

Pさんは、パプアニューギニアの西部ハイランド州、中央ハーゲンにあるテゴ・バプテスト小学校でトイレ施設を建設している、75人の男性職人グループの中で唯一の女性職人です。

これは、ユニセフとEUが支援する国内のWASHプロジェクトの一環です。

クレジット: UNICEF/UN0525857*

(写真等は、原版(英語版)を参照してください)

キーメッセージ

ほとんどの学校インフラ指標は、2015年から2020年の間、安定しているか、緩やかにしか改善されていませんでした。しかし、より多くの学校が電気に接続されており、この期間における割合は初等教育で66%から76%、中学校で77%から86%に上昇しました。教育。

中央アジア、南アジア、東アジア、東南アジアの小学校の20%以上に機能的な男女別トイレがありません。マリの83%、トーゴの94%も同様です。

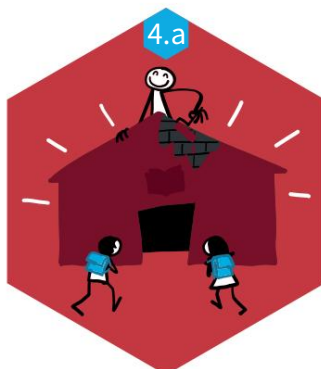
2022年「攻撃から教育を守る世界連合」報告書によると、学校や大学の教育および軍事利用に対する攻撃は、2018年から2019年に比べて2020年から21年に、特にマリとミャンマーで増加した。

テクノロジーは建物を自然災害から守るのに役立ちます。ペルーの新しい規定に従って建てられた学校は、古い学校よりもはるかに良くピスコ地震に耐えました。2015年にネパールで起きた地震の際、改修された校舎はほとんど無傷のまま残されました。

太陽光発電技術は学校の電化を加速するのに役立ちます。小学校の半数以上に電気が通っていない31カ国のうち、28カ国には世界平均を上回る太陽光発電の潜在力がある。

米国では、自家用車で行われる修学旅行の割合はほぼ55%です。さまざまな種類のテクノロジーは、学校への往復の公共交通機関をよりスムーズ、安全、効率的、公平にするのに役立ちます。米国では、2021年の法律により、低排出ガスおよびゼロ排出ガスのスクールバスに5年間で50億ドルの投資が規定されました。

第19章



ターゲット 4.a

教育施設と学習 環境

子ども、障害者向けの教育施設の建設と改善
ジェンダーに配慮し、安全で非暴力、包括的かつ効果的な学習環境をすべての人に提供します。

グローバルインジケーター

4.a.1 - 基本サービスを提供する学校の割合（サービスの種類別）

テーマ別指標

4.a.2 - 過去 12 か月間でいじめを経験した生徒の割合

4.a.3 - 学生、職員、教育機関に対する攻撃の数

効果性を発揮する利用安全で居心地の良い環境が不可欠です。ターゲット 4.a は、学生の安全と健康を監視する施設と環境の両方に関連するさまざまな指標をカバーすることで、この要請に応えます。

持続可能な開発目標 (SDG) のグローバル指標 4.a.1 はインフラストラクチャに焦点を当てています。新しいテクノロジーは学校建設の改善に役立ちますが、多くの課題が残っています (焦点 19.1)。男女平等のための最も重要なインフラの 1 つは、男女別のトイレ施設の利用可能性です。これは、安全性への懸念から、多くの場合、女子生徒が学校に通うための前提条件となっています (Levy と Houston, 2017)。中央アジア、南アジア、東アジア、東南アジアの小学校の 20% 以上に機能的な男女別トイレがありません。マリとトーゴでは、それぞれ83%と94%の学校で教育が不足している。

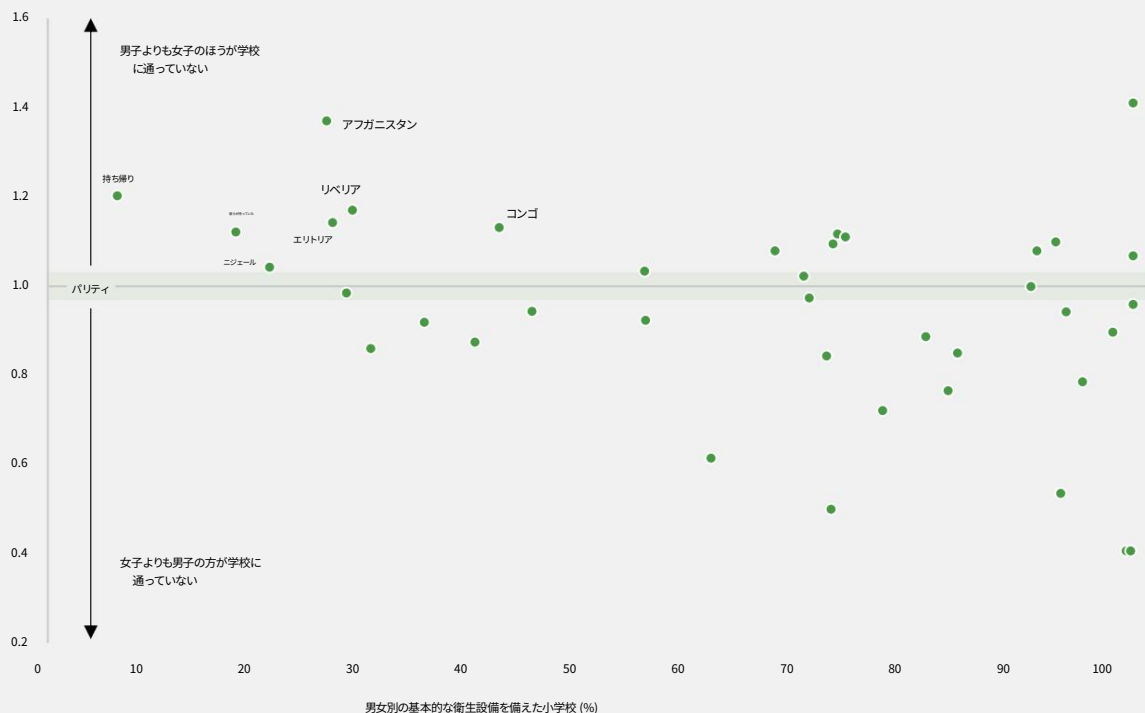
男女別のトイレは小学校よりも中学校の方が一般的です。例えばブルンジでは、2018年時点で小学校の35%、高等学校の100%に男女別トイレが設置されていた。しかし、2018年に31歳だったように超過年齢入学率が非常に高かったことを考えると、一部の女子生徒にとっては遅すぎるかもしれない。小学生の%は、自分の学年より少なくとも2歳以上年齢が高かった。月経衛生設備の不足、偏見、ストレスにより、多くの女子生徒が月に最大 1 週間学校を欠席し、遅れや中退の可能性が高まっています (ユニセフ, 2023b)。

男女別のトイレを備えた小学校の割合が低いことは、後期中等教育において男子よりも女子の方が高い不登校率と関連しています (図19.1)。この否定的な関係は、より広範なジェンダーバイアスパターンも反映している可能性があります。アフガニスタンでは、2018年に小学校の4分の3で男女別トイレが欠如していたということは、2021年のタリバン政権掌握以前から、教育における男女平等が全体的に優先されていなかったことを示している可能性がある (セーブ・ザ・チルドレン, 2022年)。

図 19.1:

初等教育で男女別のトイレが利用できることは、中等教育年齢の女子の不就学率が比較的低いことに関連している

低所得国および下位中所得国における男女別の衛生施設を備えた小学校の割合と後期中等青少年の不就学率に関する調整後の男女平等指数 (2016~2022年)



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_1

出典: UIS データベース (男女別の衛生施設) および VIEW データベース (学校外)。

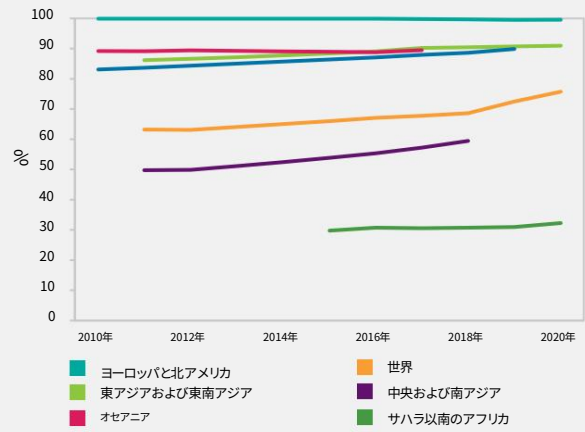
電気も基本的な必需品ですが、世界中の約 4 分の 1 の学校では依然として電気が不足しています(第7章)。電気を備えた学校の割合は、中央アジアおよび南アジアとサハラ以南のアフリカで特に低く、2015年の30%から2020年の32%までほとんど増加しませんでした(図19.2)。太陽光発電技術は学校の電化を加速するのに役立ちます(フォーカス 19.2)。

電気がなければ、生徒と教師は学校で情報通信技術 (ICT) を使用できません。教育目的でのコンピュータとインターネットの利用可能性を監視する指標 4.a.1 は、多くの国で、かなりの数の学校がどちらか一方しか備えていないことを示しています(図 19.3)。通常、コンピュータを備えている学校の割合は、インターネットを備えている学校の割合を上回っています。たとえばトルクメニスタンでは、ほぼすべての小学校にコンピュータがありますが、インターネットを備えているのはわずか 31% です。しかし、いくつかの国ではその逆が当てはまります。レバノンとモルディブでは、90% 以上の学校が教育と学習のためにインターネットを備えています、コンピュータを持っているのは 70% 程度だけです。

図 19.2:

サハラ以南のアフリカでは学校の電化は進んでいない

電気を利用できる小学校の割合 (地域別、2010 ~ 2020 年)

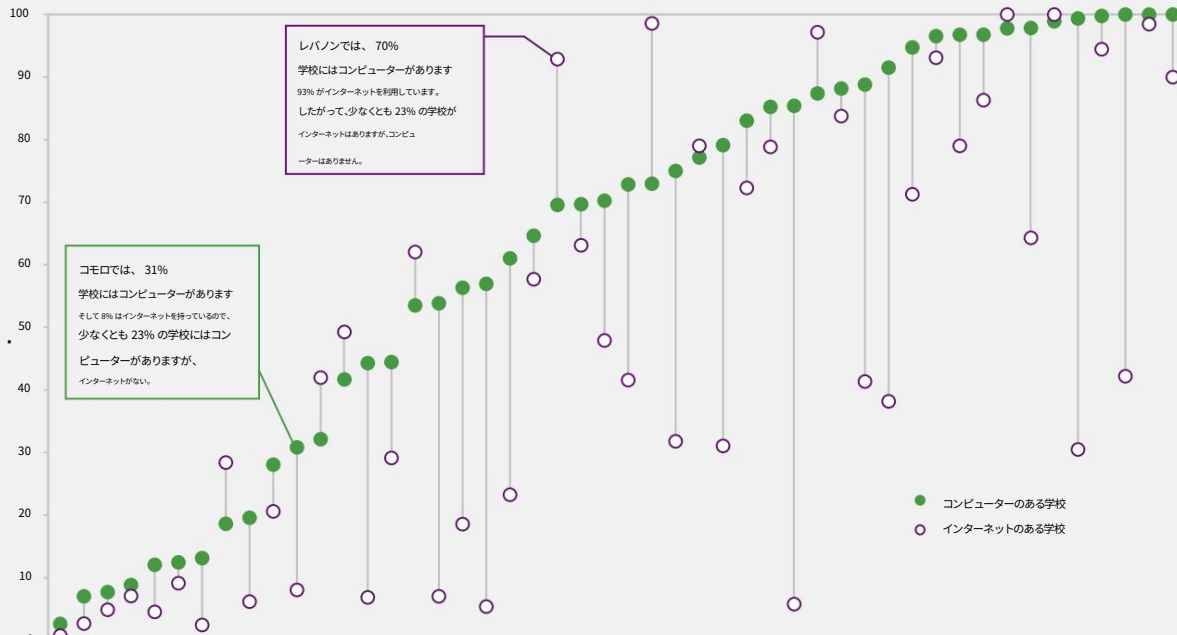


GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_2
 出典: UIS データベース。

図 19.3:

多くの国では学校にコンピュータはありますが、インターネット接続はありません

教育目的でコンピュータとインターネットを備えている小学校の割合、2016 ~ 2022 年



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_3
 出典: UIS データベース。

すべての学校をインターネットに接続することを目的として 2019 年に開始された Giga イニシアチブは、国のデータソースと機械学習および衛星画像を組み合わせることにより、45 か国の学校とそのリアルタイム接続レベルをマッピングしました (Giga,2023b)。

計画を改善するために、コロンビア政府に 7,000 の学校の所在地の詳細を提供しました (Giga,2023a)。

ブラジルでは、学校の接続性をマップするための国家的取り組みである Mapa Integrado de Conectividade na Educação (教育接続性の統合マップ) が 2021 年に開始され、政策立案者が学校内の接続性が近くの住宅や商業ビルよりも低いかどうかを分析できるようになりました。プロバイダーとの契約再交渉を促進する (CIEB,2021)。

しかし、インターネットアクセスの増加は学生にとって脅威でもあります。ネットいじめは世界的な現象となっています。指標 4.a.2 は、国を超えた健康および学習到達度調査に基づいて、過去 12 か月間にいじめを経験した生徒の割合を測定します。

後者の中で、2019 年の国際数学科学研究動向 (TIMSS) では、4 年生と 8 年生の生徒にオンラインいじめについて質問しました。ほぼすべてにおいて

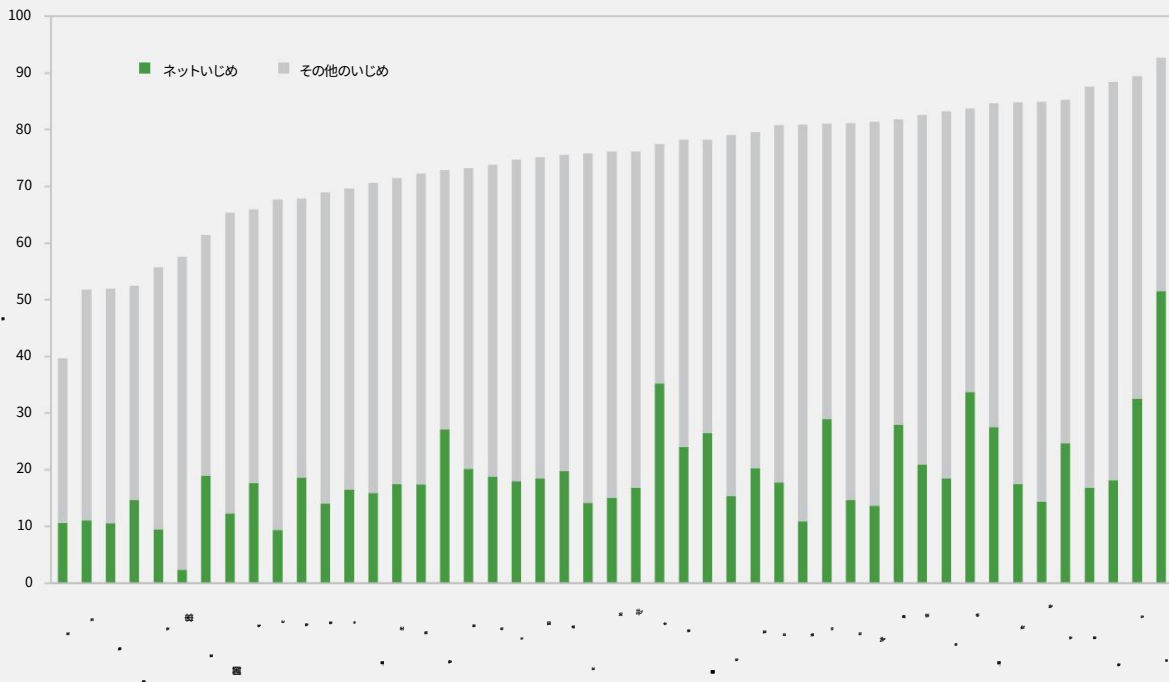
参加国では、4 年生の少なくとも 10% が過去 1 年間にネットいじめを経験しました。ネットいじめとは、オンラインで「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」、「不快なメッセージ」を受け取ったと定義されます (図 19.4)。ネットいじめを経験した生徒の割合は 8 年生ではさらに高く、データが入手可能な 32 か国中 26 か国の生徒の 20% 以上です。

いじめの蔓延が全体的に高い国では、ネットいじめがより多くなる傾向があります。ラトビアと南アフリカでは、それぞれ学生の 30% と 50% がネットいじめを経験しており、約 90% の学生が何らかのいじめを経験しています。実際、いじめはほとんどの国で、特に少年にとってよくある経験です。

データが入手可能な 116 か国のほぼすべてで、4 分の 1 以上の生徒がいじめを経験しました。これら 116 か国中 83 か国では、男の子のほうが女の子よりも頻繁にいじめにあったと報告されています (ユネスコ,2023)。

図 19.4:

ほとんどの中高所得国では、小学生の 10% 以上がネットいじめを経験しています
過去 12 か月間にいじめを経験した 4 年生の生徒の割合 (いじめの種類別)、2019 年



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_4
出典: 2019 TIMSS。

“

さまざまな種類のテクノロジーが通学をより安全かつ効率的にするのに役立ちますが、紛争は依然として生徒と教師を重大な危険にさらしています

”

学校内での生徒の福祉と安全に加えて、SDG の目標 4.a. また、学校は安全に到達できる必要があることも認識しています。さまざまなタイプのテクノロジーは、通勤をより安全かつ効率的にするのに役立ちます(フォーカス 19.3)。

しかし紛争により、生徒と教師はギャングによる暴力を含むさまざまな危険にさらされ続けています。

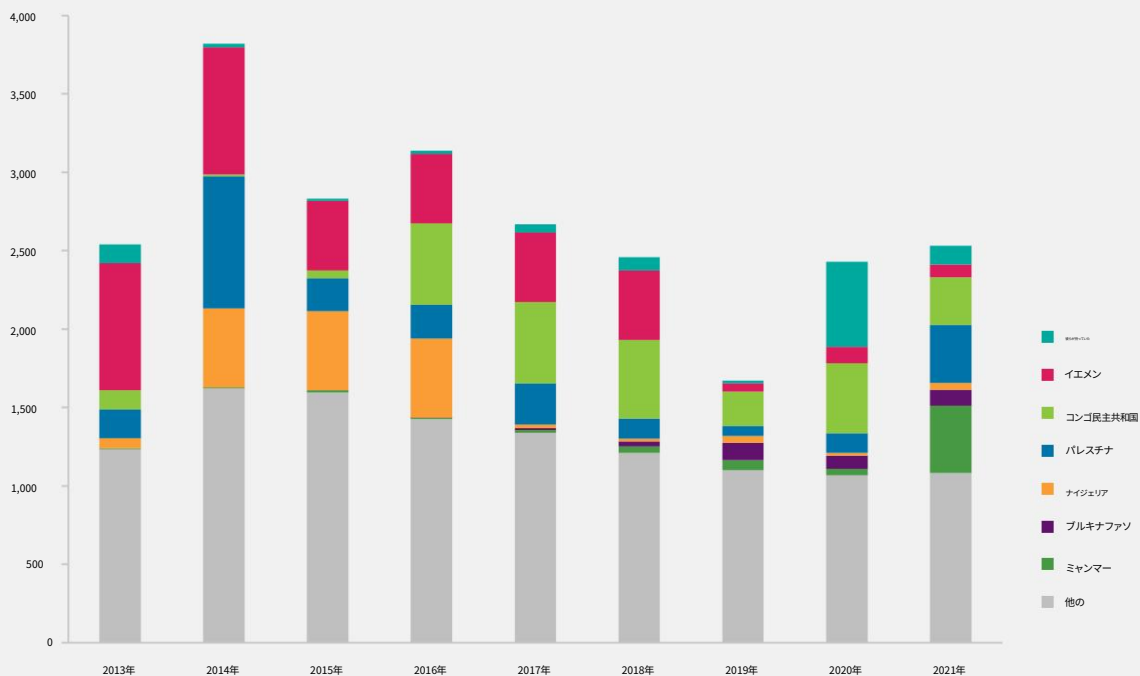
ハイチの場合と同様である(ボックス 19.1)。指標 4.a.3 は、学校および高等教育に対する攻撃の数を監視します。学校や大学の軍事利用。学校の内外的な生徒、教師、職員に対する攻撃。学校や通学路沿いで行われた児童徴用や性暴力の事件もカウントしている。この指標のデータは、関連レポートのレビュー、メディア検索、GCPEA メンバーへの働きかけという 3 つの主な方法を通じて、攻撃から教育を守る世界連合 (GCPEA) によって編集されています。2022年のGCPEA報告書では、特にマリとミャンマーで、教育に対する攻撃と学校や大学の軍事利用が2018~2019年と比較して2020~21年に増加したことが判明した(図19.5)。

しかし、被害を受けた生徒と教師の数は減少した(GCPEA, 2022)。

図 19.5:

教育に対する攻撃は少数の国に集中している

国別の学生、職員、機関に対する攻撃件数 (2013 ~ 2021 年)



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_5

出典: UIS データベース。

ボックス 19.1:

武力暴力がハイチの教育に深刻な混乱をもたらしている

2021年にジュヴェネル・モイーズ元大統領が暗殺されて以来、ハイチではギャングによる暴力が急増している。首都ポルトープランスでは最大200の武装集団が活動し、市の60%を支配していると推定されており、多くの人が家や家からの避難を余儀なくされている。多くの子どもたちが学校を辞める（ムリン、2022；ユニセフ、2023a）。2022年10月から2023年2月までに72校が対象となったが、前年は8校だった。学校に対する暴力行為や学校における暴力行為には、銃撃、誘拐、学校設備の略奪、学校給食に使用される食材の窃盗などが含まれる（ユニセフ、2023a）。ギャングはまた、多くの場合強制的に生徒を募集したり、学校を掌握して学校長に安全のための費用の支払いを強制したりしている（ユニセフ、2022a）。

暴力や社会不安が増加している時期には、校長は子どもたちを守るために先制的に学校を閉鎖します（ユニセフ、2023a）。2022年4月には、暴力行為の増加によりポルトープランスだけで1,700の学校が閉鎖され、50万人の子供たちが学校に通えなくなった（Murrin, 2022）。さらに、多くの学校が避難民家族によって占拠されているために閉鎖されている（ユニセフ、2022a）。全体として、4校に1校が2022年10月から少なくとも2023年3月まで閉鎖されたままでした（Alonso, 2023）。

その結果、子どもたちの教育は深刻な混乱にさらされています。少なくとも10,000人の9年生が、ギャングによる暴力のため、2022年の正式な学年末試験を受けることができませんでした（Joseph, 2022）。2023年1月だけでも、子どもたちは週に平均1.5日の授業日を失いました。

国連児童基金（ユニセフ）は、暴力が継続した場合、2023年1月から6月末までに約36日を失うことになると予測した（ユニセフ、2023a）。

焦点 19.1: 学校の建物には十分なテクノロジーがある

学校教育には建物は必要ありませんが、テントや仮設構造物などの建物は、換気、衛生設備、自然要素からの避難所を提供できます。適切なテクノロジーは、学校建設の安全性、持続可能性、効率性、スピードの向上に役立ちます。

木、竹、日干しレンガなど、学校用の持続可能な建築資材は不足していません（Robles et al., 2015）。インドでは、学校の壁は、砂を詰めた使用済みのペットボトルから作られた「レンガ」で建てられています（Manjarekar, 2019）。マラウイのプロトタイプ学校は、地元産の木材と土壌ブロックを使用することで従来の学校の4分の1の費用で建設され、電気を使わずに照明と換気が可能になりました（Arup, 2023）。材料技術は、水道管や鉛を含む塗料、アスベストを含む耐火材に代わる無毒な代替品も提供しています。

“

革新は材料だけでなく建築技術にもあるかもしれない

”

革新は材料だけでなく建築技術にもあるかもしれません。マラウイでは、生徒50人の1教室の学校が、標準的な工法よりもエネルギーと二酸化炭素の消費量が少ないコンクリート「インク」を使用して3Dプリントで1日以内に完成しました。別のパイロット

学校はマダガスカルで印刷されました（Matchar, 2021）。

ヨーロッパでは、ウクライナの復興活動の一環として、最初の3Dプリント学校が誕生する可能性があります（hanaphy, 2022）。しかし、3Dプリンティング機器的コストが高いため、現在、複数のサイトを並行して建設することが制限されています（Pensulo, 2021）。歴史的に、学校建設における革新は、鉄筋コンクリートなどの実績のある工法に匹敵するものではありませんでした（Theunynck, 2009）。

例外は、従来の恒久的な構造では提供できないモジュール性、可動性、および迅速な展開を必要とする緊急時の設定です。トルキエでは、ユニセフは60,000人のシリア難民の子供たちを収容するために、300のモジュール式コンテナ教室を調達しました。

バングラデシュでは、ユニセフは教育省と災害管理救援省を支援し、竹とサングラスを使った学習センターの建設を支援した（ユニセフ、2022b）。測地線ドームは、相互接続されたロッドまたはバーの格子から薄いシェルのドーム型構造を組み立てる独創的な方法であり、比較的軽量または柔軟な材料で作られた場合でも強い力に耐えることができます。持ち運びが簡単で、すぐに設置できるため、危機的状況における緊急避難所や教育スペースを提供するのに適しています（フリードリヒ・ナウマン財団、2016年、ソーラードーム 2023年）。

輸送用コンテナや同様のプレハブモジュールを変換して教室を製作することもできます。米国では、2012年の業界調査で、約500万人の学生が280,000台のトレーラーで授業を受けていたことが示されました。

ボックス 19.2:

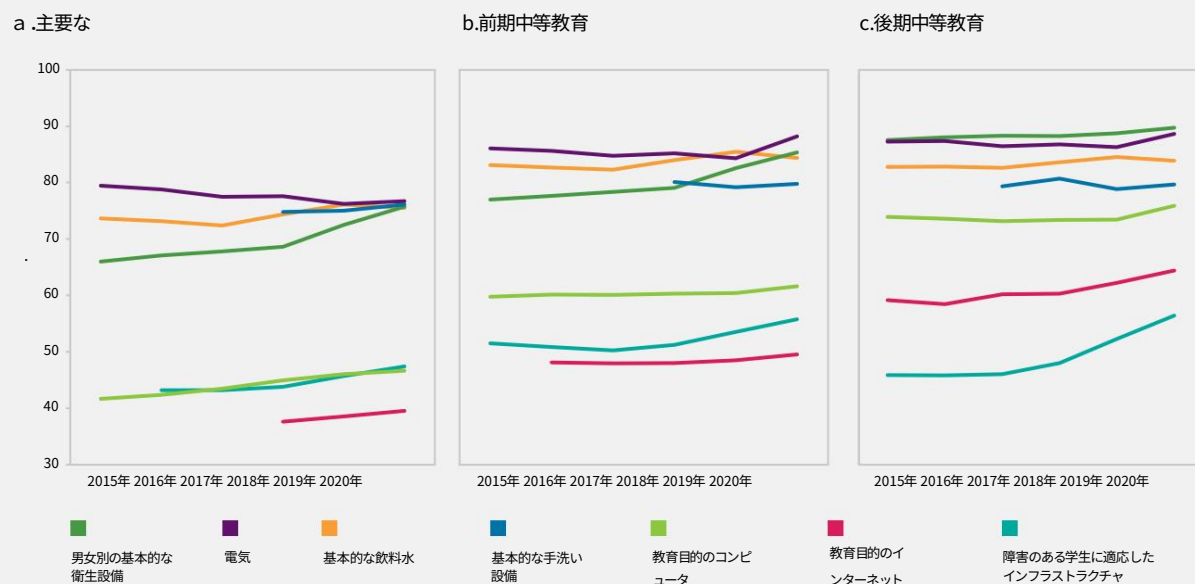
2015 年以降の進捗: SDG 指標 4.a.1

グローバル指標 4.a.1 は、電気、インターネット、コンピューター、飲料水、手洗い設備、男女別のトイレ、障害のある生徒に適応したインフラと教材といった 7 つの異なるインフラストラクチャとリソースの側面にアクセスできる学校の割合を測定します。

これらの指標のほとんどは、2015 年から 2020 年にかけて安定しているか、ゆっくりとしか改善していません(図 19.6)。ただし、一部例外もあります。障害のある生徒に適応したインフラと教材を備えている学校の割合は、すべての教育レベルで増加し、特に後期中等教育では 2015 年の 46% から 2020 年の 56% に増加しました。電気も 66% から 76% に増加しています。初等教育では %、前期中等教育では 77% から 86% です。

図 19.6:

学校インフラの状況は非常にゆっくりと改善している
選択されたインフラストラクチャ機能にアクセスできる学校の割合 (レベル別、2015 ~ 2020 年)



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_6
出典: UIS データベース。

教室 (Baker, 2014)。これらは、ロサンゼルス統一学区で利用可能な全教室スペースの 30% を占めていました (Clough, 2015)。短期的には適切ですが、そのような構造が無期限に使用されることになると課題が生じます (Inside Science, 2009)。

仮設構造物は、標準的な校舎に適用される空気質やその他の基準に関する規則や規制を回避する方法としてよく使用されます (Profita, 2014)。

テクノロジーは、学校を頻繁に破壊したり損害を与えたりする自然災害から建物を守るのにも役立ちます(表 19.1)。特定の学校の場所で最も一般的な危険に適応した適切な構造の違いを生み出します。例えば軽量木材など

建設は地震の場合には有益ですが、強風による被害にはより脆弱です (Arup International Development, 2013)。2007 年、ペルーの新しい規定に基づいて建てられた学校は、古い学校よりもはるかに優れたピスコ地震に耐えました。

(バスティダスとベタル, 2012)。同様に、2015 年のネパール地震では 7,000 の学校が破壊または損傷しましたが (GFDRR, 2015)、改修された校舎はほとんど無傷のままでした (ADB, 2015)。

技術革新により、その他の安全性や健康上の懸念も軽減できます。一部の政府は教室の換気を改善する措置を講じているが、この問題は新型コロナウイルスのパンデミック中に顕著になった。

大韓民国では、政府が次のことを義務付けました。

表 19.1:

大規模な自然災害により被害または破壊された学校の数 2010～2023 年

| 位置 | 年 | 災害の種類 | 構造的損傷 | | |
|------------------|-------|-------|-------|----------|--------------------|
| | | | 破損した | 重大な損傷/破壊 | 破損した、ひどく破損した、破壊された |
| シリア AR とトルコ | 2023 | 地震 | 1,239 | 2,100 | |
| パキスタン | 2022年 | 洪水 | | | 27,000 |
| インドネシア | 2022年 | 地震 | 500 | | |
| マダガスカル | 2022年 | サイクロン | | 508 | |
| モザンビーク | 2022年 | サイクロン | | 307 | |
| ハイチ | 2021年 | 地震 | 888 | 171 | |
| モザンビーク | 2019年 | サイクロン | 778 | | |
| フィリピン | 2019年 | 地震 | | 1,047 | |
| インドネシア | 2018年 | 地震 | 1,000 | 2,700 | |
| メキシコ | 2017年 | 地震 | | | 5,100 |
| バングラデシュ、インド、ネパール | 2017年 | 洪水 | | | 18,000 |
| ネパール | 2015年 | 地震 | 5,000 | 2,000 | |
| パキスタン | 2015年 | 地震 | 2,000 | 200 | |
| ミャンマー | 2015年 | 洪水 | 4,116 | 608 | |
| フィリピン | 2013年 | 台風 | 2,500 | | |
| パキスタン | 2010年 | 洪水 | | 11,000 | |
| チリ | 2010年 | 地震 | 631 | 1,019 | |
| ハイチ | 2010年 | 地震 | 6,000 | 2,000 | |

出典: GEM レポートのさまざまな情報源の照合。

教室に空気清浄システムと空気質センサーを設置し、保護者と学校評議会が監視できるようにする (Arin, 2019)。テクノロジーは音響設計と遮音性の向上にも役立っており (Shield and Richardson, 2018)、これにより障害を防ぎ、長期的な健康状態を改善することができます (Klatte et al., 2013)。フロリダ州では、非準拠の建物から新しい準拠した建物に移転した学校では、標準化テストのスコアと合格率の増加が見られました (Lumpkin et al., 2014)。

最後に、テクノロジーは学校建設計画の最適化に役立ちます。たとえば、3D レーザー スキャンは、物理的な詳細情報を効率的に取得することで、持続可能な改修を知らせるモデリングをサポートできます。

校舎の形状と寸法 (Le, 2021)。

仮想現実技術は、火災や煙の広がり、生徒や教師の動的な動きを考慮して、校舎からの火災緊急避難をシミュレートするために使用されています (Cimellaro et al., 2019; Lorusso et al., 2022)。。このような研究は、新しい学校の建設、既存の建物の適応、避難経路の設計に役立つ可能性があります。

エージェントベースのモデリング、つまり人、物、場所、時間の間の相互作用を研究するために使用されるコンピューター シミュレーションは、小学校の階段とトイレの設計と配置を最適化することで、緊急時の殺到リスクを防ぐための洞察を与えることができます (Xie, 2018)。

フォーカス 19.2 太陽光発電は学校の電化ギャップを埋めることができるか？

低・中所得国の多くの学校、特に小学校には電気がありません。送電網を拡大するための大規模インフラへの投資は明白ですが、費用がかかる解決策です。分散型発電は、学校で消費される電力を近くで発電するという代替手段を提供します。これは新しい概念ではありません。ディーゼル発電機は遠隔の病院や学校で長い間使用されてきましたが、それらは重燃料の供給に依存しているため、真の電力の独立性を実現することはできません (Jiménez と Lawand, 2000)。最近では、太陽光発電、つまり太陽光を電流に変えるソーラーパネルによって、分散型発電の新たな選択肢が生まれました。

小学校へのソーラーパネルの配備が初めて知られているのは、1968年にニジェールで行われました (Sovacool と Ryan, 2016)。ブラジルのミナスジェライス州では、大規模な田舎の学校電化プログラム「Luz no Sabre (知識の中の光)」により、1995年から2005年にかけて最も辺鄙な学校約1,000校に太陽光発電が供給されました (Diniz et al., 2006)。

しかし、多くの技術と同様、太陽光発電の革命的な可能性は、それが初めて利用可能になったときではなく、手頃な価格になったときに引き起こされました。過去10年間にこのようなことが起きました。

太陽光パネルの世界平均価格は、2010年から2021年の間に、kWhあたり0.42米ドルから0.05米ドルに88%下落しました (IRENA, 2022)。アフリカの大規模太陽光発電プロジェクトの価格はさらに低い (IRENA, 2016)。これらの価格低下は、部分的には最新のPVパネルの効率の向上によるものであり、部分的には製造プロセスにおける技術の進歩によるものです。さらに、変動を緩衝するためのバッテリー技術や、多くの独立した電力入力を備えたローカルグリッドを管理するためのスマートアルゴリズムなどの補助技術も成熟しました。

“

太陽光パネルの世界平均価格は、2010年から2021年の間に88%下落しました。

”

太陽光発電ソリューションの実現可能性は、アフリカでの急速な普及によって実証されています。2010年から2019年の間に、アフリカで太陽光ミニグリッドに接続した人の数は、わずか39,000人から1,736,000人へと45倍に増加しました (IRENA, 2021)。電気のない学校は、太陽光発電の可能性が高い気候帯に集中しています (図19.7)。全小学校の半数以上が停電している31カ国の中で唯一、

コンゴ、リベリア、ネパールの3カ国では、平均太陽光発電の可能性が世界平均を下回っています。小学校が電化されていない国の中で、最も日照量の少ないブータンでさえ理論上の太陽光発電の可能性は依然としてオランダよりも3分の1高く、同国はオーストラリアに次いで1人当たりの太陽光発電設置容量が2番目に多い (IEA, 2022年)。気候変動により、平均雲量の現在のパターンが変化する可能性があり、高温ではソーラーパネルの効率が低下します。

しかし、これらの要因を考慮しても、アフリカの太陽光発電の可能性が気候変動によって減少することはないと予測されています (Soares et al., 2019)。

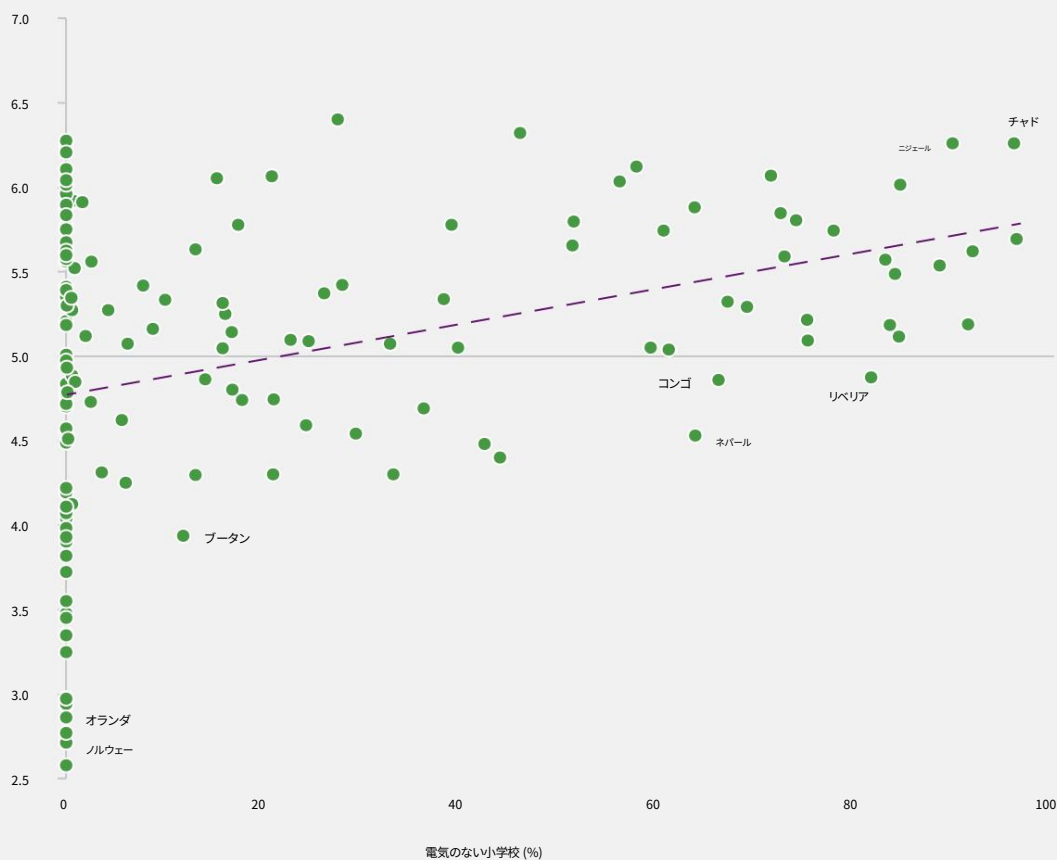
ただし、気候が良好な地域にあるだけでは十分ではありません。実行可能なシステムの設計には、敷地と建物、日射量、負荷プロファイル、コスト、コンポーネントの寿命などの要素を考慮した、高度な技術的および経済的分析と最適化が必要です (Chatterjee et al., 2018; Endaylalu, 2018)。インドの州と準州全体で、太陽光発電を導入している学校の割合が最も高いのは、国内で最も裕福で最も都市部の2つの地域であるチャンディーガルとデリーです。これは、学校電化用のPV技術が依然として地域の技術力と投資能力の潜在力によって推進されていることを示唆しています。

学校の大規模電化の障壁には、初期費用、調達、破壊行為、盗難などが含まれます (Sovacool および Ryan, 2016)。おそらくそのような課題と、メンテナンスのための訓練を受けた技術者の不足が原因で、2010年代初頭から半ばにかけての学校の太陽光電化に関する大規模な政策の一部は、その目的を達成できませんでした。パプアニューギニアでは、田舎の学校向けの太陽光発電プログラムにより、2,400の教室が設置されましたが、メンテナンスが不足していたため、5年経ってもまだ稼働しているのは「ほんの少数」でした (Sovacool と Ryan, 2016)。

より広範な地域社会が学校への太陽光発電設置から恩恵を受けられるようにすることは、プロジェクトの持続可能性にとって極めて重要と考えられます。パプアニューギニアの問題の一部は、学校に設置されたソーラーパネルが頻繁に破壊されたり盗まれたりすることであった。その理由は、学校への独占的利益が地域の共通財産権の理解と一致しないためである (Sovacool and Ryan, 2016)。有望だが挑戦的なアプローチは、学校と地域の電化をマイクログリッド (Kirchhoff et al., 2016) の形で統合することである。これは、単一の制御可能なエンティティとして機能する、定義された電気境界を持つローカル送電網である。しかし、マイクログリッドがなくても、学校の電化は家庭にも利益をもたらすように設計できます。受賞歴のあるSolar Cow イニシアチブでは、学生はポータブルバッテリーを学校に持ち込み、授業中に充電しています (Chang, 2021)。バッテリーは十分にありま

図 19.7: 学校の電化

格差が大きい国は、太陽光発電の潜在力が高い傾向にある
電気がないが太陽光発電の可能性がある小学校、一部の国、2019 年以降



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_7

出典: 太陽光発電の可能性に関する UIS データベース (電気のある学校) および ESMAP (2020)。

携帯電話を充電したり、自宅の照明やラジオを充電したりできます。ケニアとタンザニア連合共和国での試験的プログラムは550世帯に恩恵をもたらしており、この取り組みはコンゴ民主共和国、インドネシア、ルワンダにも拡大する予定です。

最後に、学校が太陽エネルギーを利用できるようにする技術は、電気以外にも利点をもたらす可能性があります。太陽の紫外線に直接さらすと、水の消毒に驚くほど効果的です (Schulte, 2011)。窓の面積と断熱に対する設計を最適化する技術を通じて、太陽光を取り込んで校舎を暖房することができます (Liu, 2018)。太陽エネルギーは冷房にも利用できます。太陽光発電を利用した電気空調のほかに、「太陽熱」または「太陽熱機械」システムは太陽エネルギーを使用して教室を直接冷却します (Aguilar-Jiménez, 2020)。

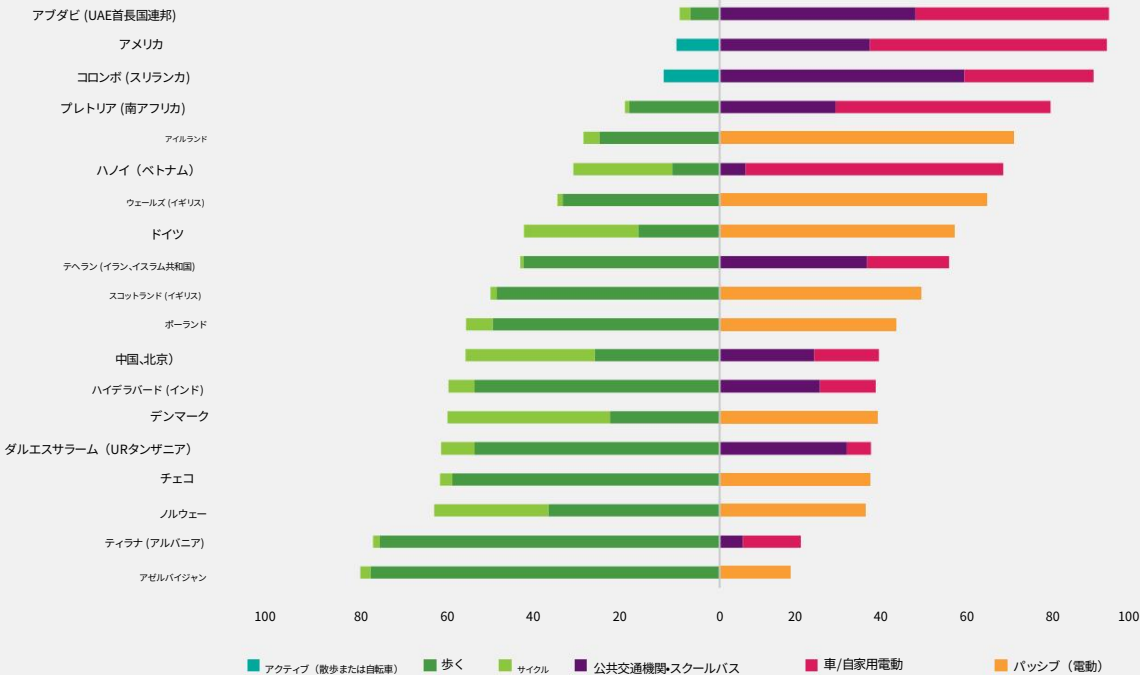
焦点 19.3: テクノロジーは通学に影響を与える

子供や青少年が学校に通う手段は、各国の経済発展と予測可能な関係にはなりません(図19.8)。米国では、2017年の全国世帯旅行調査によると、修学旅行のほぼ55%が自家用車で行われ、35%がスクールバス、公共交通機関または「その他」、10%が徒歩または自転車で行われました (Pfledderer et al., 2021)。このパターンはアブダビとコロンボにも反映されています。対照的に、ダルエスサラームでは、修学旅行の60%が徒歩または自転車で行われ、37%が公共交通機関で、車またはバイクでの旅行はわずか3%です。

同様のパターンがインドのハイデラバードでも観察されています。チェコ全土。

図 19.8:ほとんど

すべての通学が電動化されている国もあれば、大多数の子供たちが徒歩または自転車で通学している国もある
学校への交通手段別、場所別の生徒の分布、2010 年代



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_8
 注:研究は特定の年齢層に関して異なり、学校への往復の移動やその他の要因を区別しており、比較可能性に影響を与える可能性があります。
 出典:米国 (Pflederer et al., 2021)、コロンボ (Damsara et al., 2021)、アラブ首長国連邦 (Badri, 2013)、プレトリア (Goon, 2016)、ハノイ (Nguyen, 2021)、テヘラン (Ermagun and Levinson)、北京 (Zhang et al., 2017)、ハイデラバード (Tetali et al., 2016)、ダルエスサラーム (Bwire, 2020)およびティラナ (Pojani and Boussauw, 2014)。残りの場所については、Kleszczewska et al., (2020)。

さまざまな種類のテクノロジーは、学校への往復の公共交通機関をよりスムーズ、安全、より効率的、そしてより公平にするのに役立ちます。米国では、2021 年の法律により、低排出ガスおよびゼロ排出ガスのスクールバスに 5 年間で 50 億ドルの投資が定められています (Beierle, 2022)。インドネシアのジョグジャカルタでは、バス利用の最も大きな障壁は、移動時間、最寄りの停留所までの長距離、直通ルートの欠如でした。学生のバス利用を促進するための技術的アプローチには、バス内での Wi-Fi 接続の提供や、到着時刻に関するリアルタイム情報を提供する地理測位システム (GPS) 追跡が含まれます (Fariha et al., 2021)。ブラジル⁹⁰では、通学路を改善するための国家資金プログラムに、アマゾン地域⁹⁰の 30 万人の子供たちが利用する交通手段である公共の通学用ポートを改善するための資金が含まれていました。技術革新を利用して船体の形状を最適化すると、環境上の利点に加えて、大幅なコスト削減がもたらされると推定されています (Hernández-Fontes et al., 2021)。

“教育計画へのデジタル地理情報システム (GIS) の導入により、学校の分布と交通ネットワークの詳細な分析が可能になりました。”

教育計画へのデジタル地理情報システム (GIS) の導入により、学校の分布と交通ネットワークの詳細な分析が可能になりました。シンガポールでは大規模な実験が行われ、特別なモバイルデバイスを装備した学生から高周波の「群衆検知」地理位置情報と環境データが収集されました。分析の結果、ほとんどの生徒が 6 ~ 52 か所の異なる集合場所を持っていることが判明し、学校のルートは非常に複雑であることがわかりました。データに基づいて、ラストマイルのシャトル サービスがアルゴリズムの最適化によって設計され、ほとんどの学生の移動時間を 20% 以上節約できるようになりました (Panrong et al., 2021)。

テクノロジーは、子どもたちが歩いたり自転車で学校に行くことを奨励したり、保護者がそうすることを許可したりするのに役立ちます。GISは、交通事故の地図を作成したり、避けるべき「危険箇所」を特定したりするなど、特定の学校までの最も安全な徒歩または自転車ルートを設定するために使用されてきました。携帯電話とGPS追跡は、子供の通勤をリアルタイムで監視するために使用されるか、子供が到着時に確認を送信するために使用されるかにかかわらず、家族に安心感を与える可能性があります (Samah et al., 2019; Sute et al., 2019; Sweeney and Hagen, 2016)。、または単に「念のため」。他の例としては、アプリベースの通学ゲーミフィケーション (Coombes and Jones, 2016; Kazhamiakin et al., 2021; Marconi et al., 2018) や、学校が生徒をサポートできるようにする徒歩ルート沿いのチェックポイントでのスワイプカード技術などがあります。継続的な位置追跡を行わずに歩いて学校へ行く (Hunter et al., 2015)。

自転車通学は積極的で環境に優しい代替手段ですが、その普及状況は国によって大きく異なります。交通安全と劣悪な道路状況が大きな懸念事項である (Idei et al., 2020; Tetali et al., 2015)。

サハラ以南のアフリカでは、ほとんどの小学校に舗装道路からアクセスできません (図19.9)。

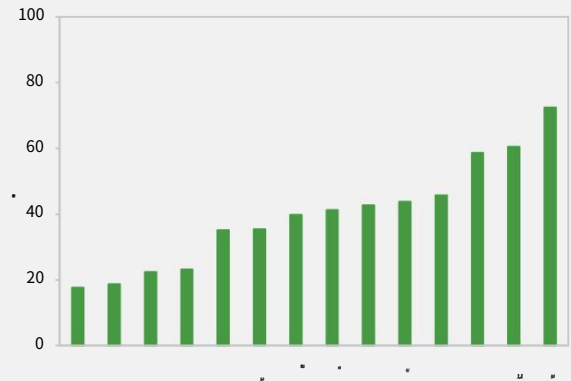
技術開発は、こうしたサイクリングの課題のいくつかに対処するのに役立ちます。2005年以来、World Bicycle Reliefは、コロンビア、インドネシア、ジンバブエを含むさまざまなプログラムの場所に、険しい地形に特化した600,000台以上の自転車を配布してきました (World Bicycle Relief, 2022)。ザンビア教育省とのパートナーシップを厳密に評価したところ、欠席、中退率、学習の改善が指摘されました (Fiala et al., 2022)。First African Bicycle Information Organisationは、サハラ以南アフリカのニーズに合わせて特別に設計された電子自転車、e-bikeを発売しました。低価格ですが、特に堅牢で (強化されたフレームとスポークを備え)、太陽エネルギーで充電可能で、非電力で充電できます。- 現地のスペアパーツで修理できる電気コンポーネント (FABIO, 2022)。

さらに、タンザニア連合共和国における電動自転車と変換キットの費用便益分析では、学生は定期的にバスの運賃に比べて (初期購入費用を除く) お金を節約でき、1日あたり3時間以上の時間を節約できると結論付けました。混雑した都市交通で歩いたりバスに乗ったりするのと比較して、既存の機械式自転車の変換キットは100ドル未満で入手できます。一方、完成品の電動自転車の価格は450～600ドルです (Greyson et al., 2021)。これは一人当たり平均国内総生産 (GDP) の約半分です。。

図 19.9: サハラ以

南アフリカのほとんどの小学校には舗装道路で行くことができません

アフリカのフランス語圏諸国、舗装された道路で通える学校に通う6年生の生徒の割合、2019年



GEM StatLink: https://bit.ly/GEM2023_fig19_9

出典: 2019年のPASECデータのGEMレポートチーム分析。

