

## 5. 「保健・医療」分野の調査結果

### — 目 次 —

5.1. 注目領域の動向	323
5.1.1. 総論—はじめに	323
5.1.2. 再生医学	323
5.1.3. 疾患	324
5.1.4. 高齢社会の医療システム	328
5.1.5. 人工臓器の進展	328
5.2. 回答状況および回答者の内訳	330
5.3. 予測課題のフレーム	331
5.4. 我が国の重点科学技術分野	336
5.5. 我が国にとっての重要度	336
5.5.1. 重要度の高い課題	336
5.5.2. フレーム毎(領域別、目的別)の重要度	337
5.6. 期待される効果	338
5.6.1. 全体的な傾向	338
5.6.2. フレーム毎(領域別、目的別)の期待される効果	339
5.7. 実現予測時期	340
5.8. 現在第一線にある国等	341
5.8.1. 全体的な傾向	341
5.8.2. フレーム毎(領域別、目的別)の現在第一線にある国等	342
5.9. 我が国において政府がとるべき有効な手段	343
5.9.1. 全体的な傾向	343
5.9.2. フレーム毎(領域別、目的別)の政府がとるべき有効な手段	344
5.10. 我が国において懸念される問題点	345
5.10.1. 全体的な傾向	345
5.10.2. フレーム毎(領域別、目的別)の懸念される問題点	346
5.11. 第6回調査との比較(前回調査との比較)	347
5.12. 集計結果一覧	350
5.13. 回答者コメント例(課題別)	370
5.14. 未来技術年表	372

## 5. 「保健・医療」分野の調査結果

### 5.1. 注目領域の動向

#### 5.1.1. 総論—はじめに

今回の第7回技術予測調査「保健・医療」分野では、①再生医療、②疾患とくに高齢者において問題となる、がん、動脈硬化性疾患、痴呆性疾患、感染症、③高齢化社会の医療システム、④人工臓器の4つを主な注目領域として取り上げることとした。重要度からみた上位10課題としては、やはり高齢化社会を反映して、いわゆる老年病に入る疾患に関連した課題が多い。なかでも、がんに関する課題がかなり多かったことが今回の特徴であり、これはがんが依然として我が国死因の第1位を占めているという現実によるものと思われる。ついで動脈硬化、痴呆などが続いたが、がんに次いで多い死因である心筋梗塞や脳血管障害の基礎疾患として大切なのが動脈硬化であることから当然であろう。またそれ自体は直接死因とはならないが、家族・社会に与える負担が大きく、本人自身もヒトとしての特徴を失ったみじめな状態になる点で痴呆性疾患、特に成因が不明で有効な治療法に乏しいアルツハイマー病が大きな問題となる。これらの疾患は従来からも重要度の高い疾患として取り上げられて来た疾患である。さらに感染症は高齢者の直接死因として最も多い肺炎のほかに、エイズやC型肝炎のような新興感染症、あるいは再興感染症としての結核、薬剤耐性、日和見感染など多くの問題をかかえており、古くて新しい疾患領域として注目されている。今回はこれらを疾患という一つの柱にまとめることにした。疾患を中心とした、いわば縦割りの注目領域とともに、今回は全体に共通する横割的な注目領域を重視し、特に最近急激に注目を浴びつつある再生医療を第一の柱とした。さらにITや医療工学の進歩に伴って発展しつつある医療システムと各種の人工臓器を加えた4つを注目領域として選んだ。

このうち再生医療は、分子生物学の発達と特に近年のES細胞の発見によって、最近における最大の注目領域となっている。分裂し得る再生系細胞を培養して再生医療に役立てるという技術は、既に皮膚の移植などで実用化されつつあるが、生後は全く分裂せず非再生系細胞の代表とされてきた極めて分化度の高い神経細胞からなる脳にさえ幹細胞の存在が確認され、これらを用いた再生医療が現実のものとなりつつあり、これに対する期待も大きい。このような再生医療は、非常に多方面の疾患や臓器損傷に応用されようとしている。これは過去の技術予測調査の時点にはみられなかった新しい事象であるといえよう。

一方、再生医療が発達して臓器そのものが再生できる時代になるまでは、やはり人工臓器が重要な課題であるし、さらに両者がドッキングして新しい展開をみせる可能性も高い。

医療面では個々の疾患の問題とは別に、IT時代に入った現在、医療情報の分野におけるシステムの発達が著しく、特に高齢化社会に対応した発展をみせている。

以下、これら注目領域のそれぞれについて、各専門家から簡潔に解説することにした。

(平井俊策)

#### 5.1.2. 再生医学

今回の調査で再生医学に関する課題をいくつか採用した。それらは「73 胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術の普及」、「55 心筋梗塞の細胞治療法の開発」、「53 神経幹細胞の移植により運動麻痺の回復を促進する治療法の実用化」、「67 自家組織の保存・増殖・移植法の普及」などの4課題である。なお、前回も今回も採用した課題として「82 種々の血球を工場で生産・供給する方法の実用化」がある。そのうちはじめの2課題が重要度上位20位に入り、それぞれ11位と20位である。「がん」に関する課題ほど重要度は高くはないが、はじめて採用されたわりには重要度を高く評価された。

失われた臓器の機能を回復することを目的とする再生医学・医療はクローンヒツジの誕生とヒトの胚性幹細胞 (Embryonic Stem Cell: ES細胞) の開発がきっかけとなっている。クローンヒツジはヒツジの卵細胞に成熟した体細胞の核を入れ妊娠させるとその体細胞と同じ遺伝子を持つヒツジが誕生する。この方法はヒトにも十分応用される可能性があるが、我が国ではクローン人間の研究は禁止されている。つまり、技術の問題ではなく倫理の問題となっている。

一方ES細胞は受精卵が胎児になる前に胚盤胞を開き、細胞を株化する。この細胞は培養下でいつまでも増殖を続け、人体のどの細胞にもなりうる。この研究は施設内外の一定の審査を受けてから研究可能とされる。ES細胞から各系列に分化した前駆細胞を用いた細胞移植が医療の各分野で行われる可能性がある。この「73 胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術の普及」の実現予測時期は2020年と思ったより遅い。ES細胞を細胞療法に用いるのはもっと早い可能性があるが、臓器あるいは組織として組み立てて行くにはバイオマテリアルの開発などに時間がかかることが考えられてのことであろう。さらに、クローン人間ほどではないが、ES細胞についてもヒトの胚細胞由来の細胞を用いることへの反対が予想されることもその理由であろう。さらに、患者とES細胞との間の組織適合抗原の相違なども今後の問題となる。

これに対して、各臓器にある幹細胞が注目されている。つまり、肝臓の幹細胞、中枢神経の幹細胞、膵臓の幹細胞などである。また、それぞれの幹細胞が臓器を超えて再生に関与する可能性がある。つまり、幹細胞の可塑性と呼ばれる性質である。たとえば骨髄細胞中の造血幹細胞は最近血球だけに分化するだけでなく、移植を行うと肝細胞に分化し、筋肉細胞を移植すると造血が回復することなどが可塑性の証拠とされる。また、骨髄中には血管上皮細胞の幹細胞や間葉系幹細胞(mesenchymal stem cell, MSC)と呼ばれる細胞がある。MSCから骨、軟骨、脂肪、骨格筋、心筋へと分化しうる。これらの細胞を用いた再生医療の研究は現在急速に進行中であり、一部は患者でも実施されていると聞く。それにもかかわらずこれらの細胞を用いた「55 心筋梗塞の細胞治療法の開発」、「53 神経幹細胞の移植により運動麻痺の回復を促進する治療法の実用化」は実現予測時期がそれぞれ2015年、2019年と思ったより遅い。

「82 種々の血球を工場で生産・供給する方法の実用化」は5年前にも採用され、その実現予測時期は、5年前は2014年、今回は2018年であり、そう近い将来とは言えない。造血幹細胞の純化も進み、その増幅あるいは分化に関するサイトカインはほとんど明らかになっている。それにもかかわらずこのように実現予測時期が遅いのは、輸血血液に比べて経済性、安全性などで優れたものを開発するのは容易でないということであろう。しかし、現在用いられているヒトから採血した血球に関して、HIVあるいは狂牛病のプリオンなどに類するものが混入することによってその安全性に問題が起こるとこの方面の研究の進展は加速する可能性がある。

再生医療のもう一つの方法に人工臓器があるが、これらの課題の重要度が今回軒並み低下している。つまり、人工臓器より細胞療法による再生医療が期待されているのが現状であろう。

(溝口秀昭)

### 5.1.3. 疾患

#### (1)がん

「がん」に関する課題はその重要度が前回の調査同様高くランクされ、その関心が高いことを示している。つまり、課題の重要度を重要度指数で表すと保健・医療分野全体では重要度指数は満点を100とすると59.3であるが、「新生物」に対する重要度指数は72.0と群を抜いて高い。また、重要とされた20課題のうち6課題が「がん」に関するもので、例えば「04 がん化の機構の解明」、「05 がんの転移の機構の解明」等がある。これらの実現予測時期は、いずれも2014年である。これらの課題は5年前(第6回技術予測調査)および10年前(第5回技術予測調査)でもいずれも採用されているが、実現予測時期は5年前にはそれぞれ2013年、2012年で今回の結果と大きく変わるものではない。また、10年前の結果も大きく変わっていない。調査ごとに実現予測時期が大きく異なるのは「38 全てのがんの5年生存率の平均が70%を超える」であり、実現予測時期が毎回遅くなり、10年前は2003年、5年前は2013年、今回は2020年となっている。このことは「がん」の病態はがん遺伝子、がん抑制遺伝子、転移に関わる遺伝子など遺伝子の研究、DNAチップを用いた遺伝子の発現の研究などで解明されつつあることを多くの人が実感しているが、そのわりにはそれが治療成績に反映されていないと感じていることを示している。

そこで、今回新たに「13 遺伝子診断に基づくがんの予防法の普及」と予防についての課題をはじめて採用した。この重要度は5位と高くランクされ、その予測実現時期は2017年とそう遠くないと考えられている。さらに「16 生活習慣病予防のための生活様式の科学的指針の普及」の実現予測時期は2010年であり、この生活習慣病にがんを含むとするとかなり早く実現することを期待している。つまり、治療法の進歩より、む

しろ予防に期待していることが考えられる。

がんの治療に関しては、これまで化学療法、放射線療法、外科的治療が主役を占めているが、いずれも際だった進歩は見られていない。新しい治療法として、分子標的療法などの薬物療法、免疫療法、遺伝子治療などがある。遺伝子治療は米国で患者が死亡した例があり、停滞気味である。一方、分子標的療法の進歩は著しい。急性白血病の1病型に対し、ビタミンAの誘導体であるオールトランスレチノイン酸(ATRA)が白血病細胞を成熟白血病に分化させる治療法である。この白血病ではATRAの受容体の遺伝子異常があり、ATRAに対する感受性が低下しているため、ATRAを大量に投与すると治るわけである。また、慢性骨髄性白血病では遺伝子異常によって異常なチロシンキナーゼが発現するが、それに対する阻害薬が開発され、著効を示し注目されている。まだその作用機序は明らかでないが、非ステロイド系の鎮痛剤の一種であるCOX2抑制薬は大腸がんの予防に有効であることなどが知られ注目されている。このような治療はこれまでの代謝拮抗薬中心の薬物医療とは異なり、侵襲度が低いのが特徴である。ATRAやCOX2阻害薬による治療は従来であれば代替治療とも考えられていた治療法であり、このような治療法にこれからは目を向けていく必要がある。また、化学療法や放射線療法の補助的手段として造血幹細胞移植がある。それにはドナーの問題があるが、骨髄バンクや臍帯血バンクの設立で大きく改善している。さらに、ミニ移植と俗称される侵襲度の低い骨髄非破壊的幹細胞移植が開発され注目されている。この方法は造血幹細胞の補充を目的とするだけでなく、一種の免疫療法を目指したものである。前処置の侵襲度が低く、高齢者でも行うことが可能となり、移植を受ける患者の範囲が広がっている。この方法で血液腫瘍ばかりでなく進行した腎がんが治癒したとする報告があり注目されている。

「がん」が死亡の第1位になったのは1981年であるが、それ以来増え続けている。多くの人が重要な課題と認識しているにもかかわらず増え続けている理由を十分考える必要がある。治療法も新しい治療が開発されつつあり希望がもてる時代になろうとしているが、一方でその誘因となる環境や生活習慣などを改善し、予防に重点を置く必要がある。

(溝口秀昭)

## (2)動脈硬化性疾患

現在我が国の死因の1位は悪性腫瘍であり、2位と3位が脳卒中、心臓病である。脳卒中も心臓病も動脈硬化を基礎にして発症する割合が多く、その病態は生活習慣に左右される。最近の動脈硬化の発症に関する研究は著しい進歩をとげている。その背景にはHMG-CoA還元酵素阻害剤が繁用されるようになり、高コレステロール血症抑制効果を介して動脈硬化の進展を抑制することが可能になってきたことが主な原因としてあげられる。今回の調査では「09 動脈硬化の発症機構の解明」は重要度指数が84と高く、重要度ランクの3位になった。前回調査では重要度指数は78で6位であったが、今回の結果は高齢社会におけるこの課題の重要性が更に増してきていることを示している。

今回の特に重要とされた20課題の中には、「16 生活習慣病予防のための生活様式の科学的指針の普及」(重要度指数78)、「21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がり非侵襲的診断方法の普及」(同66)等の課題も入っており、動脈硬化に起因する疾患の重要性が強調された結果となっている。

現在の我が国において多くの国民の老後に向けての不安は寝たきりになることと痴呆になることであるとされている。これらのことを裏付けるように「89 個体の老化機構の解明」(同75)、「74 高齢者の終末期における緩和医療の普及」(同72)などの課題も重要度20のなかに入っている。人は血管とともに老いると言われるが、老化は動脈硬化と密接な関係があり、寝たきりの最も多くの原因は動脈硬化性疾患である。

高齢社会が実感として我々の眼前に迫ってきていることを示す結果であるが、実現予測時期は前回調査に比べて遅くなっている。「09 動脈硬化の発症機構の解明」は前回の2011年から2013年になっている。近年の動脈硬化研究は、動脈硬化を炎症反応と捉えたサイトカインによる遺伝子治療の方法、また NO、ホルモン、の果たす役割などが明らかとなっておりかなり発展している。それにも関わらず実現時期に少しの遅れをみているのは、詳細が分かればその難解さも分かってくると言うことかもしれない。しかしいずれにせよ、2013年というのはそう遠い未来ではなく実現の可能性が近いことを予測している。

「89 個体の老化機構の解明」は前回の2018年から2021年になっている。我々は老化の機構が解明さ

れるなどということが本当に実現するのであろうかと10年ほど前には思っていた。しかしテロメアの発見により、俄に実現性を帯びてきた。テロメアの老化に果たす機能も最近多くのことが報告されている。前回調査の2018年というのは遠い未来という程度の予測であったが、今回の2021年というのは実現性のあるかなり輪郭のはっきりした年を意味するのであろうか。

国民の不安を解消するには動脈硬化の発症を解明し、それにもとづいた生活習慣の科学的指針を作り、非侵襲的な動脈硬化の診断法を普及させ、更には、寝たきりや動脈硬化による痴呆をなくせということのようである。

(井口昭久)

### (3) 痴呆性疾患

今回の調査で保健・医療分野における重要度指数の値が高い上位20位までの課題をみると、第4位に「06 アルツハイマー病の発症機構の解明」、第13位に「46 アルツハイマー病を完治させる治療法の開発」が入っている。痴呆性疾患との関連では第3位に「09 動脈硬化の発症機構の解明」も入っている。また、間接的な課題ではあるが、第10位に「74 高齢者の終末期における緩和医療の普及」が入っていることにも注目される。医学やライフサイエンスにおける研究のパラダイムシフトにより、疾病の病理と治療は分子生物学と分子医学の手法により技術的には共通の課題として認識され、疾患特異性は薄れてくる。そこでライフが意味する生命に重要度の視点が集まるのは当然であるが、病んだ人の生活にも目を向ける必要がある。

アルツハイマー病は「一人の人間を2度殺す」と言われる。ライフが意味する生活を破壊することで社会的存在としての死をもたらし、長期間の後に同じくライフが意味する生命を破壊する。医学だけでなく、保健医療においてもパラダイムは変化している。その期待される技術の効果に関して、「生活者ニーズへの対応」とするものが保健医療分野で際立って高いことに反映されている。しかし、個々の課題としてみると保健医療分野の課題をこの上位10位内にみることはできない。それは技術が志向すべき方向について、未だに十分には認識されていない可能性を示唆するが、生活者ニーズへの対応を意識した課題の設定が不足していたかもしれない。がんとは異なる意味での終末期の問題がアルツハイマー病にはある。10数年前にシカゴでアルツハイマー病のホスピスケアが試行され、ホスピスケアの間が施設から在宅へ展開する流れの中で大きな成果をあげてきた。生活の質的側面の改善が重視されるからである。我が国ではこの方面での活動の展開は貧しい現状にあるが、痴呆学会でもリハビリテーションの話題が取り上げられるようになってきた。

研究の動向はもっぱら発症機構解明のための病理学の展開に注目される。変性疾患では変性産物を標的とした分子生物学的及び遺伝学的研究が活発に展開し、成果をあげている。その結果、同一疾患に複数ある変性産物の病因遺伝子が解明される一方で、古典的興味の酸化ストレス／エネルギー代謝の面からも多彩な研究が展開している。多遺伝子疾患としてアルツハイマー病の病因遺伝子の解析は急速に進むことが予想される。一方で、上記重要度指数が第4位である課題の実現予測時期は前回調査時より2年遅れて2014年となったのは課題の複雑さを示すものであろう。アルツハイマー病以外の変性痴呆も多数列挙されるが、その疾患概念や病因遺伝子の解明に関しては、レビー小体病をはじめ我が国の研究者の貢献度が高い領域である。

かつて遅発性ウイルス感染症に分類されたクロイツフェルト・ヤコブ病は、現在はプリオン病の概念で論じられる。狂牛病の恐怖は国家間の摩擦を生じかねないほどであり、我が国でも硬膜移植による感染例が問題として取り上げられたが、依然として関心は高くない。これらは散发性、遺伝性、感染性など発生機序が一様でなく、プリオンたん白遺伝子多型での人種差があるなど問題は極めて多彩である。プリオン病に関する今回の調査課題は「35 プリオン病の治療法の開発」であったが、実現予測時期は2019年頃であり、困難な課題の一つとして認識されている。

痴呆性疾患として脳血管障害も重要であり、脳卒中は依然として我が国の国民病とも言うべき重大疾患である。しかし、今日では予防や治療可能な疾患に近づいている。一方、アルツハイマー病における血管

性要因が議論され、関連して遺伝性脳血管性白質脳症やCADASIL(皮質下梗塞と白質脳症を伴う大脳常染色体優性血管症)への関心が高まっている。我が国ではCADASILの家系は僅かであるが、欧米では200家系以上の存在が確認されている。遺伝子レベルで議論されることで脳血管性痴呆の概念にも影響することが予想される。

治療に関しては、アルツハイマー病を対象として薬物療法が開発され、普及しつつあるが、いずれも対症療法であり、有効性の限界も明らかである。しかし、生活者ニーズへの対応として評価される。こうした薬剤は我が国では脳血管障害を対象としてかなり開発されてきたが、保健医療の市場が健康保険制度などで政策的管理下にある状況で歪みを生じた可能性もある。また、薬物療法と並んで神経幹細胞の分化制御機構の解明は急速に展開していることから、細胞移植と再生医学が神経系の変性疾患治療に画期的変革をもたらす可能性を実感させる。一方、現在増大しつつある痴呆患者への治療を考えると、社会的生活の質の改善や維持を目的とした研究課題も重要と考える。

(江藤文夫)

#### (4)感染症

この100年の感染症学は、流行病が特定の病原体による感染症であることを明らかにする事から始まり、引き続いて免疫療法、抗菌化学療法を発達させてきた。公衆衛生の改善も相俟って、感染症対策は万全に思われた時期もあったが、易感染宿主の増加、耐性菌の蔓延を招き、問題の根本的解決には至っていない。生態学的に考えれば、微生物とヒトは本質的には共生関係にあるのであり、その力関係の歪みの中で生じる疾病が感染症であるが、微生物との共生を念頭に置いて、今後の対応は展開して行くものと思われる。また、環境の変容に伴い、今後も新たな感染症が出現する可能性も高い。このような感染症における科学技術上の近未来を、調査結果も踏まえて考えてみたい。

1. 診断:強毒菌による感染症はあらかじめその病原体が明らかにされているが、分子遺伝学、免疫学の進歩により、各種微生物の病原的意義が明らかにされる可能性がある。膠原病やその類縁疾患、悪性腫瘍、その他原因不明疾患はまだ沢山残されているのであり、各種微生物に対する免疫応答の詳細が明らかにされるとともに、病因論の新たな展開が期待され、治療法の開発に結びついていくと思われる。従来、原因微生物の増殖を待つて微生物の同定、薬剤感受性検査を行ってきたため、検査の迅速化は大きな壁に突き当たっていた。しかし、分子遺伝学、自動検査機器の著しい発展により、遺伝子レベルで病原体診断が可能となっている。DNA マイクロチップや自動読み取り装置、コンピュータ解析技術は今後さらに発展し、大量の検体を迅速に処理することが可能になると思われ、迅速診断は飛躍的に発達すると思われる。また、コンピュータの高性能化により、大規模な疫学情報の整理が容易になり、一線の臨床家が世界及び地域の感染症発生動向をリアルタイムに知ることが可能となり、診断、治療、予防の大きな助けとなる。
2. 治療:抗微生物薬により、原因菌を殺滅する治療は、微生物の耐性化方向への進化を促してきており、新薬開発と微生物の耐性化の馳ごっこから抜け出せないでいる。原因菌を殺せなくとも、無害化する事が出来れば、ヒトと微生物の共生関係を維持しながら感染症の実害を防止することが可能になる。今後このような方向での感染症治療が発達すると思われる。HIV ウイルス、腫瘍ウイルスなどの一部ウイルス疾患は、ウイルス遺伝子が宿主遺伝子に組み込まれる形で存在しており、ウイルスそのものの除去は困難であろうが、無害化させて行く治療方法の発達が期待される。
3. 予防:ワクチンによる感染症の予防は、天然痘、ポリオにおいて大きな成果を上げ、麻疹などの撲滅が次の課題となっている。しかし、その他の微生物に対しては、抗原性の多様性や抗原変異が壁となっており、新たなコンポーネントワクチンや DNA ワクチンへの期待がもたれる。また、従来は集団防衛的な発想によるワクチン接種が中心であったが、今後それぞれの病原体に対するハイリスクグループに対する個人防衛的なワクチン接種が展開して行くと思われる。抗腫瘍薬や、免疫抑制薬投与による易感染性宿主の増加が、今日の日和見感染の多発を招いているが、宿主免疫能に障害を与えない抗腫瘍療法、免疫調整薬が開発されれば、日和見感染症の予防になる。

(稲松孝思)

#### 5.1.4. 高齢社会の医療システム

1999年には老年人口は16.7%となり高齢社会に到達した。このうち75歳以上の後期高齢者が6.7%となり、超高齢化社会といえる。医療システムにおいては、老年疾患の予防と情報システム、介護・自立支援、ターミナルケアなどの医療システムに分けて述べたい。

##### (1) 老年疾患予防システム、情報システム

この区分の課題は期待される効果として90%以上が生活者ニーズへの対応を挙げたが、社会・経済発展への寄与も1/3以上が指摘した点が注目される。

「16 生活習慣病予防のための生活様式の科学的指針の普及」は保健・医療分野で7番目の重要課題と捉えられており、2010年に実現すると予測している。しかしながら、高齢者における一次、二次予防のエビデンスの集積は遅れており、高齢者の生活習慣病予防となるとより実現は遅れる可能性がある。

「66 80歳で20本以上歯が残せるような歯、歯周炎の予防・治療法の普及」は2014年以内に実現が予測されたが、重要度大と考えるものは1/3であり、栄養と長寿の関連は多くの成績を勘案すると、咀嚼機能に対する理解は十分ではない。

「17 80歳代の骨折が現在の半分になるような老人性骨粗鬆症の予防法の普及」に関して、寝たきりの10%以上の原因となっている割には、重要度指数は高くない。過去10年来疫学的には骨折率は増加しているが、2013年までに実現可能と回答している。

リハビリテーションの普及と施設でのADL改善により、施設内転倒は増加している。転倒率の大幅な減少が見込めない現在、ヒッププロテクターのコンプライアンスの改善と普及が焦点である。

情報システムでは、いずれも産学官の連携が最も課題とされ、「86 個人の医療情報をカード1枚に蓄積し利用できるシステムの普及」については重要性がこの分野で15番目に高く、2011年に実現が予測された。「83 在宅のままで適切な診断が受けられるシステムの普及」は専門家と非専門化で重要度の認識の乖離が大きかった。

##### (2) 介護・自立支援機器

支援機器は、ベッド、リフト、口腔ケア機器など周辺機器の発達が目覚ましい。一方失われた機能の代替機器は総じて研究レベルで実用化には距離がある。今回の調査では、この区分は期待される効果として、どの課題も生活者ニーズへの対応が90%にのぼったことが共通であったが、重要度の認識も低かった。最も重要度が大きいとされたものは「85 重度心身障害者の介護用ロボットの普及」という課題で重要度指数は61、2013年までに実現が予測された。

次に重要視されたのは、「84 会話が不自由な人用のポータブル音声会話補助装置の普及」で2013年までに実現されるとしている。「68 埋込み式排尿制御装置の実用化」は2015年まで無理とされた。

##### (3) ターミナルケア

「74 高齢者の終末期における緩和医療の普及」は、当該分野の中では10番目に重要性が高く、2010年に実現すると予測されたが、1/3が倫理・文化・社会へのマイナスの影響を指摘している。昨今、高齢者の終末期医療に関し、定義の問題や、積極医療か緩和医療主体かで議論が盛んに行われている現状と合致する結果であった。

(鳥羽研二)

#### 5.1.5. 人工臓器の進展

人工臓器は、生体の重要な臓器機能が廃絶した時にその臓器の代替あるいは補助治療として用いられる。人工臓器が開発されたのは1940年代であり、近年まで多くの研究開発がなされてきた。しかし、現状の人工臓器の多くは、臓器そのものの置き換えではなく、一部の機能を補助するにすぎない。近年、臨床で広く普及している人工腎臓は、腎機能が廃絶した腎不全患者に対し、血液中の過剰水分および尿毒症性毒素の除去、電解質塩酸基異常の是正を行うことにより腎機能の一部を代替するものである。現在、我が国では197,213人(1999年12月末)がこの治療を受けている。このうち4万人以上の患者がすでに10年以上の延命をみており、最長透析歴32年の患者がいる。最近、透析患者の高齢化とともに糖尿病性腎症患者が増加しているにもかかわらず、比較的良好な生存率を保っているのは、透析技術を含めた集学

的治療の進歩による。しかしながら、現状では、週3回それぞれ約4～5時間の治療を要し、骨、関節障害やアミロイド沈着症などの合併症の出現を完全には阻止できない。患者のQOLを高める真の人工腎臓のニーズは高く、次世代人工臓器ともいえる装着(携帯)型、埋込型が必要である。第7回技術予測調査でも、「60 完全埋込型人工腎臓の実用化」は、我が国にとってなお重要度が高いことが示されている。しかしながら、実現予測時期は2019年とされ、前回の技術予測調査の結果、2018年よりやや延びていた。理由は不明であるが、埋込型人工腎臓に必要な構成素材、モジュール、システムなどのすべての面で満足できる性能および安全性を高めた技術改良がなお困難であることを反映していると考えられる。

一方、我が国でも脳死下における臓器移植の成功例が出てきたことで、人工臓器が移植医療への bridge-use としての役割をもつことも明確にされてきた。完全埋込型の人工心臓や人工肺の登場を期待するが、現状では材料の抗血栓性、耐久性、エネルギー供給システムなど、なお解決すべき大きな壁がある。人工肺については、中空糸を用いた模型肺が短時間の治療として臨床に普及している。今後、より生体膜に近い膜素材や回路材料の開発とともに高性能化と小型化技術がすすめば、完全埋込型人工肺の実用化も望めるが、今回の調査では「59 完全埋込型人工肺の実用化」は20年後に実現可能との予測結果であった。人工肝臓には、肝の合成代謝機能と解毒機能を期待するため、ハイブリッド型(バイオ)人工肝臓の開発が現実的である。肝細胞の種、培養担体、モジュールなどの検討が既に始まっている。ハイブリッド型人工肝も、肝移植への bridge-use としての可能性が高いが、再生医工学的技術の進歩が必須である。人工膵臓として、携帯型や埋込型の機械的人工膵島やハイブリッド型人工膵島の研究が現在行われている。糖尿病患者の増加に伴い人工膵臓のニーズはきわめて高いので、早期に実現することが期待されている。血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器の一部はすでに臨床に導入されている。今回の調査ではさらに多くの物質を選択的に除去するアフエレーシス治療が普及するのは、14年後の2015年頃と予測する結果が出ている。広義の人工臓器に含まれる人工弁、ペースメーカー、大口径人工血管、人工関節、人工感覚器、人工皮膚、人工ヘモグロビンなどはすでに実用化しているものも多く、生体のごく一部であるがほぼ完全に近い形の機能代行を可能としている。今回の技術予測調査では、「76 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った人工眼の開発」、「51 四肢用の人工筋肉の実用化」は2020年と予測された。

人工臓器の開発にとって重要なものは、新しい構成素材やバイオマテリアルの開発であるが、今後再生医工学技術が急速に進歩することが予想されるので、ハイブリッド型人工臓器の実用化が予測より早く到来する可能性もある。いずれにしても、完全埋込型人工臓器の実用化への期待は大きいところであるが、このためには、人材育成とともに産学・官分野間の連帯強化がより重要であることが今回の調査においても強くあらわれている。

(下条文武)

## 5.2. 回答状況および回答者の内訳

「保健・医療」分野の回収率は以下のような結果になった。R2の全分野の回収率は82%であり、本分野の回収率は、16分野中16番目であった。回収人数で見た場合は、16分野中12番目であった。

表 5.2-1 「保健・医療」分野のアンケート回収状況

回収状況					
R1発送	R1回収	R1回収率	R2発送	R2回収	R2回収率
272 人	210 人	77%	210 人	156 人	74%

R2回答者内訳については以下のようになっている。回答者の属性を見ると、全体の女性回答者の割合は3%であるが、本分野もほぼ同様の割合となっている。年代では50代が最も多く43%を占める。職業別に見ると大学関係の比率が高く、80%以上を占め、全体の比率より40%近くも高くなっている。職種は研究開発従事者が60%を占めるが、全体の場合の研究開発従事者の割合は79%であり、本分野では20%ほども低くなっている。

表 5.2-2 「保健・医療」分野のアンケート回答者の内訳

性別	男	152 人	職業	会社員	6 人	専門度の平均	大	9.0 %
		女		4 人			大学関係	127 人
	無記入	なし		公務員	16 人		小	66.2 %
年代	20 代	1 人		団体職員	5 人			
	30 代	5 人		その他	2 人			
	40 代	54 人		無記入	なし			
	50 代	67 人	職種	研究開発従事	93 人			
	60 代	29 人			上記以外	63 人		
	70 代以上	なし			無記入	なし		
	無記入	なし			合 計	156 人		

(注)・専門度の平均:各課題の専門度に関する3つの選択肢(大、中、小)の回答割合の合計を課題数で割った値を示す。

### 5.3. 予測課題のフレーム

予測課題を検討するにあたって、その前提として、各分野の技術の体系をあらわすフレームの検討を行った。ここでいうフレームとは、横軸に領域、縦軸に目的をとったマトリックスであらわすものである。現時点での技術の将来性や重要度の観点から分野全体の技術のイメージを固めることをねらいとするとともに、予測課題の見直しのための作業フレームとしてもこれを利用する。

予測課題のフレーム「保健・医療」分野

領域 目的	感染症・免疫障害・代謝内分泌疾患	新生物	神経・精神・筋疾患	循環・腎・呼吸器系疾患
健康の増進			01 精神的ストレスの定量化が可能になる。	
発症機構の 解明	03 慢性関節リウマチなどの自己免疫疾患の発症機構が解明される。	04 がん化の機構が解明される。 05 がんの転移の機構が解明される。	06 アルツハイマー病の発症機構が解明される。 07 自閉症の発症機構が解明される。	08 気管支喘息の成因が解明される。 09 動脈硬化の発症機構が解明される。 10 慢性腎炎(原発性)の成因が解明される。
予防法の水準の 向上	11 自己免疫疾患の発症予防法が普及する。 12 20～30年に1～2回接種すればよいインフルエンザワクチンが開発される。	13 遺伝子診断に基づくがんの予防法が普及する。		
検査・診断法の水準の 向上	18 細菌の同定と薬剤感受性の評価が1時間以内で可能な自動機器が普及する。	19 ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法が普及する。	20 精神分裂病の画像診断法が実用化される。	21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がり非侵襲的に診断する方法が普及する。 22 腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ、腎病変の診断法が確立される。
治療法の水準の 向上	27 ウイルス性肝疾患を治癒させる薬剤が普及する。 28 HIV感染を根治させる治療法が実用化される。 29 血液からウイルスを除去する方法が普及する。 30 アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が開発される。 31 自己免疫疾患が完治可能となる。 32 経口によるインスリン治療法が普及する。 33 糖尿病の遺伝子治療法が開発される。 34 家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法が普及する。 35 プリオン病の治療法が開発される。 36 宿主の感染防御能を阻害しない抗がん剤・免疫抑制剤が開発され、医原性日和見感染が激減する。 37 ポリオ・麻疹ウイルスが天然痘のように制圧され、ワクチン接種が不要になる。	38 全てのがんの5年生存率の平均が70%を超える。 39 薬剤に低反応性の消化器がんに対して完全寛解をもたらす薬物療法が実用化される。 40 がんの薬剤耐性克服法が普及する。 41 がん治療に有効な放射線増感薬が開発される。 42 がんの転移を防ぐ有効な手段が実用化される。 43 がんの有効な免疫学的治療法が普及する。 44 がんに対する遺伝子治療法が普及する。	45 薬物を、脳内の目的とする部位へ移行させる方法が開発される。 46 アルツハイマー病を完治させる治療法が開発される。 47 精神分裂病を完治させる治療法が開発される。 48 疼痛に対する無害で安全なコントロール法が普及する。 49 筋ジストロフィーに対する遺伝子治療法が普及する。 50 筋萎縮性側索硬化症の有効な治療法が開発される。 51 四肢用の人工筋肉が実用化される。 52 小脳性運動失調症に有効な治療法が開発される。 53 神経幹細胞の移植により、運動麻痺の回復を促進する治療法が実用化される。 54 ADHD(注意欠陥・多動性障害)の原因論的分類が完成し、個々の疾病に対する薬物治療が確立される。	55 心筋梗塞の細胞治療法が開発される。 56 血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器が普及する。 57 人工ヘモグロビンが代替赤血球として普及する。 58 完全埋込型人工心臓が開発される。 59 完全埋込型人工肺が実用化される。 60 完全埋込型人工腎臓が実用化される。 61 閉塞性血管障害に対するマイクロマシを用いた血管内治療法が普及する。 62 動脈硬化病巣の局所治療が可能な遺伝子治療法が実用化される。
機能回復・ 補助水準の 向上			75 感音性難聴に有効な埋込型人工内耳が実用化される。 76 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が開発される。 77 小型・軽量で血液ガス濃度に応じた自己調整能をもつ人工呼吸器が普及する。	

消化系疾患	分娩・新生児疾患	損傷	総合・共通
			02 生物学的年齢を定量的に把握する方法が <u>実用化される</u> 。
	14 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が <u>実用化される</u> 。	15 褥創を予防する皮膚保護装置が <u>実用化される</u> 。	16 生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が <u>普及する</u> 。 17 老人性骨粗鬆症の予防法が普及し、80歳代の骨折が現在の半分になる。
23 マイクロマシンを用いた全消化管の検査装置が開発される。			24 体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が <u>実用化される</u> 。 25 臓器、組織の移植における拒絶反応の早期診断法が普及する。 26 胸部単純写真の自動診断装置が <u>実用化される</u> 。
63 完全埋込型人工すい臓が <u>実用化される</u> 。 64 長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が開発される。 65 生体細胞と人工物との共存によるハイブリッド型人工内分泌臓器が開発される。 66 80歳でも20本以上の歯が健康な状態で残せるような、う歯、歯周炎の予防・治療法が <u>普及する</u> 。		67 自家組織の保存・増殖・移植法が普及する。 68 埋込み式排尿制御装置が <u>実用化される</u> 。	69 遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が <u>実用化される</u> 。 70 異種臓器移植が治療法として <u>実用化される</u> 。 71 臓器保存技術等の進展により、 <u>全世界的に臓器を提供するシステムが普及する</u> 。 72 動物を用いない医薬品の安全性(変異原性、催奇形性、毒性)の検定法が <u>実用化される</u> 。 73 胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術が普及する。 74 高齢者の終末期における緩和医療が <u>普及する</u> 。
78 嚥下機能を補助する埋込型装置が開発される。		79 目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助ける、コントロール装置が <u>実用化される</u> 。 80 小型の動力源とコンピュータ制御による義足が普及する。	

領域 目的	感染症・免疫障害・代謝内分泌疾患	新生物	神経・精神・筋疾患	循環・腎・呼吸器系疾患
総合化(システム化)	81 世界規模のサーベイランスシステムにより、現在未知の強力な病原体の出現が早期に明らかにされ、世界的な流行が事前に阻止される。			82 種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が実用化される。
基礎(生体機能、本質等の解明等)			87 記憶の分子機構が解明される。 88 ICを生体細胞と結合させたハイブリッド型人工知能が開発される。 89 個体の老化機構が解明される。	

消化系疾患	分娩・新生児疾患	損傷	総合・共通
			<p>83 健康状態が家庭においてチェックでき、異常の際は在宅のままで適切な診断が受けられるシステムが普及する。</p> <p>84 会話が不自由な人用のポータブル音声会話補助装置が普及する。</p> <p>85 重度心身障害者の介護用ロボットが普及する。</p> <p>86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。</p>
			<p>90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が<u>解明</u>される。</p> <p>91 生体リズムを考慮した薬物投与が普及する。</p> <p>92 臓器特性を有する人工細胞の生産が<u>実用化</u>される。</p> <p>93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが<u>可能</u>となる。</p> <p>94 耐性株を作らない抗菌薬が<u>開発</u>される。</p>

## 5.4. 我が国の重点科学技術分野

保健・医療分野の回答者に対して、日本の将来を考える場合、どの科学技術分野に重点を置く必要があるかを問い、下表のような回答を得た。

表 5.4-1 「保健・医療」分野の回答者が考える将来の重点科学技術分野

実施すべき分野 今後5～10年に優先して研究開発を	2010年頃		分野 2010年頃に研究開発の優先度が高い	2010年頃	
	情報系技術	117人 (75.0%)		情報系技術	53人 (34.0%)
	生命系技術	140人 (89.7%)		生命系技術	139人 (89.1%)
	地球・環境系技術	123人 (78.8%)		地球・環境系技術	133人 (85.3%)
	材料系技術	11人 (7.1%)		材料系技術	29人 (18.6%)
	製造・マネジメント系技術	7人 (4.5%)		製造・マネジメント系技術	7人 (4.5%)
	社会基盤系技術	31人 (19.9%)		社会基盤系技術	59人 (37.8%)
	無記入	12人 (7.7%)		無記入	13人 (8.3%)

## 5.5. 我が国にとっての重要度

### 5.5.1. 重要度の高い課題

回答者(専門度「なし」の回答者は除く)の我が国にとっての重要度の回答結果は以下のとおりである。

「保健・医療」分野全体では重要度指数は59.3となっている。我が国にとっての重要度の評価が特に高かった課題(重要度指数の値が高い上位20位までの課題)は、次表に示すとおりである。最も重要度が高く評価されたのは、がんに関する課題であるが、そのほかに生活習慣病に関する課題が比較的上位を占めている。

表 5.5-1 重要度指数上位20課題

課題	重要度指数	実現予測時期(年)
04 <u>がん化の機構が解明される。</u>	89	2014
05 <u>がんの転移の機構が解明される。</u>	87	2014
09 <u>動脈硬化の発症機構が解明される。</u>	84	2013
06 <u>アルツハイマー病の発症機構が解明される。</u>	82	2014
13 <u>遺伝子診断に基づくがんの予防法が普及する。</u>	81	2017
19 <u>ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法が普及する。</u>	79	2016
16 <u>生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が普及する。</u>	78	2010
38 <u>全てのがんの5年生存率の平均が70%を超える。</u>	78	2020
89 <u>個体の老化機構が解明される。</u>	75	2021
74 <u>高齢者の終末期における緩和医療が普及する。</u>	72	2010
73 <u>胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術が普及する。</u>	71	2020
42 <u>がんの転移を防ぐ有効な手段が実用化される。</u>	71	2017
46 <u>アルツハイマー病を完治させる治療法が開発される。</u>	70	2020
81 <u>世界規模のサーベイランスシステムにより、現在未知の強力な病原体の出現が早期に明らかにされ、世界的な流行が事前に阻止される。</u>	70	2017
86 <u>個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。</u>	69	2011
27 <u>ウイルス性肝炎患者を治癒させる薬剤が普及する。</u>	68	2014

課 題	重要度指数	実現予測時期(年)
21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がりを見積もる方法が普及する。	66	2012
30 アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が開発される。	66	2016
32 経口によるインスリン治療法が普及する。	66	2014
55 心筋梗塞の細胞治療法が開発される。	66	2015

### 5.5.2. フレーム毎(領域別、目的別)の重要度

これを領域別で見た場合、「新生物」(72.0)が最も重要度指数が高くなっている。他の領域は、それほど差がなく、50ポイント台である。

また、目的別で見ると「健康の増進／発症機構の解明／予防法水準の向上／基礎」(62.7)が最も重要度指数が高くなっており、「機能回復・補助水準の向上／総合化(システム化)」(56.0)がやや低い。

図 5.5-1 領域別重要度指数

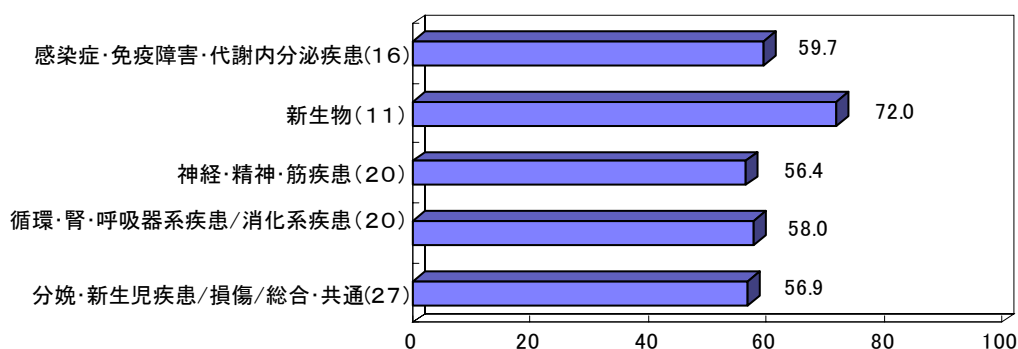
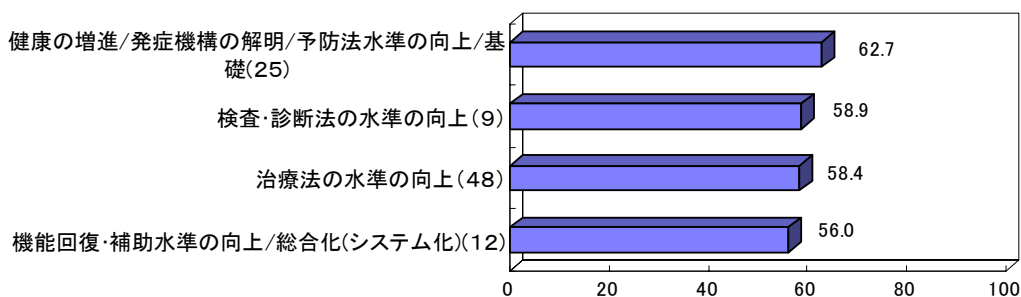


図 5.5-2 目的別重要度指数



(注)・重要度指数=(重要度「大」回答者数×100+重要度「中」回答者数×50+重要度「小」回答者数×25+重要度「なし」回答者数×0)÷重要度総回答者数

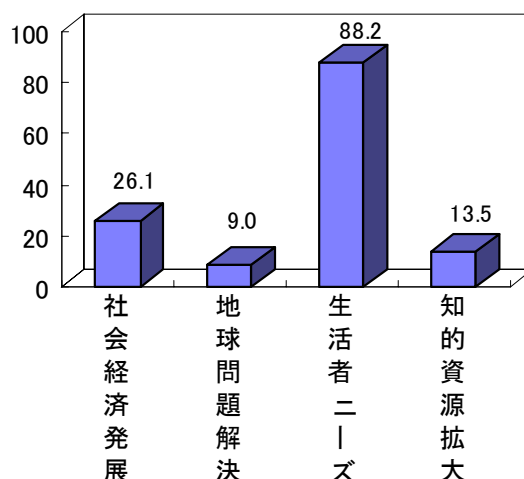
・カッコの中の数字は該当する課題数。

## 5.6. 期待される効果

### 5.6.1. 全体的な傾向

当該課題が実現することにより、期待される効果として「社会・経済発展への寄与」、「地球的規模の諸問題の解決」、「生活者ニーズへの対応」、「人類の知的資源の拡大」の4つの選択肢をあげ、複数回答方式で回答を求めた。回答(複数回答)結果は次に示すとおりである。

図 5.6-1 期待される効果(%)



全体では、「生活者ニーズへの対応」への期待がもっとも大きくなっている。

各効果の回答の比率が高い課題(回答の比率が51%以上で上位10位までの課題)を下表に示す。

表 5.6-1 期待される効果の回答の比率の高い課題

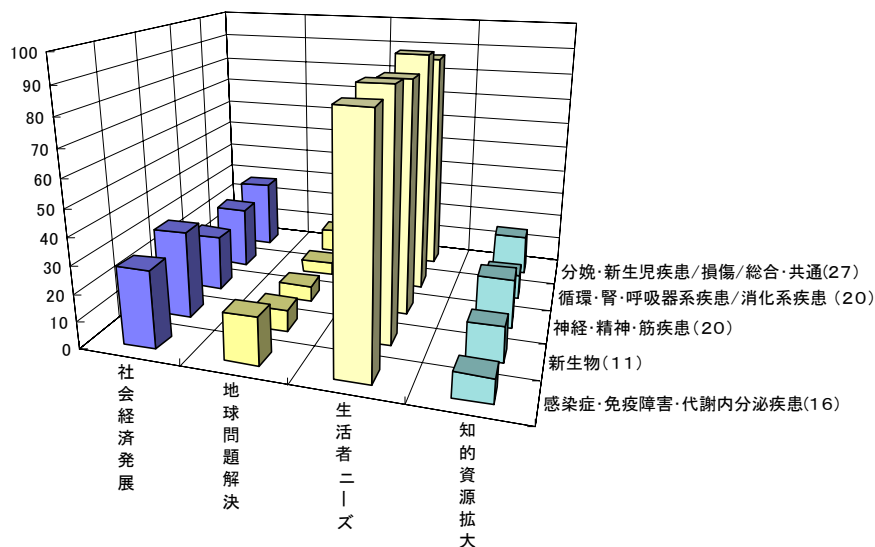
区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
社会・経済発展への寄与	16 生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が普及する。	54	2010
	86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。	53	2011
	83 健康状態が家庭においてチェックでき、異常の際は在宅のままで適切な診断が受けられるシステムが普及する。	53	2014
地球規模の諸問題の解決	81 世界規模のサーベイランス システムにより、現在未知の強力な病原体の出現が <u>早期に明らかにされ</u> 、世界的な流行が事前に阻止される。	73	2017
生活者ニーズへの対応	38 全てのがんの5年生存率の平均が <u>70%を超える</u> 。	95	2020
	30 アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が <u>開発される</u> 。	95	2016
	63 完全埋込型人工すい臓が <u>実用化される</u> 。	95	2018
	68 埋込み式排尿制御装置が <u>実用化される</u> 。	94	2015
	31 自己免疫疾患が <u>完治可能となる</u> 。	94	2021
	64 長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が <u>開発される</u> 。	94	2019
	25 臓器、組織の移植における拒絶反応の <u>早期診断法が普及する</u> 。	94	2011
	23 マイクロマシンを用いた全消化管の検査装置が <u>開発される</u> 。	94	2015
	21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がりを <u>非侵襲的に診断する方法が普及する</u> 。	94	2012
	24 体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が <u>実用化される</u> 。	94	2009

区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
人的資源の知	90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が <u>解明される</u> 。	57	2020
	87 記憶の分子機構が <u>解明される</u> 。	56	2023

### 5.6.2. フレーム毎(領域別、目的別)の期待される効果

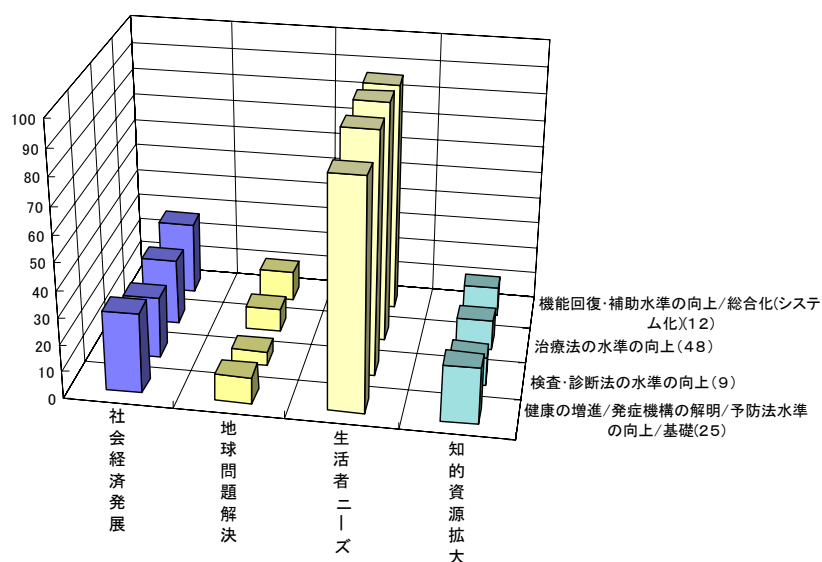
領域別にみると、各領域ともに「生活者ニーズへの対応」への期待が大きくなっている。

図 5.6-2 領域別期待される効果(%)



目的別でみたときにも、「生活者ニーズへの対応」への期待が大きくなっている。

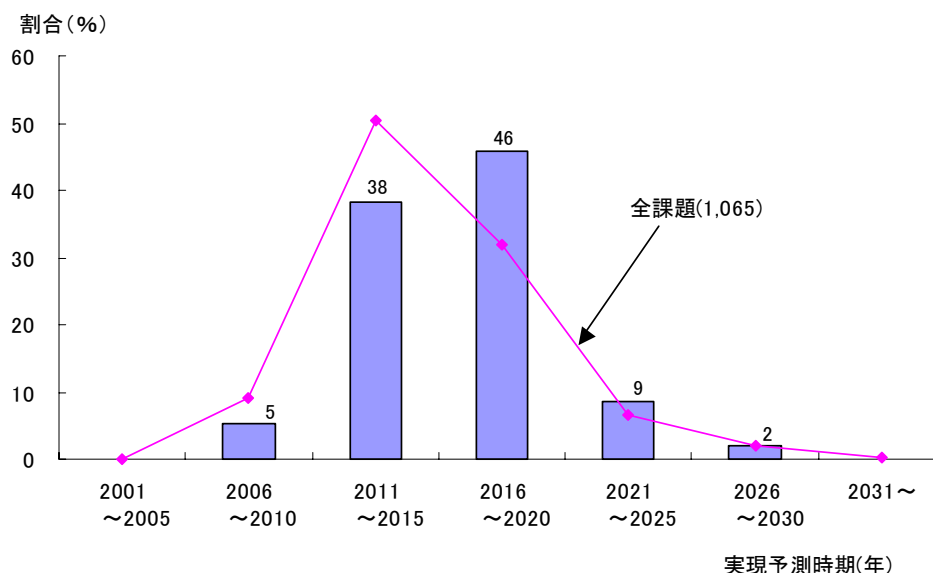
図 5.6-3 目的別期待される効果(%)



## 5.7. 実現予測時期

実現予測時期の分布は、下図のとおりである。

図 5.7-1 実現予測時期



全課題の実現予測時期の分布と保健・医療分野の実現予測時期の分布を比較すると、保健・医療分野の課題では2011年～2015年、2016年～2020年の間でそれぞれ4割程の割合となっており、全課題の傾向よりも遅い時期に実現が予測されている割合が大きい。

一方、領域別課題数と目的別課題数はそれぞれ次の表のとおりである。

表 5.7-1 領域別課題の実現予測時期

領域	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-
感染症・免疫障害・代謝内分泌疾患(16)	0	1	5	9	1	0	0
新生物(11)	0	0	3	7	1	0	0
神経・精神・筋疾患(20)	0	0	4	12	3	1	0
循環・腎・呼吸器系疾患/消化系疾患(20)	0	0	12	6	2	0	0
分娩・新生児疾患/損傷/総合・共通(27)	0	4	12	9	1	1	0

表 5.7-2 目的別課題の実現予測時期

目的	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-
健康の増進/発症機構の解明/予防法水準の向上/基礎(25)	0	1	13	6	3	2	0
検査・診断法の水準の向上(9)	0	3	4	2	0	0	0
治療法の水準の向上(48)	0	1	13	29	5	0	0
機能回復・補助水準の向上/総合化(システム化)(12)	0	0	6	6	0	0	0

領域別にみると、「分娩・新生児疾患/損傷/総合・共通」の領域では2010年以前の比較的早い時期に実現すると予測された課題がある。一方、「神経・精神・筋疾患」領域では2021年～2030年に実現が予測された課題があった。

目的別では、「健康の増進/発症機構の解明/予防法水準の向上/基礎」で、2021年～2030年に実現が予測された課題があった。

さらにここでは、実現予測時期のほかに「実現しない」、「わからない」という選択肢も設けている。それぞれの回答の比率が高かった課題(上位5課題)は以下の表のとおりである。

表 5.7-3 「実現しない」の回答の比率が高かった課題

課題	「実現しない」の比率(%)	実現予測時期(年)
93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが可能となる。	32	2027
94 耐性株を作らない抗菌薬が開発される。	22	2018
47 精神分裂病を完治させる治療法が開発される。	18	2025
88 IC を生体細胞と結合させたハイブリッド型人工知能が開発される。	14	2027
59 完全埋込型人工肺が実用化される。	13	2021

表 5.7-4 「わからない」の回答の比率が高かった課題

課題	「わからない」の比率(%)	実現予測時期(年)
93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが可能となる。	19	2027
94 耐性株を作らない抗菌薬が開発される。	14	2018
52 小脳性運動失調症に有効な治療法が開発される。	13	2019
47 精神分裂病を完治させる治療法が開発される。	13	2025
22 腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ、腎病変の診断法が確立される。	13	2014

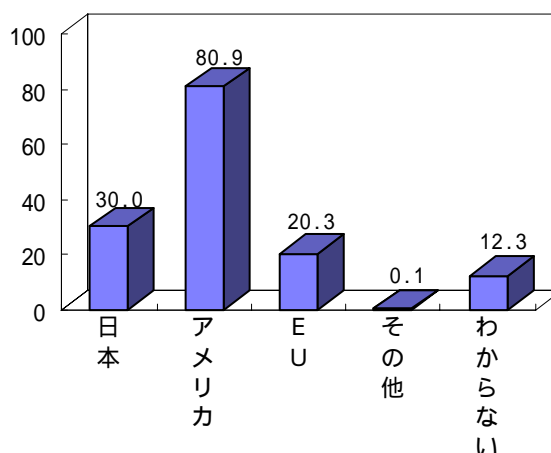
## 5.8. 現在第一線にある国等

### 5.8.1. 全体的な傾向

現在第一線にある国等の回答結果は以下の図のようになっている。

保健・医療の分野全般では、第一線にある国はアメリカとする割合が80.9%でトップであり、日本が30.0%、EUが20.3%と続いている。

図 5.8-1 第一線にある国(%)



現在第一線にある国が「日本」という回答の比率が高かった課題(上位5課題)と低かった課題(下位5課題)は以下の表のようであった。

表 5.8-1 「日本」という回答の比率が高かった課題

課 題	「日本」の比率(%)	実現予測時期(年)
23 マイクロマシンをを用いた全消化管の検査装置が開発される。	68	2015
26 胸部単純写真の自動診断装置が実用化される。	63	2010
85 重度心身障害者の介護用ロボットが普及する。	60	2015
86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。	56	2011
61 閉塞性血管障害に対するマイクロマシンをを用いた血管内治療法が普及する。	54	2016

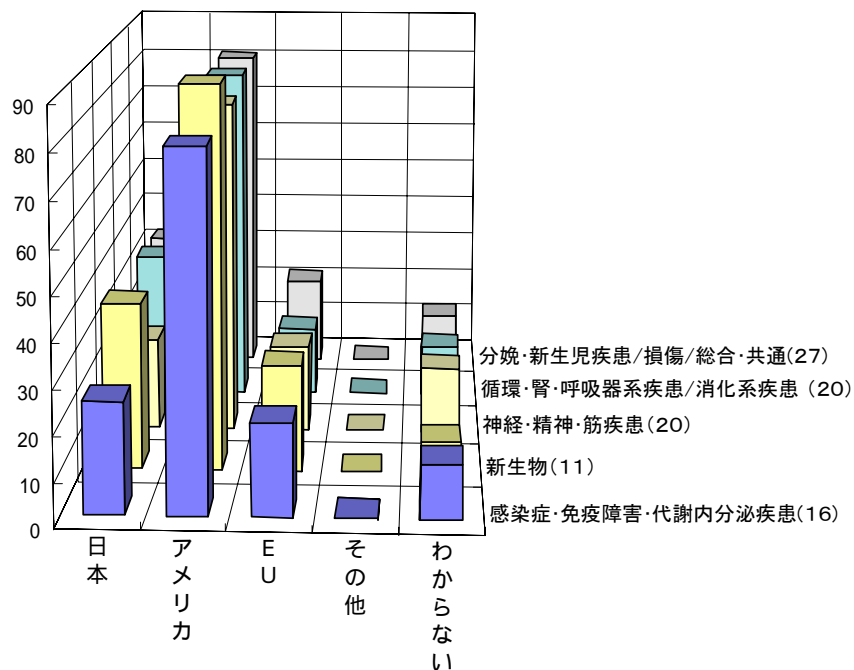
表 5.8-2 「日本」という回答の比率が低かった課題

課 題	「日本」の比率(%)	実現予測時期(年)
01 精神的ストレスの定量化が可能になる。	4	2013
90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が解明される。	6	2020
07 自閉症の発症機構が解明される。	10	2016
35 プリオン病の治療法が開発される。	10	2019
28 HIV 感染を根治させる治療法が実用化される。	10	2015

### 5.8.2. フレーム毎(領域別、目的別)の現在第一線にある国等

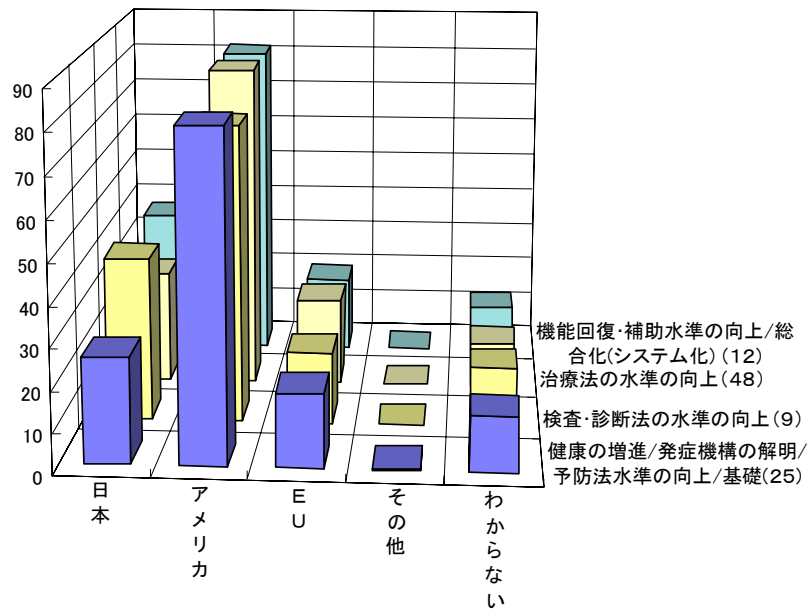
領域別にみると、どの領域においても、アメリカの優位は圧倒的である。

図 5.8-2 領域別第一線にある国(%)



目的別に見た場合、アメリカと日本の差が比較的開いていないのは、「検査・診断法の水準の向上」のグループであり、他のグループではその差はさらに大きくなっている。

図 5.8-3 目的別第一線にある国(%)

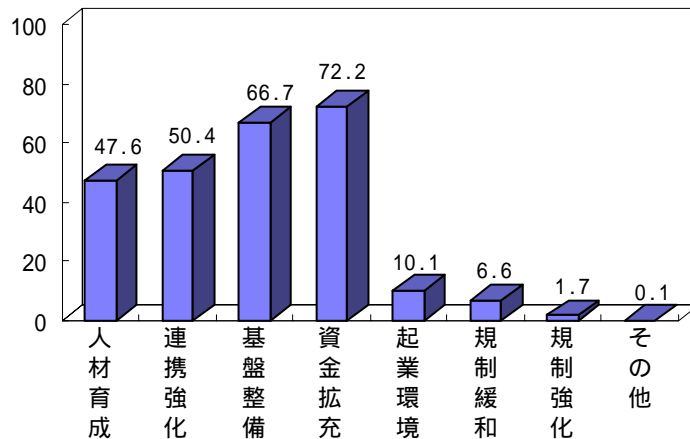


## 5.9. 我が国において政府がとるべき有効な手段

### 5.9.1. 全体的な傾向

我が国において政府がとるべき有効な手段の回答(複数回答可)結果は下図に示すとおりである。全体的には、「研究開発資金の拡充」「研究開発基盤の整備」「産学官・分野間の連携強化」「人材育成と確保」などが主要な手段として上位にあげられている。

図 5.9-1 政府がとるべき手段(%)



政府がとるべき有効な手段の回答の比率が高い課題(回答の比率が51%以上で上位5位までの課題)を次の表に示す。

表 5.9-1 政府がとるべき有効な手段の回答の比率が高い課題

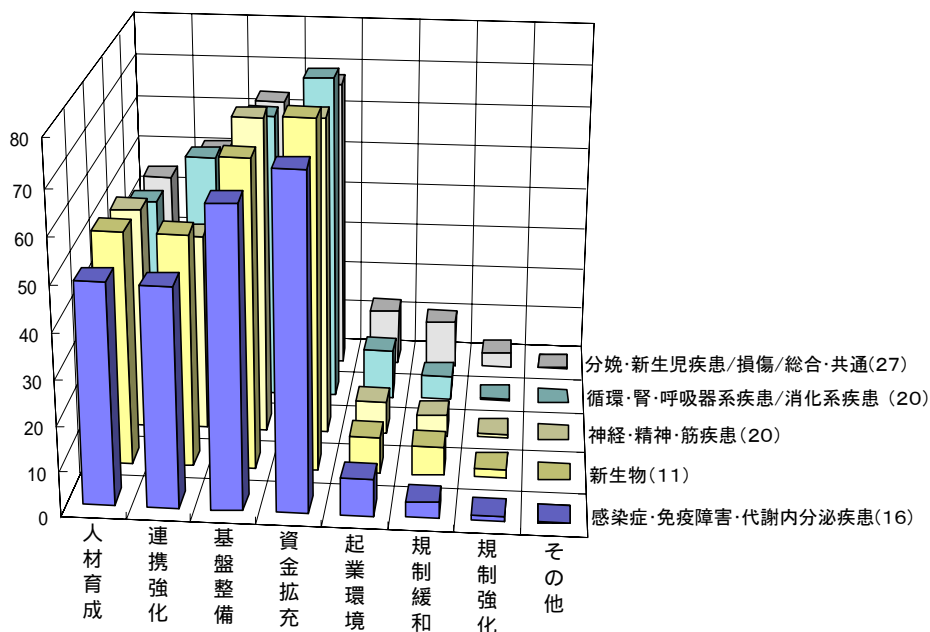
区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
人材育成と確保	07 自閉症の発症機構が <u>解明</u> される。	71	2016
	74 高齢者の終末期における緩和医療が普及する。	70	2010
	04 がん化の機構が <u>解明</u> される。	62	2014
	11 自己免疫疾患の発症予防法が普及する。	62	2018
	87 記憶の分子機構が <u>解明</u> される。	62	2023
産学官・分野間の連携強化	24 体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が <u>実用化</u> される。	72	2009
	85 重度心身障害者の介護用ロボットが普及する。	70	2015
	86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。	70	2011
	61 閉塞性血管障害に対するマイクロマシンを用いた血管内治療法が普及する。	68	2016
	58 完全埋込型人工心臓が開発される。	68	2015
研究開発基盤の整備	90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が <u>解明</u> される。	83	2020
	53 神経幹細胞の移植により、運動麻痺の回復を促進する治療法が <u>実用化</u> される。	82	2019
	87 記憶の分子機構が <u>解明</u> される。	81	2023
	89 個体の老化機構が <u>解明</u> される。	81	2021
	59 完全埋込型人工肺が <u>実用化</u> される。	79	2021
研究開発資金の拡充	55 心筋梗塞の細胞治療法が開発される。	86	2015
	04 がん化の機構が <u>解明</u> される。	83	2014
	05 がんの転移の機構が <u>解明</u> される。	82	2014
	09 動脈硬化の発症機構が <u>解明</u> される。	82	2013
	31 自己免疫疾患が <u>完治可能</u> となる。	81	2021

5.9.2. フレーム毎(領域別、目的別)の政府がとるべき有効な手段

領域別と目的別の割合(%)は次のとおりである。

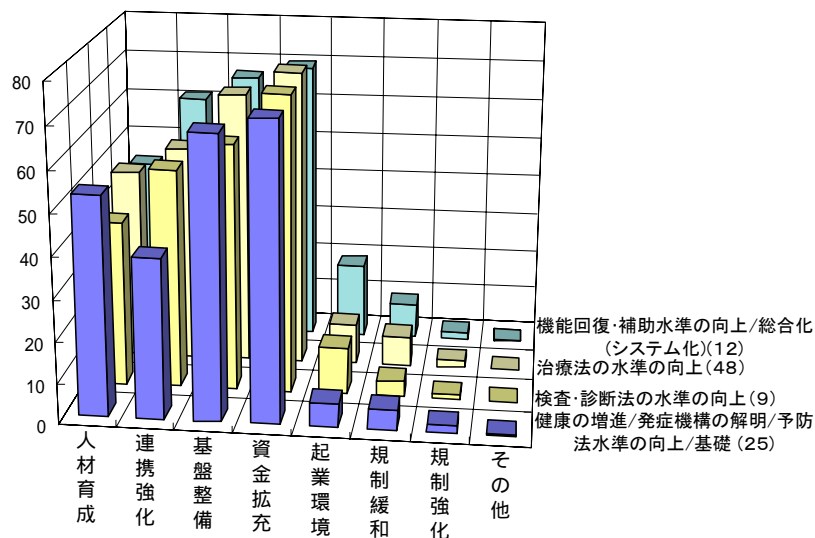
領域別にみると、とくに「新生物」領域では、「研究開発資金の拡充」の割合が他領域と比較して若干高くなっているが、どの領域でもほとんど同じ傾向になっている。

図 5.9-2 領域別政府がとるべき手段(%)



目的別で見ても、上位の4項目は同じ傾向である。

図 5.9-3 目的別政府がとるべき手段(%)

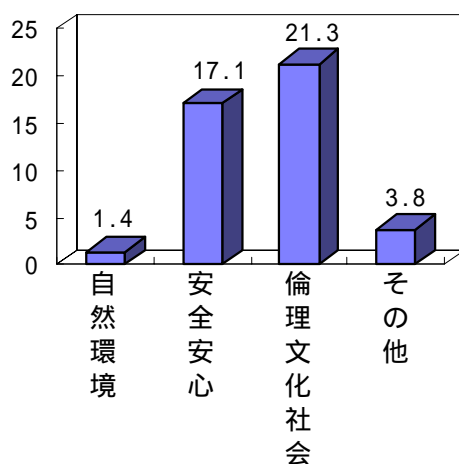


## 5.10. 我が国において懸念される問題点

### 5.10.1. 全体的な傾向

課題の実現に際しての、我が国で懸念される問題点についての回答(複数回答可)結果は以下のようになっている。全体としては「倫理・文化・社会へのマイナスの影響」が最も割合が高いが、4つの選択肢全部を足し合わせても、43.6%と、回答への反応はあまり高くない(無回答が多い)。

図 5.10-1 懸念される問題点(%)



懸念される問題点の回答の比率が高い課題(回答の比率が51%以上で上位5位までの課題)は次のようである。

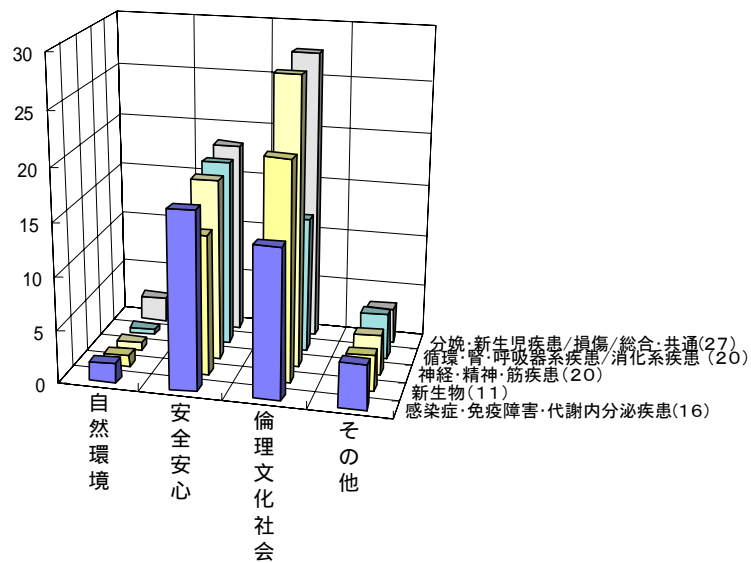
表 5.10-1 懸念される問題点の回答の比率が高い課題

区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
倫理・文化・社会へのマイナスの影響	14 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が実用化される。	72	2017
	01 精神的ストレスの定量化が可能になる。	71	2013
	02 生物学的年齢を定量的に把握する方法が実用化される。	65	2013
	93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが可能となる。	60	2027
	13 遺伝子診断に基づくがんの予防法が普及する。	57	2017

### 5.10.2. フレーム毎(領域別、目的別)の懸念される問題点

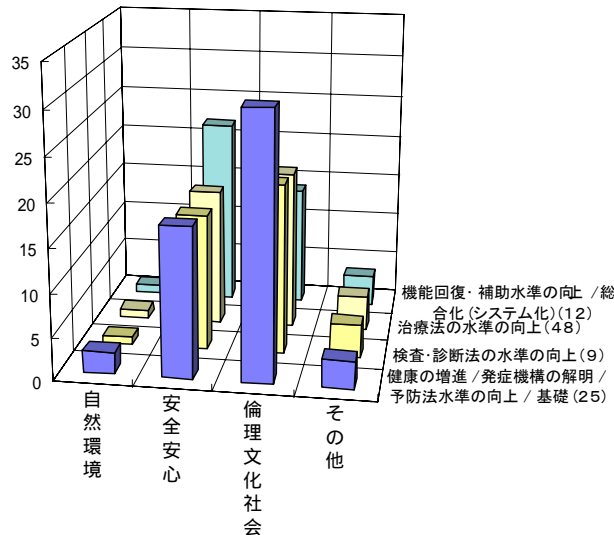
領域別にみると、「循環・腎・呼吸器系疾患／消化系疾患」の領域で「倫理・文化・社会へのマイナスの影響」がやや低い、その他の各領域ではほとんど同じ傾向になっている。

図 5.10-2 領域別懸念される問題点(%)



目的別には、とくに「健康の増進／発症機構の解明／予防法水準の向上／基礎」のグループで「倫理・文化・社会へのマイナスの影響」への反応が高いことが目立つ。

図 5.10-3 目的別懸念される問題点(%)



### 5.11. 第6回調査との比較(前回調査との比較)

今回調査の課題(94課題)のうち、継続課題(前回調査と課題の内容が同一)が47課題、修正課題(前回調査の課題の内容を一部修正)が26課題、新規課題が21課題となっている。それぞれの割合は、50%、28%、22%となっている。このうち継続課題について前回調査の重要度の割合と実現予測時期を今回調査のそれと比較した結果を次の表に示す。

重要度についてみた場合、重要度指数が増加した課題が12課題、減少した課題が35課題となっている。

また、実現予測時期についてみると、予測時期が遅くなっているものが43課題、予測時期が早くなっているものが1課題、変わらないものが3課題となっている。

表 5.11-1 第6回調査からの継続課題との比較

課題 (今回)	重要度指数/実現予測 時期(年)		課題 (前回)
	今回	前回	
04 がん化の機構が <u>解明される</u> 。	89 2014	88 2013	05 がん化の機構が <u>解明される</u> 。
05 がんの転移の機構が <u>解明される</u> 。	87 2014	86 2012	06 がんの転移の機構が <u>解明される</u> 。
06 アルツハイマー病の発症機構が <u>解明される</u> 。	82 2014	73 2012	07 アルツハイマー型痴呆の発症機構が <u>解明される</u> 。
07 自閉症の発症機構が <u>解明される</u> 。	56 2016	43 2017	84 自閉症の発症機構が <u>解明される</u> 。
08 気管支喘息の成因が <u>解明される</u> 。	60 2012	64 2010	08 気管支喘息の成因が <u>解明される</u> 。
09 動脈硬化の発症機構が <u>解明される</u> 。	84 2013	78 2011	09 動脈硬化の発症機構が <u>解明される</u> 。
10 慢性腎炎(原発性)の成因が <u>解明される</u> 。	53 2013	58 2013	10 慢性腎炎(原発性)の成因が <u>解明される</u> 。
14 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が <u>実用化される</u> 。	48 2017	53 2013	18 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が <u>実用化される</u> 。
16 生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が <u>普及する</u> 。	78 2010	81 2006	20 成人病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が <u>普及する</u> 。
27 ウイルス性肝疾患を治癒させる薬剤が <u>普及する</u> 。	68 2014	75 2010	35 ウイルス性肝疾患を治癒させる薬剤が <u>普及する</u> 。
29 血液からウイルスを除去する方法が <u>普及する</u> 。	62 2017	69 2010	37 血液からウイルスを除去する方法が <u>普及する</u> 。
31 自己免疫疾患が <u>完治可能となる</u> 。	60 2021	67 2020	40 自己免疫疾患が <u>完治可能となる</u> 。
34 家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。	49 2016	54 2014	43 家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。
38 全てのがんの5年生存率の平均が <u>70%を超える</u> 。	78 2020	87 2013	44 全てのがんの5年生存率の平均が <u>70%を超える</u> 。(現在胃がんで約40%程度)
40 がんの薬剤耐性克服法が <u>普及する</u> 。	62 2018	77 2013	46 悪性腫瘍の薬剤耐性克服法が <u>普及する</u> 。
41 がん治療に有効な放射線増感薬が <u>開発される</u> 。	52 2013	65 2009	47 がん治療に有効な放射線増感薬が <u>開発される</u> 。
42 がんの転移を防ぐ有効な手段が <u>実用化される</u> 。	71 2017	76 2013	48 がんの転移を防ぐ有効な手段が <u>実用化される</u> 。
44 がんに対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。	64 2018	72 2014	51 悪性腫瘍に対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。
45 薬物を、脳内の目的とする部位へ移行させる方法が <u>開発される</u> 。	60 2016	59 2015	52 薬物を、脳内の目的とする部位へ移行させる方法が <u>開発される</u> 。
47 精神分裂病を完治させる治療法が <u>開発される</u> 。	59 2025	64 2018	54 精神分裂病を完治させる治療法が <u>開発される</u> 。
49 筋ジストロフィーに対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。	50 2018	48 2016	56 筋ジストロフィーに対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。
50 筋萎縮性側索硬化症の有効な治療法が <u>開発される</u> 。	51 2019	49 2018	57 筋萎縮性側索硬化症の有効な治療法が <u>開発される</u> 。

課題 (今回)	重要度指数／実現予測 時期(年)		課題 (前回)
	今回	前回	
51 四肢用の人工筋肉が <u>実用化される</u> 。	49 2020	47 2020	58 四肢用の人工筋肉が <u>実用化される</u> 。
56 血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器が <u>普及する</u> 。	55 2015	57 2010	61 血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器が <u>普及する</u> 。
57 人工ヘモグロビンが代替赤血球として <u>普及する</u> 。	56 2014	61 2012	62 人工ヘモグロビンが代替赤血球として <u>普及する</u> 。
58 <u>完全埋込型人工心臓が開発される</u> 。	56 2015	65 2013	63 <u>完全埋込型人工心臓が開発される</u> 。
59 <u>完全埋込型人工肺が実用化される</u> 。	51 2021	61 2019	64 <u>完全埋込型人工肺が実用化される</u> 。
60 <u>完全埋込型人工腎臓が実用化される</u> 。	58 2019	63 2018	65 <u>完全埋込型人工腎臓が実用化される</u> 。
63 <u>完全埋込型人工すい臓が実用化される</u> 。	52 2018	66 2015	66 <u>完全埋込型人工すい臓が実用化される</u> 。
64 長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が開発される。	53 2019	61 2016	67 長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が開発される。
65 生体細胞と人工物との共存によるハイブリッド型人工内分泌臓器が開発される。	53 2021	57 2014	68 生体細胞と人工物との共存によるハイブリッド型人工内分泌臓器が開発される。
66 80歳でも20本以上の歯が健康な状態で残せるような、う歯、歯周炎の予防・治療法が <u>普及する</u> 。	64 2014	66 2008	69 80歳でも20本以上の歯が健康な状態で残せるような、う歯、歯周炎の予防・治療法が <u>普及する</u> 。
67 自家組織の保存・増殖・移植法が <u>普及する</u> 。	60 2015	62 2012	70 自家組織の保存・増殖・移植法が <u>普及する</u> 。
68 埋込み式排尿制御装置が <u>実用化される</u> 。	49 2015	54 2010	72 埋込み式排尿制御装置が <u>実用化される</u> 。
69 遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が <u>実用化される</u> 。	53 2018	58 2012	73 遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が <u>実用化される</u> 。
70 異種臓器移植が治療法として <u>実用化される</u> 。	49 2020	58 2016	75 異種臓器移植が治療法として <u>実用化される</u> 。
72 動物を用いない医薬品の安全性(変異原性、催奇形性、毒性)の検定法が <u>実用化される</u> 。	57 2017	65 2013	79 動物を用いない医薬品の安全性(変異原性、催奇形性、毒性)の検定法が <u>実用化される</u> 。
76 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が開発される。	51 2020	49 2019	81 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が開発される。
79 目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助ける、コントロール装置が <u>実用化される</u> 。	48 2018	55 2014	85 目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助けるコントロール装置が <u>実用化される</u> 。
80 小型の動力源とコンピュータ制御による義足が <u>普及する</u> 。	47 2014	51 2010	86 小型の動力源とコンピュータ制御による義足が <u>普及する</u> 。
82 種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が <u>実用化される</u> 。	58 2018	63 2014	87 種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が <u>実用化される</u> 。
85 重度心身障害者の介護用ロボットが <u>普及する</u> 。	61 2015	60 2012	90 重度心身障害者の介護用ロボットが <u>普及する</u> 。
87 記憶の分子機構が <u>解明される</u> 。	55 2023	65 2018	93 記憶の分子機構が <u>解明される</u> 。
88 ICを生体細胞と結合させたハイブリッド型人工知能が開発される。	52 2027	55 2019	94 ICを生体細胞と結合させたハイブリッド型人工知能が開発される。
89 個体の老化機構が <u>解明される</u> 。	75 2021	71 2018	95 個体の老化機構が <u>解明される</u> 。
90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が <u>解明される</u> 。	37 2020	41 2018	96 宇宙環境における生体の変化に関する機構が <u>解明される</u> 。
92 臓器特性を有する人工細胞の生産が <u>実用化される</u> 。	54 2023	58 2023	98 臓器特性を有する人工細胞の生産が <u>実用化される</u> 。



5.12. 集計結果一覧

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
健康の増進	1	精神的ストレスの定量化が可能になる。	1	142	10	35	55	54	21	56	22	1	26	8	87	20
			2	107	6	41	53	53	16	65	17	2	24	6	93	15
			専	6	100	0	0	67	33	67	0	0	33	17	100	17
	2	生物学的年齢を定量的に把握する方法が実用化される。	1	147	12	33	55	45	11	49	37	3	27	18	72	28
			2	109	7	38	55	45	10	54	33	3	28	13	79	18
			専	8	100	0	0	69	38	63	0	0	25	13	75	38
発症機構の解明	3	慢性関節リウマチなどの自己免疫疾患の発症機構が解明される。	1	153	14	37	49	63	32	56	13	0	16	7	90	16
			2	120	10	35	55	60	25	68	8	0	15	4	92	10
			専	12	100	0	0	75	50	50	0	0	33	25	92	17
	4	がん化の機構が解明される。	1	172	24	41	35	87	75	22	4	0	37	20	85	33
			2	126	23	44	33	89	79	19	2	0	41	11	90	21
			専	29	100	0	0	92	86	10	3	0	41	21	90	38
	5	がんの転移の機構が解明される。	1	170	21	39	39	82	67	27	6	0	33	16	87	26
			2	124	20	42	38	87	75	23	2	0	38	8	93	17
			専	25	100	0	0	91	84	12	4	0	40	16	96	28
	6	アルツハイマー病の発症機構が解明される。	1	144	21	21	58	78	59	36	5	0	38	17	86	28
			2	110	16	20	64	82	64	35	1	0	42	9	90	19
			専	18	100	0	0	97	94	6	0	0	44	11	89	33
	7	自閉症の発症機構が解明される。	1	92	4	23	73	56	25	48	27	0	18	5	85	18
			2	73	1	19	79	56	23	54	23	0	21	4	85	15
			専	1	100	0	0	100	100	0	0	0	100	100	100	0
	8	気管支喘息の成因が解明される。	1	128	8	38	55	62	30	57	13	0	20	8	94	16
			2	99	7	28	65	60	26	64	10	0	20	2	93	9
			専	7	100	0	0	71	43	57	0	0	29	0	100	14
9	動脈硬化の発症機構が解明される。	1	146	20	34	46	79	60	36	3	0	36	14	86	23	
		2	115	15	30	55	84	69	30	1	0	43	7	89	15	
		専	17	100	0	0	91	82	18	0	0	41	6	94	18	
10	慢性腎炎(原発性)の成因が解明される。	1	112	13	25	62	57	26	51	23	0	23	9	87	17	
		2	91	9	21	70	53	17	60	23	0	20	5	91	9	
		専	8	100	0	0	66	38	50	13	0	38	25	88	13	

実現予測時期							現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)			
2006	2011	2016	2021	2026	2031		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会への影響	その他のマイナスの影響			
						実現しない (%)																				
						わからない (%)																				
						11	9	8	63	18	1	30	52	23	50	51	2	2	2	1	1	27	48	1		
						9	5	4	69	13	0	25	56	22	62	59	1	0	1	0	1	21	71	0		
						0	0	0	83	33	0	0	100	33	50	83	0	0	0	0	0	33	33	0		
						4	10	17	61	15	0	31	46	21	52	52	2	3	3	3	2	27	50	1		
						5	6	11	68	10	0	28	46	18	61	61	5	1	4	1	1	23	65	0		
						0	0	13	88	0	0	0	100	25	38	88	0	0	0	0	0	25	38	0		
						0	2	36	83	21	0	9	49	29	59	73	3	3	1	1	1	16	17	3		
						0	2	30	89	18	0	5	56	28	68	73	2	3	0	0	0	16	20	3		
						0	0	50	92	42	0	0	75	33	83	67	0	0	0	0	0	25	8	8		
						1	2	43	94	28	0	3	56	47	65	76	5	6	2	1	2	16	25	3		
						0	2	40	94	21	0	1	62	43	69	83	2	7	1	0	2	11	28	4		
						0	3	41	100	24	0	0	69	48	79	90	7	10	0	0	3	17	24	3		
						1	1	43	92	29	1	5	55	44	60	78	5	7	2	1	2	15	23	4		
						1	1	39	95	22	0	2	60	42	68	82	3	5	2	0	1	14	23	3		
						4	4	48	96	36	0	0	76	40	84	92	8	12	4	0	4	16	12	0		
						1	3	31	88	22	0	6	55	40	69	76	3	6	4	1	1	21	31	4		
						0	2	22	91	15	0	3	57	38	74	79	2	4	4	0	0	16	36	3		
						0	0	22	94	17	0	0	78	50	72	89	0	0	6	0	0	22	33	0		
						3	11	15	55	21	1	33	57	21	57	54	4	7	2	1	0	22	33	2		
						1	7	10	64	19	0	27	71	23	63	60	1	7	0	0	0	16	40	3		
						0	0	0	100	0	0	0	100	0	100	100	0	0	0	0	0	100	100	0		
						1	3	38	77	27	0	14	48	36	51	72	5	4	2	2	2	16	13	2		
						0	2	26	82	26	0	12	57	37	60	79	3	2	1	0	3	13	15	3		
						0	0	14	86	57	0	0	71	29	71	100	14	0	0	0	0	0	0	0		
						0	3	36	88	23	0	9	53	49	61	77	5	5	1	1	1	14	16	3		
						0	3	31	91	24	0	7	61	48	68	82	2	3	0	0	1	13	17	3		
						0	6	35	94	29	0	6	88	65	82	88	0	0	0	0	0	18	18	0		
						2	5	30	72	22	0	25	50	32	55	68	4	6	1	1	0	16	12	3		
						1	5	26	75	16	0	20	62	34	59	76	3	5	0	0	0	19	11	3		
						13	0	38	100	38	0	0	88	25	88	100	13	25	0	0	0	13	13	0		

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
予法の水準の向上	11	自己免疫疾患の発症予防法が普及する。	1	135	10	39	51	60	28	56	15	0	16	9	86	16
			2	105	8	34	58	60	25	65	9	1	12	5	90	10
			専	8	100	0	0	81	63	38	0	0	25	25	63	50
	12	20～30年に1～2回接種すればよいインフルエンザワクチンが開発される。	1	120	16	27	58	66	39	47	13	1	40	23	89	15
			2	104	8	25	67	63	32	55	11	2	42	19	87	7
			専	8	100	0	0	75	50	50	0	0	50	25	88	0
	13	遺伝子診断に基づくがんの予防法が普及する。	1	164	15	39	46	78	61	32	7	1	40	18	87	26
			2	129	13	42	45	81	66	30	3	2	46	12	88	16
			専	17	100	0	0	80	63	31	6	0	47	12	71	18
	14	胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が実用化される。	1	108	9	26	65	52	17	58	25	0	15	12	86	22
			2	94	4	26	70	48	12	56	31	1	10	10	82	22
			専	4	100	0	0	38	0	50	50	0	0	25	50	50
	15	褥創を予防する皮膚保護装置が実用化される。	1	128	15	32	53	57	26	49	25	0	24	5	91	5
			2	108	17	28	56	57	23	60	16	1	26	4	91	4
			専	18	100	0	0	56	29	35	35	0	28	6	89	0
16	生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が普及する。	1	169	25	30	45	74	52	40	7	1	46	15	89	17	
		2	133	20	36	44	78	58	39	2	1	54	11	87	8	
		専	27	100	0	0	92	85	15	0	0	56	19	89	11	
17	老人性骨粗鬆症の予防法が普及し、80歳代の骨折が現在の半分になる。	1	136	15	33	52	66	38	50	11	1	43	9	92	12	
		2	109	14	34	52	64	34	57	7	2	43	4	90	5	
		専	15	100	0	0	75	57	36	0	7	47	0	93	7	
検査・診断法の水準の向上	18	細菌の同定と薬剤感受性の評価が1時間以内で可能な自動機器が普及する。	1	135	22	29	49	62	32	51	17	0	38	16	84	10
			2	108	16	28	56	59	25	65	9	1	36	12	86	6
			専	17	100	0	0	71	41	59	0	0	24	18	76	18
	19	ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法が普及する。	1	159	17	40	43	74	54	34	11	0	40	15	80	19
			2	128	14	39	47	79	62	32	6	1	42	9	84	15
			専	18	100	0	0	89	78	22	0	0	50	11	67	22
	20	精神分裂病の画像診断法が実用化される。	1	102	10	25	65	51	20	45	31	3	13	10	79	22
			2	89	8	22	70	50	20	46	30	5	11	8	89	18
			専	7	100	0	0	71	43	57	0	0	0	0	71	14

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)									
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響									
2006	2011	2016	2021	2026	2031	(%)	(%)																				
						3	6	27	79	24	0	16	56	30	61	66	8	5	1	1	2	15	16	4			
						4	6	23	84	19	0	13	62	30	70	77	7	3	0	0	0	15	17	4			
						13	0	13	100	13	0	0	75	25	63	100	0	13	0	0	0	38	13	13			
						16	9	25	67	21	1	21	38	51	59	58	9	8	3	1	6	20	8	3			
						12	8	23	71	18	1	21	39	50	67	63	9	3	1	0	2	27	6	3			
						13	0	13	88	38	0	0	38	50	75	63	13	0	0	0	13	13	0				
						4	4	31	92	24	1	7	51	47	71	73	13	15	11	1	3	27	51	2			
						5	1	27	91	22	0	7	59	40	78	76	9	12	10	0	0	26	57	2			
						6	0	24	82	18	0	6	71	35	82	76	0	12	0	0	18	41	0				
						6	9	18	76	19	0	20	41	21	51	56	4	13	12	2	5	29	69	2			
						4	3	14	83	17	1	12	51	19	56	64	2	10	10	1	1	26	72	2			
						25	0	0	100	25	0	0	75	25	75	50	0	0	0	0	50	50	0				
						2	2	38	50	16	0	33	30	49	49	59	19	5	2	1	4	15	8	5			
						1	0	38	60	11	0	24	37	52	55	71	17	3	0	0	3	20	7	5			
						6	0	33	56	22	0	17	39	33	56	67	11	6	0	0	11	17	0				
						1	1	46	76	30	0	14	50	41	51	57	9	6	3	4	2	12	14	5			
						1	0	44	80	26	0	8	59	44	61	65	7	5	0	1	1	11	17	4			
						0	0	48	78	19	0	4	48	48	74	63	0	0	0	0	15	11	0				
						3	4	45	64	29	0	19	40	49	53	63	12	5	4	1	3	12	12	5			
						3	3	47	73	21	0	10	42	47	61	66	10	3	1	0	0	17	12	4			
						0	13	53	87	13	0	7	53	67	73	53	13	0	0	0	0	7	7				
						2	3	33	68	22	0	22	33	61	51	61	23	8	3	2	7	12	8	4			
						1	0	35	74	18	0	11	37	60	55	69	17	4	0	0	6	13	6	5			
						6	0	35	59	29	0	12	35	47	47	71	18	6	0	0	6	12	0	6			
						12	7	36	75	25	0	19	42	52	61	69	21	5	4	1	3	18	26	4			
						9	3	35	82	22	0	13	44	52	65	76	14	2	2	0	2	17	34	4			
						6	0	50	94	33	0	0	33	50	72	78	17	0	6	0	28	33	11				
						14	13	24	64	26	0	28	38	37	61	66	10	7	7	2	2	26	46	3			
						10	6	25	73	27	0	19	51	44	71	72	6	7	3	0	25	55	3				
						0	14	43	86	57	0	0	57	57	86	86	0	0	0	0	14	57	14				

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
検査・診断法の水準の向上	21	粥状動脈硬化病巣の程度と広がりを見積もる非侵襲的に診断する方法が普及する。	1	137	22	37	41	66	39	49	13	0	29	7	88	13
			2	109	17	37	47	66	37	55	8	0	24	3	94	6
			専	18	100	0	0	86	72	28	0	0	39	0	100	17
	22	腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ、腎病変の診断法が確立される。	1	103	11	26	63	51	16	56	27	1	11	4	87	12
			2	88	6	26	68	49	11	62	26	0	8	3	92	9
			専	5	100	0	0	70	40	60	0	0	20	20	100	0
	23	マイクロマシンを用いた全消化管の検査装置が開発される。	1	118	14	18	69	62	34	49	16	1	25	6	89	15
			2	101	9	26	65	60	28	57	15	0	20	3	94	12
			専	9	100	0	0	94	89	11	0	0	22	0	100	11
	24	体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が実用化される。	1	120	13	24	63	65	37	50	13	0	28	3	93	12
			2	93	11	22	68	66	37	52	11	0	25	3	94	9
			専	10	100	0	0	90	80	20	0	0	40	10	100	0
	25	臓器、組織の移植における拒絶反応の早期診断法が普及する。	1	125	12	27	61	55	22	54	24	0	18	6	85	17
			2	101	7	24	69	52	13	68	19	0	12	4	94	11
			専	7	100	0	0	39	0	57	43	0	0	0	100	29
26	胸部単純写真の自動診断装置が実用化される。	1	141	16	30	54	47	14	47	37	1	25	5	84	11	
		2	113	17	36	47	48	14	51	32	2	27	4	85	10	
		専	19	100	0	0	56	22	56	22	0	26	5	84	11	
治療法の水準の向上	27	ウイルス性肝疾患を治癒させる薬剤が普及する。	1	125	11	30	59	68	41	51	7	1	31	19	86	10
			2	99	5	32	63	68	37	61	1	1	32	15	89	8
			専	5	100	0	0	88	75	25	0	0	60	40	60	0
	28	HIV感染を根治させる治療法が実用化される。	1	120	11	28	62	61	29	55	15	0	35	37	84	14
			2	98	7	26	67	60	25	64	11	0	32	37	88	8
			専	7	100	0	0	79	57	43	0	0	43	57	71	0
	29	血液からウイルスを除去する方法が普及する。	1	109	9	28	63	63	35	50	14	1	32	23	81	10
			2	89	4	28	67	62	30	59	11	0	35	21	85	8
			専	4	100	0	0	56	25	50	25	0	50	0	100	0
30	アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が開発される。	1	105	8	33	59	69	40	55	5	0	29	12	92	9	
		2	93	6	27	67	66	36	58	7	0	32	13	95	9	
		専	6	100	0	0	75	50	50	0	0	50	50	100	33	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)						
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響						
2006	2011	2016	2021	2026	2031	(%)	(%)																	
						1	4	40	78	15	0	15	42	49	58	73	12	6	1	1	1	11	15	5
						1	4	43	85	13	0	11	49	53	65	81	8	6	1	0	0	13	18	4
						0	0	78	100	17	0	0	56	61	78	78	17	11	0	0	0	17	11	0
						6	17	29	52	24	0	34	37	34	53	63	9	4	1	1	1	11	12	3
						3	13	28	61	18	0	28	36	35	55	66	5	2	0	0	0	9	11	5
						0	0	60	80	20	0	0	80	20	60	80	0	0	0	0	0	0	0	0
						2	8	60	53	17	0	14	37	61	59	65	20	4	2	1	1	16	12	3
						1	5	68	66	11	0	8	38	63	64	81	17	3	1	0	0	24	10	4
						0	11	67	44	0	0	11	67	67	78	78	33	11	0	0	0	0	0	11
						2	4	43	68	20	0	25	28	60	49	57	20	5	2	1	2	11	11	3
						1	1	43	76	14	0	17	30	72	55	72	14	2	0	0	0	16	10	4
						0	0	60	80	20	0	10	50	50	80	70	20	0	0	0	0	10	0	0
						2	7	22	81	27	0	15	41	36	65	70	10	5	1	1	2	9	17	3
						2	5	27	88	27	0	8	48	41	62	77	8	4	1	0	0	13	21	4
						0	0	29	86	43	0	0	29	29	71	86	0	14	0	0	0	14	14	0
						5	4	52	59	18	0	23	30	57	48	52	16	7	1	1	1	11	14	4
						5	3	63	62	12	0	19	32	64	50	58	16	4	0	0	0	13	13	4
						16	0	84	84	11	0	11	37	58	53	58	26	5	0	0	0	16	5	0
						4	5	47	66	27	0	20	40	55	60	71	13	3	2	1	1	11	8	3
						3	5	45	77	18	0	14	42	63	58	75	10	2	0	0	0	18	5	4
						0	0	100	100	60	0	0	40	80	60	60	0	0	0	0	0	0	20	0
						6	7	13	90	24	0	8	46	54	60	68	15	6	3	1	1	15	20	3
						4	5	10	92	20	0	4	53	59	63	76	10	4	1	0	0	18	26	4
						14	0	0	100	0	0	0	71	57	29	71	14	29	0	0	0	0	43	0
						7	16	24	61	20	0	30	42	50	62	64	15	5	3	1	6	13	10	3
						3	12	21	69	20	0	21	40	54	61	74	8	2	0	0	2	19	8	6
						0	25	50	50	25	0	0	50	75	50	75	0	25	0	0	0	0	25	0
						7	7	37	66	19	1	27	52	51	62	72	11	3	2	1	5	10	10	4
						3	5	34	74	15	0	14	58	53	68	78	9	3	0	0	2	15	9	4
						0	0	67	83	33	0	0	67	83	100	83	17	0	0	0	0	17	33	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
治療法の向上	31	自己免疫疾患が完治可能となる。	1	127	10	28	61	61	30	53	17	0	22	8	89	15
			2	102	9	27	64	60	24	67	9	0	18	5	94	10
			専	9	100	0	0	72	44	56	0	0	22	22	78	33
	32	経口によるインスリン治療法が普及する。	1	113	10	27	63	68	41	49	10	0	35	7	88	12
			2	94	7	18	74	66	36	58	7	0	38	6	91	6
			専	7	100	0	0	86	71	29	0	0	29	14	100	14
	33	糖尿病の遺伝子治療法が開発される。	1	120	10	24	66	63	32	53	14	0	32	7	91	13
			2	99	6	23	71	62	28	65	7	0	31	6	90	8
			専	6	100	0	0	63	33	50	17	0	17	0	100	17
34	家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法が普及する。	1	113	8	33	59	52	20	48	32	0	24	3	88	13	
		2	94	6	26	68	49	13	57	30	0	18	3	89	7	
		専	6	100	0	0	46	0	83	17	0	0	0	100	17	
35	プリオン病の治療法が開発される。	1	93	14	27	59	45	12	44	44	0	18	17	78	16	
		2	83	5	27	69	43	10	43	47	0	10	18	84	11	
		専	4	100	0	0	75	50	50	0	0	50	25	75	25	
36	宿主の感染防御能を阻害しない抗がん剤・免疫抑制剤が開発され、医原性日和見感染が激減する。	1	127	16	31	53	68	41	50	9	0	39	16	85	15	
		2	103	13	26	61	63	27	68	5	0	37	11	92	9	
		専	13	100	0	0	67	38	54	8	0	69	8	85	8	
37	ポリオ・麻疹ウイルスが天然痘のように制圧され、ワクチン接種が不要になる。	1	103	9	32	59	49	17	45	38	0	23	39	76	8	
		2	87	3	26	70	45	9	53	37	0	25	32	84	8	
		専	3	100	0	0	42	0	67	33	0	33	33	100	33	
38	全てのがんの5年生存率の平均が70%を超える。	1	149	17	32	51	77	57	36	5	1	37	18	89	13	
		2	126	13	29	58	78	59	35	6	0	39	13	95	7	
		専	17	100	0	0	87	76	18	6	0	59	24	100	18	
39	薬剤に低反応性の消化器がんに対して完全寛解をもたらす薬物療法が実用化される。	1	116	11	27	62	68	42	46	12	0	31	7	90	9	
		2	102	9	25	66	64	34	56	10	0	28	4	92	7	
		専	9	100	0	0	78	56	44	0	0	56	0	100	11	
40	がんの薬剤耐性克服法が普及する。	1	127	7	39	54	64	34	53	13	0	24	12	83	13	
		2	108	6	32	61	62	27	65	7	0	23	7	87	8	
		専	7	100	0	0	71	43	57	0	0	29	14	86	29	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)					
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響	
		実現しない (%)	わからない (%)																				
		10	17	31	76	27	0	20	51	35	64	71	8	5	2	1	2	8	14	3			
		7	12	27	83	25	0	11	57	39	72	81	5	3	0	0	2	7	15	4			
		0	0	44	100	33	0	0	56	67	67	78	0	11	0	0	0	0	11	11			
		6	7	35	78	24	1	17	38	57	58	65	14	8	3	1	1	12	12	3			
		3	6	29	82	22	1	13	38	59	62	76	13	4	0	0	0	12	14	4			
		14	0	29	86	43	0	0	57	57	57	57	29	29	0	0	0	0	0	0			
		6	9	26	78	21	1	15	44	46	61	67	14	10	9	1	3	16	19	3			
		1	4	25	86	14	1	11	47	48	67	76	13	8	4	0	1	18	26	4			
		0	0	17	100	0	0	0	50	50	83	67	17	0	0	0	0	17	50	0			
		4	8	21	78	15	0	14	42	47	59	67	14	9	8	1	1	18	19	3			
		0	6	19	81	13	0	13	46	48	64	71	7	3	3	0	0	16	24	4			
		0	0	0	100	0	0	0	33	50	67	67	0	0	0	0	0	17	33	0			
		5	14	13	73	42	0	14	44	32	69	72	8	1	4	1	5	17	16	4			
		0	8	10	73	41	0	8	48	30	73	73	4	1	2	0	2	19	17	5			
		0	25	0	100	25	0	0	100	75	100	75	0	0	0	0	0	50	50	25			
		6	18	31	75	29	0	18	46	56	64	71	15	6	2	1	6	10	7	3			
		4	9	25	85	24	0	9	50	58	66	76	10	5	0	0	3	12	4	4			
		8	8	15	92	8	0	8	46	54	77	69	0	8	0	0	8	0	8	0			
		10	9	25	68	27	0	20	41	39	49	58	7	6	6	3	7	17	12	4			
		8	3	22	76	24	0	13	49	44	64	69	2	5	1	2	3	20	10	5			
		0	0	0	67	0	0	0	67	67	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0			
		13	8	52	86	35	0	9	58	48	67	76	9	7	3	1	1	11	12	3			
		9	6	52	88	25	0	6	60	51	69	80	6	6	1	0	0	13	16	3			
		6	0	71	88	41	0	0	59	53	82	82	0	24	0	0	0	6	0	0			
		16	10	41	72	25	0	22	46	54	60	65	9	3	3	1	3	9	11	3			
		7	5	41	80	22	0	14	51	59	69	73	6	3	0	0	1	9	13	4			
		0	0	100	89	56	0	0	56	78	89	100	0	22	0	0	0	0	0	0			
		7	12	39	77	28	0	18	45	53	56	71	15	6	2	1	1	10	9	4			
		5	6	35	85	20	0	12	47	53	66	76	12	6	0	0	0	16	9	4			
		0	0	57	86	14	0	14	71	86	86	86	14	29	0	0	0	0	0	0			

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
治療法の向上	41	がん治療に有効な放射線増感薬が開発される。	1	113	16	21	63	55	21	59	20	1	26	4	86	12
			2	104	16	16	67	52	15	65	19	1	20	3	87	13
			専	17	100	0	0	59	24	65	12	0	24	0	100	12
	42	がんの転移を防ぐ有効な手段が実用化される。	1	132	11	27	62	70	43	51	6	0	29	10	89	14
			2	112	11	29	61	71	42	56	2	0	28	8	92	13
			専	12	100	0	0	75	50	50	0	0	8	0	100	17
	43	がんの有効な免疫学的治療法が普及する。	1	139	10	29	61	67	40	47	13	0	27	9	85	16
			2	112	9	33	58	65	32	61	6	0	26	4	89	12
			専	10	100	0	0	70	40	60	0	0	40	0	90	10
44	がんに対する遺伝子治療法が普及する。	1	136	7	35	57	66	38	48	14	0	25	10	85	16	
		2	111	8	33	59	64	33	57	10	0	25	6	91	14	
		専	9	100	0	0	67	33	67	0	0	44	0	89	22	
45	薬物を、脳内の目的とする部位へ移行させる方法が開発される。	1	114	11	26	63	62	33	50	18	0	22	7	82	20	
		2	85	9	26	65	60	28	55	17	0	15	2	87	14	
		専	8	100	0	0	81	63	38	0	0	25	13	100	25	
46	アルツハイマー病を完治させる治療法が開発される。	1	115	16	29	56	74	49	48	3	0	44	18	84	20	
		2	87	15	22	63	70	44	48	8	0	46	15	91	14	
		専	13	100	0	0	92	85	15	0	0	69	31	92	15	
47	精神分裂病を完治させる治療法が開発される。	1	86	5	21	74	63	33	51	15	0	29	12	86	17	
		2	72	3	17	81	59	24	65	11	0	31	10	89	15	
		専	2	100	0	0	100	100	0	0	0	100	0	50	0	
48	疼痛に対する無害で安全なコントロール法が普及する。	1	128	5	27	68	63	34	52	14	0	24	5	91	8	
		2	106	5	25	71	57	19	71	10	0	25	2	92	8	
		専	5	100	0	0	70	40	60	0	0	20	0	100	0	
49	筋ジストロフィーに対する遺伝子治療法が普及する。	1	97	18	14	68	54	24	44	31	1	16	7	88	15	
		2	77	13	16	71	50	14	58	28	0	13	3	91	12	
		専	10	100	0	0	68	40	50	10	0	20	0	90	20	
50	筋萎縮性側索硬化症の有効な治療法が開発される。	1	94	19	20	61	53	22	48	30	0	16	5	87	16	
		2	76	17	16	67	51	16	57	27	0	13	4	91	12	
		専	13	100	0	0	63	31	62	8	0	31	0	92	8	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)			
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響			
2006	2011	2016	2021	2026	2031	(%)	(%)														
		4	12	33	76	28	0	19	34	56	58	66	13	6	1	1	2	10	8	3	
		0	9	36	82	23	0	13	37	60	61	69	9	7	0	0	3	13	5	4	
		0	6	65	88	35	0	6	41	71	88	71	12	12	0	0	0	6	0	0	
		2	10	39	83	34	0	11	43	51	64	70	11	5	1	1	1	8	9	3	
		1	4	45	92	34	0	4	50	59	72	80	5	4	0	0	0	8	11	4	
		0	0	50	92	42	0	0	42	58	83	92	8	0	0	0	0	0	0	0	
		6	8	40	81	32	0	14	45	45	63	68	13	6	2	1	1	9	11	3	
		3	4	49	88	33	0	6	52	54	71	79	8	4	1	0	1	9	8	4	
		0	0	70	90	20	0	0	70	50	90	70	0	0	10	0	0	0	0	0	
		9	5	24	90	25	0	6	49	51	63	73	20	16	6	1	3	11	19	2	
		5	4	23	93	24	0	3	54	59	69	80	15	15	5	0	2	11	26	3	
		0	0	22	100	0	0	0	89	89	78	89	67	33	0	0	0	0	33	0	
		4	11	29	77	30	0	17	44	53	64	62	7	3	2	0	1	11	18	2	
		1	11	25	78	32	0	16	46	55	74	68	6	5	1	0	0	14	20	4	
		0	13	25	100	38	0	0	63	63	88	75	0	0	0	0	0	13	25	13	
		13	11	26	82	24	1	10	45	53	68	70	10	5	3	1	1	14	23	3	
		10	9	23	91	25	0	5	51	60	69	77	9	5	1	0	0	14	26	5	
		15	15	8	100	8	0	0	69	69	100	85	0	0	0	0	0	23	23	8	
		19	19	26	62	31	0	28	45	45	65	53	9	3	3	1	1	13	23	2	
		18	13	21	79	38	0	17	53	50	68	71	13	3	3	0	0	15	26	4	
		0	50	0	100	0	0	0	100	50	100	100	0	0	0	0	0	50	50	0	
		9	10	29	70	27	1	27	33	48	57	57	10	5	5	1	1	12	8	4	
		7	7	26	77	23	0	20	36	54	66	71	8	5	1	0	0	17	7	4	
		20	0	60	100	40	0	0	20	60	80	80	0	0	0	0	0	0	20	20	
		3	11	28	78	26	0	14	41	42	71	67	12	11	2	1	2	13	27	3	
		3	6	23	79	21	1	10	44	45	77	71	8	8	1	0	1	16	31	4	
		0	0	20	90	20	0	0	50	50	80	50	0	0	0	0	0	30	30	10	
		5	18	20	72	27	0	20	41	35	70	68	7	6	1	1	2	13	13	5	
		1	11	17	80	21	0	13	45	39	76	78	3	5	0	0	1	11	21	4	
		0	8	8	92	8	0	8	69	38	92	85	0	0	0	0	0	23	15	15	

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
治療法の向上	51	四肢用の人工筋肉が実用化される。	1	78	12	33	55	51	17	53	29	1	23	6	87	10
			2	67	3	30	67	49	12	62	25	2	15	4	90	10
			専	2	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0	50	0
	52	小脳性運動失調症に有効な治療法が開発される。	1	81	17	32	51	49	13	60	28	0	17	5	85	14
			2	71	14	25	61	46	7	63	30	0	10	1	92	8
			専	10	100	0	0	68	40	50	10	0	20	0	90	10
	53	神経幹細胞の移植により、運動麻痺の回復を促進する治療法が実用化される。	1	98	15	28	57	67	42	44	15	0	33	7	89	18
			2	85	12	21	67	65	35	57	8	0	29	7	89	15
			専	10	100	0	0	78	56	44	0	0	30	0	70	20
54	ADHD(注意欠陥・多動性障害)の原因論的分類が完成し、個々の疾病に対する薬物治療が確立される。	1	58	5	19	76	50	18	46	36	0	14	2	84	17	
		2	57	0	12	88	45	7	57	36	0	9	2	88	14	
		専	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	心筋梗塞の細胞治療法が開発される。	1	104	13	33	54	68	40	53	6	1	33	11	88	15	
		2	86	8	21	71	66	34	62	4	0	36	7	91	14	
		専	7	100	0	0	79	57	43	0	0	29	0	100	0	
56	血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器が普及する。	1	100	13	31	56	59	29	51	21	0	27	13	87	7	
		2	84	11	27	62	55	16	71	13	0	23	7	93	8	
		専	9	100	0	0	56	25	50	25	0	22	11	89	11	
57	人工ヘモグロビンが代替赤血球として普及する。	1	104	13	25	63	58	26	54	20	0	30	18	91	13	
		2	84	10	24	67	56	19	65	16	0	33	14	90	6	
		専	8	100	0	0	69	38	63	0	0	38	13	88	0	
58	完全埋込型人工心臓が開発される。	1	87	9	25	66	62	34	45	21	0	34	6	90	11	
		2	71	4	17	79	56	19	67	14	0	31	4	93	7	
		専	3	100	0	0	83	67	33	0	0	33	0	100	0	
59	完全埋込型人工肺が実用化される。	1	80	9	23	69	58	28	49	23	0	29	6	89	10	
		2	70	3	17	80	51	13	65	22	0	26	7	91	7	
		専	2	100	0	0	75	50	50	0	0	0	0	100	0	
60	完全埋込型人工腎臓が実用化される。	1	88	14	26	60	65	37	48	15	0	38	13	88	10	
		2	75	9	24	67	58	23	65	12	0	32	5	93	7	
		専	7	100	0	0	71	43	57	0	0	43	14	86	0	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)						
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響						
2006	2011	2016	2021	2026	2031	実現しない (%)	わからない (%)																	
						8	19	22	65	18	0	31	40	49	64	49	13	8	1	1	5	14	13	4
						4	7	16	73	12	0	21	37	48	66	61	7	4	0	0	1	22	16	4
						50	0	50	50	50	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	0	50
						5	17	27	65	26	0	27	47	40	68	64	11	6	1	1	2	9	11	4
						1	13	25	79	25	0	17	54	45	75	75	4	6	0	0	1	14	14	4
						0	10	60	80	20	0	10	70	80	90	70	10	0	0	0	0	10	10	10
						5	10	27	74	21	0	20	52	45	68	68	14	9	2	1	2	12	15	4
						2	6	26	82	20	0	9	54	42	82	76	8	8	0	0	1	16	18	4
						10	10	40	60	30	0	10	50	50	70	60	0	0	0	0	0	0	0	10
						5	17	16	62	17	0	34	43	36	64	52	3	3	2	2	2	17	19	3
						4	9	14	74	18	0	21	47	33	74	68	4	4	2	0	0	18	28	5
						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						1	8	31	81	18	0	16	43	46	63	75	14	6	0	1	2	10	12	2
						1	3	31	88	15	0	7	49	51	70	86	7	3	0	0	1	16	10	5
						0	0	57	86	14	0	0	14	57	57	86	0	0	0	0	14	14	0	0
						3	4	46	69	21	0	18	41	58	61	63	19	5	1	1	1	13	8	4
						2	4	46	80	17	0	11	40	58	67	79	17	5	0	0	0	20	5	5
						0	0	67	78	11	0	0	44	78	89	44	11	0	0	0	0	0	0	0
						5	10	33	63	21	0	25	36	58	61	63	22	9	2	1	4	13	8	4
						5	6	33	79	12	0	15	33	55	73	79	15	6	0	0	0	24	6	5
						0	0	63	100	13	0	0	38	63	88	63	25	0	0	0	0	25	0	0
						5	2	34	85	17	0	11	39	69	63	63	23	8	0	1	5	18	21	3
						4	0	35	89	17	0	6	45	68	73	76	17	10	1	0	1	21	17	4
						0	0	67	100	0	0	0	33	33	33	100	33	0	0	0	0	0	33	0
						24	6	24	75	20	0	21	38	65	70	60	19	4	0	1	3	15	21	3
						13	4	26	84	21	0	11	41	61	79	74	13	7	1	0	1	19	20	4
						0	0	50	100	0	0	0	100	50	50	100	0	0	0	0	0	0	0	0
						15	10	34	64	17	0	24	38	66	61	61	19	7	0	1	2	14	18	2
						8	9	39	76	15	0	15	44	65	71	76	16	9	1	0	0	20	13	4
						0	0	71	71	14	0	0	71	71	71	57	29	43	14	0	0	29	0	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
治療法の向上	61	閉塞性血管障害に対するマイクロマシンを用いた血管内治療法が普及する。	1	108	17	29	55	61	31	51	17	1	29	5	91	17
			2	84	12	24	64	59	25	61	13	0	21	4	92	15
			専	10	100	0	0	85	70	30	0	0	30	0	80	20
	62	動脈硬化病巣の局所治療が可能な遺伝子治療法が実用化される。	1	107	16	27	57	62	30	58	11	0	27	7	92	16
			2	84	12	25	63	57	18	73	9	0	24	4	92	13
			専	10	100	0	0	69	44	44	11	0	20	0	90	10
	63	完全埋込型人工すい臓が実用化される。	1	84	14	19	67	55	22	55	23	0	21	5	93	12
			2	73	8	12	79	52	17	58	25	0	19	3	95	7
			専	6	100	0	0	58	17	83	0	0	0	0	100	0
64	長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が開発される。	1	78	12	23	65	59	28	51	21	0	17	4	91	8	
		2	68	4	24	72	53	16	61	22	0	10	0	94	7	
		専	3	100	0	0	67	33	67	0	0	67	0	100	0	
65	生体細胞と人工物との共存によるハイブリッド型人工内分泌臓器が開発される。	1	75	13	27	60	57	21	64	15	0	16	4	87	13	
		2	65	8	20	72	53	16	65	19	0	12	2	92	9	
		専	5	100	0	0	65	40	40	20	0	40	0	100	0	
66	80歳でも20本以上の歯が健康な状態で残せるような、う歯、歯周炎の予防・治療法が普及する。	1	86	6	27	67	65	34	56	10	0	33	9	91	8	
		2	73	4	16	79	64	32	58	10	0	29	8	88	7	
		専	3	100	0	0	100	100	0	0	0	33	0	67	33	
67	自家組織の保存・増殖・移植法が普及する。	1	99	10	29	61	63	32	55	13	0	24	10	87	13	
		2	86	6	19	76	60	24	69	7	0	14	7	92	16	
		専	5	100	0	0	80	60	40	0	0	40	20	80	40	
68	埋込み式排尿制御装置が実用化される。	1	83	12	20	67	54	21	53	26	0	18	4	89	8	
		2	72	7	15	78	49	11	62	27	0	8	1	94	8	
		専	5	100	0	0	80	60	40	0	0	0	0	80	20	
69	遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が実用化される。	1	120	13	26	62	58	26	53	20	1	18	6	88	28	
		2	99	9	20	71	53	17	59	22	1	9	4	89	19	
		専	9	100	0	0	67	33	67	0	0	11	0	67	22	
70	異種臓器移植が治療法として実用化される。	1	97	12	27	61	53	22	54	20	4	21	6	84	22	
		2	83	6	23	71	49	14	60	22	4	14	2	87	17	
		専	5	100	0	0	45	20	40	20	20	20	20	60	60	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)					
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響	
		実現しない (%)	わからない (%)																				
		1	6	42	75	19	0	14	44	61	65	64	20	5	0	1	1	13	11	5			
		1	2	54	87	15	0	5	52	68	63	68	19	4	0	0	1	19	8	5			
		0	0	90	90	30	0	0	40	60	40	60	20	0	0	0	0	10	0	10			
		2	11	25	84	14	0	12	48	49	61	64	20	9	1	1	1	12	17	4			
		0	6	27	90	13	0	7	50	60	67	76	18	5	1	0	0	15	17	5			
		0	0	40	100	30	0	0	10	80	60	80	30	0	0	0	0	20	10	0			
		11	13	31	70	15	1	18	38	61	55	61	12	6	0	1	1	12	15	4			
		8	3	29	85	14	0	11	41	64	55	73	10	10	0	0	0	14	16	5			
		0	0	33	100	17	0	0	67	67	33	67	17	17	0	0	0	33	17	0			
		10	9	28	69	15	0	19	32	60	56	55	13	4	0	1	1	14	14	4			
		9	1	32	84	12	0	10	32	66	63	75	12	4	0	0	0	22	16	6			
		0	0	100	67	0	0	0	67	67	67	100	0	0	0	0	0	33	0	0			
		7	15	25	72	16	0	24	33	59	60	60	15	11	1	1	1	12	16	4			
		5	5	26	82	12	0	14	35	62	65	74	9	9	0	0	0	15	17	6			
		0	0	80	100	20	0	0	60	60	80	80	0	0	0	0	0	40	0	0			
		2	5	41	60	30	0	21	43	48	49	50	8	6	3	3	2	7	9	5			
		3	0	38	66	29	0	16	49	55	56	59	4	4	0	0	0	8	8	4			
		0	0	100	33	0	0	0	67	33	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0			
		0	6	28	81	29	0	16	39	55	64	72	15	18	4	1	2	12	19	4			
		0	1	29	88	23	0	9	41	56	66	74	14	16	5	0	0	9	24	5			
		0	0	60	100	40	0	0	60	60	80	100	20	40	0	0	0	0	0	40	0		
		7	14	14	58	18	0	33	34	59	58	60	18	10	1	1	4	16	11	4			
		4	8	17	76	14	0	21	42	57	61	69	13	10	0	0	1	21	8	4			
		0	0	20	100	40	0	0	60	60	80	40	20	20	0	0	0	20	0	0			
		2	7	23	89	27	0	7	52	43	65	74	17	15	10	1	2	19	29	3			
		0	1	21	92	21	0	4	53	46	68	79	17	13	9	0	0	16	40	4			
		0	0	22	100	11	0	0	89	56	67	100	22	0	0	0	0	22	33	0			
		8	14	21	78	25	0	14	48	43	62	57	13	19	14	2	5	24	47	3			
		6	12	19	80	19	0	11	49	47	65	64	8	19	10	0	5	27	53	4			
		20	0	0	80	20	0	0	80	60	100	40	0	20	20	0	20	60	60	0			

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区 分	課 題 番 号	課 題	ア ン ケ ー ト 区 分	回 答 者 (人)	専門度(%)			我が国にとって の重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済 発展への寄与	地球 規模の諸 問題の解決	生活者 ニーズへの 対応	人類 の知的資源 の拡大
治 療 法 の 水 準 の 向 上	71	臓器保存技術等の進展により、 <u>全世界的に臓器を提供するシステムが普及する。</u>	1	106	8	27	65	63	35	47	17	1	27	31	83	12
			2	84	2	21	76	59	27	58	16	0	24	31	88	10
			専	2	100	0	0	75	50	50	0	0	0	100	50	50
	72	動物を用いない医薬品の安全性(変異原性、催奇形性、毒性)の検定法が実用化される。	1	102	11	34	55	59	26	60	13	1	38	23	62	24
			2	92	8	24	68	57	21	67	11	1	40	23	71	22
			専	7	100	0	0	75	57	29	14	0	71	14	57	14
	73	胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術が普及する。	1	114	11	21	68	71	47	45	8	0	37	18	87	26
			2	93	6	20	73	71	46	46	8	0	39	16	82	25
			専	6	100	0	0	92	83	17	0	0	67	17	83	17
	74	高齢者の終末期における緩和医療が普及する。	1	152	13	35	53	72	47	45	8	0	34	14	92	10
			2	122	16	30	55	72	46	50	4	0	28	10	91	11
			専	19	100	0	0	82	68	21	11	0	47	11	89	16
機 能 回 復 ・ 補 助 水 準 の 向 上	75	感音性難聴に有効な埋込型人工内耳が実用化される。	1	64	6	19	75	55	21	59	21	0	23	2	92	13
			2	59	3	10	86	52	14	66	21	0	17	2	86	8
			専	2	100	0	0	75	50	50	0	0	0	0	100	0
	76	神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が開発される。	1	57	11	21	68	53	16	62	22	0	23	2	86	19
			2	55	4	16	80	51	13	67	20	0	15	2	85	15
			専	2	100	0	0	100	100	0	0	0	50	0	50	0
	77	小型・軽量で血液ガス濃度に応じた自己調整能をもつ人工呼吸器が普及する。	1	81	11	21	68	55	19	64	18	0	17	4	93	14
			2	74	8	18	74	50	11	66	23	0	8	7	88	11
			専	6	100	0	0	71	50	33	17	0	0	0	100	0
	78	嚥下機能を補助する埋込型装置が開発される。	1	78	10	33	56	51	17	55	26	1	17	3	90	12
			2	73	8	26	66	49	11	64	24	1	12	3	88	11
			専	6	100	0	0	75	50	50	0	0	17	0	67	17
79	目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助ける、コントロール装置が実用化される。	1	80	15	26	59	51	15	58	27	0	21	5	91	11	
		2	76	8	22	70	48	8	67	25	0	14	3	89	11	
		専	6	100	0	0	54	17	67	17	0	0	0	100	17	
80	小型の動力源とコンピュータ制御による義足が普及する。	1	80	15	25	60	49	15	51	33	0	19	4	91	13	
		2	73	10	21	70	47	10	60	31	0	12	5	89	12	
		専	7	100	0	0	57	29	43	29	0	14	0	100	0	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)										我が国において懸念される問題点(%)					
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響	
		実現しない (%)	わからない (%)																				
	12	5	22	85	38	1	8	43	46	55	42	9	29	15	2	3	16	46	4				
	10	2	24	90	44	0	5	50	50	58	58	7	29	10	0	0	21	54	2				
	0	50	0	100	50	0	0	0	50	100	0	0	50	0	0	0	0	50	0				
	16	13	21	67	26	0	25	41	51	60	53	12	12	4	1	7	17	14	5				
	8	9	21	77	26	0	15	42	51	67	65	11	11	4	0	4	17	15	3				
	0	0	43	71	57	0	14	43	43	43	43	14	14	14	0	0	29	0	0				
	3	7	24	85	25	0	11	49	56	78	68	22	18	9	2	4	16	42	4				
	2	8	20	91	20	0	5	55	58	77	76	18	19	8	0	1	17	53	2				
	0	17	67	100	33	0	0	67	83	100	67	33	50	0	0	17	67	67	0				
	1	2	34	71	55	0	12	55	35	36	35	11	28	11	2	1	13	33	4				
	0	2	32	84	57	0	7	70	39	43	47	12	29	7	1	0	15	37	2				
	0	11	32	79	47	0	11	74	42	42	37	5	21	5	0	0	5	32	0				
	0	8	34	63	28	3	22	36	64	61	55	17	5	0	2	2	14	8	3				
	0	5	25	80	25	0	12	42	59	64	68	17	2	0	0	0	22	10	3				
	0	0	0	100	50	0	0	100	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0				
	16	11	23	65	12	0	28	40	51	63	58	12	4	0	2	2	9	9	4				
	11	5	24	75	15	0	20	49	56	71	78	13	4	0	0	0	11	9	4				
	0	0	50	100	0	0	0	50	50	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2	9	27	75	19	0	21	30	63	58	63	14	5	0	1	2	15	9	5				
	1	3	26	81	16	0	12	34	64	64	76	15	4	0	0	1	20	7	4				
	0	0	0	67	17	0	17	50	67	33	67	33	0	0	0	0	0	17	17				
	5	15	24	59	19	0	32	45	62	67	63	13	9	0	1	3	14	10	4				
	4	8	29	77	15	0	19	49	56	74	70	12	4	0	0	1	23	11	3				
	17	0	33	50	17	0	33	67	67	50	50	17	17	0	0	0	17	0	17				
	9	14	36	76	28	0	18	41	66	63	68	21	4	0	1	1	13	8	4				
	5	8	37	86	26	0	11	46	62	72	76	18	5	0	0	1	21	7	3				
	0	0	33	83	50	0	17	33	50	83	67	17	17	0	0	0	17	0	17				
	3	9	49	74	30	0	14	38	60	58	66	23	8	1	3	1	15	6	4				
	1	4	47	86	22	0	7	47	55	63	74	23	4	0	1	1	23	5	3				
	0	0	43	86	57	0	0	57	43	57	86	29	14	0	0	0	14	14	14				

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)				期待される効果(%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
総合化（システムテーム化）	81	世界規模のサーベイランスシステムにより、現在未知の強力な病原体の出現が早期に明らかにされ、世界的な流行が事前に阻止される。	1	92	26	18	55	71	47	44	9	0	48	67	63	20
			2	83	16	14	70	70	43	51	6	0	47	73	69	18
			専	13	100	0	0	88	77	23	0	0	62	77	77	31
	82	種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が実用化される。	1	90	14	24	61	61	28	60	12	0	38	17	86	19
			2	80	8	21	71	58	19	73	8	0	35	14	84	14
			専	6	100	0	0	58	17	83	0	0	50	0	50	50
	83	健康状態が家庭においてチェックでき、異常の際は在宅のままで適切な診断が受けられるシステムが普及する。	1	139	12	27	62	66	38	52	10	0	43	8	91	14
			2	114	6	28	66	65	33	62	5	0	53	7	92	10
			専	7	100	0	0	100	100	0	0	0	86	14	100	14
	84	会話が不自由な人用のポータブル音声会話補助装置が普及する。	1	74	5	32	62	55	25	48	27	0	22	3	92	11
			2	73	4	27	68	53	18	58	24	0	21	4	92	7
			専	3	100	0	0	100	100	0	0	0	33	0	100	0
	85	重度心身障害者の介護用ロボットが普及する。	1	98	8	23	68	63	34	50	16	0	41	6	89	15
			2	88	5	23	73	61	27	64	9	0	39	5	91	8
			専	4	100	0	0	88	75	25	0	0	50	0	100	0
86	個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。	1	161	16	24	61	70	43	51	6	1	49	7	86	11	
		2	129	12	22	67	69	40	57	3	0	53	6	85	9	
		専	15	100	0	0	80	60	40	0	0	60	13	93	20	
基礎（生体機能、本質等の理解等）	87	記憶の分子機構が解明される。	1	90	16	22	62	61	33	44	23	0	24	13	64	58
			2	84	11	17	73	55	24	49	27	0	17	12	74	56
			専	9	100	0	0	72	44	56	0	0	33	11	78	78
	88	ICを生体細胞と結合させたハイブリッド型人工知能が開発される。	1	61	11	20	69	55	24	53	20	3	38	5	67	49
			2	59	3	17	80	52	17	57	26	0	27	3	73	44
			専	2	100	0	0	75	50	50	0	0	0	0	0	100
	89	個体の老化機構が解明される。	1	121	16	26	58	73	52	38	8	2	40	22	74	50
			2	108	11	21	68	75	55	36	9	0	38	19	76	50
			専	12	100	0	0	79	58	42	0	0	50	17	92	58
	90	宇宙環境における生体の変化に関する機構が解明される。	1	67	18	4	78	42	14	33	48	5	24	34	42	48
			2	63	6	10	84	37	6	27	66	0	16	29	48	57
			専	4	100	0	0	69	50	25	25	0	25	25	75	100

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)								我が国において懸念される問題点(%)						
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響
		実現しない (%)	わからない (%)																			
		7	10	21	72	26	0	23	51	45	63	55	5	4	7	3	7	16	14	5		
		1	4	20	82	23	0	16	58	51	76	65	5	4	4	1	5	24	19	6		
		0	0	31	100	31	0	0	69	69	77	69	8	0	8	8	0	23	15	8		
		3	13	22	71	20	0	23	37	48	64	58	24	14	2	1	2	18	10	3		
		1	5	21	86	13	0	11	40	59	73	69	20	10	0	0	0	26	9	4		
		0	0	67	100	17	0	0	50	83	83	83	33	17	0	0	0	50	0	0		
		4	6	40	58	23	0	26	40	60	52	58	29	22	4	1	1	15	19	4		
		4	4	49	76	20	0	13	45	68	61	71	30	22	3	0	1	20	22	4		
		0	0	71	57	29	0	14	57	57	86	100	29	14	0	0	0	14	14	0		
		1	4	43	65	18	0	23	38	61	55	54	26	5	1	1	1	15	14	4		
		0	1	44	84	12	0	10	38	63	64	67	22	4	0	0	0	25	12	4		
		0	0	100	100	0	0	0	67	67	67	100	33	0	0	0	0	0	0	33		
		2	1	50	67	19	0	17	38	70	56	63	27	11	1	1	4	11	16	4		
		1	0	60	82	18	0	6	39	70	63	67	25	10	0	0	1	16	20	3		
		0	0	100	25	25	0	0	0	50	25	25	25	25	0	0	25	0	25	0		
		1	2	50	72	28	0	14	36	65	55	52	24	25	16	1	1	27	30	3		
		0	1	56	83	23	0	8	37	70	58	57	22	33	13	0	0	31	36	4		
		0	0	67	73	33	0	7	40	87	60	73	40	60	33	0	0	27	40	0		
		9	9	26	70	17	0	27	59	30	71	74	10	4	3	1	2	16	36	3		
		7	10	23	82	11	0	13	62	30	81	79	10	5	0	0	0	17	37	5		
		0	11	22	89	33	0	11	89	44	89	78	11	11	0	0	0	0	22	11		
		15	11	26	67	15	0	25	44	52	66	54	15	8	3	2	8	18	33	5		
		14	5	25	78	10	0	19	56	44	73	66	14	7	0	0	3	24	39	5		
		0	0	50	50	50	0	50	50	0	50	0	0	50	0	0	0	0	50	0		
		9	6	34	76	26	0	18	54	38	67	73	9	7	3	1	6	12	31	3		
		7	4	34	85	22	0	8	59	38	81	81	4	5	1	0	3	13	32	4		
		0	0	42	83	25	0	17	75	67	92	92	8	17	8	0	0	8	25	8		
		3	13	9	85	10	4	13	46	42	69	63	6	0	3	1	9	10	13	3		
		2	5	6	89	8	6	6	49	41	83	70	0	2	0	0	8	16	21	3		
		0	0	50	100	25	25	0	50	75	75	75	0	0	0	0	0	0	0	0		

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区 分	課 題 番 号	課 題	ア ン ケ ー ト 区 分	回 答 者 (人)	専門度 (%)			我が国にとって の重要度 (%)				期待される効果 (%)				
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済 発展への寄与	地球 規模の諸 問題の解決	生活者 ニーズへの 対応	人類 の知的資源 の拡大
基礎 (生体機能、 本質等の 理解等)	91	生体リズムを考慮した薬物投与が普及する。	1	111	9	32	59	56	25	51	22	2	24	3	89	20
			2	98	11	30	59	55	20	60	21	0	22	2	93	16
			専	11	100	0	0	75	55	36	9	0	27	9	100	18
	92	臓器特性を有する人工細胞の生産が実用化される。	1	89	10	18	72	57	23	62	13	2	30	13	82	25
			2	80	3	20	78	54	14	75	10	1	34	11	89	21
			専	2	100	0	0	100	100	0	0	0	50	50	50	100
	93	遺伝子を操作することにより老化を抑制することが可能となる。	1	109	13	21	66	56	31	35	28	6	37	12	79	40
			2	95	8	22	69	53	26	41	29	4	34	11	81	40
			専	8	100	0	0	75	50	50	0	0	50	13	100	63
	94	耐性株を作らない抗菌薬が開発される。	1	110	19	25	55	67	39	52	7	1	37	31	83	18
			2	96	11	23	66	66	36	57	7	0	35	26	86	15
			専	11	100	0	0	86	73	27	0	0	45	36	82	18

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)					我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)							我が国において懸念される問題点(%)								
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響
		実現しない (%)	わからない (%)																			
	3	5	34	69	31	0	23	40	50	55	59	11	5	2	2	2	13	16	5			
	1	1	35	80	32	0	15	41	54	65	77	8	4	0	1	0	13	19	5			
	0	0	36	91	36	0	0	64	27	73	82	0	0	0	9	0	9	0	0			
	6	11	18	74	19	0	17	36	52	69	64	17	7	2	0	4	13	25	4			
	8	10	15	84	14	0	14	36	55	75	76	15	6	3	0	1	15	33	4			
	0	0	0	100	0	0	0	0	100	50	50	0	50	0	0	50	50	50	0			
	33	23	19	66	15	0	25	39	39	61	59	9	10	9	2	7	14	56	2			
	32	19	16	78	12	0	19	41	36	71	66	4	14	9	0	4	16	60	2			
	38	25	13	75	13	0	25	50	63	100	63	13	13	0	0	0	0	50	0			
	30	19	33	61	25	0	27	41	52	63	54	11	5	2	1	18	11	8	5			
	22	14	38	77	24	0	19	43	53	73	65	8	6	0	0	28	15	5	5			
	27	9	36	82	27	0	0	27	45	64	55	0	0	0	0	18	0	0	9			

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

5.13. 回答者コメント例(課題別)

健康増進	01 精神的ストレスの定量化が可能になる。 ○定量化だけでなくストレスの解決に必要な治療手技等の開発が重要と考える。○個人の耐容度が違いすぎるので定量化に不適。誤診の害が大きい。○ストレスという用語があいまい。○ストレスは個人差があり定量化は困難と思う。定量化することにより画一化が起きる。○雇用に偏用される恐れ。
	02 生物学的年齢を定量的に把握する方法が実用化される。 ○DNA の異常として定量化されると思う。○「X線写真による骨年齢の測定」は既に普及しているが、半定量的と言えないか。○学問的に可能であっても倫理・文化・地球環境にとってマイナスに働く。○実用化は十分可能だが、使用目的により信頼性、妥当性が問題。普及には時間がかかる。
発症機構の解明	04 がん化の機構が解明される。 ○既に基本的なところは解明されている。個々の症例での解析やオーダーメイド治療などが残された課題である。○解明によってがんが治癒することになると人口増加、医療費などさらに大きな問題が起きる
	05 がんの転移の機構が解明される。 ○がん患者は転移で死ぬことから、転移のメカニズムの解明は特に重要と考える。○解明によってがんが治癒することになると人口増加、医療費などさらに大きな問題が起きる
	06 アルツハイマー病の発症機構が解明される。 ○遺伝子レベルの問題であり生命倫理がかかわってくるのでプライバシーの問題が重要
予防法の水準の向上	13 遺伝子診断に基づくがんの予防法が普及する。 ○がんの遺伝子診断は普及すると思うが、予防法についてはどこまで有効なものが可能か？人が、がんになることは避け難い。○差別につながる恐れあり。○がんになる可能性の高さを指摘されたときに与える人間への影響。○がん全体は無理としても一部のがんでは可能になるであろう。○遺伝子操作に歯止めが効かなくなる可能性がある
	14 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が実用化される。 ○臓器移植の現状をみて、我が国では予防法が確立されても実用化はなかなかされないであろう。○技術的に可能でも実用化は難しい。○予防法が実用化されることが望ましいと考えるが、人権問題で実用化されないと思われる。
	15 褥創を予防する皮膚保護装置が実用化される。 ○栄養など、全身管理方法の普及が先決。○褥創の予防法も装置も既にある。普及しないのはコストが高いためである(得られる利益を大きいとは考えていないからだろう)。○物理的に保護する装置が主体になり半減可能
	16 生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が普及する。 ○理性というものはすぐには進化しない。○社会的に関心が高いので早く実現する可能性がある
	17 老人性骨粗鬆症の予防法が普及し、80歳代の骨折が現在の半分になる。 ○閉経後の女性全員を患者にしてしまう恐れがある。
検査・診断法の水準の向上	18 細菌の同定と薬剤感受性の評価が1時間以内で可能な自動機器が普及する。 ○実用化までは簡単だろうが、普及するか否かは、医療にどれだけの経費をかけているかにかかってくる
	19 ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法が普及する。 ○たん白レベル、遺伝子以外の何らかのマーカーが発見されない限り無理ではないか。○早期診断は早期治療と連動しなくては不安を生じるのみとなる。
	20 精神分裂病の画像診断法が実用化される。 ○誤診による害が大きい。○MEG、MRI、PET 位相差処理 Gain を上げられれば可能となる。○分裂病への理解が広がらないと実用化は、差別につながる危険がある。
	21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がりを非侵襲的に診断する方法が普及する。 ○画像診断で可能と思われる。○動脈硬化の治療法がないと、診断する意義は少ない。
	22 腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ、腎病変の診断法が確立される。 ○ある程度の診断は今でも可能。微細な組織変化を腎生検以外に確認する方法はない。
	23 マイクロマシンを用いた全消化管の検査装置が開発される。 ○内視鏡で到達できない小腸だけが対象となるので必要性は低い。○すでに完成品のある技術(欧)。
24 体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が実用化される。 ○すでにカナダ、米国(NIH)が重要項目として研究中。新センサは米軍からサブライ。	
26 胸部単純写真の自動診断装置が実用化される。 ○当分、診断の補助装置として留まる。○正常についても疾患についても variation が大きいので実用化は遠い。○そのような目的の装置は作られたとしても単純写真は重なるの為に鑑別診断が多数になる。実際の臨床には役立つとは思えない。○実用化されたとしても、問題あり。あまり普及しないのではないか。CT や MRI に頼る方がより正確であろう。○コンピュータ利用で可能。	
治療法の水準の向上	28 HIV 感染を根治させる治療法が実用化される。 ○根治となるとかなり困難ではないか。
	29 血液からウイルスを除去する方法が普及する。 ○ヒトは細菌・ウイルスと共存してきた生命体である。
	30 アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が開発される。 ○基礎免疫学の発達がカギ。
	36 宿主の感染防御能を阻害しない抗がん剤・免疫抑制剤が開発され、医原性日和見感染が激減する。 ○実現は望ましいが、可能性は低いと思われる
	37 ポリオ・麻疹ウイルスが天然痘のように制圧され、ワクチン接種が不要になる。 ○ポリオはすでに制圧宣言。麻疹はムリでしょう。
	38 全てのがんの5年生存率の平均が70%を超える。 ○全てとはほとんど不可能。○診断法の進歩により可能。
41 がん治療に有効な放射線増感薬が開発される。 ○いままでの増感薬はうまくいっていない。大きな展換が必要でそれがいつか不明。○あまり期待できないと思われる。	

治療法の水準の向上	43 がんの有効な免疫学的治療法が普及する。 ○早期のがんは別として、ある程度進展したがんに対しては免疫学的治療には限界があるだろう。
	44 がんに対する遺伝子治療法が普及する。 ○行われるようになることが期待されるが、普及には相当の時間がかかり、限られたがんに対するものになろう。
	48 疼痛に対する無害で安全なコントロール法が普及する。 ○疼痛にもいろいろあるが、「無害で安全」はありえないのでは。○骨転移に対する放射性同位元素の鎮痛治療は欧米では実用化されている。我が国の法規制が普及を妨げている。
	52 小脳性運動失調症に有効な治療法が開発される。 ○遺伝性のものは早期に解決する可能性あり。
	57 人工ヘモグロビンが代替赤血球として普及する。 ○宗教上の理由での輸血忌避が解決する。
	58 完全埋込型人工心臓が開発される。 ○何を持って完全埋込型人工○○○というか、代替機能によって目標は異なると考える。
	59 完全埋込型人工肺が実用化される。 ○何を持って完全埋込型人工○○○というか、代替機能によって目標は異なると考える。
	60 完全埋込型人工腎臓が実用化される。 ○何を持って完全埋込型人工○○○というか、代替機能によって目標は異なると考える。
	65 生体細胞と人工物との共存によるハイブリッド型人工内分泌臓器が開発される。 ○バイオマテリアルの創造が待たれる。
	67 自家組織の保存・増殖・移植法が普及する。 ○実用化はできるであろうが(一部実用化されている)経済的な面などより普及には時間がかかるだろう。
	68 埋込み式排尿制御装置が実用化される。 ○“排尿制御”の意味が不明確。どのような対象。○社会生活の自立した障害老人の増加。○要介護者の削減。
	69 遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が実用化される。 ○倫理的に問題あり。
	70 異種臓器移植が治療法として実用化される。 ○遺伝子操作動物に関する規制の緩和。
	71 臓器保存技術等の進展により、全世界的に臓器を提供するシステムが普及する。 ○非倫理的な売買が広がる。○技術は可能としても、経済、倫理、宗教上などの問題により普及することはないであろう。○世界的にというより、digital deviceのように普及される国とそうでない国の格差があると思われる。
73 胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術が普及する。 ○理想的だが、かなり先の夢だろう。	
74 高齢者の終末期における緩和医療が普及する。 ○社会的コンセンサスがポイントとなる。○政治的に早期に実現させなければならない。○倫理的側面についての、さらなる検討が必要である。○医学、医療技術の発展と緩和医療はある面では矛盾することもあるので、普及するか否かはわからない。○脳刺激等ですら完全除痛が可能になる。○終末期の緩和医療は医療に対する認識を変えることで普及する	
補助水準の機能回復・向上	76 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が開発される。 ○臓器としては最も困難と思われるが必要
	79 目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助ける、コントロール装置が実用化される。 ○FESの段階から脱するのに時間が必要
	80 小型の動力源とコンピュータ制御による義足が普及する。 ○障害者への給付制度(基準等)の検討が必要(ニーズが抑制されている:規制)。○AK、BK、の義足についてはNeedsが認められない。
総合化(システム化)	81 世界規模のサーベイランスシステムにより、現在未知の強力な病原体の出現が早期に明らかにされ、世界的な流行が事前に阻止される。 ○アフリカの発展がカギを握っている。
	82 種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が実用化される。 ○死体血を利用することを社会が受け入れるかにより研究の方向はかわる。
	83 健康状態が家庭においてチェックでき、異常の際は在宅のままで適切な診断が受けられるシステムが普及する。 ○一部の分野(例、循環器など)では可能になるかもしれない。
	84 会話が不自由な人用のポータブル音声会話補助装置が普及する。 ○無理にバイリンガルになる必要が無くなり、又、何処の国語にも対応
	85 重度心身障害者の介護用ロボットが普及する。 ○部分的な介護にとめるべき
	86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが普及する。 ○画像情報も含めるべき。○医療事故を防ぐためにも早急に普及させる必要があります。○技術的には早期に実現できると思うが、利用者の個々の能力に差があり、全てに普及できるか疑問である。
基礎(生体機能の本質の解明等)	89 個体の老化機構が解明される。 ○臨床応用には問題あり。
	91 生体リズムを考慮した薬物投与が普及する。 ○テーラメード医療を確立するために必要な課題です。その他に遺伝子多型あるいは機能情報も必要だと思います
	93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが可能となる。 ○早老症などの疾患治療に限定すべきである。○倫理的に問題あり。○疾病予防・治療に用いられるのはよいが寿命の操作に及ぶ危険あり。人知が及んではならない分野か。○老化は抑制できない。研究は重要。
	94 耐性株を作らない抗菌薬が開発される。 ○微生物との間でバランスを取りながらのヒトの一生を考えたい。耐性株を作るのがあたりまえである。○副産物による環境破壊の恐れ。

## 5.14. 未来技術年表

実現予測時期 (年)	課 題
2009	24 体表センサによって非侵襲的に血糖値を得る技術が <u>実用化される</u> 。
2010	16 生活習慣病予防のための生活様式(栄養、休養、運動)の科学的指針が <u>普及する</u> 。 18 細菌の同定と薬剤感受性の評価が1時間以内で可能な自動機器が <u>普及する</u> 。
2011	26 胸部単純写真の自動診断装置が <u>実用化される</u> 。 74 高齢者の終末期における緩和医療が <u>普及する</u> 。 15 褥創を予防する皮膚保護装置が <u>実用化される</u> 。 25 臓器、組織の移植における拒絶反応の早期診断法が <u>普及する</u> 。 86 個人のすべての検査結果、病歴、投薬等の医療情報をカード1枚に蓄積し、利用できるシステムが <u>普及する</u> 。
2012	08 気管支喘息の成因が <u>解明される</u> 。 21 粥状動脈硬化病巣の程度と広がり非侵襲的に診断する方法が <u>普及する</u> 。 75 感音性難聴に有効な埋込型人工内耳が <u>実用化される</u> 。
2013	01 精神的ストレスの定量化が <u>可能になる</u> 。 02 生物学的年齢を定量的に把握する方法が <u>実用化される</u> 。 03 慢性関節リウマチなどの自己免疫疾患の発症機構が <u>解明される</u> 。 09 動脈硬化の発症機構が <u>解明される</u> 。 10 慢性腎炎(原発性)の成因が <u>解明される</u> 。 17 老人性骨粗鬆症の予防法が <u>普及し</u> 、80歳代の骨折が現在の半分になる。 41 がん治療に有効な放射線増感薬が開発される。 84 会話が不自由な人用のポータブル音声会話補助装置が <u>普及する</u> 。 91 生体リズムを考慮した薬物投与が <u>普及する</u> 。
2014	04 がん化の機構が <u>解明される</u> 。 05 がんの転移の機構が <u>解明される</u> 。 06 アルツハイマー病の発症機構が <u>解明される</u> 。 12 20~30年に1~2回接種すればよいインフルエンザワクチンが開発される。 22 腎生検を行うことなく治療法の選択に役立つ、腎病変の診断法が <u>確立される</u> 。 27 ウイルス性肝疾患を治癒させる薬剤が <u>普及する</u> 。 32 経口によるインスリン治療法が <u>普及する</u> 。 57 人工ヘモグロビンが代替赤血球として <u>普及する</u> 。 66 80歳でも20本以上の歯が健康な状態で残せるような、う歯、歯周炎の予防・治療法が <u>普及する</u> 。 80 小型の動力源とコンピュータ制御による義足が <u>普及する</u> 。 83 健康状態が家庭においてチェックでき、異常の際は在宅のままで適切な診断が受けられるシステムが <u>普及する</u> 。
2015	23 マイクロマシンを用いた全消化管の検査装置が開発される。 28 HIV感染を根治させる治療法が <u>実用化される</u> 。 48 疼痛に対する無害で安全なコントロール法が <u>普及する</u> 。 55 心筋梗塞の細胞治療法が開発される。 56 血液中の希望する成分を選択的に除去する機能性血液浄化器が <u>普及する</u> 。 58 完全埋込型人工心臓が開発される。 62 動脈硬化病巣の局所治療が可能な遺伝子治療法が <u>実用化される</u> 。 67 自家組織の保存・増殖・移植法が <u>普及する</u> 。 68 埋込み式排尿制御装置が <u>実用化される</u> 。 85 重度心身障害者の介護用ロボットが <u>普及する</u> 。
2016	07 自閉症の発症機構が <u>解明される</u> 。 19 ほとんどすべてのがんの血液検査による早期診断法が <u>普及する</u> 。 30 アトピー性皮膚炎などのアレルギー疾患を根治させる治療法が開発される。 33 糖尿病の遺伝子治療法が開発される。 34 家族性高コレステロール血症の遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。 37 ポリオ・麻疹ウイルスが天然痘のように制圧され、ワクチン接種が不要になる。 45 薬物を、脳内の目的とする部位へ移行させる方法が開発される。 61 閉塞性血管障害に対するマイクロマシンを用いた血管内治療法が <u>普及する</u> 。 71 臓器保存技術等の進展により、全世界的に臓器を提供するシステムが <u>普及する</u> 。 77 小型・軽量で血液ガス濃度に応じた自己調整能をもつ人工呼吸器が <u>普及する</u> 。
2017	13 遺伝子診断に基づくがんの予防法が <u>普及する</u> 。 14 胚芽期及び胎児に原因のある先天異常の発生に対する予防法が <u>実用化される</u> 。 20 精神分裂病の画像診断法が <u>実用化される</u> 。 29 血液からウイルスを除去する方法が <u>普及する</u> 。

実現予測時期 (年)	課 題
2018	36 宿主の感染防御能を阻害しない抗がん剤・免疫抑制剤が <u>開発され</u> 、医原性日和見感染が激減する。 42 がんの転移を防ぐ有効な手段が <u>実用化される</u> 。 72 動物を用いない医薬品の安全性(変異原性、催奇形性、毒性)の検定法が <u>実用化される</u> 。 78 嚥下機能を補助する埋込型装置が <u>開発される</u> 。 81 世界規模のサーベイランス システムにより、現在未知の強力な病原体の出現が <u>早期に明らかにされ</u> 、世界的な流行が事前に阻止される。 11 自己免疫疾患の発症予防法が <u>普及する</u> 。 40 がんの薬剤耐性克服法が <u>普及する</u> 。 43 がんにも有効な免疫学的治療法が <u>普及する</u> 。 44 がんに対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。 49 筋ジストロフィーに対する遺伝子治療法が <u>普及する</u> 。 63 <u>完全埋込型人工すい臓</u> が <u>実用化される</u> 。 69 遺伝子欠損疾患に対して遺伝子治療法が <u>実用化される</u> 。 79 目的動作を可能とする筋肉の協調動作を助ける、コントロール装置が <u>実用化される</u> 。 82 種々の血球を工場で培養によって生産・供給する方法が <u>実用化される</u> 。 94 耐性株を作らない抗菌薬が <u>開発される</u> 。
2019	35 ブリオン病の治療法が <u>開発される</u> 。 50 筋萎縮性側索硬化症の有効な治療法が <u>開発される</u> 。 52 小脳性運動失調症にも有効な治療法が <u>開発される</u> 。 53 神経幹細胞の移植により、運動麻痺の回復を促進する治療法が <u>実用化される</u> 。 60 <u>完全埋込型人工腎臓</u> が <u>実用化される</u> 。 64 長期連続使用可能な人工肝臓(体外肝機能補助装置)が <u>開発される</u> 。
2020	38 全てのがんの5年生存率の平均が <u>70%を超える</u> 。 46 アルツハイマー病を完治させる治療法が <u>開発される</u> 。 51 四肢用の人工筋肉が <u>実用化される</u> 。 54 ADHD(注意欠陥・多動性障害)の原因論的分類が完成し、個々の疾病に対する薬物治療が <u>確立される</u> 。 70 異種臓器移植が治療法として <u>実用化される</u> 。 73 胚性幹細胞を用いた障害臓器の再生治療技術が <u>普及する</u> 。 76 神経、脳細胞等と接続可能な電子回路を持った、人工眼が <u>開発される</u> 。 90 宇宙環境における生体の変化に関する機構が <u>解明される</u> 。
2021	31 自己免疫疾患が <u>完治可能となる</u> 。 39 薬剤に低反応性の消化器がんに対して完全寛解をもたらす薬物療法が <u>実用化される</u> 。 59 <u>完全埋込型人工肺</u> が <u>実用化される</u> 。 65 生体細胞と人工物との共存による <u>ハイブリッド型人工内分泌臓器</u> が <u>開発される</u> 。 89 個体の老化機構が <u>解明される</u> 。
2023	87 記憶の分子機構が <u>解明される</u> 。 92 臓器特性を有する人工細胞の生産が <u>実用化される</u> 。
2025	47 精神分裂病を完治させる治療法が <u>開発される</u> 。
2027	88 ICを生体細胞と結合させた <u>ハイブリッド型人工知能</u> が <u>開発される</u> 。 93 遺伝子を操作することにより老化を抑制することが <u>可能となる</u> 。