。特に、新規治療薬の治験システム構築の体制整備に加え、薬剤使い分けを視野に入れた治験体制を整備する必要がある。

がんの予防

発がんリスクに関連した要因暴露に対する個体の感受性を考慮して、がん予防に取り組むことが重要である。この観点から、今後の疫学研究に遺伝子やゲノム情報を導入した研究を推進し、それらの知見を体系的に累積しながら対応することが重要である。

一方、がんの原因ウイルスやバクテリアに対しては個別感染症の各論研究に対する強力な支援により、病態解明に基づく新たな感染制御法の開発が重点課題である。

基礎的研究成果のトランスレーショナルリサーチ

大学等や公的機関で開発されたがんに対する新規発見や治療法を、効率よく迅速に臨床の現場に還元するためには、先端的臨床研究を実施するための前臨床研究とも言うべき研究分野の実施体制と支援体制の充実、実施拠点の整備を図ることが不可欠である。

がんの診断、治療、予防の研究のために不可欠な研究課題等の中から、今後10年間を見通した上での5年間程度の重要研究課題は、以下のとおりである。

- 遺伝子・生体情報を基盤としたがんの早期診断法・個性診断法の開発
- 分子標的によるがんの治療法の開発
- がんの免疫療法
- がんの幹細胞療法
- がんの遺伝子治療法
- がんの放射線療法の効率化
- がんの予防

(3) 研究推進方策及び体制整備

- 1) 総合的研究推進のための企画・運営体制の充実
- 2) 研究拠点の支援による総合的連携基盤・体制の確立
- 3) がん治療のためのデータベースの構築と整備
- 4) がん研究に必要なモデルマウスの作成・供給体制の整備
- 5) トランスレーショナルリサーチ促進のための体制整備
- 6) 文部科学省と厚生労働省との連携強化

7) 若手研究者の育成と人事交流の促進

8) 国際協力・交流の充実

2.1.6. 免疫アレルギー、感染症その他疾患研究領域

<免疫・アレルギー、感染症研究領域>

(1) 現状と課題

感染症分野については、世界的に見ても、感染症の制圧、ワクチンの開発等の必要性は大きく、我が国が国際貢献できる最重要分野である。免疫・アレルギー分野については、先進国におけるアレルギー疾患、免疫難病の増加は顕著であり、そのメカニズムの解明と基礎的研究成果に則った治療法の開発が求められている。

免疫・アレルギー研究領域については、免疫システムの成立・維持・賦活化・破綻のメカニズムの基礎的研究や、近年新たな展開のあった感染病原体の認識に関わる自然免疫とその後の獲得免疫との連関を基礎とした感染症の研究を発展させる必要がある。基礎免疫学研究を推進すると同時に、その成果をいかに臨床免疫学に生かしていくかも重要な課題であり、ウイルスを含む環境要因による後天的免疫不全症や、アレルギー、アトピー性疾患、慢性関節リウマチ、全身性エリテマトーデスなどの免疫難病などの増加も社会問題となっており、これら疾患に関する対策を講ずる必要がある。

感染症研究領域については、生命現象の普遍原理の解明に大きく貢献してきた。感染症の脅威は時代と共に変化しており、昨今の特徴として、新興・再興感染症、新たな薬剤耐性菌の出現、日和見感染症、院内感染の問題や、生物兵器、生物テロという社会的問題への対処も大きな課題であり、基礎と応用の両分野の研究に取り組むべきである。

上記の両領域は、基礎生命科学における先端領域の大きな使命として、全ての分野に必要とされる個々の分子の情報を基礎にした総合的な生命像の理解へ向けて、新たな分野の構築と異分野間の交流を通じた根本的な新展開が求められる。応用分野は、がん、アレルギー、自己免疫を含め、動脈硬化症、糖尿病も含む広範な領域に渡り、アレルギー・自己免疫疾患、感染免疫などにおいて未解決の問題が山積している。このため、基礎的研究の成果を臨床医学に還元

する探索医療的研究、大規模臨床試験など質の高い治療研究をさらに推進することにより臨床医学への応用が強く求められている。

(2) 重要研究課題

当該領域において、今後10年程度を見通した、5年間を考えると、
「免疫システム形成・維持・活性化・破綻の基本原則から免疫・アレルギー疾患・感染症の制御法および治療・予防の基盤技術を開発する」ことが目標となる。その目標を達成するためには、以下の事項を重要研究課題として推進していく必要がある。

免疫機構の基礎的理解

免疫機構の分子的基盤はかなり明らかになって来たが、依然として未解決の現象が多く、更なる基礎的研究を推進する必要がある。

免疫系の総合的理解

工学、数学などの他分野との融合による方法、技術、機械の開発を行い、免疫系という個体統御システムをゲノム情報に基づき、統一的に理解する方法論の構築から、多様な細胞間の相互作用に基づいた統御機構を明らかにすることを目指す。

自己免疫疾患・アレルギー疾患・免疫不全症・感染症の遺伝要因及び環境要因の解明

免疫応答が関与する疾患のゲノム解析および環境要因の解明を行い、これら疾患の発症機構と病態の分子機構を解明し、根源的予防法・治療法を開発を目指す。

免疫システムによるがん細胞の認識と排除機構の解明

自己細胞に由来したがん細胞を免疫システムがどのように認識し、免疫応答を惹起し、排除するのかなどについて、分子細胞生物学的研究を強力に推進し、先駆的治療法開発を目指す。

拒絶反応・移植片対宿主反応の解明と制御

細胞・臓器移植に際しての拒絶反応、骨髄移植に際しての移植片対宿主病、同種抗原や異種抗原の認識機構の分子細胞生物学的解明とその人為的制御法を開発する。

感染症の統合的解明

病原体の侵入過程から、宿主応答、感染防御の分子メカニズム等を併せ、感染症という疾患が成立するための根幹的条件を同定するために体系的網羅的な解析を行う。

個別感染症に対する特異的各論研究の発展

現在進められている個別感染症に対する各論研究を加速することで、統合的解明との相互的な研究発展を促し、個別感染症に対する新たな特異的制御法の開発を目指す。

免疫、感染症研究成果の探索的臨床研究

基礎的研究で得られた成果を、意欲的にヒトに適用し、新しい治療法の開発を目指す創出された新規治療法を効率よく臨床に還元するために探索的臨床研究を推進し、その支援体制を充実させる。

(3) 研究推進方策及び体制整備

研究者、特に若手研究者の自由な発想の研究の奨励、支援

重点的な資金的・人材的支援による中核的拠点の整備及び中核拠点と各機関間の双方向性連携システムの確立

ポスドクの確保と育成のための積極的支援

産学官の連携によるトランスレーショナルリサーチの効率的推進（得られた研究成果の積極的な社会還元の実施）

大学等が附属病院を利用し、主体的に取り組む臨床治験を支援する体制の構築

< 疾患研究領域 >

(1) 現状と課題

本領域では、「老化」並びに「病的老化」の要因となる「生活習慣病」、「動脈硬化」、「心不全」、「慢性閉塞性肺疾患」、「痴呆」、「骨粗鬆症」の研究を推進すべき最重要課題と位置づける。

生理的老化の研究は、生命とは何かという生命科学の本質的命題に迫るだけでなく、生活習慣病の原因を探る上でも重要である。現状では線虫やショウジョウバエを対象とした遺伝学的研究により、一部の寿命規定因子が同定されている。また、哺乳動物での研究では、早老マウスが発見され、解析が進めら

れている。ヒトでは、遺伝的早老症の原因遺伝子が同定されている。線虫やショウジョウバエ等の遺伝学的アプローチをさらに進め、高等動物に関しては、解明されたゲノム情報を利用し、寿命規定因子の同定と生体におけるその機能を明らかにする研究の推進が必要である。

生活習慣病と、これによる臓器合併症は、遺伝要因と環境要因との相互作用により発症する。心疾患や脳血管障害の多くは、高脂血症、糖尿病、高血圧症、肥満症等の生活習慣病に基づいて生じる動脈硬化症から生じる。生活習慣病の増加・高齢化社会の到来を考慮すると、血管疾患研究は、我が国で今後ますます重要性が高まると予想される。今後の研究によって、生活習慣病とその合併症のメカニズムがさらに解明され、これに基づく治療戦略が開発されれば、新しい生命科学が開拓されるだけでなく、予防と治療効果によって国民医療に多大の貢献が可能であり、国家プロジェクトとして、生活習慣病並びにその中心的合併症である心血管病の発症機構、さらにそれらの予防と治療研究を推進する必要がある。

加齢と喫煙習慣に伴い慢性閉塞性肺疾患の増加も大きな問題であり、その発症機序の解明は今後の重要課題である。また、高齢者特有の老化関連疾患に対する研究の重要性も増しつつある。とりわけ、高齢者のQOLに大きな影響を与え、国民的関心が大きい疾患であるアルツハイマー病をはじめとする痴呆症と、骨粗鬆症については、推進すべき重要研究課題である。

(2) 重要研究課題

今後10年程度を見通した5年間を考える時に、「老化メカニズム」という人類永遠のテーマを解明するとともに、高齢者の生命予後とQOL低下に大きく影響する疾患、とくに生活習慣病、生活習慣病の合併症である動脈硬化・心不全、慢性閉塞性肺疾患、痴呆症、骨粗鬆症の発症メカニズムの解明、および予防・治療法の開発研究を重点的に推進する」ことが目標となる。その目標を達成するためには、以下の事項を重要研究課題として推進していく必要がある。

老化メカニズムの研究：

生理的老化すなわち寿命の研究のため、寿命規定因子の同定が重要である。線虫、ショウジョウバエ、マウス等で行われてきた遺伝学的アプローチを更に発展させること、遺伝性早老症の原因遺伝子の同定や、早老症動物モデル作成

とその原因遺伝子を同定する研究が重要である。さらに、フィールド調査において遺伝素因と環境要因を分析することにより、ヒトの長寿関連因子を見出すアプローチも必要である。本研究開発について、今後5ヵ年程度の重要研究課題は以下の通りである。

- () 寿命規定因子の探索
- () 老化の分子機構の解明

老化関連疾患の病態解明：

アルツハイマー病を中心とした痴呆症の発症メカニズム解明および治療法の開発は、重要課題であり、発症と進展に関する分子・細胞・個体レベルでのメカニズムの解明が必要である。骨粗鬆症を促進する遺伝・環境要因の同定、骨形成・吸収メカニズムを明らかにし、予防・治療法を開発する必要がある。本研究開発について、今後5ヵ年程度の重要研究課題は以下の通りである。

- () 痴呆症の発症機構と治療に関する研究
- () 骨粗鬆症の発症機構と治療に関する研究

生活習慣病の病態解明：

高血圧症、糖尿病、高脂血症、肥満症等の生活習慣病は、動脈硬化、心不全、腎不全等の臓器障害を引き起こす。遺伝素因と環境因子の相互作用で惹起され、その発症に関わる遺伝子多型や環境因子を見出し、発症機構における役割を分子・細胞・個体レベルで明らかにすることが必要である。さらに、生活習慣病は動脈硬化だけでなく種々の臓器障害を引き起こす。そのメカニズムの解明と予防・治療法の確立は重要であり、細胞移植や遺伝子治療等はこれらに対する治療法としても期待されている。慢性閉塞性肺疾患も生活習慣との関連において重要である。肺胞構造の破壊に関わるメカニズムの解明と、これに基づく治療法の開発、肺胞構造の再生を目指す。本研究開発について、今後5ヵ年程度の重要研究課題は以下の通りである。

- () 生活習慣病の発症機構と治療に関する研究
- () 生活習慣病による臓器障害発症機構の解明

動脈硬化発症機構の解明：

粥状動脈硬化発症メカニズムは、大略の概念がうち立てられているが、関与する細胞や分子群が時間的・空間的にどのように関与するか明らかにされる必要がある。

心不全や腎硬化症の多くは動脈硬化を基盤とする虚血性障害であり、これらの臓器障害の病態形成と進展にいかなる細胞内シグナル伝達系や生理活性物質が関与しているか、どのようにして進展を抑制し機能回復を図るかについては多くの課題が残されている。

また、血管新生や血管新生の抑制療法は臨床的に重要であり、それらの因子の探索と臨床応用法の確立は推進すべき課題である。本研究開発について、今後5カ年程度の重要研究課題は以下の通りである。

- () 動脈硬化の発症・進展機構とその治療に関する研究
- () 動脈硬化による臓器障害の発症機構とその治療に関する研究
- () 血管新生の制御機構と治療応用に関する研究

(2) 研究推進方策及び体制整備

老化研究、生活習慣病研究の拠点形成と連携の推進

フィールド研究とゲノム研究の推進

若手研究者の育成、独立化のための施設整備、フェローシップ及び研究費の補助

学際研究の推進

トランスレーショナル推進のための拠点形成

疾患モデル動物の作成推進のための拠点整備

産学連携共同研究の推進

2.1.7. 植物・環境・食料研究領域

医学研究の目標である「個人の生存」に対して、植物・微生物関連研究については地球環境、食料、物質生産などの「人類の存続」に必要な研究開発であると位置づけられる。植物研究分野では、2020年頃に顕在化すると予想される急速な人口増加や工業化による地球規模での環境問題（温暖化、砂漠化、汚染）、食料問題、石油資源の枯渇によるエネルギー問題、バイオマス生産の転換等の問題の解決を念頭に置いた上で重要な植物関連研究プロジェクトを構想し、農業のみならずバイオテクノロジーによる新産業の創出に寄与することが必要である。また、微生物や植物を用いた技術開発はエネルギー、バイオマス生産のみならず環境修復に重要な役割を果たすことが期待される。

< 植物研究領域 >

(1) 現状と課題

植物科学分野ではゲノム塩基配列が決定されたシロイヌナズナ、イネを中心に、植物の様々な生理機能に関わる遺伝子の探索と機能解析などのゲノムワイドの研究が今後の中心となる。網羅的な遺伝子機能解析のための変異体の作成が可能であり、全遺伝子を対象として個体レベルでの機能解析や複雑な遺伝子間ネットワークの解析が可能となっている。多様な変異体を多方面から解析するためトランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム、フェノームなどのゲノム科学的解析法が発展している。

(2) 重要研究課題

植物の環境応答におけるシグナル伝達機構と、環境ストレス耐性、耐病性のメカニズムの解明に向けた研究推進

環境ストレス耐性や耐病性に関わる重要遺伝子の探索と耐性作物開発への利用

植物の光、温度、栄養条件など環境応答のシグナル伝達系の解明と成長制御

植物のボディープランを決定する形態形成関連遺伝子の探索と制御カスケードの解明に向けた研究推進

植物ホルモンなどの成長制御因子の成長制御における機能解析

作物の増産や物質生産に関わる形態形成関連制御遺伝子の利用の推進

植物機能の高度利用に向けたメタボリックエンジニアリング技術の開発と利用に向けた研究推進

変異体や形質転換体を用いた代謝産物のメタボローム解析

光合成向上に関わる制御遺伝子の探索とバイオマス生産への利用

遺伝子操作技術を用いた機能性食品の開発

(3) 研究推進方策及び体制整備

中核研究拠点（ゲノム解析研究拠点および地域研究拠点）の充実と大学等の個別研究者とのネットワークの構築

・ゲノム機能研究のための中核拠点や地域研究中核拠点の整備による研究機能の集積効果が期待される。また、広汎かつ多様な研究を推進するため、大学等における個別研究と地域研究中核拠点とのネットワークを

構築する。地域研究中核拠点には、基盤研究を牽引する役割が求められる。

- ・現在、遺伝子組換え植物の安全性が社会的に懸念されているが、植物固有の遺伝子を用いた作物の開発や低アレルギー作物、高機能作物の開発により、消費者に受け入れやすい作物の開発を目指した研究を行う必要がある。また、遺伝子組換え作物に関する社会的な理解を増進するため、安全性評価法の開発と普及に積極的に取り組むとともに継続的な広報活動を行う必要がある。

バイオリソース、多様性解析のための拠点の整備

- ・シロイヌナズナやイネなどの重要なモデル植物を用いた研究については、国全体の研究推進の観点から、研究拠点に対して変異体や cDNA などの研究材料が提供される仕組みを構築することが必要である。
- ・植物の多様性解析の研究推進のためには、リソースの収集・提供機能をと研究機能が一体化した研究拠点の整備が必要である。

<微生物研究領域>

(1) 現状と課題

近年、様々な環境汚染物質による汚染拡大に伴い、微生物機能を環境浄化に応用する研究の重要性が増している。これら地球環境の汚染の浄化に関与しているコンソーシアの微生物集団の構造と機能の理解のためには環境微生物の収集・保存、ゲノム機能解析の研究を今後精力的に推進する必要がある。

(2) 重要研究課題

環境汚染物質分解微生物の解析と育種に向けた研究推進

- ・ダイオキシン、内分泌攪乱物質、PAHs(多環芳香族炭化水素)等の微生物処理
- ・環境微生物物質分解酵素遺伝子の改変による分解酵素の機能強化と利用

微生物コンソーシア解析技術の開発と環境微生物の収集、ゲノム機能解明に向けた研究推進

- ・培養を介さない環境微生物解析技術とミクログ手法開発のための研究の実施
- ・環境浄化微生物の探索・収集とゲノム機能の解明の推進

(3) 研究推進方策及び体制整備

我が国の環境修復研究の中核となる国際的な研究拠点を設置するなどにより研究を推進する。本拠点は、多機関にまたがり活動を進めるとともに、国際性を持ち、世界各国の環境バイオテクノロジー組織との密な連絡を保ち、交流を積極的に進めることが重要である。

2.2. ライフサイエンス研究開発の基盤強化及び環境整備

2.2.1. バイオリソースの整備

バイオリソース（生物遺伝資源）とは研究開発のための材料として用いられる生物系統、集団、個体、組織、細胞、DNA、さらにはそれらからうみだされた情報である。「リソースなしに研究はない」ことは明らかなのであり、わが国のライフサイエンス研究開発を発展させるには、その基盤となるバイオリソース事業の充実を図る必要がある。

(1) 現状と課題

バンキング事業

バイオリソースは研究から生じるものであり、各研究者がバイオリソース運営の原点であるが、提供するバイオリソースの量やその期間がある程度を超すと、個々の研究者ではなく特定の施設に集約して保存・提供をおこなうバンキングシステムの必要性が生じてくる。個々の生物種の特性に応じそれぞれにとって最適となるように集中型と分散型のバイオリソース事業の両方をバランスよくもつことが必要である。

また、自然災害の多いわが国では危機管理・バックアップ体制の確立は必須である。このためには、オールジャパンでの協力体制作りが必要であり、さらには国際的な協力体制作りも必要である。

体系的なバイオリソースの開発・提供

現在、モデル生物を中心にゲノム情報が次々に解読され、機能解析の段階に突入しており、これまでの生物学では見られなかった規模のバイオリソースが創出されている。このような大規模な研究リソースは、いわば「攻め」のリソースであり、開発・提供に関する体系的かつタイムリーな充実・整備が必要である。

ゲノム関連情報の取得と提供

様々な生物種はそれぞれに特徴があり、目的に応じて使い分けることが重要である。全ての生物はDNAという共通項を持つので、ゲノム関連情報（ゲノム配列、cDNAライブラリー）はリソースの活用のために重要である。このため、実際の生物試料の整備と共にゲノム関連情報の取得・提供が望まれる。

関連データベースの整備

バイオリソースの有効利用のためには、各リソースの所在情報やゲノム情報等の関連データベースが整備され、広汎なアクセスが確保されることが不可欠であり、多数の生物種についての情報がシームレスに得られるような統合データベースが必要である。データベース中核機関とバイオリソース構築機関及びその研究コミュニティが共同してデータベースを作り上げることが必要である。

新たなリソース（多様な生物）

ゲノム研究の進展に伴い、生物現象を研究する上で多様な生物種の重要性が急浮上してきており、これまでもまして多様な生物種の収集・保存・提供システムの充実が必要である。また、脳研究等のさらなる推進および再生医学研究のヒト前段階の研究用材料として、特にマカクサルなどの霊長類のリソースが重要である。この点に関しては、野生生物保護等の問題に配慮しつつ、具体的な対応を進めていくことが重要である

この他、発生再生研究等の進展から、各種のヒト幹細胞、ES細胞などの整備が緊急に必要となっている。特に、再生医療実現のための研究とともに医薬品開発などのためにヒト由来の細胞・組織の必要性が急上昇している。これらについては、倫理問題に十分配慮した形での取り組みが必要である。

国際的な対応の重要性

これまで、特にモデル生物は、海外の機関に依存してきたものが多く、我が国の国際貢献度を高めるためにも、積極的なバイオリソースの整備が重要である。また、生物多様性保全の観点から、様々な国際的取り組みがなされつつあることを踏まえ、わが国における研究開発の主体的推進のためにも、我が国自らがバイオリソースを開発・整備し、国際社会との連携を図りながら、必要なバイオリソースを確保していくことが必要である。

知的所有権、倫理問題

ライフサイエンス分野において研究成果が産業応用に直結する例が増加したことを受け、知的所有権や研究試料移転契約（MTA）の仕組みをバイオリソースにも適用する必要性が生じている。また、ヒト細胞等が研究に利用されるに伴い、それらについては、研究資源としてのみならずヒトの生命の一環であるとの観点からの配慮が必要であり、その利用に当たっては生命倫理に十分配慮した対応が必要である。

長期戦略の必要性

バイオリソースは、一端失ってしまったり、変質したりすると再生はきわめて困難であることなどを踏まえ、その整備に関しては、長期的な視点にたった継続的なサポートが必要である。また、研究開発にとっての「旬のリソース」の提供という迅速かつ機動的に対応する必要のある短期的課題もあり、国全体の研究開発動向を総覧し、戦略的な取り組みが必要である。

（２）重要整備領域

短期的に対応する必要のある課題

- ・ ライフサイエンス研究の進展に不可欠であり、安定的な組織としての保存、供給体制の整備が適切であるリソース
 - ・ 利用する研究者のクリティカルマスが存在するリソース
 - ・ 標準的な系統*が存在するリソース
- (*性質が十分解析されており、実験使用にあたって再現性が保証されているもの)
- ・ 我が国の独自性を発揮した研究、あるいは既に高いポテンシャルを有する研究を進めていく上で重要なリソース

中長期的に対応することが適切な課題

- ・ 短期的整備課題をフォローアップする施設・人員・システムの整備
- 成果の上がったものについて、継続的な実施を保障するための施設・人員等フォローアップシステムを作ることが必須である。
- ・ 新たに必要となるリソースの機動的な整備
- ゲノム研究の進展に伴い、進化過程等を明らかにするために従来モデル生物の中間に位置する生物が注目されつつあり、また、遺伝子機能を探るため、モデル生物の野生種、近縁種の重要性が高まるなど、新たなリソースが

必要になることが予想されるため、こららを機動的に整備する体制が必要である。

- ・ 生物多様性保全の観点から取り組む必要のあるバイオリソースの整備
多様な生物リソースは解析手法の進展により、思わぬ発展につながる可能性がある。長期的視点にたった整備が必要である。
- ・ 我が国に特異的に自生・生息する生物遺伝資源など、我が国が主体的に保存、収集、提供すべきリソースの整備

2.2.2. 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発

(1) 現状と課題（新たな研究システムの構築の必要性）

萌芽・融合・新領域の創出や先端技術の開発は、今後、我が国が科学技術の分野で世界をリードすることができるか否かを決定する、極めて重要な課題である。しかし、現状においては、萌芽・融合・新領域の創出や先端技術の開発に関しては、研究者個人・グループレベルでの研究費による支援があるのみで、それらの領域を強力に推進する研究体制や人材育成のための体制が不足している。萌芽・融合領域研究及び新技術開発の推進にあたっては、研究活動の展開そのものとともに、当該領域の将来の発展を支える人材の育成がなによりも大切であり、複数の既存の学問分野（例えば、物理・工学と生物学・医学など）についての系統的な教育が提供される必要がある。

上記に鑑み、教育・研究機関としての従来の大学システムとは十分な連携・協力を図りつつ、異分野の融合を加速し、大学院教育に系統的に貢献できる、既存の研究機関とは全く異なる新しいシステムを併存させる必要があり、萌芽・融合領域の開拓とその発展に必要な優れた研究人材を輩出しうる、ボトムアップ方式による柔軟且つ速効型の「新システム」（以後、「研究教育センター」（仮称）と呼ぶ。）の構築が必要である。

(2) 研究教育センター（仮称）の満たすべき条件

研究教育センター（仮称）のセンター長は、強いリーダーシップにより、迅速且つ的確に研究グループを組織化し、研究と教育をコーディネートする権能が与えられるべきである。横軸となるホリゾンタルリサーチ（複数の研究領域が容易に離合集散できる場）と強力なディレクターシップが図られる縦軸を併せ持つべきである。同センターは、研究に重点を置いたスクラップ・アンド・

ビルドを盛り込んだ制度とし、同センターに入りたいという研究者が多くなるような方向に誘導する様々な動機付けを工夫すべきである。また、研究者の流入が容易で、絶えずリフレッシュされる必要がある。研究と人材育成という目的からして15年を限度とし、5年または7年ごとの中間評価による見直しを含む、柔軟でしかも安定的な教育を可能とする組織を目指す必要がある。

本センターは、さらに、次の条件を具備すべきである。

- ・従来の大学システムと密接な連携を持つこと
- ・研究に加えて若手研究者の育成を含め、新分野の教育機能も併せ持つこと
- ・萌芽融合領域の研究と教育に必要な十分な規模を有すること
- ・全国レベルのみならず、国外に対しても開かれており、研究の軸に必要な最適な人材を集めること
- ・大学の中に設置するか、または、大学の周辺にあって大学との強い結びつきを有し、学生の集まりやすい場所に設置すること
- ・理論と実験が融合出来る拠点であること
- ・一定の、クオリティの高い目標のもとに、異分野の研究者（広い教育、研究背景を持つ人材）が集まること

また、本センターの設置にあたっては、大学との連携に関して、大きく次の3つの形態が考えられる。どの形態についても、研究員の雇用については、国内国外から最適な人材を集められるよう運営される必要がある。

地域コンソーシアムの中に設置し、複数の大学等と連携する形態

1 大学の複数の研究科、研究所等との連携の基に設置する形態

1 大学の融合大学院研究科等との密接な連携の基に設置する形態

(3) 考えられる研究課題・テーマ例

萌芽領域を設定することや新領域の将来を予測することは、それが先端的であればあるほど困難が伴うものであることは言うまでもない。このため、萌芽研究領域として取り上げることが適当な研究課題を予見することが容易でないという認識に基づき、新しい研究領域、新しい融合、新しい技術の芽を阻害しないことに最大限の留意を払いながら、長期的、短期的な課題について検討し、短期的には次のようなテーマが重要であると考えられる。

- ：萌芽領域 = バイオインフォマティクス、ナノバイオロジー、システム・バイオロジー、計算・理論生物学、原子レベルの生体分子動態など
- ：先端技術開発領域 = バイオイメーキング（例：超分子・生体内分子動態可視化、脳活動計測、画像処理）、超高感度微量分析・合成技術（例：一分子ナノ計測・操作、単一細胞分析、標識・トレーサ合成、バイオチップ）、計算機情報処理技術など

なお、上記萌芽領域、先端技術開発領域のテーマについても、今後柔軟に対応する必要があり、それらを排除するものでは決してないことに留意する必要がある。また、これらの領域・テーマをめざす研究者が、物理学・工学や化学・生物学、医学研究領域で研究と教育の背景や研究手法の異なった研究者とともにセンターに集結し、異分野融合に基づいた新しい学問体系の形成、新分野の開拓、新たな技術開発等をめざすとともに、これらの分野の発展を支える大学院生やポスドクが育成されることが期待される。

2.2.3. 研究開発基盤整備

(1) 現状と課題

ライフサイエンス分野の研究開発体制・教育体制や人材育成、並びに競争的資金や知的財産権・研究成果の取扱い等の基盤整備領域は、ライフサイエンス研究の推進にとって重要な土台を構成しており、今後の我が国のライフサイエンス研究の進展を大きく左右する極めて重要な領域である。基盤整備領域についての重要性については、これまでも強く認識されてきたものの、具体的な改善策が取られてきているとは言い難く、今後の我が国のライフサイエンス研究を如何に世界のトップレベルに押し上げていくかという視点から、制度的改善等とともに、計画的な整備を図ることが重要である。

(2) 整備方策等

1) 研究・教育体制

(長期的視野に立った推進)

進展の著しいライフサイエンス分野の研究・教育については、長期的視野に立って推進を図ることが必要であり、国として責任を持って整備あるいは育成・確保すべき事項については、計画的且つ柔軟な対応が重要である。また、一時的な研究の流行や一般的傾向のみに目を取られることなく、継続的に支援

すべき分野や急速に立ち上げる必要がある分野について、柔軟かつ適正な推進策が講じられることが重要である。特に、後者への対応に当たっては、迅速なスクラップ・アンド・ビルドが行える多様なシステムが案出される必要がある。

（人的研究支援）

ライフサイエンス分野の研究開発の推進には、人的研究支援が不可欠である。我が国におけるこのような支援は、諸外国に比し大きく遅れていると言えよう。人的支援には、「事務的支援」と「技術的支援」の両方が必要であり、かかる研究支援職員の育成、確保など長期的な観点に立った整備・充実に努める必要がある。研究の裾野を広げる研究基盤の整備とともに、拠点の整備を図り、それら相互の連携を強化する必要がある。また、大型機器の導入とその運用に当たっては、共同利用などの有効利用を図るとともに、質の高い研究を可能にする技術員の確保が重要である。

（教育システム）

学部・大学院における教育システムについては、ライフサイエンス分野の動向からみて、学際的、融合的学問領域や社会的ニーズに対応した領域など、新たな学部、学科などの創設・整備が必要なものがあり、大学における検討を踏まえた積極的な取り組みが期待される。また、ライフサイエンス分野のコアとなる領域、あるいは、社会との関わりに関する領域などについての授業科目などのほか、大学院教育においては、ライフサイエンス分野全体または専門分野全体に見識を広めるカリキュラムの充実等が必要である

2) 人材の育成・確保

人材の育成・確保は、研究基盤整備の観点から、最も重要な事項の一つであり、以下に十分留意して取り組むことが重要である。

（大学院生）

大学院生は、学生としての身分と共に、所属研究組織における研究の担い手という側面も有する。若手研究者の育成・確保には、まず、優れた大学院生の育成が重要であり、安心して勉学を修め、研究能力を高める必要がある。大学院生に対する提供型の奨学金あるいはフェローシップの充実とともに、TA（ティーチング・アシスタント）、RA（リサーチ・アシスタント）について、員数、金額の一層の充実が強く望まれる。

(ポスドク)

ライフサイエンス分野の推進にとって、多数の優れたポスドク（ポスト・ドクトラル・フェロー）を確保・育成することも緊要の課題である。ポスドク等1万人支援計画を発展的に見直す作業においては、当該分野の特性、発展過程などにも十分配慮しつつ、積極的な支援方策が講じられるべきである。

また、ポスドク終了者に対するポストが極めて少ないことに対する対応も必要である。ポスドクの期間が通常3～5年に限られているために、ポスドクとして研究に没頭できる期間が意外に短いことも考慮に入れ、若手研究者のキャリア・パスをある程度明示する必要がある。

(女性研究者)

今後益々多くの女性研究者がライフサイエンス分野で活躍することが期待されており、そのための奨励促進策を検討する必要がある。例えば、女性研究者の活躍の場が十分与えられるために、育児休暇の柔軟な運用、ポスドク期間の延長等について早急に対応する必要がある。

(トレーニング・コース)

各種トレーニング・コースの開設は、青少年からシニア研究者までのライフサイエンス分野に携わる人材にとって、最新の知識・技術の習得、異分野との融合による新たな領域の開拓等の観点から重要である。トレーニング・コースには、

世界的レベルの研究者を育てるためのトレーニング・コース

その分野のレベルを全体的に高めるためのトレーニング・コース

新たな分野へ挑戦するための専門知識・技術習得のためのトレーニング・コース

初等中等教員等のためのトレーニング・コース など

様々な目的・形態のものがあるが、いずれのコースもそれぞれ整備充実が必要である。また、研究者を対象としたトレーニング・コースとは別に、中高校生への啓発活動等のためのセミナーも極めて重要である。

3) 競争的資金の整備充実

(現状)

競争的資金には、研究者の自由な発想に基づく研究に対応する研究資金（文部科学省および日本学術振興会）と、設定された領域の中で目標を達成することを目指す研究に対応する研究資金（文部科学省および科学技術振興事業団など）がある。この競争的資金の運用については、最近、多くの改善がなされてきているが、より優れた成果を生み出すためには、課題の採択率の改善、提案公募時期の複数化等、更に柔軟で機動的な運用が可能なよう対応していく必要がある。

(科学研究費)

自由発想型研究に対応する科学研究費補助金については、現在、政府全体の競争的資金のうちほぼ半分（49%）が充てられている。我が国の研究開発、特にライフサイエンス分野の研究開発の長期的発展を確実にするためには、研究者の発想が第一に尊重される仕組みの維持が重要であるとの観点から、競争的資金全体が一層拡充されるとともに、その一定割合以上が科学研究費のために確保されることが重要である。

(審査体制の充実)

また、競争的資金に対する種々のプログラムが設定されてきているが、それらについてプログラムの目的に沿って、きめ細かな審査が実施されるよう、審査体制の一層の充実が必要である。更に、課題採択後の評価方法である中間評価、事後評価についても、諸外国の事例等を踏まえ、その実効性について十分な検討が必要と思われる。

4) その他

ライフサイエンス分野の研究活動に伴う知的財産権や研究成果の取扱い、あるいはその活用形態としての産学連携、更に国際的な枠組みにおける交流、協力なども重要な研究基盤領域であり、国として重点的に取り組む必要があると考える。

3. 国として特に取り組むべき研究開発とその推進

(短期的・長期的な研究開発推進)

ライフサイエンス分野の研究開発は、現在急速に進展しつつある分野であり、各領域における重要研究開発課題がそれぞれの目標達成に向けてバランス良く推進されることが重要である。特に、ライフサイエンスは、必ずしも短期的な成果が創出される課題だけではなく、長期的観点に立って継続的な研究開発が不可欠な課題があることに十分配慮し、国としての安定的な推進が重要である。

(重点的な資源配分)

他方、科学技術基本計画において、科学技術振興の基本方針の一つとして、研究開発投資の効果を向上させるための重点的な資源配分の必要性が指摘されている。科学技術研究開発投資については、研究開発課題の性格や実施体制に応じた適切な資源配分形態が採用されることが重要である。かかる観点に立つと、ライフサイエンス分野の研究開発についても、我が国全体の研究能力の基盤を広げ、水準を高くすると同時に、国家的視野にたつて重点に資源投資を図る課題を見極めて研究開発計画を進めることが重要である。

以上の考え方に立ち、本研究開発計画の対象とする期間において、国として特に取り組むべき研究開発を以下に示す。文部科学省においては、産学官の関係機関との密接な連携協力の下に具体的対応を進めることが強く望まれる。

3.1. 基礎的研究の推進

(研究者の創造性・主体性の確保)

科学研究は、元来、個々の研究者の自由な発想と旺盛な好奇心に基づき行なわれるものであり、優れた基礎的研究の成果が切れ目無く、創出されていくためには、研究者の創造性や主体性が損なわれない形で研究活動が確保されることが重要である。かかる観点に立って、我が国の研究状況を総覧すると、大学等を中心に広汎な分野において多様な基礎的研究が実施されており、今後ともこれらの研究が適正に支援され、活発化していくことが重要である。

(公的資金による支援)

人類の未来を拓き、国家・社会の発展の基盤となるような独創的な研究成果は、研究者の自由な発想に基づく多様な基礎的研究を幅広くかつ長期的観点から推進している中から生まれてくることが多いことに十分留意することが重要である。

また、基礎的研究は、いわば国の文化を形成するものであり、基礎的研究の推進に対する公的資金の使用は、国際社会における信頼感や発言力を獲得していく上で大きな役割を果たすとともに、研究活動が安定的に実施されていくための環境を醸成し、優れた研究成果が創出されやすくすることに寄与する面がある。

(競争的環境の中での支援)

なお、基礎的研究の具体的内容は、必ずしも予見されるものではないことから、同研究を予め特定の分野に規定することは、幅が広く、奥の深い研究活動を進める上で適切では無い面があり、これらについては、研究者の創造性が最大限に生かされる競争的環境の中で、推進が図られる必要がある。特に、現時点では殆ど注目されていないが、将来の大きな発展が予想される分野についても、創造性のみに着目した研究推進制度のなかで実現が図られることが適切である。

(基礎的研究への支援の規模と成果の説明)

また、基礎的研究は、予めどの分野の研究であるかを決めて行なわれるものではないが、その成果は、がん、発生・再生、脳科学等の各分野における研究開発の推進に重要な役割を担うこととなることが予想される。このため、研究開発を振興していく際に投じる研究開発資源総額の一定割合以上が、基礎的な研究活動を推進するために確保されるよう配慮されるなど、バランスの取れた研究推進について、具体的検討が必要である。

他方、基礎的研究に従事する研究者は、公的支援を受けているという認識の下、新しい知見を常に創出するよう努めるとともに、それらの成果を社会に対して説明していくことが重要である。

3.2. 国家的・社会的課題に対応し早急に進めるべき研究開発

我が国が直面する現下の諸情勢に鑑み、当委員会としては、今後ライフサイエンス分野の研究開発の進展は、国民生活や社会経済活動に大きな影響を与えるものであると確信するものであり、研究開発を担う側として、本分野の研究開発活動に寄せられる各種の期待・提言を踏まえ、主体的に研究開発計画作りを進めることが実行性ある効果的な研究開発を実現する上で重要であると考えます。

以上の考え方に立ち、国として早急に取り組み、成果を創出していくべき研究開発課題は、以下のとおりである。

「ゲノムの視点でヒトを理解する」

(ゲノム科学の進展)

1990年代後半からのゲノム科学の伸展は、驚くべき速さである。1995年には、インフルエンザ菌の全ゲノム配列が、1996年には、酵母の全ゲノム配列が解読された後、2000年には、ヒトゲノム配列の概要が解読された。ヒトゲノム配列の概要解析に対する我が国の貢献は、量的には6%ではあるが、21番染色体の全解読など、その質(精度)の高さは、国際的に高く評価されている。2003年には、ヒトゲノム配列の高精度解読が終了する予定であるが、ゲノム科学は、本来、配列を解読することが目的ではなく、解読した情報の意味を理解し、活用する研究開発活動であることを認識した研究開発の推進が必要である。生物種ごとに遺伝的な背景が異なり、また、個体毎に遺伝子型が異なることは、生命活動やヒトを理解する上で大きな手がかりを提示するものである。全ての生命活動が、遺伝子の表現型として記述されるのであれば、生命を理解するための基本材料を人類は手に入れたことになるのである。ゲノム配列を比較することにより、ゲノムから生物の進化を、ひいては、ヒトの遺伝的特徴を明らかにしていくことが可能となる。

(ヒトは生命体の一つ)

ライフサイエンスは、基本的には、ヒトの理解に向けられた科学であるが、ヒトは、生命体の一つであるという視点に立って生物現象を捉えることが重要である。特に、ゲノム科学の登場によって、ヒトからウイルスまでの生物現象を共通の言語で記述することが可能となり、生物の多様な機能を司る基本原理を解明する道が拓かれつつあるものといえよう。

(システム・バイオロジーの進展)

これまで、ヒトの機能を理解するためには、機能を構成する要素を切出し、それを個々に解析する道しかなかったものの、ゲノム情報の解明によって、構成要素の全貌が明らかとなり、要素間の関係解析も急速に進展していることや、それらの情報をもとに、複雑な生物現象の挙動や制御の仕組みをコンピュータシミュレーション等によって解明しようとするシステム・バイオロジーが発展してきていることは、多様で複雑な生物の現象を解析し、これらを統合化して、ヒトを理解することを具体的な目標とすることを可能としている。

また、脳の発達過程から免疫システムの構築、個体が形成される過程としての発生メカニズム等は、ヒトゲノムの特異的な発現調節が、複雑に制御され、

関連しあっていることの結果として記述され得るものといえよう。これらについても、ゲノムの視点から解析を進めることが新たな知見を蓄積し、統合化していく上で重要となろう。

(重点的に資源配分すべき研究課題)

以上の認識に立ち、具体的には以下の研究開発課題を重点的に進めることが重要である。

比較ゲノム研究、ゲノム進化学研究、ゲノム機能研究の推進とインフォマティクスの高度化
ゲノム解析、プロテオーム解析等に基づく生物現象(脳の発達機序、免疫機構、発生・再生システム等)の統合的理解
コンピュータシミュレーション等を活用したシステム・バイオロジーの推進

「新たな生命機能分子を探る」

(タンパク質)

個体の生命活動を理解するためには、その構成要素となる分子を探索し、機能解明を進めることが重要であるが、その対象としては、遺伝情報の化学的構造分子であるDNA(デオキシリボ核酸)、遺伝情報が具体的な形態となったタンパク質があげられてきた。これらについては、現時点でもなお多くのタンパク質の立体構造や生理的機能は未解明であり、また、タンパク質が作られた後のリン酸化や糖鎖による修飾や機能に関しては、今後解明される必要がある。

(新たな生命機能分子)

生命現象の中には、これらの分子によっては説明されない多くのものがあることも認識されつつある。特に、RNA(リボ核酸)が遺伝情報発現の仲介者だけでなく、触媒機能などの生体機能に関与していることが示唆されており、また、外的分子の認識や生体分子の安定化・機能発現のために糖(鎖)の重要性も認識されつつある状況にある。さらに、脂質の中には、細胞内や細胞間の情報伝達に関与する機能を有するほか、生命機能発現の場を提供する役割を有しているものがある。これらの重要な生理活性物質については、各分子固有の機能と生命機能とを関連づけて解析する事が重要であり、また、極めて高精度かつ微小時間における検出技術等の開発が不可欠である。

(重点的に資源配分すべき研究課題)

これらの生命機能分子は、新たな医薬品の開発や医療技術の開発に画期的な技術革新をもたらす可能性があり、今後重点的な推進が必要である。以上の認識に立ち、具体的には、以下の研究開発課題を重点的に進めることが重要である。

機能未知タンパク質の立体構造決定と機能解明
タンパク質の修飾とその機能の解明
RNA、ペプチド、糖関連物質、脂質等の機能解明
バイオイメージング等の先進解析技術の開発

「健康を科学する」

(我が国の高齢化社会の現状)

現在我が国の平均寿命は、女性 84.6 歳、男性 77.6 歳であり、世界一の水準であるほか、高齢化社会の進展が急速に進んでおり、65 歳以上の人口の占める割合は、2015 年には世界一の水準に達すると予想されている。ヒトは、加齢とともに何らかの疾患を有するようになり、次第に様々な身体機能は低下していく。また、寿命の伸長にも影響され、生活習慣病（がん、心血管疾患、糖尿病等）の増加等、疾病構造が変化しつつあり、生活の質（QOL）の向上の追求等健康や医療に対する関心が大きく高まっている。

(ゲノム科学の応用)

ヒトの健康は、神経系、代謝系、免疫系等が全体として統合化された複雑なシステムが構築されることによって実現されている。これらの個々の機能の解析については、ゲノム科学からのアプローチ等によって大きく進展がなされているが、個体としての健康が保持される仕組みを解明し、また、遺伝要因と環境要因の乱れから疾患に至る過程については、十分な研究が進められていない。

(21 世紀における医療)

21 世紀における医療は、先に述べた QOL の追求から、治療から予防へと重点が移行しつつある。また、薬剤の副作用問題を解決するための個人の遺伝子型に対応した医療（テーラーメイド医療）や科学的根拠に基づく医療（EBM: Evidence-based Medicine）の実現が強く期待される。

さらに、高齢化社会における生活の維持の観点から、老化への対応も重要である。ヒトの寿命を何が規定しているのか、細胞の自動的な死とそれを制御する因

子は何かなどについての解明が進めば、老化に関する生命科学が大きく伸展し、国家的課題であるアルツハイマー病を中心とした痴呆症の克服も科学的アプローチにより、実現することが可能となる。また、高齢化社会との関係で、ヒトの機能の一部を代替する機器（ロボット等）の開発・実用化が重要な課題となろう。

（遺伝要因と環境要因）

ヒトゲノム配列の解読及び遺伝子機能の解析は、ヒトの成長に影響する様々な要因を特定することを可能としつつある。ヒトの成長と発達の過程は、遺伝要因のみならず、環境要因やその他の要因によって大きく左右されるものではあるものの、高度に複雑化する社会に対して、各個人が社会との関係を良好に構築していくことが重要である。このためには、人の発達の阻害要因を極力少なくし、個々の潜在的能力の極大化を目指す取り組みの推進が重要である。昨今の、ライフサイエンスの進展は、かかる取り組みに対するアプローチの選択肢と科学的根拠を与えつつあり、人と社会とが真に共生するための科学技術として今後のライフサイエンスの役割が重要である。

（重点的に資源配分する研究開発課題）

以上の認識に立ち、具体的には、以下の研究開発課題を重点的に進めることが重要である。

分子疫学的アプローチによる生活習慣病（がん、高脂血症、糖尿病、高血圧症、動脈硬化症等）、及び痴呆症の遺伝・環境要因の解明を通じた新規治療法・予防法の開発
免疫システム、脳機能システムの理解に基づく新規医療技術の開発及びがんの統合的理解
テーラーメイド医療システムの実現
再生医療の実現
脳の可塑性と発達・行動との関係解明
老化制御機構の同定とその応用
ヒトの機能の一部を代替する機器（ロボット等）の開発・実用化

「人と地球環境との共生を図る」

(比較ゲノム研究)

ゲノム解析の進展によって個々の生物種の異同が科学的観点から説明され、基本的な生命活動の共通性と多様な生物における独自性が改めて認識されてきている。特に、単細胞生物と高等動植物がほぼ同じ遺伝子ドメインを共有化していることや、比較ゲノム研究によって、ヒトはその多様性・複雑性において他の生物種から抜きん出た存在ではあるものの、決して特別な存在ではないことが明らかにされつつある。こうした研究の進展は、地球上の生物間相互の依存体制や進化の過程における各生物種が果たしてきている役割の重要性を強く示唆するものである。我々は、地球上に他の生物種とともに生存していることの意味を深く理解した上で、社会経済活動を設計し、取り組みを進めることが肝要である。

(食料・微生物研究の推進)

また、21世紀の国際社会は、環境と食料・エネルギー問題の解決が不可欠であり、微生物・植物の持つ環境保全・浄化機能やエネルギー変換機能の活用が重要である。かかる観点からは、乾燥、低温、高塩濃度、高温、高圧、特殊雰囲気等の環境下に生育する生物種が有する多様な機能は、現在の産業構造を大きく変化させる画期的な技術革新を生み出す可能性があり、わが国の特徴を十分生かした、積極的な取り組みを進めることが重要である。

(重点的に資源配分すべき研究開発課題)

以上の認識に立ち、具体的には以下の研究開発課題を重点的に進めることが重要である。

環境保全と浄化のための微生物・植物機能の解明と活用技術の開発
モデル植物等のゲノム情報を活用した食料・エネルギー・物質生産技術の開発

3.3. 国として早急に取り組むべき推進方策

(国家的視野に立った研究開発推進)

本研究開発計画の対象期間(今後10年間を見通した5年間)において、ライフサイエンス分野の研究開発の発展を確実なものとするためには、本分野の研究開発の現状や社会・経済的要請を適切に踏まえた推進が図られる必要があり、国全体の視点に立って、国として特に取り組むべき推進方策を以下に掲げる。

なお、本分野の研究開発については、産学官の多くの研究開発機関における研究者の研究能力や創造性が十分に発揮されて実施されること、各研究機関間の連携や情報の共有化が図られ効率的な研究活動が実施されていくことなどが重要である。

(研究開発の推進のための経費)

その際、前記の「2. ライフサイエンス分野の個別研究開発計画及びその推進方策」に記述したような重要研究課題の推進に当たっては、研究者の独創性等が最大限に活かされるよう、以下の基本的考え方に基づくことが重要である。

研究者個々の提案等に基づき競争的資金あるいは基盤的資金を中心にして推進されること

透明性・公平性が確保された適正な課題選定方式が採用されること

研究成果の厳密な評価が行なわれ、それが次段階の研究の進展に反映されるようなシステムであること

また、国家的・社会的課題に対応して早急に進めるべきとした研究開発課題については、国家的視野にたった取り組みを進めるべきであり、重点的な資源配分など強力な推進が必要である。

トランスレーショナルリサーチの総合的推進

(トランスレーショナルリサーチの重要性)

ライフサイエンス分野の研究の進展に伴い、その研究成果を迅速に臨床現場に橋渡しすることにより、新しい診断治療法の開発を通じて国民の健康の維持増進を図るトランスレーショナルリサーチの実現に対して、国民の大きな期待が寄せられている。

我が国においては、これまで、基礎的研究で大きな成果を上げているにもかかわらず、トランスレーショナルリサーチを推進する研究体制、研究費などの研究環境整備が十分でないことから、それらが新しい治療薬・治療技術の開発などの実用化に結びつくことが少ないことが指摘されている。

(我が国の潜在的研究ポテンシャル)

特に、分子生物学的手法を用いた病態生理の解明や病因の解明では、極めて重要な発見が我が国においてなされており、それらを応用したがんの免疫療法、分子標的治療、精神・神経疾患等の治療、発生・再生科学研究成果の細胞治療をはじめとする再生医療への応用、遺伝子治療の実用化などが強く求められている。

（拠点の形成）

トランスレーショナルリサーチを推進するためには、21世紀における最先端の医療技術となることを見込まれる研究の芽を育てていくとともに、基礎的研究を基盤とする臨床研究の成果を臨床の場に効果的、効率的に転嫁するための実験的臨床研究を実践する場の整備が必要である。トランスレーショナルリサーチについては、産学連携も含めて基礎的研究の中で生み出された実験的医療シーズをヒトへの応用に向けて動物レベルからヒトレベルへの研究へと転換させる機能と研究の倫理的・科学的妥当性、有効性・安全性の評価、使用する生物材料の安全性の確認ができる機能を併せ持つ必要があることから、分散的な体制ではなく、基本的には拠点方式による体制の整備が適切である。

（支援体制方式による体制の整備）

同拠点方式においては、プロジェクトチームなどの研究開発推進組織の整備、専用病床の確保、臨床支援のためのリサーチナースなどの支援職員の配置、バイオスタティスティクス専門家の配置、安全性の管理などの機能を一体的に整備することにより、効果的、効率的にトランスレーショナルリサーチが実施できる体制を整備する必要がある。総合的機能を果たす少数のナショナルセンター的な拠点とともに、特定の疾患の診療に十分な実績を有する施設において実施する特定分野の拠点が整備されていくことが適切である。かかる拠点の整備に関しては、全国の研究者が利用できる開かれた運営がなされることを基本とする。

（患者、研究者、医師の参加）

トランスレーショナルリサーチを効果的に推進するには、患者の医療費負担相当分、これに従事する研究者、医師、その他医療技術者などに要する経費など臨床研究に必要な研究費の充実を図るほか、遺伝子治療に必要なベクターの供給、細胞治療に必要な細胞の大量培養など、研究試料の供給・安全性評価体制の確立など、トランスレーショナルリサーチの支援体制の整備も重要である。

また、日本人のデータによる臨床研究を進めるためには、日本人のゲノム情報、大規模な症例情報などの臨床研究に関する情報のデータベース化、研究者間で必要な情報が共有できるようそれら情報のネットワーク化を図ることが必要である。

その他、トランスレーショナルリサーチを進めるには、研究者が自ら進める実験的臨床研究がさらに円滑に実施できるよう制度面における配慮の他、研究者、医師がリスクを個人の責に帰されることがないよう研究に専念でき、また、患者も安心してトランスレーショナルリサーチの推進に参加できるような配慮につい

での検討が必要である。また、研究者は十分に個人のプライバシー、生命倫理に配慮を払うとともに、その社会的意義、重要性に対して国民の理解を得るよう努める必要がある。

人材の育成確保

(多様な人材確保)

近年、ライフサイエンス分野の研究開発は、大学、研究機関、産業界を問わず、急速に拡大・発展しつつあり、また、これまで関係の薄かった分野との連携・融合による新たな領域の誕生など、高度化・多様化が進みつつある。このため、ライフサイエンス分野を支える人材については、国立大学法人化の動きをも視野に入れ、これまでに増して迅速かつ柔軟性に富んだ育成確保の方策が図られる必要がある。また、異分野に通じた人材の養成が急務となっており、萌芽的領域に挑戦する人材への積極的な支援は、人材育成の観点からも重要と考える。若い人材が本分野に積極的に参画してくるためには、常に、最先端の水準の研究開発の状況に若い人材が触れていることが重要であり、若手研究者が一層自由な研究を進めることができる環境を整備する必要がある。また、これらの研究人材による研究開発を効率的・効果的に展開するための優れた技術支援者の確保も等しく重要である。

(中学校・高校段階における教育)

ライフサイエンスを担う人材育成については、学部・大学院教育がより充実し、魅力あるものとなることがまず基本となるべきであり、さらに、中学校・高等学校レベルの青少年の興味や関心をひきつけることも大切である。各学校段階において、あるいは広く社会において、ヒトを含む生物あるいは生物現象に対する基本的理解力が深まり、そのような広い裾野に支えられて、初めて優れた人材が育つということを改めて認識すべきである。かかる観点から、中学校・高等学校段階において、ライフサイエンス分野の基礎的知識の修得が体系的に行なわれることが適当であると考えられる。

(大学院生)

大学院生は、教育の受け手としての学生であると同時に、大学等における広汎な研究の一端を担う存在でもある。急速な発展・展開が見られるライフサイエンス分野において、新たな課題へ挑戦し、あるいは新たな発想によって未開拓の領域に挑む大学院生の活動は、我が国におけるライフサイエンス研究開発の発展を

支える大きな原動力となる可能性を有している。また、様々なバックグラウンドをもった大学院生が、ライフサイエンス分野の研究活動に積極的に参画してくることは、萌芽的、融合的領域の研究を推進し、発展させる上で極めて重要である

かかる観点から、大学院生に対して、優れた才能を磨く様々な支援方策が図られる必要があり、各種奨学金やフェローシップ、T A（ティーチング・アシスタント）・R A（リサーチ・アシスタント）など育成確保の諸施策がさらに充実することが求められる。

（ポスドク）

機動的な研究計画の実施において、質・量ともに十分なポスドクの存在は不可欠である。大学院修了者が、研究者・技術者として豊かな知識・経験を蓄積するためには、異なる環境、より自由な環境の中で自らの研究を深める機会を得るとともに、実際の研究現場において研究の一端を担いつつ研究遂行の手法を学ぶことも大切である。この意味で、ポスドクとしての身分は、貴重なキャリアパスの期間といえる。特に、技術革新が目覚しく、異分野との連携が重要なライフサイエンス分野の研究開発において、ポスドクの果たす役割は大きく、研究者自身にとっても独立した研究者としての経験を積む上でポスドクの期間は極めて重要である。

個人の研究テーマを考究するためのポスドクのほか、研究プロジェクトや研究機関の事業に着目したポスドクの整備充実も重要である。また、ライフサイエンス分野においては、分野の性格上、他分野よりポスドク期間を長めに設定することも必要であり、さらに、ポスドクの研究を完成させる機会としての「上級研究員」（仮称）のようなシニア・ポスドクの創設も今後検討されるべきである。ポスドク終了者が、優れた研究能力、技術能力を教育研究機関においてのみならず、企業等各界で発揮しうる機会が与えられることも我が国のライフサイエンスの推進にとって極めて重要である。

ライフサイエンス分野におけるポスドクに占める女性の比率は、他の領域に比べても高く、今後、さらにその比率は増すものと予想されており、当該分野の研究の進展にとって女性研究者が果たす役割は極めて大きいといえる。しかし、出産・育児の時期と重なる場合があるなど概してポスドク時期における若い女性研究者の負担は大きいものがあり、活発な研究活動に支障を来たすような事態が見られるのも事実である。ポスドク期間中における女性研究者が、その能力を十分

発揮し、安んじて研究に専念し得るためのきめ細かな支援方策が図られることが重要である。

(トレーニングコースの充実)

他方、自己の専門分野から離れ、あるいは専門分野の広がりとして、異分野や境界領域に研究発展の途を求めることは、若い研究者でなければ容易になしがたいことであり、そのことが萌芽的・融合的な新たな分野を切り開く原動力となりうる。我が国が、研究開発のフロントランナーであり続けるためには、未踏の領域に挑戦する若い研究者に期待するところが大きい。その際、自己の専門と異なる分野の基礎的トレーニングが容易に受けられる環境の整備が不可欠であり、これらのトレーニングコースは、アクセスしやすい場所とタイミングにおいて提供されることが重要である。

従来から、先端技術については、研究活動の中でオンザジョブトレーニング的に修得されることが多く、実践の中で技術の高度化を目指す点からは有効であると考えられるが、体系的・包括的な技術的背景に裏づけされた異分野の融合から生まれる新技術の創生と言う点では、欠けるところも認められる。かかる異分野を志向する者に対するコースのみならず、自己の専門において、最新技術を磨くためのプロフェッショナルなトレーニングコース、初中教育学校の教員や一般社会人等のためのトレーニングコースなど、多様なコースが組織される必要があり、これらのコースを提供しうる大学等や研究機関の協力を得つつ、必要に応じ国からの適切な支援を行なうことも考えられる。

(弁理士等の人材)

このほか、ライフサイエンス分野においては、研究支援者としての看護師、生物系に詳しい弁理士・弁理士やTLO(技術移転機関)人材の確保が重要である。

融合領域の研究推進

(融合分野の研究の重要性)

ライフサイエンス分野においては、これまで様々な融合分野が発展してきた。ゲノム科学自体が物理学、工学、情報科学等との融合なくしてありえなかったものであり、ポストゲノム配列研究はさらに複雑な融合領域となることは明らかである。機能プロテオミクス、計算生物学、脳を育む領域などは現在注目されはじめている融合的な領域であり、イメージングや一分子計測などは、工学の領域と

の連携なしに発展は不可能である。さまざまな分析・計測機器等の開発は、ライフサイエンス全体が発展していく基盤となることはいうまでもない。

ライフサイエンス分野は、新たな発見がさらに複雑な問題を提起するといったように、解決すべき課題が今のところ尽きる兆しはない。ライフサイエンス分野の研究開発の飛躍的发展を実現していくためには、これら一つ一つについてブレークスルーを積み重ねていく必要があるが、そのためには異なる領域との融合を通じ、画期的な解決方法を見出す努力が求められる。分野の真の融合を目指すためには、領域の壁を低くし、日常的に互いに交流し合うとともに、境界領域や異分野との融合に関心をよせる研究者を支援する環境の整備が不可欠である。

(大学との連携)

教育において、若い学生に新たな分野、融合による新分野を開拓する努力が奨励される必要がある。特に、大学院教育においては、複数の異なる研究科の協力により、新しい学際的科学的体系的教育がなされる必要があり、関連する教員による意識的な取り組みが必要である。前述したとおり、自己の専門分野にとらわれず、異分野に取り組もうとする若手研究者には、当該分野に基本となる知識や技術の習得のためのトレーニングコースにたやすくアクセスできる環境が必要である。自己の専門分野や所属する機関の枠をこえ、さまざまなバックグラウンドの人材が集まるフリーゾーンの場が十分機能することも重要であろう。

領域融合による萌芽的研究の推進には、所属や専門分野、経歴、国籍を超えたホリゾンタルな離合集散のゾーンが必要であり、同時に、研究を統括する強力なディレクターシップの存在が不可欠である。将来のライフサイエンスにとって真に革新的で画期的な領域の開拓には、目先の成果にとらわれない長期的な視点が必要であるとともに、我が国の研究蓄積の優位性を活用しつつ、世界を大きくリードする分野として育成していくためには、これまでになかった独創的な研究システムを構築することが求められる。更に、真の融合的新分野として発展していくためには、かかる研究システムの中で研究活動に触れた若い人々が育ち、これを発展的に継承することが不可欠であることから、大学と連携して教育活動がさなれることが不可欠である。

産学官連携

(産学官の連携の重要性)

ライフサイエンスは、生命活動の機構解明とこれに基づく医学・医療への応用など、実際の社会と密接に結びついている分野であり、その進歩は国民生活に直接に反映される。他方、産業界においても明確な社会ニーズに対応するため、独自に開発した知識、技術を豊富に有していることから、産学官の協力と連携は、ライフサイエンス分野において極めて効果的であり、今後、さらに促進される必要がある。例えば、計測技術の高度化や高精度化、大量培養系の確立などにおいては、大学や公的研究機関と企業等と連携して研究を進めることは、実用化の観点からも効果的と考えられる。

(TLO等の役割)

ライフサイエンスにおける産学官間の連携が近年になって急速に活発化してきた背景として、分子生物学の展開、ゲノム解析の進展、分析計測技術の発展、情報科学等との融合等によるところが大きく、基礎的な研究成果が直ちに実用化に結びつく、あるいは、基礎的研究と応用的な研究が同時併行的に動き出すなどが起こっていることによるものと考えられる。また、ライフサイエンス分野の研究者の中には、特許や産業界にかならずしも詳しくない研究者が多くいることも事実であり、TLO等技術移転機関の果たす役割は大きいといえる。

(研究開発の企画・初期段階からの連携の重要性)

明確な目的や目標を達成するため、期間を明定して組織する研究開発計画であるプロジェクト等の場合においては、研究の組織化段階、あるいは開始段階より、信頼のおける技術移転機関や適切な民間機関等と連携し、予測される知的財産の確保と産業利用等をも意識して研究開発活動が設計されるとともに、成果の発生において、実用化等に向けた適切かつ迅速な処理がなされることが重要である。

(企業への技術移転とベンチャー育成)

企業への技術移転については、特許発明等の性格により、ライセンスとともに、例えば、特許等を核にしたベンチャー企業等を研究コミュニティとしても育成していく意識をもつことも大切である。継続して追加的な研究開発が求められる特許や、ユーザーが研究者等のコミュニティに当面限られている段階にある特許等の場合は、意思疎通の出来るベンチャー企業等を立ち上げ、あるいは活

用することが有効であろう。なお、理工系人材を対象とした知的財産や産学官連携のための基礎的知見を修得する場の確保なども重要である。

(研究成果データベース)

大学等における研究成果が実用化に結びついていくためには、同成果の内容や開発者の特定や権利関係等についての情報が、データベースとして産業界等にかかれた形態で整備されることが不可欠であり、国としての早急な対応が必要である。

4. ライフサイエンス分野の研究開発を推進するための留意すべき事項

4.1. 研究成果の取扱い

(現状)

ライフサイエンス分野の特許については、これまでのところ米国が圧倒的に優位にたっているが、工学や情報技術（IT）と組み合わせられた分野における特許については、我が国が優位な領域もあり、他の領域においてもさらに積極的な取り組みがなされるよう、知的財産に関する体制整備が必要である。例えば、特許権の設定において、ライフサイエンスの研究開発の進展にキャッチアップしていない面については、現在審査基準の明確化等が国際的に検討されているが、かかる検討にあたり、研究開発実施状況を踏まえ、我が国が主体的に取り組み、必要な国際環境を構築することも重要である。また、ポストゲノム配列の時代を迎え、我が国の強みを発揮した研究成果が権利化され、国際的に発信されることが重要である。

(生物試料等の取扱い)

ライフサイエンス研究の成果の中で、特許等の知的財産とともに配慮が必要なものとして、研究成果物であるところの各種生物試料（バイオリソース）がある。バイオリソースとしての成果物の中には、特許化されている有体物あるいは技法等もあるが、特許化される対象でないものでも、研究上、あるいは産業上有用なものが多数ある。これらについては、第三者によって付加価値がつけられた上で権利化される可能性もある。このため、これらの研究成果物について、広い利用の促進とともに、第三者による権利化の動きに適切に対応するためにも、知的財産の設定と明確化が図られるとともに、円滑な材料移転を確保する契約（MTA）等の仕組みなどについて、早急な具体的措置を講じることが必要である。この一環として、利用者側と開発者側をつなぐ機能を有する、生物資源の保存提供機関（バイオリソースセンター）の役割が重要である。

(利用の促進)

研究成果物としてのバイオリソースの広い利用を促進するためにも、利用に当たっての考え方を明確にしておくことが重要である。例えば、提供に必要な経費については利用者負担の考え方を導入することが継続的な運営に不可欠な場合があり、合理的な料金設定も必要である。その際、当該リソースの利用目的として、研究開発用と、産業利用用とを区別するものの、その双方が適正に推進されるこ

とが重要である。また、所有権の移動を伴わないで研究成果物の移転が実現されるよう、当事者間の契約によって試料の移転が確保される試料移転契約（MTA）の締結が極力簡素な方法によって実施されることが有効であると考えられ、今後より具体的な検討が必要である。その際、バイオリソースについては、研究者の利用しやすい方策（システム）の実現が重要であり、国家的視野にたって利用しやすいバイオリソースを持つことが研究の大きな発展に繋がることに十分留意すべきである。

4.2. 知的基盤整備

（バイオリソースの整備）

ライフサイエンス分野における研究の基盤を支える重要なものに、バイオリソースがあることは既に述べたとおりである。「リソースなくして研究なし」と言われるように、ライフサイエンスの分野でのバイオリソースは欠くことができない。各種実験動植物、モデル動植物、胚や細胞、組織・器官等極めて多様であり、さらに多くの種類の個体、細胞、遺伝子等が研究の推進には必要であり、その収集、保管、提供などは、国家的観点から取り組みを進める必要がある。

ライフサイエンス分野の研究の進展に伴い、よりヒトに近い生物を対象とする研究が必要とされる場合が生じるが、その対象であるマカクザル等大型の個体については、繁殖と供給体制について特別の配慮が必要である。また、ヒト生体材料を利用する場合には、生命倫理的基盤の整備が不可欠である。また、新たな実験生物の創出が強く望まれる、各種疾患の解析等の分野においては、モデル動植物の系統を効率よく保存する技術開発、突然変異体の作成技術の高度化や普及、ノックアウト法が確立していない種の遺伝子破壊個体作成法の開発など、さまざまな開発課題にも取り組む必要がある。これらは、研究を展開する上での基盤であり、すぐれた基盤は優れた研究を促すものであるとの視点に立ち、今後とも、目的に応じた実験生物種の利用が円滑に行なわれるようなシステムが必要である。

（情報基盤の整備）

これらの実験生物に対しては、情報としての基盤も重要である。疾患遺伝子の発現プロフィールなどの各種データ、突然変異解析のためのゲノム情報やライブラリーの作成などについて、我が国全体としての統合的な仕組みにより、整備され、利用が進められる必要があり、これらは、各生物種の保存提供を担う機関（リソースセンター）と連携した解析体制において整備されることが望まれる。

ゲノム機能情報の解析に必要なバイオインフォマティクスの進展と統合データベースの作成、各種生命情報データベース間の連携も重要である。具体的には、ヒトゲノムを中心としたSNPsやタンパク質機能、疾患等の情報を集積したデータベースの整備が緊要である。また、基礎臨床データの情報共有体制の実現、ヒトES細胞株の情報リストの公開や研究計画を立案しようとする者への支援なども今後重要となろう。

(体制整備)

これらの基盤のほか、先端的研究設備の整備と共同利用、研究拠点の整備と個別研究とのネットワーク、バイオリソースの提供機関(リソースセンター)の整備、さらには、各種研究費、特に、自由発想型の研究をサポートする研究費や経常的基盤経費の充実、あるいは内外の研究者が交流するフリーゾーンなども研究活動を円滑且つ効率的に推進するための知的基盤を形成するものであるといえる。

4.3. 生命倫理・安全対策への取組み

(新たな問題への対応)

ライフサイエンスに係る研究は、急速な発展を示しており、これに伴い、今後、生命倫理に係る様々な問題が惹起されていく可能性がある。特に、ゲノム分野、再生・発生研究分野、バイオリソース分野をはじめ、各分野において、生命倫理への配慮の重要性が指摘されているところである。このため、最先端のライフサイエンスの動向やそれに伴い発生することが予想される生命倫理に関する問題を積極的に調査していくとともに、新たな生命倫理問題を定期的にレビューすることが必要である。

また、研究開発の最前線で最新の問題に直面する機関内倫理審査委員会と行政との連携を図る仕組みを検討する必要がある。同時に、各研究者がその生命倫理的視点や配慮について説明責任を求められる流れにあることの認識をもつ必要がある。現在、複数の倫理指針が策定されている中で、機関内倫理審査委員会の要件、インフォームド・コンセントの内容など研究者にとっても、研究の対象者にとっても理解しやすい指針が策定され、機関内倫理審査委員会が各機関ごとの事情に対応しつつ充実した審査をできるようにするべきである。

(機関内倫理審査委員会のあり方)

機関内倫理審査委員会における研究計画の審査は、研究機関が自ら生命倫理問題に取り組むという意味で、研究機関・研究者による生命倫理の取組みにおいて主要な役割を果たすものである。近年のライフサイエンスの急激な進展に伴い、多くの生命倫理に係る問題が発生しており、新しい研究計画を審査する倫理審査委員会の役割は、ますます大きくなっているところである。例えば、最近策定されたヒトES細胞研究、遺伝子治療臨床研究、ヒトゲノム・遺伝子解析研究、疫学研究などに関する指針においては、機関内倫理審査委員会による研究計画の審査が組み込まれている。

他方で、機関内倫理審査委員会ごとにその構成、運営方法等にばらつきが見られることや審査の質に違いがあるなどの指摘もなされている。また、指針の増加や研究対象者の権利の保護などのため、審査を要する研究が増加し、それに伴い機関内倫理審査委員会の業務量が増加しており、十分な運営がなされていないなどの指摘もある

このため、次の措置について早急に具体化を図ることが必要である。

- ・ 問題点の共有や情報交換のため、機関内倫理審査委員会の相互の連携・連絡を図る。
- ・ 機関内倫理審査委員会の役割・責任についての明確化を進め、審査の質の向上を図る。
- ・ 各種競争的資金で最近認められるようになった間接経費を機関内倫理審査委員会の経費に活用できることを周知する。
- ・ 機関内倫理審査委員会で重要な役割を果たすにおいて充実した審査を行えるようにするため、例えば、ライフサイエンスと生命倫理の双方に通じた人材の育成を図る。

(情報公開・情報発信のあり方)

様々な生命倫理問題に適切に対応していくにあたっては、研究者が社会から信頼されることが必要である。これまでも、行政の施策として様々な理解増進策が取られているが、研究機関・研究者の側から自発的に社会に対してメッセージを発し、社会の理解を得ることが重要である。

このため、各研究機関は、研究内容及び生命倫理的問題に対する取組みを一般の人たちにも分かりやすい形で積極的に公開し、社会の理解を求めるとともに、シンポジウムの開催、ホームページの活用などにより、一般の人たちの意見や質問を受け付けるような仕組みを作る必要がある。

(安全対策への対応)

平成 12 年、「生物の多様性に関する条約」の下に、生物の多様性の保全とその持続可能な利用に悪影響を及ぼす可能性のある組換え生物の安全な取扱いについて、管理のための措置を講ずることを目的とした「バイオセーフティーに関するカルタヘナ議定書」が採択され、我が国においても、議定書の批准に向け、担保措置の検討が行われているところである。

議定書においては、環境放出を伴う組換え生物に対する適切なリスク評価やリスク管理が求められているが、これらについては、ライフサイエンス分野の研究開発の一層の推進を図るためにも、国が研究を実施する者との適切な役割分担のもとで、主体的に対応していくことが必要である。その際、組換え生物の取扱いについてのこれまでの知見を十分踏まえることが重要である。

4.4. 国際協力への取組み

ライフサイエンス分野の研究については、人類社会との関わり、人類全体への貢献や影響が考えられる課題が多いことから、その推進にあたっては、研究開発の対象や成果の影響が及ぶ範囲等を世界的規模、地球的規模で考えていかなければならない。

また、ライフサイエンス研究においては、ヒトゲノム解析のように、一国だけの努力では達成が容易でないものであっても、国際協力での取り組みにより効率的に実現可能なものも多くなってきている。かかる状況のなかで、これまで優れたライフサイエンス分野の研究成果を排出し、国際的に見ても高いポテンシャルを有する我が国は、単に国際協力の一翼を担うだけでなく、主体的に国際協力プロジェクトの推進役を担う必要がある。

さらに、アジアの一員としての我が国は、アジアにおける当該分野のリーダーとして、研究者の交流、情報交換を推進し、アジアにおけるライフサイエンス研究のポテンシャルを最大限に引き出すとともに、研究レベルの一層の向上を図るため、国家間の研究協力体制を整備充実する必要がある。

4.5. 社会の理解

(研究開発の進展と社会との関連)

ライフサイエンス分野の研究開発の目的は、「生命とは何か」を科学的に解き明かすとともにその成果を経済・社会の活動に還元することであり、その目的が、我々自身に、また、社会に直接的、間接的に関連しているといえよう。また、研究手法についても、多くのモデル実験動植物・微生物の遺伝子組換えなどが行わ

れており、安全性、生態環境への影響の問題、脳科学研究など霊長類を用いた実験における動物実験倫理の問題、そして、ヒトのゲノム、組織、ES細胞の利用など、社会に十分理解を求めながら実施する必要があるものも多い。

（社会からの理解の重要性）

研究成果の医療や食料問題への対応についても、生命倫理、安全性、有効性の厳密な評価の下に実施する必要がある。さらに、わが国のみならず、広く世界を見渡して人類全体の福祉の向上に対するわが国科学技術活動の貢献の観点も重要である。また、ゲノム科学の進展や対象生物種の多様化等によって、基礎的な研究についてもその規模は従来からの生物学とは大きく異なったものとなる場合がある。このため、研究推進に必要な環境も、研究者個人から機関、そして国レベルの取り組みが必要となっている。これらについては、研究者の自由な研究活動が確保されることが基本であるものの、それを支えている基盤は、広く社会であるとの認識にたち、社会から広く理解を得つつ研究開発を進めることが今後一層重要となろう。

（情報の発信と提供、地域との連携）

そのためには、実際に研究を実施する研究者自身が自らの言葉で国民に対して、分かりやすい言葉で説明する責任があるのに加え、行政側もあらゆる機会を活用して国民に正確な情報を提供する必要がある。これらの情報発信については、常に受け手の側とのコミュニケーションが必要であり、双方向性あるいは、情報のフィードバックが方法論として確立されていくことが重要である。また、ライフサイエンス研究を核にした地域クラスターが形成され、産学連携による技術移転やバイオベンチャーの創出が促進されつつあるが、このような動きについては、地域社会からの理解を得て研究開発を進めていく上で極めて重要であり、地域の研究者、産業界、そして地域行政とも十分意志疎通を図りながら、新たなバイオ産業の創出に向け必要な支援体制を整備することが必要である。

（研究者を支える環境の整備）

我が国の多くの学生・研究者が海外において教育やトレーニングを受け、あるいはポスドクや常勤研究者として活躍しているように、国内においても、海外の優れた若手研究員や著名な研究者が共同して研究にあたることは、本分野の研究開発にとって不可欠な要素であることから、これら研究人員に向けたフェローシップや宿舍の確保等、環境の一層の整備充実が求められる。

また、研究者としての道を志さず多くの女性が存在するにもかかわらず、大学や研究機関等における女性研究者の比率は、依然として低い状況にある。今後、本分野の更なる発展を求めるとき、これら女性研究者の活躍の場を格段に充実させていくことは極めて重要であり、基本的に性差等によって研究機会等に相異が生じることのないよう、各種支援制度の充実や研究コミュニティの理解・協力の促進に向けた取り組みがなされる必要がある。

4.6. その他の留意事項

(研究開発資金等)

科学技術振興に対する我が国の取り組みは、平成13年3月の科学技術基本計画に基づき積極的に進められており、研究開発投資も全体としては、増加傾向にある。我が国のライフサイエンス分野の研究開発に投じられる予算は、平成14年度において、政府全体で約4400億円であり、米国(NIH)の約3兆円に比べるとその規模において十分ではない。また、米国においては、多くの民間資金が公的研究開発の支援に投じられているほか、英国におけるゲノム解読の多くの部分が民間財団により支えられている点も注目されるべき点である。

研究開発に長期間をかけるなど本分野の研究開発に関しては、国の一層の主導性が今後とも重要であるが、研究開発経費の多元化・多様化を図ることも、広く国民からの支援を得つつ研究開発を加速していく上で重要であり、民間資金の導入を促進するための方策について、税制上の配慮を含め、検討を進めることが重要である。

(参考)

ライフサイエンス委員会委員名簿

(委員)

板井 昭子	(株)医薬分子設計研究所代表取締役社長
伊藤 菁莪	協和発酵工業(株)医薬カンパニー創薬研究本部長
大井 玄	独立行政法人国立環境研究所参与
加藤郁之進	タカラバイオ(株)代表取締役社長
金澤 一郎	国立精神・神経センター神経研究所長
川人 光男	(株)国際電気通信技術研究所 人間情報科学研究所第3研究室長
郷 通子	名古屋大学大学院理学研究科教授
小原 雄治	国立遺伝学研究所教授 (生物遺伝資源情報総合センター長)
榊 佳之	東京大学医科学研究所教授(ヒトゲノム解析センター)、 理化学研究所ゲノム科学総合研究センターゲノム構造情報研究グループ・プロジェクトリーダー
佐々木康人	独立行政法人放射線医学総合研究所理事長
猿田 享男	慶應義塾常任理事
篠崎 一雄	理化学研究所ゲノム総合科学研究センター植物ゲノム機能情報研究グループ・プロジェクトリーダー
高井 義美	大阪大学大学院医学系研究科教授
高木 利久	東京大学医科学研究所教授
高久 史磨	自治医科大学長
竹市 雅俊	理化学研究所発生・再生科学総合研究センター長
津本 忠治	大阪大学大学院医学系研究科教授
廣川 信隆	東京大学大学院医学系研究科教授
本庶 佑	京都大学大学院医学研究科教授
吉田 光昭	萬有製薬(株)つくば研究所長

(科学官)

勝木 元也	岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所長
-------	---------------------

・・・主査

ライフサイエンス委員会 生物系研究領域小委員会委員名簿

岡田 典弘	東京工業大学大学院生命理工学研究科教授
黒岩 常祥	東京大学大学院理学系研究科教授
郷 通子	名古屋大学大学院理学研究科教授
竹市 雅俊	理化学研究所発生・再生科学総合研究センター長
塚本 勝巳	東京大学海洋研究所教授
月原 富武	大阪大学たんぱく質研究所教授
藤 博幸	生物分子工学研究所情報解析部門部門長
長田 重一	大阪大学大学院医学系研究科教授
廣川 信隆	東京大学大学院医学系研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会 ゲノム研究領域小委員会委員名簿

秋山 泰	独立行政法人産業技術総合研究所 生命情報科学研究センター長
板井 昭子	(株)医薬分子設計研究所代表取締役社長
板倉 光夫	徳島大学ゲノム機能研究センター長
伊藤 菁莪	協和発酵工業(株)医薬カンパニー創薬研究本部長
伊藤 隆司	金沢大学がん研究所教授
稲垣 冬彦	北海道大学大学院薬学研究院教授
加藤郁之進	タカラバイオ(株)代表取締役社長
郷 通子	名古屋大学大学院理学研究科教授
五條堀 孝	国立遺伝学研究所教授 (生命情報・DDBJ研究センター長)
小原 雄治	国立遺伝学研究所教授 (生物遺伝資源情報総合センター長)
榊 佳之	東京大学医科学研究所教授
篠崎 一雄	理化学研究所ゲノム総合科学研究センター植物ゲノム機能情報研究グループプロジェクトリーダー
高木 利久	東京大学医科学研究所教授
田畑 哲之	かずさDNA研究所植物遺伝子研究部長
古谷 利夫	ファルマデザイン(株)代表取締役社長

・・・主査

ライフサイエンス委員会 発生・再生研究領域小委員会委員名簿

浅島 誠	東京大学大学院総合文化研究科教授
上野 直人	岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所教授
大隅 典子	東北大学大学院医学系研究科教授
岡野 栄之	慶應義塾大学医学部教授
岡本 仁	理化学研究所脳科学総合研究センター発生遺伝子制御研究チーム チームリーダー
高井 義美	大阪大学大学院医学系研究科教授
高村健太郎	(株) ジャパン・ティッシュ・エンジニアリング 取締役研究開発部長
竹市 雅俊	理化学研究所発生・再生科学総合研究センター長
中内 啓光	東京大学医科学研究所教授
中辻 憲夫	京都大学再生医科学研究所教授
廣川 信隆	東京大学大学院医学系研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会 脳研究領域小委員会委員名簿

甘利 俊一	理化学研究所脳科学総合研究センター 脳型情報システム研究グループディレクター
川人 光男	(株)国際電気通信基礎技術研究所 人間情報科学研究所第3研究室長
柴崎 浩	京都大学大学院医学研究科教授
丹治 順	東北大学大学院医学系研究科教授
辻 省次	新潟大学脳研究所長
津本 忠治	大阪大学大学院医学系研究科教授
野田 昌晴	岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所教授
樋口 輝彦	国立精神・神経センター国府台病院長
廣川 信隆	東京大学大学院医学系研究科教授
三品 昌美	東京大学大学院医学系研究科教授
宮下 保司	東京大学大学院医学系研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会 がん研究領域小委員会委員名簿

小俣 政男	東京大学大学院医学系研究科教授
佐々木康人	独立行政法人放射線医学総合研究所理事長
笹月 健彦	国立国際医療センター研究所長
高井 義美	大阪大学大学院医学系研究科教授
田島 和雄	愛知県がんセンター研究所疫学・予防部部長
谷口 維紹	東京大学大学院医学系研究科教授
月田承一郎	京都大学大学院医学研究科教授
鶴尾 隆	東京大学教授（分子細胞生物学研究所長）
中村 祐輔	東京大学医科学研究所教授 （ヒトゲノム解析センター長）
廣橋 説雄	国立がんセンター研究所長
吉田 光昭	萬有製薬（株）つくば研究所長

・・・主査

ライフサイエンス委員会

免疫・アレルギー、感染症その他疾患研究領域小委員会委員名簿

岸本 忠三	大阪大学長
北 徹	京都大学大学院医学研究科教授
笹月 健彦	国立国際医療センター研究所長
猿田 享男	慶應義塾常任理事
菅村 和夫	東北大学大学院医学系研究科教授
高久 史磨	自治医科大学長
谷口 克	千葉大学大学院医学研究院教授 理化学研究所免疫・アレルギー科学総合研究センター長
永井 美之	富山県衛生研究所長
永井 良三	東京大学大学院医学系研究科教授
本庶 佑	京都大学大学院医学研究科教授
宮坂 信之	東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会
植物・環境・食料研究領域小委員会委員名簿

大井 玄	独立行政法人国立環境研究所参与
大森 俊雄	東京大学教授（生物生産工学研究センター長）
岡田 清孝	京都大学大学院理学研究科教授
工藤 俊章	理化学研究所生物基盤研究部長
篠崎 一雄	理化学研究所ゲノム総合科学研究センター植物ゲノム機能情報研究グループプロジェクトリーダー
柴田 大輔	かずさDNA研究所 植物遺伝子第2研究室長・主席研究員
島本 功	奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科教授
廣近 洋彦	独立行政法人農業生物資源研究所 植物生命科学研究所チーム長
松岡 信	名古屋大学生物分子応答研究センター教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会 バイオリソース領域小委員会委員名簿

伊佐 正	岡崎国立共同研究機構生理学研究所教授
大井 玄	独立行政法人国立環境研究所参与
小笠原直毅	奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科教授
小幡 裕一	理化学研究所バイオリソースセンター リソース基盤開発部長
菊池 久	独立行政法人製品評価技術基盤機構 バイオテクノロジーセンター長
小原 雄治	国立遺伝学研究所教授 (生物遺伝資源情報総合センター長)
榊 佳之	東京大学医科学研究所教授
篠崎 一雄	理化学研究所ゲノム総合科学研究センター植物ゲノム機能情報研究グループプロジェクトリーダー
島本 義也	北海道大学北方生物圏フィールド科学研究センター長
城石 俊彦	国立遺伝学研究所教授(系統生物研究センター長)
高井 義美	大阪大学大学院医学系研究科教授
玉置 憲一	(財)実験動物中央研究所副所長
中辻 憲夫	京都大学再生医科学研究所教授
堀 寛	名古屋大学大学院理学研究科教授
水澤 博	国立医薬品食品衛生研究所変異遺伝部第3室長
宮崎 尚時	農業生物資源研究所ジーンバンク長
宮下 保司	東京大学大学院医学系研究科教授
宮田 隆	京都大学大学院理学研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会

萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域小委員会委員名簿

板井 昭子	(株)医薬分子設計研究所代表取締役社長
川人 光男	(株)国際電気通信基礎技術研究所 人間情報科学研究所第3研究室長
工藤 佳久	東京薬科大学教授(生命科学部学部長)
倉智 嘉久	大阪大学大学院医学系研究科教授
猿田 享男	慶應義塾常任理事
清野 進	千葉大学大学院医学研究院教授
高井 義美	大阪大学大学院医学系研究科教授
高木 利久	東京大学医科学研究所教授
永井 克孝	三菱化学生命科学研究所取締役所長
宝谷 紘一	名古屋大学大学院理学研究科教授
柳田 敏雄	大阪大学大学院医学系研究科教授

・・・主査

ライフサイエンス委員会 基盤整備領域小委員会委員名簿

伊藤 菁莪	協和発酵工業（株）医薬カンパニー創薬研究本部長
甲斐知恵子	東京大学医科学研究所附属実験動物研究施設施設長
金澤 一郎	国立精神・神経センター神経研究所長
川人 光男	（株）国際電気通信基礎技術研究所 人間情報科学研究所第3研究室長
隅蔵 康一	政策研究院政策研究大学院大学助教授
佐々木康人	独立行政法人放射線医学総合研究所理事長
成宮 周	京都大学大学院医学研究科教授
野田 哲生	東北大学大学院医学系研究科教授

・・・主査

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会名簿

分科会長	澤 岡 昭	大同工業大学長
分科会長代理	土 居 範 久	慶應義塾大学理工学部教授
	池 上 徹 彦	会津大学長
	板 井 昭 子	株式会社医薬分子設計研究所代表取締役社長
	今 井 通 子	株式会社ル・ベルソー代表取締役社長
	大 崎 仁	国立学校財務センター所長
	大 谷 繁	株式会社荏原製作所部長
	小野田 武	三菱化学株式会社顧問
	片 山 恒 雄	独立行政法人防災科学技術研究所理事長
	加 藤 寛一郎	東京大学名誉教授
	金 澤 一 郎	国立精神・神経センター神経研究所長
	川 崎 雅 弘	科学技術振興事業団顧問
	菊 田 惺 志	財団法人高輝度光科学研究センター理事
	北 澤 宏 一	科学技術振興事業団専務理事
	國 井 秀 子	株式会社リコー執行役員 ソフトウェア研究所長
	郷 通 子	名古屋大学大学院理学研究科教授
	平 啓 介	東京大学海洋研究所教授
	高 久 史 麿	自治医科大学長
	武 田 英 次	株式会社日立製作所半導体グループ理事・CTO
	田 村 和 子	社団法人共同通信社客員論説委員
	西 岡 秀 三	独立行政法人国立環境研究所理事
	野 依 良 治	名古屋大学大学院理学研究科教授
	垣 生 園 子	東海大学医学部教授
	原 早 苗	埼玉大学経済学部非常勤講師
	山 地 憲 治	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授

ライフサイエンス委員会及び各領域小委員会における審議の過程

- ライフサイエンス委員会 -

第1回（平成13年7月11日）

- ・ 委員会開催の趣旨等
- ・ 総合科学技術会議等における検討状況
- ・ 平成14年度概算要求におけるライフサイエンス関係の施策について
- ・ ライフサイエンスの研究開発の推進方策について
（「平成14年度に向けたライフサイエンス分野の研究開発の推進に当たって」考え方の整理）

第2回（平成13年7月25日）

- ・ ライフサイエンスの研究開発の推進方策について
（「平成14年度に向けたライフサイエンス分野の研究開発の推進に当たって」たたき台の検討）

第3回（平成13年8月6日）

- ・ 科学技術・学術に関する最近の動向について
- ・ ライフサイエンスの研究開発の推進方策について
（「平成14年度に向けたライフサイエンス分野の研究開発の推進に当たって」取りまとめ案の検討1）

第4回（平成13年8月20日）

- ・ ライフサイエンスの研究開発の推進方策について
（「平成14年度に向けたライフサイエンス分野の研究開発の推進に当たって」取りまとめ案の検討2）

第5回（平成13年9月19日）

- ・ ライフサイエンス研究開発計画の作成に向けて
- ・ ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム（HFSP）について

第6回（平成13年10月1日）

- ・ ヒューマン・フロンティア・サイエンス・プログラム（HFSP）について
- ・ ライフサイエンス研究開発計画の作成に向けて

第7回（平成13年11月12日）

- ・ ライフサイエンス研究開発計画の作成に向けて
- ・ ライフサイエンスの各分野の研究状況等について

第8回（平成13年12月6日）

- ・ ライフサイエンスの各分野の研究状況等について

第9回（平成13年12月17日）

- ・ ライフサイエンスの各分野の研究状況等について

第10回（平成14年2月18日）

- ・ ライフサイエンス研究開発計画の策定に向けて
- ・ 平成14年度に新たに重点的に取り組むライフサイエンスプロジェクトの具体的実施方針について

第11回（平成14年3月20日）

- ・ ライフサイエンス分野の研究開発計画について（各小委員会報告）
- ・ ライフサイエンス分野の研究開発計画のまとめ方について

第12回（平成14年4月15日）

- ・ 科学技術・学術審議会生命倫理・安全部会の活動状況について
- ・ ライフサイエンスに関する研究開発計画について

第13回（平成14年5月8日）

- ・ がん研究領域小委員会の報告書について
- ・ ライフサイエンスに関する研究開発計画について

第14回（平成14年5月16日）

- ・ ライフサイエンスに関する研究開発の推進方策について

- 生物系研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月4日）

- ・ 生物系研究領域小委員会の進め方について
- ・ 生物系研究領域の研究推進方策等について

第2回（平成14年1月10日）

- ・ 生物系研究領域の研究推進方策等について

第3回（平成14年1月29日）

- ・ 生物系研究領域の研究推進方策等について
- ・ ライフサイエンス委員会に向けた報告について
- ・ 第4回以降の審議の進め方について

第4回（平成14年2月26日）

- ・ 第10回ライフサイエンス委員会報告について
- ・ ライフサイエンス委員会に向けた報告について

第5回（平成14年3月15日）

- ・ ライフサイエンス委員会に向けた報告について

- ゲノム研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月6日）

- ・ ゲノム研究領域小委員会の進め方について
- ・ ゲノム研究領域研究開発計画作成等について

第2回（平成14年1月10日）

- ・ ゲノム研究領域の研究開発計画の作成について

第3回（平成14年1月31日）

- ・ ゲノム研究領域の研究開発計画の作成について
- ・ ライフサイエンス委員会への中間報告について

第4回（平成14年3月6日）

- ・ ライフサイエンス委員会への中間報告について
- ・ ゲノム研究領域の研究開発計画の作成について

- 発生・再生研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月18日）

- ・ 発生・再生研究領域小委員会の進め方について
- ・ 発生・再生研究領域のライフサイエンス研究開発計画の作成について

第2回（平成13年12月27日）

- ・ 発生・再生研究領域のライフサイエンス研究開発計画の作成について

第3回（平成14年1月31日）

- ・ 理化学研究所 発生・再生科学総合研究センターについて
- ・ 発生・再生研究領域のライフサイエンス研究開発計画の作成について

第4回（平成14年2月28日）

- ・ 第10回ライフサイエンス委員会における中間報告について
- ・ 発生・再生研究領域のライフサイエンス研究開発計画の作成について

- 脳研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月17日）

- ・ 脳研究領域小委員会の進め方について
- ・ 脳研究領域の研究開発計画の作成について

第2回（平成14年1月18日）

- ・ 脳研究領域の研究開発計画の作成について

第3回（平成14年1月29日）

- ・ 脳研究領域の研究開発計画の作成について

第4回（平成14年2月27日）

- ・ 脳研究領域の研究開発計画の作成について

- がん研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月26日）

- ・ がん研究領域小委員会の進め方について
- ・ がん研究領域の研究推進方策について

第2回（平成14年1月17日）

- ・ がん研究領域の研究開発計画について

第3回（平成14年1月28日）

- ・ トランスレーショナルリサーチに代表されるがん研究における応用研究の考え方
- ・ 厚生労働省との研究の連携、分担の仕方についての考え方

第4回（平成14年3月29日）

- ・ 第2回「今後のがん研究のあり方に関する有識者会議」について（報告）
- ・ 今後のがん研究のあり方について

第5回（平成14年5月2日）

- ・ がん研究領域のライフサイエンス研究開発計画の作成について

- 免疫・アレルギー、感染症その他疾患研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月3日）

- ・ 小委員会開催の趣旨等
- ・ 小委員会の進め方について

- ・ 当該領域の概況（施設、研究費等）について（事務局）
- ・ 免疫・アレルギー、感染症研究領域、疾患研究領域の現状、今後の計画等について検討

第2回（平成13年12月26日）

- ・ 理化学研究所免疫・アレルギー科学総合研究センターについてのプレゼンテーション（谷口委員）
- ・ 疾患研究領域（老化と生活習慣病）についてのプレゼンテーション（北委員）
- ・ 免疫・アレルギー、感染症研究領域、疾患研究領域の現状、今後の計画等について検討

第3回（平成14年2月6日）

- ・ ライフサイエンス研究開発計画（免疫・アレルギー、感染症研究領域）〔案〕及びライフサイエンス研究開発計画(疾患研究領域)〔案〕について検討

第4回（平成13年8月20日）

- ・ ライフサイエンス研究開発計画（免疫・アレルギー、感染症研究領域）〔案〕及びライフサイエンス研究開発計画(疾患研究領域)〔案〕について検討

- 植物・環境・食料研究領域小委員会 -

第1回（平成13年12月20日）

- ・ 植物・環境・食料研究領域小委員会の進め方について
- ・ 植物・環境・食料研究領域の研究開発計画について
（小委員会における論点の整理と、各委員からの意見の検討）

第2回（平成14年1月9日）

- ・ 植物・環境・食料研究領域における重点分野と研究課題例について
- ・ 今後の進め方について
（「植物分野」と「微生物分野」に分けての論点整理と「植物・環境・食料研究領域小委員会 中間報告」作成に向けた検討）

第3回（平成14年2月6日）

- ・ 植物・環境・食料研究領域の研究開発計画について
- ・ ライフサイエンス委員会における中間報告について
- ・ 今後の進め方について
（「植物・環境・食料研究領域小委員会 中間報告」とりまとめ案の検討）

第4回（平成13年3月6日）

- ・ 第10回ライフサイエンス委員会についての報告（主査）

- ・ ライフサイエンス委員会における最終報告について
- ・ 今後の進め方について
(「植物・環境・食料研究領域小委員会 最終報告」とりまとめ案の検討)

- バイオリソース領域小委員会 -

第1回(平成13年12月6日)

- ・ 小委員会開催の趣旨等
- ・ 小委員会の進め方について
- ・ 当該領域の概況(施設、研究費等)について(事務局)
- ・ バイオリソース領域の現状、今後の計画等について検討

第2回(平成13年12月27日)

- ・ ナショナルバイオリソースプロジェクト(仮称)について(事務局)
- ・ バイオリソース領域の現状、今後の計画等について検討

第3回(平成14年1月30日)

・ 平成14年度「ナショナルバイオリソースプロジェクト」中核拠点整備に対する基本的考え方の作成について

- ・ バイオリソース領域の現状、今後の計画等について検討

第4回(平成14年2月20日)

- ・ ナショナルバイオリソースプロジェクト実施に当たっての課題について
- ・ バイオリソース領域の現状、今後の計画等について検討

第5回(平成14年3月11日)

- ・ ライフサイエンス研究開発計画(バイオリソース領域)〔案〕について検討

- 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域小委員会 -

第1回(平成13年12月13日)

- ・ 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域小委員会の進め方について
- ・ 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域の研究推進方策について

第2回(平成14年1月15日)

- ・ 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域の研究推進方策について
(i)委員によるプレゼンテーション
(ii)研究システムの提案

- ・ 総括（研究システムの得失について）

第3回（平成14年1月30日）

- ・ 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域の研究推進方策について
萌芽等領域のトピックスについて
萌芽等領域を活性化するためのシステム・体制づくりについて
各トピックスに対応したシステム・体制づくりについて
- ・ ライフサイエンス委員会への中間報告及び今後の審議の進め方について

第4回（平成14年2月21日）

- ・ 第10回ライフサイエンス委員会報告（平成14年2月18日開催）
- ・ 萌芽研究等新領域創生・先端技術開発領域の研究推進方策について
研究教育センターの設置形態について
研究課題の設定について
- ・ ライフサイエンス委員会への最終報告について

- 基盤整備領域小委員会 -

第1回（平成13年12月21日）

- ・ 基盤整備領域小委員会の進め方について
- ・ 基盤整備領域の推進振興方策等について

第2回（平成14年1月16日）

- ・ 基盤整備領域の推進振興方策等について

第3回（平成14年2月1日）

- ・ 基盤整備領域の推進振興方策等について
- ・ 今後の審議の進め方について

第4回（平成14年2月15日）

- ・ 基盤整備領域の推進振興方策等について

第5回（平成14年3月4日）

- ・ 基盤整備領域の推進振興方策等について

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会における審議の過程

第1回（平成13年2月27日）

- ・分科会長・分科会長代理の選任について
- ・研究計画・評価分科会運営規則について
- ・研究計画・評価分科会の審議内容の公開について
- ・科学技術・学術審議会及び同研究計画・評価分科会の概要について
- ・新科学技術基本計画の検討状況について
- ・科学技術振興調整費について

第2回（平成13年5月9日）

- ・科学技術基本計画の閣議決定について
- ・平成13年度科学技術振興調整費について
- ・大型放射光施設（SPRING-8）プロジェクトの中間評価について
- ・総合科学技術会議の審議状況について
- ・下部組織の設置について

第3回（平成13年8月27日）

- ・重点4分野及び防災分野の研究開発について
- ・当面の研究計画・評価分科会の審議について

第4回（平成14年3月18日）

- ・文部科学省における研究及び開発に関する評価指針について
- ・平成13年度科学技術振興調整費による研究実施課題等の評価結果及び平成14年度科学技術振興調整費の新規課題等の募集について
- ・委員会の検討状況及び今後の検討予定について
- ・主要5分野の研究開発委託事業について（新世紀重点研究創成プラン（RR2002））
- ・総合科学技術会議等をめぐる最近の動向

第5回（平成14年5月29日）

- ・文部科学省における研究及び開発に関する評価指針について
- ・分野別研究開発推進方策について
- ・戦略的創造研究推進事業の平成14年度の戦略目標について
- ・総合科学技術会議等をめぐる最近の動向

用語集

cDNA (complementary DNA) :

遺伝情報(DNA)が読み取られて、タンパク質が作られていく逆反応を人工的に起こし、遺伝情報のうち、タンパク質に読み取られる部分(遺伝子部分)のみのDNAを作り出したもの。遺伝子はゲノム上に断片的に分散されているため、cDNAを取得することで初めて1つの遺伝子部分が特定される。

DNA:

デオキシリボ核酸(DeoxyriboNucleic Acid)のことで、遺伝情報を担っている化学物質。通常二重らせん構造をとって、A(アデニン)、G(グアシン)、T(チミン)、C(シトシン)の4種類の塩基がお互いにペアーを作っている。

EU 第6次フレームワーク :

EU(欧州連合)フレームワークは、EUにおける研究開発活動の基本的な枠組みを示した計画であり、研究活動の目的や優先順位を規定。2002年から2006年までの活動計画を示した第6次フレームワークは、2002年6月に決定される見込み。

ENU マウス :

化学変異原 ENU(N-ethyl-N-nitrosourea)を投与することにより、突然変異を誘発させたマウス。ENUで処理したマウスを多角的に検索することにより、突然変異マウスを体系的に開発する大型プロジェクトが各国で進められている。

HLA :

ヒト白血球抗原 (Human Leukocyte Antigen) の略称で、白血球の細胞表面に存在する抗原(タンパク質)で、臓器移植の時に移植適合性を決定するマーカーとなる。HLA 抗原系は、免疫応答の遺伝子制御に重要であると同時に、近年の臓器移植治療の進展により拒絶抗原としても注目を受けている。

NIH :

米国国立衛生院(National Institutes of Health)。米国におけるライフサイエンス研究を中心的に進めている米国厚生省傘下の機関。年間予算は約3兆円(2003年度)で、27の研究所を有するとともに、大学等への研究補助を行っている。

PAHs : 多環芳香族炭化水素。

QOL(Quality of Life) :

一般的には、自分の生存状態(あるいは生活)についての、幸福・満足・生きがいなどの側面を含む包括的主観的評価。疾病固有のQOLは、病気に伴う症状(痛み、不安、動作の制限など)因子に基づく主観的評価。

RA:

リサーチ・アシスタント(Research Assistant)の略。優秀な大学院博士後期

課程在学者を研究補助者として参画させることにより、研究補助業務を通じて若手研究者の研究遂行能力の育成を図るとともに、研究プロジェクト等の支援体制を充実させることを目的とする。

RNA :

リボ核酸(RiboNucleic Acid)のこと。細胞内にある RNA は、主としてタンパク質合成に関わっているが、それ以外のさまざまな機能が近年知られてきた。

SNP :

単一塩基多型(Single Nucleotide Polymorphism)。個人の間で DNA を比べたとき違いの見られる一塩基。同じ種であっても個体ごとでゲノムの塩基配列が異なり、ヒトでは700塩基に1個の頻度で見つかる。

TA:

ティーチング・アシスタント(Teaching Assistant)の略。学部学生等に対するチュータリング(助言)や実験、実習、演習等の教育補助業務を行い、これに対する手当を支給される大学院学生等を指す。

TLO :

技術移転機関(Technology Licensing Organization)のことで、大学の研究者の研究成果(特許等の発明)を発掘・評価し、特許権化するとともに、その特許権等を企業に対して実施許諾(ライセンス)し、対価として企業から実施料収入を得て大学や研究者(発明者)に研究費として配分することなどを事業内容とする。

T細胞 :

体内に存在する2種類のリンパ球のうちの一つで胸腺に由来する細胞。外部からの物質等を攻撃して排除する働きをする。また、免疫反応における抗体を生み出す際の調節などを行っている。

アトピー性疾患 :

抗原としてのアレルゲンに対する家族性又は遺伝性の過敏感化状態をアトピーといい、この体質(傾向)は遺伝する。主なアトピー性疾患として、気管支喘息、アトピー性皮膚炎などがある。

アポトーシス :

生理的条件下で細胞自らが積極的に引き起こす細胞の死を意味する。細胞核の染色体凝集、細胞核(DNA)の断片化、細胞質の凝集等を特徴としている。細胞は萎縮し、細胞の内容物が細胞外に放出されることなく周囲の細胞に速やかに取り込まれて処理されるので、炎症が引き起こされず、周囲の細胞に影響を与えない。発生・分化のプロセスや、ウイルス感染によるリンパ球の減少等にも関与すると考えられている。

ありふれた病気(Common Disease) :

複数の疾患感受性遺伝子と環境因子の相互作用により発症する頻度の高い疾患群。

アルツハイマー病 :

老年期痴呆症の代表的疾患。進行性の神経変性疾患であり、記憶力障害を中心とする認知機能障害と病理学的変化(老人斑、神経原線維変化及び神経細胞死)がその特徴とされている。

アレルギー疾患 :

ある抗原に感作されている生体に、もう一度その抗原が入った場合に起こる強い反応性を示す状態をアレルギーと呼ぶ。主なアレルギー疾患として、スギ花粉症や喘息があげられる。

移植片対宿主病 :

組織や細胞を移植された動物において、移植片がもとにあった組織細胞を攻撃する免疫現象のこと。他人からの骨髄移植などで問題になっている。

遺伝子ノックアウト :

特定の遺伝子のみを人工的に改変し、その機能を欠如(ノックアウト)させること。生体内でのはたらきが未定であった遺伝子の機能を解明する際に役立つ。

遺伝性(的)早老症 :

ウェルナー症候群(Werner syndrome)に代表される、先天的に、老化が若くして進行する疾患群。ウェルナー症候群においては、若年期に白内障や強皮症、動脈硬化等の老化に伴う疾病、悪性腫瘍が発症し、早く老いて死亡する難病である。

インフォームド・コンセント :

研究等への協力あるいは試料等の提供を求められた人が、研究者等から事前に研究等に関する十分な説明を受け、その研究の意義、目的、方法、予測される結果や不利益等を理解し、自由意志に基づいて与える、研究対象者となることあるいは試料等の提供及び試料等の取扱いに関する同意。(ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針、疫学研究に関する倫理指針(案)より)

疫学研究 :

疾病の罹患をはじめ健康に関する事象の頻度や分布を調べ、その要因を明らかにする科学研究、及び疾病の成因を探り、疾病の予防法や治療法の有効性を検証し、あるいは環境や生活習慣と健康のかかわりを明らかにする科学研究。(疫学研究に関する倫理指針(案)より)

がん遺伝子 :

細胞がん化を誘導する作用をもつ遺伝子。最初に同定されたのは腫瘍ウイルス

スの一種であるラウス肉腫ウイルスから発見された src がん遺伝子(1976 年)。その種々のウイルスからさまざまながん遺伝子が見いだされた。

幹細胞(Stem Cell) :

分化が終了しておらず、いろいろな種類の細胞に変わる能力と、自ら増殖を続ける能力を有する細胞。通常の幹細胞は変化できる細胞の種類が限られているが、受精卵等を利用して作る胚性幹 (ES) 細胞は「万能細胞」とも呼ばれ、あらゆる種類の細胞に変わる能力を持つ。幹細胞がは、ほとんどの臓器や組織中から発見されている。

がん抑制遺伝子 :

劣性がん遺伝子とも称し、失活あるいは正常タンパク質の働きを特異的に阻害する (優性ネガティブ変異) ことにより、がん化に寄与する遺伝子。

機関内倫理審査委員会 :

研究機関等に研究機関の長の諮問機関として設置される委員会で、研究の実施等の適否に関して、個人の尊厳及び人権の尊重等の倫理的観点とともに、科学的観点から調査審議を行う。(ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針、疫学研究に関する倫理指針(案)より)

組換え DNA 技術 :

ある生細胞に、異種の生物に由来する DNA を移入し、異種の DNA を複製させる技術。これにより生物に、他の有用な性質を変えることなく、目的とする性質を付与することが可能。

クローン技術 :

単一の細胞あるいは個体から無性的増殖により生じた遺伝的に同一な構造をもった細胞群または個体群 (あるいはそれを構成する個々の生物個体) を作成する技術。

ゲノム :

ゲノムとは親から子へ伝えられる遺伝情報の全てを示す。ヒトの場合 23 本の染色体上にのっている。どの細胞も、例外を除いて 1 セットのゲノムを有しており、ゲノムが引き継がれることで、細胞の活動が維持されることから、生命の設計図と呼ばれる。

ゲノムインフォマティクス :

バイオインフォマティクス(生物現象を情報処理の手法で解明しようとする研究)の研究分野の一つであり、ゲノム解析研究において情報処理技術を応用した研究分野。

ゲノム疫学 :

ゲノム科学の視点を導入することにより、疾患の発症に多段階に関わる多くの遺伝的要因と環境要因、及びその総合的作用の解明を行う手法。

研究試料移転契約 (MTA) :

Material Transfer Agreement の訳。研究材料提供契約とも言う。研究開発の現場において、他機関等から研究材料の提供を授受する場合に交わす契約のこと。

構造生物学 :

タンパク質をはじめとする生体高分子やその複合体の立体構造を明らかにすることにより生命現象を理解しようとする生物学の一分野。

後天的免疫不全症 :

後天的な要因により引き起こされる免疫機能低下・不全を伴う疾患の総称。特に、HIV が原因となるエイズ (AIDS、Acquired ImmunoDeficiency Syndrome) については、後天性免疫不全症候群と呼ぶ。

コンソーシア (consortia) : (ここでの意味は) 微生物集団。

再プログラミング :

一つの細胞核がもつ一定の遺伝子の活性・不活性状態が再編成されること。特に、体を構成する細胞 (体細胞) の核を卵子の核と交換したときに、核が「初期化」されること。体細胞の多くは分化が終了しているため、体を再生することは不可能と考えられていた。初期化されることにより、再び個体にまで発生できることがわかってきた。

自己免疫疾患 :

免疫機能の異常反応により、自己の細胞、組織を異物 (非自己) みなし、過剰に反応したため、引き起こされる疾患の総称。膠原病と呼ばれる全身性エリトマトーデス (SLE)、性関節リウマチ等を含む。

システム・バイオロジー :

バイオインフォマティクスの研究分野の一つであり、生物内のはたらきや現象 (システム) を工学的なシステムとしてとらえ、主としてコンピュータ上で再現させようとする研究分野。

自然免疫、獲得免疫 :

自然免疫は、ある種の病原体に対して、生体が生まれながらにして有している免疫力であり、食細胞により、異物を補食して処理する免疫のこと。獲得免疫とは、生後何らかの原因により獲得された免疫であり、無数の「非自己」に選択的に応答するリンパ球による免疫で、特異性が高い。

疾患関連遺伝子 :

疾患の発症に関連のある遺伝子。なお、単一の遺伝子変化により引き起こされる疾患は少なく、多くの疾患では、複数の遺伝子の関与さらには環境要因 (食事、生活習慣、生活環境など) の関与が、発症に結びつくと考えられている。

る。

シナプス：

神経細胞と神経細胞または筋細胞との結合部位。神経細胞が興奮すると軸索から神経伝達物質が分泌され、シナプスの部位にある受容体と反応して次の神経細胞を興奮させる。

集団遺伝学：

生物集団の遺伝的構造を支配する法則の探求を行う遺伝学の一分野。

腫瘍マーカー：

がん細胞、またはがんの存在に反応してほかの細胞が作る物質。腫瘍マーカーを組織、体液、排泄物中に検出することで癌の存在、種類、進展度、性質等についての情報が得られる。がんの診断、治療法の決定、治療効果判定等に用いられる。

進化生物学：

生物の進化について、遺伝学的手法と生態学的手法を駆使して解明しようとする生物学の一分野。

新興・再興感染症(Emerging and Re-emerging Infectious Disease)：

新興感染症とはエイズ、0-157のように未知の感染症が新たに出現したものであり、再興感染症とは、マラリア、結核のように一旦過去に制圧されたかに思われていた感染症が再び出現したものの。

侵襲：

医療において、外科手術などの生体内の恒常性を乱す可能性のある外部からの刺激のこと。通常メスを加えない医療行為を non-invasive procedure(非侵襲的操作)などという。

生活習慣病(life-style related diseases)：

食習慣、運動習慣、休養、喫煙、飲酒等の生活習慣が、その発症・進行に関与する疾患群であり、成人型糖尿病、肥満、高脂血症、高尿酸血症、循環器疾患、がん、高血圧症、慢性気管支炎、肺気腫、アルコール性肝障害、歯周病などが含まれる。

生物遺伝資源：

研究開発のための材料として用いられる生物系統・集団個体、組織・細胞、DNAのこと。

生物多様性：

地球上の生物は、進化の過程で多様に分化し、生息場所に応じた相互の関係を築きながら、地球の生命体を形づくっており、このような多様な生物の世界のこと。現在、地球上には、既知生物種性数が約 175 万種（哺乳類約 6,000 種、

鳥類約 9,000 種、昆虫約 95 万種等)となっており、未知の種を合わせると、約 3,000 万種以上の多様な生物が存在するといわれている。

生物の多様性に関する条約：

平成 4 年の国連環境開発会議(地球サミット)に合わせ採択されたもので、生物の多様性の保全、その構成要因の持続可能な利用及び遺伝資源の利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分を目的とした条約で、平成 5 年に発効(日本を含め、180 を超える国・機関が批准)。

タンパク質：

あらゆる生体細胞の主要原形質成分で、生命の源になる物質。種々のアミノ酸が結合した天然の高分子化合物。

テーラーメイド医療：

個人個人の遺伝情報の違いを、SNP(上述)解析により見出し、その情報をもとに、薬剤応答性や副作用のリスク回避し、がん等疾患の特性などを考慮し、個人毎にもっとも適した処置を行うことができる医療。(個人医療(personalized medicine)ともいう。)

同種抗原、異種抗原：

細胞、組織を移植する時、同種の動物(ヒトからヒト、イヌからイヌなど)の間の移植では認識されないが、免疫学的に異物と認識されるものを同種抗原といい、異種の動物(ブタからヒトなど)の間の場合に、免疫学的に異物と認識されるものを異種抗原という。

動的分子細胞生物学(ナノ・セルバイオロジー)：

(ここでの意味は)モータータンパク質(細胞内の各種運動に関与するタンパク質、筋肉運動を司るアクチンやミオシンなど)を含む動きのメカニズム、あるいはそれに関連する技術的展開としての一分子の生理学研究のこと。

トランスクリプトーム(transcriptome)：

“transcript”(転写産物；mRNA(メッセンジャーRNA))と“-ome”(集団、塊り)の合成語。細胞内の全遺伝子を意味するゲノム(genome)に対して、細胞内で遺伝情報を読み取るために転写された mRNA の全体を示す言葉。

トランスレーショナルリサーチ(橋渡し研究)：

基礎的研究成果の中には、臨床応用化が図られることで画期的な医療技術が実用化されるものがあり、それらについては、試験的に臨床応用を図ることが必要となる。特に、がん研究では、客観的に妥当と考えられる科学的な実証法による動物実験(非臨床データ)の成果に裏打ちされ、動物実験が終了した基礎医学研究で得られた成果をヒトに適用する実験的医療をさし、企業が GCP に基づいて実施するものを除き、early Phase までの研究者オリエンテッドな臨床研究を指す。薬事法に基づいた治験とは異なった側面をもつ。

内分泌攪乱物質（環境ホルモン）：

生体の恒常性、生殖、発生、あるいは行動に関与する種々の生体内ホルモンの合成、貯蔵、分泌、体内輸送、結合、作用などの諸過程を阻害する性質を持つ、天然あるいは人工の有機化合物の総称。これらの物質は、毒性や発ガン性を発揮するとされている濃度よりもはるかに低濃度で内分泌攪乱を引き起こす。

ナノバイオロジー：

生物や細胞などをナノ(10億分の1)メートルのスケールで研究する分野。分子、原子レベルの研究により、タンパク工学や人工酵素の開発、さらに細胞内におけるDNAの研究も進展すると予測される。

ニューロインフォマティクス：脳・神経科学と情報科学を統合する学問領域。

脳の高次機能：

反射のような単純な機能以外の、記憶、学習、感覚、認知、行動、言語、思考、情動等の多岐に渡る認知機能のこと。

バイオイメーjingグ：

生物内（特に細胞を形成する分子や、細胞内外の分子の動き）を可視化する技術。

バイオインフォマティクス：

生物学と情報科学が融合した学問分野。生物情報科学などと訳される。ゲノム情報のデータベース化のみならず、情報科学の手法（コンピュータによるシミュレーション等）によって、生物あるいは生物現象の基本原理を探ろうとするもの。

バイオスタティスティクス：

医学・生物学と統計学が融合した学問分野。臨床試験のデータを統計的手法により解析する研究、多数の臨床試験のデータ管理の手法、統計的の意味のある各種検出法の開発等を扱う。

バイオセーフティに関するカルタヘナ議定書：

生物の多様性の保全及び持続可能な利用に悪影響を及ぼす可能性のあるモダン・バイオテクノロジー（組換えDNA技術又は科を超える細胞融合）によって改変された生物（LMO：Living Modified Organisms）の安全な移送、取扱い及び利用等について管理のための措置を講ずることを目的とした議定書で、平成12年に採択され、50番目の国の批准後90日目に発効（平成14年5月16日現在、19ヶ国が批准。日本は未批准）。

バイオマス(biomass)：

生物資源と訳し、燃料や化学原料として使われる植物や動物、微生物の総称。

ハプロタイプ：

ヒトの細胞には、23対の染色体が存在し、一人一人は30億塩基対のうちの

0.1%ずつが異なっている。その0.1%の異同はまったく独立して遺伝するのではなくある単位（まとまり）をもって受け継がれることがSNPs解析によって明らかにされつつある。そのまとまりをハプロタイプといい、テーラーメイド医療の実践には不可欠な解析である。

比較ゲノム：

各生物種がもつ特有の機能、特性等は進化の過程でゲノムが変化してきたことに起因していることから、異種間や近縁種間のゲノムの塩基配列を決定し、さまざまな角度から比較することによりゲノムの機能、さらには生命メカニズムを明らかにしようとする研究手法。

ヒトゲノム計画：

国際的な協力体制に基づき、ヒトの全DNA配列（約30億塩基対）を読み取り、その働きを明らかにする計画。1990年に始まり、ここ数年で急速に加速的な進展を遂げており、2003年春には終了する予定。日・米・英が中心になり、独、中等も参加している。日本の関与は、量にして6%程度であるがその精度の高さは高い評価を受けている。

ヒトに関するクローン技術等の規制に関する法律（平成12年法律第146号）：

ヒトの体細胞であって核を有するものがヒト除核卵と融合することや体細胞の核を移植することにより生ずるクローン胚等を人又は動物の個体の胎内に移植することを禁止し、これらの胚等の適正な取扱いを確保するための措置を講じる法律。

ヒト胚性幹（ES）細胞：

「ヒト初期胚から採取された細胞又は当該細胞の分裂により生ずる細胞であって、全能性を有し、かつ、自己複製能力を維持しているもの又はそれに類する能力を有することが推定されるもの」をいう。（ヒトES細胞の樹立及び使用に関する指針より）

日和見感染症（Opportunistic infection）：

一般の健康状態では問題にされていなかった病原性の低い微生物が、宿主の免疫能の低下（がん、エイズ、免疫抑制剤の使用等）により感染をおこしたものの。（緑膿菌、サイトメガロウイルス感染症、カリニ肺炎など）

フェノーム(phenome)：

“phenotype”（表現型）と“-ome”（集団、塊り）の合成語。細胞内の全遺伝子を意味するゲノム(genome)に対して、全表現形質を示す言葉として作られたもの。

プロテオーム(proteome)：

“protein”（タンパク）と“-ome”（集団、塊り）の合成語。細胞内の全遺伝子を意味するゲノム(genome)に対して、細胞内（外）の全タンパク質を示す言葉として作られたもの。

プロテオーム解析：

ゲノム機能の解明手法の一つであり、細胞内で作られている全タンパク質の発現を調べる。発生の過程や代謝の過程では、特長あるタンパク質が創られており、創薬ターゲットとなるタンパク質を増量するなどに有効である。

分子進化：

分子レベルにおける進化過程，進化機構，系統関係などの進化現象の総体のこと。

ベクター：

組換え DNA 実験において，宿主に異種 DNA を運搬する DNA のこと。遺伝子治療においては，治療用遺伝子を治療する細胞に入れる仕掛けのこと。

ペプチド：2 個以上のアミノ酸が結合したもの。

ボディプラン：動植物の形、構造を決めるための設計図のような概念。

マカクサル：

霊長目オナガザル科マカク属に属するサルの総称。医学研究用としてよく用いられる、カニクイザル、アカゲザル、ニホンザル等が含まれる。

メタボローム(metabolome)：

"metabolite" (代謝産物) と "-ome" (集団、塊り) の合成語。細胞内の全遺伝子を意味するゲノム(genome) に対して、細胞内(外)の全代謝産物を示す言葉として作られたもの。

免疫難病：

免疫システムの異常により引き起こされる難治性疾患の総称。免疫機能の欠如・低下による疾患(原発性免疫不全症、エイズなど)や免疫機能の過剰反応により引き起こされた疾患(慢性関節リウマチ、多発性筋炎など)を含む。

リサーチナース：治験実施施設にて治験の進行をサポートする看護師。

リボヌクレオーム研究：細胞内の全 RNA を対象とする研究。

臨界期：

発達過程において、その時期を過ぎるとある行動の学習が成立しなくなる限界の時期。(脳研究において使用される。)

連鎖不平衡：

異なる遺伝子が受け継がれる際に、その生理頻度が確率的に計算される期待値とは異なること。2つの遺伝子の位置が非常に近い場合などにおこる。

連鎖不平衡解析及びハプロタイプ解析による SNPs 解析：

連鎖不平衡という集団遺伝学の現象のゆえに、ある病気の原因となる変異のごく近くにある、複数の遺伝的マーカーの特定の変異（アレル）の組（ハプロタイプ）は、しばしばその病気に伴って見いだされる。このような場合、このハプロタイプは、この病気に関連があるといわれる。もし、これらの遺伝的マーカーの位置がわかれば、その付近の染色体領域をさらに分析して問題の病気の原因となる変異を明らかにすることができる。