

海外調査報告書

科学技術・イノベーション
動向報告書
ドイツ編

はじめに

国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）海外動向ユニットでは、我が国の科学技術・イノベーション戦略を検討する上で重要と思われる、諸外国の動向について調査・分析し、その結果を海外の科学技術・イノベーション動向として発信している。調査内容は、最新の科学技術・イノベーション政策動向・戦略・予算、研究開発助成機関のプログラム・予算、研究機関や大学の研究プログラム・研究動向などを主とした、科学技術・イノベーション全般の動向となっている。

本報告書では、ドイツの科学技術・イノベーションの動向について取りまとめている。周知のとおりドイツは日本と並ぶものづくり大国で、科学技術・イノベーション活動の多くが産業技術の発展と共にある。近年は欧州連合（EU）の主要国として、英国離脱（ブレクジット）後のリーダーシップをフランスと共に担う役割が期待されている。さらに国連の目標である2050年カーボンニュートラル実現に向けた実施戦略である「欧州グリーン・ディール」政策にも深く関与している。

経済構造の似た日本にとってドイツの研究開発システムは大いに参考となるものであるという見方がある反面、ドイツの置かれた環境の違いや内包する独自の様々な課題もあり、我が国の科学技術・イノベーション政策の検討においては、ドイツに特有な研究開発システムの現状を理解することが重要であるということも考えられる。

このため、本報告書においては、単にドイツの科学技術・イノベーション活動の特徴をだけでなく、その課題も含め出来るだけ多様な側面についての情報を取り込むことを試みた。

本報告書は、以下の各章により構成されている。

第1章 科学技術・イノベーション活動の全体像

第2章 科学技術・イノベーション基本政策と基盤政策

第3章 科学技術・イノベーション政策の諸観点

第4章 科学技術・イノベーション活動にかかるインプット・アウトプット

参考資料

第2章は、ドイツの科学技術・イノベーション政策の形成における各種ステークホルダーの役割を理解するために、また、第3章はイノベーション創出に向けたドイツの科学技術・イノベーション政策、施策がどう連携し機能しているかという理解の助けとなる情報を提供することを目的として執筆した。本報告書が、ドイツの科学技術・イノベーション活動の理解を深める一助となれば幸いである。

なお、本報告書の内容（参考文献・URL含む）は、特記のある場合を除き、2023年2月17日時点の情報に基づいている。

目次

1	科学技術・イノベーション活動の全体像	1
1.1	概略	1
1.2	科学技術の歴史と特徴	2
1.2.1	第二次世界大戦後の連邦制と科学技術の新興	3
1.2.2	科学技術・イノベーション活動における課題の認識	3
1.3	科学技術・イノベーション政策に関連する組織	6
1.3.1	行政機構と所管省、政策立案体制	7
1.3.2	高等教育機関	11
1.3.3	公的研究機関	14
1.3.4	助成機関	19
1.3.5	産業界の研究開発	25
1.3.6	科学助言、イノベーション助言機関	28
2	科学技術・イノベーション基本政策と基盤政策	32
2.1	科学技術・イノベーションの促進	32
2.1.1	ハイテク戦略 I ~ IV 概要	32
2.1.2	未来戦略	38
2.1.3	分野別個別戦略・実行戦略	40
2.2	大学院研究支援政策	41
2.2.1	エクセレンス・イニシアティブ概要	42
2.2.2	エクセレンス・ストラテジー概要	42
2.2.3	成果と評価	43
2.3	基礎研究基盤の支援政策	45
2.3.1	研究イノベーション協定（PFI）導入の背景と目的	46
2.3.2	プログラム実績と当面の成果	47
2.4	産学連携・拠点政策	47
2.4.1	産学連携クラスタープログラムの歴史と特徴	48

2.4.2	先端クラスター競争プログラム	49
2.4.3	未来クラスタープログラム	49
2.5	スタートアップ・中小企業の支援政策	50
2.5.1	研究開発型スタートアップ支援 EXIST	51
2.5.2	中小企業研究開発支援 ZIM	52
2.5.3	産業共同研究支援プログラム IGF	54
2.6	デジタル化政策	54
2.6.1	デジタル・アジェンダ 2014-2017 からデジタル化戦略まで	55
2.6.2	インダストリ 4.0	56
2.6.3	AI 戦略と量子研究枠組プログラム	59
3	科学技術・イノベーション政策の諸観点	62
3.1	基礎研究への確実な投資と大学の研究力強化	62
3.2	産学連携とインセンティブを生むモデル	65
3.3	飛躍的イノベーションの創出に向けて	66
4	科学技術・イノベーション活動にかかるインプット、アウトプット	70
4.1	科学技術・イノベーションのインプット	70
4.1.1	研究開発費	70
4.1.2	研究開発人材	73
4.2	科学技術・イノベーションのアウトプット	75
4.2.1	科学論文生産数	75
4.2.2	イノベーションランキング	77
4.2.3	特許数	77
5	参考	79

1 | 科学技術・イノベーション活動の全体像

1886年、ゴットリープ・ダイムラー（Gottlieb Daimler）とカール・ベンツ（Carl Benz）がガソリン内燃機関を作り上げ四輪自動車を発明した¹。世界の移動、輸送を革命的に変革し、新しい市場を作り出した破壊的イノベーションが起きてからまもなく150年となる。この頃のドイツは化学や機械といった産業でも目覚ましい発展を遂げ、1920年頃までに現在の科学技術システムを構築していたとされる²。現代でもドイツ経済を支えるのは、化学、機械、自動車、鉄鋼などの産業である。一方、中世に発展し19世紀後半からドイツの文化圏で職業資格の指針となった伝統的な職人教育の形態である知識と実践を並行して学ぶ仕組みは、科学と産業の間でも深い連携を生んだ³。19世紀後半、ドイツ帝政の文化省官僚のフリードリヒ・アルトホフ（Friedrich Althoff）は大学の学部の専門性を確立させ、優秀な高度専門人材の職業教育を推進した。現在のマックス・プランク協会の前身であるカイザー・ヴィルヘルム（Kaiser Wilhelm）協会は1911年、研究に特化した大学外研究機関として産業界との協力により創設された。

第2次世界大戦後の産業技術の革新は企業内で行われただけでなく、大学や公的研究機関との協力がベースとなっている。大学は特に工科大学との連携が特徴的で、公的研究機関ではフラウンホーファー協会の存在が世界的にも知られている。1対1の共同研究だけでなく、産業団体に加盟する複数企業による競争前段階の基盤的技術の研究を大学に発注したり（参照2.6.3 産業協同研究支援プログラム）、博士課程研究者のポストを企業がスポンサーしたりするなど、多様な連携の形態がある。こうした産学連携は応用研究や開発段階での協力だけではなく、基礎研究への支援も行われており、将来産業界で活躍を期待する高度人材への投資を積極的に行っていることが分かる。本項では、ドイツの科学技術・イノベーション活動の概略と歴史を述べる。

1.1 概略

ドイツ連邦共和国（Bundesrepublik Deutschland）は、人口8,322万人、名目GDP総額が4兆2,259億ドル（2021年）⁴で欧州連合（EU）加盟国中最も規模の大きい国の1つである。国の面積が35万平方キロメートルであり、37万平方キロメートルの日本よりもわずかに小さい。あまり高い山脈などは無く平坦で、北側で北海に面し、南側でアルプス山脈を経てスイス、オーストリアと接している。日本と大きく違うのは、連邦（Bund）と16の州（Land）から構成される連邦制を採る国ということである。連邦共和国という名前の通り各州の力が非常に大きく、首都のベルリン、BMWやジーメンスの本社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。ドイツは第二次世界大戦直後から1990年まで東西ドイツに分かれていたため、統一から30年が経過した現在でも東西ドイツで

- 1 Mercedes-Benz Group Media、
<https://group-media.mercedes-benz.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Unternehmensgeschichte-der-Daimler-AG--kurzfassung-.xhtml>
- 2 ドイツに学ぶ科学技術政策、永野 博著、近代科学社2016
- 3 職業教育の歴史 Geschichte der Berufsbildung 連邦職業教育訓練研究所（BIBB）
<https://www.bibb.de/veroeffentlichungen/de/publication/download/7065>（ドイツ語）
- 4 JETRO 各国・地域データ

経済格差がまだ残っている。首都機能についてもボンが西ドイツの首都だったため、ドイツの統一に伴い首都機能がベルリンに移転した後も、未だに政府官庁の一部が残っている。

ドイツは総研究開発費で米国・中国・日本に次ぎ世界第4位、研究者数でも世界第4位（2019年）⁵と、科学技術、研究開発の盛んな国であるといえる。ドイツの総研究開発費は、2017年にGDPに占める割合が3.05%となり、EUの掲げる研究開発費対GDP比3%目標を達成した。現在は、2025年に3.5%を目標として投資を拡大しているものの、コロナ禍やウクライナ危機といった社会情勢の大幅な変化を受けて実現は難しいとの見方が大勢である。ドイツの製造業は、自動車、化学、機械、材料をはじめ多くの分野において国際的な競争力を持っており、その産業力の維持・強化に向けた技術の研究開発に重点をおいて産業志向の研究を積極的に推進されている。メルケル政権発足直後の2006年に始まった科学技術イノベーション基本政策「ハイテク戦略」および後継の「未来戦略」が現在のドイツの科学技術イノベーション政策の基盤となっている。

1.2 科学技術の歴史と特徴

本項では、近代ドイツの科学技術の発展から第二次世界大戦後体制における科学技術の振興について述べる。現在では世界でも有数の大国であり、政治経済・科学技術・文化の面でヨーロッパと世界を牽引するドイツであるが、ドイツが現在の国土と重なる地域に統合された国家として成立したのは、フランスや英国とくらべると驚くほど遅く19世紀に入ってからである。中世には宗教戦争で荒廃したドイツとその周辺地域は、1871年に至りようやくプロイセンが中心となって、周辺の多くの小国、貴族領地、自治領地をまとめてドイツ帝国を成立させた。

ドイツ帝国成立後は、軍事力、経済力等の国力を一気に増し、科学技術においても次第にその存在感を示すことになった。これ以降多くのすぐれた科学者・技術者を輩出している。代表的な人物だけを挙げても、自動車産業を興したダイムラーとベンツ、ディーゼルや、結核菌やコレラ菌などを発見したコッホ、X線を発見したレントゲン、数学者のガウス、物理学者のマックスウェル、プランク、ヘルツやヘルムホルツ、さらには現在まで続くジーメンス社を設立したジーメンスなどがある。

しかし、このように隆盛を誇ったドイツの科学技術も、第一次世界大戦、第二次世界大戦での2度の敗戦を契機として、衰退を余儀なくされることとなる。ドイツ語と自然科学の研究者によれば、自然科学出版物の使用言語は1920年までドイツ語がトップだった。しかしそれ以降は減少の一途をたどり、替わって英語の出版物の割合が増加した。この原因として、第一次世界大戦の後、国際的な学会などの場では戦勝国、すなわち英国やフランスがドイツ語の使用を禁止したこと、またドイツ国内の学会誌なども資金が不足し、出版が停滞したことなどがあった。その間に英国や米国では英語で書かれた学会誌が続々と発刊され、英語の文献数が増える結果となった。

さらに第二次世界大戦前にナチスがドイツで台頭し、1933年にはユダヤ人の公職追放令を定めるなどユダヤ人への迫害が強まった時期には、ノーベル賞を受賞した化学者のフリッツ・ハーバーを始め、多くの優秀なユダヤ系の研究者が国外に流出した。一説にはドイツの全科学者の4人に1人が追放されたと言われる。こうした状況下でもなお、第二次世界大戦中にドイツは、世界初の軍用液体燃料ロケットであるV2ロケットや、世界初のジェット戦闘機であるメッサー・シュミットMe262などを開発し、一部兵器の性能面で連合国を圧倒していた。ドイツ帝国の主体となったプロイセン王国は、ビスマルクによる富国強兵政策により、その経済力を充実させるとともに領土拡張を目的として軍隊を増強していった。こうした富国強兵政策が、科学技

5 OECD Main Science and Technology Indicators

術の発展を促した一因となったことは想像に難くない。逆に考えれば、ヨーロッパで後進国であったドイツが、当時の先進国であり強国であった英国やフランス、オーストリアなどの列強と対等に伍し、領土を拡張していくためには、科学技術の力が必要不可欠だったとも言える。

1.2.1 第二次世界大戦後の連邦制と科学技術の新興

第二次世界大戦後のドイツは戦勝国によって分割統治され、1955年に主権を回復するものの1990年に再統一を果たすまで分裂状態は続いた。さらに戦争により経済・産業・社会は壊滅的な被害を受け、日本と同様かあるいはそれ以上に復興に向けて努力をしていかなければならない状況となった。この時期、科学技術上で特筆すべきこととしては、現代のドイツの科学技術を支える柱となっている研究協会の設立がある。マックス・プランク協会は1948年、フラウンホーファー協会は1949年と戦後の混乱がまだ収まる前に創設されている。

1970年代以降、科学政策は科学技術政策となり、本格的に技術移転や産学連携が議論されるようになった。また1980年代に入るとイノベーションがテーマとなり、単なる新しい技術開発ではない、イノベーションを生み出す環境の整備が必要とされるようになった。ドイツ再統一を経て、2000年代に入るとさらに、インフラ整備や制度改革などイノベーションに関わりある全ての政策分野を統合してイノベーション政策とすることを目標とするようになり、これらを具体的な施策に落とし込んだのがドイツ初の科学技術基本政策、ハイテク戦略（2006年）である。

ドイツの憲法にあたる連邦基本法（Grundgesetz/GG）には、外交や防衛等を除き特に定めのない限り権限の行使と任務の遂行は州の所管とされている。教育と研究に関しても、原則として州の所掌となっているが、2014年末に連邦政府の権限を制限していた基本法が第91b条⁶が改正され、州との合意があれば連邦政府が若手研究者の支援等、連邦が各州と共同で新しい様々な措置を展開できることになった。基礎研究は、運営費交付金相当の基盤的資金やドイツ研究振興協会（DFG）による競争的資金を受ける大学によって実施されるほか、マックス・プランク協会（MPG）等の公的研究機関によりボトムアップで推進されている。近年、大学の研究力強化はドイツの最優先事項であり、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など様々な試みを実施している。

1.2.2 科学技術・イノベーション活動における課題の認識

少子高齢化⁷や高学歴化⁸などを原因としてドイツではこれまで産業を支えた熟練労働者、高度専門人材が既に多くの分野で不足し、適切で持続可能な措置が講じられなければ、イノベーションシステムに長く負担がかかると認識されている。移民の積極的な受け入れ等で当面の労働者不足は解消できるものの、根本的な問題解決にはならない。他の先進国もイノベーションへの取り組みを強化、さらに新興国もイノベーション支援に多額の投資をしつつあり、ドイツ経済にとってますます国際競争は激しくなっている。引き続き最先端技術

6 ドイツ基本法 91b条 https://www.gesetze-im-internet.de/gg/art_91b.html

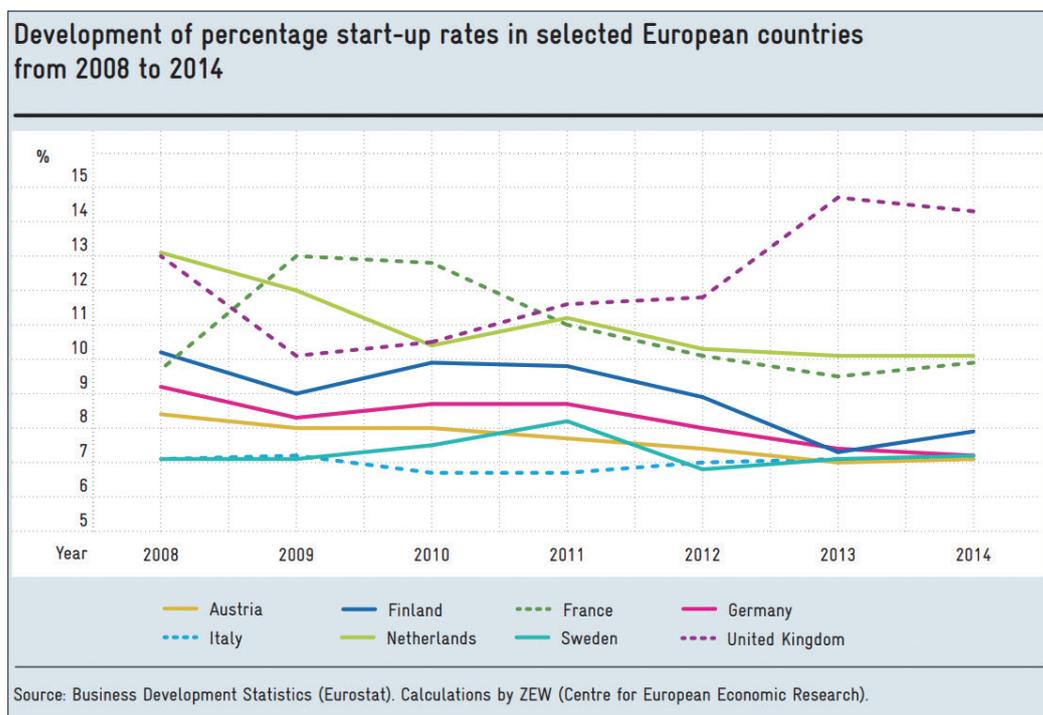
7 総務省統計局 国際比較でみる高齢者によるとドイツの高齢者人口（65歳以上）の割合は世界4位の21.7%（2018年）
<https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1135.html>
国立社会保障・人口問題研究所 人口統計資料集（2022）によるとドイツ女性の合計特殊出生率は1.55（2019年）
https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/P_Detail2022.asp?fname=T04-06.htm

8 大学進学率の増加、2006～2016年の10年間で学生数は42%増加。2011年に男子兵役義務の撤廃、高校卒業に必要な年限が13年から12年に短縮されたことなども原因とされている。連邦統計庁 DESTATIS Hochschulen auf einen Blick（2018）
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/broschuere-hochschulen-blick-0110010187004.pdf>

の研究とイノベーションを推進しなければならない。ドイツにおける研究とイノベーションの大部分は、民間（基本的には企業）によって実施されているが、研究イノベーションのシーズである知見は公共財の特徴を持っていることが多いため、市場の力だけでは、研究とイノベーションに対する最適なインセンティブを生み出すことはできない。そこで連邦や州政府からの研究開発助成金や、研究活動の実施に関連する税制上の優遇措置を通じて、間接的で幅広い支援を提供することに対する理解が進んでいる。

イノベーション審議会（1.3.6.3 イノベーション審議会 EFI 参照）の評価報告書 2009⁹によると、ドイツのイノベーションシステムにおける中小企業の重要性と役割は大きいですが、国際比較ではドイツの革新的な中小企業の割合は長期的には減少している。さらに、中小企業による研究開発への資金調達における州政府の貢献は、1980年代後半からほぼ継続的に低下しているという危機感がある。また、新産業や破壊的なイノベーションの創出を期待されるスタートアップの数も欧州域内でも多くない。

図表1 起業率の推移 国際比較 2008-2014年



【出典】 Expertenkommission Forsschung und Innovation Report 2017,P.81から引用

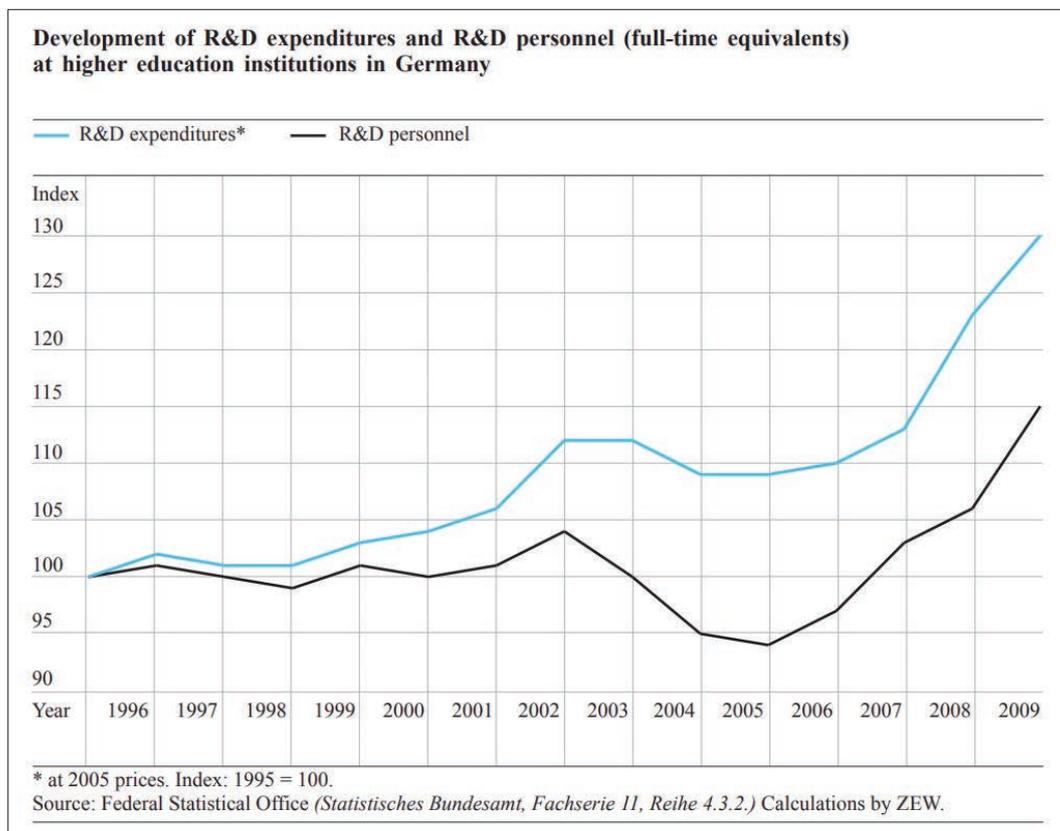
大学で学ぶ学生は増えたものの、修士や博士課程を修めた研究者は課程を終えた後、海外でアカデミックなキャリアを続ける割合がOECDの比較でも多い。特に卓越した研究者は、ドイツよりも魅力的なポストと労働条件が提供されるため、海外に行くことを好む。一方、海外からの研究者の流入は決して多くない。

そこで同審議会は、大学および公的研究機関の自律性を強化し、研究者に対する公務員法の適用の放棄や連邦および州政府による若手研究者に絞った十分な財源の提供、テニユアトラックの適用と任期付雇用の改善、および若手研究者のキャリアパスのサポート等を提言している（2009年）。国際競争において、ドイツの大学は有能な若い研究者を惹きつけたり維持したりする魅力に欠けているため是正が急がれるが、テニユア

9 Expertenkommission Forsschung und Innovation Report 2009
https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Gutachten/2009/EFI_Report_2009.pdf

トラック制度の整備、ポストクのキャリアパスの支援といったアカデミックな労働市場をさらに開拓する必要があるとしている。2006年に始まったエクセレンス・イニシアティブ（2.2.1 エクセレンス・イニシアティブの概要 参照）は、ドイツの大学の教育・研究環境の格差を拡大したという批判はあるものの、助成を受けた大学の国際的な知名度が高まった。熟練労働者や高度専門技術者に限らず、卓越研究者も不足し、将来成長が期待される分野の人材が足りないことも予測される中、魅力ある研究職とポストの提示に連邦・州政府が合同で取り組んでいる。エクセレンス・イニシアティブのサブプログラムでも実施されている大学と公的研究機関との連携が重視され、共同研究だけでなく人材の流動が促進されている。大学と研究機関のネットワークを強化することで、科学の拠点としてのドイツの競争力を向上させることができるとされている。

図表2 研究者数の増加 – 2006年 HTS 開始直後

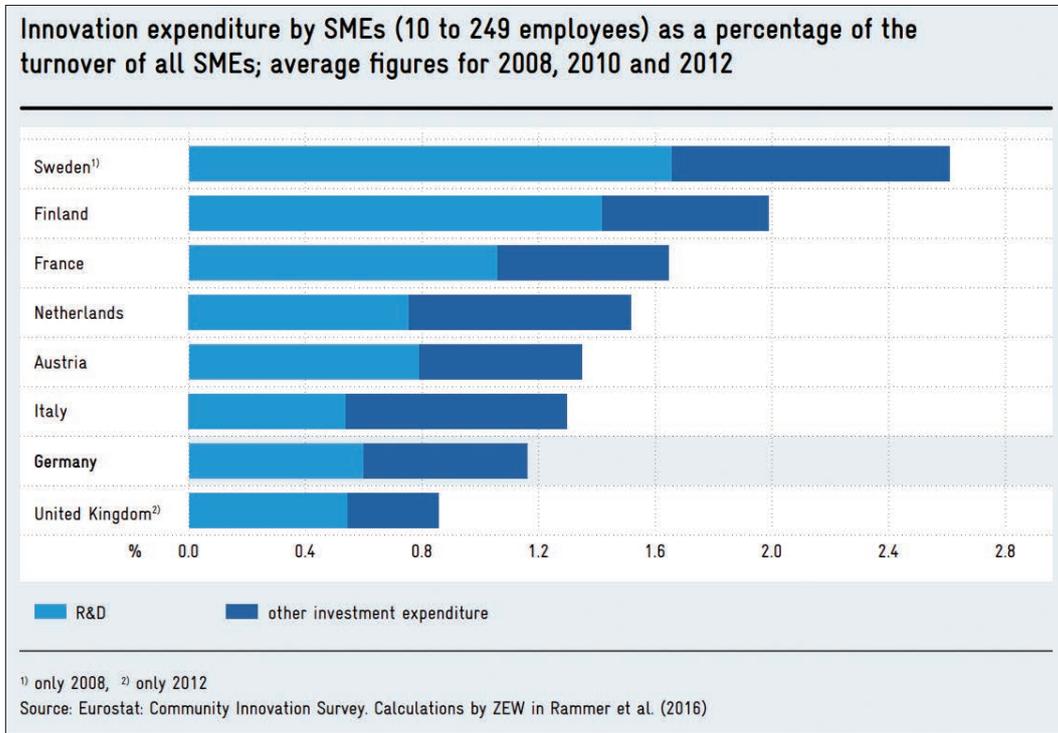


【出典】Expertenkommission Forsschung und Innovation Report 2012,P.43から引用

もう1点、ドイツのSTI政策における重要事項は、デジタル化の進展である。ドイツでもデジタル技術の活用は進んでいるものの、国際比較では依然として生産とICT使用の分野で遅れている（2.5 デジタル化政策参照）。カーボンニュートラル実現に向けた再生エネルギーの利用拡大とエレクトロモビリティ普及の促進も、ICT技術が重要な役割を果たすことは論を待たない。特にドイツは、今後も製造技術および自動化技術のグローバルICT標準設定で重要な役割を果たしたいと考えているため、ICT技術の実装は速やかに進められなければならない。従来の産業技術では、提供者だけがクリエイティブに活動し、標準を決め市場を作っていく、ユーザー側は消費するだけだった。しかし、デジタル化されネットワーク化された世界では、ユーザーは市場で商業的に提供されるサービスを必ずしも利用せず、自分自身で使用するために製品やサービスを作り出す創造者の側に立つことが大きな違いである。場合によっては、後発の市場参入により、クリエイティブなユーザーが、市場で入手可能な製品やサービスの種類を増やすプロバイダーに変わることも十分に考えられる。

つまり、これまでのビジネスモデルや産業技術の研究開発の手法だけでは、イノベーション創出が困難になる可能性があるということだ。ここでも担い手として期待されるのは、革新的な中小企業とスタートアップとなる。しかし、ドイツの中小企業による研究イノベーション投資は欧州域内主要国と比較しても決して高くない。

図表3 中小企業のイノベーション投資 - 欧州主要国との比較

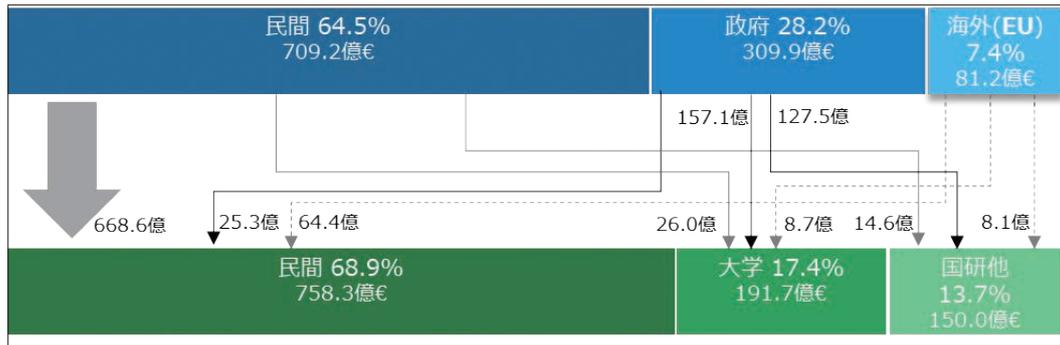


【出典】Expertenkommission Forsschung und Innovation Report 2016,P.35から引用

1.3 科学技術・イノベーション政策に関連する組織

本項では科学技術・イノベーション政策に関連する機関とその機能を説明する。ドイツは連邦政府と16の州政府から構成される連邦共和国で、多くの権限が各州に属している。連邦政府に権限があるのは、外交、国防、通貨といった分野で、科学研究は憲法であるドイツ基本法（GG）第74条に示された連邦と州の双方が立法権限を持つ分野となっている。この競合分野は同第72条により、原則として連邦政府がその立法権限を法律の制定により行使しない限りにおいて州政府が立法権限を有することとなっている。また、教育については州の権限となっており、公立大学は州立大学である。すなわち大学の運営は州の権限と責任において行われており、州によっては他の州に存在しないシステムがある場合もある¹⁰。また、産業政策も各州が独自に実施していることで、地域によって産業の特色と関連する産業技術の集積が異なる。南西部のシュトゥットガルトは自動車と関連産業が発達し、ライン川・ネッカー川流域はライフサイエンスと創薬の拠点、ミュンヘン市はハイテクと自動車産業、ドルトムントはルール炭田の近隣で伝統的にロジスティクス、流通分野の中心となっている。

10 ドイツに学ぶ科学技術政策、永野 博著、近代科学社 2016

図表4 研究開発資金の配分（2020年）¹¹

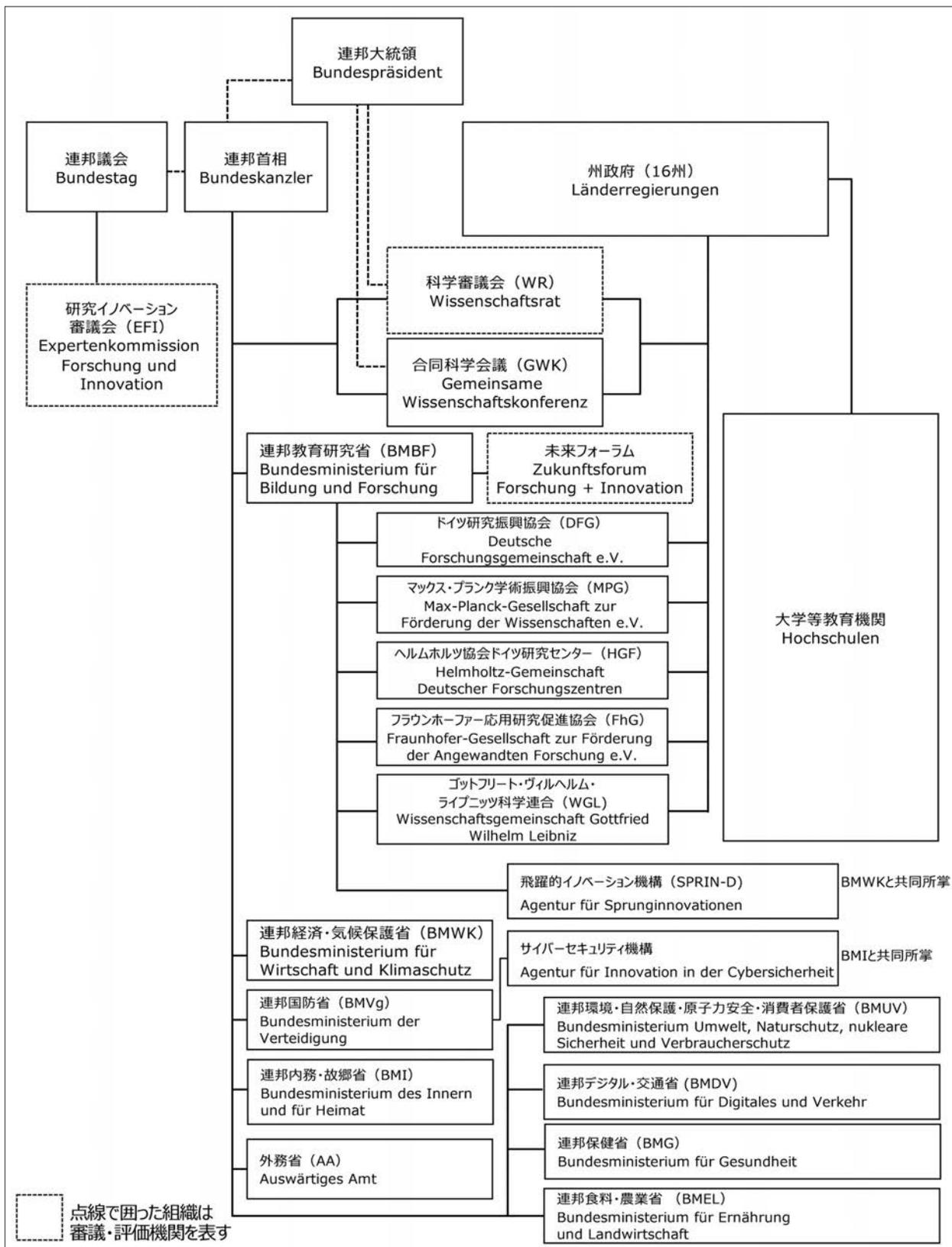
【出典】 Datenportal des BMBF Tabelle 1.1.1 Datenband Tabelle 1 よりCRDS作成

1.3.1 行政機構と所管省、政策立案体制

ドイツにおける科学技術イノベーション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・文化関連省庁と財務省から参加して科学技術関連施策の予算審議を行い決定する合同科学会議（GWK）、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**未来フォーラム（Zukunftsforum）**、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・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）や、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）がある。各分野の科学技術・イノベーション政策については、連邦経済・気候保護省（BMWK）、連邦食料・農業省（BMEL）、連邦デジタル・交通省（BMDV）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に次いで科学技術・イノベーション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1である。研究資金助成機関としては、BMBFと全州が資金を拠出し、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）が大きな役割を果たしている。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。政府は様々なPT、研究機関、民間企業、非営利団体などに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（ライプニッツ協会）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。

11 Datenportal des BMBF Tabelle 1.1.1 Datenband Tabelle 1;
https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2022_Datenband_nicht-barrierefrei.pdf

図表5 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)

1.3.1.1 科学技術・イノベーション政策 所管省庁

2021年現在、ドイツには15の連邦省庁があり、このうち連邦教育研究省（BMBF）と連邦経済気候保護省（BMWK）は科学技術・イノベーションの分野で最も重要な役割を果たしている。両省の政策分野は部分的に重複しているが、この重複によって連携が促進され統合的な政策運営が可能となるとされている。また、政策分野に応じて、他の連邦省庁、連邦保健省（BMG）、連邦デジタル交通省（BMDV）、連邦環境省（BMU）などと協力して政策を実行している。研究開発のための連邦資金は、BMBF、BMWK、および連邦防衛（BMVg）の3省で8割を超えている。

■連邦教育研究省（BMBF）

BMBFの歴史は、1955年に連邦原子力省（BMAt）が設立された時まで遡り、シュトラウスが初代連邦大臣に任命された。連邦原子力省は、原子力エネルギーの平和利用を促進する任務を負っており、その後1957年に連邦原子力エネルギー・水管理省（BMAtW）に改名され、1961年には連邦原子力エネルギー省（BMAt）に名称を変更した。翌年に連邦科学研究省（BMwF）に改称、一般的な科学と宇宙研究の推進も担当していた。1969年の連邦基本法改正により、連邦政府の教育計画と研究資金の権限が拡大され、連邦教育科学省（BMBW）となり1994年まで維持された。一方、連邦研究技術省（BMFT）は、基礎研究、応用研究、技術開発を促進するために1972年に設立された。両省は、1994年の連邦総選挙後に合併され、新しい省は連邦教育科学研究技術省（BMBF）と名付けられた。1998年の政権交代後、BMBFは宇宙、航空、エネルギー部門の研究開発政策と研究開発型のスタートアップ支援を連邦経済技術省（BMWT、当時）に委譲し、連邦教育研究省と改名されて現在に至る。現大臣（第19期立法期間2021-2024年）はベッティナ・シュタルク・ヴァッチンガー（Bettina Stark-Watzinger）で、所属政党は自由民主党（FDP）である。公的研究開発予算の約6割を担い、助成機関のDFGならびに4大研究機関¹²の基盤的経費を州と共同で拠出している。さらに、健康、環境、AI、マイクロエレクトロニクス、高性能コンピューティング、量子技術、フォトニクス、生産技術、バッテリーなどの科学と技術の、さまざまな領域のテーマ別研究プロジェクトにも資金を提供している。BMBFは科学技術・イノベーションに関する最上位戦略であるハイテク戦略（HTS）の主管省として、クラスタープログラム、エクセレンス・イニシアティブプログラム、各種分野別の研究開発プログラムなど多くの施策を実施している。

■連邦経済気候保護省（BMWK）

BMWKは、連邦経済省として1949年に設立され、第3期メルケル政権発足時（2013年）に連邦経済技術省（BMWT）は連邦経済エネルギー省（BMWFi）に改称した。さらに2021年12月オラフ・ショルツ（Olaf Scholz）首相が就任後に連邦経済気候保護省（BMWK）への変更を命じ、気候保護政策が連邦環境省（BMU）から移管された。引き続きスタートアップ支援政策と企業の応用開発支援、持続可能な産業開発を担う。この持続可能な産業開発については、特定技術の支援ではなく、とりわけ中小企業の研究開発・イノベーション支援においてボトムアップアプローチを重視してきた。その一方で、技術シーズ発のイノベーションと社会的需要に応えるイノベーションプロジェクトの両方を政策的に支援するという原則に基づき、デジタル化と持続性ある社会の実現には、各州によるより大きな調整が必要であると考えられている。政府は需要を刺激し、市場を創出するためのスキーム、例えば、政府による公共調達連邦と州の協調的な取り組みが産業のイノベーションを促進できるとしてBMWKが主管している。現大臣はロベルト・ハーベック（Dr. Robert Habeck）で出身政党は緑の党である。

12 目的研究を実施するヘルムホルツ協会の一部のセンターは連邦経済気候保護省（BMWK）が拠出している

■連邦防衛省（BMVg）

BMVg は、研究開発資金への連邦政府の拠出元として3番目に大きく、主に大規模な研究開発プロジェクトと防衛部門の調達に資金を提供している。1955年に連邦防衛省として置かれた。現大臣は、前大臣の辞任に伴い、社会民主党（SPD）のボリス・ピストリウス（Boris Bistorius）がシヨルツ政権で2人目の防衛大臣として2023年1月に就任した。防衛研究のアンニュアルレポート¹³によると同省の防衛研究分野は、

- 防衛技術研究
- 防衛医学および心理学研究
- 軍事史と社会科学研究
- 地学
- サイバー/情報技術研究 とされ、民事研究と重複するテーマとしては、人工知能（AI）、無人システム、バイオテクノロジー、宇宙、量子、サイバーセキュリティが列記されている。

図表6 連邦政府 研究開発投資（2021年予算）

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

【出典】BMBF, Table Selection Research and innovation を元に CRDS 作成¹⁴

1.3.1.2 合同科学会議（GWK）

合同科学会議（GWK）は、連邦政府と州政府が共同で科学と研究の政策、戦略、および関連する科学システム全体の決定を行う組織である。GWKで議論されるのは、「合意」が必要で「予算」の分配が必要な分野に限られ、政策提言や評価などは行っていない。同会議が連邦政府及び州政府の科学技術大臣と財務大臣から構成されていることで、GWKが全会一致で下した決定は連邦ならびに州政府の長による決定と同等と見なされる。議長には連邦教育研究相が、副議長は州政府高官が就任することになっており、2022年現在は、議長がシュターク・ヴァッチンガー大臣（Bettina Stark-Watzinger）、副議長はバイエルン州科学芸術省ブルーメ大臣（Markus Blume）である。GWKの役割はドイツ基本法91b条と合同科学会議設立に関する連邦・州政府間合意¹⁵に準拠した連邦・州政府による共同ファンディング（研究イノベーション協定やエクセレンス・ストラテジープログラムの施策や、連邦と州が共同で基盤経費を拠出する公的研究機関）の調整・連携促進である。研究施策に関する議論では全委員の80%の賛成が必要で、大学制度改革などの制度に関する議題では全会一致が必要。合意形成が主たる目的であり、合意のため慎重な議論がなされる場である。連邦大統領府（Bundespräsidialamt）に属することで、連邦政府の機関ではなく、中立的な立場を維持している。連邦大統領直轄だが、合議の結果報告は連邦教育研究相に対して行う。ボンに本拠地を置き2008年1月から活動している。

13 Jahresbericht-Wehrwissenschaftliche Forschung 2021, BMVg
<https://www.bmv.g.de/resource/blob/5473034/e0db5bd93abbd9c24234e4541167f9b55/jahresbericht-wehrwissenschaftliche-forschung-2021-data.pdf> (ドイツ語)

14 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/K1.html>

15 GWK Abkommen
https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/GWK-Abkommen_mit_Anlage2021.pdf

1.3.1.3 科学審議会（WR）

1957年の連邦と州の協定に基づき設立された科学審議会（Wissenschaftsrat）は、連邦政府と州政府により合同で運営され、両政府への科学的な審議・評価を行う。ミッションとして、①政治と科学を結び付ける、②科学政策において連邦と州を結ぶ、ことが定められている。憲法上、連邦政府と州政府が共同して大学の施設を建設する場合には事前評価が必要とされていたことで、科学審議会は事前評価を担っていた。また東西ドイツ再統一後、旧東独の研究機関の評価をして、旧西独のシステムに組み込むことに尽力した。

審議会は、科学委員会と行政委員会に分かれている。科学委員会は32名から構成され、ドイツ連邦首相により任命される。32名のうち24名はDFG、MPG、HRK、HGFが共同で推薦し、また8名は連邦政府および州政府が共同で推薦する。行政委員会は22名から構成され、16名は州政府から6名は連邦政府からの代表者となっている。審議は先ず科学委員会で行われ、その後行政委員会に進み、両委員会の賛同があれば総会に上程される。

1.3.2 高等教育機関

連邦統計庁（Statistisches Bundesamt）のデータによると、2020/2021年の冬学期（WS）ドイツ全土で422校の大学が存在する。このうち、私立大学が115校ある。ドイツならびにドイツ語圏に特徴的な、職業に基づいた実践的な教育を実施する応用大学は、英語でUniversity of Applied-Sciencesと表記される。このドイツ語訳が、Hochschule für Angewandte Forschung/HAWとなり、近年では政策文書等ではHAWと表記されることが多い。しかし連邦統計庁のデータは現在も旧来使用されていたFachhochschuleと分類されているため、下表ではFachhochschuleと記載した。

連邦統計庁の暫定データ（2022年）によると2,947,000人の学生が在籍、うち総合大学には1,752,700人、応用大学1,097,500人が登録されている。また、外国人留学生数は440,564人で、中国（43,629人）、トルコ（36,575人）、インド（34,134人）の順で数が多い。EU加盟国からはオーストリア（16,809人）、イタリア（15,154人）、フランス人（8,350人）と続く。

ドイツ人の大学進学率は2021年に55.8%となり、2000年の33.3%から大幅に増えている。¹⁶ このうち応用大学には約4割が進む¹⁷。急速に増加する学生数への対応として、2005年頃から大学協定プログラム（Hochschulpakt）等が実施されている。

図表7 ドイツの大学数

大学の種類	2020/2021 (WS)	
		そのうち私立大学数
総合大学 (Universitäten)	108	21
教育大学 (Pädagogische Hochschulen)	6	

16 ドイツ連邦統計庁 Bildung und Kultur
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Publikationen/Downloads-Hochschulen/schnellmeldung-ws-vorl-5213103228004.pdf>

17 Bildung in Deutschland kompakt 2020
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Bildungsstand/Publikationen/Downloads-Bildungsstand/bildung-deutschland-kf-5210001209004.pdf>

宗教大学 (Theologische Hochschulen)	16	3
芸術大学 (Kunsthochschulen)	52	3
応用大学 (Fachhochschulen)	210	87
行政大学 (Verwaltungsfachhochschulen)	30	1
合計	422	115

【出典】 連邦統計庁¹⁸

1.3.2.1 総合大学 (Universitäten)

ドイツの大学教育制度は1999年のボローニャプロセス¹⁹に伴う改革によって、州によって導入にばらつきはあったものの2000年から2010年までの間に学士 (Bachelor) と修士 (Master) の2層構造となっている²⁰。Bachelor課程は6～8学期で、2つの主専攻もしくは主専攻1つと2つの副専攻を選択する。期間は2～4学期 (Bachelorが6学期の場合は4学期、8学期の場合は2学期) で、Master修了は博士課程進学条件となる。制度改革前はドイツでは一般的にBachelorとMasterを合わせたマギスター (Magister Artium) もしくはディプローム (Diplom) と呼ばれる日本の医学部と同じように6年制 (11学期) の課程だった。

先述の通り教育政策の所管は各州にあり、公立大学の多くは州立大学である。ハイデルベルグ大学 (創立1386年)、ケルン大学 (創立1388年)、エアフルト大学 (創立1399年) のように14世紀頃に開学した歴史と伝統ある大学もあるが、英米や日本のように少数のエリート大学が存在するのではなく、各州がそれぞれの高等教育政策に則って大学を運営してきたことなどから、一部のエリート校に人材や資金が集中することなく全体に高いレベルの教育と研究を提供してきたとされている。世界的な大学ランキング等では、多くの学部でドイツ語の授業を提供していることなどから、トップ10のような上位にランクすることはない。一方で上位200位までに22校 (THE) がランクインするなど全体的なレベルが高いことが分かる。

図表8 世界大学ランキング (Overall 2023)

大学名		THE ²¹	QS ²²
ミュンヘン工科大	Technical University of Munich	30	49
ミュンヘン大	LMU Munich	33	59
ハイデルベルグ大	Heidelberg University	43	65
ベルリン医科大	Charité - Universitätsmedizin Berlin	73	
フンボルト大	Humboldt University of Berlin	86	131
チュービンゲン大	University of Tübingen	86	169

18 連邦統計庁 2022年1月現在

<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/hochschulen-hochschularten.html>

19 Bologna Process 欧州全体で大学の課程と学位の標準化、学生の流動化を目的とした高等教育改革に関する一連の会議と合意を指す。合意が調印されたボローニャ大学が名称の由来。

20 ドイツ大学制度 <https://www.study-in-germany.de/en/>

21 Thomas Higher Education <https://www.timeshighereducation.com/>

22 QS Universities Rankings <https://www.topuniversities.com/>

ボン大	Bonn University	89	201
ベルリン自由大	Free University of Berlin	91	118
アーヘン工科大	RWTH Aachen University	99	147
フライブルク大	University of Freiburg	113	189
ゲッティンゲン大	University of Göttingen	119	
ハンブルク大	University of Hamburg	128	
ヴルツブルク大	University of Würzburg	139	
ケルン大	University of Cologne	146	335
ウルム大	Ulm University	148	
ベルリン工科大	Technical University of Berlin	156	158
ドレスデン工科大	TU Dresden	156	200
マンハイム大	University of Mannheim	179	
ミュンスター大	University of Münster	185	
イェナ大	Friedrich Schiller University Jena	189	
カールスルーエ工科大	Karlsruhe Institute of Technology	189	141
エアランゲン・ニュルンベルク大	University of Erlangen Nuremberg	196	

【出典】THEおよびQS、2023よりCRDS作成

1.3.2.2 応用大学（HAW）

欧州において主にドイツ語圏とドイツ周辺諸国に特徴的な産業人材の育成に軸足がある高等教育機関。1960年代までエンジニア学校（Ingenieurschule）や高等専門学校（Höhere Fachschule）と州によって名称がさまざまだったが、1969年に専門大学（Fachhochschule）²³として名称を統一して整備された比較的新しい大学制度である。基礎的、学術的な研究を主に行う総合大学に比べ、応用大学は研究者の養成を目的とはせず、専門知識をもつ技術者や専門家のためのコースが用意されている。入学には総合大学と同様、高校卒業資格（Abitur）、特定職業に関連した高卒資格（Fachabitur）もしくは特定の職業資格が必須とされている。博士課程はなく、総合大学と連携して博士課程研究者を育成する。研究者は研究活動をHAWあるいは総合大学で、論文を総合大学で提出して学位を授与される²⁴。卒業までに最低1学期のインターンを修めることが必須となっている。より実践に近い教育を受ける応用大学（HAW）の学生は産業界からの求人需要が高い。応用大学では全ての教授が産業界でのキャリアを有し、そのネットワークを利用して学生は在学中からインターンなど企業での実地訓練を受ける機会に恵まれている。これまで差のあった総合大学・工科大学などの修士と応用大学の学位が統一された（1998年）ことから、学生間で人気が高まっている。現在約210校の専門大学で100万人以上の学生が学んでいる²⁵。

2021年末に発足したシヨルツ政権は、連立与党3党の連立協定文書に、ドイツの科学技術・イノベーショ

23 Fachhochschule：英語でUniversity for applied scienceと表記されるが、専科や単科という意味の“Fach”と学校にあたる“Schule”で専門大学（FH）と訳されてきたが、現在は英語の表記に準じて応用科学のための大学（Hochschule für Angewante Wissenschaft）とされている

24 博士号の授与：2022年現在、一部の大学（州）では専攻（社会学系、情報学系）によってHAWでも博士号授与の実績あり

25 連邦統計庁 Studierende an Hochschulen - Vorbericht - Fachserie 11 Reihe 4.1 - Wintersemester 2021/2022

ンシステムを中心として応用大学を強化し、応用大学（HAW）と比較的規模の小さい大学との連携を促進して、起業推進や中小企業との連携強化、既存のHAW向けの助成プログラムを拡大することを公約として記載している。さらに、応用志向の研究と技術移転を推進しながら地域のイノベーションエコシステム構築を支援するドイツ技術移転機構（Deutsche Agentur für Transfer und Innovation/DATI）の新設を掲げた（参照2.1.2.未来戦略）。

1.3.3 公的研究機関

ドイツには、基礎研究から応用志向の研究まであらゆる領域をカバーする大学外公的研究機関として、基礎研究のマックス・プランク協会（MPG）、大型研究施設を有するヘルムホルツ協会（HGF）、応用研究のフラウンホーファー協会（FhG）、大学からの知識移転を担うライプニッツ協会（WGL）の4つがある。いずれも複数の研究所を束ねる組織で、比率は異なるものの連邦政府と州政府が共同で基盤的経費を拠出している。連邦・州共同の研究資金は、基本法第91b条第1項第1条の共同任務の規定に基づいている。これによると、連邦政府と州政府は協力して、地域を超えて重要な場合に科学、研究、教育を促進することができるとなっている。連邦と州の意思決定機関は、合同科学会議（GWK）である。

この他に、連邦政府の各省庁が管轄する付属研究所が、全国に45ヶ所²⁶ある。これらの付属研究所は歴史的に、科学と市民生活をつなぐ公的サービスの提供に重点が置かれてきたが、2007年と2010年に公的な評価・提言機関である科学審議会（Wissenschaftsrat）から相次いで出された提言などもあり、研究も推進するようになってきた。連邦保健省（BMG）下のロベルト・コッホ研究所（RKI）や連邦経済気候保護省（BMWK）のドイツ物理工学研究所（PTB）が挙げられる。

図表9 公的研究機関 基盤経費負担割合

研究機関名	基盤的経費 負担割合	
	連邦政府	州政府
マックス・プランク（MPG）	50%	50%
ヘルムホルツ（HGF）	90%	10%
フラウンホーファー（FhG）	90%	10%
ライプニッツ（WGL）	50%	50%

【出典】 合同科学会議GWKウェブサイトよりCRDS作成

1.3.3.1 マックス・プランク協会（MPG）

マックス・プランク科学振興協会は、1948年の設立以来22名のノーベル賞受賞者（2022年現在）²⁷を輩出する世界トップレベルの基礎研究機関である。ネイチャー・インデックス（2019/20年）において中国科学院（CAS）、米国ハーバード大学に続いて3位にランクしている。連邦政府の所管省は連邦教育研究省（BMBF）で、2021年現在ドイツ国内に86ヶ所の研究所/研究センターと海外にも拠点を5つ有し、協会全

²⁶ https://www.ressortforschung.de/de/ueber_uns/mitglieder/index.htm（ドイツ語）

²⁷ Nobel Prizes、<https://www.mpg.de/nobel-prize>

体で約23,000名のスタッフを擁する。その内、研究者（所長、博士課程研究者、フェローシップ、ゲスト研究者含む）が13,000名余りで全体の60%を占める。研究者の外国人比率は54%を超える²⁸。

1911年に設立されたカイザー・ヴィルヘルム科学振興協会（KWG）を母体としている。KWGは自然科学の分野で、大学と科学アカデミーを補完する形で独立した基礎研究機関として、当時のプロイセン王ヴィルヘルム二世によりベルリンに設立された。19世紀の急激な産業化で生まれた多くの技術的な課題は、化学や物理の基礎的な研究によって克服されなければならないというのが設立の意図であった。初代会長は、プロイセン王国元老院議員のアドルフ・ハルナック（Adolf von Harnack）で、科学的に卓越した研究者を招聘するためにハルナックが定めた研究所マネジメントの基本方針は、現在もハルナック原則としてMPGに引き継がれている。そのほかの研究所マネジメントの特徴として、マックス・プランクでは1973年に研究グループ長（Department Head）を研究所長（Director）に昇格させ、大幅な共同決定権を所長に認めた定款を施行し、マックス・プランク全研究所の所長を同格とした。各研究所に平均4-5名いる所長は3年交代で業務執行担当所長（Managing Director）を担い、組織管理の負担を分担し軽減する仕組みは現在も続いている。

■マックス・プランク リサーチグループリーダー制度（MPRG）²⁹

EUの欧州研究会議（ERC）が参考にしたといわれているプログラム Max-Planck Research Group Leader（MPRG）は、歴史が古く1969年にスタートした制度である。若手研究者に早期に自立した研究を小さいながらも自らの研究グループを率いて行わせる、というコンセプトは、いつまでも指導教官の下で受け身の研究をさせるのは大きな損失である、という考えに基づいている。本部が統一基準で募集と採用を行い、各研究所に配置するMPRGはフリーフローター（Free Floater）と呼ばれ、予算も全額本部から配分されて各研究所には負担させない。研究者が赴任する研究所を選ぶ仕組みで、目的は若い優秀な研究者が新しいアイデアを研究所にもたらすことにあり、既存の研究プラスアルファ程度の応募内容であれば採用されることはない。また、MPRGは研究所長の下に配属されることもなく、独立した研究チームを組織できる権限を持つ。MPRGは原則5年間（最長9年）のグラントで、プロジェクトによって延長が可能である。本部によるMPRGの募集は年に一回秋に行われ、博士号を持ち、応募時点で2ヶ所以上のポスト経験がある優秀な研究者であれば、外国籍でも応募が可能である。但し、博士号取得から7年（医学博士の場合は9年）以内の若手研究者に限る。支給されるのは、研究者自身の給与、研究アシスタントの person 費、スタート準備金、研究費で、米国のアシスタントプロフェッサーと同程度で概ね日本円で5千万円/年とされている。300名ほどの応募者から20名程度に絞り、インタビューをした上で、毎年10名弱の研究者を採用する狭き門である。

研究所名称	Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.
設立年	1948年
会長	Martin Stratmann（電気工学）- 2023年6月から Patrick Cramer（生物化学）
本部	ベルリン、ミュンヘン（管理部門）
予算（2021年） ³⁰	21.72億€
職員数	23,950名

28 MPG, Facts and Figures. <https://www.mpg.de/facts-and-figures>

29 海外調査報告書 公的研究機関の動向報告（事例調査）- 運営上の工夫点を中心として - 2019. <https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2019/OR/CRDS-FY2019-OR-01.pdf>

30 MPG Annual report 2021 <https://www.mpg.de/18802614/jahresbericht-2021.pdf>

1.3.3.2 ヘルムホルツ協会 (HGF)

ヘルムホルツ協会は、19のセンターから構成され、主に大型研究施設を利用した研究開発を実施している。これらのセンターは、社会の生活基盤を維持・向上するための見識や、知識の獲得を目指した長期的研究目標を達成することが求められており、これを実現するために、社会や科学、産業が直面する大きな課題を特定し研究する。具体的には、エネルギー、地球・環境、健康、キーテクノロジー、物質構造、輸送・宇宙という6分野が同定されており、戦略的に分野別のプログラム志向資金調達 (PoF) が行われている。ネイチャー・インデックス (2019/20年) において7位にランクしている。連邦政府の所管省は個々のセンターによって異なり、連邦教育研究省 (BMBF) のところと連邦経済気候保護省 (BMWK) のところがある。43,000名超のスタッフを擁する。その内、研究者と博士課程研究者を合わせると約30,000名で全体の52.4%を占める。

■ヘルムホルツ協会の誕生とプログラム志向資金調達 (PoF)

1950年代にカールスルーエやユーリッヒに設立された原子力研究所は、現在ヘルムホルツ協会の1センターとなっている。こうした大規模研究機関が1970年に、大規模研究機関共同体 (Arbeitsgemeinschaft der großen Forschungszentren/AGF) と名付けられて情報交換を目的として緩く組織された。その後1990年の東西ドイツ統一で状況が一変し、旧東ドイツ地域に復興の資金が重点的に投じられると、西側の大型研究施設は2000年まで断続的に資金が減らされたことで、AGFは組織と経営の見直しを試みた。より結束の強い機関となって規律をもって運営することになり、社会の課題解決に資する6分野に沿った予算に組換え、政府に対する予算要求も統一的にヘルムホルツ協会の本部からのみ行うことになった。2001年に誕生したヘルムホルツ協会は公益法人で、各センターは会社組織、NPO、財団法人などがあり、ハンブルグ市にあるドイツ電子シンクロトロン (DESY) は唯一の財団法人である。ヘルムホルツの公益法人化は成功し、その後すぐに予算削減はストップした。ヘルムホルツ協会の18のセンターは独立した組織となっていることで、資金の流れとしては連邦および所在州の政府から直接、基盤経費を調達している。毎年の予算交付額は科学審議会 (WR) によるプロジェクト評価結果を基に、協会本部が政府と交渉し金額交付額を決める。科学審議会 (WR) は個々のセンターではなく、6つの研究分野を5年に一度プロジェクト評価をする。この分野ごとに戦略的な資金調達と研究を促進するシステムはプログラム志向資金調達 (Programmorientierte Förderung/PoF) と呼ばれ、ヘルムホルツ協会の特徴的な仕組みである。

研究所名称	Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V.
設立年	2001年
会長	Otmar Wiestler (医学)
本部	ボン
予算 (2022年) ³¹	58.1億€
職員数	43,866名

1.3.3.3 ライプニッツ協会 (WGL)

ライプニッツ協会は、96の非大学研究機関とサービス施設から構成される。博物館などのサービス提供機関における研究や、文化教育、経済社会、生命科学、自然科学、環境などの研究を行う多様な機関を傘下に抱えている。「応用を目指した基礎研究」を実施しており、マックス・プランクとフラウンホーファーの中間

31 Helmholtz, Facts and figures, <https://www.helmholtz.de/en/about-us/who-we-are/facts-and-figures/staff/>

的な役割を担っている。所属する研究所は最長7年ごとに外部有識者からの独立した評価を受けている。スタッフ総数は約21,000名で、そのうち57%が研究者である。同協会では、テーマごとの所属機関の協力を「ライプニッツ研究アライアンス」として推進、科学的・社会的課題の解決に資する活動として重要なツールと位置付けている。テーマの選択はボトムアップで行われ、一度決定されると継続して遂行されるよう参加研究所の研究プログラム計画に組み込まれる。また、大学と社会との橋渡し機関として、大学との連携にも力をいれており、330名の研究者を共同で雇用している³²。

■ブルーリスト機関（Arbeitsgemeinschaft Blaue Liste）とライプニッツ誕生の歴史

1969年基本法改正（GG）により連邦政府も州政府との合意した場合に州政府と共同で研究助成を行えるようになった。対象となる300以上の研究所について検討し、結果として46の研究所を連邦・州が共同で支援することにした。これらの研究所がリストされていた政府文書が青い用紙だったことで、通称ブルーリスト機関と呼ばれるようになったという経緯がある。この46研究所がライプニッツ協会の起源となっている。その後東西ドイツ再統一（1990年）により旧東独地域になる研究所を改組して誕生した30機関がさらに参入されライプニッツ協会となった。現在のライプニッツの名称は1997年より使用されている。

研究所名称	Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V.
設立年	1990年
会長	Martina Brockmeier（農業経済学）
本部	ベルリン
予算（2021年） ³³	20.18億€
職員数	21,096名

1.3.3.4 フラウンホーファー協会（FhG）

ドイツの公的研究機関の中で応用研究に特化したフラウンホーファー協会（FhG）が、各地域の産業界とアカデミアの橋渡し機関として機能している。産業に直接役に立ち、また社会全体の利益となるような、応用研究を主に実施している。約100の研究ユニットを運営しており、これにはドイツ全土40ヶ所以上に散在する76のフラウンホーファー研究所が含まれる。スタッフは約30,000名で、約半数が博士課程研究者を含む研究者である。FhGの研究収入（2021年）の2/3が産業界との研究委託契約および公的競争資金による研究プロジェクトであり、残りの36%が連邦および州政府からの基盤的経費である。他の3機関と比べ、政府からの資金が少ないことに特長がある。この資金で、主に5～10年のうちに産業や社会との関連性が高くなる潜在性のあるテーマを自主的に研究している。年間予算は29億€（2021年）で、そのうち研究予算は25億€あまりとなっている。さらに、運営費交付金は産業界からの委託研究取得割合により、変動する仕組みになっており、このシステムをフラウンホーファー・モデルと言う。

フラウンホーファー協会は1949年、戦争で破壊された産業、とりわけ機械産業分野の復興に資する応用研究へのファンディングを行う目的で設立された。1969年に連邦政府から基盤経費交付が始まったものの、資金面では厳しい研究所運営が続き、研究面では第二マックス・プランクと言われるなど存在感を示せなかった。そこでフラウンホーファーの構造改革の必要性が高まり、1973年に抜本的な運営体制の変更が実施さ

32 ドイツに学ぶ科学技術政策、永野 博著、近代科学社2016

33 Leibniz Gemeinschaft, Fact and Figures,
<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/en/about-us/organisation/leibniz-in-figures>

れた。産業界からの委託研究 100%で運営されている米国のバツテル記念研究所をモデルに、総予算の 1/3 を産業界からの委託研究、残る 2/3 を政府からの運営費交付金と競争的資金で賄う財政の枠組みを主軸とした仕組みを連邦政府が閣議決定した。この仕組みは、現在でもフラウンホーファー各研究所の運営の基礎となっている。各研究所は法人として独立していないが、マネジメント面では研究所の独立性は高く、研究所長は大きな権限を持って研究所の運営をしている。

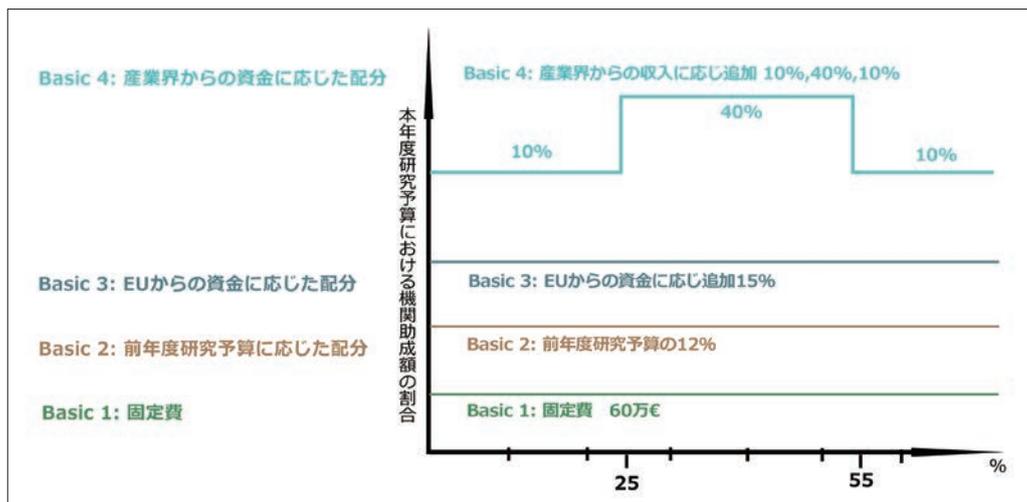
■フラウンホーファー・モデル

企業からの委託研究費収入に連動して翌年の運営費交付金が増減する成果連動型機関助成の仕組みである。フラウンホーファー・モデルといわれるこの制度は、1973年に閣議決定されて以来、原則として変わらず運用されている。ポイントは、委託研究が多ければ多いほど機関助成が増えるという単純な比例ではなく、前競争的フェーズの研究や、連邦や州のプロジェクト・ファンディングへの応募など公的研究機関としての使命を果たした上で、企業からの積極的な委託研究の受託を促している点である。運営費交付金は4つの要素から成っている。

- Basic1 全ての研究所に一律に配分される 60万€の研究費。
- Basic2 前年度の研究予算全体の 12%の研究費。研究所の規模により異なる。
- Basic3 企業からの委託研究収入に応じた部分で、前年の委託研究収入が研究予算の 25%を下回る場合は 10%、25%から 55%の間に位置する場合は 40%、また 55%を上回る場合は、再び 10%で計算される。
- Basic4 EU からの競争資金の受託金額の 15%。

この内で、フラウンホーファーの独特なルールは Basic3 であり、その算出根拠としているのは、委託契約収入が 25%以下であれば当該研究所の研究内容は市場に十分な需要がないという判断となり、一方 55%を超えるような場合は、企業の研究開発に偏りすぎて公的研究機関として十分な研究活動を行っていないという判断になるからである。

図表 10 研究所への機関助成



【出典】 Fraunhofer プレゼン資料より CRDS 作成

研究所名称	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
設立年	1949年
会長	Reimund Neugebauer (機械工学) – 2023年9月まで

本部	ミュンヘン
予算（2021年） ³⁴	29.15 億€
職員数	30,028 名

1.3.4 助成機関

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、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、2020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%あり、これはほとんどがEUからのファンディングである。BMBFや各州政府は、公的研究機関への機関助成金を合同で負担している。一方、大学の運営費は州政府が大部分を負担しているが、エクセレンス・イニシアティブプログラム（後述）の開始（2005年）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。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機関（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2020年、91億€³⁵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。

1.3.4.1 ドイツ研究振興協会（DFG）

科学の振興を目的とした助成機関であるドイツ研究振興協会は、1920年にその前身となる学術扶助会（Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft）として設立され、第二次世界大戦を経て1949年に再建、1951年に現在の組織となった経緯を持つ。年間予算は36.77億€（2021年）³⁶で、一般の助成プログラムに関する連邦政府と州政府の出資比率は58：42である³⁷。DFGは大学の研究開発費の20%程度を配分している。主なタスクは、大学および公的研究機関の基礎研究支援（ただしほとんどの資金が大学に配分されている）、研究者間の協力・交流支援、若手研究者の支援、議会等への科学的助言などがある。

DFGの総会は、DFG全体の方針、会長および執行委員会（Executive Committee）や評議会（Senate）

34 FhG Annual report 2021
<https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/en/Publications/Annual-Report/2021/Fraunhofer-Annual-Report-2021.pdf>

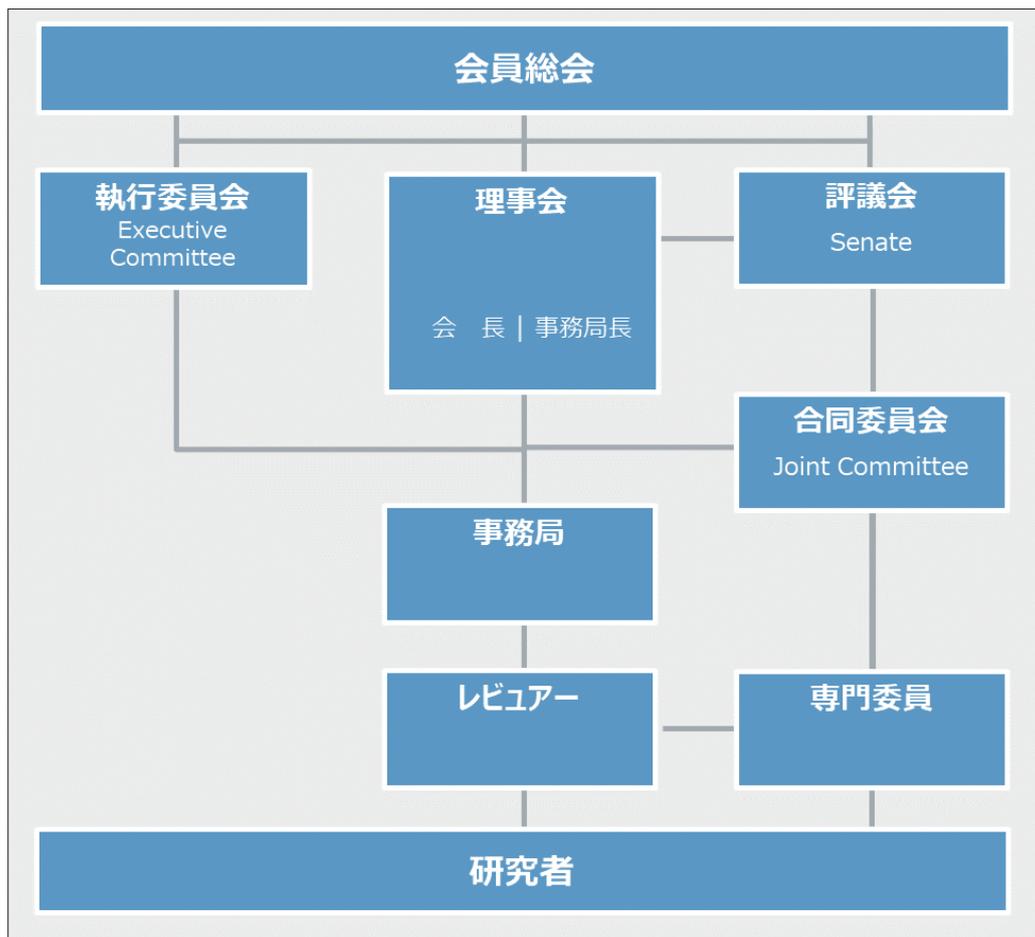
35 Bundesbericht Forschung und Innovation 2022
https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2022_Hauptband_nicht-barrierefrei.pdf

36 DFG アニュアルレポート Jahresbericht 2021
https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaefsstelle/publikationen/dfg_jb2021.pdf 以後のデータに関し同様

37 拠出金の比率はプログラムによって異なる。エクセレンス・ストラテジーは連邦政府75：州政府25（州政府分は大学が所在する州が負担）、大型機器共用プログラムは連邦50：州政府50（機器を設置する大学および研究機関が所在する州が負担）などとなっている。

のメンバーの選出、年度報告書の承認などを行う。メンバーは大学から69名、公的研究所から16名、アカデミーから8名、他の協会から3名の計96名で構成される。DFGの研究政策方針や年度優先プログラムなどの科学的な意思決定は、あらゆる分野を代表する39名の科学メンバーから構成される評議会にて行われる。またその方針を具体的なプログラムや予算に反映するのが合同委員会（Joint Committee）である。合同委員会は評議会の39名および連邦政府（16票）、州政府（16票）、そしてドイツ研究財団連盟（Stifterverband）の代表者（2票）から構成される。

図表11 DFG 組織図



【出典】 ドイツ研究振興協会（DFG）<https://www.dfg.de/> よりCRDS作成

組織名称	ドイツ研究振興協会 Deutsche Forschungsgemeinschaft
所在地	ボン
会長	Prof. Katja Becker (2020-)
予算（2021年）	36.77 億€
職員数	約930名（2021）

DFGは研究者コミュニティによる自治を原則に運営されており、DFGの戦略の立案も研究者コミュニティにより行われ、非常に透明かつ公正なシステムになっている。戦略を立案する部門には評議会（Senate）および合同委員会（Joint Committee）がある。評議会は、研究戦略、政策および重点プログラムを決定し、

合同委員会は、評議会が決定した戦略や政策について、予算を含めより詳細に決定する機関として、評議会のメンバーと連邦政府および州政府の代表から構成される。例えば優先度の高いプログラムは、まず学会などの研究コミュニティから提案を受け付け、DFGの事務局が整理し、評議会で検討し決定する。合同委員会は評議会の決定に基づき、財政面での検討および決定を行う。

自治を維持するため、競争的資金の審査プロセスも特徴的なシステムになっている。審査は3段階からなり、第一段階はDFG事務局の指名したピア・レビューが審査を行う。第二段階は専門委員（Fachkolleg）による審査となっている。専門委員はドイツの公的機関で研究している博士号を持つ全ての研究者が分野ごとに分かれて投票を行い4年任期の専門委員を決定する。専門委員は第一段階の審査結果を精査し、理由があればピア・レビューの変更を求めることもできる。第三段階は評議会（Senat）による最終決定となっている³⁸。現在（2020-2024）の任期では、4分野49の専門領域が設定され、1領域ごとに2-3名に専門委員が選出されている³⁹。

主なプログラム⁴⁰

DFGでは研究者個人を対象とした日本の科研費にあたる研究グラント（Sachbeihilfe）を主たるプログラムとして運営しているが、関連ある分野における国内/国際協力を促し大学の科学的ポテンシャルに注目することで、連携や構造的イノベーションを促進する共創プログラム（Koordinierte Programme）を展開している。同プログラムは、複数の機関/研究者を申請者とし、研究領域の融合促進や新たな研究領域の創成を目指す。このほか、大学や研究機関の研究インフラ整備ならびに大型機器の調達の支援、フェローシップ、連邦・州政府による大学院研究推進を目的としたプログラム、エクセレンス・ストラテジーのサブプログラムの1つであるエクセレンス・クラスター（後述）の助成等を実施している。

■個人向けグラント 研究グラント

研究テーマを問わず、研究者の自発的な提案を原則とする。ドイツ国内の研究者（通常は博士課程以上）に応募資格があり、国際的に高い科学的な質と独創性をピアレビューによって採択する。応募は年中受け付けられ、3年間の助成が多いがプロジェクトによって助成期間を判断する。

■グループ向けグラント

（1）優先プログラム（SPP）

SPPは、異分野融合研究や異なる地域間の共同研究という付加価値を考慮して、自然科学および人文科学の振興を促すことを目指すプログラムである。原則として年に1度の公募を実施し、1次ラウンドで研究コミュニティ（申請者は研究者）からボトムアップで研究テーマを公募し、採択された研究テーマに関し2次ラウンドで研究提案を公募する二段階方式をとる。1次ラウンドでは、DFGの評議会がテーマを審査、新テーマの可否を判断し、特に優先度の高い領域を策定し公募を行う。助成期間は最長6年間（3つのパターン：6年×1回、3年×2回、2年×3回）で、採択はピアレビューにより実施されている。研究テーマが決まると、コーディネータが任命され、2次公募が始まる。2次ラウンドでは、個別プロジェクトのテーマは応募者が再びボトムアップで提案し、研究パートナー/チームはコーディネータを中心に応募者間で調整が行われる。SPPでは応募に締切りがあり、年に1度という原則があるため、常時応募可能な通常のDFGの研究グラントとは異なる。採択の両ラウンドでは、①提案のオリジナリティ、②領域融合的研究であるかどうか、③若手研究者の関与可能性、④限られた地域の研究者間のグループではなく、ネットワーク

38 ドイツに学ぶ科学技術政策、永野 博著、近代科学社2016

39 DFG Review Boards https://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/review_boards/list/index.jsp

40 DFG Funding at a Glance https://www.dfg.de/en/research_funding/programmes/index.html

クを構築することなどが審査される。各研究プロジェクトの助成額は均一で、コーディネータに裁量の余地はない。2021年の予算では約2億3,660万€を配分して、113領域が支援された。

(2) 共同研究センター (SFB)

SFBは、革新的で長期的な研究テーマに取り組むことで、新たな研究領域の創成ないしは新学科の設立に寄与することを目的としたプログラムである。SPPと同様、1次ラウンドで大学（申請者は大学）からボトムアップで領域提案を公募し、年に一度の審査を経て採択された領域に対し2次ラウンドで研究提案を公募する二段階方式をとる。1次ラウンドで大学側からの提案を評議会で審査する。新領域に採択されると1名ないしは複数名の領域コーディネータを任命する。領域の審査基準は、①国際的な競争力の高い研究と独創性、②洗練された長期的な研究計画、③大学当局の適切な人的、財政的な計画、④若手研究者の育成とマネジメント、などとなっている。さらに、大学だけでなく公的研究機関との連携の有無も加味される。SPPと異なり、領域コーディネータには資金配分の裁量が認められている。最長12年（4年×3回）の助成プログラムで、2021年の予算では約8億7,290万€を配分して、294領域が支援された。SFBは1968年から続く歴史あるプログラムだが、2017年度からはDFGの博士課程学生支援プログラム（Research Training Groups）と連動する形で、大学院の研究支援を包括的に実施している。

■大型機器共用

大型研究機器資金調達プログラムの一環として、ドイツ基本法の第91b条に基づき大学の大型研究機器の50%分の資金を提供する。研究のための機器ではあるが、教育や大学病院等での使用は妨げないとなっている。750万€までの機器を対象とし、これを超えるものについては別途検討される。

■フェローシップ

(1) エミー・ネータープログラム Emmy-Noether Programme

ポスドク研究者の早期自立を目指したフェローシッププログラム。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€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年現在、ファンディングを受けている研究者は387名で、内訳は、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。

(2) ハイゼンベルグプログラム Heisenberg Programme

ハイゼンベルグプログラムにはフェローシップと2005年に導入されたプロフェッサーシップの2種類があり、ここではテニュアトラックを推進している後者を説明する。5年間の助成プログラムで、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による研究者の任命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（Habilitation）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。

図表 12 主なプログラムの採択数と資金配分（2021年）

	領域数	プロジェクト数	助成額（百万€）
個人向け（抜粋）		17,598	1,293.3
研究グラント		15,616	1,102.3
エミー・ネーター		387	96.8
ハイゼンベルグ		348	34.1
グループ向け（抜粋）	880	12,282	1,557.5
SPP	113	3,429	236.6
SFB	294	6,035	872.9
エクセレンス・クラスター	57	57	446.6
大型共用機器		313	115.0

【出典】DFG アニュアルレポート Jahresbericht 2021

図表 13 分野別の資金配分とシェア（2021年）

分野	助成額（百万€）	シェア
人文社会	590.4	16.2%
ライフサイエンス	1,322.6	36.3%
自然科学	852.5	23.4%
工学	724.2	19.9%
分類なし	156.1	4.3%

【出典】DFG アニュアルレポート Jahresbericht 2021

1.3.4.2 プロジェクト・エージェンシー（PT）

ドイツの連邦政府研究開発費のうち、プロジェクト・ファンディングの割合は約半分の91億€（2020年）⁴¹となっている。これらの資金は、大学や公的研究機関には研究開発費のほぼ全額が支給されるが、民間企業の場合プロジェクト費用の半分まで支給される。またこのうち、多くのプロジェクトのコンセプト作成、公募、審査、管理、評価などの業務は、プロジェクト・エージェンシー（PT）⁴²が担っている。PTは、政策側からの独立した運営による省庁の業務の代行を目的として、ヘルムホルツ協会などの公的研究機関内に設立され、連邦教育研究省または連邦経済技術省などからの資金の運用を行っている。プロジェクト助成は大きく直接プロジェクト助成と間接プロジェクト助成に分けられる。直接プロジェクト助成は研究を対象としており、間接プロジェクト助成は、中小企業の研究機関の共同研究、ネットワークの構築、人的交流、研究インフラの開発などを対象としている。

41 Bundesbericht Forschung und Innovation 2022
https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/BMBF_BuFI-2022_Hauptband_nicht-barrierefrei.pdf

42 ドイツ語でProjekträgerといいPTと略す。

PTは、1980年代に省庁の人員増加の法的制限により、業務を外部委託する必要性があったこと、政策側から独立した組織による省庁業務の代行やファンディング教務の効率性向上を目的として設立された。当初、多くがヘルムホルツ協会などの公的研究機関内に設立されたが、現在は研究機関から独立した組織となっている。業務としては、プログラム詳細の決定、公募、資金・研究の管理、研究評価である。但し、研究自体に深く関与せず、進捗管理などに留まる。PTは、公募によって数が変わり、2022年現在は16機関⁴³が委託を受けてファンディングを実施している。複数の機関があることで、助成の質が向上し、逆にコストが下がると考えられており、ドイツでは効率的なファンディングを達成するために必要であると広く受け止められている。

図表 14 現行のプロジェクト・エージェンシー一覧

(2022年11月現在)

連邦教育研究省（BMBF）のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Projektträger im DLR ・ Forschungszentrum Jülich GmbH - Projektträger Jülich (PtJ) ・ Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Projektträger Karlsruhe ・ VDI Technologiezentrum GmbH ・ VDI/VDE Innovation + Technik GmbH ・ Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY ・ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH (GRS)
連邦経済気候保護（BMWK）省のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Projektträger im DLR ・ Forschungszentrum Jülich GmbH - Projektträger Jülich (PtJ) ・ VDI/VDE Innovation + Technik GmbH ・ TÜV Rheinland ・ Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) ・ EuroNorm Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovationsmanagement GmbH ・ Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH ・ Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB)
連邦環境・自然保護・原子力安全・消費者保護省（BMUV）のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ VDI/VDE Innovation + Technik GmbH ・ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) ・ Zukunft- Umwelt- Gesellschaft gGmbH (ZUG)
連邦デジタル交通省（BMDV）のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ Forschungszentrum Jülich GmbH - Projektträger Jülich (PtJ) ・ VDI/VDE Innovation + Technik GmbH ・ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) ・ Eisenbahn Bundesamt (EBA) ・ Bundesamt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV)
連邦保健省（BMG）のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Projektträger im DLR
連邦食料・農業省（BMEL）のプロジェクトを運用する機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) ・ Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

【出典】 連邦教育研究省 BMBF

43 https://www.foerderinfo.bund.de/foerderinfo/de/beratung/projekttraeger/projekttraeger_node.html

1.3.4.3 飛躍的イノベーション機構（SPRIN-D）

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。連邦教育研究省（BMBF）と連邦経済・気候保護省（BMWK）が共同で出資する法人（GmbH）で、当面10年間10億€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、5つのプロジェクトが2020年に、さらに2つが2021年に採択されている。

これらのボトムアップ/テーマオープンな通常申請の他に、米国の国防高等研究計画局（DARPA）と同様に特定のテーマに関するイノベーションコンテスト「チャレンジ」プログラムを実施している。SPRIN-Dが資金を提供するチャレンジプログラムは、実施された公募は潜在的なアルツハイマー病治療薬の開発や水の浄化といった社会的な課題の解決を目指すもので、技術のオープン性が大原則となっている。これまで3つのテーマが公募され、8つのプロジェクトへの資金提供を決めた。

DARPAをモデルとしたSPRIN-Dだが、あくまで民生分野の破壊的イノベーションを目指していること、設置から50年以上経過し、予算規模39億€（2023年）で6つの技術プログラム、100名超のプロジェクトマネージャーを含む200人以上の職員からなるDARPAとはまだまだ大きな開きがある。（飛躍的イノベーションについては3.3. 飛躍的イノベーション創出にむけての項でも言及）

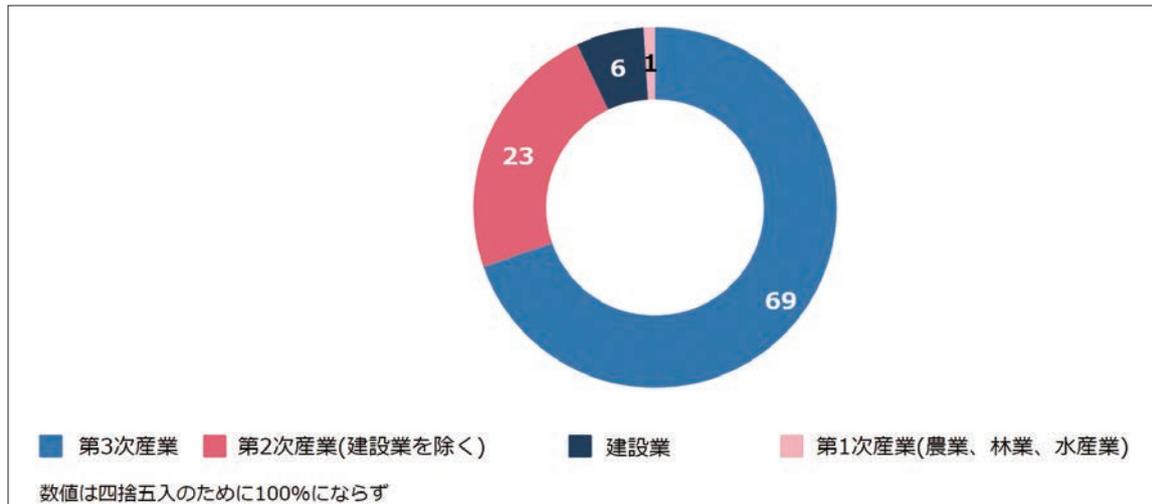
1.3.5 産業界の研究開発

GDP比の概ね2%が産業界から研究開発のために拠出されており、企業の研究開発活動は活発といえる。東西ドイツ再統一（1990年）後の5年間で減少した後、企業部門の研究開発支出（GERD）は着実に増加し、1994年のGDP比1.42%から2020年にはGDP比2.1%になった⁴⁴。さらに日本と同様にGDPに占める第2次産業の割合が20%あまりと他の先進国と比較しても高く⁴⁵、ものづくりを重要な産業であることが分かる。

44 “Main Science and Technology Indicators”, OECD Science, Technology and R&D Statistics (Datenbank), <http://dx.doi.org/10.1787/data-00182-en>

45 連邦統計庁 Statistisches Bundesamt https://www.destatis.de/EN/Themes/Economy/National-Accounts-Domestic-Product/_node.html#266028

図表 15 産業の構造



【出典】 連邦統計庁 Statistisches Bundesamt

https://www.destatis.de/EN/Themes/Economy/National-Accounts-Domestic-Product/_node.html#266028

また、主要輸出品目は次表の通りで、やはり日本と非常に近い構造となっている。

2018年		単位：€	
自動車・部品・輸送機器	2,900億	電機	880億
機械	1,930億	医薬品等	840億
化学	1,180億	食品	530億
電子・光学機器	1,160億	金属・ゴム、他	940億

【出典】 ドイツ統計庁 2019年鑑 Statistisches Bundesamt Jahrbuch 2019

日本との差異は、輸出の対GDP比がドイツは40%に近く、対する日本は輸出額対GDP比15%あまりで、EU域内の貿易が6割を占めるとはいえ、国内で生産した財やサービスを輸出する経済構造である。

2022年	ドイツ	日本
GDP (名目)	4兆2,259億ドル	4兆9,374億ドル
輸出額	1兆6,319億ドル	7,562億ドル
輸出額対GDP比	38.6%	15.3%

【出典】JETRO 概況・基本統計

企業数全体の99%あまりが従業員500名以下の中小企業で、このうち64%の企業が従業員9名以下で雇用の4.3%、28%の企業が従業員10-249名で雇用の34%を占める（OECD,2022年）。大多数の企業を構成し、経済生産の半分を生み出す中小企業は、ドイツのイノベーションの原動力として重要な役割を果たしている。ドイツの経済学者 H.サイモン（Herman Simon）によると、さらに中小企業の中で①世界市場で3位以内に入るか、各大陸市場で1位（市場の地位は一般的に市場シェアで決まる）②売上高が40億ドル以下 ③世間からの注目度が低い企業を隠れたチャンピオン（Hidden Champions）と定義している。連邦経済気候保護省（BMWK）によると、ドイツには推定 1,300 の隠れたチャンピオン、つまりグローバル市場の

リーダーと見なされ、特定の技術分野で特に優れたスキルを持つ企業が存在する（BMWK, 2020）。しかしながら、一部の国際競争力ある企業を除き、上述の通り中小企業全体で見ると研究開発に対する投資は増えておらず、2008-2009年の世界的な金融危機以降、その減少傾向が加速している。2019年、中小企業の研究開発イノベーションへの支出は、大企業の投資の29%に過ぎず、1995年と比較しても73%と低調である⁴⁶。連邦・州政府のイノベーション政策において中小企業の研究開発支援やデジタル化の促進は大きなウェートを占めている。連邦政府は長年の検討の末、研究開発に対する優遇税制に関する法律（BGBL. I S. 2763）⁴⁷により、ドイツは初めて研究開発に対する優遇税制を導入した（2019年12月1日適用）。基礎研究、産業研究、実験的開発のいずれであっても、研究開発プロジェクトは、これらのカテゴリのいずれかに割り当てることができれば優遇を受けられる。中小企業は委託研究も計上することができ、特に自社で研究開発ができない小規模の企業は、委託研究に頼らなければならないことが多いため有利な措置である。研究助成額は対象経費の25%、委託研究の場合、支払われる料金の60%が対象経費とされる。

職業教育 - デュアルシステム

ドイツの特徴的な職業教育であるデュアルシステムは、産業界の熟練労働者や技術者に対するニーズに応えるための伝統的な制度である。他の欧州諸国に比べて低いドイツの若年層の失業率は、“手に職がある”若者が労働市場で求められていることを証明していると言われている。

デュアルシステムの職業訓練期間は選択した職業に合わせ2年から3年半で、職業教育を受けるための正式な資格要件はなく、訓練は、基本的に誰でも参加できる。多くが、研修開始時に中学校卒業証明書を持っているが、中には大学入学資格者もいる。職業教育は原則として企業内と職業専門学校の2ヶ所で行なわれることから、デュアルと呼ばれている。まずは研修生が研修を受ける企業と職業訓練契約（雇用契約）を結び、平均して週に3-4日企業での訓練、最大週2日職業専門学校で座学を受ける。訓練期間中も給与が支払われ、概ね有資格者初任給の1/3程度である。職業訓練学校は公費負担で、訓練生は授業料を免除されている。企業内研修の内容は、研修規程で取得する専門技術が定められており、企業が個別の研修計画で定めることができる。

この職業訓練を2年修めると、8段階あるドイツの職業資格枠組（DQR）のレベル3、3年/3年半ではレベル4となり、職人（Geselle）として承認される（ちなみに最高位のレベル8は博士号取得者）。この枠組は、資格によって獲得される能力がどのレベルにあるかを明確にすることにあり、さまざまな教育、職業分野からのさまざまな種類の学習成果が同等の価値を持つこと示す。Geselle取得後、職業によってマイスター（Meister）や技術者（Technician）等の上級資格を取得し、DQRを上げていく仕組み。マイスターはレベル6で、大学学士（Bachelor）と同等となっている。

【出典】各州文部大臣会議（KMK）

<https://www.kmk.org/themen/berufliche-schulen/duale-berufsausbildung.html>

46 連邦統計庁, “Kleine und mittlere Unternehmen”, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Unternehmen/Kleine-Unternehmen-Mittlere-Unternehmen/_inhalt.html

47 連邦財務省（BMF）
<https://www.bundesfinanzministerium.de/Monatsberichte/2020/04/Inhalte/Kapitel-3-Analysen/3-3-steuerliche-foerderung-forschung-entwicklung.html>（ドイツ語）

1.3.6 科学助言、イノベーション助言機関

ドイツ連邦政府には、定期的に専門知識を提供することを目的として制度化された専門家委員会が設置されている。この他、連邦議会は自由にアカデミアによる助言を受ける機会を有しており、専門委員会の特定のトピックに関する公聴会に外部の専門家を招待することもある。各省庁の事業領域にある省庁付属研究機関は、個々のタスクに関連する科学に基づくアドバイスを提供し、市民に対して情報を提供する義務を負っている⁴⁸。例として、コロナ禍で活躍したロベルト・コッホ研究所がある⁴⁹。この他、機関として助言活動をしているのが、科学アカデミー、工学アカデミー等で、科学的根拠に基づき政治家や政府に対して政治的な判断をサポートしている。

また、ドイツには実施されている科学技術・イノベーション政策や科学技術・イノベーションをシステムとして評価する組織や機関も存在し、本項ではその内いくつかの重要な機関について述べる。このような助言体制が存在することから、ドイツには米英に見られるような首相に対する科学顧問を置くという考え方はない。

1.3.6.1 科学アカデミー レオポルディーナ

1652年に設立されたドイツ科学アカデミー レオポルディーナ⁵⁰はほぼ全ての科学分野から1,600名余りの会員を擁する。英国の王立協会より歴史は古く、現在はザクセンアンハルト州のハレに本部を置く世界最古のアカデミーである。2008年にはドイツのナショナル科学アカデミーに指名され、運営費の80%を連邦政府、20%を所在州が負担している⁵¹。そのミッションは、国際的にドイツの科学界を代表することと、政治や市民に対して科学的な助言を与えることとなっている。公的な資金で運営されているものの、科学的観点から重要な将来の社会問題について、その結果を政治や一般の人々に伝え、経済的または政治的利益とは独立して機能している。創設以来、7,000人を超える科学会員がおり、その中にはマリー・キュリー、チャールズ・ダーウィン、アルバート・アインシュタイン、ヨハン・ヴォルフガング・フォン・ゲーテ、アレクサンダー・フォン・フンボルト、ユストゥス・フォン・リービヒ、マックス・プランク等が含まれる。日本人の会員はこれまで7名おり、現会員は比企 能樹（外科学）、本席 佑（免疫学）、岸本忠三（免疫学）、大村 智（免疫学）の4名である。現会長は、27代目となるスイス連邦工科大学（ETHZ）の気候学教授、ゲラルド・ハウク（Prof. Dr. Gerald Haug）、任期5年で1回のみ再選可能となっている。

1.3.6.2 ドイツ工学アカデミー（acatech）

2002年に設立された技術分野のナショナルアカデミーacatech⁵²は、国際的にドイツの技術および工学分野を代表し、技術政策に関して、政治的な助言を行うことをミッションとしている。19世紀には科学アカデミーに科学技術のアカデミーを創設する動きがあったものの工学が科学と見なされていなかったことなどから

48 Wie funktioniert wissenschaftliche Politikberatung? Michael Böcher 2022
<https://www.forschung-und-lehre.de/politik/wie-funktioniert-wissenschaftliche-politikberatung-4759> (ドイツ語)

49 主要国の研究開発戦略2021
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2020/FR/CRDS-FY2020-FR-05.pdf>

50 Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina,
<https://www.leopoldina.org/>

51 合同科学委員会 GWK
<https://www.gwk-bonn.de/en/themen/foerderung-von-ausseruniversitaeren-wissenschaftseinrichtungen/wissenschaftseinrichtungen-in-der-gemeinsamen-foerderung/deutsche-akademie-der-naturforscher-leopoldina>

52 Deutsche Akademie der Technikwissenschaften,
<https://www.acatech.de/>

実現せず、21世紀になってようやく設立がなかった⁵³。2008年からは連邦政府ならびに16の州から基盤的な助成を受けている。2020年は連邦・州から合わせて345万€の助成を受け、これは経費全体の約3分の1にあたり、残りは政府の委託調査（プロジェクト・ファンディング）や民間からの寄付で構成されている。

会員は科学的業績と推薦によって選出され、主に工学からと、加えて自然科学、医学、人文社会科学からも選ばれる。すべての会員が1つ以上の領域（11領域）に属し、プロジェクトの実施や提言作成に取り組む。現在600名を超える会員を擁する。個別の会員のほか、評議会（Senat）を構成するのは、技術志向の企業経営者、業界団体や科学機関の長などで、現在104名の評議会委員が指名されている（2021年）。個別の会員と企業代表者側が同様の投票権を有している。但し、個人会員の任命は個人会員側のみで決定できる。acatech会長はアカデミア代表と産業界代表の2名体制になっており、現在はそれぞれダルムシュタット工科大元学長のヤン・ヴェルナー（Prof. Jan Wörner）とインフィニオン社CEO（Infineon Technologies AG）ラインハルト・プロス（Dr. Reinhard Ploss/Senat委員長兼任）である。

1.3.6.3 イノベーション審議会（EFI）

研究・イノベーション審議会（Expertenkommission Forschung und Innovation）は、2007年に連邦教育研究省（BMBF）によって創設された連邦政府の諮問機関で、科学技術・イノベーション基本政策「ハイテク戦略（2006年）」策定に伴い、連邦議会の勧告により設置されたもの。2008年より毎年ドイツの研究、イノベーション、技術戦略に関する報告書を連邦政府に提出している。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。

委員会のメンバーには国際的に著名なイノベーション研究者が任命され、設立時の委員長はディートマール・ハルホフ教授（ミュンヘン大学イノベーション研究・技術マネジメント・アントレプレナーシップ研究所/マックス・プランク知的財産法・競争・租税法研究所所長）。メンバーは6名で、各分野で国際的に評価の高い専門家からなる。連邦及び州政府関係者、経済団体の代表者、労働組合に係る人物は委員になれない。連邦教育研究省から4年の任期で任命される。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⁵⁴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、AIの研究推進や起業文化創造のための制度構築や、EUの科学技術・イノベーション政策との協働などについて論述されている。現委員長にはイエナ大学経済学部のウーヴェ・カントナー教授（Prof. Uwe Cantner）が2019年に就任した。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。

53 ドイツに学ぶ科学技術政策、永野 博著、近代科学社2016

54 Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung

1.3.6.4 未来フォーラム⁵⁵

連邦教育研究省（BMBF）の助言組織として2015年にハイテクフォーラムが設置された。BMBFの活動全体に対する助言を担い、主にハイテク戦略の実行について、政策、研究開発戦略の両面から諮問に応える。メンバー21名は、アカデミア、産業界、労働組合などの社会団体から構成され、BMBF事務次官のクリスチャン・ルフト（Christian Luft）氏とフラウンホーファー協会長のライムンド・ノイゲバウアー（Prof. Reimund Neugebauer）氏が務めていた。ハイテクフォーラムは、第4期メルケル政権終了をもって任を解かれた。2023年2月に発表された未来戦略の6つのミッションを効果的に達成するために、機動的で部門横断的な調整ユニットとして省庁横断的なミッションチームが設置される。このミッションチームを支えることを目的に置かれるのが未来フォーラムで、ハイテクフォーラム同様、アカデミア、産業界、社会団体から専門家が選定される見込み。

1.3.6.5 科学研究機関連合

科学研究機関連合（Allianz der Wissenschaftlichen Organisationen）⁵⁶は、ドイツの科学システムにおいて重要な役割を果たす機関から構成され、交流の重要なプラットフォームとなっている。社会や政治に対し、科学界の意見をワンボイスで伝える組織として機能し、声明や連邦議会議員に向けた公開書簡を公表したりしている。科学システムの問題や社会的な課題を扱う作業部会を必要に応じて立ち上げて検討を実施している。1950年代からドイツ研究振興協会（DFG）、西ドイツ大学学長会議（当時、現在のHRK）とマックス・プランク協会が科学政策における問題点について不定期に会談をしていた。1962年に科学評議会（WR）が加わり、1980年代になると大規模研究機関共同体（AGF、現在のヘルムホルツ協会）、フラウンホーファー協会がメンバーとなった。その後、1998年にライプニッツ協会、2007年にアレクサンダー・フォン・フンボルト財団とドイツ学術交流会（DAAD）、2008年に科学アカデミー レオポルディーナが参加し、現在の10機関となった。同連合の幹事役（スポークスマン）はメンバー間で毎年引き継がれ、2022年度はドイツ研究振興協会（DFG）が務め、2023年はレオポルディーナに幹事が移っている。

2022年出された声明は、ロシアのウクライナ侵攻に伴うエネルギー危機における研究について⁵⁷や 欧州の研究評価改革に対して⁵⁸等がある。この他、連合としてイニシアティブやプロジェクトを立ち上げ資金を提供している。以下はイニシアティブ例で、2015年にスタートした「動物実験を理解する」⁵⁹は公的研究機関における動物実験に関する包括的で最新の事実に基づく情報を市民社会に対して提供することを目指す。生物医学研究は、生物の基本的なプロセスを解明し、癌、糖尿病、エイズ、アルツハイマー病などの人間や動物の病気の予防、診断、治療のための新しい方法を開発するのに直接役立つが、動物実験が必須となっている。責任ある動物の保護と人間にとっての科学知識の重要性のバランスをとって行動していることを発信する試み。

55 Forum#Zukunftsstrategie:
https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/1/730650_Zukunftsstrategie_Forschung_und_Innovation.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (ドイツ語)

56 科学研究機関連合 <https://www.allianz-der-wissenschaftsorganisationen.de/en/>

57 Science and Research During the Energy Crisis, 2022.10.04
https://www.allianz-der-wissenschaftsorganisationen.de/wp-content/uploads/2022/10/2022-10-04_Alliance_Statement_Energy_EN.pdf

58 Statement on the Initiative of the European Commission : Reforming Research Assessment, 2022.05.02
https://www.allianz-der-wissenschaftsorganisationen.de/wp-content/uploads/2022/05/2022-05-02_Reform_Research_Assessment.pdf

59 <https://www.tierversuche-verstehen.de/ueber-uns/>

1.3.6.6 ドイツ研究財団連盟

ドイツ研究財団連盟（Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft）⁶⁰は、教育、科学、イノベーションの分野において分析と助言を行い、科学と産業をつなぐことと推進することをミッションとしている財団法人。同連盟には3,000を超える、企業、個人会員、各種財団が加盟している。2021年、1.5億€を超える研究開発助成の実績があり、1985年以来で480名を超える教授ポストを支援している。ドイツの科学技術・イノベーションシステムのさらなる発展のために未来を志向した支援を行い、企業と大学の連携を促進する。特に近年の課題としてデジタル化の促進を挙げ、科学賞の設置の他、科学の成果を一般市民に向けて積極的に発信している。中でも1997年以来、ドイツ国内の科学とイノベーションに対して授与される最も権威のある賞の1つである賞金250,000€のドイツ未来賞（Deutscher Zukunftspreis）の事務局となり、資金調達と選考を担っている。調査活動の例としてスタートアップレーダー（Gründungsradar）報告書を挙げる。同調査はドイツの大学の起業動向を比較するもので、2020年に第6回となる調査では、各大学が企業文化の醸成のために実施している取組をさまざまな指標で比較している。

現会長は元Carl Zeiss Meditec AG会長（2008-2010年）でカールスルーエ工科大（KIT）監査役会長のミヒャエル・カシュケ氏（Dr. Michael Kaschke）、本部はエッセン市に置かれている。

60 ドイツ研究財団連盟 <https://www.stifterverband.org/>

2 | 科学技術・イノベーション基本政策と基盤政策

ドイツの科学技術・イノベーション政策は、主に BMBF が管掌し、資金提供しているが、他の省庁と調整され、共同で拠出されている。エネルギー、航空宇宙分野は BMWK が、安全保障分野は BMVg が主要官庁となっている。

2.1 科学技術・イノベーションの促進

2000年から2010年までのEUの科学技術・イノベーション関連政策の基本的な方針となっていたのが2000年に策定されたリスボン戦略（Lisbon Strategy）である。リスボン戦略は、2000年3月のリスボンにおける欧州理事会で示された経済・社会政策に関する包括的な戦略目標で、2010年までに欧州を、「世界で最も競争力があり知を基盤とする経済圏として構築すること」としている。その後、リスボン戦略を踏まえ、2002年3月にバルセロナで開かれた理事会でEUの研究開発投資額を対国内総生産（GDP）比3%に引き上げる（バルセロナ目標）等の具体的目標が掲げられた¹。ドイツでもこれを受け、2010年まで、研究費の割合を国内総生産の3%に増やすために、将来の最も重要な市場をドイツに生み出し投資家だけでなく研究者をも引きつける市場とすること、科学と産業の架け橋を築く産学協力や共同プロジェクトを促進すること、アイデアから市場化までイノベーション創出のスピードアップを図ることを目的に、ドイツ初の包括的な科学技術・イノベーション戦略であるハイテク戦略を発表した²。

2.1.1 ハイテク戦略I～IV概要

連邦政府のハイテク戦略は2006年の第1期から2018年の第4期まで計16年間実施された。これはメルケル政権の期間と重なる。本項では各期戦略文書の特徴を示す。

名称	実施期間	特徴
ハイテク戦略	2006-2009	<ul style="list-style-type: none"> ドイツ初の包括的なSTI政策 産業を支える17の重要技術領域を同定 イノベーションの迅速化と環境の整備を目指す
ハイテク戦略2020	2010-2013	<ul style="list-style-type: none"> 社会課題解決型のSTI政策に方向転換 5の課題領域/10のアクションプランを策定 デジタル化推進 - うち一つがインダストリ4.0
新ハイテク戦略	2014-2017	<ul style="list-style-type: none"> 社会課題解決型のSTI政策を維持 デジタル化を最重要課題と位置づけ 産学連携クラスタープログラムの積極的推進

1 研究開発の俯瞰報告書 主要国の研究開発戦略（2022年）第3章 欧州連合（EU）
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/FR/CRDS-FY2021-FR-02.pdf>

2 Die Hightech-Strategie für Deutschland, 2006
https://www.fona.de/medien/pdf/die_hightech_strategie_fuer_deutschland.pdf

ハイテク戦略2025	2018-2021	<ul style="list-style-type: none"> • 社会課題解決/ミッション志向型STI政策を推進 • 未来技術を同定し技術分野別戦略を発表 • スタートアップ/研究開発の国際化を積極支援
------------	-----------	--

2.1.1.1 ハイテク戦略I (HTS I 2006-2009)

2006年に出されたハイテク戦略I (HTS I) は、イノベーション創出を迅速に達成するための手段として産学の連携を強化するとして、連邦政府は初めての包括的なクラスター戦略を策定した。もともと産学連携クラスターは、各州政府によって地域的な特徴や産業別に推進されてきたが、連邦政府として地域性と最先端テクノロジーに依った先端クラスター競争プログラム（後述：2.2.2先端クラスター競争プログラム）を実施した。加えて、市場への応用を意識した科学の推進と研究のリテラシーが高い経済を実現するために、連邦・州政府は研究とイノベーションのため協定に合意し、4つの公的研究機関であるヘルムホルツ協会（HGF）、マックスプランク協会（MPG）、フラウンホーファー協会（FhG）、ライプニッツ協会（WGL）と研究助成機関であるドイツ研究振興協会（DFG）に対し、財務計画の確実性を高めることを目的として、2010年までの基盤的経費を少なくとも毎年3%増加することを決めた（後述：2.3.1研究イノベーション協定）。さらに後に制度化された、大学院の研究力強化、競争力向上を図るエクセレンス・イニシアティブプログラム（後述：2.4.1エクセレンス・イニシアティブプログラム）もこのHTS Iを機に始まった。

また、HTS Iの特徴としては、いくつかの省庁の所掌範囲にまたがる分野に該当する17の技術領域を特定したため、イノベーション戦略としては依然として技術指向だったことが挙げられる。

図表16 HTS I 17の重点技術領域

イノベーション領域	技術分野
安全で健康な生活	保健及び医療
	セキュリティ（市民安全、対テロ対策等）
	植物（産業としての農業）
	エネルギー（再生可能エネルギー、放射性処理等）
	環境（水、大気、土壌）
コミュニケーションと輸送	情報通信（電子政府、ITセキュリティ等）
	自動車ならびに輸送（非ガソリン車、スマート交通システム等）
	航空（環境に優しい航空機）
	海洋（省エネ船舶、軽量化等）
	宇宙（衛星、ナビゲーションシステム等）
	ビジネスモデル（イノベーションマネジメント、環境整備等）

ハイテク	ナノテク（量子、標準化等）
	バイオ（製品、プロセスイノベーション、ナノバイオ等）
	マイクロシステム（スマートシステム、領域融合）
	光学（有機EL、レーザー、地域クラスターでの研究開発促進等）
	材料（新材料、高効率材料等）
	製造（ナノテクの産業化、中小企業統合等）

【出典】 Die Hightech-Strategie für Deutschland, 2006³より

2.1.1.2 ハイテク戦略 II (HTS II 2010-2013) ハイテク戦略 2020

第2期となるハイテク戦略2020（2010）は、技術シーズ志向のイノベーション戦略であったHTS Iから大きく変わり、イノベーションの創出でグローバルな課題の解決を図るという社会的ニーズ志向に舵を切った。同戦略で重要分野として同定されたのは、下表の通り、気候/エネルギー、健康・栄養、モビリティ、市民安全、コミュニケーションの分野である。

図表17 HTS II 5つの重要分野と未来プロジェクト一覧

重要分野	未来プロジェクト
気候/エネルギー	CO2 ニュートラルでエネルギー効率が低い気候に適応した都市
	エネルギー供給のスマートな再構築/スマートグリッド
	石油の代替としての再生可能なリソース
	ITを活用した省エネ
健康・栄養	個別化医療（プレジジョンメディスン）による疾病治療の革新
	ターゲットを絞った栄養管理による健康の増進
	高齢になって自立した生活の実現
モビリティ	2020年までにドイツ国内で100万台の電気自動車普及
市民安全	通信ネットワークのより効果的なセキュリティ
情報と通信	エネルギー供給のスマートな再構築
	省エネでより多くのインターネットの使用促進
	世界の知識をデジタルでアクセス可能とする

【出典】 Ideen. Innovation. Wachstum, Hightech-Strategie2020 für Deutschland, 2010⁴より

各分野に最も重要な課題として設定された未来プロジェクトは、10から15年の長期間にわたって、科学的、技術的発展が期待され、社会的な意義高い目標とされた。そのために、実装のための具体的な実行戦略を策定し、どのような研究開発の優先順位を設定する必要があるか、今後数年間で重要なイノベーションを広めるためにどのような手順が必要か、どのような枠組み条件を変更する必要があるか、これらの開発が経済と社

3 https://www.fona.de/medien/pdf/die_hightech_strategie_fuer_deutschland.pdf (ドイツ語)

4 https://web.archive.org/web/20160314125451/https://www.bmbf.de/pub/hts_2020.pdf (ドイツ語)

会にどのような影響を与える可能性があるかについて検討が進められた。この未来プロジェクトの下で複数のアクションプランが実施された。そのうちの 하나가2012年に発表されたインダストリ4.0イニシアティブ（後述：2.5.2インダストリ4.0）である。

2.1.1.3 ハイテク戦略 III (HTS III 2014-2017) 新ハイテク戦略

第3期となるHTS IIIは、第1期の技術シーズからのイノベーション促進と第2期の社会的需要志向の性格を統合させ、社会課題を解決するために技術革新の成果を利用することを目的とする研究イノベーション政策を新しく「ミッション志向型イノベーション」としてさらに発展させた。ここではイノベーションの概念が拡張されて、社会的イノベーションも含むように進化、将来の優先課題が経済成長と繁栄を約束しつつ地球規模の課題解決に貢献し、市民生活の質を向上させることができる分野と定義して、下表の通りとした。

図表 18 HTS III 6つの優先すべき将来の課題と研究開発推進領域一覧

優先すべき将来の課題	研究開発推進領域
デジタル経済と社会	<ul style="list-style-type: none"> ・インダストリ4.0（スマート生産）の実装 ・インターネットベースのサービス（スマートサービス） ・ビッグデータ/スマートデータ ・クラウドコンピューティング ・教育、エネルギー、健康、モビリティ、行政分野のデジタル化 ・研究のデジタル・トランスフォーメーション ・日常生活のデジタル化によるワークライフバランスの向上
持続可能な経済とエネルギー	<ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー貯蔵、発送電ネットワーク ・エネルギー効率のよい住宅、都市の建築 ・バイオエコノミー ・持続可能な農業 ・資源の確保と高効率な利用 ・CO₂の少ない未来都市 ・持続可能な消費
革新的な労働	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル社会における労働 ・将来の経済に向けたサービスの向上 ・労働者のスキル向上
健康的な生活	<ul style="list-style-type: none"> ・国民病と呼ばれる疾病（心臓病、ガン、代謝疾患等）の対策 ・個別化医療（プレジジョンメディスン） ・予防と栄養管理 ・介護分野の革新 ・副作用の少ない新薬 ・医工分野の革新
スマート/モビリティ	<ul style="list-style-type: none"> ・スマート交通インフラ ・自家用車、自転車のシェアリングと公共交通機関との連携 ・電気自動車 ・車両軽量化と代替燃料、燃料電池車 ・航空機、船舶
市民安全	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模災害、テロ、組織犯罪等からの安全確保 ・サイバー/ITセキュリティ ・個人情報保護

【出典】 Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland, 2014⁵より抜粋

5 https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/downloads/upload_filestore/pub_hts/hts_broschure_web.pdf（ドイツ語）

戦略推進にあたっては、公的研究機関と大学の連携と研究成果の移転を引き続き支援するものの、最先端研究からのイノベーションだけでなく経済全体、特に中小企業（SME）にイノベーションのインセンティブを生み出すことを重視する方針を示した。関連して公共調達、知財の運用、オープンアクセス等イノベーション創出に不可欠な環境の整備を進めるとしているものの、中小企業向けの税額控除の導入は見送られた。

2.1.1.4 ハイテク戦略 IV (HTS IV 2018-2021) ハイテク戦略 2025

第3期戦略から継続して、社会課題の解決に取り組むことの加え、未来技術の研究開発促進、イノベーション環境の整備を合わせた3つの柱で構成されている。未来技術としては、下表の通りの領域が列挙されている。環境整備では、中規模企業の研究開発支援、起業促進と大学や公的研究機関における起業文化の創成、知識/技術移転を進めて飛躍的なイノベーションを創出するためのツール構築などが示された。さらに、社会課題解決の取組については、これまで包括的ではあるものの具体目標がなく必ずしも実行可能な行動パッケージにできていなかった将来の課題をミッション志向型イノベーション政策へ進化させて、達成目標や関与するステークホルダーの多様性を増やし、関連分野・セクターの範囲を広げ、複数の政策手段を含めるようにした。

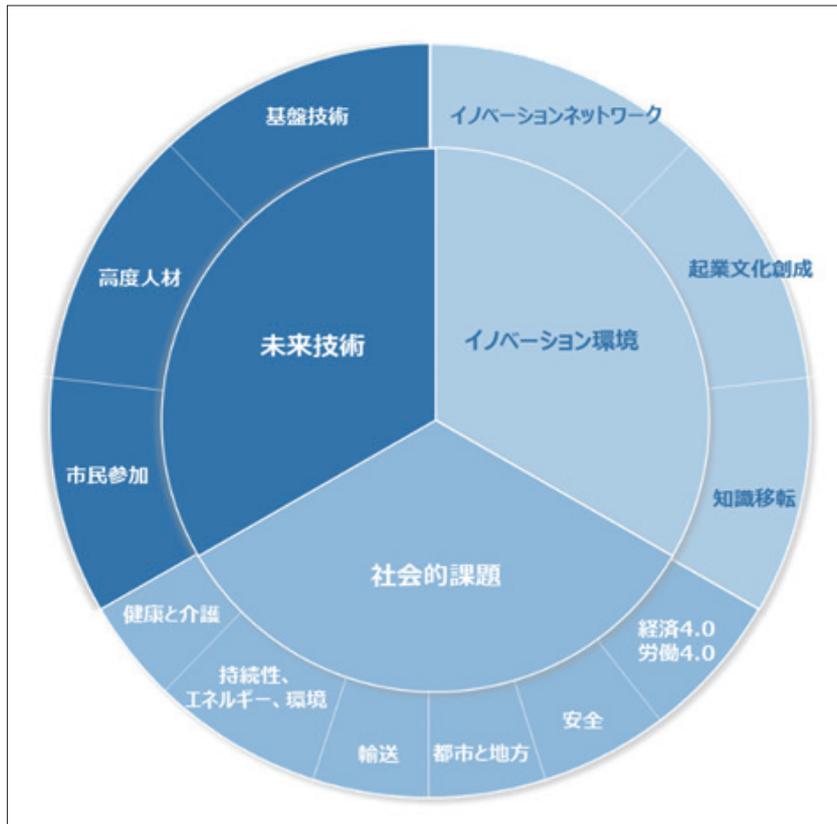
図表 19 HTS IV 未来技術

目標	重点技術領域
社会的実装や応用を見据えた研究	機械学習、ビッグデータ
	サイバーセキュリティ、HMI、ロボット、VR
	通信システム、5G 通信技術
	電池、3D プリント、軽量化、製造技術
世界トップへ飛躍させるべき技術	量子シミュレーションシステム、超精密計測技術、画像化技術
	バイオテクノロジー、バイオインフォマティクス
	航空宇宙衛星、材料

【出典】 The High-Tech Strategy 2025, Research and innovation that benefit the people 2018⁶より抜粋

6 https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/FS/31538_Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen_en.pdf

図表 20 研究イノベーション政策の将来展望



【出典】 The High-Tech Strategy 2025, Research and innovation that benefit the people 2018⁷より抜粋

HTS IIでは限られた技術分野の研究開発推進から離れ、社会課題の解決を重視するよう方向転換したもののこの新しいアプローチがどのような変化を目指すべきかを具体的に示すことはなかった。続くHTS IIIでミッション志向型イノベーション政策とし中小企業やスタートアップを社会のステークホルダーとして同定したものの、このミッション志向の概念について詳細に説明されなかった。HTS IVになり、3つの柱に具体的な12のミッションが設定された。

図表 21 HTS IV 12の具体的なミッション

①社会的課題解決におけるミッション	主管庁
がん治療の効果を上げ、がん患者の余命を伸ばすためにがん研究を強化する。予防、早期発見、診断、治療の改善を図る。	BMBF
患者カルテの電子化とそれに伴うデータ保護の強化を促進する。2025年までにドイツ国内の大学病院に電子カルテシステムを導入する。	BMBF BMG
プラスチックゴミ削減のために、2025年までに植物由来のプラスチック製造を推進したり、効率的なリサイクルが可能となる物質を開発したり、同じような課題を抱える他の地域と連携するなどして研究開発を促進する。	BMBF

7 https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/FS/31538_Forschung_und_Innovation_fuer_die_Menschen_en.pdf

環境保護計画2050を実現するため1990年当時の85-90%程度のCO2排出量を目指し、生産プロセスの改善や循環型経済の実現を推進する。	BMBF BMW
効率のよい資源の利用とデジタル化による革新的なビジネスモデルを創出することで生産性を上げる。	BMBF
多様な種を守るため、革新的なツールや新たな指標を用いた環境の評価を実施する。	BMBF
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を実施する。	BMBF
ドイツ国内での電池生産のための技術開発とサプライチェーン構築を支援する。	BMBF BMW
経済構造や人口動態の変化に伴う都市と地方の格差をデジタルの力で埋め、環境に配慮した形で生活の質を高める。	BMBF
人口の高齢化に伴い労働力の不足が懸念されている中で、アシスタントシステムやロボットの活用で、労働の負担を軽減する。安全や健康を含め、社会におけるロボットの受容など包括的な措置を実施する。	BMBF
②未来技術におけるミッション	
ドイツならびに欧州をAIの研究開発実用化の拠点とし、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。	BMBF
③オープンなイノベーション環境と起業文化の創成におけるミッション	
オープンアクセス、オープン・サイエンス、オープンデータ、オープン・イノベーションの原則によって最新の科学の創出に貢献する。	BMBF

【出典 Lehren für künftige missionsorientierte Innovationspolitiken, Fraunhofer ISI (2021)】

ここに設定されたミッションの目標は、野心的であり複雑な社会技術システムを変革または少なくとも変更を促すことを目指しており、従来の研究イノベーションの目標を超えているともいえる。すなわち異なる省庁間の利益調整を主官庁が行い、すでに各種政策や施策を実施している省庁間・ステークホルダー間の連携が必須となる。これはミッション志向型イノベーション政策を既存の研究開発イノベーションの活動から切り離して機能する新しい手段を作成する試みではなく、従来の政策や施策のターゲットを絞った組み合わせとして実施するとしている。

2.1.2 未来戦略⁸

シヨルツ新政権の科学技術・イノベーション政策については、政権発足から1年以上が経過した2023年2月ようやく発表された。政権発足時に示された連立政権公約（Koalitionsvertrag⁹）に記述された科学技術・イノベーションに関する諸政策にも見られた通り、前政権で実施されてきたハイテク戦略からの大きな方針転換はなく、引き続き省庁横断的に、社会課題の解決に向けてミッション志向型イノベーション政策を推進、総研究開発費対GDP比3.5%を達成するとなっている。

新政権の重点として、卓越した科学研究の成果を戦略的にそして何より迅速にイノベーションにつなげるた

8 Zukunftsstrategie Forschung und Innovation, 2023
https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie_node.html

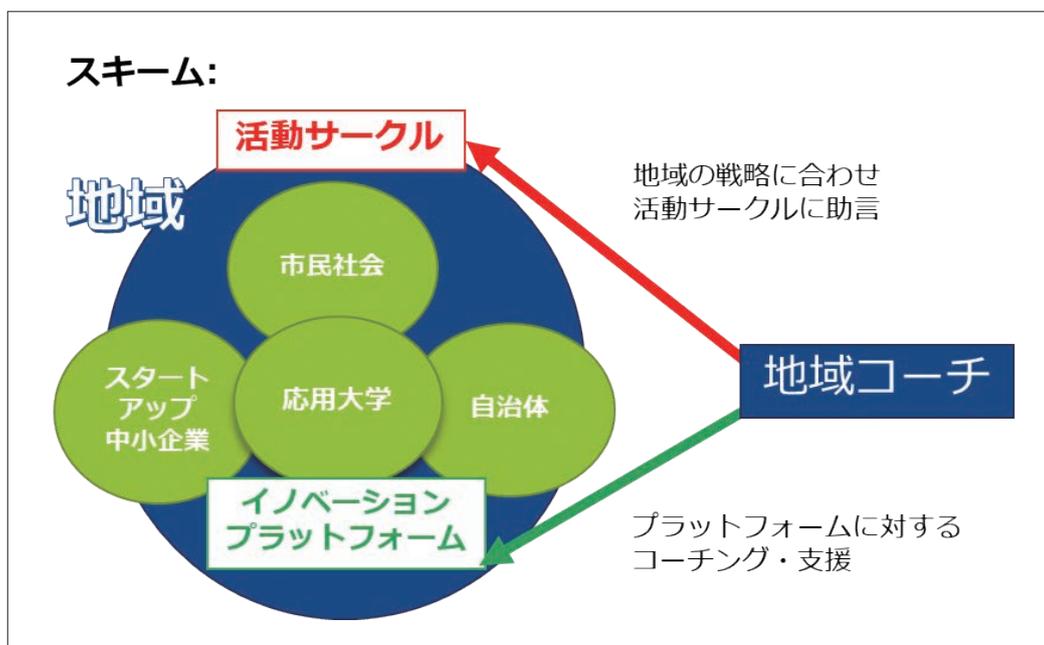
9 Mehr Fortschritt Wagen 2021,
https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf (ドイツ語)

め、さまざまな指標を設定し、既存の制度を活用しながら弱い部分を施策や新機構の発足などで機動的かつ柔軟に実施するとしている。同戦略で注目のポイントとして以下の3点をピックアップする。

■ドイツ技術移転イノベーション機構（DATI）¹⁰ 設置

応用大学（HAW）での研究開発を促進し、もともと地域の中小企業と関係の深い応用大学を地域のイノベーションエコシステムを中心にそえて中小企業の研究開発活動を活性化して、最終的に産業力を強化する狙いがある。先端技術分野だけでなく、社会的イノベーション創出において、大学の知見と現場の経験融合の場として、地域の応用大学に大きな期待が寄せられている。DATIは応用大学（HAW）と比較的規模の小さい総合大学を支援するとして、一先ず2022年は1,500万€が措置された。コンセプト段階では、スタートアップや中小企業との連携、オープン・イノベーションを推進、既存のHAW向けの助成プログラムを拡大しながら、複数省庁に散在する各種HAW向け助成プログラムを同機構に集約するとしているが、具体的なファンディングのスキームは依然として発表されておらず、詳細公表が待たれる。

図表22 地域のイノベーションプラットフォーム図



【出典】 BMBF Deutsche Agentur für Transfer und Innovation Eckpunktepapier, 2022よりCRDSにて作成

■技術主権の議論

技術主権（Technology Sovereignty）とは、地政学的な危機や紛争状態においてサプライチェーン分断や価値創造の構造変化が起こった場合もエネルギー資源や希少金属を確保できる能力を言う。これに対処するために各技術領域の他国、他地域への依存度を認識し対処する必要があるとし、主要技術の研究開発は、ドイツとEUの国際競争力、安全保障、経済と社会のレジリエンスにとって重要な基盤を形成すると主張する。米中貿易摩擦、新型コロナ禍、ロシアのウクライナ侵攻を受けて議論の深まる技術主権は、ドイツ単体では実現不可能で、米中に対抗するにはEUのグローバル市場への包括的なアクセスを確保することが前提である。

10 Deutsche Agentur für Transfer und Innovation/DATI

- 主要技術の他国への依存を避け、イノベーション力ならびに生産能力を確保する
- 基礎研究から市場化まで適切な投資と長期的な支援が重要
- 但し、基礎研究はボトムアップ、イノベーション推進は戦略的なアプローチが必要で、両者のバランスが重要
- 市民社会の理解と受容が不可欠でイノベーションプロセスの設計に早期かつ積極的に市民を組み込むとしている。

主要技術の例としては、ICT、マイクロエレクトロニクス、ソフトウェア、AI、ITセキュリティ、HPC、フォトリソグラフィ、第2世代量子技術、材料、バイオテクノロジー、製造技術、環境技術、循環型経済の基盤、持続可能なエネルギー技術、分析技術、計測技術、光学が挙げられているが、これらは従前から積極的に投資され複数の施策が実施されており、新たな分野や領域が改めて同定されているわけではない。むしろ技術主権確保のために、大学、研究機関、産業界における研究開発活動の適切な連携、教育・研究政策手法の開発、関連技術や課題を継続的に選定するための基準やプロセスの確立のためにステークホルダーとの対話を継続し、誰とどう組むかを戦略的に検討することが重要であるという認識になっている。

■ ミッション志向型研究の強化¹¹

6つミッションを効果的に達成するために、省庁間の連携を深め、対話の継続とグローバルな課題に対する体系的かつ包括的なアプローチを取っている。所管省庁からなる6つのミッションそれぞれに設置されるチームは、利害関係者と助言機関である未来フォーラムの間のインターフェースを形成、共同で調整活動を行う。6つのミッションと、担当省は以下の通り：

図表 23 ミッションエリアと担当/調整省庁

ミッション	担当省/調整官庁
循環型経済と持続可能なモビリティのために設計された、資源効率が高く競争力のある産業を実現	BMBF、BMDV、BMWK
気候保護、気候適応、食料安全保障、生物多様性の保全を促進	BMBF、BMUV、BMEL
すべての国民の健康を改善	BMBF、BMG
ドイツとEUの技術主権を確保し、デジタル化を推進	BMBF、BMDV、BMWK
宇宙と海を探索し、持続的な利用を可能に	BMBF、BMWK
社会の回復力、多様性、結束を強化	BMBF、BMI

【出典：Zukunftsstrategie Forschung und Innovation, 2023】

2.1.3 分野別個別戦略・実行戦略

連邦政府は、科学技術・イノベーション以外にもデジタル戦略（参照 2.5. デジタル化政策）や国連のSDGs達成のための戦略を発表している。重複する分野や領域があり、主管省は明示されているものの各省庁が横断的に分野別ならびに実行に関する戦略を実施している。以下の表はこの4-5年以内に発表された主

11 <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie-ressortuebergreifend-steuern/umsetzung-zukunftsstrategie.html> (ドイツ語)

な戦略を一覧にまとめたもの。助成パッケージとして投資の総額が示されているものとコンセプトのみで、総額は記述されていない戦略文書もある。

図表 24 科学技術・イノベーション関連政策と分野別/実行戦略（抜粋）

	STI	DIGITAL	SDGs
政策・統合的戦略文書 (発表年)	ハイテク戦略（2006）/ 未来戦略（2023）	デジタル戦略 (2022更新)	持続可能戦略 (2021更新)
主管省	BMBF	BMDV/BMWK	BMZ/BMU
分野別戦略* (発表年/主管省)	人工知能（AI）戦略 (2018、2020更新/BMBF・BMWK)	持続的な発展のための戦略FONA (2020更新/BMBF)	
	量子技術枠組プログラム（2018/BMBF）	エネルギーシステム発展戦略 (2022/BMWK)	
	健康研究戦略（2021更新/BMBF）	市民安全研究2018-2023 (2018/BMBF)	
	BMBF デジタル戦略（2019/BMBF）	バイオエコノミー戦略（2020/BMBF）	
	水素戦略（2020/BMWK）	ブロックチェーン戦略（2019/BMWK）	
	社会イノベーションコンセプト (2021/BMBF)	マイクロエレクトロニクス枠組プログラム (2021/BMBF)	
実行に関する戦略 (発表年/主管省)	教育、科学、研究の国際化に関する戦略 (2017/ BMBF)	スタートアップ戦略（2022/BMWK）	
	エクセレンス戦略（2019/BMBF）	リアルラボ戦略（2019/BMWK）	

* 枠組プログラム（資金配分）含む

【出典】OECD Reviews of Innovation Policy : Germany 2022¹²よりCRDS作成

2.2 大学院研究支援政策

ドイツでは欧州の大学制度標準化と学生、教員の移動を目的とした国境を越えた高等教育改革「ポローニャプロセス¹³」に伴い大幅な大学制度改革が実施された（参照1.2.2.1 総合大学）。政府からエリート大学のコンセプトが発表されたのは2004年、社会民主党（SPD）政権下で、伝統的にSPDは機会の平等を党是に掲げてきたこともあり、大きな驚きと反発をもって受け止められた。従来、英米のように一部のトップ大学に人材と資金が集中するのではなく、ドイツではどの大学で学んでも、学位を取得して然るべきレベルにあることに重きを置き、各州の高等教育政策に基づいて大学が運営されてきた経緯がある。そこで、新コンセプトは特定の大学をエリート大学に選出し資金を集中させるのではなく、あくまで競争的資金を配分することで、全ての大学に平等な機会を保証することとし、早々に「エリート」という名称は用いずエクセレンス・イニシアティブと命名された。研究の国際化、人材の流動が活発になり、卓越した研究者を国際的に獲得するのが困難になることが予想され、高等教育と科学の拠点としてのドイツの質を全面的に高めることが必要であるという認

12 <https://www.oecd.org/germany/oecd-reviews-of-innovation-policy-germany-2022-50b32331-en.htm>

13 Bologna Process 1999 イタリアのポローニャで欧州 29ヶ国の教育大臣によって署名された政治的および計画的な宣言

識があった。これにより、長期的にドイツを科学の拠点として強化し、国際競争力を向上させることを目的に2005年、保守政党であるキリスト教民主同盟(CDU/CSU)のメルケル新政権下でエクセレンス・イニシアティブが実施されることになった。

2.2.1 エクセレンス・イニシアティブ概要

エクセレンス・イニシアティブは、ドイツの大学における研究開発の取り組みを強化し、国際的に認知度の高い中核的研究機関を構築することを目的としたものである。エリート大学創設といっても大学を新設するのではなく、既存の大学の中からトップクラスの大学を公募し、選定された大学に補助金を集中的につぎ込むことによって国際的に通用するエリート大学に仕立て上げようというものである。対象の高等教育機関は、独立の審査委員会によって決定され、助成額の20%が間接費として各大学に一括付与される。本プログラムはドイツ研究振興協会(DFG)と学術評議会(WR)が中心となり進められ、対象となる高等教育機関は、独立の審査委員会によって決定された。総額の75%を連邦政府が、残りを州政府が負担する。エクセレンス・イニシアティブは以下の3つのサブプログラムから構成される。

図表25 エクセレンス・イニシアティブ サブプログラム一覧

エクセレンス・イニシアティブ	プログラム概要
エクセレンス・クラスター Excellent Cluster	国際的に競争力のある研究を行う中核的研究機関にすべく特定の分野のネットワーク化や連携を支援。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に対する助成プログラム：420万-1,880万€/1件年
グラデュエート・スクール Graduate Schools	若手研究者向けの大学院に対する助成。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することを目的にしている。：120万-180万€/1件年
未来コンセプト Institutional Strategies	将来構想を持つトップクラス研究を行い国際的に認められることを目指す大学への助成。ドイツ語では、文字通り将来構想(Zukunftskonzept)プログラムといい、クラスターおよび大学院の両プログラムの助成金を獲得した大学のうちから選定される：960万-1,340万€/1件年

2006年10月に発表された第一次選考、2007年10月の第二次選考および2012年11月に発表された最終の第三次選考の結果、延べクラスター81大学、大学院85大学、将来構想20大学が選定された。既に2014年には第一次、第二次選考の助成期間が終了している。2006年～2017年までの12年間で46億€が助成された。

2.2.2 エクセレンス・ストラテジー概要

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¹⁴/連邦工科大学チューリヒ校)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

14 Prof. Dr. Imboden/ 連邦工科大学チューリヒ校(ETHZ)教授(当時)、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)

ターとエクセレンス大学（未来コンセプトから名称変更）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。第1ラウンド（2019-2025年）では、連邦・州政府は、年間合計約3.85億€を措置、第2ラウンド（2026年～）は、年間合計約5.39億€を最大70件のクラスターに配分を計画している。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。連邦・州政府は、11大学に対して年間合計1.48億€を助成する。2015年改正されたドイツ基本法第91b条によって、大学は地域を超えて重要な場合、連邦政府と州政府が共同で資金を提供することができるようになっている。連邦政府と連邦州が75：25の割合で負担する。

【エクセレンス大学に採択された11大学】

- アーヘン工科大学
- 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）
- ボン大学
- ドレスデン工科大学
- ハンブルク大学
- ハイデルベルク大学
- カールスルーエ工科大学
- コンスタンツ大学
- ミュンヘン大学
- ミュンヘン工科大学
- チュービンゲン大学

2.2.3 成果と評価

2017年に終了を向かえるエクセレンス・イニシアティブは、外部有識者委員会（委員長 Dieter Imboden 教授¹⁵）による評価¹⁶を実施、2016年に発表した。同委員会は、少なくともエクセレンス・イニシアティブと同程度の規模で助成を継続すること、改善点として大学の差別化とガバナンスの強化を提言した。これを受けて、合同科学会議（GWK）は2018年以降の継続を決定した。大学外の組織・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。引き続き、大学がドイツの科学研究システムの柱として、最先端の研究を強化し、国際競争力を向上させるという目的に一貫して重点を置くことを強調している。

【主だった改善に関する提言】

- エクセレンス・イニシアティブのプロジェクト助成期間の5年は短すぎるため、7-8年の助成期間とする
- 財務上のチェックとプロジェクトの進捗の中間評価を助成期間中に実施する
- 博士課程研究者向けのサブプログラム、グラデュエート・スクールの廃止
＝エクセレンス・クラスターとの連動でのみ効果、単独のプログラムとしては不要

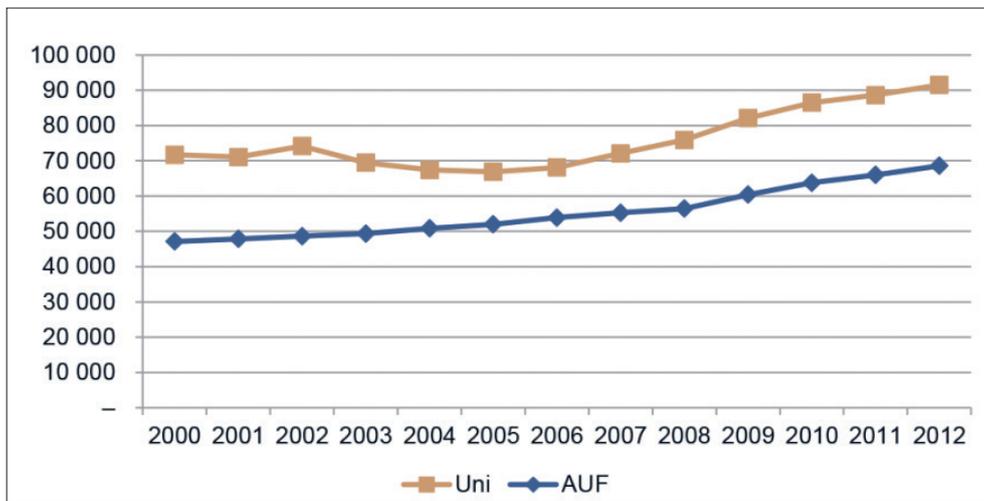
15 Prof. Dr. Imboden/ 連邦工科大学チューリヒ校（ETHZ）教授（当時）、アインシュタイン財団 アインシュタイン賞審査委員会委員長（2021年から）

16 Internationale Expertenkommission zur Evaluation der Exzellenzinitiative, 2016
<https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/Imboden-Bericht-2016.pdf>（ドイツ語）

- エクセレンス・クラスターについて地理的に分散した大学間でも可能とする
- 間接経費の上乗せを検討する（現状、DFGの競争的資金の間接経費額22%）
= エクセレンス大学は各校1,500万€/年を獲得できる計算
- エクセレンス大学は10校程度を選定

研究情報・研究の質保証研究所 iFQ¹⁷ の評価¹⁸ によると、同イニシアティブがドイツの大学に与えた活力は大きく、中でも博士課程大学院生の支援という側面において複数の研究所や学部が分野を超えて協力したという実績は大きい。実際にエクセレンス・イニシアティブに選定された大学は、産業界を始めとした外部資金の獲得額が増えている。また、大学外研究機関との連携が強化されたということも非常に高く評価できるとしている。一方で、5年という助成期間は実績を評価するには短く、アウトプットの増減についても長期的にモニターしなければならない。ゆえに、現状の制度のまま継続するのは問題も多いとしている。

図表 26 研究者数の推移

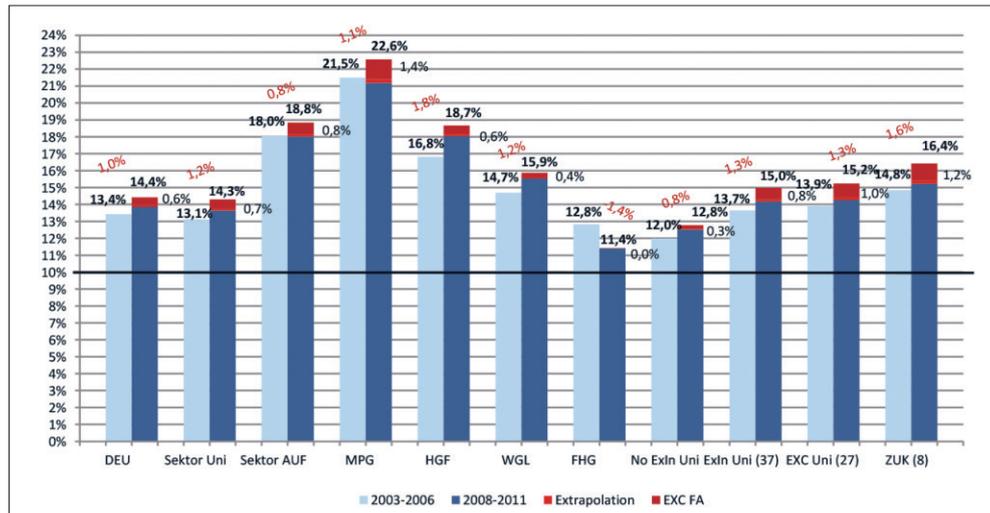


【出典】 Die Exzellenzinitiative und das Deutsche Wissenschaftssystem, iFQ 研究所（2015）P.23より引用
 用語： Uni 大学
 AUF 公的研究機関

17 Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung
<http://www.forschungsinfo.de/>

18 Die Exzellenzinitiative und das Deutsche Wissenschaftssystem, ein bibliometrische Wirkungsanalyse, 2015,
https://edoc.bbaw.de/files/2445/BBAW_WID12_edoc.pdf（ドイツ語）

図表 27 成果分析 - 高引用論文の増加率



【出典】 Die Exzellenzinitiative und das Deutsche Wissenschaftssystem、iFQ 研究所（2015）P.40より引用

用語：DEU ドイツ全体
 Sektor Uni 大学全体
 Sektor AUF 公的研究機関全体
 No ExIn Uni エクセレンス・イニシアティブを受託していない大学
 ExIn Uni エクセレンス・イニシアティブのサブプログラムのうちいずれかを受託している大学
 EXC Uni エクセレンス・クラスターを受託している大学
 ZUK 未来コンセプトを受託している大学

研究者数は大学だけでなく研究機関でも増加している。また高引用論文数は、エクセレンス・イニシアティブを受託している大学で増加率が高い。とはいえ、傾向としてドイツは2000年代の初めから増加傾向にあり、あくまで数を増やすことではなく質の向上を目指しているとした上で、エクセレンス・イニシアティブがトップクラスの研究力の上昇に加速をもたらした可能性があると分析している。

2.3 基礎研究基盤の支援政策

1996年、連邦政府および州政府は合同で助成する研究機関と研究助成機関、特にドイツの基礎研究を支えるマックス・プランク協会（MPG）とドイツ研究振興協会（DFG）を評価するために、国際的に著名な委員から構成される委員会を設置した。MPGについては、研究所の新設、改変、閉鎖の原則およびプロセス、後者のDFGについては研究者から提出される申請を適切なプロセスに則って採択しているか、そしていずれの機関も大学と連携が機能し、若手人材育成に向けたスキームが構築されているか否かなどを総合的に評価することになった。最終的に、MPG、DFG、大学が公的研究機関として、科学的知識の移転を通じて、ドイツの社会と産業の将来を確保するためにどのように貢献できるかを評価し、ドイツの科学研究システムに対して以下のような提言を行った（1999年）¹⁹。

- 柔軟な科学研究システムを構築し、大学の研究力を持続的に強化することが最重要

¹⁹ Forschungsförderung in Deutschland (1999), <https://www.mpg.de/233502/990601-allianz-forschungsfoerderung-deutschland.pdf> (ドイツ語)

- 大学の競争的資金配分を担うDFGは、より自由に積極的な資金提供を実施できるようにする
 - MPGと大学が相互に門戸を開き連携を強化、共同研究の他、人材流動を促進
 - 研究機関と産業界間の人材流動を簡素化し、研究成果の応用を推進
 - 大学教授資格（Habilitation）²⁰の廃止とテニユアトラック等の導入で長期的なキャリアの見通しをつける
 - 既存の構造的障害を排除し女性研究者を積極的に登用
 - 研究人材の国際的な雇用市場で競争力をもつため給与や待遇を各機関が自律的に設計可能とする、
- といった提言を出し、さらに同委員会はMPG以外の公的研究機関であるヘルムホルツ協会（HGF）とライプニッツ協会（WGL）についてもシステム評価を行い、ドイツの研究力と国際競争力の向上に向けた適切なシステム改革と解決策を検討することを促した。

2.3.1 研究イノベーション協定（PFI） 導入の背景と目的

研究実施機関の財務計画の実行確実性と、研究環境整備を組み合わせ、当該機関の安定した成長と積極的な発展を保証することを目的に、2005年、連邦政府と州政府は大学外研究機関の研究能力強化を目的とした研究イノベーション協定に合意した。各機関は増加分の基盤経費で、

- デジタル化の推進、オープンアクセスとオープンデータの拡大
- 社会へのアイデア、知識、技術の移転、とくに中小企業との連携
- 研究機関間の連携、国際化の推進
- 若手研究者、女性研究者への支援
- 統合されたデジタルインフラの整備

の5点を重点的に図ることになっている。具体計画は各機関の方針で決定し実行する。科学の自由を尊重して、政府の管理を極力削減し各機関が柔軟に計画を実施、また変更についてもそれぞれ委ねられている。研究成果の量的質的な増加の他に、上記重点に基づき、雇用の確保、若手人材の育成、産学連携の強化、女性登用率の増加等の指標を報告する。年に1度、連邦と州の合同組織、合同科学会議（GWK、議長：連邦教育研究相）への報告書提出が義務付けられ、GWKはこの報告書と各機関の5つの目標に関する報告に基づいて評価報告書を作成している。PFIはいわゆる競争的資金ではなく、基盤的な経費を増額するが、科学技術政策の文脈で考えると次の3つの方法で競争原理が内包されているとされる。次項のエクセレンス・イニシアティブと合わせ、第一にドイツの科学的な国際競争力を高めるといった目的があること。さらに、それぞれの研究機関内の組織的競争の手段を継続的にさらに開発し、効率的に設計するとされていること。最後に組織内部の資金配分を競争的に実施することが前提となっていることである²¹。

同協定は、第1期（2005年）から第3期（2015年）まで5年ごとに更新され、さらに第4期（2021-2030年）についてはプログラム実施の期間が10年間となり、4期については中間の2025年に中間評価が予定されている。

20 大学教授資格（Habilitation）：ドイツでは大学で教鞭をとるには博士号（Doctor）取得後にHabilitation（記述と高等試験）に受かり始めて教授（Professor）となる。博士論文では研究の、教授論文では教育（講義）の能力を示すとなっているものの、学博士号取得も平均で5年以上かかるドイツでは教授資格取得時の年齢が30歳を超えることも多く、欧米に研究者が流出する理由であると長年指摘されてきた。

21 Torger Möller, German Centre for Higher Education Research and Science Studies (DZHW) 2016 Messung möglicher Auswirkungen der Exzellenzinitiative sowie des Pakts für Forschung und Innovation auf die geförderten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen（ドイツ語）

2.3.2 プログラム実績と当面の成果

同協定の対象となるのは、4つの公的研究機関（参照1.3.3公的研究機関）であるフラウンホーファー（FhG）、ヘルムホルツ協会ドイツ研究センター（HGF）、マックス・プランク（MPG）、ライプニッツ（WGL）および大学の研究資金を配分するドイツ研究振興協会（DFG）である。2007年から2010年まで（Pakt1期）では、各機関に少なくとも年3%ずつ運営費交付金を増加、また2011年から2015年まで（Pakt2期）では年5%に増額された。エクセレンス・イニシアティブ同様、ドイツの科学技術拠点としてのプレゼンスを持続的に強化し、国際的な競争力を引き続き維持するためイノベーションの環境を整備することが明言されている。Pakt1-2期で34億€あまりが投資された。3期ならびに4期はいずれも基盤経費増額が前年比3%となっている。Pakt3期は合計39億€が助成され、1-3期を通して70億€を超えている。毎年の報告書の他、BMBFの委託によりフラウンホーファーシステムイノベーション研究所（ISI）がビブリオメトリックな報告を期末に発表している²²。これによると、助成期間（1期・2期）を併せて論文の成果も上がっていることを示している。

図表 28 研究イノベーション協定 助成期間別の平均論文数

	2001-2005	Pakt I 2006-2010	Pakt II 2011-2014
FhG	756	1,027	1,536
HGF	6,097	7,728	11,052
MPG	7,221	8,440	9,900
WGL	3,316	4,402	5,687
公的研究機関合計	16,329	20,235	25,731
大学	52,570	61,602	73,237

【出典】Erfassung und Analyse bibliometrischer Indikatoren, BMBFを基にCRDS作成

2.4 産学連携・拠点政策

1.3. 科学技術・イノベーション政策に関連する組織の項で触れた通り、ドイツは全国各地に特色があり、国際競争力のある産業が散在している。さらに公立の総合大学のほとんどが州立大学なので、州政府の産業政策と高等教育政策の立案者が同一で、伝統的に産業とアカデミアの距離が近いといえる。さらにここにフラウンホーファー協会（FhG）に代表される公的研究機関、地元金融機関、商工会議所といったアクターが近くネットワークされていて、地域のエコシステムが既に形成されている。産学の連携を推進し、科学と産業が出会う場を州政府が整備し、そこに連邦政府によるファンディングが付加されるという形でこの25年あまりドイツの産学連携クラスターは成長している。例をあげると、ドイツ南部バイエルン州の州都ミュンヘン市に整備されているバイオクラスターは、ミュンヘン市中心部から地下鉄で30分ほど南に行った市境部マーティンス

22 BMBF, Pakt für Forschung und Innovation (ドイツ語)
https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/das-wissenschaftssystem/pakt-fuer-forschung-und-innovation/pakt-fuer-forschung-und-innovation_node.html

リード (Martinsried) にある。同敷地内には、ミュンヘン大学 (LMU) 病院、ミュンヘン工科大学 (TUM) 病院 (いずれも州立) の他、ミュンヘン大学の化学系の学科が研究室を構え、ヘルムホルツ研究センター、マックス・プランク研究所、スタートアップのインキュベーション施設として建設された起業センター等が集約している。これは 1991 年にバイエルン州政府が重点支援分野、バイオ、IT、航空宇宙、環境エネルギーを決めた州のイノベーション政策に基づいている²³。このクラスターは次項以降で紹介する連邦政府による産学連携クラスタープログラムの助成を断続的に受け EU 域内でも指折りのバイオ研究拠点となっている。

2.4.1 産学連携クラスタープログラムの歴史と特徴

先端クラスター競争プログラムは、既存のクラスター組織および管理構造を備えた既に確立された拠点を促進することを目的としており、さらなる資金調達の枠組みの中で、世界的に高い研究レベルからイノベーションの創出を目指していた。対照的に、未来クラスター・イニシアティブは、イノベーションプロセスの初期段階で始まる。基礎研究の優れた成果に基づいて地域のパートナーを結び付け、それによって新しいクラスターを作成することを目的としており、先端技術、最新の科学的手法および機器をできるだけ早く応用し、未来志向の知識とバリューチェーン構築を主に地域志向のアプローチで確立しようとしている。

1996年にバイオテクノロジー分野に特化し、大学と研究機関からの技術移転を目指した連邦政府によるクラスタープログラム、ビオ・レギオがスタートした。このクラスターは、バイオテクノロジーの研究と産業の促進だけでなく、同分野のイノベーション創出のためのバイオベンチャー支援も同時に行ったという特長がある。その後、連邦および州政府がさまざまなクラスタープログラムを実施したが、その発端となったプログラムとみられている。ビオ・レギオ (BioRegio, 1996年-2000年) と後継プログラムのビオ・プロファイル (BioProfile, 2001年-2005年) は 1990年代後半から 2000年代初頭にドイツのバイオテクノロジー産業を活性化しただけでなく、起業ブームをもたらしたことで高く評価されている²⁴。ビオ・レギオプログラムの基本原則は「強い者をさらに強く」であり、その背景には基礎研究では生物・医学分野は高度に専門的な高いレベルの研究者がいて、化学・創薬の産業に伝統がありながら、医薬品市場では米欧と日本の後塵を拝していることがあった。2006年に出されたプログラム評価報告書によると、両プログラムに採択された7つのクラスターはドイツ国内にある他の14か所のバイオクラスターと比較して特許申請数、起業数ともに高く、またM&Aを除いた廃業数も比較的低い値となっている。その理由は、産業集積が進んだクラスターでは新規起業したスタートアップにとって顧客獲得やベンチャーキャピタルへのアクセスなど環境が恵まれていることがあげられている。ドイツ国内にあるバイオテクノロジー関連企業の57%が7つのクラスター地域に集中していることからその環境の違いがわかる。また、助成期間中ドイツ研究振興協会 (DFG) の生物・医学領域のうち約5割の研究助成金が7クラスター地域の大学および研究機関に拠出されたという実績は、産業だけでなく基礎研究のレベルの高さを物語る。ビオ・レギオおよびビオ・プロファイルの目的は、バイオテクノロジー分野の地元ネットワークを構築し、VC市場に対する法整備、結果バイオテクノロジー分野でドイツの国際競争力を強化し、起業を促すことだった。欧州1位のバイオテクノロジー産業を創成するという目標は2006年までに企業数では欧州1位のなったものの、上場しているバイオ企業の売り上げでは英国に及ばず、2006年に発表されたハイテク戦略でも継続してバイオ産業の支援と売上および雇用者数で欧州1位になる目標が設定されたという経緯がある。

23 海外の研究開発型スタートアップ支援、CRDS 2017
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2017/OR/CRDS-FY2017-OR-01.pdf>

24 評価報告書 Evaluation der Fördermaßnahmen BioRegio und BioProfile/ BMBF 委託調査 2006

2.4.2 先端クラスター競争プログラム

先端クラスター競争プログラム（SCW²⁵）は、連邦政府のハイテク戦略の旗艦プログラムとして2006年から2017年まで実施された。合計15の最先端のクラスターが3回の採択ラウンドで選ばれ、それぞれが5年間で最大4,000万€の助成を受けた。この間、3,000を超える企業、大学、研究機関、およびその他のステークホルダーが関与し、産業側は同額以上の資金投資をコミットするマッチングファンドとなっていた。15のクラスターで1,600以上のプロジェクトが実施され、合計5億7,600万€を超える金額が連邦政府から拠出され、民間資金を併せると総額は約11億5,000万€となった。

採択の要件は、各地域のイノベーションとバリューチェーンにすべてのステークホルダーが関与することで、既にクラスターとしてのベースがあり、企業および個人の投資家による積極的な投資が計画されていることだった。また、国際競争力を持つこと、または強化するために、拠点ごとの戦略や若手人材の育成、専門的なクラスターのマネジメントができる地域を選んだとされている。一方、研究開発のテーマはオープンで各地域の強みと既に存在するエコシステムを活用して助成期間である5年を目途に成果を出す、というかなり出口よりのクラスタープログラムだった。

2008年-2014年に実施された、先端クラスター競争プログラムの評価報告によれば、同プログラムはクラスターの戦略的および技術的開発、地域およびセクター環境への影響、持続的な価値創造におけるイノベーションの可能性の実装に関して高く評価されている²⁶。

2.4.3 未来クラスタープログラム

先端クラスター競争プログラム（SCW）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€、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出、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。

先端クラスター競争プログラム（SCW）との違いは、SCWが既に確立されているクラスターを促進することを目的としているのに対し、未来クラスターは、イノベーションフェーズのはるかに早い段階から助成を開始

25 Spitzenclusterwettbewerb Programm
https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/der-spitzencluster-wettbewerb/der-spitzencluster-wettbewerb_node.html

26 Abschlussbericht der begleitenden Evaluation des Spitzencluster-Wettbewerbs
<http://www.rwi-essen.de/spitzencluster.pdf> (ドイツ語)

していることである。後者は、基礎研究の優れた成果に基づいて地域パートナーをイノベーション ネットワークに結び付け、それによって新しいクラスターを作成することを目的としている。

2.5 スタートアップ・中小企業の支援政策

産業技術の革新は将来のドイツ経済を支えるということで、ドイツ連邦政府の優先課題の1つであることは間違いない。しかしながら、国際競争が激しくなっていること、デジタル化によるゲームチェンジが起ころうとしていること、気候中立のようなグローバルで解決が容易でない社会的課題が山積していることから、既存の企業の研究開発支援の他、先端技術による破壊的なイノベーションや新産業の創出のための様々な取組がなされている。ドイツ連邦経済・気候保護（BMWK）は、連邦政府にとって初めてとなるスタートアップ戦略（Startup Strategy²⁷）2022年7月に発表した。戦略の策定に当たっては、2022年3月に6つのテーマ（資金調達・人材獲得・従業員持ち株制度・女性起業家・科学からのスピノフ・データ）でのワークショップが開催され、オンラインでの意見聴取（約80件）も行われ、結果として下表の10の項目からなる包括的な戦略が策定された。

図表 29 スタートアップ戦略主要項目

連邦政府・スタートアップ戦略 主要項目
スタートアップへの資金提供を強化する
スタートアップの人材獲得を支援する：従業員持ち株制度をより魅力的にする
起業精神を鼓舞する：起業をより簡単に、デジタル化する
女性起業家・起業の多様性を強化する
科学からのスタートアップを促進する
公益志向のスタートアップのための枠組み条件を改善する
公共調達契約に対するスタートアップの対応能力を駆動する
スタートアップ企業によるデータへのアクセスを促進する
リアルラボの強化—スタートアップ企業によるアクセスを促進する
スタートアップを中心に据える（エコシステムのネットワーク強化）

【出典】 Start Up Strategy of the Federal Government, BMWK 2022

このほか未来資金（Zukunftsfond）が、ドイツのベンチャーキャピタル市場の拡大、とりわけ近年不足していると考えられている、より後期段階の資金調達を充実化するため、2021年3月に設立が決定された。連邦政府から100億€の資金が提供され、民間・公的機関のパートナーの資金と合わせて、最低300億€の資金を動員することを目指している。ドイツ復興金融公庫（KfW）が管理・運営を委託されており、現時点では4つのモジュールが公開されている。

27 Start Up Strategy of the Federal Government, BMWK 2022
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Dossier/Digitalisierung-neu/start-up-strategie.html>

図表30 未来資金（Zukunftsfond）

モジュール	金額（予定）	概要・特徴
ERP/Future Fund Growth Facility	2030年までに合計25億€	ドイツまたは欧州に拠点を置き、アーリー・グロース期をカバーするVC基金で、ドイツ国内に大規模投資が可能なものを支援（既存のKfWキャピタルの拡大）。欧州復興計画（ERP）特別基金と共同出資
GFF-EIF Growth Facility	10年間で35億€	欧州投資基金（EIF）が管理するが、欧州復興計画（ERP）特別基金と未来基金、EIF資金の共同投資で、グロース・レイター期投資を対象とする基金を支援
Deeptech & Climate Fonds (DTCF)	10年間で最大10億€（100-3000万€/社）	未来資金・欧州復興計画（ERP）の特別基金から資金提供される民間との共同投資ファンドで、ディープレックに特化する。ディープレックの特性を踏まえ、少なくとも25年という長いファンド存続期間を目標とする
Venture Tech Growth Financing 2.0 (VTGF 2.0)	2030年までに12億€	グロース期にある技術志向の若い企業を支援する目的で資金を提供する。2019年より連邦政府とKfWによって実施されてきたVTGFプログラムを拡張するもので、KfWと民間金融機関が通常50%ずつのシェアで融資を行う

【出典】 連邦財務省 Zukunftsfonds²⁸

2.5.1 研究開発型スタートアップ支援 EXIST

1998年にスタートしたEXISTプログラム²⁹は、ドイツ国内の大卒者による起業数が少ないこと、大学の研究レベルは高いにも関わらず起業に関する講義が少なく、大学当局の起業支援も積極的に行われていないこと、90年代に起業数が増加したにも関わらず、大学発のスタートアップが少ないことから、その改善を狙いに連邦教育研究省(BMBF)³⁰によって策定されたプログラムである。現在第四期のプログラムが走っており、既に助成開始から20年を超える施策になろうとするドイツの他の制度と比較しても息の長いファンディングである。プログラム開始当時の目的は、大学に起業環境と文化を醸成し、大学の第三のミッションである技術移転を実現、成果を伴う起業支援と価値を創造するスタートアップで雇用を増やすことであった。助成対象も大学に限定されていたが、2006年以降になって大学外の公的研究機関へも門戸が開かれた。この20年間に、所管省がBMBFからBMWK³¹に替わっただけでなく、プログラム名も「大学からの起業」から「科学からの起業」³²に変更されるなど、改善改良を重ね現在に至る。第四期EXISTは3つのサブプログラムが運用されている。

● 起業奨学金（Gründungsstipendium）：個人およびチーム向けグラント

- 大学および公的研究機関に属する学生、研究者と卒業から5年以内の卒業生とされており、個人もしくは最大3名からなるチームが応募可能
- 起業準備期間の奨学金という位置づけで1年間支給され、採択者は大学・研究機関の支援を受けて事業計画を作成

28 https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Internationales_Finanzmarkt/zukunftsfonds.html (ドイツ語)

29 エクジストプログラム、EXIST University-based Business Start-Ups
<https://www.exist.de/EXIST/Navigation/EN/Home/home.html>

30 当時の名称：Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (連邦教育科学研究技術省)

31 2006年当時の名称：Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (連邦経済技術省)

32 Existenzgründungen aus der Wissenschaft プログラム名の直訳は「科学からの事業設立」

- 研究技術移転（Forschungstransfer）：チーム向けグラントで起業後の支援も行う
 - 技術的に高度な分野の起業計画立案を想定し、起業のベースとなる研究成果の開発を支援するプログラム。大学あるいは研究機関に属する研究チーム（最大3名の研究開発担当、1名の経営担当）で応募する
 - 第1フェーズは原則最大18か月間・25万€の助成で、事務手続きに関わる一般的な知識を教えるセミナーコースの他、個別指導、外部のアクセラレーション・プログラムへの参加促進がなされる
 - 第2フェーズの支給は、助成開始前に会社設立の商業登記が終わっていることが条件で、開発の継続や外部融資獲得のためという名目で最大75%、18万€までのグラントを支給
- 起業文化（Gründungskultur）：大学の起業ネットワーク支援
 - 大学と研究機関を対象とし、起業醸成と環境の改善、研究開発に依拠した革新的な起業数を増やすことが目的
 - 2019年以降はEXIST-Potentialeという名称で新たな公募を開始し、第一段階のコンセプトフェーズで192校、第二段階のプロジェクトフェーズで142校が承認された

なお、起業奨学金プログラムは2005年から、起業文化プログラムは2007年からEUの欧州社会基金（ESF）との共同出資で実施されている。EXISTは単に大学の起業支援および起業家育成プログラムを助成するのではなく、大学当局が地域のインフラや産業を動員して起業ネットワークを構築することを支援したことに特長がある。1996年の第一回公募では109件の申請の中から先ずは12コンソーシアムが書類選考に残り、最終的に5か所のモデル・イニシアチブが採択された。1つのコンソーシアムは2~3大学と複数の産業パートナーが参加しており、このグラントにはほぼ全ての公立大学が何らかのコンソーシアムを形成して応募したことになる。1990年後半のITブームによってスタートアップと新しい市場への期待が大きかったことが伺える。採択に漏れた大学も、大部分が申請要件を満たしており、連邦政府からの助成はなかったものの、州政府などからの公的な支援を受けることができたため、起業環境整備の気運が高まり多くの大学に起業支援部などが設立された。その後、2000年になって初めて、個人およびチーム向けの起業支援グラントであるエクジストシード（EXIST-SEED）が始まった。このサブプログラムは現在の起業奨学金の原型となった、起業準備期間1年間のグラントである。第一期のEXISTでは主に学部生を対象にし、設立された企業もIT系やサービス分野が中心であった。現在では、大学院生およびポスドクへの支援に拡大し、IT系に限らず研究成果の市場化を積極的に支援している。2022年から2026年までに総額約5億1,000万€の資金が計画されており、そのうち2023年には約1億700万€が予定されている³³。

2.5.2 中小企業研究開発支援 ZIM

中小・中堅企業主要革新プログラム³⁴（ZIM）は連邦経済気候保護省（BMWK）が所掌する助成プログラムで、中小企業（SME）の研究開発を支援する目的で、2008年にスタートした。中堅企業と共同で研究開発を行う研究機関や大学も併せて助成し、資金は特定の技術や産業分野に限定されない。ZIMは、現在の4つのサブプログラムから構成されている。

33 Finanzbericht 2023、BMF
https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Downloads/Broschueren_Bestellservice/finanzbericht-2023.pdf

34 BMWK、Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/SME-Sector/technology-neutral-project-support-01.html>

図表31 ZIMサブプログラム一覧

ZIM	助成内容
個別プロジェクト	企業による個別の研究開発プロジェクト
協力プロジェクト	少なくとも2つの企業または企業と研究機関による共同研究開発プロジェクト
イノベーションネットワーク	少なくとも6社との革新的なネットワーク、あるいは4社と2社の外国企業との国際ネットワークの構築

【出典】 BMWK、Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand

助成対象は、従業員数が最大499人（年間売上額が5,000万€未満）の企業で、2020年のガイドライン更新³⁵に伴い、助成額上限を1企業あたり55万€、研究機関あたり22万€、プロジェクト総額の上限が230万€に引き上げられている。また2015年のガイドライン更新では、国際化を促進とプログラム構造を簡素化することに重点が置かれており、国際ネットワークの構築には10%増額して助成されている。

図表32 ZIM助成率

企業規模	個別プロジェクト	協力プロジェクト	イノベーションネットワーク
小企業（旧東独地域）	45%	50%	55%
小企業（旧西独地域）	40%	45%	55%
中規模企業（250人未満）	35%	40%	50%
中規模企業（500人未満）	25%	30%	40%
研究機関	-	100%	100%

【出典】 BMWK、Das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand

対象とする企業の規模はEUのSMEの定義に沿って、小企業（従業員数50人未満/年間売上1,000万€未満）、中企業（250人未満/5,000万€未満）となっている。助成期間は8ヶ月～最長3年間で、申請から助成承認までは概ね2ヶ月を要する。

2019年に公開された包括的な外部評価³⁶では、ZIMが助成する企業プロジェクトは、バリューチェーン全体の技術レベルに刺激を与えるという評価がなされるなど、中小企業のR&D活動に一定の効果を上げていると認識されている。このほか州政府およびEUの幅広い資金調達プログラムが利用されており、研究開発に関して中小企業の力は限られているため、こうした助成プログラムが大きな役割を果たしている。特に従業員数50人以下の小企業は、10万€程度のプロジェクトを実行する余裕がないこともあり、公的資金が非常に

35 <https://www.zim.de/ZIM/Navigation/DE/Meta/Englisch/englisch.html>

36 BMWK, Evaluation des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) (ドイツ語)
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/evaluation-des-zentralen-innovationsprogramms-mittelstand-zim.pdf>

重要となっている³⁷。

2023年は6億9,400万€が計画されている³⁸。

2.5.3 産業共同研究支援プログラムIGF

大企業と違って企業内での研究開発が難しい中小企業の中には、業界団体などを中心に研究共同体を組織し、同業他社間の連携が特徴である。いずれのプロジェクトも競争前段階の研究でありプロジェクトの成果は共有される。ドイツ全国にはこうした研究共同体が106あり、全ての研究共同体はケルンの産業技術研究共同体連合（AiF）に会員として登録されている。これらの研究共同体が行う共同研究には連邦経済省の助成金も交付されている。1件のプロジェクトの期間の平均は3年間で、現在、約1,800件のプロジェクトに補助金として連邦経済労働省（BMWK）から支給されている。申請はAiFを通して行われ、助成金もAiFを通じて交付される。一部の共同体では自前の研究所を持ち、自前の研究所を持たない共同体では、大学や公的研究機関に研究開発を委託する。これらの共同体には5万社以上の企業が直接・間接に参加しているが、これらの企業の9割以上が従業員1,000人以下の企業である。助成の条件は、当該研究共同体が独自資金で別の研究開発プロジェクトも行っており、その投資額が助成を受けようとするプロジェクトと同額以上であること、助成を受けようとするプロジェクトが参加企業の必要性に基づくテーマの応用研究開発プロジェクトであることとなっている。プロジェクトが助成対象として認可されると、経費の100%が補助され、付随する費用は企業またはその共同体が負担する。サブプログラムとしCORNET（国境を越えたプロジェクト協力による国際レベルでの研究活動のネットワーク）、PLUS（基礎研究の側面プロジェクト、またはプロセス、製品、サービスへの実装のためのプロジェクト）、SME向けの主要技術（さまざまな部門によるマルチパート研究プロジェクト）などいくつかのオプションがあり、プログラムの管理サポートは、AiFが行っている³⁹。BMWKからの研究費は企業ではなく、産業団体付属の研究所もしくは研究の拠点となる大学/専門大学/公的研究機関に支払われる。2023年度予算は1.77億€⁴⁰

2.6 デジタル化政策

ドイツ企業が国際的なICTの市場でリーダーとなるため、適切なイノベーションのための資金調達手段を構築して、スタートアップや革新的な中小企業を支援して成長を促進する必要がある。連邦政府は、ますますデジタルネットワーク化される世界で起こる社会構造の変化に対処し、生活、学習、仕事、ビジネスを行うための枠組みを作ることを目指している。

37 フラウンホーファー国際マネジメント・知識経済研究所 IMW、
Bedeutung der FhG für den Mittelstand 2016, (ドイツ語)
<https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/leistungsangebot/wirkung-von-forschung/Studie-Bedeutung-der-Fraunhofer-Gesellschaft-fuer-deutschen-Mittelstand.pdf>

38 Finanzbericht 2023、BMF

39 BMWK,
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Technologie/vorwettbewerbliche-forschung-fuer-den-mittelstand.html>

40 Finanzbericht 2023、BMF（2022年12月閲覧）

2.6.1 デジタル・アジェンダ 2014-2017からデジタル化戦略まで

2014年に出された、デジタル・アジェンダ 2014-2017⁴¹では、成長と雇用、アクセスと参加、信頼とセキュリティという3つの主要な目標に関するデジタル政策のマイルストーンを定義した。具体領域としては、

- 未来の生産システム、製造業のデジタル化、インダストリ 4.0
- 未来のモビリティ、自動車および新しい輸送システム
- 未来の医療システム、ヘルスケアおよび e-ヘルス
- 未来のエネルギーシステム、スマートグリッドおよびエネルギーシステムの最適化
- 貿易、流通、ロジスティクスの最適化

が挙げられている。

その後、デジタル産業見本市 CeBIT2016 でデジタル戦略 2025⁴²（2016年）が発表された。ドイツでデジタル・トランスフォーメーションを成功させるために、必要とされる重要な措置と手段について記述されている。特にデジタルプラットフォームに焦点を当て、デジタル規制に関する具体的な提案、デジタル経済における公正な競争と、個人の基本的権利とデータ主権の保護を目的とした。2022年8月に連邦政府は、デジタル戦略（Digital Strategy）⁴³を発表し、これまでのデジタル化に関する諸政策を包括する形で、今後10年間をデジタル化進展の10年と位置づけ、各施策を実施する。デジタル化はすべての連邦省庁が協力して取り組んでいる横断的なタスクであり、同戦略は各省庁のデジタル政策の優先事項と共通の目標を示している。「ネットワーク化されたデジタル主権社会」、「革新的な経済、労働環境、科学と研究」、「学習、デジタル状態」の3つの行動分野に分けられている。主管省は連邦デジタル交通省（BMDV）、連邦財務省（BMF）、連邦経済・気候保護省（BMWK）、首相府（BK Amt）となっている。

省庁連携のための取り組みとして、2006年以来デジタル・サミット⁴⁴（2016まではITサミットの名称）が毎年開催されている。デジタル化と経済のデジタル・トランスフォーメーションを推進するための中心的なプラットフォームとして機能している。デジタル・サミットのサブグループでは、産業、アカデミア、市民社会の代表者が、デジタル化推進を目的としたプロジェクト、イベント、イニシアティブを年間通して開発している。サミット本会議では、各プロジェクトの成果が示され、さらにデジタル政策の課題と解決策が議論されている。

現状、ドイツのデジタル化はやや進展が遅れていると認識されている。EUの報告書によると、欧州27か国との比較でもインフラと電子政府の整備に特に遅れが目立っており、デジタル戦略でも特に行政のデジタル化を積極的に推進するとなっている。

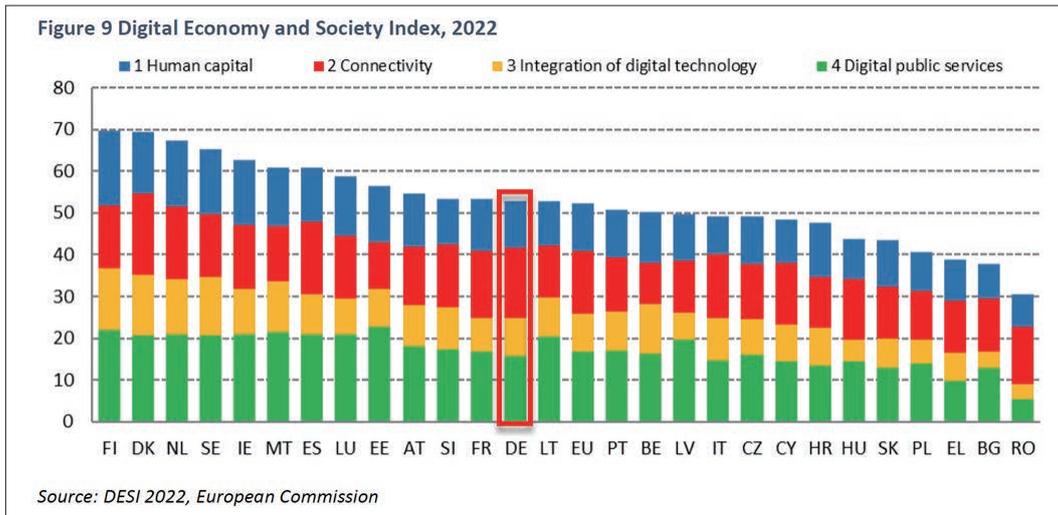
41 Digital Agenda 2014 – 2017, BMWK 2014,
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/digital-aganeda-2014-2017.pdf>

42 Digital Strategy 2025, BMWK 2016,
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/digitale-strategie-2025.html>

43 Digital Strategy, BMDV 2022,
<https://bmdv.bund.de/SharedDocs/EN/Documents/Press/pm-063-en-long-version.pdf>

44 Digital Summit
<https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/EN/Dossier/digital-summit.html>

図表 33 デジタル経済社会インデックス 2022



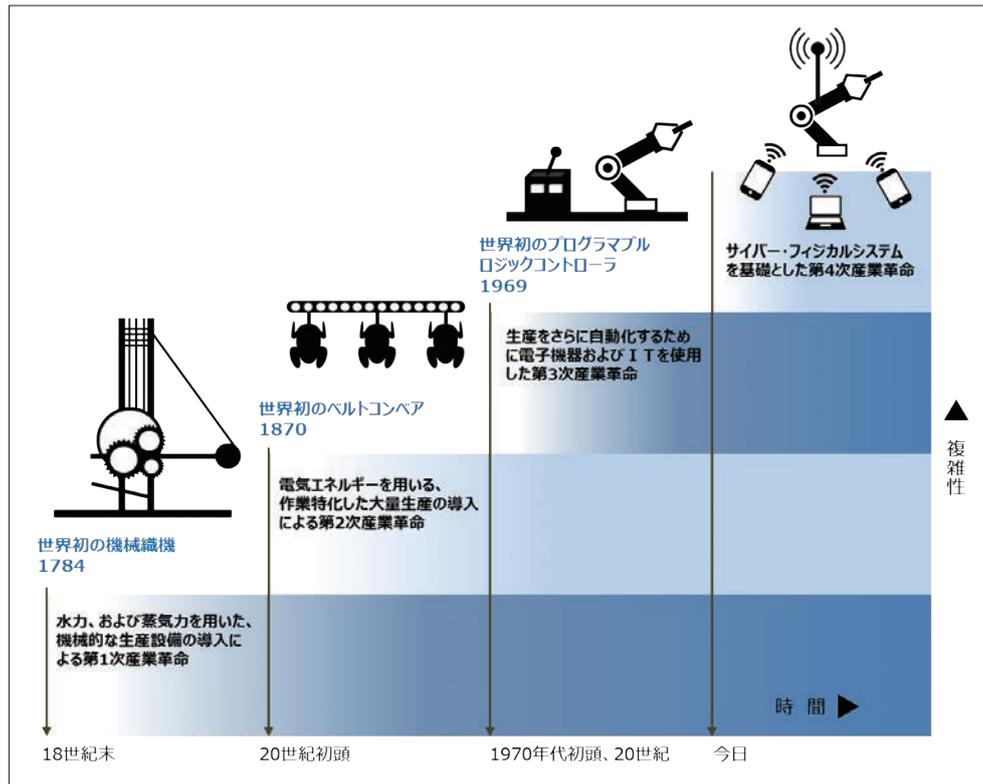
【出典】 欧州委員会 DESI2022⁴⁵より引用

2.6.2 インダストリ4.0

第四次産業革命を意味するインダストリ4.0は、IT技術で製造業の大幅な改革を目指す施策の名称である。もののインターネット（Internet of Things/IoT）や生産の自動化（Factory Automation）、サイバーフィジカルシステム（CPS）等の技術を駆使し、工場内外のモノやサービスをつなぐことで、今までにない価値や、新しいビジネスモデルの創出を狙った次世代製造業のコンセプトである。現代の製造業が直面している課題は、主に生産性、スピード、柔軟性であり、インダストリ4.0を実現することによってこれらを克服し、このための技術開発や産業構造の変化を推進する。

45 Digital Economy and Society Index DESIは、ヨーロッパの全体的なデジタルパフォーマンスを評価し、デジタル競争力をモニタリング。欧州委員会が年次ベース報告書を発効している。
<https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/88764>

図表34 産業革命の各段階



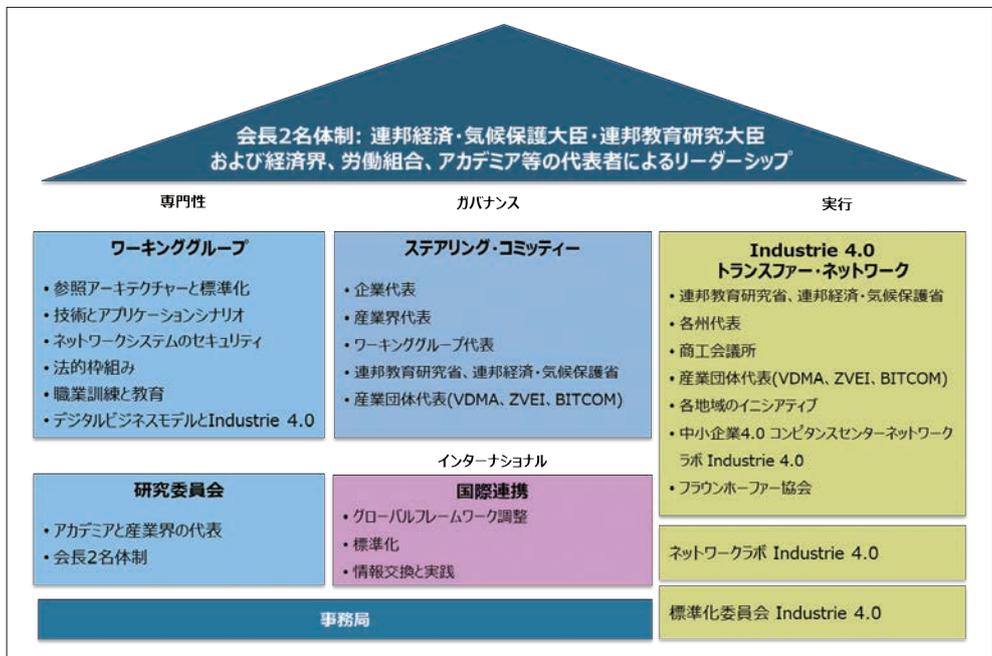
【出典】Industrie4.0 プラットフォーム実施勧告提言 2013⁴⁶よりCRDS作成

「次世代の製造業への変換のためにはドイツはデュアル戦略を追求していく」と、実施勧告提言に記述されている。デュアル戦略とは、1つにドイツの機械、設備産業が今後も世界市場で主導的な地位を維持するために、情報通信技術と伝統的な製造業を帰結的に統合し、知識集約的な技術のサプライヤーになること。一方で、サイバーフィジカルシステム（CPS）技術を生産現場にいち早く実現して高効率な生産を行い、生産拠点としてのドイツを確固たるものとして自動車を始めとした製品を世界に向けて輸出していくことの2つを同時に達成するものである。主導的な生産技術提供者としての視点では、世界第三位の機械輸出力と、情報工学、ソフトウェア開発力を連携させることで、革新的な飛躍が可能であるとしている。これらを実現するためには、既に存在する技術とCPSを組み合わせ、改良を行い、自動化技術やシステム最適化における革新を推進し、新しい時代の価値創造ネットワークに向けたビジネスモデルを作り出し、製品とサービスを結び付けること、を目標とする。生産拠点としての成功の鍵は、複数の製造拠点や工場内の各部門をネットワーク化し、企業の境界を越えた協力体制を構築することであるとしている。さらに、生産だけではなく、デザイン、部品や素材の調達、プログラム、輸送、メンテナンスまで価値創造ネットワークや製品ライフサイクル（PLC）までを網羅した、論理的で一貫したデジタル化が必須である。新規に形成される価値創造ネットワークに、今日すでに地球規模で活躍しているグローバル企業とドイツ国内でニッチな市場を支えている中小企業を統合することが、産業構造にバランスをもたらし、ものづくり国家としての本質的な強さにつながっていくとしている。

46 ドイツ工学アカデミー acatech, Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0, 2013 <https://en.acatech.de/publication/recommendations-for-implementing-the-strategic-initiative-industrie-4-0-final-report-of-the-industrie-4-0-working-group/download-pdf/?lang=en>

研究開発ならびに市場への応用を推進するため、インダストリ4.0 プラットフォーム⁴⁷という産学官の推進協議会が組織され、2013年4月に発足した。8つの優先開発分野を特定、それぞれワークグループ（WG）を設定し研究開発のロードマップ作成、実行した。

図表 35 プラットフォーム インダストリ 4.0



【出典】 Platform INDUSTRIE 4.0, 2022より CRDS 作成

このように産官学の推進協議会を組織して、機関やステークホルダーが役割分担をしてそれぞれの領域で責任をもってプロジェクトを推進するスキームは、後続の各種戦略でも実施されている。

世界的に注目されたインダストリ4.0イニシアティブから10年が経過し、2021年から22年にかけてドイツではさまざまなイベントが開催されたり、評価に関するレポートが出されたりした。デジタルサービス、とりわけBtoC（対消費者）市場では米・中の後塵を拝するドイツだが、従来から強みを有する機械や化学製品の生産等のBtoB（企業間）市場では今後も優位を維持していくため、例えば産業向け人工知能（AI）の研究開発を重点領域として引き続きインダストリ4.0を進化/深化させていくべきといった今後の課題について新たな提言も出されている。2022年3月に発表された工学アカデミーの報告書によると、中小企業においてデジタル化のビジョンとスキルを有した人材の欠如が大きく、インダストリ4.0の進捗が滞っていると指摘している⁴⁸。

47 Platform Industrie 4.0, <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Home/home.html>

48 Management Summary of the Report: Identifying and understanding gaps in the implementation of Industrie 4.0, acatech 2022 <https://www.acatech.de/publikation/blinde-flecken-i40/download-pdf>

2.6.3 AI戦略と量子研究枠組プログラム

連邦政府は、新型コロナパンデミーからの経済復興のための景気刺激策として2020年6月に総額1,300億€の大型補正予算が組まれた。時限的な付加価値税の減税や電気料金の補助と同時に、研究開発に対し500億€の未来パッケージと称する⁴⁹施策パッケージを発表した。COVID-19ワクチンの開発を加速するプログラムの他、同パッケージで特に厚く投資が配分されたのが、将来のエネルギー源としてのグリーン水素の製造において、ドイツが世界的なリーダーシップを発揮することを目指す水素の研究開発⁵⁰と、人工知能（AI）ならびに量子技術の領域である。いずれも2018年に策定されたAI戦略と量子研究枠組プログラムに対して、それぞれ20億€ずつの追加助成が措置された。本項では、デジタル化政策の中でも特にドイツが重視し、戦略的に施策を実施しているAIと量子の戦略について述べる。

2.6.3.1 AI戦略

2018年11月、連邦政府は人工知能（AI）戦略を採択した⁵¹。この戦略の目的は、国際競争におけるAIの研究、開発、応用の拠点としてドイツを強化することで、AI戦略の実施のために2025年までに合計50億€を準備した。2019、2020、2021年の連邦予算に、それぞれ5億€、ポスト新型コロナの経済刺激策「未来パッケージ」から、さらに20億€が充当された。連邦政府は12の活動分野を示し、ドイツと欧州でのAIエコシステムの確立と拡大に焦点を当てている。“AI Made in Europe”とAI分野の研究および科学拠点としてのドイツの魅力を高めるという目標を追求しており、次のような方針で各施策を実施している：

- 国内でより多くのAI専門家を養成、雇用する
- 国際的に成果を上げられるような研究システムを確立し、研究開発を強化する
- 最新のAIおよびHPC等を整備する
- 中小企業、特に中規模企業において、社会的課題の解決や産業での研究の応用を促進する
- 起業と、AIをベースとしたビジネスモデルの開発を促進する
- 市民社会のネットワーキングと社会対話を支援し、AIプラットフォーム⁵²を介してコーディネーションする

研究開発の拠点として、6つのコンピテンスセンターを指定し、研究開発の推進とネットワーク構築を続けている。連邦政府は拠点ごとに年間最大5,000万€を拠出、ここに追加的に当該大学や研究機関が存在する州の政府が資金を措置し、人材の育成も同時に行われている。

図表36 AIコンピテンスセンター 6拠点

拠点名	立地
BIFOLD – ベルリン学習・データ基礎研究所	ベルリン

49 Faktenblatt : Für ein zukunftsfähiges Innovationsland Deutschland 2020
https://www.bmbf.de/bmbf/sharedocs/downloads/files/090_20_faktenblatt_konjunkturpaket.pdf (ドイツ語)

50 The National Hydrogen Strategy 2020
<https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Energie/the-national-hydrogen-strategy.pdf?>

51 連邦政府 人工知能（AI）戦略 Artificial Intelligence Strategy 2018
https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html?file=files/downloads/Nationale_KI-Strategie_engl.pdf
連邦政府 人工知能（AI）戦略2020年版 Update、Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government 2020 Update
https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf

52 AIプラットフォーム、Germany’s Platform Artificial Intelligence,
<https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>

DFKI - ドイツ人工知能研究センター	カイザースラウテルン
MCML - ミュンヘン機械学習センター	ミュンヘン
ML2R - コンピテンス センター機械学習	ドルトムント/St.アウグスティン
ScaDS - スケーラブルなデータ サービスとソリューション	ドレスデン/ライプチヒ
Tübingen AI Center - チュービンゲン機械学習センター	チュービンゲン

【出典】BMBFウェブサイト⁵³

このほか、AI によって産業創出の機会を増やしさらに利益を得ることができるようにするために、ドイツ国内だけでなく欧州レベルの取り組みとして新しいデータベースのビジネスモデルと価値創造を目指している。データ主権確保のため連邦政府は、米国に依存しない欧州発クラウドインフラストラクチャである欧州統合データ基盤プロジェクト GAIA-X の構築に着手（2020年）した。セキュリティ、データ主権、データと機密の保護を保証し、欧州の競争力をさらに強化するために、AI の研究成果を GAIA-X に組み込んでいく。

欧州 GAIA-X 構想

欧州のデジタル主権 (Digital Sovereignty) 確保のため、安心して信頼できる欧州独自のクラウド/データインフラ構築を目指す取り組みで、データシステムの構築とシステムに蓄積・処理されるデータ管理を、非欧州企業に依存せず、欧州の自己決定により実行できる技術環境を整備する。2019年10月にドイツが主体となって構想発表、その後フランスと共に準備を進め、2020年6月にドイツの経済エネルギー（当時）相とフランスの経済・財務相が共同で最新の進捗状況を発表した。EU の行政府である欧州委員会も本構想を後押ししている。BMW・ドイツテレコム・SAP・ポッシュ・シーメンス等のドイツ企業と、アトス・オレンジ・サフランといったフランス企業の計22社が創設メンバーとなり、構想推進の非営利組織 Gaia-X Foundation をブリュッセルに設立した（2020年）これらの創設企業全体で、Gaia-X Foundation に年150万€を拠出、世界中に参加を呼び掛けており、現在、総勢300以上の企業・組織が参画している。GAIA-X 自体がクラウドサービスを提供するわけではなく、集中型インフラや分散型インフラを接続し、それらを均一で使い易いシステムにすることで、安全で信頼できるデータアクセス・共有機能を強化。EU 規模のデータ流通プラットフォームとして機能する。

【出典：GAIA-X <https://gaia-x.eu/> を元に CRDS で作成】

中長期的な AI 人材の育成に加え、現状の研究開発需要に応えるために、BMBF は AI 研究のために世界で最も優秀な人材をドイツに招聘することを計画している。AI のためのアレクサンダー・フォン・フンボルト財団のフェローシップ⁵⁴にAI特化の枠を作り、今後数年間で最大30名の教授を任命する。フンボルト財団は、

⁵³ https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/kuenstliche-intelligenz/kuenstliche-intelligenz_node.html（ドイツ語）

⁵⁴ フンボルト・プロフェッサーシップ：国際的に優れた科学者を海外からドイツに招聘、トップレベルの研究をドイツで実施し、研究拠点としてのドイツを強化することを目的としている。当初5年間はBMBFからその後は招聘元の大学が負担する。大学、および研究機関は大学との協力によって候補者のノミネートは可能。受賞者はドイツ国外で就労する必要があるだけで、国籍不問。ドイツ国籍保持者で帰国して教授就任することも可能。
<https://www.humboldt-foundation.de/en/apply/sponsorship-programmes/alexander-von-humboldt-professorship>

実験系の研究者に科学に500万€/5年、理論系の研究者に350万€（5年）を支給する。加えて、AI コンピュテンス センターでの教授ポストを増やしたり、BMBF によるその他のイニシアティブが実施されたりしたことで2018年以降、100人を超える新しいAIを専門とする教授が雇用されている。

2.6.3.2 量子研究枠組プログラム

AI戦略に先立ち、連邦政府は量子技術に関する枠組プログラムを採択した（2018年9月）⁵⁵。このプログラムの目的は、量子システムを使用して新しいデバイスとプロセスを開発することである。量子技術は、経済と社会に重大な影響を与え、安全保障政策に関しても非常に重要である。量子技術の応用のための競争が、すでに国際的に始まっているという認識の下、これらの分野における研究開発の最前線におけるドイツの位置づけを保つために、次のような方針で各施策を実施している：

- 量子物理学分野の研究におけるドイツの地位を強化し、量子技術応用への道を開く
- 新しい経済的な機会と市場を準備するための正しい枠組み条件を作り出す
- 量子技術における産業界の指導的役割のための基礎を築く
- 国際連携パートナーと共に、ドイツとヨーロッパの安全と自治を確保する
- ドイツ国民に適切に情報を提供し、新しい重要技術への道と一緒に進む

枠組プログラムには2022年までに計画されている具体的な対策が示され、量子コンピューティング、量子通信、量子計測技術、基盤的技術を4つの柱として6.5億€、加えてポスト新型コロナ対策として新たに20億€が措置された。

AI戦略と同様、ドイツ国内の量子分野の研究開発を促進するだけでなく、欧州全体の目標であるデジタル・トランスフォーメーションの実現に向けた各種プログラムと同調するように戦略的に研究から市場への応用までを網羅したプログラムを実施している。例えばEUのデジタル・ヨーロッパプログラム（DEP）⁵⁶や、2018年にスタートしたFlagship⁵⁷の量子技術領域である。後者は、特定テーマでの産学連携拠点を形成し、そこでの活動に10年間で10億€の資金を提供する大型研究資金で、量子Flagshipの立ち上げに尽力したQuantum Coordination and Support Actionのコーディネータでヘルムホルツ協会ユーリヒ研究センター（Forschungszentrum Jülich）量子制御研究所のカラルコ教授（Prof. Tommaso Calarco）は、同プログラムの研究プロジェクトを主導している人物である。

このほか、連邦政府は、サイバーセキュリティの革新のための機関（サイバーセキュリティ機構⁵⁸）の創設を承認した（2018年）。同機構は、サイバーセキュリティおよび関連する内外の安全保障上の需要を満たすため、重要な技術分野において高度なイノベーションの可能性を備えた野心的な研究プロジェクトへの資金支援と振興を目的としている。連邦防衛省（BMVg）は今後数年間、量子技術の潜在的な軍事応用分野の開発が戦略的焦点点となるとしており、具体的な技術領域を防衛省の研究資源でさらに発展させ、研究開発を加速することが期待されている。

- 55 連邦政府 量子技術枠組プログラム Quantum technologies – from basic research to market 2018
<https://www.quantentechnologien.de/fileadmin/public/Redaktion/Dokumente/PDF/Publikationen/Federal-Government-Framework-Programme-Quantum-technologies-2018-bf-C1.pdf>
 連邦政府 人工知能（AI）戦略2020年版 Update、Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government 2020 Update
https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf
- 56 参照：海外調査報告書 EUの研究・イノベーション枠組みプログラム Horizon Europe, 2022,
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2021/OR/CRDS-FY2021-OR-02.pdf>
- 57 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/quantum-technologies-flagship>
- 58 サイバーセキュリティ機構 Agentur für Innovation in der Cybersicherheit 連邦防衛省（BMVg）と連邦内務・故郷省（BMI）の共同所掌 <https://www.cyberagentur.de/>（ドイツ語）

3 | 科学技術・イノベーション政策の諸観点

伝統的にもものづくりに強みがあり、産業構造が似ていると言われている日本とドイツだが、政治体制、職業人材育成制度、大学制度等、大きく異なっている部分も多い。特にドイツは連邦政府と16の州政府が合同で政策決定をするため、政策決定プロセスが複雑で時間がかかる。一方、各州の産業政策と高等教育政策の連携が容易で産学連携クラスターが効率的に実施しやすい。2006年に開始されたハイテク戦略の下で実施された統合的なイノベーション政策において、ドイツでは当初から卓越した基礎研究の成果に基づいたイノベーション創出への期待から、基礎研究への厚い支援が実施された。大学と公的研究機関に対する基盤的経費と並んでプロジェクト・ファンディングの充実により特に若手研究者への支援が推進された。さらにイノベーションの拠点として、産学の連携が促進され、そのハブとなって機能したのがフラウンホーファー協会に代表される橋渡し研究機関である。また、従来ドイツが得意とする漸進的イノベーション、あるいはプロセスイノベーションを否定することなく、新しい時代に合ったイノベーション創出のツールとして、新しい機関を創設するに至った。本項では、日本との違いを踏まえた上で、特にこの3つの点について日本への示唆となるような観点を記す。

3.1 基礎研究への確実な投資と大学の研究力強化

大学院の研究力強化を狙ったエクセレンス・イニシアティブ（参照 2.2.1 エクセレンス・イニシアティブ概要）は2期12年の時限的なプロジェクト・ファンディングとして実施された後、2017年に制度化されエクセレンス・ストラテジー（参照 2.2.2 エクセレンス・ストラテジー概要）となり、連邦政府が初めて州立大学に対して基盤的経費を拠出する画期的な制度的革新が行われた。大学の差別化や大学と公的研究機関との連携において構造的な変化を遂げたと見られている。連邦政府が州立の大学に研究費を拠出できるようになったのは、2014年の連邦基本法第91b条第1項の改正による共同任務の規定に基づいている。こうしてプログラムによる時限的な支援から、制度化して恒久的に大学の研究力を強化するために、法整備までした連邦政府の本気度がうかがわれる。

エクセレンス・イニシアティブによる大学支援は、海外の優秀な研究者招致の資金源としても機能するなどドイツの大学の海外からの見える化にも貢献したといえる。州政府からの基盤的な経費も増加して大学が基礎体力を上げたところに、主に連邦政府からの競争的資金が措置されて大学の研究力が著しく向上したといえる。

図表37 プロジェクト・ファンディングならびに基盤的経費の増加 2005-2018

	2005	2010	2015	2016	2017	2018	対2005比
大学							
外部資金額 (€)	36.6億	58.8億	74.2億	74.6億	78.4億	82.9億	226%
基盤的経費 (€)	141.9億	154.7億	193.6億	201.0億	206.9億	218.6億	154%
外部資金の割合	21%	28%	28%	27%	27%	27%	
公的研究機関							
外部資金額 (€)	173.8億	261.9億	319.8億	319.9億	332.4億	356.8億	205%

基盤的経費 (€)	387.2億	480.4億	640.8億	653.0億	685.4億	705.9億	182%
外部資金の割合	31%	35%	33%	33%	33%	34%	

【出典】 Bundesbericht Wissenschaftlicher Nachwuchs 2021, Tab A6よりCRDS作成

現行のエクセレンス・ストラテジーでは、①7年ごとにエクセレンス・クラスターが選考され、②エクセレンス大学に採択されるためには2つ以上のエクセレンス・クラスターを獲得しなければならないとなっており、各大学は卓越した大学院の運営と大学外研究機関との連携を条件に競争的な性格を残した制度の下で基盤的な資金を調達することになっている。1回に限り延長が認められるエクセレンス・クラスターでは最長で14年の支援、また当該大学に分野領域は変わってもクラスターが2つ以上存在すれば半永久的にエクセレンス大学の称号が得られることになり、非常に息の長い大学研究支援が可能となる仕組みである。

大学や公的研究機関への基盤的経費とプロジェクト・ファンディングが共に増加したことで、この15年で雇用された研究者が増え、結果として論文数などのアウトプットと博士号取得者数も確実に増加している。研究実施機関への支援強化は、各機関の計画性向上や長期的な研究者雇用を可能にしているが、現在は任期付研究者の処遇をさらに改善すべく、シヨルツ政権の連立政権公約では、連邦政府はアカデミアの労働条件を改善するという目標を設定して、学問有期契約法 (Wissenschaftszeitvertragsgesetz) を改定することを掲げている。BMBF は同法改定に向けて2022年5月に出された最終評価報告書¹を受け検討委員会を発足した。魅力ある研究環境の提供のためにも、若い研究者のキャリアパスを計画しやすくし、より透明性と信頼性を高めるとしている。このため、教授就任へのパスとしてテニュアトラック制度の充実を図り、連邦・州政府は10億€を投じて、1,000名のテニュアトラックポジションを確保するとしている(2017年 - 2032年)²。ドイツでは博士号取得者は増加している。この博士号保持者はほとんどがアカデミアに残らず約8割が産業界や行政に就職し、就職率、給与・待遇の両面で博士号取得は報われるため、博士課程進学者は増える傾向にある。

図表 38 博士号取得者数 2005-2019

年	博士号取得者数 ドイツ国内	大学と公的研究機関の連携で博士号を取得した者
2005年	25,952	>840
2006年	24,287	>899
2007年	23,843	1,219
2008年	25,190	1,461
2009年	25,084	1,596
2010年	25,629	1,634
2011年	26,981	1,845

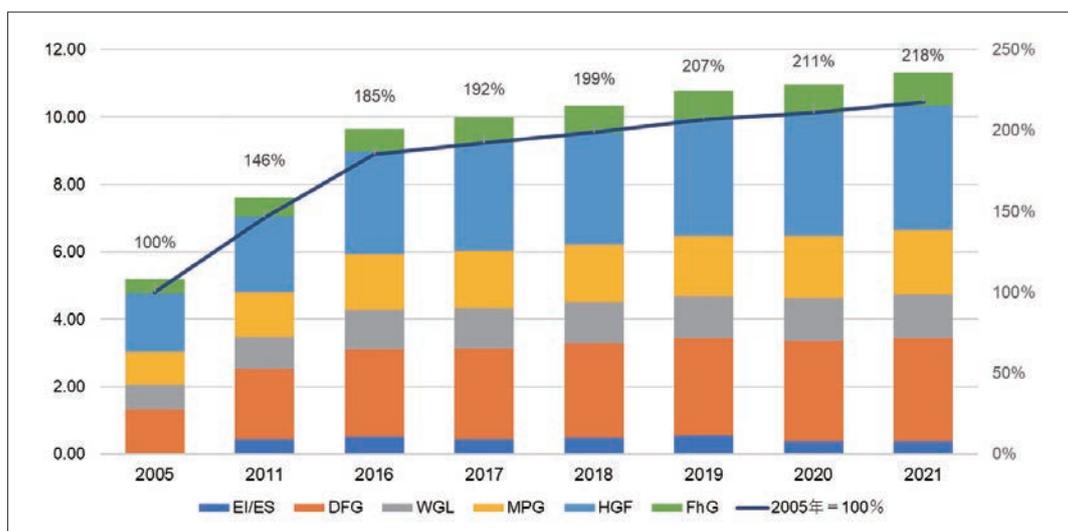
- 1 Evaluation des novellierten Wissenschaftszeitvertragsgesetzes, 2022
<https://www.bmbf.de/SharedDocs/Downloads/de/2022/abschlussbericht-evaluation-wisszeitvg.html>
- 2 Bundesbericht Wissenschaftlicher Nachwuchs 2021
<https://www.buwin.de/dateien/buwin-2021.pdf> (ドイツ語)

2012年	26,807	1,927
2013年	27,707	2,104
2014年	28,147	2,854
2015年	29,218	3,236
2016年	29,303	3,032
2017年	28,404	3,162
2018年	27,838	3,180
2019年	28,690	3,157

【出典】 Bundesbericht Wissenschaftlicher Nachwuchs 2021, Tab A5よりCRDS作成

さらに2.3.1研究イノベーション協定（PFI）導入の背景と目的の項で示した通り、2005年から15年に渡り連邦政府と州政府が合同で4つの公的研究機関（MPG、HGF、WGL、FhG）と大学の研究支援機関であるDFGの基盤的経費を毎年増加させるプログラムを実施してきた。これは2030年までの延長が決まっており、2020年以降に起きた新型コロナ禍やロシアのウクライナ侵攻によるエネルギー問題といった未曾有の国家的危機にあっても、予算削減されことなく当面基礎研究への厚い支援が続くことになっている。

図表 39 2005年以降増加した研究機関の基盤的経費



【出典】 Monitoring-Bericht 2022、GWK³より引用
用語：EI/ES エクセレンス・イニシアティブ/エクセレンス・ストラテジー

3 https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI_Monitoring_Bericht_2022_Band_II.pdf (ドイツ語)

3.2 産学連携とインセンティブを生むモデル

もともとドイツが持つ強みである、産学連携の強化も連立政権公約（2021年）に記載されている。実施中のBMBF未来クラスター（2.2.3. 未来クラスタープログラム）は、イノベーションフェーズのはるかに早い段階から助成を開始し、基礎研究の優れた成果と地域のパートナーを結び付けることで、新しいクラスターを作成することを目的としている。また、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年にリアルラボ・イニシアティブを始動した⁴。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、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。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、特定の地域で自動運転、ドローン、船舶のシステムや遠隔医療等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。このように、ドイツは科学技術・イノベーション活動の強みである産学の連携をさらに深化させ、イノベーションの創出に向けて弛まぬ努力を続けている。産学連携拠点の構築は各州政府に委ねる一方で、連邦政府は、研究開発の資金を提供、実証実験を通じて規制や標準を整理していくという構造である。

一方、我が国を取り巻くイノベーションの環境変化と産学官連携の実情は、産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン⁵によると、大学等技術移転促進法（TLO法）の制定、日本版バイ・ドール制度の導入といった環境整備や、先進的な個別の産学官連携事業への支援等を通じて、一定の成果をあげてきたとしながらも、これまでの我が国の産学官連携での共同研究においては、大学の教員や国立研究開発法人の職員と企業の研究者との個人的な関係を基盤として実施され、極めて小規模な費用に留まることが多いとされている。さらに、理工系分野の研究者に限らず、必要に応じて、人文社会系も含めた多様な分野の研究者が参加し、議論の進展に応じてメンバーやテーマを柔軟に変更するなど、成果の社会実装に向けたマネジメントを行っていく等の産学官の組織を構成員とする体制による「本格的な共同研究」が不可欠であると述べられている。

こうした産学連携のクラスターにおいて、公的研究機関フラウンホーファー協会（FhG）が大学と産業界の接点とし、加えてFhGは博士人材の輩出という点で大きな役割を果たしている。ドイツでは、大学にのみ博士号授与の権限が認められているので、正確にはFhGが博士号を出すわけではないが、各研究所長が大学教授を兼ね、76研究所（2022年現在）のほぼ全てが大学の敷地内に設置されていることから、研究活動をFhGで行い、学位を当該大学で取得するという例が多く存在する。FhGの全研究者数10,633名に対し、

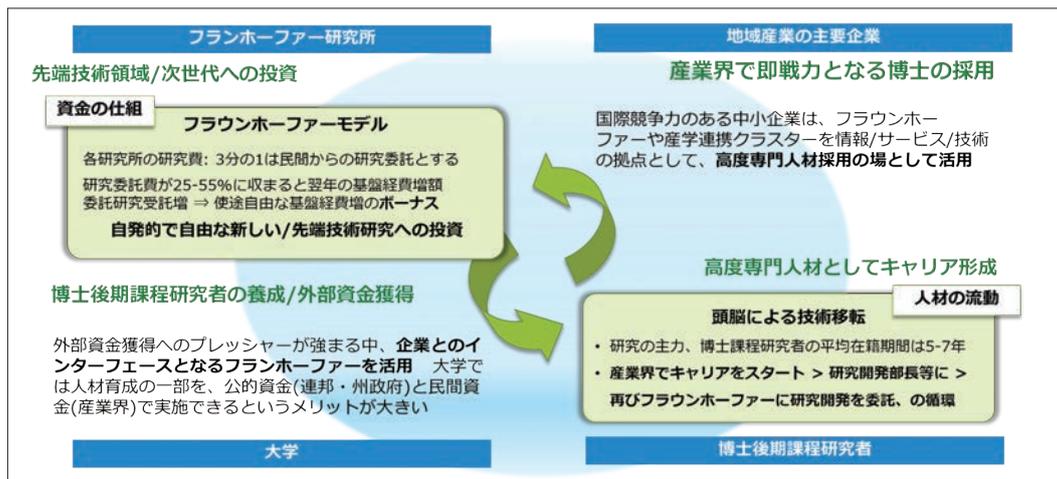
4 Regulatory Sandboxes BMWK, <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Dossier/regulatory-sandboxes.html>

5 イノベーション促進産学官対話会議（平成28年）
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/fieldfile/2016/12/27/1380912_02.pdf

博士後期課程研究者は3,873名（2022年）⁶である。

博士後期課程研究者は、FhG在籍中（平均5-7年）に産業界からの委託研究に携わり、学位取得後には企業の即戦力としてキャリアをスタートさせることが可能である。これをFhGでは頭脳による技術移転と呼び、彼らが就職先の企業で役職を担うようになり、再びFhGに研究を委託するという循環を期待している。これは企業にとっても、研究委託中に働き方やその能力を認めた研究者を雇用できるという大きな利点がある。各研究所ではフラウンホーファー・モデルによって獲得した基盤的経費の増加分を研究者が自由な発想で自身の発意に基づいた研究をする資金とする。大学は敷地を提供し、博士人材の育成をFhGに委ねながら、外部資金獲得の基点としてFhGを利用するという構造になっている。これら関係するステークホルダーが、少しずつインセンティブのあるシステムの中で、自身にとってのメリットが他者の利益にもなるというスキームが確立している。公的な産学連携のファンディングを多く受託し、企業との共同研究の実績ある大学でも、最初から産業とのコンタクトを構築するのは容易ではなく、FhGのような産業界とのインターフェースがあってこそ対話の機会が増え、連携が可能となる。2020年、ドイツ国内の大学で最も外部資金を調達しているのは、アーヘン工科大学（RWTH Aachen）で、ミュンヘン工科大学（TUM）、シュトゥットガルト大学（Uni. Stuttgart）と続く⁷。いずれも敷地内に複数のFhG研究所を抱え、産学連携の拠点として著名である。

図表 40 持続的な四方よし 全てのステークホルダーにとってインセンティブあるシステム



【出典】各種資料を基にCRDS作成

3.3 飛躍的イノベーションの創出に向けて

2019年、連邦政府は急進的なイノベーションの創出を目指し、連邦飛躍的イノベーション機構（SPRIN-D）

6 <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/publikationen/Jahresbericht/jahresbericht-2021/Fraunhofer-Jahresbericht-2021.pdf>（ドイツ語）
https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI_Monitoring_Bericht_2022_Band_II.pdf（ドイツ語）

7 連邦統計局 2022年9月プレスリリース
https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/09/PD22_399_213.html（ドイツ語）

を設立、従来のイノベーション政策と一線を画し、リスクテイクをしながら新しい市場の創造につながる破壊的な市場の変化を達成し、重大な社会的影響をもたらすことが期待されるイノベーションを支援する。こうしたイノベーションは、ブレークスルー、または急進的イノベーションと呼ばれ、従来型の特に製造業におけるイノベーションとの主な違いは、データの重要性が高まっていることで、データは、イノベーション全般における破壊的イノベーションの重要な要素となっている。

20世紀にドイツ経済の国際競争力を支え、既に隅々まで大規模に組織化し過去に成功を収めた産業こそデジタル・トランスフォーメーションの時代にあって自ら改革、構造転換を起こしていくことは簡単ではない。多くのドイツ企業は、引き続き研究開発と主要な雇用主として非常に革新的でグローバルなリーダーではあるものの、急進的なデジタル化と環境保護の重要度の高まりによって根本的に疑問視される可能性のあるビジネスモデルとなる可能性がある。ドイツ経済の主たる産業である自動車製造はその良い例だ。ドイツの自動車メーカーは、電気自動車製造の世界的リーダーになるために必要な技術を所有している可能性はあるものの、市場の変化や新しい市場の登場のスピードに追いついていないとは言い難い。そこでドイツの科学技術・イノベーション政策によって、卓越した科学的知見と民間部門の豊富な経験が次世代産業につながるイノベーションの創出にいかに関与するかが重要になっている。結果として、経済のレジリエンス、持続性、競争力が確保できるようになるだろう。

こうした背景で生まれた新しい組織であるSPRIN-Dへの期待は大きい、と同時に従来のイノベーションシステムに存在しないスキームによるイノベーション助成は想定通りには進まないことはある程度予想されていた。特に当局が飛躍的なイノベーションを促進することを困難にしている規制の数々を緩和しなければならないということから、今政権下で、国の支援と公的調達に関して、政府機関の官僚主義を大幅に削減し、柔軟にプロジェクトを採択、より効果的に財政的に支援する可能性を広げるSPRIN-D法の成立が急がれている。また、主管省からSPRIN-Dの監督委員会に人員が参加しているという事実も、SPRIN-Dが自律的に行動する能力を制限している可能性がある。また、現状では、プロジェクト採択やチャレンジプログラムの企画などはSPRIN-Dが行うものの、資金は主管省（主にBMBF）から支援企業に流れているだけでなく、5年のプロジェクト支援期間終了後に当該企業がIPOした場合でもSPRIN-Dに利益が還元される仕組みがない。さらに現在の規模と予算は、破壊的なイノベーションを促進するには不十分と見なされており、数年内に実施が予定されている中間評価と合わせ、既存のルールと評価基準を対象として、適切な基準とメカニズムを備えた制度の検討が続けられている。

【ライプチヒ市にある SPRIN-D 本部外観】



【2023年2月CRDS撮影】

3

科学技術・イノベーション
政策の諸観点

日本では、実現すれば産業や社会のあり方に大きな変革をもたらす革新的な科学技術・イノベーションの創出を目指し、ハイリスク・ハイインパクトな挑戦的研究開発を推進することを目的として創設された革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）が実施された（平成26-30年度）⁸。ハイリスク研究の推進により非連続的なイノベーションの創出に成功を収めている米国 DARPA（国防高等研究局）の仕組みも参考とし、柔軟な研究計画の見直しや予算執行を可能にする研究費の基金化、研究者が研究開発に専念できるように研究支援担当機関の設置、プログラム・マネージャー（PM）にプログラム立案・企画・遂行に大きな裁量を与える PM 方式を融合させたものである。終了時評価報告書には、ハイリスク・ハイインパクトな課題を採択することが制度の仕組みとして明確にされ、この点は相当に意識されていたが、チャレンジに伴う失敗をいかに許容するか、という点について、明示的な基準が示されていたとは言えず、評価者の判断に負うところが多かったとある。また、令和2年度に始まった後継のムーンショット型研究開発制度⁹でも、様々な分野において破壊的なイノベーションが生み出されつつある状況に鑑み、我が国の基礎研究力を最大限に引き出す挑戦的研究開発を積極的に推進し、失敗も許容しながら革新的な研究成果を発掘・育成に導くと趣旨が説明されている。失敗の許容は、公的研究開発助成である以上言うは易し行うは難しである。

ImPACT/ムーンショット同様、米国の DARPA をモデルに制度設計された SPRIN-D においても、失敗の許容はテーマであるが、上述のように現状あまり自由度のない制度である以上決して簡単な道のりではない。2019年の SPRIN-D 設立以降、初めて出された年次報告書¹⁰の1ページ目の冒頭に、SPRIN-Dの原則として「イノベーションは情熱から生まれる。この価値観を共有するイノベーターをサポートしたいと考えている。彼らをコントロールするのではなく、共通の目標と価値観を尊重する。」と掲げられている。日本と同様、どちら

8 革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）終了時評価報告書、内閣府2020年
<https://www8.cao.go.jp/cstp/stmain/20200123impact2.pdf>

9 <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/about.html>

10 Heimat für radikale Eudenker:innen, Jahresleistungsbericht #2021/22, SPRIN-D 2022年9月

かといえば斬新的なイノベーションで20世紀後半の産業を支えてきたドイツの新しい試みは、日本にとっても大いなる参考となるだろう。SPRIN-D会長のRafael Laguna de la Veraは、自身16歳で最初の会社を設立したIT起業家で、オープンソースをベースとしたOpen-Xchange社の共同設立者となった人物である。研究者でもなく、行政でのキャリアも公的機関のトップとしての経験はないものの、常にポジティブで目的意識の明確なリーダーへの期待は大きく、所管省庁から独立してのマネジメント確立に向けた尽力が続いており、今後も要注目である。

4 | 科学技術・イノベーション活動にかかる インプット、アウトプット

本項では、ドイツの研究開発にかかるインプット指標とアウトプット指標を示し、ドイツの科学技術・イノベーション活動についてデータでの説明を試みる。一部、他の主要国との比較を行う。

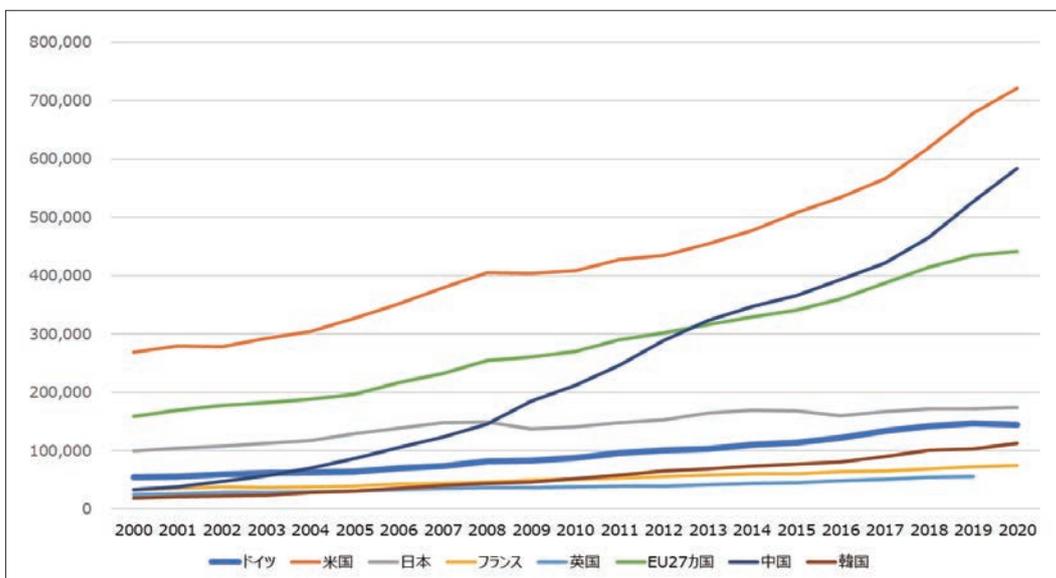
4.1 科学技術・イノベーションのインプット

4.1.1 研究開発費

ドイツの研究開発費（Gross Domestic Expenditure on R&D）の額は、1,444億ドル（2020年）で、日本（1,741億ドル）の約8割、米国（7,209億ドル）の約2割である。また、対GDP比の研究開発費の割合（2019年）は、3.13%となっているところ、日本は3.27%、米国は3.45%、EU平均は2.19%である。下図は、2000年以降の研究開発費の推移である。ドイツも上昇を続けているが、特に目立つのは中国の急激な増加である。

4.1.1.1 総研究開発費

図表 41 主要国の研究開発費 単位：100万\$、購買力平価USD

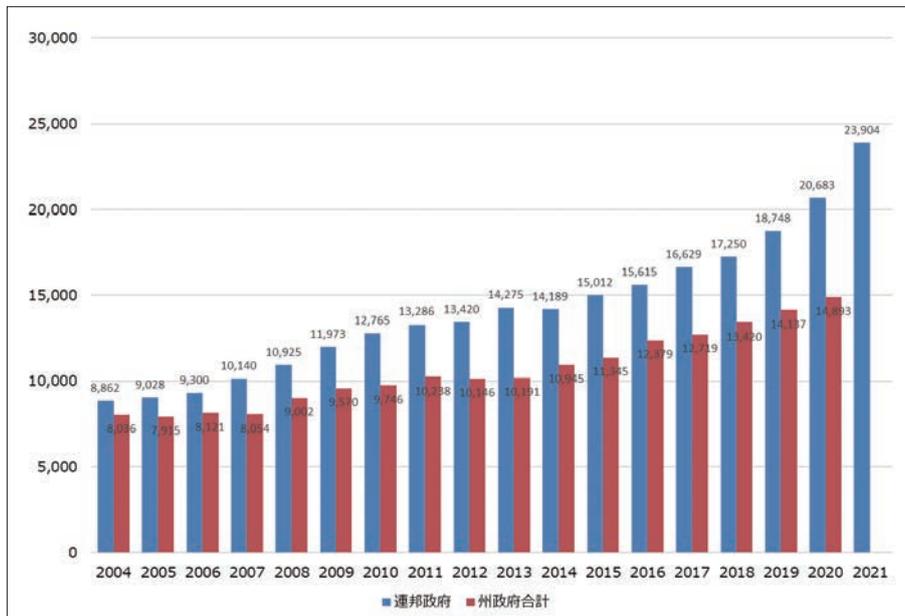


【出典】OECD Main Science and Technology Indicators¹を基にCRDS作成、英国のみ2020年のデータは未発表

1 https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#

4.1.1.2 連邦政府と州政府の投資推移

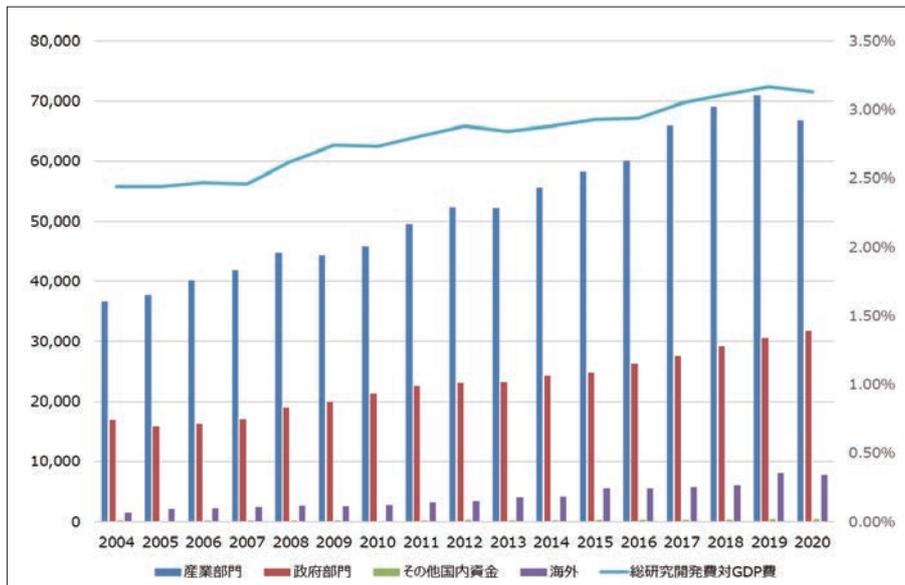
図表 42 連邦政府と州政府の支出額推移 単位：100万€



【出典】BMBF Datenportal Tabelle1.1.4, Tabelle1.2.4²を基にCRDS作成、2020年までは実績、2021年については予算案

4.1.1.3 セクター別投資率と対 GDP 比の推移

図表 43 セクター別投資率と対 GDP 比の推移 単位：100万€



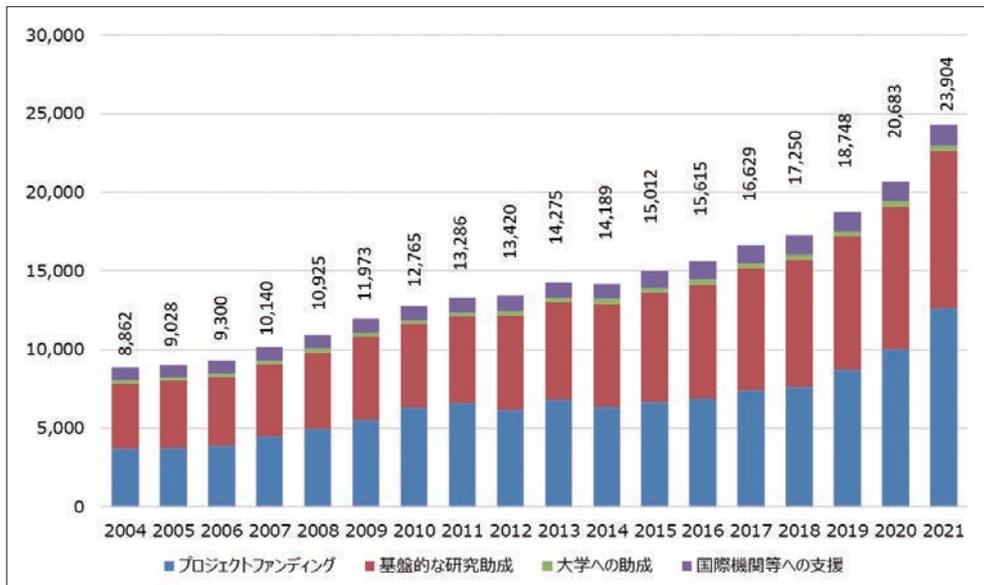
【出典】BMBF Datenportal Tabelle1.1.1³を基にCRDS作成

2 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.1.4.html> Tab 1.1.4
<https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.2.4.html> Tab 1.2.4
 3 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.1.1.html> Tab 1.1.1

4
 科学技術・イノベーション
 活動にかかるインプット、
 アウトプット

4.1.1.4 目的別投資率

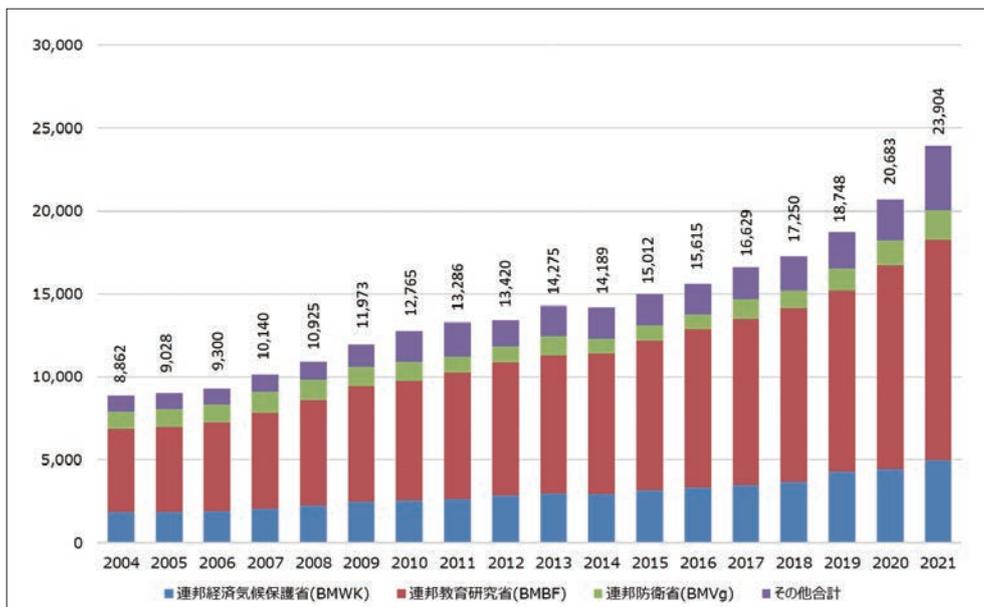
図表 44 目的別投資率の推移 単位：100万€



【出典】BMBF Datenportal Tabelle1.1.7⁴を基にCRDS作成 2020年までは実績、2021年については予算案

4.1.1.5 省・機関別投資率

図表 45 省・機関別投資率の推移 単位：100万€



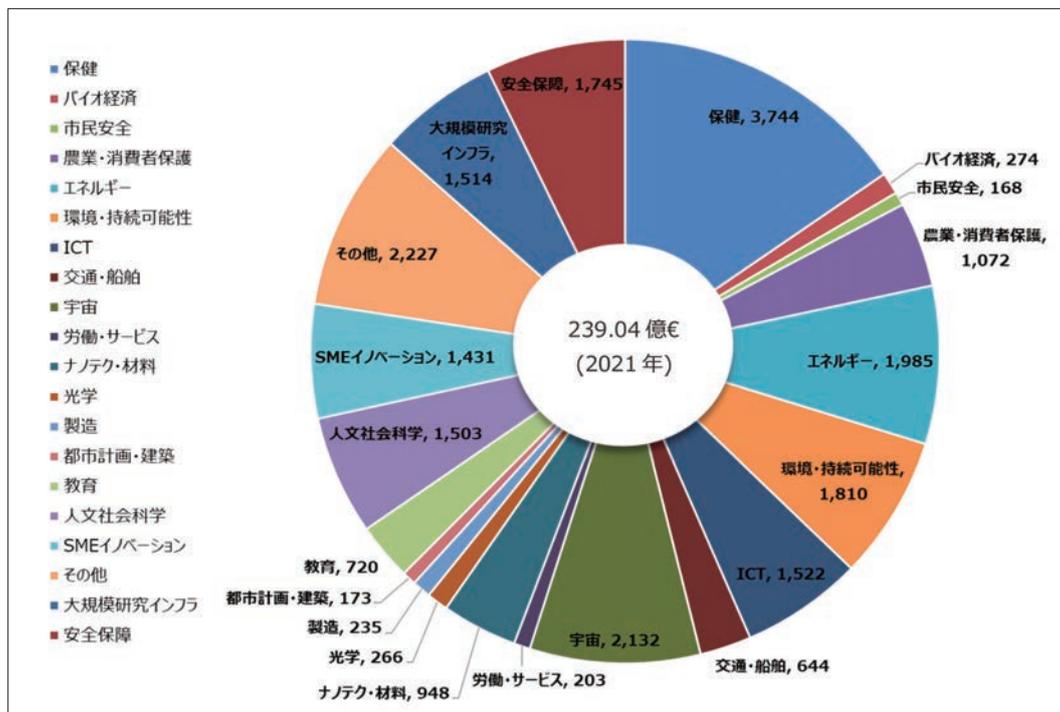
【出典】BMBF Datenportal Tabelle1.1.4⁵を基にCRDS作成 2020年までは実績、2021年については予算案

4 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.1.7.html> Tab 1.1.7

5 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.1.4.html> Tab 1.1.4

4.1.1.6 分野別投資割合

図表 46 連邦政府の分野別投資割合 2021年予算案 単位：100万€

【出典】 BMBF Datenportal Tabelle1.1.4⁶を基にCRDS作成

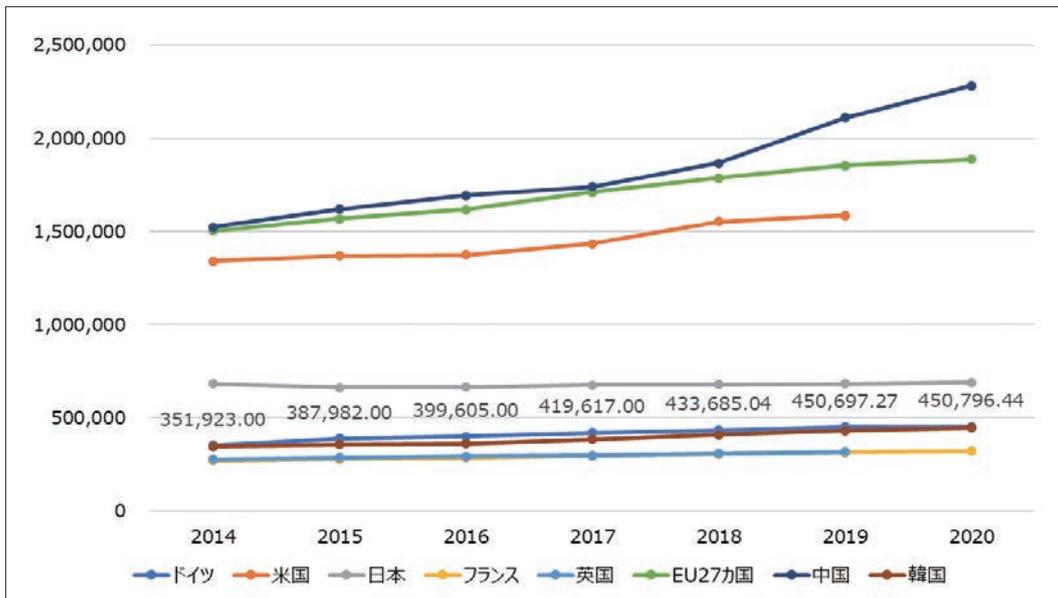
4.1.2 研究開発人材

研究開発人材の統計は各国において異なるが、OECDのMain Science and Technology Indicatorsによるドイツの研究者の数は、約45万人で、日本の69万人より少ない。また、労働人口1,000人あたりの研究者数では、10.37人で、日本の10.04人とほぼ同じ数となっている（2020年）。

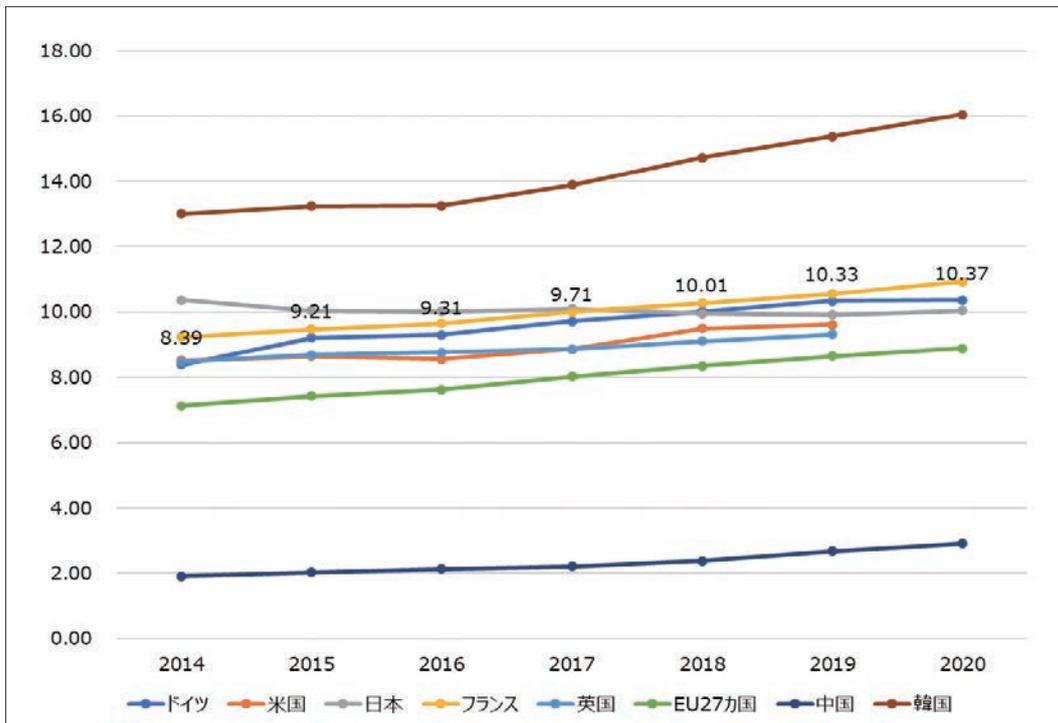
6 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.1.5.html> Tab 1.1.5

4.1.2.1 研究者数と労働人口1,000人あたりの研究者数 推移

図表 47 主要国の研究者数 単位：人/FTE



図表 48 主要国の主要国の研究者数 単位：人

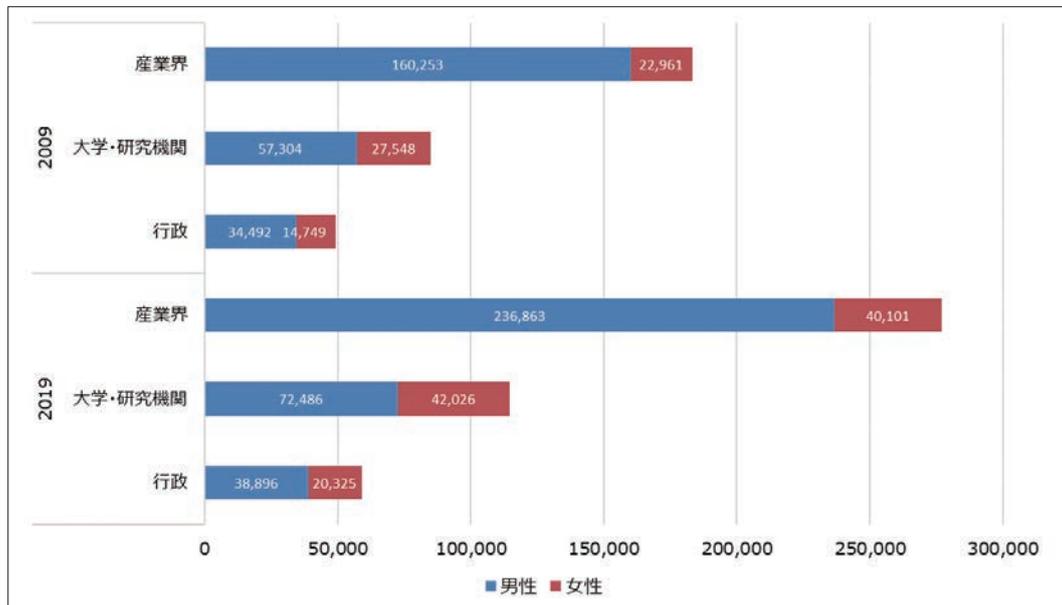


【出典】 OECD Main Science and Technology Indicators⁷を基にCRDS作成、米国、英国2020年のデータは未発表

7 https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#

4.1.2.2 研究者の部門別分布、男女比

図表 49 研究者の部門別分布と男女比 2009年と2019年の比較 単位：人/FTE



【出典】BMBF Datenportal Tabelle1.7.2⁸を基にCRDS作成

4.2 科学技術・イノベーションのアウトプット

4.2.1 科学論文生産数

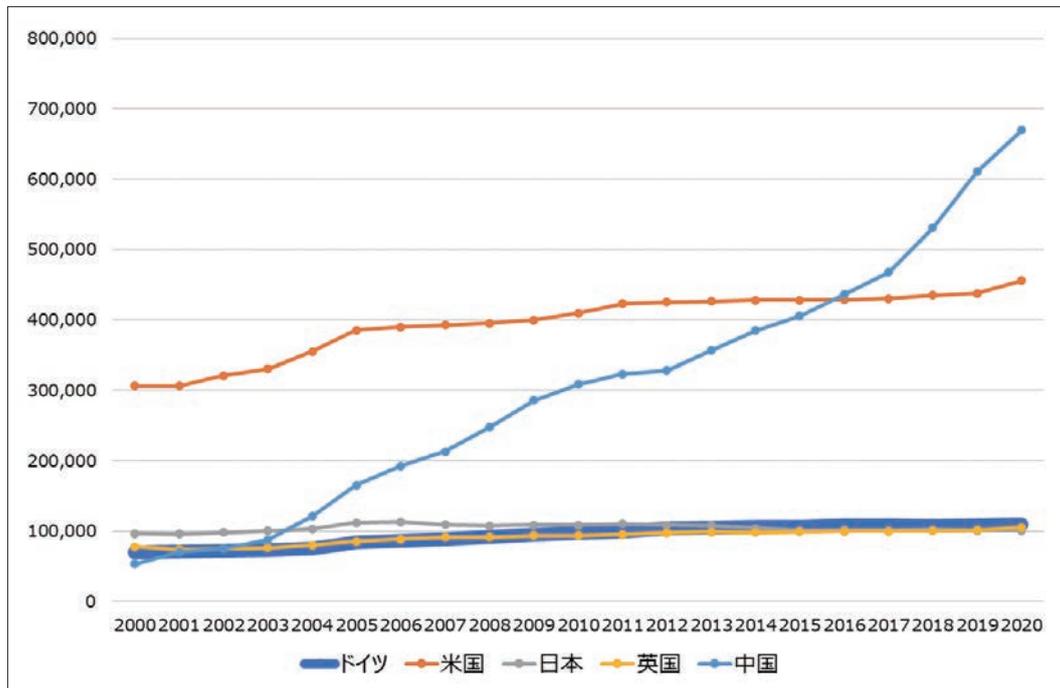
Clarivate Analytics社のInCite Essential Science Indicator⁹によると、米国、中国、英国についてドイツは論文生産数で第4位、またトップ10%論文数においても、上位3カ国に次いで第4位となっている。(2023年1月現在)

8 <https://www.datenportal.bmbf.de/portal/en/Table-1.7.2.html> Tab 1.7.2

9 InCites Essential Science Indicators dataset updated Jan 12, 2023
<https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/essential-science-indicators/>

4.2.1.1 文献数の推移

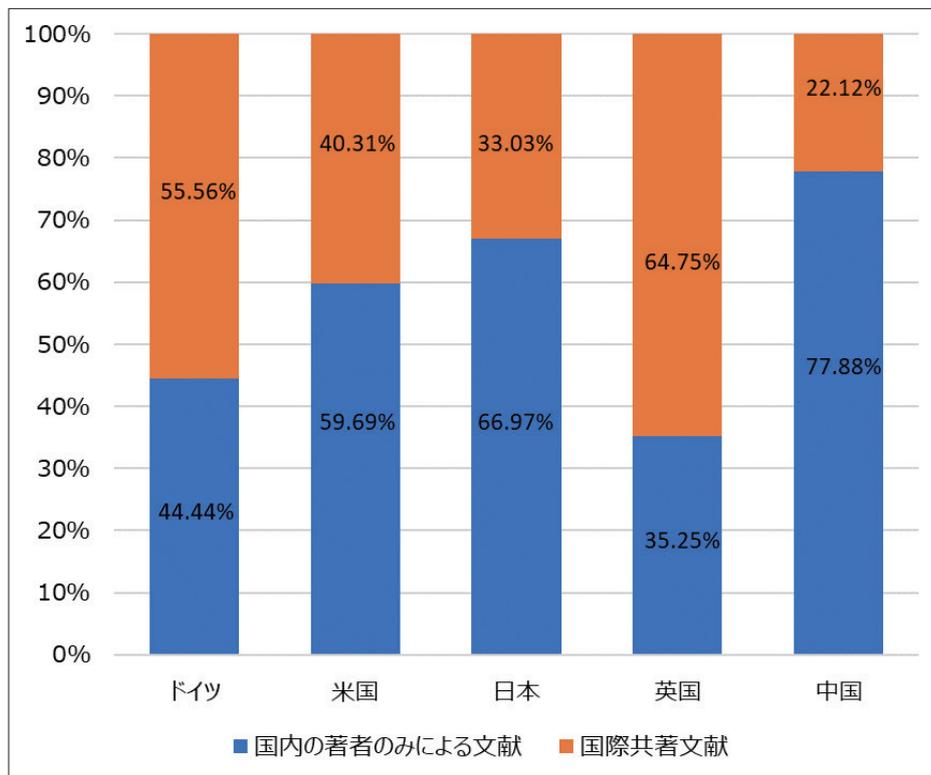
図表 50 著者の所属機関の国別文献数の推移



【出典】NSF, NCSES, Science & Engineering Indicators Publications Output : U.S. Trends and International Comparisons, Publication Output by Country, Region, or Economy and Scientific Fieldに基づきCRDS作成

4.2.1.2 国際共著論文の割合

図表 51 主要国の国内/国際共著論文の割合



【出典】NSF, NCSES, Science & Engineering Indicators Publications Output : U.S. Trends and International Comparisons, Publication Output by Country, Region, or Economy and Scientific Fieldに基づきCRDS作成

4.2.2 イノベーションランキング

WIPOのGlobal Innovation Index 2022¹⁰によると、イノベーションランキングのトップはスイスで、米国、スウェーデンと続いている。ドイツは、同8位、日本は13位である。他に、INSEAD¹¹のGlobal Innovation Indexでも、スイス1位、米国2位となっていて、3位は英国、ドイツは10位、日本は13位である。ちなみにIMD¹²のWorld Competitiveness Ranking 2022では、1位がデンマーク、2位がスイス、3位がシンガポールでドイツは15位となっている。日本は34位。

4.2.3 特許数¹³

世界全体における権利存続中の特許件数は、2021年に4.2%増加して約1,650万件に達し、存続中の特

10 <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2022-en-main-report-global-innovation-index-2022-15th-edition.pdf>

11 <https://www.insead.edu/newsroom/2021-global-innovation-index-2021-innovation-investments-resilient-despite-covid-19-pandemic>

12 <https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness/>

13 World Intellectual Property Organization https://www.wipo.int/pressroom/ja/articles/2022/article_0013.html

許件数に関しては、中国が360万件で、米国を抜いて世界一になった。中国に次いで、米国（330万件）、日本（200万件）、韓国（120万件）、ドイツ（877,763件）の順となっている。2021年に存続中の特許数が最も大きく伸びたのは中国で（+17.6%）、次いでドイツ（+5.2%）、韓国（+5.2%）と続いている。ドイツ特許商標庁（DUMA）のデータ¹⁴によると、技術分野については、輸送、電気機械、分析機器、機械部品、コンピューター機器が上位5分野となっている。

4

科学技術・イノベーション
活動にかかるインプット、
アウトプット

14 Deutsche Patent- und Markenamt
https://www.dpma.de/docs/dpma/veroeffentlichungen/statistik/dpma_infografik_patent_dt_2021.pdf（ドイツ語）

5 | 参考

■略称一覧

AA	外務省 Auswärtiges Amt
AiF	産業研究協会連合 Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen “Otto von Guericke”
AvH	フンボルト財団 Alexander von Humboldt Stiftung
BKAmt	連邦首相府 Bundeskanzleramt
BMAS	連邦労働社会省 Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	連邦教育研究省 Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMG	連邦保健省 Bundesministerium für Gesundheit
BMFSFJ	家族・高齢者・女性・青少年省 Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend
BMI	連邦内務・故郷省 Bundesministerium des Innern und für Heimat
BMEL	連邦食料・農業省 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	連邦環境・自然保護・原子力安全・消費者保護省 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMDV	連邦デジタル・交通省 Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMVI	連邦交通インフラ省 Bundesministerium Verkehr und Infrastruktur (2021年12月以降 BMDV)
BMVg	連邦防衛省 Bundesministerium der Verteidigung
BMWK	連邦経済・気候保護省 Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BMWi	連邦経済・エネルギー省 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2021年12月以降 BMWK)
BMZ	連邦経済協力・開発省 Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
DFG	ドイツ研究振興協会 Deutsche Forschungsgemeinschaft
DAAD	ドイツ学術交流会 Deutscher Akademischer Austausch Dienst
EFI	研究イノベーション審議会 Expertenkommission für Forschung und Innovation
FhG	フラウンホーファー協会 Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung
GWK	合同科学会議 Gemeinsame Wissenschaftskonferenz
HGF	ヘルムホルツ協会 Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
ISI	フラウンホーファー システムイノベーション研究所 Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung
ITA	Innovation and Technology Analysis
ITAS	Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse
KIT	カールスルーエ工科大学 Karlsruhe Institut für Technologie
KMK	各州文部大臣常設会議 Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder
MPG	マックス・プランク協会 Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften
PT	プロジェクト・エージェンシー Projektträger

SPRIN-D 飛躍的イノベーション機構 Bundesagentur für Sprunginnovation
TAB Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
WGL ライプニッツ協会 Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz
WR 科学審議会 Wissenschaftsrat

作成メンバー

執筆	澤田 朋子	フェロー	海外動向ユニット
協力	永野 博		日本工学アカデミー 顧問
	大出 千恵	フェロー	海外動向ユニット
監修	岩瀬 公一	上席フェロー	海外動向ユニット / 科学技術イノベーション政策ユニット

海外調査報告書

CRDS-FY2022-OR-01

科学技術・イノベーション動向報告書 ドイツ編

令和 5 年 3 月 March 2023

ISBN 978-4-88890-837-5

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

Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町7 K's 五番町

電話 03-5214-7481

E-mail crds@jst.go.jp

<https://www.jst.go.jp/crds/>

本書は著作権法等によって著作権が保護された著作物です。

著作権法で認められた場合を除き、本書の全部又は一部を許可無く複写・複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

This publication is protected by copyright law and international treaties.

No part of this publication may be copied or reproduced in any form or by any means without permission of JST, except to the extent permitted by applicable law.

Any quotations must be appropriately acknowledged.

If you wish to copy, reproduce, display or otherwise use this publication, please contact crds@jst.go.jp.

FOR THE FUTURE OF
SCIENCE AND
SOCIETY



CRDS

<https://www.jst.go.jp/crds/>

