

5 | ドイツ

5.1 はじめに

ドイツは連邦共和国という名前の通り州の力が非常に大きい。いくつかの都市に機能が分散しており、一極集中していない。首都はベルリンだが、自動車や先端技術の産業がある経済都市ミュンヘン、欧州中央銀行がある金融の中心フランクフルトなど、各都市が異なる役割をもっている。しかも第二次世界大戦後1990年まで、東西ドイツに分かれていたため、再統一から30年以上経過した現在でも経済格差がまだ残っている。科学技術に関していうと、大学を含む教育政策は州政府の専管事項である。権限が分散し各州がそれぞれ競う環境があったことは研究機関や教育機関に自由度を与え、創造的な環境を研究者に与えるのに役立ってきた。反面、基礎から応用への一貫した研究、社会の期待に応える研究、抜群に高い水準の研究を行う大学などを生み出すためには、弱点があった。こうした反省に立ち近年では連邦政府が国としてどういった研究開発を行うべきかをはっきりと戦略として打ち出し、また大学に関しても卓越した大学を選抜しようとする動きがみられるようになった。さらに、従来は連邦と州の同意があっても連邦政府の大学への直接助成を認めていなかったドイツ基本法（憲法）91 b条が2014年末に改正されて、州の合意があれば連邦政府が共同で様々な措置を展開できる道が開かれた。

第二次世界大戦後のドイツは欧州連合（EU）の発展と共にあったと言っても過言ではない。二度と欧州を戦場とすることのないよう、1952年、石炭と鉄鉱石を共同で管理する組織の設立メンバーとなったドイツは、現在の欧州連合（EU）加盟国の中心の1つである。EU統合（1993年条約発効）によるヨーロッパ全体の経済発展に伴って、ドイツは1990年代、2000年代に着実な経済成長を遂げた。それと同時に科学技術も順調に発展を遂げ、現在に至っている。EUの総研究開発投資を対国内総生産（GDP）比3%に引き上げる（バルセロナ目標/2002年）に合わせ、ドイツでも科学技術イノベーション基本戦略が策定され、政府の研究開発投資が増額をして、2017年には同目標は達成されている。2021年、GDPの産業別比率は、第一次産業は1.0%に過ぎず、第二次産業29.5%、第三次産業69.5%¹となっており、日本の産業構造と似てものづくりを主要産業として構成されている。主要分野としては自動車、機械、化学、電機・電子などがあり、GDPの約4割が輸出によるものである。輸出額の60%がEU域内向けでEU各国との関係が非常に深いことが分かる。

2021年9月の総選挙では中道左派の社会民主党（SPD）が第一党となり、緑の党（Bündnis 90/Die Grünen）と自由民主党（FDP）の3党で構成される新政権が誕生、政権の公約として連立協定（Koalitionsvertrag）²を示した。STIの分野については、前政権から継続して総研究開発費対GDP比3.5%の達成を目標に、実施中の各種助成プログラム、諸イニシアチブ、各省で実施されているミッション志向型の研究開発をEUとの協力に基づいて推進、国際競争力の強化を目指すとしている。STI政策を所管する連邦教育研究省（BMBWF）大臣にはFDPからシュタルク・ヴァッチングー氏が任命され、これまで以上にイノベーション創出に軸足を置いた政策の方針が出されている。その一つがドイツ技術移転・イノベーション機構

- 1 連邦統計庁 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, 2.Vierteljahr 2022, https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Publikationen/Downloads-Inlandsprodukt/inlandsprodukt-vierteljahr-pdf-2180120.pdf?__blob=publicationFile (2022年12月閲覧)
- 2 連立協定 Mehr Fortschritt Wagen https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf (2022年12月閲覧)

（Deutsche Agentur für Transfer und Innovation/DATI）の新設である。

近年の研究開発を取り巻く国際情勢の急激な変化と地政学的な不確実性の高まりはドイツに国際戦略の再考を促している。2020年以降全世界に大きな影響を与えた新型コロナウイルスの流行と2022年に発生したロシアのウクライナ侵攻である。ドイツの最大貿易相手国は2021年まで6年連続して中国であり、輸出は米国に次いで2位の84億ユーロ、輸入は1位で146億ユーロだった³。前首相のメルケル氏は16年間の任期中11回も中国を訪問し、ドイツは中国と経済的に非常に強い結びつきがあった。しかしコロナ禍でサプライチェーンの分断が起こったことや世界的な貿易紛争の脅威によって、国家や国家連合の公共福祉や競争力の維持に重要かつ不可欠な技術とは何か、またはそれらを発展させ、構造的な依存なく取得するための議論が盛んになっている。こうした技術主権（Technology Sovereignty）とされる概念についてはドイツ国内のみならず欧州全体で重要政策課題となっている。

2-5

ドイツ

3 連邦統計庁 プレスリリース No. 052, 2022年2月9日
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/02/PD22_052_51.html

5.2 科学技術・イノベーション政策関連組織等

5.2.1 科学技術・イノベーション関連組織と政策立案体制

ドイツにおけるSTI政策の主要所管省は連邦教育研究省（BMBF）である。BMBFは連邦政府の研究開発関連予算の約60%を管理し、また様々な研究開発戦略を立案している。BMBFはその組織内にも研究開発戦略を調整・調査・立案などをする部署を設けているが、BMBF単体で決定するのではなく外部の機関からの助言や協力を得ながら各種の戦略を作成している。それらの機関の中で重要なものとして、連邦政府及び州政府の科学・教育・文化関連省庁および財務省から参加して科学技術関連の協議をおこなう合同科学会議（GWK）⁴、大学や企業などの有識者により構成され、ハイテク戦略の策定・評価に関与するBMBFの諮問組織であるハイテク・フォーラム⁵、国際的に著名なイノベーション研究者により構成され研究・イノベーション・技術に関する評価や意見書・報告書を連邦政府に提出する研究イノベーション審議会（EFI）⁶、連邦政府および州政府により運営され両政府への科学的助言をおこなう科学審議会（WR）⁷がある。ドイツは歴史的な経緯から州政府が多くの権限を持つ連邦国家であり、文化、教育および研究は基本的に州の権限とされ、連邦政府は州政府との合意に基づいて共同で施策を実施する体制をとっている。しかし近年、大学の研究力強化はドイツの最優先事項の一つであり、連邦政府は大学の競争を促し、また教育や研究への支出を増やす傾向が顕著である。各分野のSTI政策については、連邦経済気候保護省（BMWK）⁸、連邦食料・農業省（BMEL）⁹、連邦交通・デジタル交通省（BMDV）¹⁰などが関わっている。その中でも特にBMWKは連邦政府の支出する研究開発予算の約20%を管理し、BMBFに次いでSTI政策において重要な省となっている。これらの内容を示したのが次ページの図表V-1である。研究資金助成機関としては、BMBFを所管省として、主に大学における基礎研究を対象とした研究資金助成をおこなっているドイツ研究振興協会（DFG）が連邦政府と一体化して機能している。この他に各省庁による政策目標の達成に資するトップダウンの研究助成を代行するプロジェクト・エージェンシー（PT）と呼ばれる組織がある。PTは様々な研究機関、民間企業、非営利団体などに政府が業務を委託している。

研究開発実施機関としては、大学の他に、マックス・プランク科学振興協会（以下、マックス・プランク協会）、フラウンホーファー応用研究促進協会（フラウンホーファー協会）、ヘルムホルツ協会ドイツ研究センター（ヘルムホルツ協会）、ライプニッツ科学連合（ライプニッツ連合）などの公的助成を受ける研究協会、連邦政府や州政府直属の研究所、科学アカデミーなどがあり、また民間企業などによる研究開発も活発である。

4 合同科学会議 Gemeinsame Wissenschaftskonferenz

5 ハイテク・フォーラム Hightech-Forum

6 研究イノベーション審議会 Expertenkommission Forschung und Innovation

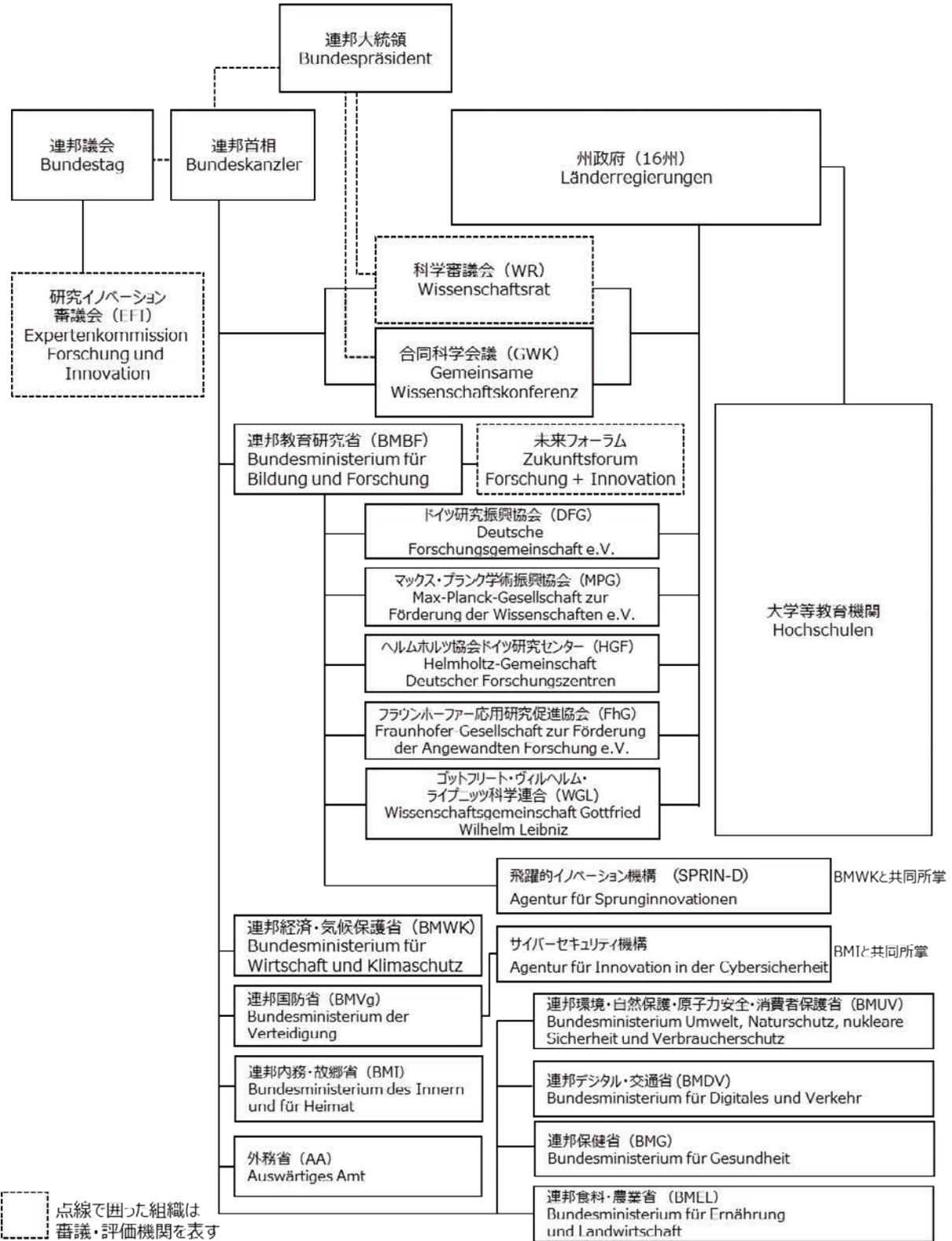
7 科学審議会 Wissenschaftsrat

8 連邦経済気候保護省 Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz（2021年12月に連邦経済エネルギー省から改称）

9 連邦食料・農業省 Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft

10 連邦交通・デジタル交通省 Bundesministerium für Digitales und Verkehr

【図表V-1】 ドイツの科学技術イノベーション関連組織図



出典：各種資料を元にCRDS作成（2022年12月現在）

5.2.2 ファンディング・システム

ドイツのファンディング・システムは、連邦政府と16ある州政府との間で分担されており、少々複雑になっている。ドイツ全体の研究開発資金の負担比率は、2019年に政府（連邦・州）が28.2%、産業界が64.5%

である。海外からの研究開発資金も7.4%¹¹あり、これはほとんどがEUからのファンディングである。政府研究開発支出の分担比率は、連邦政府が約63%、州政府が約37% (2019年) となっている。

連邦政府における研究開発の主要官庁は、BMBFおよびBMWKであり、2021年の研究開発予算の84%は両省に連邦防衛省 (BMVg)¹²を加えた3省に配分されている。総額239.79億ユーロのうち、BMBF132.7億ユーロ、BMWK49.7億ユーロの内訳となっている。

【図表V-2】 連邦政府 研究開発投資 (2021年予算)

合計 239.79億ユーロ			
BMBF 132.74億€	BMWK 49.72億€	BMVg 17.87億€	その他合計 39.46億€

BMBFや各州政府は、マックス・プランク協会などの研究協会、公的研究機関への機関助成金を負担している。大学の運営費は州政府が大部分を負担し、研究協会については主に連邦政府が助成しているが、エクセレンス・イニシアティブプログラムの開始 (2005年、5.3.1.1 人材育成の項で後述) などにより連邦政府から大学への研究資金の流れが増加している。

次に競争的研究資金について述べる。連邦政府の研究開発資金のうち、トップダウン型で特定の課題に関する研究を行うプロジェクト・ファンディングと呼ばれるタイプのファンディングでは、管理・運営業務を委託するプロジェクト・エージェンシー (PT) を一般に公募し、省庁がその機関と一緒に、研究所、大学、企業の意見を収集し、戦略やプログラムを取りまとめる。連邦政府による助成は、政府が直接行う場合と、PTを経由して助成する場合がある。PTには、例えばヘルムホルツ協会の研究所の一つであるユーリッヒ研究センターやVDI/VDE (元々は電気技術者の協会) などがあり、専門的な科学技術の知見を元に戦略やプログラムを立案し、実施している。プロジェクト・ファンディング全体の規模は2021年、126.6億ユーロである。

一方、基礎的研究に対する競争的資金のうち大学に向けた支援については、ドイツ研究振興協会 (DFG) が実施している。DFGはボトムアップで基礎的な研究を支援するとともに、様々な科学関連の表彰、研究者招聘プログラムの実施などの業務を行う。また後述のエクセレンス・イニシアティブプログラムの後継であるエクセレンス・ストラテジープログラム運営の一部を連邦政府から受託して実施している。DFGの2021年度の予算は約33.8億ユーロである¹³。公的研究機関の資金割合を見ると、マックス・プランク協会は2021年度、21.7億ユーロのうち87%を機関助成金として受け取り、フラウンホーファー協会は27.2億ユーロの総予算のうち36%が機関助成金であった。研究協会間で資金の獲得割合に大きな差があることがわかる¹⁴。

11 BMBF, Table Selection Research and innovation: <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/K1.html> (2022年12月閲覧)

12 連邦防衛省 Bundesministerium der Verteidigung

13 DFG, Jahresbericht 2021: https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaefsstelle/publikationen/dfg_jb2021.pdf (2022年12月閲覧)

14 GWK, Pakt für Forschung und Innovation: Monitoring-Bericht 2022 Heft79: https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI_Monitoring_Bericht_2022_Band_II.pdf (2022年12月閲覧)

5.3 科学技術・イノベーション基本政策

5.3.1 科学技術・イノベーションに関する法律

ドイツには科学技術イノベーション基本法に当たるものはないが、科学技術イノベーションに関する基本政策は、憲法にあたる「連邦基本法」と、STI政策指針をまとめた「未来戦略¹⁵（2023年）」に基づいているといえる。

基本法5条3項は研究と学問の自由を保障している。さらには、91b条1項に連邦政府と州政府の協力に基づき研究を助成することが規定されている。ドイツの公立大学は原則として全て州立大学であり、教育と大学における研究政策の権限は州にある。2014年の基本法改正前まで、連邦政府は大学に対して、施設建設と期間が限定されたプロジェクト・ファンディングのみ助成が可能であったが、改正後は州政府の同意があれば基盤的経費の交付も可能になった。これはドイツの科学技術イノベーション政策において大変大きな変革になると見られている。2019年に助成開始されたエクセレンス・ストラテジー プログラム（5.3.1.1 人材育成の項参照）に採択されたエクセレンス大学への助成で、初めて制度的な基盤的経費として拠出されることとなり今後の動向が注目されている。

5.3.2 科学技術・イノベーション基本戦略

2006年8月、連邦政府は研究開発およびイノベーションのための包括的な戦略である「ハイテク戦略（High-tech Strategy）」を発表、ドイツの科学技術・イノベーション政策はこの戦略を基本計画として推進されてきた。ハイテク戦略はファンディングから研究開発システムに至るまで幅広い施策や戦略が網羅され、欧州連合各国共通の目標として合意された総研究開発投資をGDPに対して3%にする目標を達成するための政府の取り組みの一つでもあった。4期16年にわたるメルケル政権で、グローバルに解決が求められる社会的な課題を「知識から実用」をもたらすイノベーションの創出で解決するという方針でハイテク戦略は実施された。総研究開発費対GDP比3%は2017年に達成し、その後は2025年に3.5%達成を目標としている。

オラフ・ショルツ（Olaf Scholz）首相はメルケル前首相の下で財務相を務めていたこともあり、2021年12月に発足した新政権のSTI戦略は大きく変わらない。社会民主党（SPD）、緑の党（Bündnis 90/Die Grünen）と自由民主党（FPD）の3党連立政権は、研究開発イノベーションの分野については引き続き総研究開発費対GDP比3.5%の達成を目標に、実施中の各種助成プログラム、ハイテク戦略の下で行われている諸イニシアチブ、各省で実施されているミッション志向型の研究開発をEUとの協力に基づいて推進、国際競争力の強化を目指すとしている。

【図表 V-3】 未来戦略に掲げられている社会課題分野

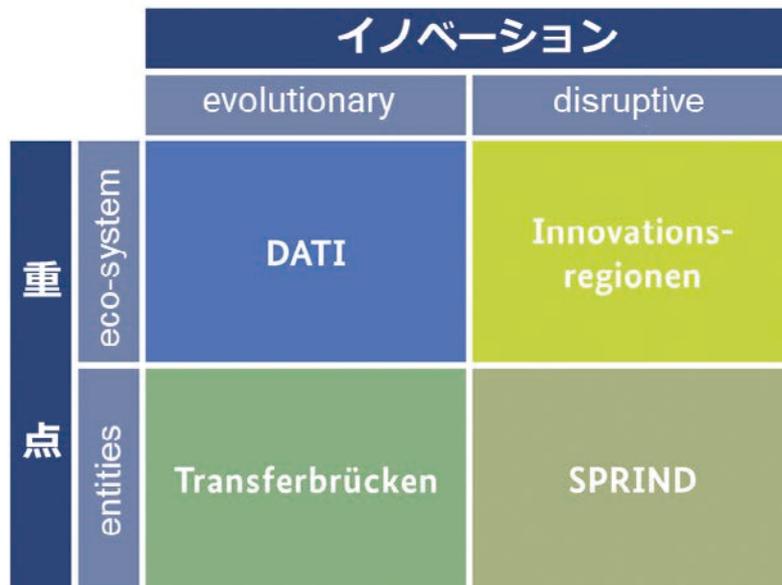
未来分野
競争力がありながら気候中立な産業とするためにクリーンなエネルギー生成と供給、持続可能なモビリティを確保する
気候、生物多様性、持続可能性、地球システムに適応させていく戦略と持続可能な農業と食料システム

15 未来戦略 Zukunftsstrategie für Forschung und Innovation, https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2022/zukunftsstrategie-fui.pdf?__blob=publicationFile&v=2（2022年12月）閲覧

バイオと医療の技術革新による予防的で危機に先進的な医療システムと加齢性疾患や貧困が原因となっている疾病対策
技術主権とデジタル化 (AI、量子技術、データに基づいたソリューション)
宇宙・海洋の探索と持続可能な利用の可能性
レジリエントな社会、男女平等、社会の結束、民主主義、平和の実現

BMBF大臣にはリベラルの自由民主党 (FPD) からシュタルク・ヴァッチングー (Bettina Stark-Watzinger) が就任し、よりイノベーション創出に軸を置き、技術移転や起業推進の施策を推進する方針であると見られている。未来戦略には、分野を連携し、基礎研究と応用研究のインターフェースとなって技術移転を強く推進すること、人材確保のための努力として性別や移民といった社会的背景を限定せず、国際的に卓越した研究者、専門家等をドイツのイノベーションシステムに統合して、科学システムと労働市場のために、恒久的に獲得すること等が謳われている。科学技術イノベーションで実用化に既に困難があることは、社会イノベーションではさらに実現が難しいという認識の下、多くの研究機関は起業、成果の応用、商業化といった知識/技術移転を志向する必要があるとしている。具体的には、応用大学 (University for applied sciences/HAW) を強化、基礎から応用への知識移転を促進することや、イノベーションの推進力として拠点となる地域を重視、さらなる環境の整備を促進する。このために新たな組織、「ドイツ技術移転・イノベーション機構 (Deutsche Agentur für Transfer und Innovation/DATI)」の設立を決めた。さらに2つの施策を組み合わせることでイノベーションの創出のために起業需要に対応した制度/施策を実施するとしている。

【図表 V-4】 相互補完的な4つの機関/施策



出典：BMBFの資料を基にCRDS作成

■ドイツ技術移転・イノベーション機構 (DATI)

応用大学 (HAW) と規模の小さい大学 (kmUnis) を中心に、応用志向の研究と移転を促進 (参照: 5.3.1.6 ドイツ技術移転・イノベーション機構)

■イノベーション地域 (Innovationsregionen) – 新規プログラム

世界最先端の研究で高いレベルの魅力を示せるイノベーションと実験のスペースを整備

■ 技術移転橋渡し (Transferbrücken) – 新規プログラム

Pre-Seed フェーズの支援を強化、大学・研究機関からの起業を支援

■ 飛躍的イノベーション機構 (SPRIN-D) – 2019年設置

全く新しい市場を生み出すような破壊的イノベーションにつながる革新的アイデアに投資 (参照: 5.3.1.4 飛躍的イノベーション機構)

5.3.3 政策に対する評価

「ハイテク戦略 (2006年)」策定に伴い、実施をサポートする目的で研究イノベーション審議会 (EFI)¹⁶ が組織された。6名のイノベーション専門家からなる同会は連邦政府にイノベーション政策提言を行うことをミッションとし、2008年から毎年研究開発戦略に関する報告を発表している。報告書では、ドイツのイノベーションシステムの包括的な分析、国際的な比較、イノベーション政策の最適化への提言が盛り込まれており、EFIはハイテク戦略の評価機関として位置づけられている。

連邦教育研究省 (BMBF) がEFIを所掌し、委員の任命のほか、予算はBMBFが負担しているが、調査分析のテーマ選択、作業プロセスの決定権はEFIにあり独立した中立の組織となっている。年次報告書は例年2月に首相に提出され、翌日連邦議会の教育研究技術影響評価委員会¹⁷に対する説明を行う。報告書で出された提言や評価に対し政府は、夏前に公式な回答をすることになっている。この意見陳述は連邦議会の本会議場で行われ、連邦教育研究相が陪席する。EFI報告書では、教育、研究開発動向、産業界のイノベーション動向、研究開発投資、起業、知財、論文生産、価値創造と雇用について複数の指標をもって分析する他、深掘りテーマを決め重点的に提言を行っている。近年では、人工知能 (AI) の研究推進や起業文化創造のための制度構築や、EUのSTI政策との協働などについて論述されている。

年次報告書は3つのパートから構成されている。前段では最新動向の分析、次章では3つの重点テーマの分析・提言、最終章は定点観測として様々な指標に基づいて研究イノベーションへの投資や論文生産動向などが論じられている。2022年2月に発表された報告書¹⁸の構成と目次は次の通り。

A. 最新動向と課題

- A.1 新政権の科学技術イノベーション政策
- A.2 気候目標に対する精力的な取り組み
- A.3 教育を通じて高度専門人材の底上げを図る
- A.4 イノベーション環境の整備
- A.5 アジャイルな行政政府を実現

B. 重点テーマ

- B.1 主要技術と技術主権
- B.2 持続可能な社会に向けた個人のモビリティ
- B.3 プラットフォームエコノミーのイノベーション
- B.4 健康分野におけるデジタルトランスフォーメーション

C. システムと潮流

16 EFI, 委員構成:

<https://www.e-fi.de/en/commission-of-experts/commission-of-experts/members-of-the-commission-of-experts>

17 Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

18 REPORT ON RESEARCH, INNOVATION AND TECHNOLOGICAL PERFORMANCE IN GERMANY 2021:

https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Gutachten/2021/EFI_Report_2021.pdf

- C.1 教育とキャリア形成
- C.2 研究開発
- C.3 企業のイノベーション活動
- C.4 研究イノベーションへの投資
- C.5 起業動向
- C.6 知財
- C.7 論文生産動向
- C.8 生産、価値創造、雇用

Cパートの項目は定点観測的に毎年記述されている。

2022年9月にはEFI委員長のカントナー教授（Prof. Uwe Cantner）を含む数名の委員が日本と韓国を訪ね、イノベーション政策と関連する戦略等について意見交換ならびに調査を行った。

5.4 科学技術・イノベーション推進基盤および個別分野動向

5.4.1 科学技術・イノベーション推進基盤の戦略・政策および施策

ドイツのSTI政策はハイテク戦略に基づいて実施されているが、ドイツの国家戦略にはハイテク戦略の他にも①デジタル戦略¹⁹、②持続戦略²⁰などがあり複合的・多層的に推進されている。また、職業・職能教育は国家の役割として諸制度が確立しており、STI人材およびデジタル分野における専門人材の育成も従来の人材育成制度に影響を受けたり、一部組み込まれたりしながら実施されている。先述のように連邦制を採るドイツでは教育ならびに研究の権限は原則として各州政府にあり、大学への財政的な支援は合同科学会議（GWK）において連邦政府と州政府が合意した上で実施されたり、連邦政府と州政府が共同で助成する公的研究機関の運営についてもGWKで議論されたりしている。以下に示す人材育成政策や産学連携の施策はこうした背景の下、実施されている諸政策のうち、特にSTIにとって重要な意味を持つと思われるものについて抽出して記述した。

5.4.1.1 人材育成と流動性

ドイツは、気候変動、持続可能なエネルギー供給、食料安全保障、移民などの地球規模の課題の解決には、教育、科学、研究における国境を越えた協力が必須として、教育、科学、研究における国際協力の重要性を以前から認識してきた。2017年、連邦政府は、教育、科学、研究の国際化に関する新しい戦略を採択した²¹。この戦略は、2008年からの連邦政府の国際化戦略に基づいており、特に欧州研究圏（ERA）のさらなる発展に重点を置いて研究者の流動を推進している。

日本と同様に高齢化が急速に進むドイツでも、優秀な科学者や専門家の確保は将来の国際競争力維持に向けて大きな関心事項となっており、さまざまな若手人材への助成を積極的に実施している。2000年ごろから、博士号取得後の人材育成・助成政策が広く議論され、ポスドク研究者が安定したポジションに就くことを重要課題として取り組んできた²²。それまで教授のポストに応募するには、博士の学位取得後、教授論文²³（研究と教育を行うための資格）が必要であった。しかし、教授職を得るまで非常に長い時間がかかることや、海外でポスドクをしている研究者が米国などから帰国せず頭脳が流出する事態を懸念した連邦政府は、2002年にジュニアプロフェッサー制度を導入し、教授論文以外のキャリアパスを整えた。

これまでは、ドイツ全国のどの大学でも高いレベルの教育を受けることを目標とし、全国レベルで大学の順位付けや競争がなされることがなく、先端研究が少数の大学に集中するということがなかった。これにより大学の質は一定になったが、世界のエリート大学と比較して、優秀な研究者や学生の確保という点でやや魅力に欠けていた。そこで連邦政府は、より高度な教育・研究を行い、米国や英国などの大学に対抗できる優れ

19 連邦政府 デジタル化戦略 Digitalstrategie Gemeinsam digitale Werte schöpfen 2022年8月：
https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/presse/063-digitalstrategie.pdf?__blob=publicationFile

20 連邦政府 持続戦略 German Sustainable Development Strategy 2021年6月改訂版：
<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1940716/6a4acf041217d39bac6a81cce971381f/2021-07-26-gsds-en-data.pdf> (2022年12月閲覧)

21 連邦政府 国際化戦略 Internationalisation of Education, Science and Research -Strategy of the Federal Government
https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/FS/31286_Internationalisierungsstrategie_en.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (2022年12月閲覧)

22 BMBF, 2013 National Report on Junior Scholars:
<https://www.buwin.de/dateien/2013/buwin2013keyresults.pdf> (2021年12月閲覧)

23 Habilitation論文で教授資格を得る。博士（Doctor）だけでは教授（Professor）にはなれなかった。

た大学を生み出すため、選ばれた少数の大学に集中的に助成を行う「エクセレンス・イニシアティブ」プログラムを開始した。現在は、「エクセレンス・ストラテジー」と名称を変えて継続されている。

①エクセレンス・ストラテジー

2005年に始まった連邦政府の施策エクセレンス・イニシアティブは、助成総額の75%を連邦政府、残りを州政府が負担する形で、現在までに総額46億ユーロが支出された。同プログラムの構成は次の通りで、計3回の採択ラウンドで「大学戦略」には州立大学104校の中から9大学（2005年/2006年）が選定された。6年後の2012年には9大学のうち3校が落選、新たに5大学が加わり11大学（2012年）が選ばれて、エクセレンス大学と認定された。

【図表V-5】 エクセレンス・イニシアティブの構成

サブプログラム名	内容
エクセレンス・クラスター Cluster of Excellence	国際的な評価の高い、競争力のある研究を領域横断的に実施可能なネットワークを構築。大学の研究所と主に大学外研究機関が協力するクラスター構築を支援。
大学院 Graduate Schools	博士課程に在籍する大学院生に良質な環境を用意し、イノベーションを生む素地を作るために設立される大学院を支援。
大学戦略 Institutional Strategies	クラスターおよび大学院の両プログラムに採択された大学の中から選定。

2017年に終了したエクセレンス・イニシアティブは、前年までに行われた外部有識者委員会（委員長 Dieter Imboden 教授²⁴）による評価を経て、2018年以降の継続が決定した。「エクセレンス・ストラテジー」と改名された同プログラムは、3つあったサブプログラムをエクセレンス・クラスターとエクセレンス大学（大学戦略から名称変更）の2つにし、大学院サブプログラムについては12年間のファンディングを終え、常設の大学院として必要だと州が判断した場合は州政府による機関助成による運営に委ねられ、連邦政府の支援を終了した。2017年末にエクセレンス・クラスター57拠点が採択された。時限的なプログラムであったエクセレンス・イニシアティブは制度化され、エクセレンス大学に採択された大学は今後7年ごとの評価はあるものの、前項で触れたとおり連邦政府からの直接的な基盤的経費が支給される。エクセレンス大学の採択、助成は2019年に実施された。

エクセレンス大学に採択された11大学

- (1) アーヘン工科大学
- (2) ベルリン大学連合（ベルリン工科大、ベルリン自由大、フンボルト大、シャリテ医科大）
- (3) ボン大学
- (4) ドレスデン工科大学
- (5) ハンブルク大学
- (6) ハイデルベルク大学
- (7) カールスルーエ工科大学
- (8) コンスタンツ大学

24 Prof. Dr. Imboden/ 連邦工科大学チューリヒ校（ETH）教授、現アインシュタイン財団 アインシュタイン賞審査委員会委員長（2021年から）

- (9) ミュンヘン大学
- (10) ミュンヘン工科大学
- (11) チュービンゲン大学

他の組織・機関との連携を制度的に進めたことで人材流動が盛んになり、海外からの卓越した研究者を招聘するきっかけとなったことで、研究環境が改善したことが評価されている。

2006年の連邦制度改革後、高等教育における連邦政府の役割が重要度を増している中で、現在まで非常に成功しているポストドク研究者支援策を次に挙げる。

②ドイツ研究振興協会（DFG）エミー・ネータープログラム²⁵

ポストドク研究者の早期自立を目指したフェロシッププログラム。ドイツ国内の大学でポストを得ることを条件に、国内外で研究を行っているポストドクに応募資格があり、通常5年間、最長6年の支援が行われる。支援総額は80万から150万ユーロで、分野によって若干金額が異なる。分野を問わず申請可能だが、実際には自然科学、工学系で多く助成が行われている。応募には2～4年のポストドク経験と最低一年間の海外での研究実績があることが条件となっている。単なるポストドクの延長ポストではなく、大学で研究グループリーダーをすることが要件となっている。これは、将来的に教授ポストを得るためにも、研究グループ運営の経験が必要だとの考えからである。グループ構成は通常、1～2名のPhD学生と技術担当1名といった小さな規模である。2021年、387名が助成され、ライフサイエンス146名、自然科学134名、人文社会科学69名、工学38名となっている²⁶。

③ドイツ研究振興協会（DFG）ハイゼンベルグプログラム²⁷

ハイゼンベルグプログラムは卓越した研究者と期待されつつテニユアポストを取得する前の研究者を対象に支援するプログラム。助成期間は5年間で、申請は研究者と教授ポストを提供する大学が共同で行う。申請にあたり、DFGによる研究者任命手続に対する厳正なる審査を受ける。例えば、これまでエミー・ネーターなどの各種DFG助成プログラムを受けていることを応募要件としている。同様に、既に極めて高い能力が客観的に評価されている研究者や実績あるジュニアプロフェッサーおよび教授論文資格を持つ研究者も応募が可能である。助成期間を終えると、共同申請を行った大学に定年制ポストが保証される仕組みであり、2021年現在、ファンディングを受けている研究者は348名で、うち68名が新規に採択された。348名の内訳は、ライフサイエンス126名、自然科学95名、人文社会科学106名、工学21名となっている。

5.4.1.2 研究拠点・基盤整備

大規模研究インフラにおける基礎研究への助成は、大きくわけて2つの柱に基づいている。まずはヘルムホルツ協会、ライプニッツ協会、マックス・プランク協会の大規模研究施設への運営費交付金、そしてドイツが資金負担する欧州原子核研究機構（CERN）、欧州シンクロトロン放射光研究所（ESRF）、欧州南天天文台（ESO）などの国際的な研究機関の建設、運用に対する資金である。大型研究施設における物理やライフ・バイオ分野の基礎研究への競争的資金の配分は、共同研究（Verbundforschung）という名称で実施されている。このスキームで研究者が国内および国際的な大規模研究施設にアクセスすることが可能となっている。

25 Emmy Noether Programme

26 DFG Annual Report2021、
https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/dfg_jb2021.pdf（2023年1月閲覧、ドイツ語）

27 Heisenberg Programme

大型研究施設の構築は長いライフサイクルにわたって、科学への貢献の期待、革新的な技術の進歩によって実現したデバイスは何か、当該分野での新しい研究アプローチへの扉を開く可能性はあるか、さらに科学のおよび科学技術イノベーション政策的側面等が考慮される。多くのステークホルダーが協議に含まれ、研究開発戦略的観点から望ましいプロジェクトの提案のリストが作成されて、優先的に実施されるプロジェクトがこのリストから選択されてロードマップに集約される。共同研究の枠組みの中でのBMBFのプロジェクト・ファンディングは、大型施設の建設とその使用の間を橋渡しする。研究施設と大学を連携し、相互に利益を得る大規模な装置の専門知識を生み出す。共同研究の焦点は大型施設の革新的な構築にあるため、素材とハードウェアへの投資は継続される。

BMBFは2011年に研究基盤政策の「ロードマップ²⁸」を発表した。さまざまな基盤プロジェクトの科学的な方向性、戦略的な科学技術イノベーション政策の優先順位、ならびに社会課題解決の可能性、実用化に向けた経済性の判断などの評価を目的としている。さらにこれらの研究拠点では、若手研究者の育成や技術移転なども期待されている。この政策の核となるのは、科学審議会 (Wissenschaftsrat) による科学的なレビューで、さらに助成機関であるプロジェクト・エージェンシーが外部専門家を交えて、社会的なニーズや採算性の評価を提出する。この科学と経済両面からの審査に基づいて同省は拠点整備を行い、今後の科学技術イノベーション政策の優先順位を決める手がかりとすることになっている。従来の27拠点に加えて次に挙げる①から③の3拠点が2019年新たに追加された。追加された各拠点には設立準備資金として、それぞれ5,000万ユーロを越える助成が実施された。加えて、EUのEuroHPC事業の一環としてドイツ、ユーリッヒに設置されることが決まったJUPITERについても説明する。

①ACTRIS-D²⁹

エアロゾル、雲、微量ガスの研究拠点 (ACTRIS-D) は、気候モデルとその予測力を大幅に向上させることを目的とし、気候および大気研究のための全国的な研究ネットワークを構築する。ACTRIS-Dは欧州ESFRIロードマップ2016のACTRIS³⁰の一部であり、欧州全体で20ヶ国120を越える機関が連携している。ドイツの拠点はライプチヒのライプニッツ連合対流圏研究所 (Leibniz Institute for Tropospheric Research/TROPOS) に置かれ、EU資金による準備フェーズプロジェクト (PPP 2017-2019) として推進されている。同プロジェクトにおいて、TROPOSは、ACTRISインフラ (観測所、測定ステーション、シミュレーションチャンバー) の標準開発を主導、欧州エアロゾルキャリブレーションセンターの設立を推進し、研究インフラストラクチャの設計と関連するすべての標準作成に積極的に参加する。TROPOSの他、ドイツ国内の12大学・研究所が同プロジェクトに参加している。

②ER-C 2.0 (Ernst-Ruska Center 2.0)

金属や細胞組織などの材料の構造と特性を解明するための高解像度電子顕微鏡研究を行う。新しい有効成分と治療プロセスのための新材料とアプローチの開発が可能になると期待されている研究で、拠点はヘルムホルツ協会のユーリッヒ研究センターとアーヘン工科大が共同で運営するエルンスト・ルスカセンター³¹に置

28 BMBF, Roadmap: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/das-wissenschaftssystem/roadmap-fuer-forschungsinfrastrukturen/roadmap-fuer-forschungsinfrastrukturen_node.html (2022年12月閲覧)

29 Leibniz Institute for Tropospheric Research, ACTRIS <https://www.tropos.de/en/research/projects-infrastructures-technology/coordinated-observations-and-networks/actris> (2022年12月閲覧)

30 ACTRIS, <http://www.actris.eu/> (2022年12月閲覧)

31 Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie and Spektroskopie mit Elektronen, <https://er-c.org/> (2022年12月閲覧)

かれています。

③LPI (ライプニッツ・フォトニクス・センター)³²

フォトニクスと感染症研究を組み合わせ、研究成果を速やかに臨床診療に移すことを目指した研究拠点としてイェナに設置された。迅速な診断方法と新しい治療法に資するフォトニック技術、光をツールとして使用する手法とプロセスは、非接触で迅速かつ高感度な測定を実現し、微生物がどのように病気を引き起こすか、ヒトの身体がどのように防御するか、これらのプロセスがどのように影響を受けるかをよりよく理解することが期待されている。

④JUPITER (ユーロHPCエクサスケールスーパーコンピュータ)³³

ヘルムホルツ研究センター ユーリッヒ研究所に設置が決まった (2022年6月)、エクサスケールのスーパーコンピュータはEUのパートナーシップ、共同事業体EuroHPCとドイツ連邦政府ならびにノルトラインヴェストファーレン (NRW) 州が合同で出資するプロジェクトである。総工費は5億ユーロで、EuroHPCから50%、残る50%をドイツが負担する。1秒当たり1兆計算のしきい値を超える欧州で最初のコンピュータで2024年稼働を目指す。ユーリッヒスーパーコンピューティングセンター (JSC) のJUWELSのアーキテクチャを先行モデルに、複合的なシミュレーションを複数モジュールに分散して計算可能にし、GPU Boosterモジュール、ターボレーダによる計算力性能UPを想定している。もともとドイツのHPC領域の研究は、ユーリッヒスーパーコンピューティングセンター (JSC/ユーリッヒ)、ライプニッツ計算センター (LRZ/ミュンヘン)、HPCコンピューティングセンター (HLRS/シュトゥットガルト) の3カ所が拠点となって進められてきた。この3拠点の連携組織が2007年に設置されたガウスセンター (GCS)³⁴である。

この他、2019年にBMBFから研究開発のデジタル化戦略「デジタルの未来 (Digitale Zukunft³⁵)」が出されている。その前年、16の州と連邦政府の教育・文化大臣会合である合同科学会議 (GWK) でドイツ研究データインフラストラクチャ (NFDI) 構築が決まった。連邦と州が共同でNFDIに助成を実施、参加コンソーシアムの公募が2019年に始まったところである。NFDI構築の目的は、従来の研究データは分散的で時限的に保存されていたが、これを共通の基盤上に集積して「使えるデータ」にすることで研究開発を推進するものである。2019年から2028年の10年間に9,000万ユーロ/年を限度額に助成が予定されている。計画では30の大学や研究機関を単位としたコンソーシアムを採択し組織横断的なデータ収集と利用機会の提供ができるようにする。公募のレビューはドイツ研究振興協会 (DFG)³⁶が担当し、GWKがDFGの評価に基づいて採択を決める。

32 Leibniz-Institut für Photonische Technologien, <http://lpi-jena.de/en/> (2022年12月閲覧)

33 Joint Undertaking Pioneer for Innovative and Transformative Exa-scale Research, <https://www.fz-juelich.de/en/news/archive/press-release/2022/first-european-exascale-supercomputer-coming-to-julich> (2022年12月閲覧)

34 Gauss Centre for Supercomputing, https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/supercomputing/supercomputing_node.html (2022年12月閲覧)

35 BMBF, https://www.bildung-forschung.digital/digitalezukunft/shareddocs/Downloads/files/bmbf_digitalstrategie.pdf?_blob=publicationFile&v=1 (2022年12月閲覧)

36 DFG, https://www.dfg.de/en/research_funding/programmes/nfdi/index.html (2022年12月閲覧)

5.4.1.3 産学官連携・地域振興

ドイツは教育や研究だけでなく、産業政策においても州政府の権限が大きい。首都圏や特定の地域にあらゆる産業が集積することなく、各州、各自治体に産業分散しそれぞれの地域に特色がある。このような背景があって、州政府を含めた産学官連携および研究開発拠点支援策の運用が容易であることが推察される。1980年代後半に始まったクラスター政策は、ハイテク戦略の旗艦プログラムという位置づけのイノベーションクラスター支援プログラム、「先端クラスター・コンペティション」³⁷に引き継がれた。同プログラムは、特定の地域の企業、研究機関、大学を束ね、世界的な競争力を持つ先端分野の製品実用化のための、連邦政府による総額6億ユーロ規模のファンディングで、2007年から2013年の間に計3回の審査により、ドイツ全土から15のクラスターが選定された。助成期間は5年間で、1案件あたり4,000万ユーロの助成が行われた。クラスター参加企業はプロジェクト総予算の50%を負担することになっており、助成分と合わせると総予算10億ユーロを超える大規模な産学連携クラスター支援であった。

2018年に実施されたBMBFの組織改編にあたり、ハイテク戦略の下で戦略策定を担当する第1局が所管していたクラスタープログラムは、分野・領域別個別の研究開発促進を所管する第5局に統合された。所属局が変更になったものの、各クラスタープログラムは引き続き実施され、今後は分野別の戦略と基盤的な施策の融合が期待されている。

①未来クラスター・イニシアティブ (Clusters4Future)³⁸

先端クラスター・コンペティションで支援された15のクラスターのうち、14拠点が現在も産業クラスターとして助成期間と基本的なマネジメント構造を変えずに存続している。非常に成功した施策であるという認識の下、5年間でイノベーションの創出を目指すとした先端クラスターのコンセプトを引き継いで2019年8月に新たに未来クラスター・イニシアティブが発表された。新プログラムでは、イノベーション創出を第一目的とするものの、萌芽的なアイデアや大幅な成長が期待される領域への支援を積極的に行うとしている。

コンセプト構築フェーズでは15件程度を目標にクラスターが選ばれ、半年間でコンセプトを洗練し、研究開発に必要なネットワーク作りに資金が拠出される。最大で25万ユーロ、クラスター側の負担が総額の20%となっている。次に第二回目の採択ラウンドが実施され、15のうちから5-7件のクラスターに絞る。このフェーズでは最大1,500万/3年の助成が目安となっている。先端クラスターと比較すると助成額は50%程度だが、最長の助成期間が9年間となる見込み。第一フェーズでは民間の負担が20%、第二、第三と進むにつれてそれぞれ35%、50%と設定されている。

2019年11月までに締め切られた第一採択ラウンドでは、137件の応募から予定の15件に1件プラスした16のクラスターが採択され2020年3月に助成開始された。2021年1月にこの中から7件のクラスターが第二採択ラウンドを経て第一フェーズに採択されている(下記表参照)。続いて2回目の第一採択ラウンドが実施され、117件の申請から15件をコンセプト構築フェーズに選定、第二採択ラウンドを経て2022年7月に7件が第一フェーズに進出している。

37 Germany's Leading-Edge Clusters, ドイツ語名: Spitzencluster-Wettbewerb

38 ドイツ語名: Zukunftscluster-Initiative "Clusters4Future" <https://www.clusters4future.de/> (2022年12月閲覧)

【図表V-6】 一回目の第一採択ラウンド結果と第一フェーズ進出クラスター

クラスター名	拠点	研究開発テーマ	第一フェーズ
6G	ドレスデン	第6世代ワイヤレス情報システムの技術開発	
AMBER	ベルリン	積層造形技術にかかる精密医療、新素材・プロセス、バイオベース材料の3領域	
CAPT	キール	環境に優しい陸上/水上自律型交通システム	
CCAA	ケルン	加齢性疾患と関連する分子・細胞の老化プロセス研究	
MCube	ミュンヘン	都市型統合交通システム開発	☑
NeuroSys	アーヘン	人工ニューラルネットワークで使用するための新しいハードウェアコンポーネント研究	☑
OTC_Rostock	ロストック	海洋資源の持続的な利用のために、生物学、海洋化学、海洋地質学等の学際的研究	☑
PERCELLUM	ミュンヘン	感染症分野を対象とした個別化細胞治療法の開発	
ProxiDrugs	フランクフルト	疾患関連タンパク質の標的化された分解を可能にする proximity-induced drugs 研究	☑
QSens	シュトゥットガルト	医療、輸送、再生エネルギーへの応用を念頭においた量子センサー技術（測定技術）研究	☑
SaxoCell	ドレスデン	革新的な細胞および遺伝子療法を活用した精密医療	☑
smart4life	ドレスデン	バイオインタラクティブな電子回路を医療診断に活用	
Tech2Med	ハンブルク	新薬のための破壊的X線技術開発	
Tools4Life	ゲッティンゲン	創薬向け革新的イメージングで特異的分子を可視化	
Wasserstoff	アーヘン	水素の製造、貯蔵、使用のための研究と革新的なソリューション開発	☑
WISDOM4E	デュイスブルグ・エッセン	持続可能な電気化学エネルギーの貯蔵と変換のための複雑材料とシステム設計	

【図表V-7】 二回目の第一採択ラウンド結果と第一フェーズ進出クラスター

クラスター名	拠点	研究開発テーマ	第一フェーズ
CNATM	ミュンヘン	核酸ベースの新しい治療法とワクチンの開発	☑
curATime	マインツ	アテローム血栓症研究とプレジジョンメディスン	☑
DATA	ケルン	抗老化のためのデータ・アクティベート技術	
DualTwins4 Industry	ハノーファー	投資財と製造のデジタルツインの融合	
ETOS	マインツ	電子を試薬として直接使用、化学物質を節約し廃棄物を削減可能にする有機合成の電化技術	☑
IC4CES	カッセル	リアルタイムのプロセスと自律的な意思決定-分散型コグニティブエネルギーシステム	
MePrecise	カイザースラウテルン	光学、医療、メカトロニクス分野の革新的な生産プロセス、製品、サービス、ビジネスモデルを創出する超精密マイクロ技術	
nanodiag BW	フライブルク	アルツハイマー病や癌などの疾病に因果関係がある短いタンパク質配列分析と分子診断のためのナノポア技術	☑

クラスター名	拠点	研究開発テーマ	第一フェーズ
QVLS-iLabs	ハノーファー	量子コンピューティングの商業化	<input checked="" type="checkbox"/>
SEMECO	ドレスデン	ウェアラブル端末・医療用マイクロエレクトロニクス、センサー、アクチュエータ等と通信技術の開発	<input checked="" type="checkbox"/>
SENSORITHM Rhein-Main	フランクフルト	機械学習による継続的な非破壊検査を通じて、稼働中の産業プラントの技術的安全性と運用の信頼性を高めるセンサー技術とアルゴリズム	
SmaRTHI	ケムニッツ	人間と協同するスマートロボット	
Theranostic ValleySTR	チュービンゲン	人工知能、協調診断および治療の方法を使用した正確なTheranosticによる革新的な個別治療と治療法に合わせた診断法の開発	
ThWIC	イエナ	光学・デジタル手法を使用した水質の調査と最新の水処理プロセスの開発	<input checked="" type="checkbox"/>
Virchow 2.0	ベルリン	シングルセル技術とAI/機械学習による個別化された疾患モデル解析	

②リサーチ・キャンパス³⁹

産学のパートナーシップを中長期的に支援する公募型助成プログラム。2012年9月に90を超える応募の中から10の研究プロジェクトが選定された。将来の社会課題を解決するために、企業と研究機関を早い段階から緊密に連携させることを目的としている。応募要件としては、大学の研究施設構内に研究サイトがあることのほか、将来性のある革新的な技術を研究開発することが明示されている。最長15年間の長期プロジェクトで、1件あたり10万から20万ユーロ/年のファンディングが予定され、総額200万ユーロを上限としている。この助成イニシアチブによって、分野横断的なハイリスク研究が実用的な応用研究につながることを期待されている。プロジェクトの進行は2期に分かれ、助成開始から最長2年を準備期間、残りを本研究期間としている。準備期間では、プロジェクトのコンセプト作りやマネジメント体制の確立を行うことになっている。この準備期間を経て審査が実施され、1プロジェクト Connected Technologies - スマート・ホーム（ベルリン工科大学）が選外となった。研究開発は、原則として応用研究につながることを踏まえた基礎研究が中心となり、研究が進んで実用的な応用研究の比重が増えてくると、その部分はパートナーである企業が担当するという仕組みになっている。同プログラムで継続中のプロジェクトは以下の通りである。すでに、ARENA2036は2018年に中間審査が終了し、第二フェーズに入っている。ベルリンのMobility2Gridを除く7キャンパスは2020年初めまでにMobility2Gridは2021年に審査を終えている。

【図表V-8】 リサーチ・キャンパス 継続中プロジェクトの一覧

クラスター名	拠点大学	分野
ARENA2036	シュトゥットガルト大	新しい世代の自動車製造研究
DPP	アーヘン工科大	デジタル光学
Mobility2Grid	ベルリン工科大	スマートグリッド
FEN	アーヘン工科大	環境にやさしいエネルギー

39 ドイツ語名: Forschungscampus

MODAL	フンボルト大	データ駆動型の輸送 / 医療技術
M ² OLIE	ハイデルベルグ大	癌治療
Open Hybrid LabFactory	ブラウンシュバイク工科大	車両素材の軽量化研究
STIMULATE	マグデブルク大	低侵襲性治療
InfectoGnostics	イエナ大学	感染症早期診断

出典：BMBFの資料を基にCRDS作成

5.4.1.4 飛躍的イノベーション機構

2018年8月連邦閣議は、最新の技術で、新たな製品やサービスによって、市場を変革させるインパクトを持つポテンシャルの高いイノベーション創出を目標とした「飛躍的イノベーション機構 (SPRIN-D)」の設立を決議し準備に入った。2019年中に、初代理事長に起業家ラファエル・ラグーナ・デ・ラ・ヴェラ (Rafael Laguna de la Vera) 氏が任命され、本部がライプチヒ市に決まった。飛躍的イノベーションとは、劇的な技術革新、全く新しいビジネスモデル、社会的変化に基づくイノベーションと定義され、ハーバード大学教授クリステンセンの「破壊的イノベーション」と同じような意味を持つ。BMBFとBMWKが共同で出資する法人 (GmbH) で、当面10年間10億ユーロの運用が計画されている。従来の助成プログラムと比較して、①テーマオープン、②ハイリスク、③柔軟で、④失敗を許容するファンディングを目指し、プロジェクトの統括を担うイノベーション・マネージャーに大きな権限を付与するモデルを構築するとしている。機構発足前に助成開始した3つのパイロットプロジェクトに加え、以下の通り本プロジェクトが採択されている。

【図表V-9】 SPRIN-Dプロジェクト一覧

研究テーマ		
パイロットプロジェクト	エネルギー効率の高いAIハードウェアの設計	終了
	ミニ臓器の培養	
	高性能 / 低価格蓄電池開発	
本プロジェクト	GAIA-Xプロジェクトを支援するSovereign Cloud Stackインフラ構築	支援中
	超高性能省電力アナログコンピューター製造	
	脳シミュレーションモデル開発 (EUヒューマンブレインFETの関連プロジェクト)	
	マイクロバブルを利用したマイクロプラスチック除去技術の開発	
	超高層軽量低コスト風力発電装置開発	
	All-D-ペプチドPRI-002によるアルツハイマー型認知症治療薬の開発	
	未来のリモート通信 - AR眼鏡とヴァーチャルコミュニケーションソフトウェアの開発	
	流体とサイクロン技術を用いた革新的な水質浄化	
	バイオチップ技術によるハイスループット診断	
	飲料水・食品の安全性向上を図るフォトンクスと微生物学を合わせた細菌検査	
	運用データと分析データを統合したユニバーサルデータストアの構築	
	高速のデータ処理を可能にするオプティカルプロセッサ	
	スマートフォン用高性能カメラレンズ製造	
安全なオープンソース/オープンデジタル基本技術 (ODB) の持続的効率的な利用		

出典：SPRIN-Dのウェブサイトを基にCRDS作成

2021年、SPRIN-Dは「チャレンジ」と名付けた、今日の課題に対して社会的および技術的に影響を与えるソリューションを見つけることを目標とするイノベーションコンテストを始めた。卓越したアイデアで採択された複数のチームは迅速に資金を獲得した上でまずはフィージビリティスタディに着手し、半年ほどの間に設定されたいくつかの目標の達成などを測る中間審査に挑む。その中から、審査をクリアしたチームのみが最終的にチャレンジに残り、本格研究フェーズを支援するファンディングを受託する仕組み。これまで4つのチャレンジが実施されている。なお、チャレンジに採択されたチームには専門家によるコーチング等、目標達成に向けたサポートが実施されている。

【図表V-10】 SPRIN-Dチャレンジ 課題一覧

チャレンジ課題	目的と推進方法
新コンピューティング概念	省電力、省スペースなどリソースの大幅な削減を目標に根本的に新しいコンピューティングの概念を理論的に開発、実践につなげる 初年度はチームあたり25万ユーロ、2年度目以降は資金が高額になる可能性があるため明示していない
長時間のエネルギー貯蔵	画期的な技術で効率的にエネルギーを貯蔵し、重要な原材料を使用せずに10時間以上効率的に電力を供給 初年度はチームあたり最大百万ユーロ、2年度以降は3百万ユーロを助成
Carbon to Value: CO2の除去と活用	大気中からCO2を除去、CO2を原料とした製品を製造しビジネス化する 初年度は最大60万ユーロ/チームを助成
飛躍的な抗ウイルス物質	各チームは、画期的な技術で抗ウイルス療法の手法を拡大、抗ウイルス剤を迅速に開発するための物質とプラットフォームを開発する 1次ラウンド採択チームは最大70万ユーロ、2年目に残ったチームには最大150万ユーロの資金を提供

出典：BMBFの資料を基にCRDS作成

5.4.1.5 リアルラボ・イニシアチブ

BMWKはデジタル分野のイノベーションを実証する場としてリアルラボの枠組みを整備し、2018年12月に同イニシアチブを始動した⁴⁰。参加する企業や研究機関は、革新的な技術、製品、サービスやビジネスモデルをリアルな環境と条件下でテストし、ユーザー（消費者）と市場の反応、そして機能性のフィージビリティを検証する。さらにこの実証実験を通じて、最適な法律や規則の制定を検討する。現行法や規制の撤廃ならびに緩和を目指すのではなく、あくまで適切な技術や社会の現状に即した規制条項を設定すること、また現行法内での履行を目指す。州政府および地方自治体は、イノベーション創出の促進、地域政策目標の策定、持続可能なモビリティと物流の強化、環境およびエネルギー政策策定など、リアルラボで様々なテーマを検証できる。連邦レベルの立法当局は、リアルラボを通じて既存の法体系や改正された法的枠組が特定のイノベーションに関連してどのように関与するかについて検討し、改善することが目標となる。リアルラボを成功させるために関与する全てのステークホルダーは、プロジェクト開始時点から共通の目標と具体的な研究課題について合意し、明確にコンセプト化することが求められている。具体的には、特定の地域で自動の自動車、ドローン、船舶のシステムや遠隔医療の実証実験が行われ、デジタル技術の社会応用を検証している。

2020年には第1回リアルラボ賞を公募、125件の応募の中から9件がアワードを受けた。さらに2022年5月にも100件を超える応募から10件に第2回アワードを授与した。受賞者/チームは以下の通り。

40 BMWK: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/regulatory-sandboxes.html> (2021年12月閲覧)

【図表V-11】 リアルラボ採択プロジェクト一覧2022

イノベーションアワード2022	拠点
“Retrospective” 部門	
<p>LastMileCityLab 小包配送用の自動運転ロボット。移動郵便局として、自律型大型ドローン、自律型トラック等の実証実験を行う。物流チェーン全体をカバーし、他の都市のモデルとしても役立つ革新的なソリューションを実際の条件下でテストする。</p>	ブルッフザール
<p>Trusted Ecosystem of Applied Medical Data eXchange : TEAM-X 欧州統合データ基盤プロジェクト GAIA-Xに基づく保護されたデジタルデータエコシステムでデータを処理する。看護と女性の健康の分野におけるソリューションを実際の環境でテスト。特に個人の健康データ保護規制の枠組内での開発の要件を特定する。</p>	エアランゲン・ニュルンベルグ
<p>Multikopter ADAC Luftrettung 社による電動ローターを装備した有人垂直離陸機の救急サービス実証実験。実際のテストはドクターヘリの形で実施中。航空法および救急救命サービスに関する法律と規制に関する検討を行う。</p>	アンスバッハ・ディンケルシュビュール、イーダー・オーバーシュタイン地域
“Insightful” 部門	
<p>LANDNETZ 5G カバレッジ用のポータブル キャンパス ネットワークを用いた通信インフラストラクチャにより、スマートで精密なデジタル ソリューションで、農場間の効果的なネットワークとデータ交換を可能にする。ネットワーク運用はプロジェクト用に認可されたテスト無線ライセンスで可能となっている。</p>	ドレスデン
<p>Bundeswasserstraße Schlei 自律型船舶航行システムの実証実験。燃料電池を搭載した世界初の無公害ポート ZeroOneについて、法的枠組みを考慮して、操作の要領、システムの限界、および安全規制についての洞察を得ることを目的としており、国際標準の策定に貢献を目指す。</p>	シュライミュンデ
<p>TEMPUS 地域の公共交通機関および自家用の自動運転と革新的なモビリティサービスに関連する実証実験。テストフィールドは、交通インフラをどのようにアップグレードするかが実際の条件下でテストされる。</p>	ミュンヘン
“Outlook” 部門 – プロジェクト終了/検証	
<p>U-Space EUの新しい実施規則に基づき、無人/有人の航空機が同時に飛行する実証飛行を初めて実現した。テストの結果は、国内法に移行するための重要な見識を提供。</p>	ハンブルク
<p>WohnZukunft 賃貸住宅のエネルギー消費量の最大30%を削減するために、スマートメータと通信ユニットの実証実験を実施。「スマートメーターゲートウェイ」は、光熱費の新条例に伴い2026年から賃貸住宅に義務化されることになっている。</p>	ベルリン・ブランデンブルク
<p>RealLabHH 自治体の交通システムを持続可能、安全、快適、信頼できるものにするために、ハンブルグのリビングラボでは、デジタルプラットフォーム、自動運転、オンデマンドトラフィック、スマートロジスティクス ソリューション、衝突警告システム等のサブプログラムを実施。個別プロジェクトは都市部と郊外の両方で実施された。</p>	ハンブルク
サステナビリティ特別賞 – 観客賞	
<p>Neue Weststadt Klimaquartier 12ヘクタールの敷地に、500戸の住居、オフィス、商業スペース、大学を備えたドイツ初の気候中立な“水素”地区が建設された。現代の都市環境における持続可能なモビリティが気候保護にいかにより大きく貢献できるかを示した。主要技術は、再生可能電力をグリーン水素に変換し、エネルギーを貯蔵可能にする大型電解槽で、熱変換プロセスで発生する廃熱が使用されるため、非常に効率が高い。</p>	エスリンゲン

2-5
ドイツ

さらにBMWKは、2021年9月にリアルラボ法制のコンセプト案を発表した⁴¹。この連邦法は、将来重要な技術領域での魅力的な枠組み条件を整備することを目指している。同提案には、以下の3つの重要なポイントが含まれている：

- リアルラボと実験条項の包括的な基準を定義し法的に確立させること。これらの基準は、企業、研究機関、自治体に魅力的な条件を提供すると同時に、規則に関する学習を促進させることを目的としている。透明性、リアルラボへの平等なアクセス、そして健全な評価を保証している。透明性があり同時に柔軟性を備えた期限付規則を通じて、さらに通常運転への移行の可能性についての明確な視点を通じて、計画および投資の安全性を確保する。
- これらの基準を実際に実施するため特定のデジタル・イノベーション分野において、新しい実世界での実験を可能とするものでなければならない。潜在的な適用分野としては、モビリティやインダストリ4.0の分野におけるデータ駆動型AIアプリケーション、革新的なデジタル識別方法（たとえばデジタル運転免許証）、デジタルによる法務サービス・手続き等を指す。
- 既存の実験条項についても、改定・改善できる範囲を検証する。同法制は、リアルラボについてワンストップで対応できる連邦政府の窓口を設けるとともに、立法プロセスにおいて拘束力のある実験条項をチェックすることによって、補完されることが望まれる。

5.4.1.6 ドイツ技術移転・イノベーション機構 (DATI)⁴²

新政権は、エクセレンス・ストラテジー（5.3.1.1 ①）に採択されるような卓越した大学ではなく、職業の実践に近く教育に軸足のある応用大学（HAW）⁴³と中小規模の大学（kmUni）の応用志向研究と技術移転を推進する機構の設置を決めた。同機構は、決して活発とは言えない応用大学での研究開発をさらに促進し、もともと地域産業の人材需要に応じてきた応用大学をイノベーションエコシステムの中心に据えて産業力を強化、地域活性化することが狙い。先端技術分野だけでなく社会的イノベーションの創出において、大学の知見と現場の経験の融合の場として応用大学の役割が期待されている。2022年度はひとまず1,500万ユーロの予算措置がなされるが、組織や助成プログラムの詳細については今後の発表が待たれる。

5.4.2 個別分野の戦略・政策および施策

5.4.2.1 環境・エネルギー分野

2019年9月、連邦政府は地球温暖化対策の各種目標を達成するため「気候保護プログラム2030」の重点を提示した。これを受けて内閣は詳細な作業計画「気候保護プログラム2030」⁴⁴を10月に決定し、連邦議会は気候保護法を制定した。同法は京都議定書、パリ協定等の国際協定の遵守、ならびにエネルギー転換

- 41 BMWK:
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2021/09/20210903-neue-raeume-fuer-innovationen-bmwi-legt-konzeptvorschlag-fuer-reallabore-gesetz-vor.html> (2022年12月閲覧、ドイツ語)
- 42 ドイツ技術移転・イノベーション機構 Deutsche Agentur für Transfer und Innovation https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/dati/deutsche-agentur-fuer-transfer-und-innovation_node.html (2022年12月閲覧、ドイツ語)
- 43 応用大学 Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ドイツ語) 英語ではUniversity for applied Sciencesと表記される。州によって名称は異なるものの従来専門大学 (Fachhochschule) と呼ばれていた教育機関。
応用大学における研究: https://www.forschung-fachhochschulen.de/fachhochschulen/en/home/home_node.html (2022年12月閲覧)
- 44 Climate Action Programme 2030
<https://www.bundesregierung.de/breg-en/issues/climate-action> (2022年12月閲覧)

政策実現のため諸戦略と連関している。

気候保護プログラムの主要テーマは次の通り：

- ①適切なカーボンプライスを設定し二酸化炭素の排出量を削減する
- ②省エネ効果の高い建物などへの税額控除などを実施して地球温暖化対策への関心を高める
- ③電力価格の高騰を抑え市民の負担を軽減する
- ④ビルや住居の省エネ化を促進し居住環境の整備と併せCO₂削減を図る
- ⑤暖房設備交換、断熱性の高い窓の設置など省エネ対策費用の減税措置を実施する
- ⑥化石燃料による旧式の暖房設備交換を促進する
- ⑦電気自動車の普及と鉄道料金の値下げによる利用を推進する
- ⑧電気自動車用充電施設の整備を促進する

この政策の基本には、CO₂課金とインセンティブによって、人々の行動を環境に優しいスタイルに導くという考え方がある。研究開発の推進については、イノベーションシステム全体の動員、研究開発における企業家の強いコミットメント、政府のさらなる研究とイノベーションへの投資が必須と明記されている。具体例として、ハイテク戦略2025にも言及されているとおり、バッテリー研究と国内生産の強化、CO₂の貯蔵と使用によって産業プロセスからの排出を回避する方法、水素を産業の再編における重要な要素としてとらえ、研究開発を推進することなどが記されている。

2021年4月に連邦憲法裁判所が、2019年の気候保護法では措置不十分で2030年以降の排出量削減目標が達成できないとの判断を示したことで、6月には改正気候保護法が成立した。改正法では、従来の2050年気候中立⁴⁵目標を前倒して、2045年の達成に目標を変更、1990年と比較してCO₂排出量を2030年までに65%削減するなどを盛り込んだ。さらに、政府は緊急プログラム2022を発出し80億ユーロの追加投資を決めた。同プログラムの重点は、インフラ面では自転車専用道の整備拡大、鉄道のデジタル化促進、電気自動車用急速充電拠点の整備、バス・鉄道網の充実を図る。またエネルギー部門では化石燃料、特に石炭からの2038年までの撤退と再生可能エネルギーの内、風力を現在の1.1GWから4GWに、太陽光発電を4.1GWから6GWに拡大することなどを目標として掲げている⁴⁶。

2013年末に発足した第三期メルケル内閣で省庁再編が実施されて、連邦経済省（BMW_i）は連邦経済エネルギー省と名称を変え（2021年12月に連邦経済気候保護省（BMW_K）にさらに変更）、エネルギー政策全般を所管することとなった。これを受けBMW_i（当時）は2014年に「10のエネルギーアジェンダ⁴⁷」を発表した。2022年までに原子力発電から完全撤退することを決めたドイツは、一極集中型の化石・原子力発電所から分散型の再生可能エネルギーへの転換を目指して、再生可能エネルギー転換策（Energiewende）を採る。エネルギーアジェンダは、同転換策を実現するための第一歩として位置付けられている。エネルギー分野の研究開発の目標や重点分野を示しているのが、連邦環境・自然保護・建設・原子炉安全省（BMUB）とBMW_Kの協力で実施されている第7次エネルギー研究プログラム⁴⁸である。重点分野としてエネルギー効率化と再生可能エネルギーが指定されており、政府は2018年から2022年までに合計で64億ユーロを投じ

45 EUの目標でありドイツは独自の数値目標をこれまで示していなかった。

46 連邦政府：
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/bundesregierung-klimapolitik-1637146>（2022年12月閲覧、ドイツ語）

47 BMW_i, 10-Point Energy Agenda:
https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Downloads/10-punkte-energie-agenda-fortschreibung.pdf?__blob=publicationFile&v=1（2022年12月閲覧）

48 7th Energy Research Programme of the Federal Government
https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/7th-energy-research-programme-of-the-federal-government.pdf?__blob=publicationFile&v=5（2022年12月閲覧）

る⁴⁹。2018年9月閣議決定された第7次プログラムは、第6次が4年で35億ユーロの支出から大幅増となり、エネルギー転換の一層の促進に力を入れる方針が出されている。従来の重点テーマに加え、エネルギーシステム統合ならびにエネルギー貯蔵に関する研究開発を推進する方針を打ち出している。第7次エネルギー研究プログラムの枠組みにおいて、「エネルギー転換のリアルラボ」には、2019年から2022年まで年間1億ユーロ規模の助成が実施されている。リアルラボ・イニシアティブではプロジェクト・パートナーは、エネルギー転換の主要分野において、新技術やビジネスモデルを産業規模でテストするため統合的な実証実験をする。さらに2021年7月には新たに公募が行われ、エネルギー産業ならびに住宅産業セクターにおけるリアルラボプロジェクトに対し、最大1,500万ユーロ/参加企業もしくは2,500万ユーロ/プロジェクトの助成が計画されている。

さらに2020年6月に政府は新型コロナ後の景気対策として総額1,300億ユーロの補正予算パッケージ⁵⁰を発表した。このうち500億ユーロは未来パッケージ (Zukunftspaket) として、研究開発イノベーションおよびインフラ整備のための助成プログラムとなっている。中でも、欧州ならびにドイツが最優先課題として取り組む、環境分野とデジタル化分野への投資が中心となっており、全額を新規国債発行で賄う同予算パッケージは、借金を背負う次世代に残る産業の創出を図るという明確な目的の下に決められている。その中で水素戦略⁵¹を発表、2030年の商業化を目指しインフラ整備を含みながらも90億ユーロ規模の大規模投資を予定している。中でも注目は、再生可能エネルギーからの電気のみを電気分解に使用する水の電気分解によって生成されるCO₂フリーな水素、グリーン水素の製造に重点を置き、戦略的にドイツ国内ないし欧州域内で2030年までに5GW程度の水素製造を目指している点である。研究開発の重点領域はPower-to-X⁵²テクノロジー、電化が困難な輸送代替燃料 (航空機、船舶、長距離・重量輸送)、暖房用ガスの製造となっている。2022年、総電力における再生可能エネルギーの占める割合が41%となり、2000年の6.3%からは飛躍的に増えている⁵³。電力部門の再生可能エネルギーへの転換は非常に成功していると言えるが、冷暖房および輸送部門はそれぞれ16.2%と6.8% (いずれも2022年) とあまり進んでいない。

2022年末の原発撤退及び再エネ主力化は基本路線として維持されているものの、ロシアのウクライナ振興を受け特例的に約半年の原発運転延長の法改正を2022年10月に行った。今回の改正案では3基を2023年4月15日まで緊急時の予備電源として稼働し、今冬の電力の国内安定供給が主目的となっている。4月16日以降の延長や2023~2024年冬期の再稼働はないとしている⁵⁴。

一方、BMBFは2004年に「持続的発展のための研究フレームワークプログラム (FONA)⁵⁵」を発表し温

49 Research for an environmentally sound, reliable and affordable energy supply

50 連邦政府、景気回復パッケージ Economic stimulus package:
<https://www.bundesregierung.de/breg-en/news/konjunkturpaket-1757640> (2022年12月閲覧)

51 The National Hydrogen Strategy、2020年6月10日 BMWK,
https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (2022年12月)

52 ドイツエネルギー機構 DENA: „Power to X: Technologien“ Power-to-Gas (水素及び合成メタン)、Power-to-Liquid (合成ディーゼル、合成ガソリン、合成ケロシン)、Power to Chemicals (メタノール、プロピレン、アンモニアなどの化学物質)
https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf (2022年12月閲覧)

53 BMU,
<https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/climate-energy/renewable-energies/renewable-energies-in-figures> (2022年12月)

54 連邦政府、<https://www.bundesregierung.de/breg-en/news/nuclear-power-continued-operation-2135918> (2023年1月閲覧)

55 BMBF, FONA: Forschung für Nachhaltigkeit: <http://www.fona.de/en/> (2022年12月閲覧)

暖化対策のための様々な研究を行ってきた。その後同省は2010年、後継プログラムとしてFONA2 (2010～2014年) を立ち上げ、20億ユーロを大幅に超える資金を投入した。FONA2も幅広い研究分野を包括するもので、エネルギー効率の改善、原料の生産性向上が中心となっている。この中で新興国や途上国まで含めた国際連携の重要性もうたっている。2015年には、引き続きFONA3として20億ユーロ (5年間) を追加投資、2020年11月にFONA4⁵⁶を発表し今後5年間に40億ユーロを拠出する。新プログラムでは、グリーン水素、循環経済、環境保護、バイオエコノミーの4エリアを重点分野として位置づけ、過去15年の実績を活かしながら、エネルギー転換、省資源、地球温暖化対策に貢献していくとしている。

またBMBFは第6次エネルギー研究プログラムの枠組の中で、目標に掲げている2050年に温室効果ガス排出量対1990年比80%減を実現するための基盤的な技術の研究開発を支援した。BMBFのエネルギー分野での研究助成は、エネルギー研究と他分野 (材料科学、ナノ技術、レーザー、マイクロシステム、気候研究等) とのネットワーク化・融合研究に重点を置いている。

5.4.2.2 ライフサイエンス・臨床医学分野

連邦政府は2013年に「国家政策戦略バイオエコノミー⁵⁷」および「国家研究戦略バイオエコノミー2030⁵⁸」(2010年) の具体的な行動指針「アクションプラン・バイオエコノミー⁵⁹」を発表している。これは、前項の環境政策と総合して、バイオテクノロジーにより効率的に食料を生産し世界に供給するとともに、その過程で必要となるエネルギーを再生可能エネルギーで賄う、という人間の社会全般のニーズを科学技術によってより良くしていこうとする戦略である。優先される分野として、世界的な食糧の確保、持続性のある農業生産、食の安全性、再生可能資源の産業利用、バイオマスを基本としたエネルギー源の5つのフィールドを示している。バイオテクノロジーのイノベーション力を、医薬・化学産業のみならず、農林業やエネルギー産業の分野でも活用したいとしている。「国家研究戦略バイオエコノミー2030」では2011～2018年までに24億ユーロあまりを投入した。さらに、2020年BMBFとBMELは「国家バイオエコノミー戦略⁶⁰」発表、将来のバイオエコノミー分野のガイドラインと目標を定めた。同戦略は2つの柱から成っている。一つは、持続可能なバイオエコシステムの核として生物学的知識と先端技術、もう一つは再生可能な原料としてのバイオマスである。2026年までの措置で11億ユーロをBMBFから、25億ユーロをBMELから合計36億ユーロを投資する予定とされている。

また健康研究の分野では、BMBFは2010年「健康研究基本プログラム」⁶¹を制定し、今後の医学研究の戦略的方針を定めた。重点領域として、①糖尿病、心臓病などの国民的疾患研究、②個別化医療研究、③予防、健康医学、④看護、介護研究、⑤健康関連産業、⑥国際共同研究を挙げている。同プログラムはBMBFと連邦保健省 (BMG) により所掌され、2011～2014年の期間に55億ユーロ、2015～2018年には78億ユーロあまりの予算が支出された。2019年からは第三期プログラム (2019から2029年、20億ユーロ)

56 BMBF, FONA4
https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/FS/31648_Forschung_fuer_Nachhaltigkeit_en.pdf
 (2022年12月閲覧)

57 National Policy Strategy on Bioeconomy

58 National Research Strategy BioEconomy 2030

59 BMBF, Aktionsplan Wegweiser Bioökonomie:
https://biooekonomie.de/sites/default/files/files/2016-09/nfsb_2030.pdf (2022年12月閲覧)

60 BMBF/BMEL Nationale Bioökonomiestrategie January 2020
<https://biooekonomie.de/themen/politikstrategie-deutschland> (2022年12月閲覧)

61 Gesundheitsforschungsprogramm

口/年⁶²) が継続して実施されており、特に個別化医療 (プレジジョン・メディシン) とデジタル化に重点が置かれている。さらに、2011年11月には研究アジェンダ「未来ある長寿」⁶³を閣議決定し、この中でも疾病の早期発見・早期治療、高齢化する社会における自立や行動を重点項目と位置づけている。

ドイツマインツに本拠を置く BionTech 社はファイザー社 (米国) と共同で SARS-COV2 ウィルスのワクチン開発に成功し、2020年末に世界初の使用許可を取得して接種を開始した。BionTech は先端クラスター・コンペティション (5.3.1.3 参照) に採択されたクラスター Ci3 (Cluster for Individualized Immune Intervention)⁶⁴ からスピナウトしたスタートアップ企業である。同社は、がんやその他の重篤疾患の治療に対する個別化医療のための能動免疫療法の開発と製造に焦点を当て、mRNA に基づく創薬研究を通じてがんの免疫療法その他、感染症に対するワクチンや、希少疾患のタンパク質補充療法として応用した。米国の生化学者、カリコ (Katalin Karikó/University of Pennsylvania) は、免疫学者ワイスマン (Drew Weissman/ University of Pennsylvania) との共同研究で mRNA の医療への応用の道を開き、非免疫ヌクレオシド変形 RNA に関する特許をワイスマンと共同保有している。2013年より BioNTech 社に属し、現在上席副社長。この功績により2021年、カリコと BionTech 創業者であるトゥレチ (Özlem Türeci) とサヒン (Uğur Şahin) の3名は Paul Ehrlich 賞 2022⁶⁵を受賞した。

5.4.2.3 システム・情報科学技術分野

デジタル化戦略は、科学技術イノベーション戦略とならび連邦政府の重要政策として位置づけられている。連邦政府は、2022年8月に新たにデジタル戦略⁶⁶を発表した。この戦略では、これまで実施されてきた数々のデジタル化に関する戦略、例えばデジタル・トランスフォーメーション実現のための最初の戦略文書である「デジタルアジェンダ 2014-2017 (2014)」⁶⁷、さらに BMWK (当時は BMWi) からデジタルアジェンダの具体的な方針として示された「デジタル戦略 2025 (2015)」⁶⁸等を統合した上で、2025年までに達成されるべき具体的な目標が示されている。が発表され、研究開発から産業促進まで含めた10項目の強化方針が示された。同戦略は連邦財務省 (BMF)、連邦デジタル交通省 (BMDV)、連邦経済気候保護省 (BMWK) と首相府 (BKAm) が主管省として所掌する。連邦政府は2006年にデジタル化およびデジタル・トランスフォーメーションを推進する中心的な産学官プラットフォームとしてデジタルサミット⁶⁹を毎年開催している。2010年にそのサミットで、包括的な ICT 戦略「ドイツ・デジタル 2015 (2010)」⁷⁰を発表し、ブロードバン

- 62 PTJ, <https://www.ptj.de/gesundheitsforschung#:-:text=Das%20Rahmenprogramm%20Gesundheitsforschung%20ist%20in,zwei%20Milliarden%20Euro%20pro%20Jahr.> (2022年12月閲覧)
- 63 BMBF, Das Alter hat Zukunft : <http://www.das-alter-hat-zukunft.de/en> (2021年12月閲覧)
- 64 Ci3: <https://ci-3.de/> (2021年12月閲覧)
- 65 Paul Ehrlich 財団: https://www.goethe-university-frankfurt.de/96873415/Paul_Ehrlich_Foundation?locale=en (2022年12月閲覧)
Paul Ehrlich 賞: Paul Ehrlich が取り組んだ医療分野 (免疫学、癌研究、血液学、微生物学、実験的および臨床的薬学療法) で国内外から優れた業績を上げた科学者に授与される。1952年創設。同賞の後にノーベル賞を受賞する研究者も多い。賞金の半分はドイツ連邦保健省 (BMG) から、残りの半分は企業の寄付によって提供されている。
- 66 BMDV, Digitalstrategie Gemeinsam digitale Werte schöpfen 2022年8月、
https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/presse/063-digitalstrategie.pdf?__blob=publicationFile
- 67 BMWK, Digital Agenda: <https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Digital-World/digital-agenda.html> (2022年12月閲覧)
- 68 Digitale Strategy 2025
- 69 Digital Summit 2016年まではナショナル IT サミットという名称で開催されていた。
<https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Dossier/digital-summit.html> (2022年12月閲覧)
- 70 Deutschland Digital 2015

ドの普及、クラウドコンピューティングやICTを応用した輸送の実現などを目標としてきた。このうち同分野の研究については、助成プログラム「ICT2020」(2007年)が実施され、車両、医療、ロジスティック産業への応用も含めイノベーションの原動力として、雇用の創出への貢献を期待されていた。しかしながら前政権でも打ち出されていたさまざまなイニシアティブ、とりわけ高速の光ファイバー通信網の整備や、デジタル化における中小企業の投資促進、スタートアップのためのイノベーション環境構築、デジタル政府の促進等は現政権の課題として残っている。一方で、①ネットワーク化したデジタル主権社会、②イノベティブな経済、労働、研究開発活動、③デジタル化した国家の実現を目指す姿として掲げ、各省の責任を明確に記述している。とりわけ研究開発については持続的なデジタル社会の発展のために、研究目的のデータインフラの構築を推進するとしている。具体的な目標として、以下のような項目を挙げている。

- NFDI (参照: 5.3.1.2 研究拠点・基盤整備) の整備を推進し、イノベーション創出ならびに新しいビジネスモデルを生むために研究データへのアクセスを確保する
- 産業界の諸データを研究に活用できるようネットワークを構築する
- エクサスケール級のHPCを開発する
- 大学病院等で一般市民健康、介護データを研究に利用できるようにし先端研究に活かす

ドイツ初のインターネット研究に特化した研究所として「ヨーゼフ・バイツェンバウム研究所⁷¹⁾」が2017年始動した。領域横断的な研究を踏まえ、デジタル化を法整備や経済効果の把握まで包括的に研究、分析する組織を目指し、公募によってベルリン自由大学、ベルリン工科大学、フンボルト大学、ベルリン芸術大学、ポツダム大学およびフラウンホーファーオープン通信システム研究所 (FOKUS) からなるコンソーシアムが採択された。2022年までに5,000万ユーロの助成を予定している。

2018年9月、ドイツ連邦政府は「人工知能戦略」を発表、2019年～2025年までに基盤的経費を含め研究開発費として30億ユーロ規模の投資をすることを発表した。AIの実用化に向けて、基礎研究から応用研究への連携と国際連携の重要性を強調している。国際連携については、ドイツに先んじて今年初めにAI戦略を発表したフランスとの連携をベースに、EUの枠内での研究開発を推進することが記述されている。加えてポストコロナ対策の未来パッケージでは、AI分野に追加的に20億ユーロの投資を配分し、2025年までに合計50億の投資をすることになった。同戦略では、ドイツ人工知能研究センター (DFKI) のあるカイザーラウテンルンとミュンヘン、チュービンゲン、ベルリン、ドルトムント/セントオーガスティン、ドレスデン/ライプチヒの大学にあるAI研究拠点として6つのコンピテンズセンターを整備した。今後はDFKIと連携し、同様のセンターを増やす計画としている⁷²⁾。

2021年5月にはハイパフォーマンスコンピューティングの領域で新たなファンディングプログラムが始動した。「デジタル化時代のスーパーコンピューター⁷³⁾」プログラムでは2021-2034年の15年間で連邦政府は3.06億ユーロの助成を計画、さらに州政府からも2.25億ユーロの投資を予定している。EUのHPCプログラムと連動し、欧州全体で戦略的に同領域の研究開発を推進し、国際競争力の維持を図る狙いがある。現在、国内3拠点のガウスセンター (Gauss Centre for Supercomputing/GCS) において3機のスーパーコンピューターが協調する「スマートスケール戦略」が採用されており、今後はコンピュータ自体の性能強化とソフトウェア技術の開発を促進する。

71 Deutsches Internet-Institut: <https://www.weizenbaum-institut.de/en/> (2022年12月閲覧)

72 <https://www.bmbf.de/de/kuenstliche-intelligenz-mehr-geld-fuer-die-forschung-9518.html> (2022年12月閲覧、ドイツ語)

73 Hoch- und Höchstleistungsrechnen für digitale Zeitalter: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/supercomputing/supercomputing_node.html (2022年12月閲覧、ドイツ語)

5.4.2.4 ナノテクノロジー・材料分野

BMBFは2015年に「材料からイノベーションへ」と題したナノテク分野の基本計画⁷⁴を発表した。ハイテク戦略と連動した同計画の下、以来さまざまな施策が実施されている。同名の助成プログラムでは、①ナノテクプラットフォームの構築、②エネルギー、交通、医療、建築、機械分野への応用、③持続可能で高効率な資源利用、④産学連携を基本コンセプトとして、各プロジェクトが運営されている。同プログラムは、過去に実施された「ナノイニシアティブ・アクションプラン2010」、「アクションプラン・ナノテクノロジー2015」の後継と位置づけられているだけでなく、応用分野として領域横断的に環境・エネルギーのFONAやライフサイエンスの健康研究基本プログラムとの連動を強く意識している。現状では2024年まで、毎年1億ユーロ規模の助成を予定している。同プログラムのウェブサイトでは、国内の研究拠点ロケーターで、機関別、応用分野別、さらに技術領域別に検索が可能となっている⁷⁵。

ハイテク戦略2025に掲げられている重点技術領域のうちナノテク分野では、「フォトニクス研究⁷⁶」は2012年から既に10年が経過した長期的な助成が実施されており、同プログラムにおいては、技術基盤の強化に加えて、フォトニクスシステム技術の構築、フォトニクスプロセスチェーンの実現、通信とネットワーキングに焦点をあてた研究が推進されている。プログラムの予算は量子分野を含み1億ユーロ/年が配分されている。2018年9月、連邦政府は「量子戦略」を発表し、2018年～2022年の4年あまりで6.5億ユーロを投資するとした。重点領域として、第二世代の量子コンピューティング（コンピューター、シミュレーションなど）、量子コミュニケーション（通信、セキュリティ技術など）、計測（精密計測技術、衛星、ナビゲーション技術など）の開発のほか、量子分野の技術移転と産業の参画推進をあげている。「ハイテク戦略2025」下の社会課題解決のため、自動走行、電気や燃料電池自動車など、この領域は大きなイノベーションの端緒に置かれている。充電施設の整備、法規制の緩和、EUの方針なども含んだ包括的な実用化施策、と未来技術分野のミッションとして、ドイツならびに欧州をAIの研究開発実用化の拠点とし、ICT分野の強化と合わせて人材を確保しながら、多様な応用領域を巻き込むことでAIをベースとしたビジネスモデルを構築する、が示されている。なお量子の分野にもポストコロナ対策パッケージ「未来パッケージ」の中で20億ユーロの追加投資が発表されている。

また、電気自動車の普及や欧州域内の自動車販売規制強化の動きなどを受け、ドイツでも遅れている車載用蓄電池の研究開発が前政権のハイテク戦略の下で戦略的に取り組まれてきた。BMBFの「バッテリー研究工場⁷⁷」のプログラムでは、原材料から材料、バッテリーセルからバッテリーシステム、原材料の回収によるリサイクルまでの統合段階の管理を含む、バリューチェーンに沿ったバッテリー生産技術の構築を目指している。バッテリーセル開発クラスター（ProZell）に5,200万ユーロ、リチウムイオン電池製造のプラント（FPL）に2,570万ユーロ、研究生産拠点（FFB）に1.5億ユーロ、スマートバッテリー生産拠点（InZePro）に3,000万ユーロと投資を増やしている。

74 BMBF, Vom Materialien zur Innovation Rahmenprogram zur Förderung und Materialforschung: https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/5/31015_Vom_Material_zur_Innovation.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (2022年12月閲覧、ドイツ語)

75 BMBF, Nano Map: <http://www.werkstofftechnologien.de/en/> (2022年12月閲覧)

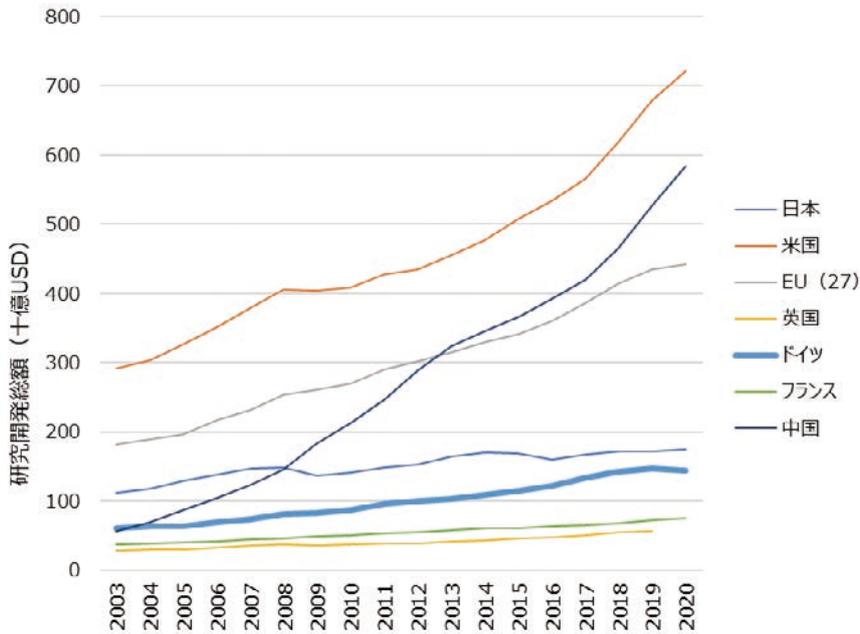
76 Forschungsprogramm "Photonik Forschung Deutschland": <https://www.photonikforschung.de/> (2022年12月閲覧、ドイツ語)

77 BMBF, Batterieforschung in Deutschland <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energiewende-und-nachhaltiges-wirtschaften/batterieforschung/batterieforschung-in-deutschland.html#searchFacets> (2022年12月閲覧、ドイツ語)

5.5 研究開発投資

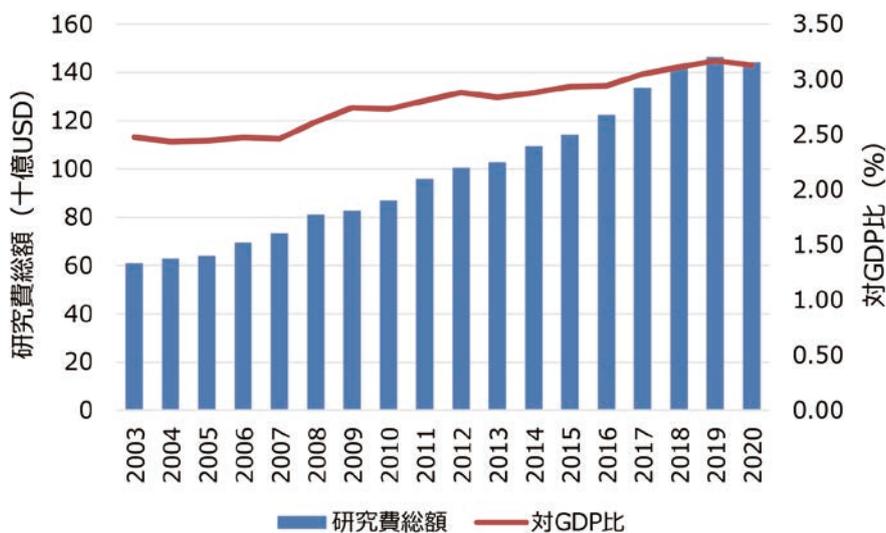
5.5.1 研究開発費

【図表 V-12】 主要国・地域の総研究開発費推移



出典：OECD, Main Science and Technology Indicators のデータを基にCRDS作成。
尚、英国のみ2020年のデータは未発表

【図表 V-13】 ドイツの総研究開発費の対GDP比推移

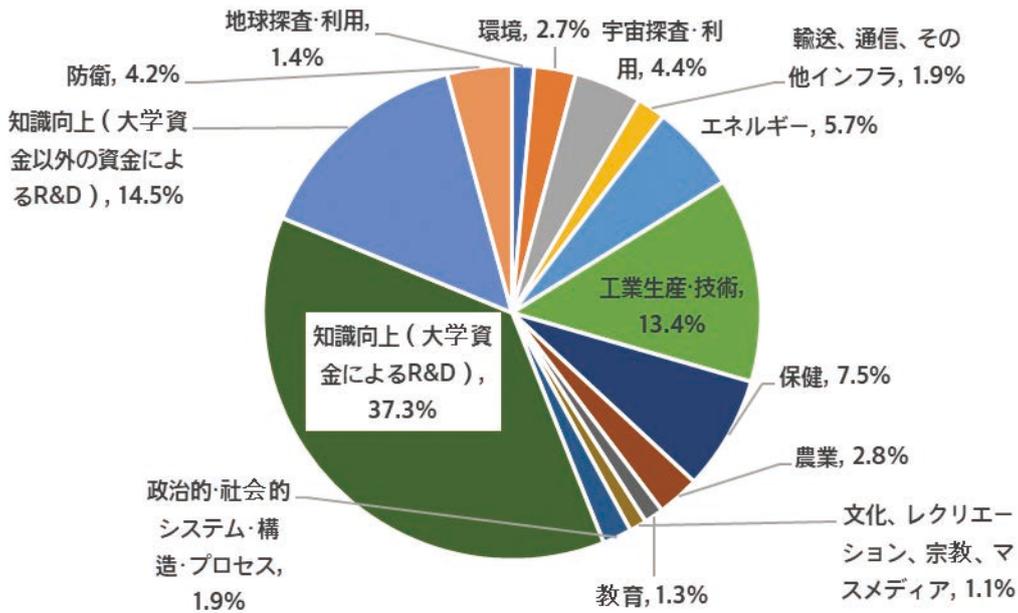


出典：OECD, Main Science and Technology Indicators のデータを基にCRDS作成。
尚、英国のみ2020年のデータは未発表

5.5.2 分野別政府研究開発費

ドイツにおける公的研究開発費の使用目的は、近年あまり大きく変化していない。知識向上が断然多く、工業生産・技術、保健、宇宙探査・利用、エネルギーと続いている。政府研究費の総額は331.7億ユーロとなっている。

【図表 V-14】 社会・経済的目的別研究研究開発費比率 (2020年)

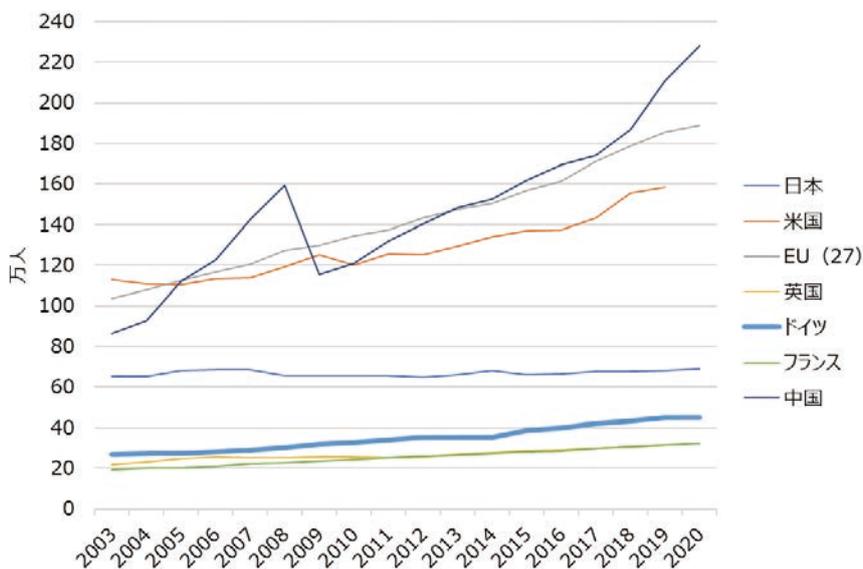


出典：OECD, Main Science and Technology Indicators のデータを基にCRDS作成。

5.5.3 研究人材数

OECD 統計によれば、ドイツの研究者総数は2019年に45万796人であり前年とほぼ変化がない。

【図表 V-15】 主要国・地域の研究者総数 (FTE 換算)

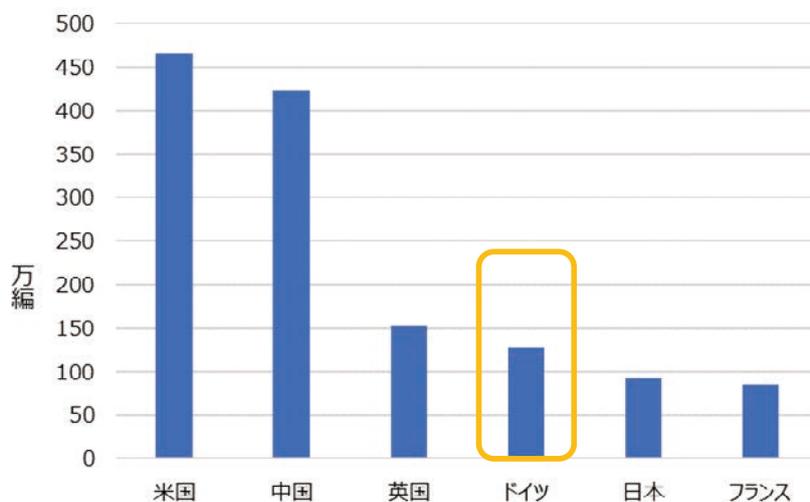


出典：OECD, Main Science and Technology Indicators のデータを基にCRDS作成。
尚、米国・英国は2020年のデータは未発表

5.5.4 研究開発アウトプット

2012年から2022年までの総数で比較すると、主要国中で総論文数は4番目である。

【図表 V-16】 主要国の論文総数 (2012年～2022年)



出典：クラリベイト・アナリティクス社、InCite essential Science Indicatorsデータを元にCRDS作成