

資料 3

総合科学技術・イノベーション会議  
基本計画専門調査会（第2回）  
2025.1.17

# 科学技術・イノベーションを巡る潮流

---



2025年1月17日

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局



<b>科学技術・イノベーションを巡る潮流に係る論点（例）</b>	P.2
<b>研究成果の社会実装</b>	
基礎研究の成果の迅速な社会実装	P.3
スタートアップの台頭	P.4
社会変革をもたらす新興技術の進展	P.6
<b>主要国・地域を取り巻く状況</b>	
主要国・地域の科学技術・イノベーション政策	P.7
経済安全保障の確保に向けた科学技術・イノベーション政策	P.8
国際協調の拡大・深化	P.9
研究セキュリティと研究インテグリティの議論が活発化	P.10
国際頭脳循環の状況	P.12
人材獲得競争の拡大	P.13
<b>科学技術と社会との関係</b>	
科学技術の人や社会への影響（光と影）	P.14
科学技術の進展で高まるELSI/RRIの重要性	P.15
今後のテクノロジーの進展の見通し	P.16

- デジタル技術の急速な進展や新型コロナウイルス感染症のような社会的要請が相まって、基礎研究の成果が社会実装されるまでの期間がこれまで以上に短縮されつつあるのではないか。基礎研究への支援強化と、社会実装を見据えた研究開発をいかに進めていくか。
- 主要国では、経済安全保障の確保が優先課題となり、サプライチェーンの強化を含め、重要技術の確保に向けた科学技術・イノベーション政策を推進しているなか、経済安全保障との連携をどのように捉えるべきか。
- 科学技術の進展は、経済発展や社会の利便性向上をもたらす一方、環境破壊などの負の側面もある。また、社会を大きく変革し得るテクノロジーが発展しつつある中、科学技術の発展とどのように向きあうべきか。

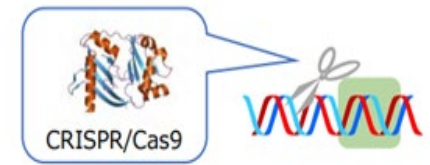
# 基礎研究の成果の迅速な社会実装

- デジタル技術の急速な進展や新型コロナウイルス感染症のような社会的要請が相まって、基礎研究の成果が社会実装されるまでの期間がこれまで以上に短縮される傾向が強まっている。

## 短期間で社会実装された技術の例

### CRISPR-Cas9遺伝子編集技術

- 特定のDNA配列を切断・編集できる技術を創薬関係では10年程度で実用化  
(2020年ノーベル化学賞：シャルパンティエ氏 (仏)、ダウドナ氏 (米))



出典：内閣府「バイオエコミー戦略」参考資料  
(2024年6月統合イノベーション戦略推進会議決定)

### mRNAワクチン技術

- メッセンジャーRNAを利用して、1年程度でCOVID-19ワクチンを実用化  
(2023年ノーベル生理学・医学賞：カリコ氏 (ハンガリー)、ワイスマン氏 (米))

### 人工知能 (AI) 技術

- 人工ニューラルネットワークの発明で、機械学習 (特にディープラーニング) が発展し、生成AIで用いる画像認識や自然言語処理などを数年で実用化  
(2024年ノーベル物理学賞：ホップフィールド氏 (米)、ヒントン氏 (加))
- AIを用いてタンパク質の三次元構造を予測する技術を開発し、新薬開発が加速化  
(2024年ノーベル化学賞：ベイカー氏 (米)、ハサビス氏 (英)、ジャンパー氏 (米))

# スタートアップの台頭①

- 社会課題の解決や産業構造の変革を目指して、ディープテック系スタートアップが急速に拡大し、先端技術の社会実装を牽引。

## ディープテック系スタートアップの例

### 医療・バイオ分野

- **ILLUMINA (1998年設立・米)** ※2000年上場  
高速・高精度なDNAシーケンシング技術を、がん研究や遺伝病診断に応用。

- **Spiber (2007年設立・日)**  
合成生物学と材料科学を用いて、環境に優しい合成タンパク質素材を開発し、持続可能な素材市場をリード。



出典：経済産業省「バイオ政策の進展と今後の課題について」資料4

### エネルギー分野

- **QuantumScape (2010年設立・米)** ※2020年上場  
電気自動車（EV）向けに高エネルギー密度と安全性を兼ね備えた固体電池を開発。

### 量子分野

- **D-Wave Quantum (1999年設立・カナダ)** ※2022年上場  
アニーリング方式の量子コンピュータを開発し、商業利用に向けたソリューションを提供。

### AI分野

- **OpenAI (2015年設立・米)** :  
自然言語処理や生成AI技術をリードし、「ChatGPT」を提供。わずか2カ月でユーザー数1億人を達成。
- **Sakana AI (2023年設立・日)** :  
生成AI技術を開発し、企業向けに提供。2024年に300億円以上の調達を完了。

### 宇宙分野

- **ispace (2010年設立・日)** ※2023年上場  
月面探査ロボットを開発し、月資源の探査と利用を目指す。

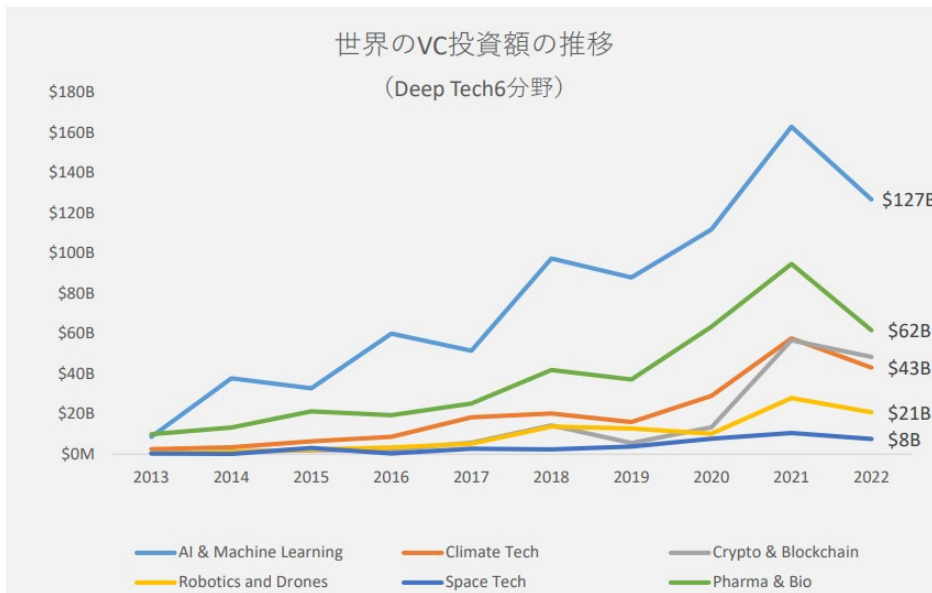
出典：内閣官房「グローバル・スタートアップ・キャンパス構想に関する有識者会議（第2回）」資料4



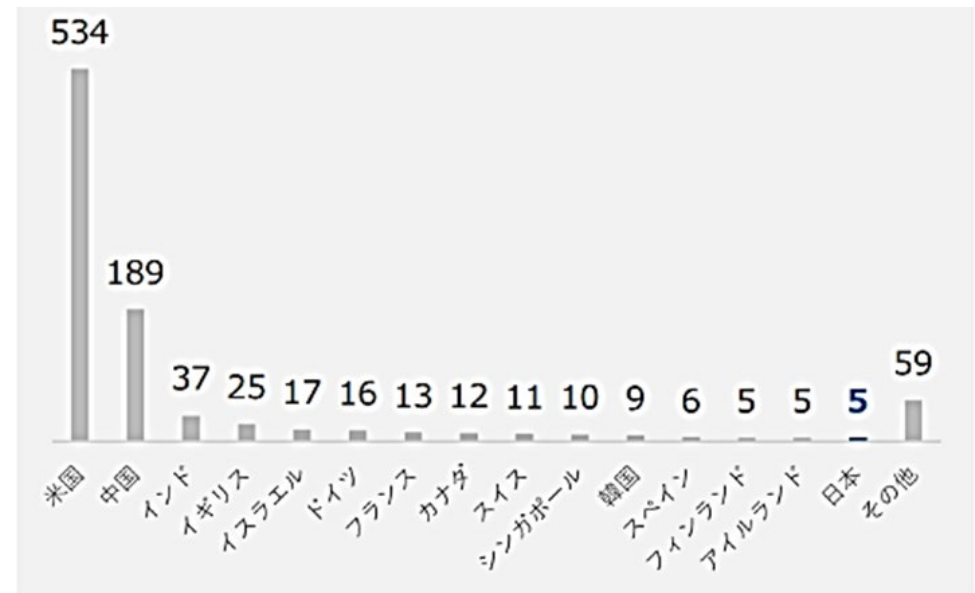
# スタートアップの台頭②

- 世界のVC投資をディープテック分野毎に見た際、いずれの分野も増加傾向にある。特に、AI、製薬・バイオ、ブロックチェーン、気候の分野は投資額が大きく拡大。
- 近年、米国・中国以外の国・地域も含め、各国のエコシステムが発展。これに伴って、各国におけるユニコーン数も増加。

## 世界のVC投資動向（ディープテック6分野別）



## ディープテック系国別ユニコーン企業数



- ・PitchBook(2023年10月18日最終アクセス)を基に作成。
- ・“Post Valuation”を10億ドル以上に設定。2013年以降の該当企業数をカウント。
- ・PitchBook上に登録されている企業のうち、VC関連の資金調達履歴全て(All VC Stages)もしくはPrivate Equityの“Growth/Expansion”を持つ企業を選択（IPO等パブリック企業を除外）。
- ・Debt、IPO、M&A、及びGrantによる資金調達履歴のみの企業は含めない。
- ・Deep techの定義は、AI、エネルギー・環境、バイオ・医療ヘルスケア、素材・産業、航空・宇宙、食糧農業等に該当する、PitchBook上の各インダストリー・カテゴリを指す。
- ・日本のユニコーン企業は、Dynamic Map Platform（高精度3次元データ）、Epark（B2B関連ソフトウェア）、GO（タクシー配車アプリ）、EMOBILE（通信サービスプロバイダ）、GVE（金融ソフトウェア）、Kakao Japan（ソーシャルプラットフォーム）、Liquid（仮想通貨/ブロックチェーン）、Preferred Networks（AI）、Quan（メディア情報サービス・デザインソフトウェア）、Spiber（新世代バイオ素材開発）、SmartHR（ビジネスソフトウェア・人材サービス）、SmartNews（スマートフォンアプリケーションの開発・運営）。このうち、下線はDeep techに該当。

出典：内閣官房「グローバル・スタートアップ・キャンパス構想に関する有識者会議（第1回）」資料2

# 社会変革をもたらす新興技術の進展

- 産業応用への期待が大きく、将来、国力や国際社会のパワーバランスにも影響しうる新興技術の例として、量子技術（量子コンピュータ）やフュージョンエネルギー技術、バイオ技術（合成生物学）が挙げられる。

## 量子コンピュータ

- **概要：**  
量子力学の原理を利用した並列計算により、従来膨大な計算時間が必要で事実上不可能であった解析が高速に実現できる可能性。
- **開発状況：**  
米国、欧州、中国、日本（理化学研究所等）で開発中。IBMやGoogleが商用化を目指している。

- **インパクト：**  
医療品開発、金融リスク解析を大幅に加速。世界的に使用されている暗号を短時間で解読する可能性。Googleが、自身が開発した量子コンピュータにより、スパコンでは1万年かかるとされていた計算問題を200秒で計算したと発表。



理化学研究所  
量子コンピュータ研究センター  
(RQC)

出典：  
理化学研究所HP  
「量子コンピュータを利用できる「量子計算クラウドサービス」開始」

## フュージョン（核融合）エネルギー

- **概要：**  
軽い原子核同士が融合して別の原子核に変わる際に放出されるエネルギー。
- **開発状況：**  
米国は、昨年、国家戦略を発表。12月、スタートアップのCFS社が、商業用核融合発電所を米バージニア州に建設すると発表。中国では、大規模試験施設群「CRAFT」や、トカマク型核融合実験炉「BEST」の建設を進めるなど、各国が国策として推進。

- **インパクト：**  
次世代のクリーンエネルギーとして、環境・エネルギー問題の解決策としての期待に加え、政府主導の取組による科学的・技術的進展もあり、諸外国における民間投資が増加。多様な炉型による取組が進展。



大規模試験施設群「CRAFT」

出典：  
内閣府「第6回イノベーション政策強化推進のための有識者会議「核融合戦略」」資料3

## 合成生物学

- **概要：**  
直近10年でのDNA合成、ゲノム編集、解析等の技術革新が、IT・AI技術の進展と相まって、バイオ×デジタルでの開発競争が激化。細胞を利用した素材、医薬品等の新たな物質生産（バイオものづくり）が可能に。



遺伝子技術を駆使して、高度にゲノムがデザインされた物質生産性を高めた細胞（スマートセル）創るプロセスの概念図








出典：経済産業省「バイオ政策のアクションプラン」

- **開発状況：**  
米国、英国、中国、日本等が研究中。特に米中で大規模投資が先行しており、今後の市場成長が期待。
- **インパクト：**  
米国は今後10年以内に製造業の世界生産の3分の1を置き換え、金額換算で約30兆ドル（約4,000兆円）に達すると分析。気候変動、資源制約、経済安全保障等への貢献が期待。

# 主要国・地域の科学技術・イノベーション政策

- 卓越した研究成果を生み出し、その成果をいち早くインパクトのあるイノベーション創出につなげることは、各国・地域の科学技術・イノベーション政策に共通する目標。

## 主要国・地域の科学技術・イノベーション政策の例

 <p>米国</p>	<p>「CHIPS・科学法」(2022.8)：半導体および重要技術の研究開発強化に約2,500億ドル※ 「インフレ抑制法」(2022.8)：クリーンエネルギー等の気候変動対策に約3,690億ドル</p>
 <p>EU</p>	<p>研究開発枠組み「ホライゾン・ヨーロッパ」(2021～27)：「最先端研究支援」、「社会課題解決と欧州産業競争力強化」、「イノベーション創出」の三本の柱を設け、7年間で総額955億ユーロの投資を計画</p>
 <p>英国</p>	<p>「秋季予算案」(2024.10)：次年度の政府研究開発投資として過去最高額（204億ポンド）を発表</p>
 <p>ドイツ</p>	<p>「未来戦略」(2023.2)：官民の研究開発費GDP比3.5%の達成に向け投資を継続</p>
 <p>フランス</p>	<p>「フランス2030」(2022～2026)：技術の社会実装やイノベーションに総額540億ユーロを投融資</p>
 <p>中国</p>	<p>「第14次五カ年計画」(2021.3)：官民合わせた研究開発費を年7%以上増やすことを表明</p>
 <p>日本</p>	<p>「第6期STI基本計画」(2021.3)：5年間で政府の研究開発投資30兆円、官民合わせ120兆円目指す</p>





※複数年の合計、かつ継続分を含む。また、補助金以外の予算は枠の設定のみで、実際の予算は各年度の歳出法によって決定される。



# 経済安全保障の確保に向けた科学技術・イノベーション政策

- 各国の技術開発競争が加速する中、新型コロナウイルス感染症拡大やロシアによるウクライナ侵略等により、重要物資やエネルギー供給の不安定化といった問題が顕在化し、経済安全保障の確保が優先課題に。各国はサプライチェーンの強化を含め、重要技術の確保に向けた科学技術・イノベーション政策を打ち出している。

## 主要国の経済安全保障の確保に向けた科学技術・イノベーション政策の概要

 <p>米国</p>	<p><b>「新ワシントン・コンセンサス」として現代版の産業・イノベーション戦略を追求</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 大統領令の下、重要品目・産業のサプライチェーンの見直しと強化を推進</li><li>● 半導体をはじめとする重要分野の製造能力、サプライチェーン、研究開発等に巨額の予算を措置</li></ul>
 <p>EU</p>	<p><b>新型コロナによる変化を踏まえ「開かれた戦略的自律性」を強化、初の経済安全保障戦略を策定</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● ドイツ：「デジタル主権・技術主権」の確保に向け、主力産業の先進化、将来産業のコア技術育成に集中投資</li><li>● フランス：EUと協調しつつ、新産業の創出に向けてデジタル、グリーン等の分野でスタートアップ支援を推進</li></ul>
 <p>英国</p>	<p><b>「グローバル・ブリテン」構想の下、EU離脱後の国際関係を再構築</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● 科学技術による戦略的優位性の持続を戦略枠組み全般の最優先要素に位置づけ</li></ul>
 <p>日本</p>	<p><b>先端的な重要技術の開発に向け「経済安全保障重要技術育成プログラム」を開始</b></p>







出典：国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 「CRDSセミナー① 科学技術・イノベーションを取り巻く国際情勢と新潮流」


# 国際協調の拡大・深化

- 科学技術の国際協調による拡大・深化は、価値を共有する国との戦略的な連携と、グローバル課題対応のための全世界との連携を両輪で進める動き。





## 科学技術・イノベーションに係る主要国・地域の国際連携動向

### STIを基軸とした欧米の協力体制がさらに深化

-  ×  ・貿易・技術評議会設置 (2021.6)  
半導体サプライチェーン、AI技術標準化等で協力推進  
・科学技術協力の共同諮問会合開催 (2022.10)
-  ×  ・バイデン大統領とスナク首相の会談の成果として  
「**大西洋宣言行動計画 (ADAPT)**」発表 (2023.6)  
重要・新興技術、技術保護と経済安全保障などの  
5分野で協力
-  ×  ・EUのHorizon Europeへの英国の参加に関して  
政治的合意 (2023.9) (2024.1発効)


-  ・日米経済政策協議委員会 (経済版「2+2」) :  
半導体、AI、量子、クリーンエネ、5G等の技術育成・保護、重要鉱物  
確保、エネルギー安全保障、食料安全保障で協力確認 (2023.11)  
・重要分野における科学技術先進国・地域との協力として「先端国際共同  
研究推進事業 (ASPIRE)」開始 (2023)  
・日米韓首脳会合 (2023.8) を踏まえ、重要・新興技術分野における共同  
研究開発に関する協力覚書を締結 (2024.4)

### グローバル課題等について中国との戦略的協力が進展

-  ×  ・共同研究を支援する協定に署名 (2022.4)  
「食品、農業、バイオテクノロジー」、「気候変動と  
生物多様性」の2分野で協力
-  ×  ・首脳会談 (電話) の開催 (2024.4)  
AI関連リスクに対処するための協議、気候変動や  
人的交流に関する継続的取り組みなどの進捗を確認  
・米中科学技術協力協定の更新 (2024.12)  
研究者のセキュリティ保護要件やデータの互恵性  
に関する規定を追加。協定の対象を基礎研究に絞り、  
重要・新興技術は除外

### 欧米とグローバルサウス (ASEAN・インド) の連携事例

-  ×  ・協力関係を「**ASEAN・米国包括的戦略的パートナー  
シップ**」に格上げ (2022.11) : 協力分野にヘルス、  
技術・イノベーション、気候など  
・第11回米国・ASEAN首脳会議の合意に基づき、  
米ASEANセンターを開設 (2023.12)
-  ×  ・初のEU・ASEAN首脳会議開催 (2022.12) :  
デジタルインフラへの投資、人材移動の促進・強化  
などで合意
-  ×  ・戦略的技術パートナーシップと防衛産業協力を拡大  
する「**重要・新興技術に関する米印イニシアチブ  
(iCET)**」開始 (2023.1) : 協力分野のひとつに  
「STEM (科学、技術、工学、数学) 人材」を挙げ、  
両国の大学間の連携等を推進
-  ×  ・国家安全保障や経済発展の観点から重要・新興技術  
分野の協力を促進する「**技術安全保障イニシアチブ  
(TSI)**」開始 (2024.7) :  
主要分野として ①通信、②重要鉱物、③半導体、  
④AI、⑤量子、⑥バイオ/ヘルス技術、⑦先端材料

-  ・日ASEAN友好協力50周年 (2023) :  
「包括的戦略的パートナーシップ」に関係格上げ、  
「日ASEAN・STI協働連携事業」として146億円を計上 (R6-10年度)  
・インドとの研究協力や人材交流の促進を目的として  
「日印大学等フォーラム」開催 (2023.1、2023.9)

# 研究セキュリティと研究インテグリティの議論が活発化①

- オープンな研究環境を確保しつつ、技術や情報を適切に保護することが各国の共通課題となり、G7やOECDなどにおいても研究セキュリティと研究インテグリティの議論が活発化している。研究セキュリティについては、各国とも政策検討、制度設計のフェーズから実施のフェーズに急速に移行しつつある。

## 「G7研究協約」(2021.6 英)

- 研究とイノベーションはグローバルな取り組みであるとの認識を共有し、国際研究協力を推進するため、自由、開放性、透明性などを推進
- 研究エコシステムのセキュリティとインテグリティに関する作業部会(SIGRE)を設置

G7

## 「研究セキュリティと研究インテグリティに関するG7共通の価値観と原則」(2022.6 独)

- 悪意をもったアクターが存在する中、オープンサイエンスを推進しつつ、国際共同研究を安全に進めるための原則に合意※  
(※2023仙台、2024イタリアのG7科技大臣会合でも、SIGREの取り組みを評価し、継続を確認)

## 「G7首脳コミュニケ」(2023.5 広島)

- 研究セキュリティ・研究インテグリティに関するベストプラクティス共有の取り組みを歓迎

## 「グローバルな研究エコシステムにおけるインテグリティとセキュリティ」(2022)

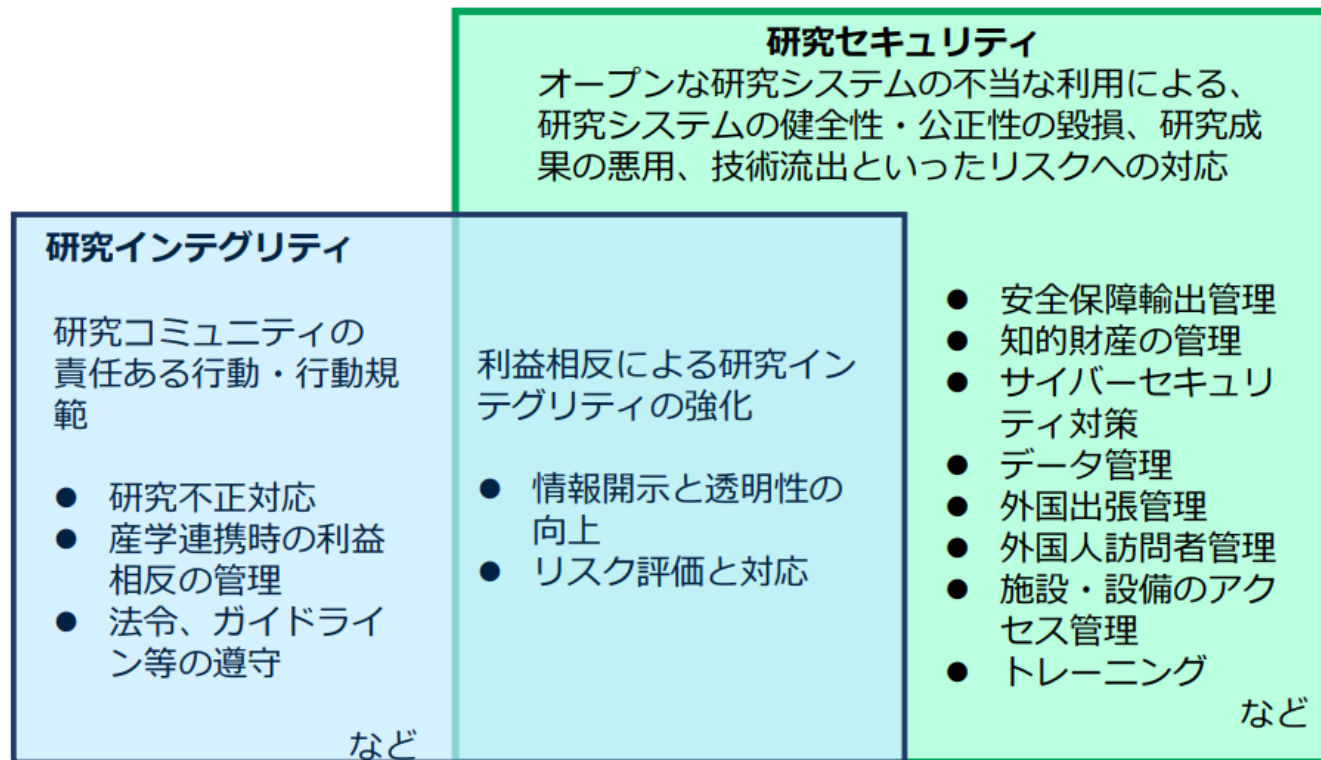
OECD

- オープンな研究環境を不当に利用しようとする動きが一部の政府や非国家主体の間で広がっているとの認識の下、研究インテグリティとセキュリティの確保についての実践例や政策提言を示す

## 研究セキュリティと研究インテグリティの議論が活発化②

- 研究セキュリティは、研究成果の外部流出を含む様々なリスクから研究者を守ることを、研究インテグリティは、研究者が責任ある行動や規範を遵守することを指すが、これらは密接に関連しており、共に研究の信頼性と安全性を確保している。

### 参考：研究セキュリティと研究インテグリティの整理の例※



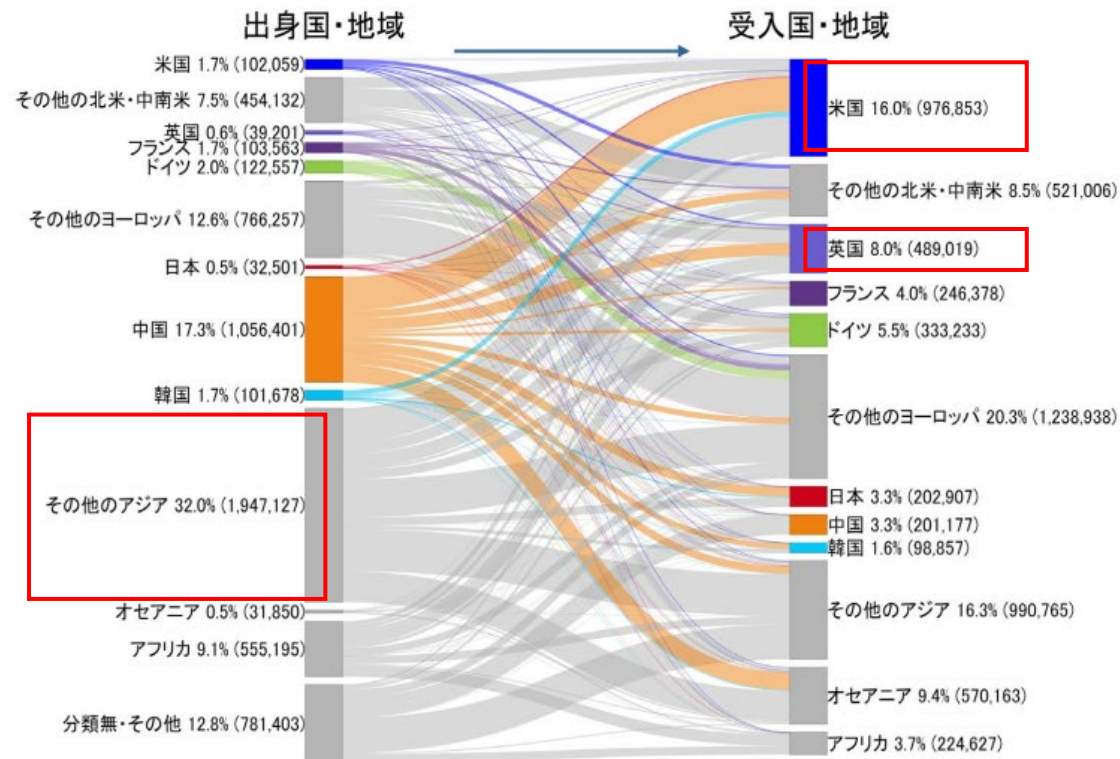
※ 研究セキュリティとインテグリティの内容の整理については統一見解はなく、ここではCRDSが発表で用いていたものを一例として掲示。

# 国際頭脳循環の状況

- 新型コロナウイルス感染症拡大前には、世界の留学生数は大幅に増加（2000年に約160万人→2020年に約560万人※）。留学生の出身地域としては「その他のアジア」が多く、受入先としては米国と英国が主要国となっている。

※参考：内閣官房「第4回教育未来創造会議」配布資料4 参考データ集

## 高等教育段階における外国人学生の出身国・地域と受入国・地域（2019年）









注：

- 1) ISCED2011におけるレベル5～8（日本でいうところの「大学等」に加えて専修学校が含まれる）に該当する学生を対象としている。
  - 2) 外国人学生とは、受入国・地域の国籍を持たない学生を指す。
  - 3) 中国には香港も含む。
  - 4) 中国が受入国・地域となっている外国人学生については、出身国・地域の情報が不明なため、「分類無・その他」となっている。このため、例えば、日本から中国に留学している者も「分類無・その他」になっている。なお、中国教育部の2019年4月12日付けの発表によると ([http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/gzdt\\_gzdt/s5987/201904/t20190412\\_377692.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/201904/t20190412_377692.html), 2019年6月12日アクセス)、中国(香港、マカオ、台湾は含まない)の高等教育機関(1,004機関)における留学生のうち日本の数は14,230人(2018年)である。
- 資料：OECD, "Education at Glance 2021"を基に科学技術・学術政策研究所が作成。

# 人材獲得競争の拡大

- 優秀な人材がその国の科学技術、産業競争力のカギを握るという認識の下、国外からの人材獲得を戦略的に加速する動きが進行。

 <p>米国</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●国土安全保障省 (DHS)：滞在期間の特例が適用される専攻分野を拡大。優秀なSTEM人材に対して永住権取得を優遇(2022.1)</li> <li>●国家科学技術会議 (NSTC)：「国際科学技術協力に関する報告書」にて「STEM人材の獲得・保持のために、低所得・中所得国の学生を米国に惹きつける支援メカニズムが必要」と提言(2022.9)</li> <li>●「国家安全保障戦略」：「<b>同盟国・パートナー国と協力し、重要新興技術を確保し、基盤技術構築を目指す</b>とともに、戦略的技術優位性の確保のため、<b>国際的な科学人材の獲得と維持が優先事項</b>である」としている(2022.10)</li> </ul>
 <p>英国</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●科学者・研究者を優先する「グローバル・タレント・ビザ」を導入(2020.2)</li> <li>●「統合レビュー」を受けて内務省(入国管理局)は、国際的に主要なイノベーション拠点の構築を目指し、国外からの優秀人材獲得に資する「<b>世界有力大学の卒業生に対し就労ビザを優遇措置</b>」を開始(2022.5)ハーバード大、マサチューセッツ工科大(MIT)、北京大など39大学（日本からは東大、京大）</li> </ul>
 <p>ドイツ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●基礎研究機関であるマックスプランク研究所ではポスドクの約6割、所長の3割が外国籍（2022末時点）</li> <li>●大学院研究力向上プログラム(エクセレンス・イニシアティブ2006年～)でも<b>大学への外国籍研究者の招致を盛んに実施</b></li> <li>●2018年に策定したAI戦略に基づきAI分野教授ポストを100名創出。2020年に同ポストに<b>内外問わず招致する方針をAI戦略に追加し</b>、2022年にポストが埋まったと発表。外国籍の研究者がかなり採用された模様</li> </ul>
 <p>フランス</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2020年、外国籍の研究者に積極的に研究や教育に携わってもらい、<b>研究力を高めることを目的として外国籍の研究者を最大3年間、国内の公的研究機関などに受け入れるための研究滞在資格制度を開始</b>(法的な滞在資格)。受け入れ対象は「フランス国内外を問わず高等研究機関に所属し、博士号取得を準備している外国籍の学生」、または「博士号をすでに取得している外国籍の研究者」</li> </ul>
 <p>中国</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●2018年、「外国ハイエンド人材確認レーター(Rビザ)」制度を開始。申請後5日以内でビザ発給、有効期限5-10年、数次入国可、家族も同待遇。2024年より上海浦東市はRビザの進化版であるハイエンド外国人人材「永住権直通」制度を開始、該当者には直接永住権を付与。</li> <li>●2021年、「啓明計画」を開始(工業情報化部が主管、<b>千人計画の後継と目される</b>)。2020年より海外研究者も青年向けプロジェクトに申請できるよう改革したNSFCでは、2021年に「海外優秀青年科学基金」を新設(博士号、3年以上の勤務が条件、待遇100-300万元/3年)。</li> <li>●<b>海外帰国人材誘致のため</b>、給与や科研費のほか一時金支給(最高5000万元)、称号付与、ファンディングプロジェクトへの優先参加権付与、住宅支給、保険・戸籍・配偶者の就職・子女の教育問題解決等の優遇措置を各地で実施。</li> </ul>
 <p>日本</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●優秀な海外人材の受入れ促進に向けた<b>在留資格枠組みを新設</b>：世界有力大学の卒業生に<b>最長2年の滞在</b>を認め、日本での就労を促進。修士号を持つ年収2000万円以上の研究者等に対し、滞在1年で日本の永住権を得られるなどの優遇措置。</li> <li>●国際共同研究および若手研究者の人材育成を強化：約500億円規模の大型基金を創設し、先進国との<b>大規模な国際共同研究を戦略的・機動的に推進</b>するとともに、若手研究者の国際交流を促進。また150億円規模の<b>ASEANとのSTI連携のための基金も追加</b>。</li> </ul>

# 科学技術の人や社会への影響(光と影)

- 科学技術の人や社会への影響には、生活の質の向上や経済成長の推進などの光の部分（ポジティブな側面）がある一方で、環境負荷の増大の可能性や社会的不平等の拡大やといった影の部分（ネガティブな側面）も存在。

## 科学技術の人や社会への影響（光と影）の例

### 光（ポジティブな面）

### 影（ネガティブな面）

#### 生活と教育 の質の向上

医療技術やIoTの進展が生活を**快適かつ便利にし**、健康寿命を延ばす。  
デジタルツールの活用で、地理的・時間的制約を**超えた教育機会**を提供する。

技術依存がトラブル時の不便さを増大させ、**コミュニケーション能力や自立性の低下**を招く。  
デジタル格差が**教育機会の不均衡**を広げる可能性がある。

#### 経済成長と 労働の変革

技術革新による**新産業の創出**や**生産性の向上**が、経済成長を促進する。  
AIやロボット技術が単純作業を代替し、人間が**創造的な業務**に集中できる。

AI等で自動化が進むことで一部の職種が消失し、**雇用減少**のリスクが高まる。  
技術進展に適応できない業界・地域で、**経済格差が拡大**する可能性がある。

#### 持続可能な発展 と環境保護

再生可能エネルギーや環境技術が環境負荷を低減し、**持続可能な開発を推進**する。  
環境モニタリング技術が、気候変動の影響を監視し、生態系の**保護対策を効率化**する。

AIやロボット等の利用拡大に伴う**エネルギー消費増加**の深刻化が懸念される。  
技術進展が**環境負荷を高め**、生態系や廃棄物管理に影響を与える可能性がある。

# 科学技術の進展で高まるELSI/RRIの重要性

- 科学技術の進展は、産業発展や利便性向上をもたらす一方、公害や薬害などの課題や、遺伝子組換えのように生命の在り方などを問う議論を引き起こす面もあり、社会との関係を複雑化させている。こうした状況の中、ELSI/RRIの重要性が高まっている。

## ELSI/RRIの概要

### ELSI (Ethical, Legal and Social Issues)

#### 倫理的・法的・社会的課題

### RRI (Responsible Research and Innovation)

#### 責任ある研究・イノベーション

#### 概要

技術の開発や導入後の**影響を評価し、リスク回避**と問題の特定を行うことで、**技術の負の影響を最小化**することを目指す。

技術の開発や研究の過程に**社会を巻き込み**、**社会の価値観を積極的に取り入れる**ことで、社会的に**望ましい結果を最大化**することを目指す。

#### 主な手法

**リスク評価**、倫理指針の策定、**法律の整備**

共同設計、**透明性の確保**

#### 背景

1990年に開始した米国ヒトゲノム計画において、研究予算の一部を科学技術の倫理的・法的・社会的影響に関する研究に割り当てることを決定したことに発端。

2000年代以降、主に欧州における科学技術ガバナンスと市民参加の流れを汲み、米国発のELSIから発展的に普及した概念。Horizon 2020の基幹プロジェクト「社会と共に/社会のための科学」(SwafS) の中心概念として導入され、Horizon Europe (2021-2027) では、プログラム全体を通して浸透。



# 今後のテクノロジーの進展の見通し

- 文部科学省 科学技術・学術政策研究所は、「第12回科学技術予測調査 デルファイ調査（2024年）」にて、専門家4,700人以上へのアンケート調査を通して、800以上の科学技術等の普及時期を分析。

## 未来技術の実現時期の予測例

社会的 実現時期	科学的 実現時期	主な内容
2029年	2029年	・ ソーシャルメディアなどの情報の信憑性・信頼性を分析し、フェイクニュースの拡散を防止する技術
	29年	・ 災害発生時における需要に合わせた物資供給システム
31年	29年	・ 生産現場における農林水産物の品質のリアルタイム非破壊定量分析システム
	31年	・ アレルゲン計測技術に基づいた、アレルギーを起こさない食品の製造技術
32年	29年	・ AIによる重傷者搬送調整システム
	29年	・ 下水分析による感染症等の疾患モニタリング技術
33年	30年	・ ロボット技術とICT技術を用いた完全養殖施設
	30年	・ 熱波、豪雨など実際の異常気象に対し、長期的気候変化の寄与を速やかに同定するシステム
36年	30年	・ ほぼ100%キャッシュレスに実現できる、セキュアで効率的、かつ安心感を持てる経済基盤
	31年	・ 大豆や細胞を用いた人工食品の3Dプリンティングによる製造技術
38年	33年	・ 移植可能な臓器を生産できる医用モデルブタ
39年	33年	・ ヒト味覚受容体に結合し、自由に味を制御できる人工タンパク質
	34年	・ 数百ビットのゲート型量子コンピュータ
	36年	・ 一般の乗客が気軽に利用できる空飛ぶクルマ
40年	33年	・ 水素還元製鉄技術、カーボンサイクル高炉技術などの、CO <sub>2</sub> を排出しない次世代型高炉

社会的 実現時期	科学的 実現時期	主な内容
41年	34年	・ デジタル通貨（暗号資産、中央銀行発行デジタル通貨等）の法定通貨化
	35年	・ 光合成能力を飛躍的（1.5-2倍以上）に向上した植物による、効率的なCO <sub>2</sub> 回収技術
42年	38年	・ 知的活動をサポートする脳に接続するデバイス
	39年	・ 生物種のゲノム情報データベースから全ゲノムを再構築して自由に復元できる生物種再構成技術
43年	41年	・ 高層ビル、重長大橋梁等、大型建造物を製造する3D造形技術
44年	35年	・ 運航を自動化したパイロットが乗務しない旅客機
48年	45年	・ 自給自足型スペースコロニー（宇宙での植物栽培、動物・昆虫飼育、滅菌、重力生成の技術など）
50年	46年	・ 既存のコンピュータに組み込み可能な手のひらサイズの量子コンピュータ
51年	49年	・ 宇宙空間や月及び火星での居住空間の構築と生存環境の維持技術
53年	45年	・ 宇宙太陽発電システム（宇宙空間で太陽光を利用して発電を行い、電力を地上に伝送）
56年以降	47年	・ 核融合発電

\* 社会的実現時期：日本の国内で製品やサービス等として普及する時期や、施設や設備として利用可能になる時期、制度・システムの確立の時期など。

\* 科学技術的実現時期：日本を含む世界のどこかで、研究室段階で技術開発の見通しがつく時期、所期の性能を得るなど技術的な環境が整う時期、原理等の解明時期など。

- デジタル技術の急速な進展や新型コロナウイルス感染症のような社会的要請が相まって、基礎研究の成果が社会実装されるまでの期間がこれまで以上に短縮されつつあるのではないか。基礎研究への支援強化と、社会実装を見据えた研究開発をいかに進めていくか。
- 主要国では、経済安全保障の確保が優先課題となり、サプライチェーンの強化を含め、重要技術の確保に向けた科学技術・イノベーション政策を推進しているなか、経済安全保障との連携をどのように捉えるべきか。
- 科学技術の進展は、経済発展や社会の利便性向上をもたらす一方、環境破壊などの負の側面もある。また、社会を大きく変革し得るテクノロジーが発展しつつある中、科学技術の発展とどのように向きあうべきか。