

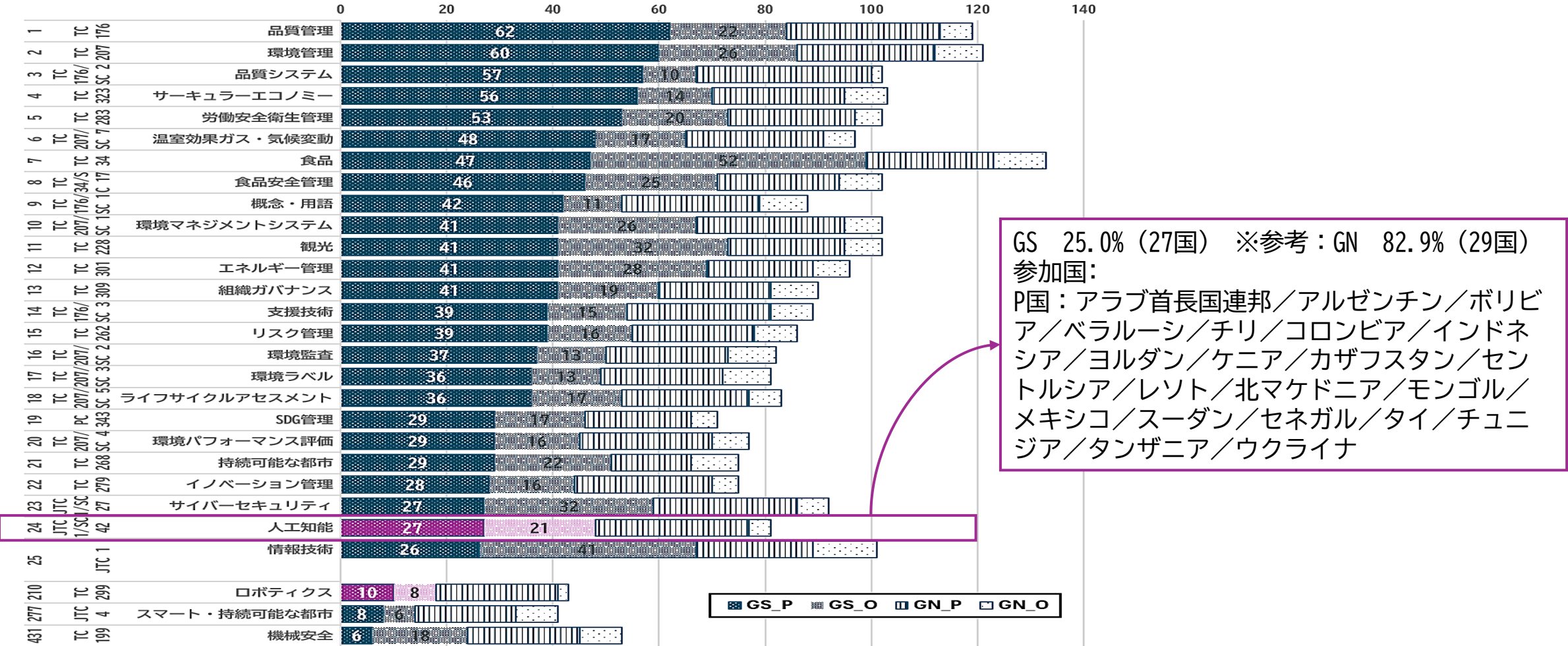
2026年7月16日

産総研主催 8th Grand Canvas: AI品質の未来を共に描く～AI品質マネジメントネットワーキングシンポジウム

グローバルサウスにおける フィジカルAIのセーフティ、品質をめぐる議論

2026年2月3日（火）株式会社電通総研 仲津

グローバルサウス（GS）とグローバルノース（GN）のデジュール機関加入状況は著しく偏差あり
GSは近年、JTC1/SC42：人口知能への加入が急増。対してTC299ロボティクスは1／3に留まっている



※ISO公開オープンデータより発表者作成。GS-P=グローバルサウスのP国、GS_O=同0国、GN_P=グローバルノースのP国の意。なおJTC1/SC42は2018年、中国北京にて総会。当初Pメンバー国は29か国だったが、2026年時点でPメンバー国が58か国に倍増した。ルワンダ、ウガンダ他アフリカ・ラ米圏参加が増加したかたち。当該諸国は技術的貢献は限定的だが、FAIR Forward（独国際協力公社事業）などの国際支援スキームへの参画を通じて自然と組み込まれている様子もうかがえる

導入：グローバルサウスの現地学術言説は目まぐるしく動いている

グローバルサウスにおけるフィジカルAIシステムの学術言説は、近年目まぐるしく動いている

法学

先進国由来枠組みの移植批判言説

A. Gakuru ケニア情報技術法センター

- Robotics and AI Society Bill法について構造批判し、廃案に
- 「強力な行政による市場監視能力」が現地不在である事実を無視したEU法制度移植はイノベーションを阻害

Noto La Diega マラウイ・英国

- 人道支援ドローン収集データは人口統計学的に個人を特定可能な情報(DII)に該当し、PIIのカバー範囲を凌駕すると指摘
- Malawi Data Protection Bill (MDPB) を設計

工学・科学技術社会論 (STS)

Smith and Huang (2022)他

チリ鉱山自動化研究

- 自動運搬トラックが過酷な物理環境（粉塵や高温）で労働災害を大幅に削減する効果を実証
- 人間⇄システム混在による新たなI/FリスクやCyberSecurity脆弱性

Arindam Basu

シンガポール・ナンヤン理工大

- ニューロモルフィック・エンジニアリング研究。通信網や電力網が不安定な環境下でクラウドサーバに依存せずエッジデバイス側で低電力・自律的にAI処理するHW設計
- 通信途絶による機能停止・外国サーバへの依存リスクを物理的HWアーキ設計で克服するアプローチの提案

開発経済学

Tshilidzi Marwala氏

元ヨハネスブルグ大学副学長

現国連大学学長

- アフリカにおけるAI導入の電力制約、データインフラの欠如分析
 - Ubuntuなどのアフリカ固有文脈を包摂した技術発展を提唱
- Smart AfricaのBlueprintやAU戦略に規範的影響

ADDA マラウイ工科大学

- UNICEFドローン回廊における実証
- 低インフラ環境下データ解析
- 飛行物理学教育カリキュラム実践
- 運用知識の現地化

TRR (Transnational Private Regulation) 概念の登場

CPS、人工知能を搭載した自律型物理システムの社会実装が進む中、ガバナンス主体が＜民間企業の構築する技術的・運用的なアーキテクチャ＞に移行／ファームウェアやクラウド上のポリシー、ベンダ提供の運用プロトコルが（国家の立法プロセスを経ずに）事実上の安全管理体制、事実上の法として機能しつつある

エコシステム	オペレーティブ・レジームの分類	グローバルサウスにおける運用実態および依存構造
農業用ドローン	ベンダ埋込み型技術制御 輸出企業標準	- 最大高度・速度FW制限。ドリフト対策HW・SW設計 - アカデミー修了証が事実上の国家ライセンス代替として機能 - ホスト国規制能力の低さから、ベンダのアルゴリズムに環境保護責務が転嫁
ロボタクシー	輸出国基準の適合 遠隔監視による技術担保	- 輸出元基準、UN R155/156のコンプライアンス・スタック輸出 - UAE等のホスト国当局は上記標準と5G遠隔監視（テレオペ）アーキテクチャを安全根拠としてそのまま受容 - 国家がベンダ実績に全面依存する構造
配送用ドローン	Transnational Private Standard(SORA)	- SORAフレームワークに基づくリスク評価がグローバルな承認基盤 - 音響検知回避機能やFMEA、Wingcopterの多重冗長化などベンダの高度信頼性工学が安全を担保
自律型鉱山機械	保険会社主導 事業社内私的プロトコル 国際標準	- EMESRT Level9準拠ブレーキ介入＋ISO 21815準拠Third Party CAS統合 - 第3者監査機関による認証が保険要件や運用認可の絶対条件として機能するPrivate Lawの典型

クラウド接続された自律型システムでは、OTA updateを通じて市場展開済みのフリートの安全行動や権限を事後的に更新。すなわち「事後的な立法行為」に等しいガバナンス実践が国外民間企業の手でなされる状況

ベンダー / エコシステム	アップデートの内容と結果	ガバナンスへの影響
農業・汎用 ドローン	ジオフェンスの大幅緩和（2024-2025年） 長年採用してきた「GE0」システムを更新し、米国等で従来は離陸を物理的にロックしていた「飛行禁止区域」を、操縦者が自己責任で解除可能な「強化された警告区域」へと変更し	- リモートID普及により国家が事後的な法的執行能力を獲得。ベンダが過剰な規制負担とクレーム懸念から手を引き、法的責任をパイロットに返還 - ユーザ規約に基づき実施され、<u>国家による事前承認の義務は負っていない</u>
配送用ドローン	音響フットプリントの動的最適化 - 地域住民からの騒音苦情軽減を目的に自律システムのSWを更新 - 推進システム推力配分や機体ピッチ角をSW調整し、急加速時のアコースティックなスパイクを低減	- HW（プロペラ形状等）ではなく、SW更新によって物理的な環境影響を事後的に制御 （全世界の）運用地域データ収集から提供元が自律的改善→協力的な垂直統合
ロボタクシー	エッジケース学習と動的ルート・ポリシー更新 中東等の運用で収集したデータ（工事、砂嵐、異常な交通行動）をクラウド上の大規模AIモデルで強化学習し、フリート全体回避行動やテレオペ介入閾値を動的に更新	- 現地交通状況の変化に対し、ベンダのアルゴリズムが迅速に適応し、車両の挙動（回避ルートや速度）を継続的に変化させる - ホスト国の国家の交通規制と連動しない

ベンダ利用規約（TOS）の絶大な執行力と、ベンダ撤退後のホスト国インフラの崩壊

先進ソリューションの巨大PoC受入先となってきたグローバルサウスでは
現地立法府や当局が自国の制御能力をもっていない事態発生への課題意識が広まりつつある

利用規約を介してベンダが保持する権限が
究極の制裁力として機能

- ① ユーザーに対するライセンスの付与条件として、飛行安全機能のハッキング、クラック、改変、および安全制限のオーバーライドを明確に禁止。これに違反した場合、事業者は事前の書面による許可なくアカウントへのアクセスや製品の使用权を即座に終了させる（機体の機能をリモートで停止させる）権利を留保
- ② サービスや運用データ同期のために指定通信環境への接続をユーザに求め、アクティベーション不備・規約違反時にはバッテリーやモータの駆動がシステム的にロックされる仕組み
- ③ ユーザが規約に違反したとベンダーが独自に判断した場合、事前の通知なしに独自の裁量でサービスへのアクセス権を終了または一時停止する権利が明記

→これらの条項は、複雑な物理システムにおける安全性を担保するための法的防波堤であると同時に、ホスト国やユーザの意図にかかわらず、ベンダがリモートからシステムを「文鎮化」できる圧倒的な支配力を示している

特定ベンダの独自アーキテクチャに
グローバルサウスが依存することの致命的脆弱性

Swoop Aero：オーストラリア発のスタートアップ
マラウイ、DRコンゴ、バヌアツなどでUNICEFやUSAIDと連携し、数百万の人口をカバーする広範な医療用（ワクチン等）ドローン配送ネットワークを構築・運営。がVC資金調達に行き詰まり、2024年10月に任意管理手続きへと移行、最終的に清算
→GS側ではヘルスケア・サプライチェーン機能停止

- ・ 現地にドローン機体のHW資産が残留
- ・ 訓練された現地スタッフも残留
- ・ フリート統制SW等へのアクセス権はベンダ残留
→ベンダの財務的死が（文鎮化）に直結

2025年3月にKite Aero社がSW PF含むドローン資産を買収・承継

- ・ 買収後、同社は、自社SWスタックと運行システムをサードパーティ統合に向けて開放（＝オープンPF戦略に転換）
- ・ 鉱山機械におけるISO 21815を通じた「安全層と運行層の脱ロックイン（オープン・オートノミー）」の連動

→一企業の破綻がインフラ全体を道連れにするリスクを緩和するための、私的ガバナンスにおける強力な自己修正

“フィジカルAI” 対応型製品導入にともない、現地“修理”産業が新たに迎えている局面①

とくにグローバルサウスがこれまでに独自発展させてきたインフォーマル経済に与えるAI対応型システムの影響が広く議論されはじめている

グローバルサウスのインフォーマル修理市場

- バングラデシュ・ダッカ、アフリカ、南米都市部等における“フランケンシュタイン的”再生
- 無数の非公式修理工が独自のリバースエンジニアリング技術を駆使して、壊れた携帯基盤をはんだ付けして、ソフトウェアのロックをクラッキングし、複数の廃品を組み合わせでひとつの稼働する機器を再生
- ユーザ自身（現地農家等）の技術、費用負担等で、技術の寿命（トータルライフコスト）が劇的に延長されてきていた側面があった

制度的処方と近年の課題

- Restart Parties（欧州草の根運動）、Right to Repairの確立
- 製品の設計段階から修理しやすさ（repairability）を組み込むようデザイン工学的な要求（Design-Reality GAPモデル＝ITPOSMOモデルによる再評価）
⇒近年のデジタル機器が採用するDRM（デジタル著作権管理）や、部品の暗号化ペアリング＝SW領域内対策により公式ベンダ以外、第三者修理が物理的・法的に排除されつつあった
⇒グローバルサウスにおける生命線であった、非公式の修理文化を直接的に破壊
⇒修理・再利用できなくなった（SW/HW混在）電子機器は、越境的にそのままe-Waste化、現地放置へ

⇒AI対応システムの導入が、さらにインフォーマル経済に影響するとの懸念の拡大

フィジカルAI対応型製品導入にともない、現地“修理”産業が新たに迎えている局面②

AI自律システムがもつSW Firstと通信依存型の仕組みは
従来技術では可能だった「現地の人々による再活用・延命」のレパートリをさらに破壊する可能性

例) 医療配送システム

ドローン本体、充電インフラ、SWプラットフォーム、空域管理プロトコル
が完全統合されたプロプライエタリなアーキテクチャ

- 米国企業がすべてのIPと製造拠点をカリフォルニアに保持
- アフリカ政府は稼働率によらず、毎月利用料（数年にわたり数億ドル規模）を米国ドル建で払いつづける「顧客」に固定化
 - 技術移転が行われず
 - 政府が資金枯渇や為替変動により月額利用料を停止した瞬間に、システム全体が遠隔隔離→ 国家の医療ロジスティクス全体が止まる
 - 国民の医療データが海外サーバに蓄積→ データ主権喪失

⇒ アフリカ諸国における契約構造の見直し提言につながりつつある

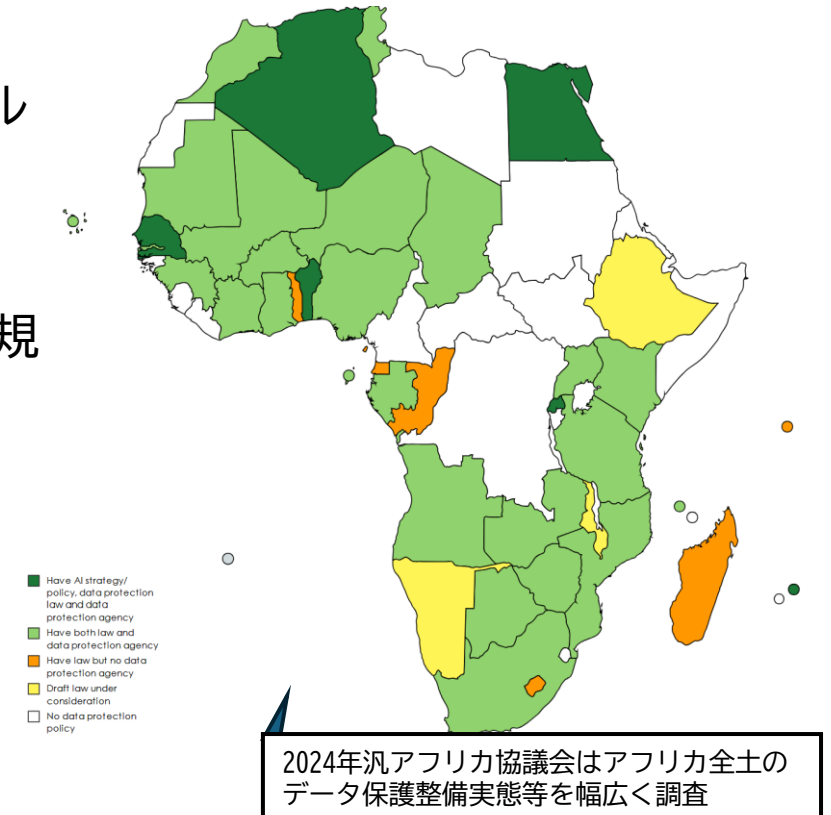


Figure 3: Status of AI Strategies & Policies, Data Protection Legislation and Agencies in Africa

まとめ：“フィジカルAI” 対応型製品導入にともなう現地の議論

現地が認識していた従来課題

- 予備部品ロジスティクス
- 提供事業者資金のサイクルと支払者構造
(パイロット症候群)
- 基本的インフラの脆弱性
- 技能の希少性

フィジカルAIが入ったシステム普及でさらに追加されつつある懸念点

- クラウド・ライセンスサーバへの従属：遠隔ブリック化の懸念
 - GS現地のHWが物理的に無傷でも、提供元破綻により、システムが一切操作を受け付けなくなる
- 安全性の維持がSW更新の継続を前提とした設計
 - 旧式機械では可能だった”だましだまし”劣化状態でも“使いつづける現地作法が通用しなくなる
- 部品の高度専門化と暗号化FWによる第三者修理の排除
 - 現地の豊かなインフォーマル経済修理が事実上無力化される
- 故障診断の困難
 - かつては可能だった故障の目視判断が不能に。
原因究明と修理ができず、文鎮化の一途へ
 - リチウムバッテリー等有害物質の排除手段を現地側がもてない状況の固着化

現地立法はGNモデルのデータ課題（バイアス等）対応と現地経済生態への対応との間で揺れ動いている
→問題の複雑化につれ、フィジカルAI単体ではなく、次世代都市構想型解決へと関心も集まりやすく

世銀が公開した「開発のための標準」では、改めて「標準」が経済復興や発展に果たした役割が注目され、グローバルサウス諸国に多くの示唆を与えている
→法制度と同等にコードアルゴリズムやデジタル基盤そのものが社会的ルールを形成するという認識が広がり、国際標準への参画が重視されつつある

Japan: From “shoddy imports” to paragon of global quality

Japan's ascent as a global leader in manufacturing is inseparable from the metamorphosis in its quality standards. Before World War II, Japanese consumer exports were frequently synonymous with low quality and unreliability, a damaging reputation rooted in mass-produced, inexpensive goods.⁵ Although pockets of exceptional craftsmanship existed, particularly in traditional artisanal sectors, and the country invested significantly in military hardware, the consumer goods sector more broadly lagged significantly in consistent quality. The postwar imperative for economic reconstruction and export-led growth demanded a radical break from this past. Crucially, Japanese industrial leadership proved exceptionally receptive to external expertise at a pivotal moment. When American experts on quality W. Edwards Deming and Joseph M. Juran lectured in Japan in the early 1950s under

The Republic of Korea: Strategic standardization as an engine of industrial transformation

The Republic of Korea's extraordinary journey from postwar devastation to global technological powerhouse offers a compelling case study in the deliberate deployment of standards and quality infrastructure as core instruments of industrial policy and export competitiveness.¹⁵ Although Korea shared the East Asian model in having a developmental state, its approach to standardization was anchored in a systematic integration of standards into the national economic strategy and a pioneering role in stimulating education in the area of standardization. Ultimately the country transitioned from adopting to authoring international standards, particularly in the area of information and communications technologies.¹⁶

SPOTLIGHT 1

The Role of Standards in the East Asian Miracle: Core Infrastructure for Global Competitiveness

China: Strategic standardization for global leadership

China's stunning economic ascent, lifting hundreds of millions of people out of poverty and transforming the nation into a technological superpower, represents a distinct yet integral chapter within the narrative of the East Asian miracle.²⁰ Although state-led investment, export-oriented manufacturing, and development of human capital were essential to the country's economic success, the development community has overlooked China's strategic use of standards and quality infrastructure in industrial upgrading and global integration. China's path reflects a transition from passive adoption of foreign standards to active leadership in developing them, particularly in the areas of telecommunications, high-speed rail, and renewable energy.

China laid the foundations for its economic miracle during the post-1978 reform era. Recognizing that

Case（事例）	一般導入モデル	現地で不在のインフラ	代替導入（現地適応戦略）	二次的な影響	ソース
自律型運搬システム（AHS） - チリ・ペルーの鉱山	- 基地局による大容量データ通信（Wi-Fi/LTE） - GNSSに基づく精密位置情報の常時取得	- 高信頼性の通信ネットワーク - 広範なGNSSカバレッジ	通信事業者と提携した鉱山専用のローカル5G/LTE網構築。LiDAR/レーダーを用いた非GNSS依存の自律走行システムの統合	鉱山会社自身が地域最大級のローカル通信事業者となり、インフラ保守のための新たな専門部署の創設	https://doi.org/10.3390/mining6030048 https://im-mining.com/2025/12/08/huawei-in-south-america-unified-networks-for-the-life-of-mine/
Zipline ドローン配送 - ルワンダ - ガーナ	- 送電網への常時接続によるドローン充電 - 医薬品の厳密な温度管理	- 安定電力網 - スペアパーツ・コールドチェーン物流	- 太陽光発電・バッテリー蓄電システム（BESS）をオペレータが運用 - バックアップ発電機を用いた独自マイクログリッド設計・導入	- ローカル送電網障害から独立した安定運用を実現したが、システム導入コストが増大し、現地流通網との接続問題も残存。 - 医師にオペレーションをさせる問題も（バイオメディカルエンジニア化）	https://doi.org/10.1080/13675567.2025.2454495 , https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2023.e01552
UAV（Swoop Aeroなど） - マラウイ - バヌアツ	- 規制当局の型式証明や運用リスク評価（SORA等）を通じた正式な飛行許可の取得 - 地上の携帯電話通信網（LTE等）を経由した機体のコマンド&コントロール（C2）	- 国家による適合性評価インフラ、航空法規（CAA規制能力） - 安定したセルラー通信網	- UNICEF等が主導するドローンテスト回廊設立 提供者自身の安全基準に基づく特例的な承認体制による代替 - セルラー通信断絶を補うためのIridium衛星通信モジュールのバックアップ搭載、AWS IoT等クラウド依存の強化	- 迅速な試験運用が可能となる一方、国家の恒久的な規制枠組みの構築が後回しに。提供者への制度的依存が定着 - クラウドベンダの稼働状況への極度な依存 - インフラ障害時に現地の自律運用が困難になるロックイン状態の発生	世銀2023 Playbook for Enabling Civilian Drone Operations-02 African Drone Forum Publication. UNICEF 2019 Drones for Delivering Results for Children https://aws.amazon.com/jp/solutions/case-studies/swoop-aero-case-study/
農業用ドローン - 東南アジア - ラテンアメリカ	- 正規代理店による修理・メンテナンス - 保護機能を持つ純正バッテリー/BMSの使用	公式の保守要員・交換部品物流網	- 修理・再利用に伴うBMSの再設定・診断・部品交換による継続利用 - 高容量バッテリーへの更新・長寿命バッテリーの採用 - メーカー保守外での修理・再利用・部品交換・設定変更による継続利用	- 現地では修理・リファービッシュ・再利用により設備・バッテリーの利用期間延長が図られている。 - 一方で、修理品質やBMS管理のばらつきに起因する安全性確保が課題とな	WorldBank 2024 Guide to Mobility for Livable Pacific Cities https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02023R1670-20250620 www.herewinpower.com/ja/blog/agriculture-drone-battery-maximize-roi-indonesia/ , www.elektroda.com/qa%2Cdji-battery-killer-cp2112-bms-reset.html?utm_source=chatgpt.com , //circulareconomyjournal.org/ojs/JoCE/article/view/221/83 など
民生用航空・ドローンナビゲーション - 中東・南アジア国境	妨害のない電磁環境下における、非暗号化GNSS信号（L1 C/A）による正確な測位	セキュアな民生用GNSSインフラ・電波監視網	- 国家主体のジャミング等による民間GNSS信号の大規模妨害 - 対地接近警報装置（GPWS）やINSの致命的な誤作動	パイロットやオペレータの間でシステム・アラートを日常的に無視する「リスクの正常化」が拡大→航空安全の根本的な前提が崩壊。GPS Spoofing, GNSS妨害等への耐性確保がより重要に	https://focalpointpositioning.com/resources/insights/blogs/gps-spoofing-and-jamming-what-the-gulf-reveals-about-the-scale-of-the-problem/ https://migflug.com/jetflights/gps-spoofing-up-193-pilots-are-flying-blind/
African Drone and Data Academy（ADDA） - マラウイ	既存大学・専門機関から供給される、保守・データ解析専門知識を持った人材活用	工学・航空関連の高等教育パイプライン	- UNICEF・大学提携によるドローン・データ専用の高等教育機関のゼロからの設立 - 現地若年層に向けたスキル形成プログラムの実施	ドローン操作技術だけでなく、環境監視・災害対応関連データサイエンス能力を備えた持続可能な現地労働市場が形成？	https://www.unicef.org/malawi/documents/adda-evaluation-report