

重要な研究開発課題の 選定作業について

平成17年12月14日

デルファイ調査結果による各分野の特徴の抽出

130の研究領域(約860課題)に関し、現行基本計画の3つの理念(知の創造と活用、国際競争力、安心・安全で質の高い暮らし)に対応する下記の3つの軸(各々2つずつ計6つの観点)に与える寄与度(インパクト)、研究開発水準、および政府の関与の必要度を評価。
 [現在~2015年頃および2015~2025年頃の時間領域に分けて評価]

①知的資産の増大

- a: 当該領域自体の知的資産増大への寄与
- b: 他分野の発展への寄与

②経済的效果

- c: 我が国の既存産業の発展への寄与
- d: 新産業・新事業の創出への寄与

③社会的効果

- e: 安全・安心の確保への寄与
- f: 社会の活力や生活の質の向上への寄与

評価尺度→「大」、「やや大」、「中」、「あまりなし」、「なし」
 (10点満点、5段階評価)

各観点内の2つの軸は、補完的な関係にある異なる側面からの評価と考えられるため、分析ではどちらか大きい方の値を採用。

科学技術インパクト → $\text{Max}(a, b)$

経済的インパクト → $\text{Max}(c, d)$

社会的インパクト → $\text{Max}(e, f)$

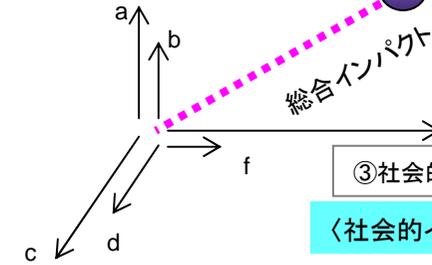
総合インパクト

$$\rightarrow \{ \text{Max}(a, b)^2 + \text{Max}(c, d)^2 + \text{Max}(e, f)^2 \}^{1/2}$$

と定義。

〈科学技術インパクト〉

①知的資産の増大



③社会的効果

〈社会的インパクト〉

②経済的效果

〈経済的インパクト〉

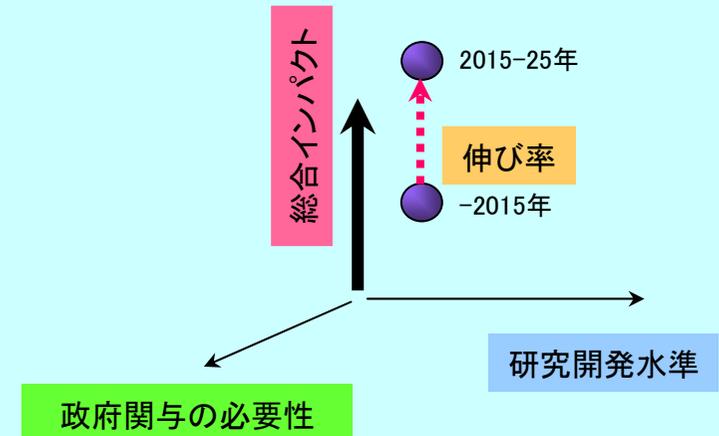
各分野における研究領域の絞り込みにおいては、**総合インパクト(絶対値)**を主要基準としつつ、

①研究開発水準(対欧米)

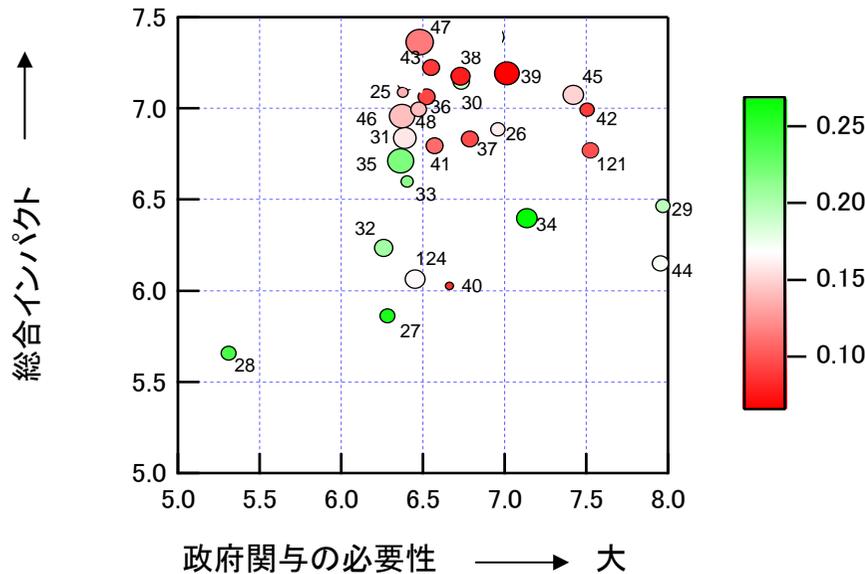
②政府関与の必要性(技術的实现、社会的受容)

③総合インパクトの伸び率

を考慮してクライテリオンを設定。



ライフサイエンス関連領域



横軸: 政府関与の必要性
縦軸: 総合インパクト(現時点と中長期の平均)
円の大きさ: 対欧米水準
色: 総合インパクトの増加率

ライフサイエンス関連研究領域は

1) ほとんどが総合インパクト>6点、かつ政府関与の必要性>6点である。

(いずれも10点満点絶対評価)

2) 低値域にある研究領域も、総合インパクトの伸び率の大きいものが多い。

Code: 領域名	総合インパクト 平均値	総合インパクト 伸び率	対欧米 水準	政府関与 の必要性
025:創薬基礎研究	7.09	0.14	3.08	6.38
026:新規医療技術のための基礎研究	6.88	0.16	3.48	6.96
027:脳の発生・発達	5.86	0.26	3.58	6.28
028:脳の高次機能	5.66	0.24	3.55	5.31
029:脳の病態の理解と治療	6.46	0.19	3.53	7.97
030:再生医科学	7.14	0.19	3.72	6.73
031:生体物質測定技術	6.84	0.16	4.37	6.39
032:生命の高次機能制御	6.23	0.20	3.93	6.26
033:情報生物学	6.60	0.21	3.30	6.41
034:環境・生態バイオロジー	6.40	0.27	4.19	7.14
035:ナノバイオロジー(ライフ)	6.71	0.22	4.79	6.36
036:個別医療	7.06	0.09	3.78	6.52
037:生体防御機構の解明と治療への応用	6.83	0.10	3.78	6.79
038:QOL向上を目指した生体機能回復およびその支援	7.17	0.08	4.00	6.73
039:ITの医療への応用	7.19	0.07	4.60	7.01
040:人中心の医療と療養支援システムの構築	6.03	0.09	2.82	6.66
041:予防医療	6.79	0.11	3.76	6.57
042:新興・再興感染症対策	6.99	0.09	3.46	7.51
043:高齢化社会に向けた医療・福祉	7.22	0.09	3.79	6.55
044:生物多様性と生態系の複雑な相互作用の解明	6.15	0.17	3.70	7.96
045:バイオを利用した環境問題の解決と循環社会の実現	7.07	0.15	4.17	7.42
046:生態系と調和し、環境を向上させる生産技術開発	6.96	0.14	4.73	6.37
047:安全・安心・長寿・健康社会をもたらすフードシステム等新たな生活関連技術の開発	7.36	0.11	4.93	6.48
048:ゲノム・プロテオーム及び生体情報伝達機構の解明と革新的生産技術	6.99	0.14	3.62	6.48
121:都市の安心・安全・安定	6.76	0.10	3.85	7.55
124:脳研究の社会応用	6.06	0.16	4.13	6.45

(参考)デルファイ調査

●デルファイ調査とは

- 多数の専門家の主観による評価を統計的に処理し、専門家集団の将来予測のコンセンサスを見いだす。
- 予測の対象は、技術(応用)を中心とし、科学(基礎研究)や社会(インパクト)も一部含む。

●デルファイ法とは

- ◆ 3000~4000名の専門家に同一のアンケート調査を繰り返し、回答者の意見を収斂させる方法
2回目のアンケートでは、前回の調査結果を回答者にフィードバック
- ◆ 1971年の第1回予測調査より導入。その後ほぼ5年毎に実施してノウハウの蓄積、手法の改良に努めた結果、デルファイ法による技術予測として世界のスタンダード(標準)
- ◆ 13分野を設定し有識者パネル(技術系分科会)において検討
今後30年を見通し、各分野の科学技術の将来像を検討
- ◆ 各分野で領域を設定し、これを中心に予測課題を選定
13分野全体で130領域を設定
各領域を代表する予測課題(約860)を選定

【領域に関する設問】

◇効果についての評価

現時点(今後10年程度)と中期的な時点(2015年から2025年頃まで)の各々について以下の3つの観点各々2つずつ6つの評価軸

知的資産の増大、経済的効果、社会的効果

◇日本の研究開発水準

現在と5年前について対米国、対EU、対アジア(EU、アジアはその地域で最も進んだ国)も各々について研究開発水準を比較

評価尺度→(日本が)優位、やや優位、対等、やや劣位、劣位

【個別予測課題に関する設問】

◇我が国にとっての重要度

◇技術的実現 → 所期の性能を得るなど技術的環境が整う

- ・技術的実現時期
- ・現在第一線にある国
- ・実現に向け政府の関与の必要度
- ・実現に向け政府がとるべき有効な手段

◇社会的適用 → 実現された技術が製品、サービスなどとして利用可能な状況となる

- ・社会的適用時期
- ・適用に向け政府の関与の必要度
- ・適用に向けた政府がとるべき有効な手段

技術戦略マップの概要

平成17年3月、経済産業省は、産学官の協力の下、研究開発投資の戦略的企画・実施のナビゲーターとも言うべき「技術戦略マップ」を策定した。

策定の目的

技術戦略マップ及びその策定プロセスを通じて、

- (1) 当省が行っている研究開発投資に関し、その考え方、内容、成果等について国民に説明を行い、理解を求める。
- (2) 技術動向、市場動向等を把握するとともに、重要技術の絞り込み等を行い、当省が研究開発プロジェクトを企画立案するための政策インフラを整備する。
- (3) 専門家する技術、多様化する市場ニーズ・社会ニーズに対応するため、我が国の研究開発化に関し、異分野・異業種の連携、技術の融合、関連施策の一体的実施等を促進するとともに、産学官の総合力を結集する。

構成(導入シナリオ、技術マップ、ロードマップ)

研究開発とともにその成果を製品、サービス等として社会、国民に提供していくために取り組むべき関連施策を含めた「導入シナリオ」

市場ニーズ・社会ニーズを実現するために必要な技術的課題、要素技術、求められる機能等を俯瞰するとともに、その中で重要技術を選定した「技術マップ」

研究開発への取り組みによる要素技術、求められる機能等の向上、進展を時間軸上にマイルストーンとして示した「ロードマップ」

策定分野

情報通信分野

半導体、ストレージ・不揮発性メモリ、コンピュータ、ネットワーク、ユーザビリティ(ディスプレイ等)、ソフトウェア

ライフサイエンス分野

創薬・診断、診断・治療機器、再生医療

環境・エネルギー分野

CO2固定化・有効利用、脱フロン対策、化学物質総合管理、3R、エネルギー(策定中)

製造産業分野

ロボット、航空機、宇宙、ナノテク、部材、MEMS、グリーンバイオ

20年後のがん医療のイメージ

参考3

目標

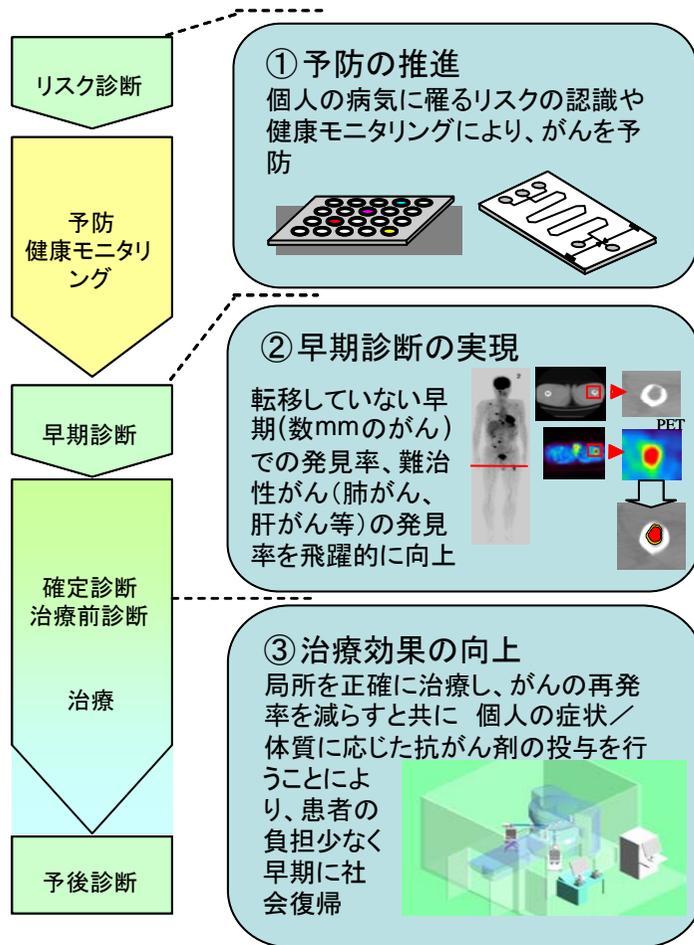
全てのがんでの5年生存率:
20%向上

難治性がん(膵がん、肝がん、肺がん等)
での5年生存率の向上

Quality of Life の向上

<2025年におけるがん医療のイメージ>

<代表的な要素技術のロードマップ>



	現在	2015	2025
リスク診断	一部のがんについて発症前段階において遺伝子等を診断することにより、将来の発症リスクが認識可能(“罹患リスク診断”の開始)。	複数の癌において、罹患リスク診断が実用化 日々の健康管理に有効な健康モニター装置が増加し、罹患リスク診断結果を考慮した予防医療が促進される。	1つのバイオマーカーで複数の疾患に関する罹患リスクの把握が可能になるなど、バイオマーカーの統合的利用が可能になる。
予防健康モニタリング			
早期診断	これまでのCTやMRIによる画像診断に加え、新たな分子イメージング技術であるPETの実用化(ブドウ糖代謝の診断薬による、肺や食道等におけるがんの診断)	難治性がん等の早期発見につながるPET用の細胞増殖や低酸素部位の診断薬、その他の診断機器の造影剤が実用化	診断薬等の増加、機器の高性能化や複数機器の組み合わせ(PET・MRI・光等)によるがん細胞の複数の機能情報の取得を通じて、詳細かつ早期の診断を実現
確定診断 治療前診断			
治療	遺伝情報の診断による患者の体質診断に応じて、一部の抗がん剤で薬効、副作用の判定が実用化。	多くの抗がん剤において、遺伝情報の診断による患者の体質・病態診断に応じて薬効、副作用の判定が普及。(複数の抗がん剤から診断により投与する薬剤を選択)	1つのマーカーによる患者の体質・病態診断に応じた薬剤選択、治療法の選択が普及。(1つのマーカーにより薬剤の特定・選択)
投与前術			
抗がん剤	癌細胞の分子メカニズムをピンポイントで狙う分子標的薬の一部実用化	がんに対する治療効果の高い抗体医薬がほぼ提供されるようになる。	抗体医薬の低コスト化、安価である低分子の分子標的薬の増加。
DDS	DDSの薬剤キャリアについて、臨床試験中	油脂等を利用した薬剤キャリア(リポソーム型)のDDSが実用化	種々の外部刺激(熱・光・超音波等)に応答する薬剤キャリア(高分子ミセル型)を使用したDDSの実用化

(分子イメージング: 組織形状だけでなく、分子・細胞レベルでの生体機能等を画像化する技術)

(DDS: Drug Delivery System 薬剤とそれを覆うキャリアからなる薬剤伝達システムであり、外部刺激に応答するものもある。)

<製造産業分野からの事例> グリーンバイオの技術マップと重要技術(4)

3. 生物機能を利用した環境への負荷低減(続き)

産業ニーズ・社会ニーズ	技術・制度に対するニーズ	技術課題	技術シーズ	日本の競争力	社会的ニーズ	市場規模
簡便で低価格な高感度汚染物質の検出方法 (土壌、大気、水)	・環境汚染物質の簡易・迅速計測法	・新規バイオアッセイ法の開発	・新規調節遺伝子の効率的な取得 ・レポーター遺伝子の開発・改良技術 ・有効な宿主の探索 ・バイオアッセイ用組換え体のキット化技術		○	○
	・簡易な測定機器による迅速測定	・簡易な測定機器による迅速測定	・汚染物質に反応する新規センサー開発技術 ・センサーを組み込んだ機器のユニット化技術		○	○
物質生産における省エネ等の環境負荷低減 ・環境に配慮した生産プロセスの構築	・温室効果ガスの排出量削減のための技術	・バイオプロセス適用により温室効果ガスを削減させる生産技術の確立	・有用微生物のスクリーニング技術 ・有用遺伝子のスクリーニング技術 ・微生物、細胞などの宿主改良技術 ・培養工学技術 ・知識工学を基礎とする反応槽制御技術 ・ゲノム解析技術 ・遺伝子機能解析技術 ・代謝工学技術 ・メタボローム解析技術 ・新規バイオリアクター利用技術		○	○
	・原材料の転換(再生可能資源への転換)(植物等)	・植物等を利用して原材料を再生可能資源へ転換する生産技術の確立				○
	・常温常圧反応による使用エネルギー低減	・現状の高温高圧生産プロセスを置換できる常温常圧バイオプロセスの生産技術の確立				○
廃棄物・有害物質の削減 ・環境中への排出制御	・有害副産物の低減のための技術	・バイオプロセスによる安定で高効率の生産技術開発 ・目的物質の分離精製技術の高度化	・有用微生物のスクリーニング技術 ・有用遺伝子のスクリーニング技術 ・微生物、細胞などの宿主改良技術 ・培養工学技術 ・知識工学を基礎とする反応槽制御技術 ・ゲノム解析技術 ・遺伝子機能解析技術 ・代謝工学技術 ・メタボローム解析技術 ・新規バイオリアクター利用技術 ・分離技術		○	
	・有害物質の使用量低減	・有害物質を低減あるいは利用しない新たなバイオプロセスの確立			○	
	・廃棄物・有害物質の分解・処理技術の確立	・分解処理を可能とする有用微生物・遺伝子の探索		○	○	
	・分解・処理期間の短縮	・上記の有用微生物・遺伝子を効果的に利用できる新たなプロセスの確立				

4. 生物機能を利用するための共通基盤

産業ニーズ・社会ニーズ	技術・制度に対するニーズ	技術課題	技術シーズ	日本の競争力	産業上の波及効果	ブレイクスルー技術
共通技術基盤整備	生物遺伝資源の活用に関する技術	有用微生物・細胞等の確保・保存・提供	○微生物ライブラリーの構築 ・国内複数機関に保存されているライブラリーの統一化・統一的利用のための共通システム ・ライブラリーの維持・提供の低コスト化のための技術 ・物質生産に重要な反応を触媒するための生物遺伝資源 ○国外の微生物資源へのアクセス環境の整備 ○酵素・遺伝子ライブラリーの構築 ・クローン化ゲノムライブラリ ・メタゲノムからの酵素ライブラリー ・酵素パラメータ(基質特異性、反応温度等)情報の収集 等		○	○
		効果的な遺伝資源情報利用のためのデータベースの整備・構築	○産業応用に重要な微生物・遺伝資源情報の整備 ・物質生産に重要な反応を触媒するための微生物・遺伝資源 ・複合微生物系による生物処理関連データベース ・有用微生物等のゲノム配列等の決定及び機能推定 ○生物情報・遺伝情報への具体的情報(※)の付加 (※生産物、酵素特性、代謝経路、微生物等の所在、培養条件、化学式 ・酵素機能のID番号設計 ・二次代謝系遺伝子群データベース ○複数データベースに搭載された情報や検索法の標準化 ・日本語化		○	○
	生物機能利用の安全性確保に関する技術	・生態系への影響回避技術 ・リスク評価技術	○遺伝子拡散防止技術 ・遺伝子伝搬に関する基礎研究 ・不稔化 等 ○生態系影響の定量的評価技術 ○期間と根拠が明確な評価基準の作成と標準化		○	

※グリーンバイオ分野の技術を普及するにあたっては、国民理解を得るための環境整備、海外生物遺伝資源へのアクセスを促進するための国際社会との協調、バイオテクノロジー活用に関するマネージメント能力の向上、ガイドラインの策定等、各種社会基盤整備をすることが重要。

重要な研究開発課題の選定作業の考え方について

◆総合科学技術会議は、本年6月に「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」を決定・意見具申し、その中で、平成18年度におけるライフサイエンス分野全体における重点領域を設定（次ページ参照）。

◆以下の観点から考察すると、上記資源配分方針に示された重点領域は、新しい「分野別推進戦略」における「重要な研究開発課題」の候補として概ね妥当といえるのではないか。

- ・科学的インパクト、経済的インパクト、社会的インパクトを軸とした将来的な波及効果の調査（デルファイ調査など）
- ・国際的な科学技術の位置・水準
- ・政策目標達成への貢献度、達成までの道筋（技術マップ、ロードマップなど）
- ・官民の役割を踏まえた投資の必要性

(参考)「平成18年度の科学技術に関する予算、人材等の資源配分の方針」における
ライフサイエンス分野の重点領域

(i) 国民を悩ます病の克服や、誰もが元気に暮らせる社会を作り出すことによる、子供から高齢者まで健康で生涯はつらつとした生活の実現に向けた技術

○ゲノム、RNA、タンパク質、糖鎖等の構造・機能及びそれらの形成するネットワークの解析とこれに必要な基盤的データベースの整備、その知見に基づく個人の特性に応じた医療と創薬

○再生医療・遺伝子治療等を中心とした新しい治療

○がん、アレルギー・免疫疾患、生活習慣病、骨関節疾患等の予防・診断・治療、要介護状態予防のための研究(リハビリテーション、失われた生体機能の補完を含む)、乳幼児から思春期までの健全な成長・発達に関する研究への対応

○こころの発達と脳に関する基礎的研究、こころの病気、教育が脳機能に与える影響に関する研究、アルツハイマー等神経疾患等の予防・診断・治療

(ii) 暮らしの安全確保の実現や環境対応等の実現に向けた技術

○新興・再興感染症、医療安全・バイオテロリズム・健康危機管理への対応

○イネ等のポストゲノム研究、食料の安定供給、食品の安全・安心及び消費者の信頼の確保

○医薬品・医療・医療機器・食品・遺伝子組換え生物のリスク評価等

○機能性食品の開発、微生物・動植物を用いた有用物質の生産と環境対応技術

(iii) 分野融合領域、制度・体制構築

○情報通信技術やナノテクノロジー等との融合領域、生命情報科学、システム生物学、細胞シミュレーション技術、バイオイメージング技術、画像診断技術、医療機器、遺伝子・タンパク質等の分析・計測のための先端的技術・機器(試薬、情報処理技術を含む)

○基礎研究の臨床への橋渡し研究・治験等の臨床研究

○研究開発の基礎となる生物遺伝資源の整備