

マラウイのアフリカドローン・データアカデミー (ADDA) の  
第3期生16人は、  
5週間のオンラインモジュールと  
キャンパスでのさらに5週間の対面モジュールを経て、  
7月16日金曜日に卒業する。

クレジット: UNICEF/UN0488681/Mvula\*  
(写真等は、 原版 (英語版) を参照してください)

章

# 10

---

## 教育と技術開 発

## キーメッセージ

科学、技術、工学、数学 (STEM) スキルは将来のテクノロジー開発の基盤ですが、その機会は不平等に分配されています。

世界中のほとんどの中等教育プログラムでテクノロジーが取り上げられています。

テクノロジーについての学習は、性質やテクノロジーがカバーするトピックによって異なります。東ヨーロッパと東ヨーロッパでは、東南アジアでは、テクノロジーは専門的な必修科目として教えられる傾向があります。

しかし、多くの教育システムは分野を超えてテクノロジーを統合しており、ワークショップ、プロジェクト、その他の課外アプローチを通じてテクノロジーを推進しています。

---

STEM の質が生徒の願望と達成度を決定します。

上位中等所得国と高所得国のグループでは、8年生の授業時間の26%を科学と数学に割り当てたが、その時間を増やしても学習には影響がなかった。2019年の国際数学および科学研究の傾向 (TIMSS) によると、学校の理科実験室を利用できる8年生の生徒は成績が良い傾向にあります。

教師主導のアプローチと探究ベースのアプローチを組み合わせることで、科学の成績が向上しました。指導が明確だったと報告した8年生は、数学と科学でも成績が良かった。

---

ジェンダーと社会的アイデンティティが STEM への願望を形成します。

2016年から2018年にかけて、STEM分野の女性は世界の高等卒業生のわずか3分の1にすぎませんでした。性別は、STEM分野の教育とキャリアを追求する可能性を最も強く決定する要因の1つです。2019TIMSSに参加している教育システムの87%では、8年生の男子生徒が女子生徒よりも数学関連の職業に就くことに意欲的でした。

早期にSTEMを学習すると、数学や科学に対する否定的な信念が蓄積されるのを防ぐことができます。コロンビアでは、Pequeñas Aventureras プロジェクトが就学前学校におけるSTEMへの関心を促進しています。

---

高等教育機関は国家の技術開発の鍵です。

高等教育機関は、教育と学習を通じて研究者を養成し、独自の研究または共同研究を通じて知識を生み出すことによって、国の技術開発を支援します。この役割は、政府、企業、社会との関わり、およびその組織と管理を通じて仲介されます。

最も革新的な経済圏は、産学連携指標で高いスコアを獲得する傾向があります。イスラエル、スイス、米国の企業と大学が最も高度な連携を示しました。

大学への成果に基づく資金提供は競争を刺激することを目的としていますが、競争的資金にはマイナス面もあります。日本では、出願された特許の独自性が低下しました。

企業は研究支出の約60%を拠出しているが、こうした資金提供が実験計画の選択、質問や分析の枠組みに影響を与え、バイアスにつながるリスクがある。

各国は奨学金を通じて学生をSTEM分野に引き込もうと競い合っています。2006年以来、STEM教育は世界の奨学金受給者のほぼ30%を占めています。

ほとんどの中等教育プログラムにおけるテクノロジーの特徴 .....	180
STEM の質が生徒の願望と達成度を決定する .....	182
高等教育機関は国家技術開発の鍵で す .....	188
結論 .....	194

この章ではテクノロジーが与える影響に焦点を当てています。教育がテクノロジーに与える影響、特に科学、技術、工学、数学 (STEM) 分野に関連したテクノロジーの開発、移転、導入のプロセスにどのような影響を及ぼしますか? テクノロジーが教育に及ぼす過去と将来の影響についてはまだ議論が続いていますが、世代を超えた知識の共有、高度な教育の機会の個人的な追求、そして高等教育機関での組織的な研究なしにはテクノロジーの発展はないことは疑いの余地がありません。技術革新。

この章では、テクノロジーに対する教育の貢献のいくつかの側面を紹介いたします。まず、この章では中等学校のカリキュラムにおける STEM 教育の提供について検討します。特に、それがどのように提供されるか、またそれが学生の興味や最終的な結果と関連しているかどうかについて注目を集め、STEM への願望と選択における公平性を促進する機会を反映しています。次に、中等後教育機関が教育と研究を通じて技術開発にどのように貢献し、関連性と十分なリソースを維持するための戦略を進化させているかを考察します。

### ほとんどのテクノロジーの機能 中等教育プログラム

テクノロジーについての学習は、一般的な学校カリキュラムに徐々に導入されており (de Vries, 2018b)、世界中のほとんどの教育システムで教えられています (Keirl, 2018)。ただし、テクノロジーを教えるためにどのような方法が使用されているか、またテクノロジーの役割がどれほど重要であるかについては、国によって大きく異なります。テクノロジー教育は、独立した科目として教えることも、分野を超えて統合して教えることもできます (Keirl, 2015, 2018)。それは義務または選択の場合があり、さまざまな学年で教えられます。

### テクノロジーは次のように教えられます 独立した主題

テクノロジーは、独立した科目として、スキルや工芸の教育、工芸、または職業訓練として考えられてきました。その内容は依然として高度に文脈化されており、さまざまな国家戦略や文化的背景に対応しています (Bunting and Jones, 2015; de Vries, 2018b)。

場合によっては、教育テクノロジーがデザイン思考をカバーすることもあります。デザイン思考は、一般的にデザイナーとユーザー間のコラボレーションに焦点を当てた問題解決アプローチとして考えられています。

たとえば、ボツワナの上級中等教育カリキュラムにはデザインとテクノロジーの科目が含まれており、その内容は健康と安全からデザインツールとプロセスにまで及びます。2000 年代初頭に再編され、グラフィックス、情報技術、エレクトロニクスも含まれるようになりました (Ruele, 2019)。英国では、2013 年のイングランド国家カリキュラムで、5 歳から 14 歳を対象としたデザインとテクノロジーの研究が導入されました。この主題は数学、科学、工学、コンピューティング、芸術を活用しており、料理と栄養に関するモジュールも含まれていました (McLain et al., 2019; Department for Education, 2013)。

テクノロジー教育は職業学習と密接に結びついています。スカンジナビアでは、手動工具や機械を使用するスキルの習得は、歴史的に slöjd (工芸) 教育で表現されてきました (de Vries, 2018b)。

強い職業指向を維持したにもかかわらず、テクノロジー教育は最終的に一般教育コースに追加されました。スウェーデンの 2011 年の義務カリキュラムでは、デザインと文化表現の一形態としてのテクノロジー教育の手作りの性質が強調されています (Hallstrom, 2018)。

“

世界的にデジタル技術の関連性が高まる中、コンピューターサイエンス教育は多くの義務教育カリキュラムに専門科目として導入されています。

”

科目は必須か選択かによっても異なります。世界的には、デジタル技術の関連性の高まりに伴い、コンピューターサイエンス教育が多くの義務教育カリキュラムに専門科目として導入されている(第5章)。東ヨーロッパ、東および東南アジア諸国では、すべての学生がコンピューターサイエンス教育などの専門技術科目を履修することを要求される傾向があります (Vegas et al., 2021)。

ポーランドでは、2015年からすべての小中学生が情報学を必修科目として受講しています (Webb et al., 2017)。同年、韓国もすべての生徒に計算的思考の基本的な理解を提供するために、中学校で情報学を必修科目にしました (Frailon et al., 2020)。ベトナムでは、2018年の国家カリキュラム改革により、情報通信技術 (ICT) が3年生から9年生の必修科目として導入され、デジタル技術とコンピューターサイエンスの基礎が教えられました (Le Anh et al., 2023)。

ドイツでは、技術教育と外国語は、通常は職業教育につながる中学校の一種であるレアルシューレでの代替選択肢となっています。後期中等教育を受けるには別の言語を習得することが必須条件であるため、高等教育を目指す学生はテクノロジーよりも言語を優先します。テクノロジー教育は、職業上の進路を追求するつもりの人によって選択される傾向があります (Mammes et al., 2016)。

テクノロジーの統合が可能  
専門分野を越えて外部から教えられる  
カリキュラム

テクノロジーの研究は、科学、工学、数学の分野に統合されることがあります (Buntting and Jones, 2015; Keirl, 2018)。米国はテクノロジー教育に対して学際的なアプローチを採用しました。工業芸術の伝統を引き継ぎ、テクノロジーの研究は「Technology for All Americans」プロジェクトを通じて普遍化されました。

1990年代に米国科学財団と米国航空宇宙局が後援し、学生の技術的リテラシー、評価、教師の専門能力開発のための包括的な基準の開発に情報を提供しました (Reed, 2018)。

STEM 研究への統合されたアプローチは現在、多くの教育システムで支持されています (Freeman et al., 2019; Teo et al., 2021)。マレーシアには、就学前教育から高等教育、成人教育までのあらゆるレベルをカバーする STEM フレームワークがあります。プロジェクトと探究に基づいたアプローチが学校カリキュラムの改訂に反映され、若者が高等教育で STEM 学習に進むことを奨励するための擁護キャンペーンが組織されました (Chong, 2019; マレーシア教育省, 2013)。

ただし、STEM の学際的な性質は、単一の分野に基づく教育学に課題をもたらす可能性があります。数学と科学は通常、初等レベルと中等レベルで別々の科目として教えられます。テクノロジーは伝統的に職業教育において優先事項です。そして工学は主に高等教育で提供されています (Holmund et al., 2018)。オーストラリア、イングランド (英国)、エストニア、香港 (中国)、南アフリカ、トルキエ、米国の初等および中等科学の標準に工学を導入している状況を分析したところ、学問の理解と教え方に違いがあることが示された。米国、およびある程度のトルキエは、初等および中等教育の科学基準を通じて工学を明示的に含めています (Ekiz-Kiran and Aydin-Gunbatar, 2021)。

STEM 科目をカリキュラムに組み込むだけでなく、ワークショップ、プロジェクト、その他の課外アプローチを通じて推進することもできます。学校外での活動は、カリキュラムで定義されたものよりも状況に応じた柔軟な学習体験を提供します。非営利団体である Visions of Science Network for Learning は、カナダのトロント都市圏で毎週コミュニティ科学クラブを組織し、ワークショップ、野外遠足、実際の応用を通じて 8 歳から 14 歳までの体験学習を提供しています (Duodu)ら、2017)。サウスダコタ州立大学の土木環境工学部は、ネイティブアメリカンの女の子を学習プログラムに引き付けるために、文化に配慮した活動を推進しています。このプロジェクトは、先住民の芸術品や工芸品と STEM コンテンツを組み合わせたものです。

結果は、ロールモデルとコミュニティの伝統とのより明確なつながりですが、STEM 研究との積極的な関連につながったことを示しています (Kant et al., 2018)。

## 幹の品質が生徒を決定する 願望と達成

各国は、より多くの学生を STEM 科目に引きつけ、関連する知識と理解を提供するために、学校カリキュラムの拡大と改善に努めています。しかし、STEM の研究やキャリアに対する願望が低いことは、それらの科目に対する真の関心の欠如を反映しているだけではありません (Archer et al., 2020)。願望は、これまでの学業成績、性別および社会的アイデンティティ、社会経済的不平等によって形成される可能性があり、それらはしばしば交差します (Holmes et al., 2018)。

### 重要なのは指導時間だけではありません

STEM 科目に重点を置く点は国によって異なります。2019年の国際数学・科学研究動向 (TIMSS)によると、主に上位中所得国および高所得国の参加教育システムが、8年生の総授業時間の平均26%を科学と数学に割り当てていることが明らかになった。

数学の授業時間数は、キプロスの 102 時間からチリの 200 時間までの範囲でしたが、別の科目として教えられる科学はイタリアの 73 時間からレバノンの 243 時間までの範囲でした。時間の配分は教育レベルによって異なります。

学年が上がるにつれて、数学の時間は減少し、科学の時間が増加する傾向があります (Mullis et al., 2020a)。

数学は特に難しいと考えられます。

フランスでは、専門科目を選択できるようにした2018年の改革を受けて、11年生の生徒の40%が12年生への移行中に数学を放棄した (フランス国民教育青少年省、2021年、Lecherbonnier、2022年、Morin、2020年)。政府は、数学の指導がなければ成績の不平等がさらに悪化することを懸念し、11年生の主要科目として数学を持たないすべての生徒に週 1.5 時間の数学を再導入した (フランス国民教育青少年省、2022)。

原則として、数学と科学に専念する授業時間が増えるほど、STEM 分野の知識と理解が深まります。しかし、実際には、投資した時間と学習成果の関係は明らかではありません。2018年の留学生評価プログラム (PISA) に参加した教育システムの中で、週に約 2 時間 45 分間科学を教えられているフィンランドの 15 歳の生徒は、カナダの他の生徒と同様のスコアを報告しました。その2倍以上の時間をかけて授業を受けます。経済機構加盟国の中で

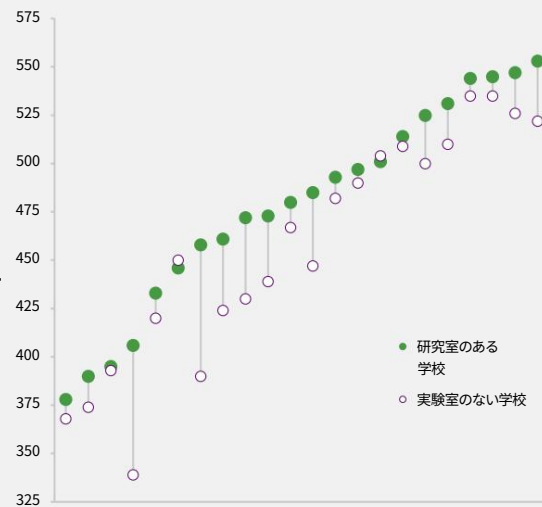
協力開発 (OECD) によれば、チリの学生は科学の授業時間を最も多く受けていますが、成績は OECD 平均を下回っています。数学において最も優れた成績を収めている教育システムのほとんどは、週に 4 時間未満しか提供していない傾向があります (OECD、2020a)。

より多くの指導時間をより良い結果に導くためには、時間を効率的に使用し、概念を効果的に教えることが重要です (Lopez-Agudo and Marcenaro-Gutierrez、2022)。留学生学習評価プログラム (PISA)で数学と科学の成績が悪かったため、ポルトガルは学校の自主性を高め、初任者研修を強化するとともに、ポルトガル語、数学、科学に授業時間を割り当てることを決めた。2013/14年から実施されたこれらの改革は、最近の 2 回の PISA ラウンドで生徒の成績向上につながりました (Maróco, 2021)。

図 10.1.研究室へのア

クセスは、科学における学生の成績の向上と関連しています

### 8年生の科学の成績、学校の実験室の利用状況別、選択された国別、2019年



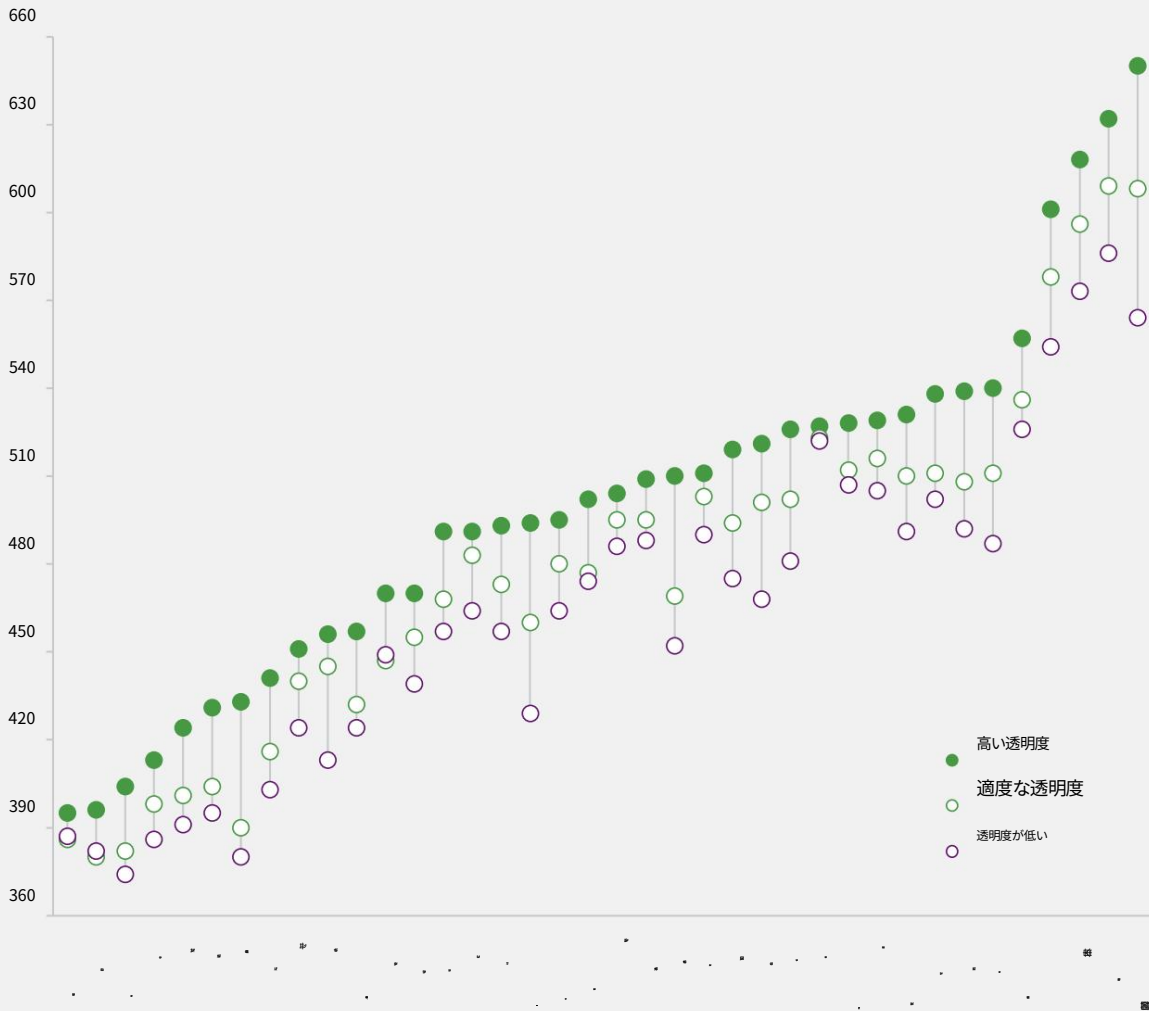
GEM StatLink: [https://bit.ly/GEM2023\\_fig10\\_1](https://bit.ly/GEM2023_fig10_1)

注: 選択した国では、最大 97% の学校に科学実験室があります。南アフリカとノルウェーのデータはグレード 8 ではなく 9 を指します。

出典: 2019 TIMSS。

図 10.2: 数学と

科学を明確に教えた場合、生徒の成績は向上します  
8年生の生徒の成績、自己申告による指導の明快さ、一部の国、2019年  
a. 数学



GEM StatLink: [https://bit.ly/GEM2023\\_fig10\\_2](https://bit.ly/GEM2023_fig10_2)

注: 南アフリカとノルウェーのデータは、グレード 8 ではなくグレード 9 を指します。  
出典: 2019 TIMSS。

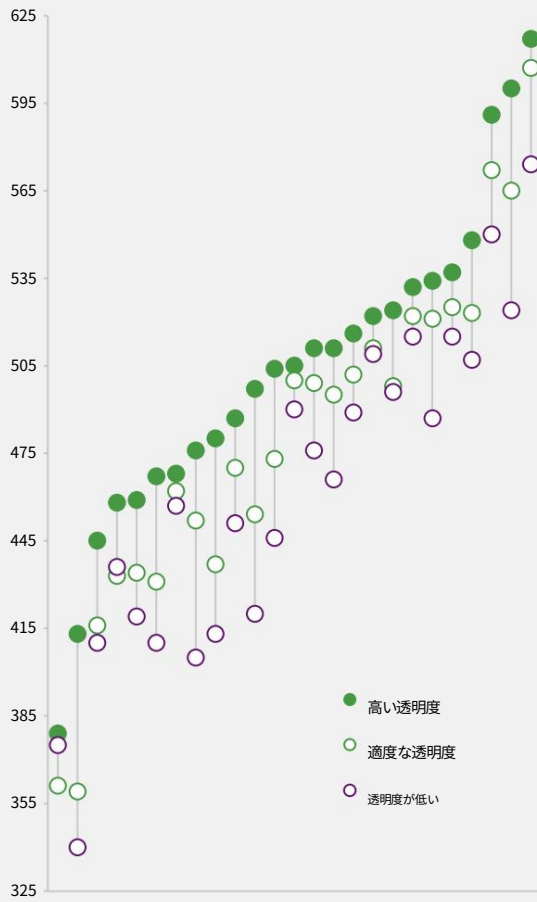
科学実践において教師主導のアプローチと探求ベースのアプローチを組み合わせると、より高い科学成績が得られます (Mourshed et al., 2017)。2019年のTIMSSによると、科学実験室のある学校の8年生は、科学実験室のない学校の他の生徒よりも成績が良い傾向があります(図10.1)。科学の成績における最大の格差の1つは南アフリカで観察されており、そこでは生徒の半数以上が実験室のない学校に通っています (Mullis et al., 2020a)。適切な研究所の設立と維持には高額な費用がかかり、多くの国では負担できません (Ofori Antipem, 2019)。

教師の準備と練習が与える影響  
STEM の成果と態度

テクノロジーをカリキュラムに導入するには、適切な教師トレーニングと専門的実践を伴う必要があります。テクノロジー関連科目の資格のある教師の採用と維持は依然として困難です。ニュージーランドでは、テクノロジーは資格のある教師が最も不足している分野の1つです (Reinsfield と Lee, 2021)。より多くの学生を引き付けるために、ワイカト大学は二次技術教育のための勤務前トレーニングを再概念化し、

図 10.2 続き: 数学と科学を明確に教えた場合、生徒の成績は向上します

8年生の生徒の成績、自己申告による指導の明快さ、一部の国、2019年  
b. 総合科学



GEM StatLink: [https://bit.ly/GEM2023\\_fig10\\_2](https://bit.ly/GEM2023_fig10_2)

注: 南アフリカとルウェーのデータは、グレード 8 ではなくグレード 9 を指します。  
出典: 2019 TIMSS。

職業的背景を持つ学生の入学を拡大しました。2021年には、前年に比べて申請件数が増加しました (Reinsfield and Lee, 2022)。

高所得国の教育制度では、STEM 分野で資格のある教師が不足していると報告されています (欧州連合、2018年、シムズとジェリム、2020年)。

他の分野では、そのような専門知識を持つ専門家の需要が高く、教師よりも良い報酬パッケージと労働条件が提供されることがよくあります。

(OECD, 2018c)。教師不足により、各国は特に STEM に関連しない資格や準備を備えた人材の雇用を検討するようになり (ユネスコ、2021a)、野外での教育は世界的に行われています。少なくとも 40 国で、前期中等教育の理科教師の 10% 以上が、この分野の正式な教育や訓練を受けていません (OECD, 2018e)。

27 の教育制度では、8 年生の生徒の平均ほぼ半数が、その科目を専攻していない教師から数学を教えられていました (Mullis et al., 2020b)。

複雑な内容を明確に教える能力と、適切な教材と教育的アプローチの使用が生徒の成績に影響を与えるため、科学専門家の指導経験が関係している可能性があります (Taylor et al., 2020)。2019年のTIMSSでは、教師の理解のしやすさと、教師が学習の説明やサポートをしてくれるかどうかを尋ねたところ、数学と科学の授業の指導の明瞭さに非常に満足しているとは評価したのは8年生の半数未満でした。指導の明瞭さに最も満足している生徒は、数学と科学の両方で中程度または低い指導の明瞭さを報告した生徒よりも良い成績を収めました (Mullis et al., 2020a) (図 10.2)。

2015 年の TIMSS データを使用した別の研究では、4 つの科学科目 (生物学、化学、物理学、地学) にわたる生徒のテスト得点の変動を使用して、教科固有の教師資格が生徒の成績に与える影響を評価しました。教科固有の資格を持つ教師はテストの得点にプラスの影響を及ぼし、恵まれない生徒や女子生徒の場合はさらに高く、後者の場合、教師が女性の場合はさらに悪影響が大きかった。効果の 5 分の 1 は教師の信頼の結果であることが判明しました (Sancassani, 2023)。

野外での指導は、生徒の参加や気質に影響を与える可能性があります。オーストラリアでは、中等数学の授業の 3 つに 1 が専門外の教師によって行われており、中等教育後の STEM 学習に参加する生徒の選択に悪影響が生じています。

専門家以外の雇用が続いているため、高度な数学コースの登録者数は着実に悪化しています (Prince and O'Connor, 2018)。米国では、国立科学財団のディスカバリー・リサーチによって資金提供されたプロジェクトの評価

“ 高所得国の教育制度は、STEM 分野で資格のある教師が不足していると報告している ”



## ボックス 10.1:

キャリアカウンセリングとガイダンスは学生の STEM への願望を高めることができます

若者に教育や就職の機会に関する関連情報を提供することは、既存のキャリアの固定観念に挑戦するのに役立ちます。

キャリアカウンセリングの影響に関する研究では、ガイダンスを受けることは学業成績の向上にも関連していることが判明しました (Hughes et al., 2016)。

一部の国では、STEM キャリアの意識を高めるために多大な努力を払っています。2019 年以来、カナダは非営利団体 Let's Talk Science の活動を支援するために約 1,100 万米ドルを投資してきました。この団体は、STEM のキャリア プロファイルとモデルを通じて 12 年生までの教師と生徒に STEM 教育と職業の機会を促進しています (Let's Talk Science, 2022 年) 。ケニアでは、電気通信会社 Safaricom が、ユネスコおよびエネザ財団と提携して、中学生向けのデジタル指導プログラムを開始しました。学生は、地元のテレビやラジオのチャンネル、テキスト メッセージを通じて、メンターやロールモデルから STEM の研究やキャリアパスに関する情報を受け取ります (Safaricom, 2020)。

カウンセリングと指導サービスは、若者が他の方法では考えられなかった道に導かれるようにします (Musset and Kureková, 2018) 。

ロールモデルやメンターは、STEM に対する女子生徒の自信を高め、キャリアへの願望に影響を与えることが証明されています (Hencke et al., 2022)。

1995 年以来、ボツワナは雇用主団体と協力したジョブ・シャドウイング・キャリア・プログラムを通じて、若い女性が科学技術分野でのキャリアを追求することを奨励してきた。このアプローチは、過去数十年間の STEM 高等教育における女性の入学率の大幅な増加に貢献した可能性があります (Mokgolodi, 2020)。

すべてのキャリアカウンセリングが、学生の従来の選択を覆すことにプラスの影響を与えるわけではありません。オランダでは、教職員や学校のキャリアアドバイザーは、女子よりも男子のほうが STEM 系のキャリアを選択するよう説得する傾向があり、女子はそうしないよう勧告を受けることさえある (ユネスコおよび UNESCO-UNEVOC, 2020 年)。

また、PreK-12 プログラムでは、準備が限られており、科学内容の管理能力が限られている教師は、その分野に対する子どもたちの興味をサポートする可能性が低いことも判明しました (Ferguson et al., 2022; Mader, 2022)。

#### 複数の障害を克服する必要がある STEM 吸引を改善するには

子供や若者は、学生時代に数学や科学に対して否定的な態度を示すことがよくあります (Tytler et al., 2019)。学生の関心を高めることは、将来の教育やキャリアの選択にとって非常に重要です。2015 年の PISA に参加しているほぼすべての国で、科学のスコアが高く、科学の学習が役立つと認識している場合、学生は科学関連のキャリアを選択し、高等教育後の STEM プログラムに登録する可能性が高くなりました。科学科目の履修時間が長いほど必ずしも高い成績につながるわけではありませんが、それでも科学や工学の仕事に対する学生の関心が高まることに関連しています。平均して、OECD 諸国の 15 歳の学生の 4 人に 1 人未満が STEM でのキャリアを期待していました (OECD, 2016a)。キャリアカウンセリングとガイダンスは、学習を継続し、STEM 分野での仕事を探したいという学生の願望を高めるのに役立ちます (図み 10.1) 。

#### ジェンダーと社会的アイデンティティが STEM への願望を形作る

性別は、STEM の研究やキャリアを追求する可能性を決定する最も強力な要因の 1 つであり、この性差は若い年齢で現れます。2019 TIMSS に参加している教育システムの 87% では、8 年生の男子生徒が女子生徒よりも数学関連の職業に就くことに意欲的でした。女子は、たとえ数学の成績がトップであっても、STEM のキャリアを選択しません (Hencke et al., 2022)。これらのギャップは中等教育以降の教育において固定化されます (ボックス 10.2) 。

“ 女子は、数学でトップの成績を収めている場合でも、STEM 分野でのキャリアを選ばない ”

数学や科学に対する信念や傾向は、成績以上に女子と女性の STEM への願望を制限します (DeWitt et al., 2013)。女の子は数学が十分ではないという考えを抱く前に、同じ学習結果を達成していることに注意することが重要です。彼らは、特に前期中等教育において、STEM 科目に対する意欲が低下し始めています。

この差はその後さらに拡大し、結果的に女子が誕生することになる。

自分の能力に自信がなくなっているため、男性とのギャップがさらに広がっています (Kuhl et al., 2019)。2019年のTIMSSに参加したすべての教育システムにおいて、バーレーンとエジプトを除き、男子は女子よりも数学に著しく自信があると報告した (Hencke et al., 2022)。

学校はジェンダーに関する固定観念を永続させます。ラテンアメリカでは、6年生の数学教師の8%から20%が、自分の教科は男子にとって簡単だと信じていると報告しました (Treviño et al., 2016)。ギリシャとイタリアでは、暗黙の強いジェンダー固定観念を持つ教師が女子のテストの得点に悪影響を及ぼし、生徒の自信を揺るがし、将来の学業の選択に影響を与えている (Carlana, 2019; Lavy and Megalokonomou, 2019)。

STEM分野における女子のモチベーションと自信は、特に思春期には、仲間の期待にも影響されます。他の女の子の態度は、数学と科学の両方に対する興味と自信の重要な予測因子です (Dasgupta と Stout, 2014; Robnett, 2013)。

若い女性はSTEMの受講を思いとどまる可能性がある

同僚がこれらの科目を女子にとって不適切であるとみなした場合、対象者は対象者を対象にします (Robnett および Leaper, 2013)。デンマークでは、中等学校の数学コースの同級生の性別構成に関する研究で、STEM教育を受けた母親を持つことが、潜在的なマイナスの仲間効果を軽減するのに役立つことが示されました (Brenøe and Zölit, 2020)。

社会経済的に恵まれない背景にある学生は、たとえ良好な学習成果を達成したとしても、科学や数学の教育的および専門的なキャリアを追求する意欲が低い傾向もあります。

OECD諸国の社会経済的に恵まれない世帯の成績優秀者は、テクノロジーに依存せず自動化のリスクがある仕事を志す可能性がほぼ4倍高い (Mann et al., 2020)。2009年から2018年にかけて英国イングランドで実施された調査によると、最も恵まれない家庭の17~18歳の生徒は、社会経済的に最も恵まれた家庭に比べて、物理学、化学、生物学を勉強しない可能性が2.5倍高いことが示された (アーチャーら, 2020)。

#### ボックス 10.2:

### 中等教育以降の教育における STEM 分野では女性の割合が少ない

義務教育において女子生徒が STEM 科目から遠ざかっているさまざまな影響は、義務教育終了後に女子生徒が追求する教育課程に反映されます。2016年から2018年にかけて、STEM 分野の女性は世界の高等教育卒業生のわずか 35% を占めました (図 10.3)。94 か国中 15 か国では、チリ、韓国、スイスなどの高所得国を含め、卒業生の最大 4 人に 1 人が女性でした。対照的に、アルジェリア、オマーン、チュニジアを含む 6 か国では、卒業生全体の半数以上を女性が占めていた。社会的なジェンダーに関する偏見や固定観念の永続は世界的な現象である (Hammond et al., 2020) が、一部の国で STEM を選択する女性の割合が高いことは、リスクがあるにもかかわらず、女性の方が STEM を選択する動機がより大きい可能性があるという事実によって説明される可能性があります。経済的機会が少ないところでは STEM のキャリアに就く (McNally, 2020)。

ただし、STEM 分野内には明確な違いがあります。工学、製造、建設の高等教育卒業生では女性が平均 28%、ICT 高等教育卒業生では 30% を占めています。自然科学、数学、統計学の卒業生では 57% が女性であり、バーレーン、モルディブ、アラブ首長国連邦では 80% 以上が女性です。

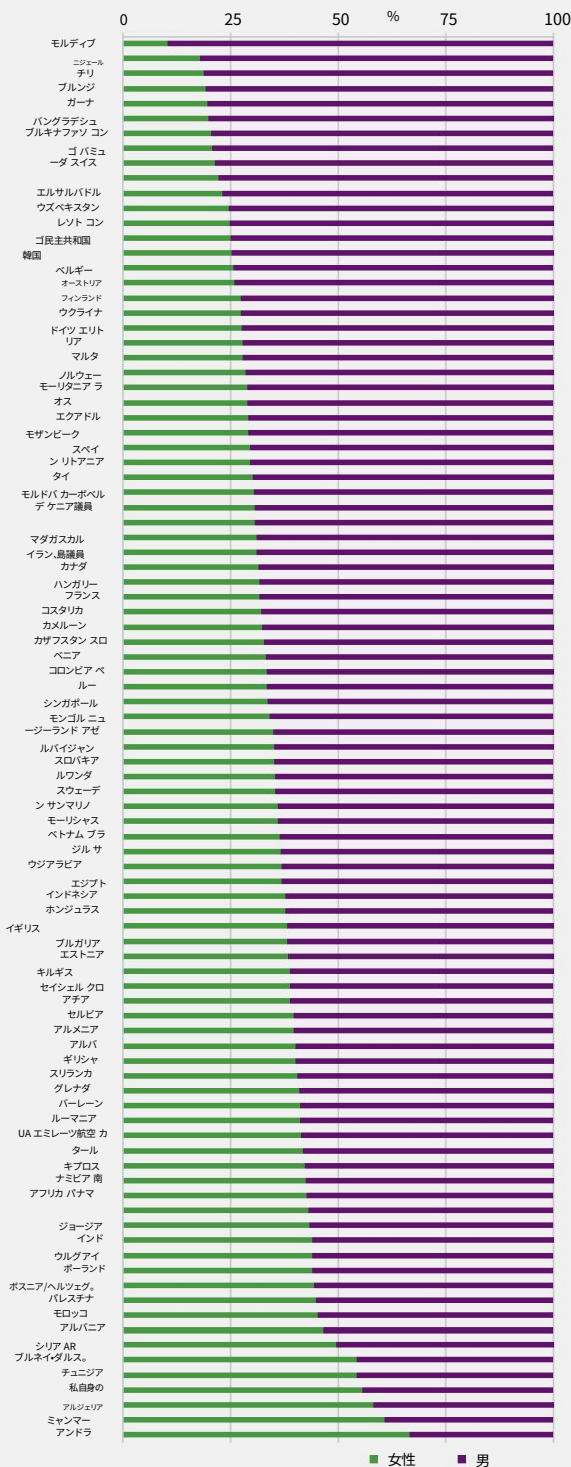
男性優位の STEM 分野で学ぶことを選択した女子学生は、差別や固定観念を経験することが多く、それが中退につながる可能性があります。カーボベルデ、コンゴ、キルギスタン、マレーシアでは、女性が STEM 学部を中退する可能性が高くなります。キルギスタンでは、2018年にエンジニアリング、製造、建設分野に登録した女性の割合は34%でしたが、プログラムを修了したのはわずか18%でした。

たとえ同等の資格を持っていたとしても、女性は関連するテクノロジー関連の仕事を見つける可能性が低くなります。OECD 諸国では、完全に雇用されている STEM 研究者の女性は 3 人に 1 人未満です (OECD, 2019d)。主要 20 か国では、データと人工知能の分野で従業員の 26%、エンジニアリングの分野で 15%、クラウド コンピューティングの分野で女性が 12% を女性が占めています (WEF, 2020)。欧州連合では、情報技術の学位を取得した女性の 4 人に 1 人がデジタル分野で働いていますが、男性の 2 人に 1 人以上です。インドでは、テクノロジー研究の高等教育への入学率が 45% であるにもかかわらず、コンピューターサイエンスの分野で働く女性は 30% にすぎません (ユネスコおよび EQUALS Skills Coalition, 2019 年)。

また、女性はイノベーションにつながる共同研究に参加する可能性が低く、女性研究者が特許を登録する可能性も低い。2020年には、全世界で女性が出願した特許出願は 16.5% のみであった (Kersten and Athanasia, 2022)。

図 10.3: STEM 高

等教育卒業生のわずか 3 分の 1 が女性です

STEM 高等教育卒業生全体に占める女性の割合、一部の国、  
2016 ~ 2018 年GEM StatLink: [https://bit.ly/GEM2023\\_fig10\\_3](https://bit.ly/GEM2023_fig10_3)  
出典: UIS データベース。

民族および言語的少数派に属していることも、STEM の達成と願望に影響を与える可能性があります。米国では、黒人およびヒスパニック系の学生は、白人およびアジア系の学生と比較して、数学と科学の成績が劣る傾向があります。これにより、彼らが学術教育のコースを減らし、中等学校での STEM コースをオプトアウトする可能性が高まります (Alvarado and Muniz, 2018)。全国を代表する高等学校縦断研究の分析により、特に性別や社会経済的要因と組み合わせられた場合、民族性が STEM への願望を進展させ維持する重要な決定要因であることが示されました。すべての女子と、社会経済的背景が貧しい黒人およびヒスパニック系男子は、STEM 教育や職業に興味を示す可能性が最も低いです (Saw et al., 2018)。

#### 早期に STEM に触れることが学生の態度に良い影響を与える

STEM 科目に対する信念や傾向は、幼児期に確立されます。これらは、STEM プログラムが一般的に教育システムに統合される時期である思春期を通じて安定したままである傾向があります (Archer et al., 2020)。一部の国では、子供たちの探求や実験に対する自然な素質を活用するために、低教育レベルで STEM 研究を統合しており、これにより学習に対する生徒の自信が強化されます (Campbell et al., 2018)。

“一部の国では、子どもたちの探求や実験に対する自然な素質を活用するために、低教育レベルでの STEM 研究を統合しています。”

ドイツで確立されたハウス・デア・クライネン・フォルツシャー (小さな科学者の家) プログラムを参考に、オーストラリアは 2013 年にニューサウスウェールズ州で 3 ~ 6 歳児の STEM 学習を促進するリトル・サイエンティスト プロジェクトを導入しました。

教育者は、遊びをベースにした体験を通じて STEM を教え、子供たちの自発的な探究心と科学的主題に対する積極的な気質を刺激するように訓練されました (MacDonald et al., 2020; MacDonald et al., 2019)。リトル・サイエンティスト・プロジェクトは、マハ・チャクリ・シリントーン王女財団と協力して、2010 年からタイでも実施されており、子供たちが安価で入手しやすい材料を使って科学体験活動に参加しています。

2020 年の時点で、このプロジェクトは 29,000 以上の学校と 232 のネットワークに到達しました (東アジア科学教育協会、2021; Promboon et al., 2018)。

アナログツールやデジタルツールに慣れた子供たちは、さまざまな器具の使い方を徐々に学び、それを環境の探索に応用し、独自の方法や指示を見つけます（幼児期STEMワーキンググループ、2017年）。2018年に改訂されたスウェーデンの就学前カリキュラム（Läroplan för Förskolan）は、子どもたちの好奇心や興味を引き出すことで、テクノロジーを特定して探索し、さまざまな技術やツールを使用して創造する能力を開発することを目的としています（MacDonald and Huser, 2020; スウェーデン国立教育庁、2018）。

早期の STEM 学習は、生徒の性別に関する固定観念や数学や科学に対する偏見を克服するのにも役立つことがわかっています。2019年、コロンビアファミリーウェルネス研究所は、セサミワークショップと協力し、ドバイケアズとアメリカ開発銀行の支援を受けて、ペケーニャス・イベントゥレラス（小さな冒険家）プログラムを開始しました。4歳から5歳の子どもを対象としたこのプロジェクトは、男女の固定観念にさらされていなければ、男の子も女の子も STEM において同じ可能性を秘めているという原則に基づいています。661のコミュニティベースの就学前プログラムで実施され、母親は子供たちに STEM 関連の概念を教えるための指導ガイド、チュートリアル、コンピューターゲーム、インタラクティブポスターなどのデジタルツールキットの使用法についてトレーニングを受けています。予備評価の結果では、この取り組みにより、講師間の性別や人種に関する固定観念が軽減され、STEM に対する子どもたちの関心の向上に貢献したことが示されました（米州開発銀行、2022年; ナスランド・ハドリーおよびヘルナンデス・アグラモンテ、2020年）。

### 高等教育 機関は国家の鍵です 技術開発

イノベーションの三重らせん理論 (Etzkowitz and Leydesdorff, 1995) では、大学、政府、企業が研究、開発、資金調達、応用、アイデアの商業利用に参加します (Ivanova et al., 2018; Piqué et al., 2018) 。

高等教育機関は、国家の技術開発を支援する2つの重要な役割を果たしています (ユネスコ-IIESALC, 2023)。まず、彼らは教育と学習活動を通じて専門の研究者を準備し、育成します (Boulton and Lucas, 2011; Maes, 2010)。

第二に、彼らは、独自の研究活動を通じて、または他の関係者と協力して、テクノロジーとイノベーションの開発の基礎を形成する知識を生産します (Geschwind et al., 2019; Matherly and Tillman, 2015) 。

研究生産は増加し続けている (Box 10.3) 。  
国家技術開発の促進における高等教育機関の役割は、政府との関わり、

ビジネスと社会。およびその組織と管理 (ユネスコ・イェザルグ、2023)。

世界の高等教育機関は、学習プログラムや研究ポートフォリオ、質基準の実施 (Mittelstrass, 2020)、研究者の採用、昇進、報酬、法人や外部パートナーシップの設立などについて、より多くの決定を下すことが増えています (Cervantes, 2018; OECD, 2019e)。多くの国々では、主に高所得国ではありますが、近年その統治が変化しており、徐々に独立性が高まっています。資金と人材をめぐる国内および国境を越えた競争の中で、高等教育機関と研究機関は経営陣のリーダーシップと管理構造を強化してきました。彼らは、より起業家的なアプローチを採用し、戦略目標を策定し、業績ベースの管理を採用しています (Benneworth, 2019) 。彼らは、リソースと地位を獲得するためにブランドと評判を構築しており (Huisman and Stensaker, 2022)、教育機関全体での教育と研究活動を比較する定量的な指標と標準化されたプロセスを通じて正式に測定されます (Musselin, 2018)。

高等教育機関は、知識創造や技術開発において企業と協力がすることが増えています (Ivanova et al., 2018) 。彼らは知識のストックを拡大するために基礎研究に取り組んでいますが、研究を応用し、技術の進歩を活用するにはパートナーが必要です。したがって、彼らは新しい資金調達メカニズムをますます求めています (Fan et al., 2021) 。世界的には、2018年に民間企業が国内総研究開発支出 (GERD) の推定 60% を占めました (UIS, 2018)。

大学と産業界の緊密な連携は、おそらく基礎研究と応用研究の間、および公共部門と民間部門の間の境界を侵食している (Ulrichsen and Kelleher, 2021) 。高等教育機関から民間部門への研究者の流入は、2000年から2020年の間に増加したと推定されています。

引用数から判断すると、異動する可能性が最も高いのは、優秀な専門家です (Jurowetzki et al., 2021) 。研究者は、より良い報酬と寛大な福利厚生に加えて、大学ではアクセスできない大規模なデータセットを研究する機会に魅力を感じています。したがって、新たな産学連携の機会、企業が技術研究の課題を定義する能力と影響力を得る一方で、学術的な頭脳の力を盗み、高等教育機関を不利な立場に置く可能性がある (Woolston, 2022)。

## ボックス 10.3:

## 技術開発やイノベーションにつながる研究活動が拡大

2014年の780万人と比較して、2018年には世界には880万人を超えるフルタイム相当の研究者がいました(ユネスコ、2021)。ほとんどの研究者はSTEM分野で働いていると推定されています。2018年には、OECD諸国のフルタイムの専門研究者の80%以上が自然科学と工学の分野に従事していました(OECD、2018d)。

出版物や特許は、研究成果の量とその焦点を示唆しています(Ingles-Lotz et al., 2018)。

学術出版物データベースであるScopusによると、2019年には250万件以上の出版物が出版され、2015年と比較して21%増加しました。2019年の総生産高の34%を健康が占めました。人工知能からエネルギー、材料科学からバイオテクノロジーまでの幅広い分野を含む用語は18%を占め、2015年と比較して3分の1増加しました(ユネスコ、2021)。

特許は、新しい技術的解決策を与える製品またはプロセスを表す知的財産の一種です(WIPO、2022c)。特許出願はデジタル技術に移行しています。2010年から2020年の間に、世界中で出願された特許の10%以上がコンピューター技術に関するものでした(WIPO、2022d)。OECD諸国では、2018年に特許された特許が最も多く、全体の約3分の1は情報通信技術であり、次いで気候変動緩和(13%)と医療技術(9%)でした(OECD、2018b)。

出版物や特許も、国の知識創造の傾向と能力の大まかな推定値を提供します(Hall and Jaffe、2018)。より豊かな国に集中していることは、イノベーション能力の不平等を示しています。G20諸国は科学出版物の91%を貢献しています。中国と米国がこのグループをリードしており、それぞれ世界の出版物の4分の1と5分の1を生産し、特許の最高シェアを保持しています。2019年、5大特許庁のデータによると、世界の特許総数のうち中国が29%、米国が20%を占めていた(ユネスコ、2021年)。

影響は両方向に流れます。大学はガバナンスのために学外の外部メンバーを求めています。

OECD 34か国を対象とした調査によると、高等教育運営機関の80%以上に民間部門、市民社会、専門家の代表が含まれています。中小企業を含む産業界は、参加国の約4分の3で大学のガバナンスに参加しています。その結果、民間主体は機関の研究課題の定義(OECD、2019e)、およびレビューおよび評価に貢献する可能性がある。

高等教育プログラムの内容を定義する(Ankrah and Omar、2015)。

大学と産業界の協力は、国家のイノベーション能力と関連しています。世界的所有権機関のグローバルイノベーションインデックス2022によると、参加132か国のイノベーションエコシステムのパフォーマンスを測定するもので、最も革新的な経済圏は産学連携指標で高いスコアを獲得する傾向があります。この指標は、2021年に世界経済フォーラムが実施した世論調査に基づいており、イスラエル、スイス、米国の企業と大学が最も高度な協力関係を示していることがわかりました(WIPO、2022a、2022b)。

#### 政府はさまざまな資金を活用しています 研究の優先順位に影響を与えるメカニズム

国のイノベーション能力は、研究開発に充てられる財源とも関連しています(Afzal et al., 2020)。世界的に見て、国内総生産(GDP)に占める政府、高等教育機関、民間部門、非営利団体の割合としてのGERDIは、2000年の1.5%から2020年には1.9%に増加した。その伸びは東部と南部で最も速かった。東アジア(1.5%から2.3%)は、ヨーロッパと北アメリカ(2.6%)に次いで2番目に大きなシェアを占めています。対照的に、サハラ以南のアフリカ(0.3%)、中央アジアおよび南アジア(0.6%)、ラテンアメリカおよびカリブ海地域(0.6%)では、20年間変化が見られません。世界的に見て、エンジニアリングとテクノロジーは最も多くの資金を受け取っている分野であり、GERD全体の約30%を占めています(UIS、2018)。

政府は研究開発の主な資金提供者であり、全体の54%を占め、高等教育機関の研究活動に対する主な支援となっている(UIS、2018年)。政府は資金配分を通じて、高等教育および研究機関が研究活動において従うよう求められる国家的優先事項を設定します(OECD、2021a)。一部の富裕な国では、公立の高等教育機関や研究機関が、費用効率への関心が高まり、ブロック資金から競争的資金配分への移行が見られている(Broström et al., 2021; Lewis, 2015)。

これは、公的資金を受け取る大学の自主性が高まり、規制や質保証の仕組みが強化されたことの結果でもある。これらは政府と大学の関係を変えました。

州は特定分野への関心を維持するため、高等教育機関や研究機関を拘束し、リソースを引き換えに特定の成果を提供します(Scott、2020)。機関投資家のブロックファンディングとは対照的に、

プロジェクトベースの資金調達にはスケジュールと目標が定義されています (Borowiecki and Paunov, 2018)。目標は、研究移転からの収益 (例: オーストリア)、研究の質と生産性 (例: 英国)、および授与された助成金の数 (例: アイルランド、テネシー州、米国) に関連する可能性があります。また、一定数の学生に博士号を取得させるという要件など、教育機関に教育目標を課すこともある (オランダなど) (Jongbloed et al., 2018)。

成果ベースの資金提供は、画一的な方式から離れ、科学研究に特定の価値を割り当てる事前定義された定量化可能な指標に焦点を当てています。研究の卓越性を評価する必要性がより重視されている (Jongbloed et al., 2018;

ソーレンセンら, 2016)。2005年に導入されたドイツの Exzellenzinitiative は、研究プロジェクトが優れた基準に適合している大学に追加の資金を提供します。その中で、Future Concepts (Zukunftskonzepte) は最も権威のあるものです。大学への全研究資金の4%に相当する47億ドルの予算を擁するこのイニシアチブは、大学の国際的地位を高め、大学間の競争を刺激する高等教育研究活動を支援している (Buenstorf and Koenig, 2020; Mergele and Winkelmayer, 2021)。

しかし、競争的資金にはマイナス面もあります。日本における競争的資金の影響に関する研究では、成果に基づく資金提供が出願特許の独創性を低下させた可能性があることを示している。日本では、機関投資家向けの資金調達と、2000年代初頭に導入された、より市場志向のインセンティブ制度が共存しています。競争力のあるプロジェクトへの助成金の増加により、高等教育機関はリスクの低い研究を漸進的に実施するようになった可能性があります。

男性研究者と上級研究者は革新的な申請が受け入れられる可能性が高く、このシステムが若手からの斬新なアイデアをあまり受け入れられなかったことを示唆しています。と女性研究者 (Wang et al., 2018)。

アフリカでは、科学技術研究を促進するために、2000年代半ばからさまざまな国にセンター・オブ・エクセレンスが設立されてきました。研究プロジェクトは優秀研究助成金を通じて後援されていますが、多くの場合、優秀性の明確な基準が定義されていません (Tijssen and Kraemer-Mbulu, 2018)。賞は、現地技術開発の実際の能力と可能性に対する知名度と評判に基づいて決定されます (Tijssen および Winnink, 2022)。

高所得国の政府は、研究開発に対する財政支援を大学だけでなく民間企業も対象とするよう多様化している (Hutschenreiter et al., 2019)。

特に税制上の優遇措置を通じたものである (OECD, 2021a)。これは、企業が生み出す知識が経済成長と競争力に貢献し、その利益が大きな社会的利益をもたらすと推定されているためです (Lach et al., 2021)。政府はまた、中小企業や新興企業が研究に参加し、市場応用のための実験開発を促進することを奨励しようとしている (OECD, 2020b)。

税控除は、得られた収入などの研究成果と設備などの投入材料の両方に適用されます (Hall, 2022)。

特定の利益が公的資金による研究に影響を与える可能性がある 研究を行っている主要国は、国内の研究資金に対する企業の貢献の大部分を占めていると報告しています。2017年、中国、日本、韓国では国家研究開発活動の4分の3以上、ドイツとスイスでは3分の2以上に民間企業が資金を提供した (UIS, 2018)。

学術研究への民間資金提供は、より高い収益をもたらす分野に偏りがちであるため、議論がないわけではありません。たとえば、世界保健の研究開発の主な供給源は民間部門です。民間企業は、先進国で発生率が高い病気の研究により多くの投資を行っており、より大きな利益をもたらしていることがわかっています。対照的に、公共部門や慈善活動部門は、影響を受ける人口規模の観点からより大きな負担となる、顧みられない病気に資金を割り当てる可能性が高くなります (85%)。

“ 研究のプロセスと結果が、研究にお金を払った人たちに有利になるように歪められるリスクがある ”

研究のプロセスと結果が、研究にお金を払った人たちに有利になるように歪められるリスクがあります。私的な利益は、実験計画の選択、質問や分析の枠組みに影響を与える可能性があります。多くの場合、製薬会社のスポンサーによる臨床研究はバイアスにつながる可能性があります (Lundh et al., 2018)。たとえば、合成化学物質であるビスフェノール A を食品および飲料の缶に使用した場合の影響について実施された試験では、スポンサーによって異なる結果が得られました。公的資金による研究の約 90% は、低用量のビスフェノール A への曝露であっても人間の健康に危険を及ぼす可能性があることを示しています。対照的に、業界が資金提供した研究では、

効果。これらの結論は、研究設計を通じて操作された可能性があります (Reutlinger, 2020)。2008年、米国連邦公衆衛生機関である疾病管理予防センターが発表した驚くべき調査結果により、産業界はこの物質の使用を削減することになった。世界中の科学者や規制当局が、たとえ最小限のレベルのビスフェノール A への曝露の有害性について議論し始めたのはつい最近のことです (Henderson, 2022)。

公的研究開発も特定の利益に対して脆弱になる可能性があります。健康とは異なり、世界の農業研究のほとんどは公的資金で賄われています。アジアやラテンアメリカを含む民間の研究開発は、高所得国で消費される可能性が高く、より高い純収益をもたらすトウモロコシや小麦などの市場志向の作物に焦点を当てています。しかし、公的情報源も、生産価値の高い作物の研究を支援する傾向があります。

南アジアおよび東南アジアでは公的資金を受けた研究者の多くが市場志向の作物を研究しているため、そのような研究は民間企業から資金提供されなかったのではないかと疑問が生じている (Anderson et al., 2017)。

#### 大学は方向転換への支援を受ける 知識をイノベーションに

国家の技術開発には、研究成果が経済に普及することが必要です。このプロセスは多くの場合、そのような機会を追求するために研究者をトレーニングすることから始まります。一部の高等教育プログラムでは、科学の商業化と技術移転プロセスに焦点を当てた内容が統合されています (Bolzani et al., 2021; Spiel et al., 2018)。理学部は起業家精神の文化を促進する可能性が高くなります (Kaloudis et al., 2019)。米国の医学教育では、イノベーションと起業家精神のコースが急速に成長しています。

ほとんどの学生は、イノベーションの概念、リーダーシップの概念、医療システムと医療ビジネスに関する情報を教えています (Niccum et al., 2017)。ザンビアの大学は、さまざまな分野で活動するイノベーションとテクノロジーのハブである BongoHive が実施するザンビア アグリビジネス ブートキャンプ プログラムを通じて、デジタル マーケティングとビジネス トレーニングを推進しています。2018年に開始され、世界銀行の支援を受けて、農産物加工会社に起業家研修を提供しています (FAOおよびITU、2022年、UNCTAD、2019年)。

欧州大学協会が166の大学を対象に実施した調査では、起業家精神に関する訓練を受けた学生は比較的少数で、たとえ受けとしてもそのほとんどが課外活動であることが判明した。義務教育期間中の限られた接触は、意識と関心の低さにさらに寄与します (Kozirog et al., 2022)。国立大学研究センター大学商業化・イノベーション政策実証ユニットによる調査

英国の企業は、大学が技術製品のプロトタイピング、デモンストレーション、テストのために外部パートナーと協力することへの関心が高まっていることを発見しました (Coates Ulrichsen, 2021)。

高等教育機関は、技術革新を産業に適用するための複数のメカニズムを開発してきました (Knudsen et al., 2021)。技術移転局は知識移転プロセスにおける仲介組織であり、既存の発明のマッピング、民間企業との関係維持、特許出願プロセスにおける科学者のサポートを支援します (Holgersson and Aaboen, 2019)。

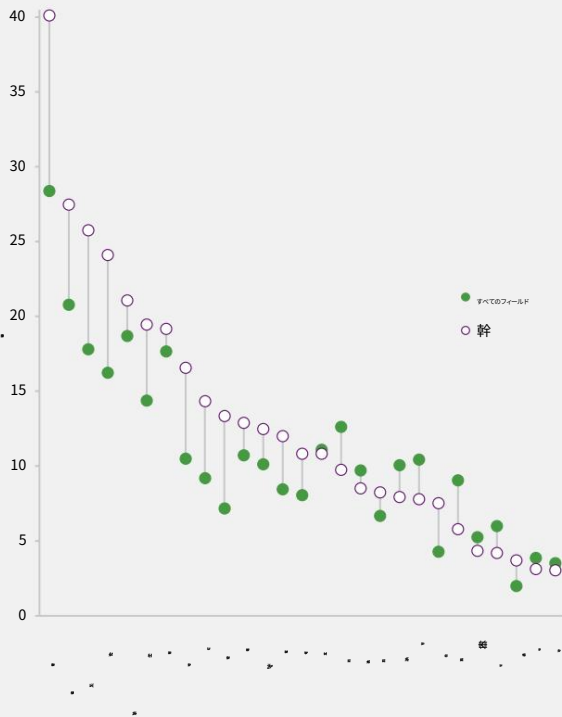
2013年以来、コロンビアは大学と企業間の技術移転を促進することを目的とした一連の政策の一環として、6つの地域技術移転事務所を強化した。科学技術イノベーション行政庁による公募を通じて設立された技術移転事務所は、2010～14年および2014～18年の国家開発計画によりイノベーションを強化するための重要な手段として認定されました。地域技術移転事務所の全国ネットワークは、その能力を強化し、リソースの共有を促進することを目的としています。外部レビューによると、技術移転事務所が水管理、医薬品治療、小児医療の分野における特定の技術移転プロジェクトを支援していることが示されている (OECD, 2019e; Pontón et al., 2019)。

科学技術パークは、知識の創造と伝達を目的とした大学、産業界、政府の共同努力のもう1つの例です。彼らは、テクノロジー指向の企業、その研究部門、学者が相互に交流し協力するネットワークを推進しており、そのネットワークは、緊密な関係と有利な規制の枠組みによって促進されています。その目的は、既存の知識ベースの機関を利用してイノベーションの文化を促進し、地方および地域の社会的および経済的發展を促進することです (Löfsten et al., 2020)。科学技術パークは、スタンフォード大学が始めた1950年代のシリコンバレーの例から始まり、世界中に広がりました。また、スウェーデンのルンドにあるイデオニ サイエンس パークの場合のように、産業界によって、あるいは中国の北京中関村サイエンズ パークのように政府が企業へのインセンティブを通じて促進することもあります (Etzkowitz and Zhou, 2018)。

対照的に、アフリカのデジタルハブの持続可能性は、強力な知識ベースの機関の欠如によって課題となっています。いくつかの国内外の取り組みが、ケニアのコンザンティヤやケニアのCcHubなどのテクノロジーパークの設立を通じたものを含め、大陸におけるデジタル指向の経済發展を促進してきました。

図 10.4: STEM 分野

の学生は海外留学する可能性が高い  
全高等教育学生に占める留学生の割合、受入国および  
研究分野別、OECD諸国、2019年



GEM StatLink: [https://bit.ly/GEM2023\\_fig10\\_4](https://bit.ly/GEM2023_fig10_4)  
出典: OECD (2019a)。

ナイジェリアのラゴス、ガーナのアクラの MEST、ルワンダのキガリの kLab。しかし、起業家をサポートする高等教育機関の能力が低いということは、テクノロジーの多様化と専門化の機会が少ないことを意味します(Friederici et al., 2020)。

#### 大学と教育システムが競争する 世界中の人材のために

グローバル化と高等教育の国際化により、特に STEM 分野で才能ある学生の獲得競争が激化しています。2020年に海外で一定期間留学する学生の数は高等教育の学生のわずか 2.7% に過ぎませんが、この割合は過去 10 年間で 3 倍に増加し、2025 年までに 800 万人の学生に達すると予想されています (UIS, 2019, ユネスコ, 2022b)。ほとんどのホスト国の留学生は、STEM 分野で勉強する可能性が高くなります(図 10.4)。アトラスプロジェクトによると、

一部の先進国では、留学生の 46% が STEM 分野に登録していました (国際教育研究所, 2023 年)。

ほとんどの学生は自分で資金を賄っていますが、奨学金は学生が STEM 分野に参入するのをサポートしています (Marsh and Oyelere, 2018)。STEM 学生は長年にわたりますます多くの経済的支援を受けてきました (Baxter, 2018; Campbell, 2021)。2006 年以来、高等教育および大学院教育における STEM 研究分野に関連する助成金の受益者は、世界の受給者の 31% を占めていると推定されています (Foundation Maps: Scholarships for Change, 2022)。

“ ほとんどの学生は自分で資金を賄いますが、奨学金が学生の入学をサポートします。STEM分野 ”

中所得国では、奨学金によって海外での学習体験が促進されています (ケント, 2018年, オックスフォード大学, 2017年)。2011年に開始されたブラジル科学流動プログラム *Ciência sem Fronteiras* (国境なき科学) は、STEM の国内学生を対象とした最大規模の政府支援奨学金プログラムの 1 つです。2012 年から 2015 年にかけて、ブラジルの学部生と大学院生は、主にヨーロッパと米国で研究を行ったり、海外で学業を修了したりするために、101,000 人の全額出資の奨学金の恩恵を受けました (ブラジル教育省およびブラジル科学省, 2013 年)。このうち 45% がエンジニアリングおよびテクノロジー分野に従事しており、次いで生物学、生物医学、健康 (18%)、クリエイティブ産業 (9%) でした。2015年、ブラジル上院透明性局が実施した調査結果では、参加者の28%が理学修士 (M.Sc.)および博士号 (Ph.D.)プログラムに登録しているのに対し、学部生では7%であったと報告した。留学経験なし (Menino, 2017; Zahler and Menino, 2018)。2005年に開始されたサウジアラビアのアブドラ国王奨学金プログラムもまた野心的な取り組みである (Pavan, 2020)。2019年にさらに5年間更新され、年間約13万人のサウジアラビアの学部生のSTEM研究を支援している (サウジアラビア文化使節団, 2023年)。

高所得国は、高等教育機関で学ぶために他国から STEM 学生を引き付ける傾向があります (Kent, 2018)。OECD諸国全体では、留学生の8%がSTEM研究を行っていました。



全国学生の 5% まで (OECD, 2021c)。米国では、2021 年に高等教育に占める留学生の割合は 4% でした。そのうち 54% が STEM プログラムに登録していました (国際教育研究所、2021 年; マーシュとオイエレレ、2018 年)。

既存のモビリティの流れは、受信国と送信国の間に大きな不均衡を生み出しています (Marinoni and de Wit, 2019)。海外への流動性が高い国では、優秀な学生が流出し、彼らとともに将来のイノベーションと発展のための人的資本も流出していきます (Baxter, 2018)。過去 15 年間、新しい目的地が熟練した学生の伝統的な移動の流れに挑戦してきました (Marsh と Oyelere, 2018)。

アラブ首長国連邦は、海外から来る高等教育生の割合が 2011 年の 43% から 2020 年の 73% へと最も大きく増加したと報告している (UIS, 2019)。この傾向は、提供の全般的な拡大と私立機関および国際キャンパスの設立を通じて、この国を地域の高等教育の中心地にするを目的とした政策的な結果である (Ahmad and Hussain, 2015)。

30 の国際キャンパスを持つアラブ首長国連邦は、国際キャンパスの数としては中国に次いで 2 番目に大きなホスト国です (越境教育研究チーム、2022 年)。

“

各国は、海外の戦略的分野で教育を受けた専門家の帰国を奨励する政策を実施している。

”

その対策として、各国は海外の戦略的分野で教育を受けた専門家の帰国を促す政策を実施している。1990年代に大幅な頭脳流出があった後、中国は人材の再誘致に最も積極的な国の一つとなった。2008年のハンドレッド タレント プログラムは、給与補償、教育および住宅の補助金や手当、研究助成金などの社会的および財政的措置を通じて、新興技術分野で重要な知識とスキルを持つ 2,000 人の専門家や学者を引き付けることを目的としました (Campbell and Neff, 2020; ザとワン、2018)。2015 年までに、このプログラムは 3,000 人を超える一流の専門家を採用しました。2011 年、千青少年人材プログラムは、外国の大学で STEM の博士号を取得した 40 歳までの長期帰国者を引き付けるように設計されました (Li et al., 2018)。

共通の指導言語として、英語は専門家や科学および技術的知識の流通と交換を保証してきました (Schofer et al., 2021)。オーストラリア、カナダ、米国、英国などの母語圏以外での英語教育プログラムは、2017 年から 2021 年の間に 77% 増加しました。その中には、エンジニアリングとテクノロジー、コンピューターサイエンス、情報を含む STEM プログラムが含まれます。テクノロジー関連の分野が最も多く、英語を母国語としない国の英語学位のポートフォリオの約 5 分の 1 を占めています。最大の増加は中国とサハラ以南のアフリカで記録された (ブリティッシュ・カウンシル、2021年)。

## 結論

国家の技術開発を支援するには、テクノロジーについて学ぶことが不可欠です。STEMは、独立した科目として、または他の分野に統合されて、世界中のほとんどの中等教育システムに組み込まれています。ただし、提供の質は、学生の成績と、これらの分野で勉強し、働き続けたいという願望に違いをもたらします。

“

提供の質は、学生の成績と、これらの分野で学び、働き続けたいという願望に違いをもたらします。

”

高等教育機関は、教育と学習に加えて、研究活動を通じて知識の創造にも責任を負います。大学の自主性が高まり、政府の新たな形での資金提供や支援が得られるようになったことで、大学は技術開発を主導する上で重要な役割を果たし続けています。革新する能力はリソースに関連しており、さらには産業界とのコラボレーションにも関連しています。