



令和4年度版 専門家が注目する 科学技術に関するアンケート調査 (NISTEP注目科学技術2022)

文部科学省 科学技術・学術政策研究所
科学技術予測・政策基盤調査研究センター
動向分析・予測研究グループ

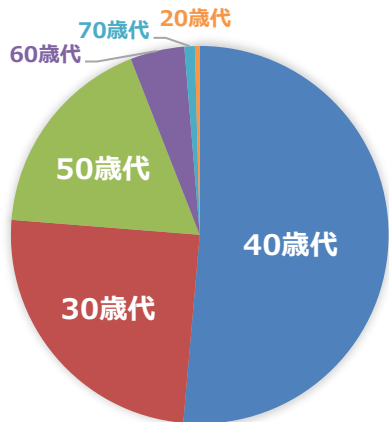
この資料は、以下の報告書の解説資料です。詳細は報告書をご参照下さい。
科学技術予測・政策基盤調査研究センター、「専門家が注目する科学技術に関するアンケート調査(NISTEP注目科学技術2022)」, *NISTEP RESEARCH MATERIAL*, No.325,
文部科学省科学技術・学術政策研究所。 DOI: <https://doi.org/10.15108/rm325>

- 次期科学技術予測調査の検討に資する基礎情報を得るため、専門家ネットワークに対して、現在注目される科学技術についてのアンケートを実施
- **次期科学技術予測調査の実施に向けたホライズン・スキャンニング**（科学技術や社会などの早期の兆しをとらえる）調査の一環
- これまでの情報に加えて、**専門家の最新の知見を毎年幅広く収集・蓄積することで補強**する

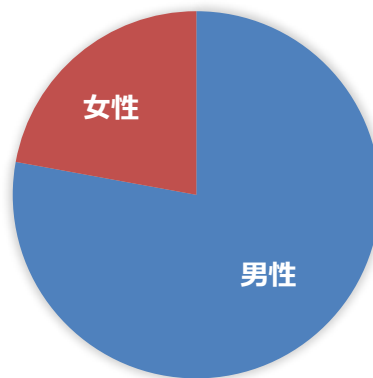
科学技術専門家ネットワークとは

- NISTEPが管理する産学官の研究者・技術者・マネージャ等の「専門調査員」から成る1,600人規模のネットワーク
- 年代は**40代が約5割**で最も多く、次いで30代、50代
- 所属は**大学が約7割**で最も多く、公的機関と企業が同等程度
- 専門分野は**ライフサイエンスが約3割**で最も多く、次いで**ナノテクノロジー・材料が約2割**

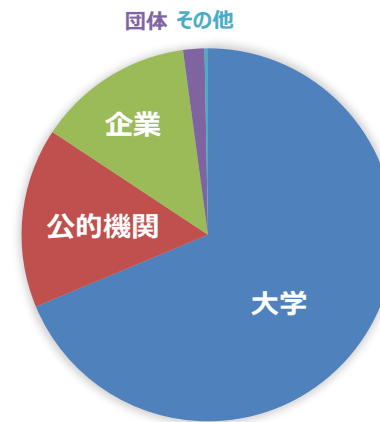
年代



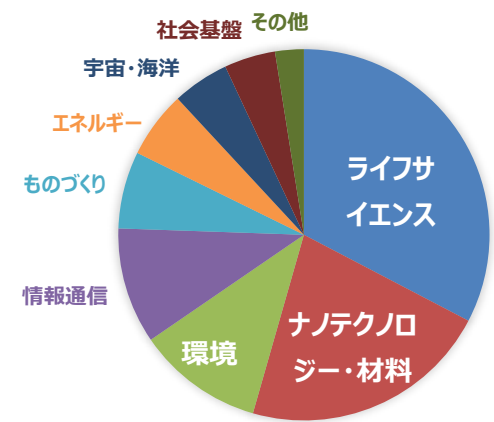
性別



所属機関



専門分野



(注) 各内訳は2022年3月のもの

アンケート概要

- NISTEP科学技術専門家ネットワークに対しウェブアンケートを実施後、得られた科学技術について、科学技術予測への活用を念頭に、直近の第11回科学技術予測調査の7分野*に便宜上分類
- 政策形成への積極的な情報提供を念頭に、質問項目を変更（変更点に太字・下線）

調査時期	2022年3月1日～2022年3月21日
形式	オンライン（専用ウェブサイト開設）
対象者	NISTEP専門家ネットワークの専門調査員（1681名）うち、回答者308名

前回からの変更点概要

	前回調査	今回調査
調査項目	注目科学技術	注目科学技術、 兆し科学技術
質問項目	<ul style="list-style-type: none"> ・科学技術の概要 ・実現に向けたボトルネック ・実現時期 選択肢：10年未満、10年以降 	<p>＜注目科学技術＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・科学技術の概要 ・当該科学技術の研究段階 ・当該科学技術のキーワード ・当該科学技術に対する専門度 選択肢：高、中、低 ・実現時期 選択肢：5年未満、5年以降10年未満、10年以降 ・学術的効果** 選択肢：高、中、低 ・経済的効果** 選択肢：高、中、低 ・社会的効果** 選択肢：高、中、低 ・実現に向けて必要な要素 <p>＜兆し科学技術＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・科学技術の概要 ・科学技術のキーワード ・科学技術に対する専門度 選択肢：高、中、低

* ①健康・医療・生命科学 ②農林水産・食品・バイオ ③環境・資源・エネルギー ④ICT・アナリティクス・サービス

⑤マテリアル・デバイス・プロセス ⑥都市・建築・土木・交通 ⑦宇宙・海洋・地球・科学基盤 の7分野

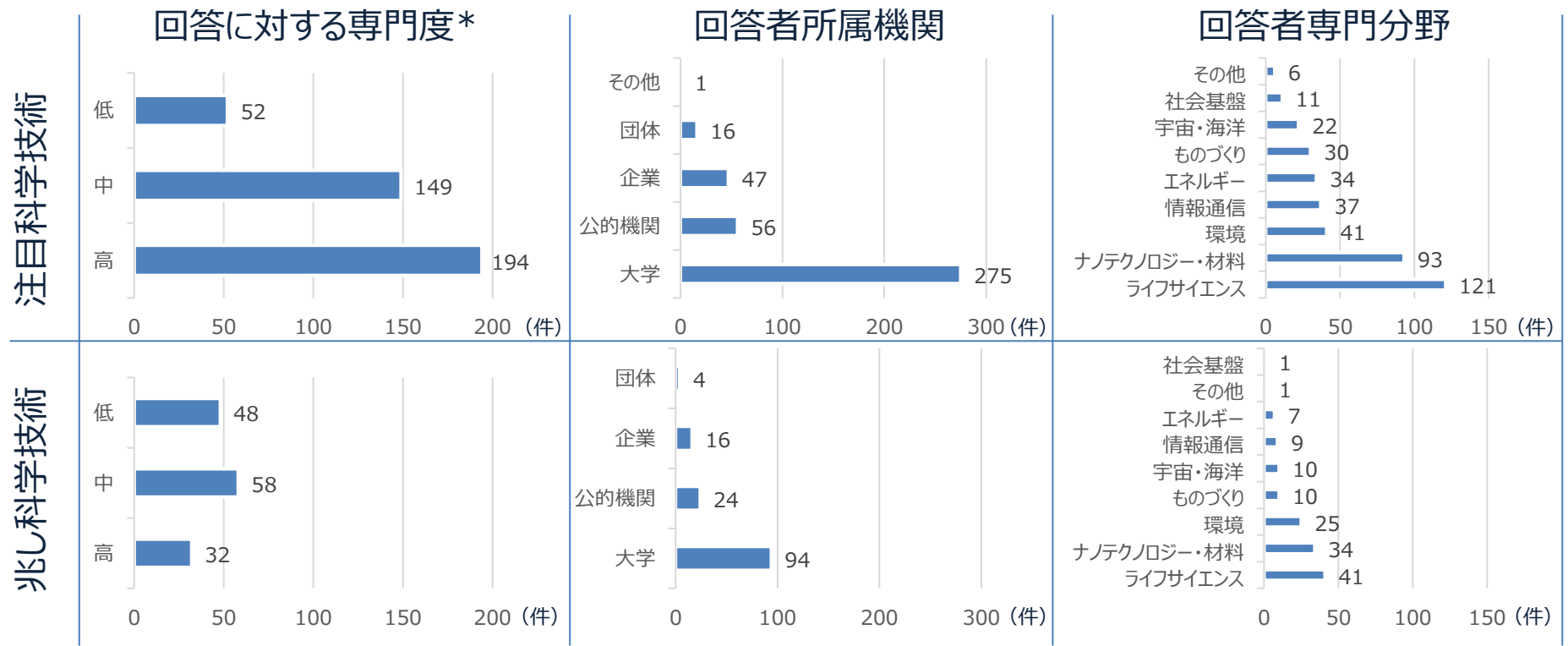
** 学術的効果：例えば、知（科学基盤・基礎科学）の創出、今後の新たな技術を生み出す、他分野へ波及効果（新分野の創出、他分野の発展加速等）をもたらすなど。
 経済的効果：例えば、新たなサービス・事業・産業の創出や既存産業の発展への寄与、産業競争力を向上させる可能性、技術・素材・製品・製法等の改良、新たな雇用創出など。
 社会的効果：例えば、個人・社会の安全・安心の維持・向上、個人・社会の健康・幸福度向上、くらし・ライフスタイルの改善、社会的基盤（都市・地域・交通・インフラ）の強化、地域社会への貢献、社会の福祉・公正性や不平等問題への貢献、環境・エネルギー・資源・生態系への貢献、社会的課題の解決、新しい文化創造、国際社会への貢献など。

結果概要：専門度・所属機関・専門分野

- 注目科学技術は**専門度高**が多く、兆し科学技術は**専門度中**が多い
- 注目・兆し科学技術共に回答者所属機関は**大学**が最も多い
- 注目科学技術の回答者専門分野は**ナノテクノロジー・材料**、**ライフサイエンス**が多く、兆し科学技術は**ナノテクノロジー・材料**、**ライフサイエンス**、**環境**が多い

注目科学技術・兆し科学技術別集計

回答数	注目科学技術	395件
	兆し科学技術	138件

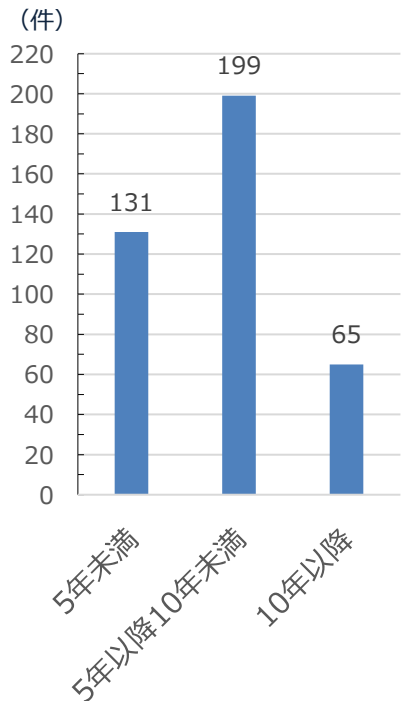


*専門度について
 高：例えば、現在、当該科学技術に関連した研究又は業務に従事している（文献による調査研究を含む）等により、当該科学技術に関連した専門的知識を持っている、など。
 中：例えば、過去に当該科学技術に関連した研究又は業務に従事したことがある。あるいは、隣接領域の研究又は業務に従事している等により、当該科学技術に関連した専門的知識をある程度持っている、など。
 低：例えば、当該科学技術に関連した専門的な本や文献を読んだり、専門家の話を聞いたりしたことがある、など。

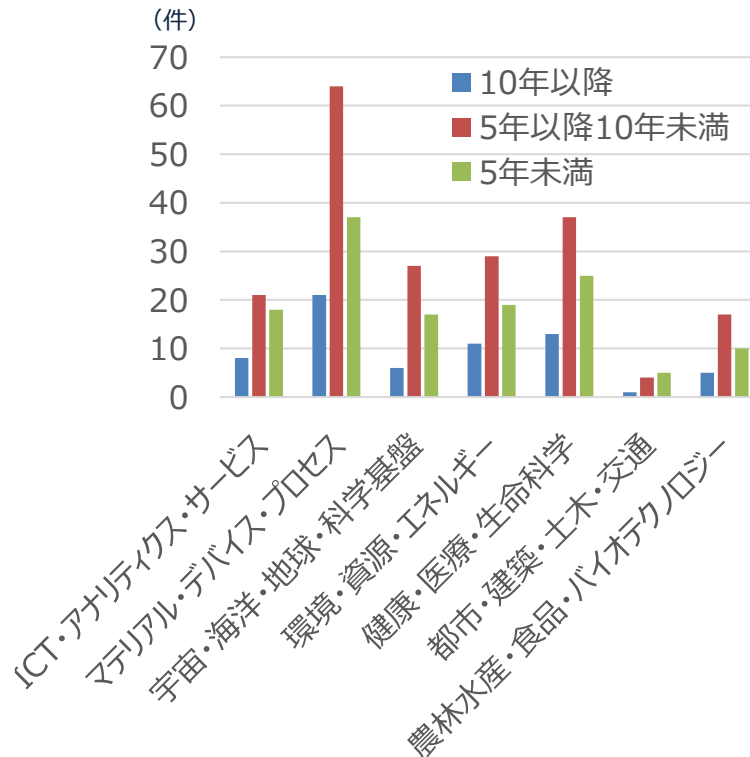
結果概要：実現時期

- 注目科学技術の半数以上は5年以降10年未満に実現が見込まれる
- 第11回科学技術予測の分野別に各回答を分類した結果、都市・建築・土木・交通関連の科学技術については5年未満に実現するものが最も多い。ICT・アナリティクス・サービス分野については、5年未満と5年以降10年未満の回答数の差はやや小さい
- 年齢別にみると、10年以降に実現が見込まれる科学技術に若い専門家が比較的多く注目している

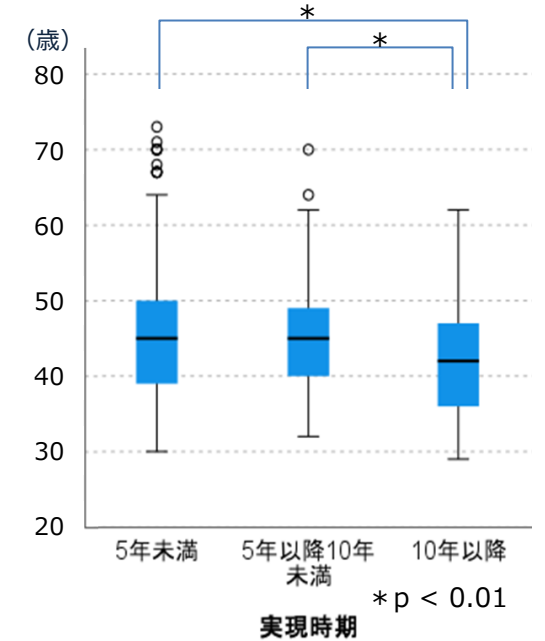
(A) 実現時期回答数



(B) 分野*別・実現時期回答数



(C) 年齢別・実現時期回答数

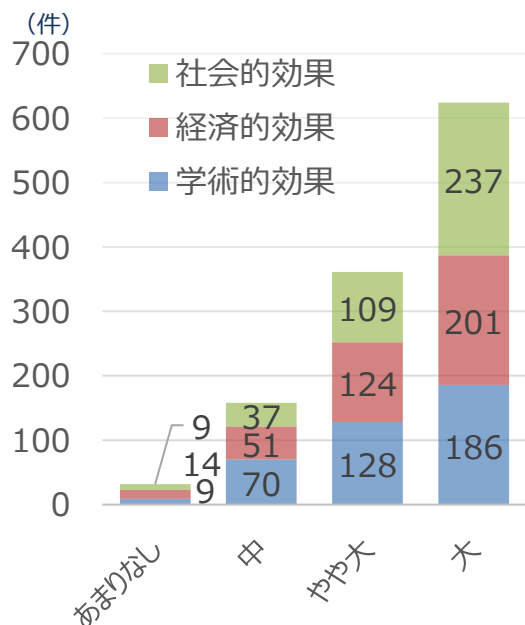


* 回答された各科学技術について、第11回科学技術予測で用いた7分野に便宜上分類したもの。回答者の専門分野ではない

結果概要：期待される効果－全体傾向①－

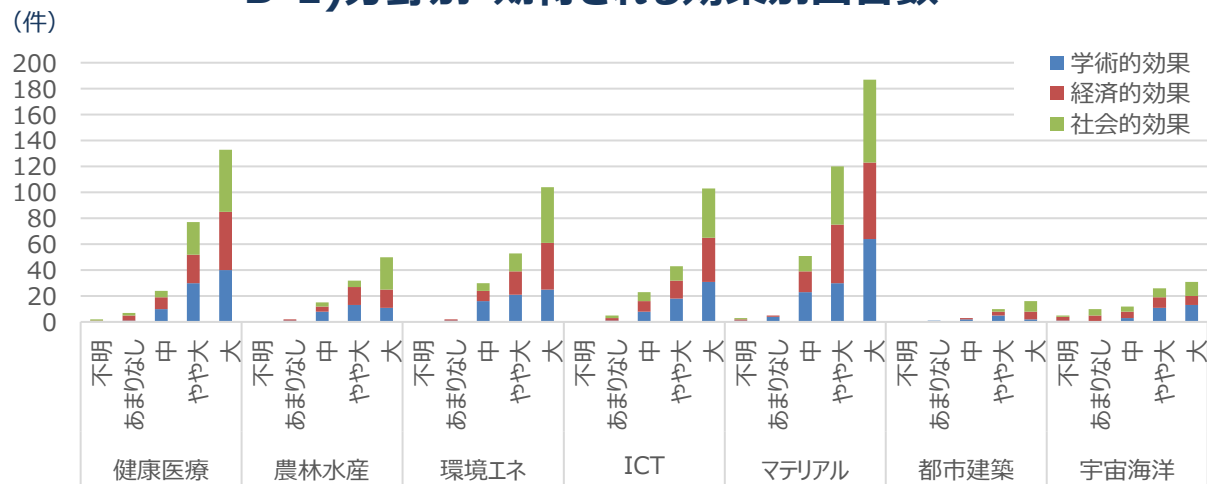
- 実現した際に期待される効果（学術的效果・経済的效果・社会的効果）について集計
- いずれの効果についても、「大」>「やや大」>「中」>「あまりなし」の順に回答数が多い
- 分野別には、環境エネルギー分野、社会基盤分野、農林水産分野は社会的・経済的效果の回答数が多い
- 「やや大」以上については、宇宙・海洋・地球・科学基盤分野は学術的效果の回答数が最も多い

A) 期待される効果別回答数

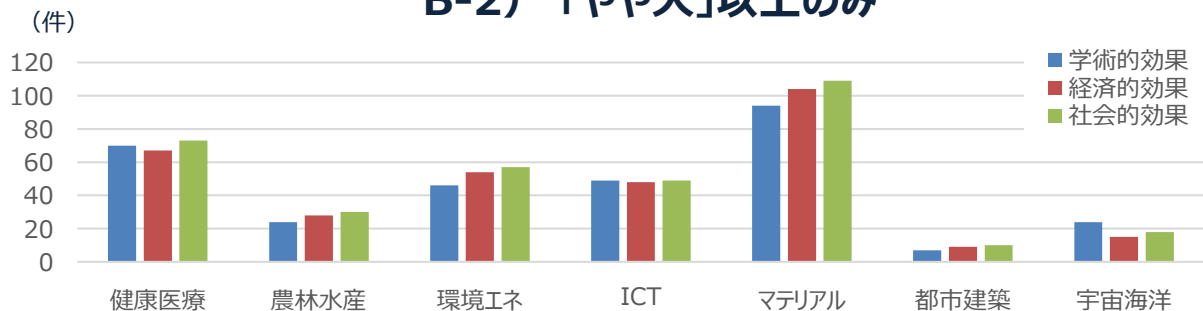


注) 各分野名には以下の略称を用いた
 健康医療 = 健康・医療・生命科学
 農林水産 = 農林水産・食品・バイオ
 環境エネ = 環境・資源・エネルギー
 ICT = ICT・アナリティクス・サービス
 マテリアル = マテリアル・デバイス・プロセス
 社会基盤 = 都市・建築・土木・交通
 宇宙海洋 = 宇宙・海洋・地球・科学基盤

B-1) 分野別・期待される効果別回答数



B-2) 「やや大」以上のみ



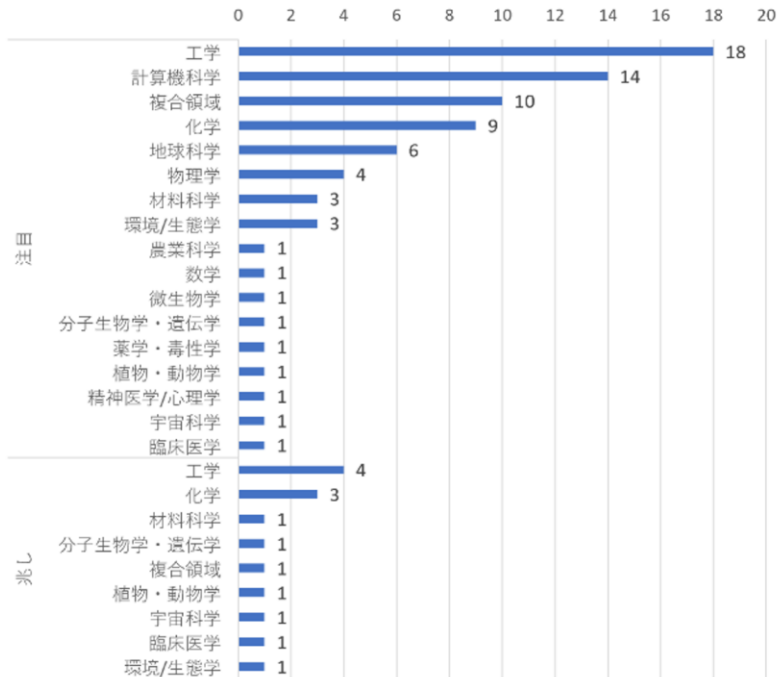
主なキーワード及び回答数

キーワード	回答数
人工知能・機械学習・深層学習・強化学習	71
量子コンピュータ（量子アニーリング・誤り耐性量子コンピュータ）・耐量子暗号（量子暗号）・量子力学（量子もつれ・量子超越性）・量子関連技術（量子雑音限界・量子ビーム・半導体量子ビット技術・量子材料・量子センサ・室温量子材料・量子光源）・量子化学	32
宇宙（宇宙探査・宇宙利用・宇宙環境（製造・計測）・宇宙資源・宇宙エレベーター・宇宙物理・宇宙エネルギー伝送・宇宙天気予報）	24
カーボンニュートラル・二酸化炭素技術（回収・吸収・利用・資源化・電解・固定・還元反応触媒・隔離・燃料合成・フリー・CCUS）	23
ビッグデータ・ビックデータ解析・データ駆動科学	23
電池（高密度エネルギー電池・リチウムイオン電池・太陽電池・ペロブスカイト型太陽電池・原子力電池・燃料電池・シリコン電池・微生物電池）	22
人工タンパク質・代替タンパク質・スーパータンパク質・タンパク質工学（構造解析・相互作用・合成・大量生産・超複合体・解誘導薬・光受容）	21
イメージング技術（リアルタイムイメージング・バイオイメージング（ライブセル・インビボ）・光イメージング・毛髪イメージング・微細領域イメージング）	17
再生可能エネルギー・エネルギー変換	13
予測・観測（地震発生）	13
地球環境・水循環・環境科学技術	12
DNA・DNA オリガミ・DNAナノテクノロジー・DNA合成	12
分子（分子コンピューティング・分子サイバネティクス・分子モデリング・分子夾雑・分子界面・分子生理・分子分光学）	11
水素製造・水素・水素エネルギー	10
バイオマス資源(木質バイオマス)	9
神経医学・精神疾患（アルツハイマー・うつ病・神経発達障害・神経変性疾患・神経膠芽腫）	9
合成生物学（人工細胞・人工細胞リアクタ・人工細胞核）	8
エネルギーシステム（発電・蓄電）	8
ロボット（海中ロボット・実験ロボット・知能ロボット・テレプレゼンスロボット）	8
ゲノム編集・ゲノム合成	8
マテリアルズ・インフォマティクス技術	8
環境保全・保護	8
健康科学・健康寿命	7
テラヘルツ通信技術	7
メタマテリアル	7
遺伝子治療	7
資源エコシステム	7
生物多様性・保全	7

人工知能・機械学習・深層学習・強化学習

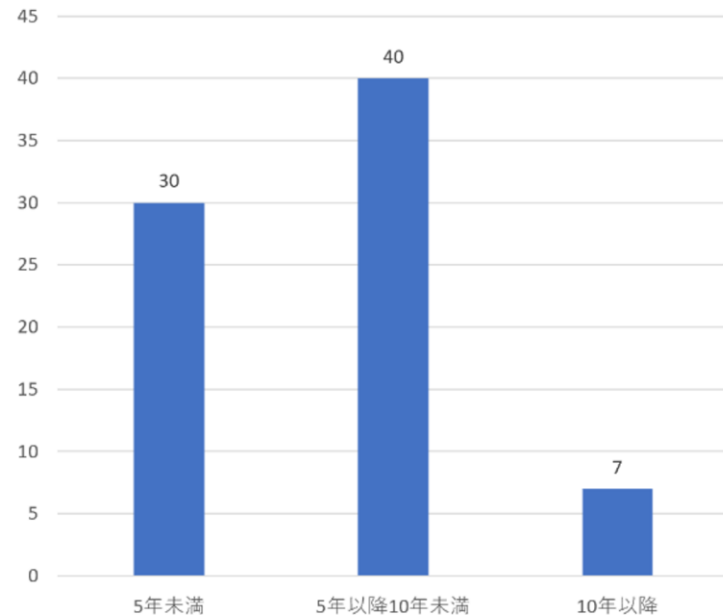
- 検索キーワードは「AI」「強化学習」「人工知能」「機械学習」「深層学習」。回答数は、注目科学技術が77件、兆し科学技術が14件の計91件。
- 工学、計算機科学の専門家からの回答が多いほか、地球科学、物理学、材料科学など多様な専門家からの回答が得られた。兆し科学技術については計算機科学の専門家からの回答は無い。
- 実現時期見通しは全体的な傾向と同様に、5年以降10年未満が最も多く、次いで5年未満、10年以降の順に回答が多い。

回答者の専門分野 (AI等)



(注) 横軸は回答者のべ件数

実現時期 (AI等)



(注) 縦軸は回答件数

(1) AI等そのものに注目する事例

- 離散写像の極限としての微分方程式の数学的解析を通じた機械学習の理論的解析や、逆に数値解析の手法を機械学習で一部代替など、機械学習と数値解析の融合
- Explainable AI技術及び可視化された注視領域を効果的に理解する方法
- Attention機構を用いた深層ニューラルネットワークだけでなく、それ以外の高性能ニューラルネットワークの学習・構築が可能な類似手法の統一的な構築方法・設計方法にまつわる科学技術
- 対象問題を解決するために役立つ情報を獲得するためのタスクを別途定義し、与えられた大量の教師なしデータからの当該タスクを用いた自己学習により、少量の教師情報で対象問題を精度高く解決する手法
- データから人が理解できる形での数式化を提案できる、AI Feynmanなどの近年のデータサイエンス技術を取り入れたデータ関係性のSymbolic Regression（数式回帰）手法

(2) AI等の活用や効果に注目する事例

- 在宅医療、テラーメイドシミュレーションや精密医療等、医療現場での活用
- インフラの維持管理。運営や防災・減災への活用
- 新規材料開発・探索やデバイス開発、プロセス等への活用
- テラヘルツ領域の活用に向け、ビルの壁や車のボディなどのメタマテリアルを人工知能技術と融合させ、スマートな動作を可能とするIntelligent Reflecting Surface
- 大量の実データの機械学習に基づくメディア生成の真贋判別
- 生物の同定、家畜生産への活用、野生動物のバイオロギングや介入及び制御
- 赤潮や太陽嵐等の環境変動の予測
- 実用的プログラムの自動合成
- タンパク質構造予測、合成経路反応予測、薬剤開発への活用
- 消費者の嗜好性予測、意思決定支援
- 無人船、移動体自律化
- 実験、研究の自動化や推進

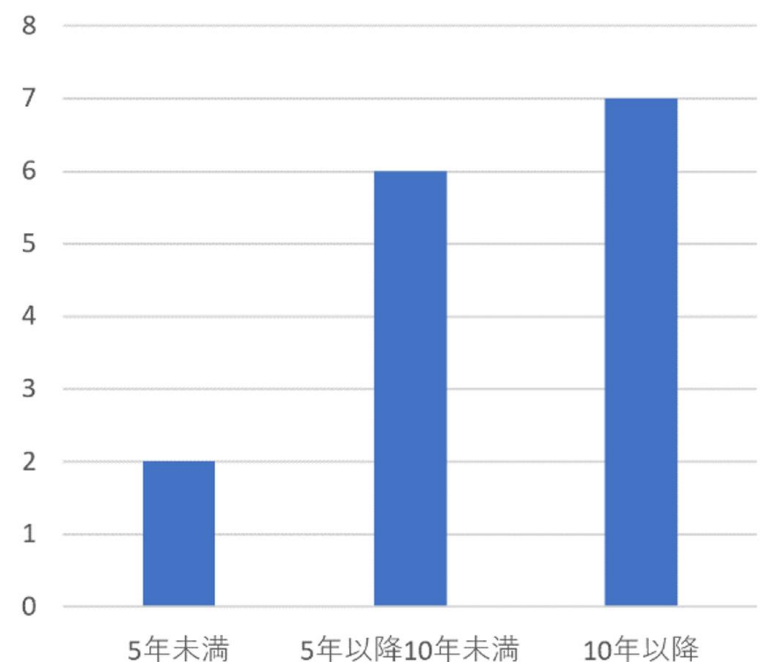
- 検索キーワードは「量子コンピュータ」「量子アニーリング」「誤り耐性量子コンピュータ」「量子暗号」「量子力学」「量子もつれ」「量子超越性」「量子雑音限界」「量子ビーム」「量子ビット」「量子材料」「量子センサ」「量子光源」「量子化学」。回答数は、注目科学技術が15件、兆し科学技術が7件の計22件。
- 注目科学技術、兆し科学技術共に物理学、工学、化学などの専門家からの回答が得られた。兆し科学技術には材料科学の専門家からの回答も見られる。
- 実現時期見通しは全体的な傾向と異なり、10年以降が最も多く、次いで5年以降10年未満、5年未満の順に回答が多い。

回答者の専門分野（量子コンピューター等）



(注) 横軸は回答者のべ件数

実現時期（量子コンピューター等）



(注) 縦軸は回答件数

(1) 量子コンピュータ等そのものに注目する事例

①量子計算

- 従来計算機と量子計算機による協調計算

②量子コンピュータ

- トポロジカル超伝導体に現れるマヨラナ粒子の非可換統計性の量子コンピュータへの応用
- 極低温環境を効率よく生み出す技術
- ワイドバンドギャップ半導体を用いた室温での量子技術
- 量子コンピュータをシステムとして取り組むアーキテクチャの開発
- 計算機科学のインターセクションとなる融合・境界領域の研究
- 量子コンピュータ用の暗号通信
- 量子コンピューターのための量子光源モジュール
- 量子コンピュータ向けドメイン特化型言語のコンパイル・最適化技術やソフトウェア工学を発展させたテスト・検証技術など、量子コンピュータ向けソフトウェア開発法
- 量子コンピュータの実現

③量子ビーム線源・パワーレーザー

- 高エネルギー、高ピークパワー、高平均出力（照射繰り返しの高い）パワーレーザーの開発
- レーザーダイオード励起、セラミック結晶を用いた次世代パワーレーザー製作コストの低減

(2) 量子コンピュータ等の活用や効果に注目する事例

①量子センサ

- ・ バイオセンシングと、薬剤候補の効率的な選定や疾病解明

②量子化学、量子材料等

- ・ 生物の化学感覚器が持つ分子認識能の機構解明と再現
- ・ 原子・分子レベルで構造が制御された新たな量子特性を示すナノ材料
- ・ 第三者による鍵の盗聴を確実に検知することが可能な、量子暗号通信

③量子コンピュータ

- ・ 従来のコンピュータを凌駕するスピードでの信号処理演算、古典的な量子化学計算では実現できなかった高速・高精度量子化学計算
- ・ 生体高分子や合成高分子など様々な化学反応予想、試行錯誤無しの最適反応条件特定

④量子もつれ

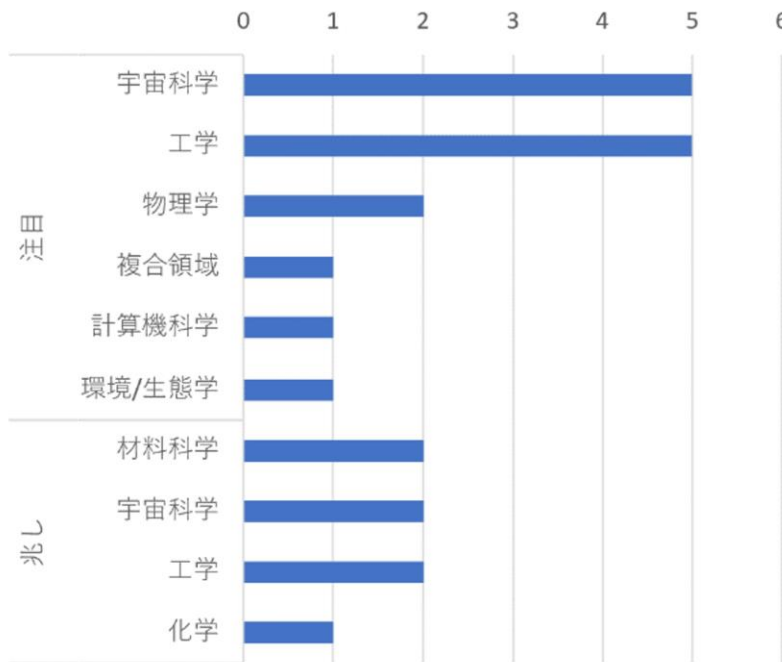
- ・ 分光測定（レーザーを含む古典的な光を用いた測定）の検出限界を上回る測定技術

⑤量子ビーム線源・パワーレーザー

- ・ 新しい物質の創成や物質の形状変化（レーザー加工）への応用
- ・ 宇宙や地球・惑星の内部などの極限状態の再現
- ・ グリーンエネルギー源の開発を目的としたレーザー核融合炉
- ・ レーザープラズマ加速技術を用いた小型装置での高エネルギー量子ビーム生成及び建築コストの大幅削減

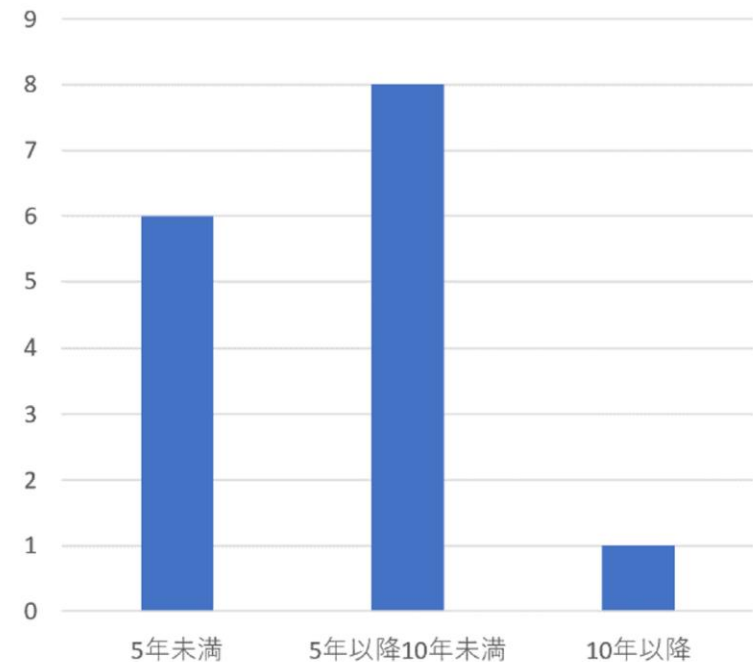
- 検索キーワードは「宇宙」。回答数は、注目科学技術が15件、兆し科学技術が7件の計22件。
- 注目科学技術、兆し科学技術共に宇宙科学、工学などの専門家からの回答が得られた。兆し科学技術には材料科学の専門家からの回答も見られる。
- 実現時期見通しは全体的な傾向と同様に、5年以降10年未満が最も多く、次いで5年未満、10年以降の順に回答が多い。

回答者の専門分野（宇宙）



(注) 横軸は回答者のべ件数

実現時期（宇宙）



(注) 縦軸は回答件数

(1) 宇宙探査や利用に関する科学技術

地球資源の枯渇への対応や、人類の活動圏拡大に向けた科学技術が多い。

① 宇宙探査・宇宙利用、宇宙資源、宇宙エネルギー伝送、宇宙エレベーター

- 月の水資源や小惑星の鉄・プラチナなど宇宙資源の探査・採掘及び持ち帰り技術、月面での水・酸素生成技術・宇宙資源やエネルギーの伝送・移送
- 宇宙空間を活用した経済活動や技術開発を大きく進展させるための宇宙エレベーター

(2) 宇宙を計測・観測、予測・予報する科学技術

活発化する太陽活動や超小型衛星の普及に伴う事故頻度の増加を見越して、人工衛星の不具合、通信障害、人体や社会インフラへの悪影響を防ぐものや、宇宙空間での活動に向けた科学技術が多い。

② 宇宙環境（製造・計測）、宇宙天気予報

- 地球の気象予報レベルの宇宙天気予報、AI技術を利用した宇宙天気予報、社会インフラへの影響予測が可能な、宇宙天気の高精度予報技術
- 宇宙空間での低ノイズ観測のための冷凍技術
- 宇宙環境変動の24時間観測・リアルタイムモニタ・計測、多数の衛星を太陽の周りを周回させ常時監視する宇宙環境計測
- 磁気シールドで宇宙線を防ぐ技術

(3) 宇宙機等のための基盤技術

衛星等の材料など、宇宙利用のための基盤技術が多い。

③ 宇宙物理等

- 装置損傷防止、高効率燃料利用、難燃性の再生可能燃料利用などが可能な繰り返し放電による確実な点火技術
- テラヘルツ波を利用した100 Gbps超のBeyond 5G/6G向け無線伝送技術
- 燃料使用量を大幅に低減し、衛星の寿命を大幅に伸ばす全電化衛星
- 宇宙分野の耐熱性材料に向けた、5種類以上の元素からなるハイエントロピー合金、宇宙などのと特殊環境での製品製造が可能なオールオプティクス製造
- 3K宇宙マイクロ波背景放射のBモード偏光場の観測及び統計解析による宇宙の初期条件の解明
- 宇宙や地球・惑星の内部などの極限状態を再現可能な次世代パワーレーザー

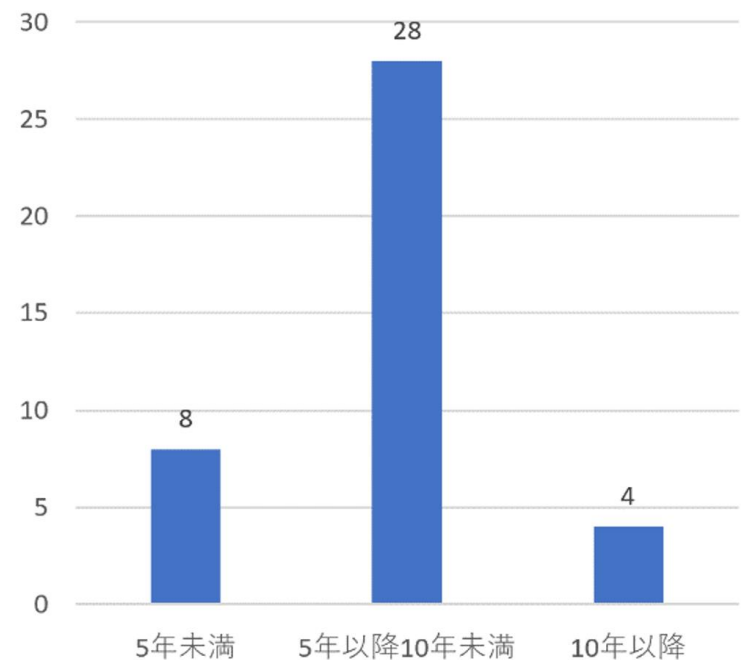
- 検索キーワードは「カーボンニュートラル」「二酸化炭素」「脱炭素」「カーボンフリー」「CCU」「CO2」。回答数は、注目科学技術が40件、兆し科学技術が4件の計44件。
- 注目科学技術は工学、材料科学の専門家からの回答が多く得られ、兆し科学技術は環境/生態学、化学、地球科学の専門家からの回答が得られた。
- 実現時期見通しは全体的な傾向とほぼ同様であり、5年以降10年未満が最も多く、次いで5年未満、10年以降の順に回答が多い。

回答者の専門分野（カーボンニュートラル）



(注) 横軸は回答者のべ件数

実現時期（カーボンニュートラル等）



(注) 縦軸は回答件数

(1) CO₂の資源化等に関わる科学技術

- ガス発酵を行う微生物を用いた二酸化炭素の消費と有用物質生産
- 水素タンクに入れておくだけで多量の水素を保有できる軽量水素吸蔵・貯蔵材料
- 高濃度二酸化炭素を直接電解還元してメタノールを合成する技術及び電解セル
- 共有結合性有機構造体(covalent organic framework)による分離技
- 沿岸生態系のCO₂吸収・隔離機能を活用したネガティブエミッション技術藻類等の海洋生物による二酸化炭素の隔離・貯留の定量化と普及
- 一酸化炭素あるいは二酸化炭素を固定し有用物質生産を行う好熱性（嫌気性）微生物の育種
- CO₂還元反応触媒やCO₂吸着材料
- 電気透析を活用して海水からCO₂を回収する技術
- CO₂からの燃料や化成品の高純度合成と同時に副生水から水素を製造し、再度CO₂との反応へリサイクルするシステム
- 建築分野のライフサイクルCO₂の把握・評価
- 二酸化炭素を酢酸菌で酢酸に変換し、それを炭素源として油脂発酵する技術
- CO₂の電解による有機物合成、CO₂と水から界面活性剤などの化学物質を合成する触媒
- 塩基性岩石の化学風化促進による大気中CO₂の吸収と土壌改質、溶出イオンによる海洋酸性化の緩和

(2) 資源の確保や産生、循環やリサイクルに関わる科学技術

- 海底鉱物資源、特にレアアース・コバルト・ニッケル資源の開発技術
- 日用品のプラ製品から、未使用原料からの製造と遜色ないプラ製品を再生する高度リサイクル技術
- 炭素を含む同位体分子を高精度かつ高感度に分析可能なレーザー分光に基づく分析法

(3) 再生可能エネルギーや水素等の産生や確保、変換、貯蔵や利活用等に関わる科学技術

- 鉛フリーかつ高効率・長期信頼性を有するペロブスカイト太陽電池など、ペロブスカイト太陽電池
- 廃水からNH₄⁺（エネルギー）への変換・回収技術
- 太陽光などの再生可能エネルギーによるアンモニア製造
- アンモニアを燃焼させて発電所や内燃機関の熱エネルギーとして利用する技術、アンモニアからの水素製造
- 高出力かつ高エネルギー変換効率を有した中低温作動型燃料電池
- イオン伝導体をLi分離膜としたLi選択的な回収技術など、リチウムイオン電池原料循環技術
- 大量に水素を取り扱う将来を想定し、液体水素の冷熱も有効利用した電力需給調整システム
- 人工光合成に関する技術、有用物質の製造
- 地球周回軌道上の太陽電池パネルで発電した電力をマイクロ波送電により地上に送る技術
- 微生物が土壌や水質を浄化する過程で発生する電子を有効活用した電池
- 核融合発電燃料の一つである三重水素を効率的に使用するための自己増殖技術、循環および再利用技術

(4) その他、環境保全や負荷低減に関わる科学技術

- 動物飼育由来の食肉を代替する培養肉生産法
- 固液分散系製品における添加剤の9割以上削減や高温熱処理プロセスが不要になる技術
- 木質バイオマスから環境負荷の小さいリグニン抽出および有用材料・化学原料の合成
- バイオマス資源を活用した多孔質炭素材料（ウッドセラミックス）の蓄電池電極
- 燃料電池システムを活用したバス・トラック・鉄道
- 衛星観測による温室効果気体や大気汚染物質のポイントソース（単一発生源）の検出と定量
- 反応性窒素Nrを安価かつ容易に定量、測定する技術
- 木質バイオマス発電所で生じる木灰と食品残差を組み合わせた有機堆肥化及びその地場利用

➤ 第11回科学技術予測調査における質問項目に沿ってそれぞれ内容を抜粋。

(1) 人材の育成・確保

研究を発展させるためにはポスドク等の他、特定の専門家の人材育成が必要との回答が見られる他、科学技術に関する理解の浸透や社会的教育についても回答が見られる。

(2) 研究開発費の拡充、事業補助

研究開発費の拡充そのものや、公的資金の投資対象についての意見の他、コストダウンについても回答が見られる。

(3) 研究基盤整備、事業環境整備

高度な設備の維持や実証実験といった回答の他、関係者の科学技術についての理解の浸透、データ量や品質管理、データの利用やデータベース整備についての回答が見られる。

(4) 国内連携、国際連携

他の項目に比べて多くの回答が見られる。異分野連携や産学官連携の必要性だけでなく、分野融合的・横断的研究拠点の整備や、学会等プラットフォームの充実についての回答が見られる。連携対象についても幅があり、異分野であっても、例えばバーチャルリアリティ（VR）やメタバースに関しては、人文社会科学や認知科学など幅広い分野との連携に基づく大きな研究コミュニティの構築が必要との意見が見られた。他方でDNAナノテクノロジーについては生化学とバイオテクノロジー、ヘルスケア情報を取得する研究領域については医学系と情報工学系、心理系などが連携対象であった。

(5) 法規制の整備：法令・基準の緩和・廃止又は強化・新設

指針の提示や規制の緩和の他、税制の整備や省庁が連携した政策検討が必要との回答が見られた。

(6) 倫理的課題への対応

倫理的な議論や取り決め、倫理審査に関する回答の他、社会的合意形成に関する記載が見られた。