

# 日本のEWSの技術優位性（サイクロン、高潮）

■ 日本は、台風・高潮・大雨洪水など複数災害に対応可能なEWSを整備し、世界気象機関（WMO）や国連防災機関の報告書で多災害対応型システムの好事例として紹介されている。気象・海象・通信を統合した高い**技術統合力**、自治体実装に基づく**運用ノウハウ**、電源二重化・衛星通信等による**高信頼性設計**を備え、技術・制度の両面で高水準の対応力を有すると考えられる。

表 技術の比較

フェーズ	日本の技術	欧米の技術	差別点、知財、標準化等
① 観測 (衛星、レーダ、潮位、波浪などの観測技術)	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ひまわり8/9衛星（16バンド、2.5分観測）により、雲・水蒸気・海面温度等を高頻度で観測。</li> <li>◆ 潮位・波浪観測網（NOWPHAS）が<b>50年以上、全国港湾で連続運用</b>されている。</li> <li>◆ 偏波レーダが降雨強度を3次元で把握し、短時間豪雨やサイクロン降雨を高精度に推定。</li> <li>◆ <b>台風・塩害に耐える観測装置設計（耐久性）+自動補正・遠隔監視で長期安定稼働。</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 海洋大気庁（NOAA）（米）：GOES衛星により、雲・大気運動・海面温度などを連続監視している。国立ブイデータセンター（NDBC）は、米国全海域で気象・海象を長期観測する沿岸観測局ネットワークを運用。海洋サービスセンターは、全国潮位観測網約（約210局）を運用し、潮位・潮流・水温などを常時監視。</li> <li>◆ 欧州気象衛星機構（EUMETSAT）：Meteosatで、全球の雲・海面温度・水蒸気などを観測。一方で、地上の潮位計・波浪計の運用は別機関。</li> <li>◆ Vaisala（フィンランド）（民間）：気象センサ・レーダ／観測計測で世界展開し、研究・商用観測に強みがある。</li> <li>◆ RBR（カナダ）（民間）：潮位・波浪等の高精度海洋センサで研究／実務用途に広く用いられている。</li> <li>◆ Datawell（蘭）（民間）：波浪観測ブイ等で世界展開。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 日本の観測EWS技術は、衛星・レーダ・潮位観測を組み合わせた<b>多層観測網</b>と、過酷な<b>海岸環境</b>でも<b>長期安定稼働</b>を可能にする設計・自動補正技術を備えている。</li> <li>◆ 日本発の電波式検潮や水圧式潮位・波高計などの特許・実装例は多数確認でき、例として電波式潮位・波高測定装置や空気背圧式潮位・波高測定装置の公開特許がある。</li> <li>◆ 米はブイによるデータ等、原則すべて無償公開。</li> <li>◆ 欧州では、Datawellのブイなどを<b>国際規格化</b>し、各国EWSで共有利用。共通APIで即時アクセス可能。</li> </ul>

# 日本のEWSの技術優位性（サイクロン、高潮）

フェーズ	日本の技術	欧米の技術	差別点、知財、標準化等
② 同化・解析 (観測データをモデルに統合し、予報初期値を作る技術)	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象庁（JMA）は、全球モデル・メソ（日本列島規模）モデル・ローカルモデルの三系統を連携運用し、広域から局地までを一貫して予測できる体制を構築している。</li> <li>観測データから得た初期値と数値予報結果を同化処理し、時間的・空間的に整合した大気状態を再現している。（4D-Var）</li> <li>観測データを毎時に同化して最新の情報を反映し、安定かつ高頻度の運用体制を維持している（3D-Varについて）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州中期予報センター（ECMWF）：IFSの4D-Varで<b>世界最先端級の中期予報</b>（10日～15日前）（③も含む）。</li> <li>NOAA：GFSモデルを運用し、4D-EnVarによる同化と13km格子の全球解析を実施。最大16日前までの中期予報を提供し（③も含む）、オープンデータ基盤（NCEP）として<b>世界各国の研究・民間予報に広く活用</b>されている。</li> <li>IBM GRAF（米）（民間）：1時間更新・高解像度の商用全球モデル。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>日本、欧米はいずれも4D-Var系</b>（JMAは、全球はLETKF + 4D-Var、メソは4D-Var、ローカルは3D-Var）を中核とする<b>世界最高水準の数値予報体系を有する。</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>日本は、運用安定性・EWS連携に強み。AI同化・欠測補完アルゴリズム関連の特許例がある。</li> <li>欧州は、地球観測計画「コペルニクス」のデータは無償提供（研究目的）、その他有償データ提供がある。</li> <li>アメリカは完全オープンデータで<b>研究・民間利用</b>されている。</li> </ul> </li> </ul> <p>※NOAAの公開データの一部HP上には、「連邦政府は閉鎖中であるが、公開データは生命と財産を維持するために必須であり、政府機関閉鎖中もデータは公開・更新される」と記載されている（トランプ政権への交代が一因である可能性、2025年10月31日現在）。</p>

# 日本のEWSの技術優位性（サイクロン、高潮）

フェーズ	日本の技術	欧米の技術	差別点、知財、標準化等
③ 予測・モデル（高潮、サイクロンの数値予測モデル）	<ul style="list-style-type: none"> <li>JMAの高潮予測モデルは、WMOの国際的高潮監視枠組み（SSWS）で<b>アジア太平洋地域の標準ガイドとして採用</b>されている。JMAは地域特化気象センター（RSMC Tokyo）として、このモデルによる予測データやガイダンスを台風委員会に加盟するアジア太平洋各国へ定期的に配信している。</li> <li>2022年、JMAは高潮予測モデルを刷新し、52通りのシミュレーションで高潮発生確率を地図化し、予測精度と信頼性を向上させた。</li> <li>日本発の結合モデル（例：SuWAT）により、港湾・沿岸域の詳細な高潮・波浪・潮流相互作用解析がおこなわれ、AIによる高速化する研究も増えている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NOAA／NHC（米）：NOAAが「SLOSH」モデルで高潮の発生範囲や浸水深を予測し、「P-Surge」モデルで被害発生の確率をリスクベースで提示している。</li> <li>Deltares（オランダ）（非営利財団法人）Delft-FEWS：<b>世界銀行案件</b>で<b>60か国以上の広域運用実績</b>あり（インドCWC、バングラBMD、ベトナムVNDMA等では、試行運用など）。</li> <li>DHI（デンマーク）（独立非営利法人）：MIKE21／MIKE-Floodは、<b>多くの国で国際商用実績</b>あり。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>欧州製品の導入実績とエコシステムは厚く、<b>海外展開で優位</b>になりやすい傾向がある。</li> <li>日本はSSWSの域内ガイダンスを担うRSMC Tokyoの運用実績と、物理忠実度、運用安定性で差別点がある可能性。</li> <li>米のSLOSH および P-Surge は完全無償・オープン公開。</li> </ul>

# 日本のEWSの技術優位性（サイクロン、高潮）

フェーズ	日本の技術	欧米の技術	差別点、知財、標準化等
④ 警報・伝達	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 全国瞬時警報システム（J-ALERT）は、衛星通信・防災行政無線・携帯緊急速報メールを組み合わせ、国から住民まで数秒で警報を同時伝達する。また、地上デジタル放送（ISDB-T）の緊急警報放送が受信機を自動起動し、音声と字幕で警報を伝える。</li> <li>◆ 警報データはCAP形式でも生成され、共有システム（Lアラート）を通じてFM放送や公共施設のデジタル表示板にも同報配信。<b>放送と通信を一体化した高信頼・多重化EWSとして、国際的にも高く評価</b>されている。</li> <li>◆ 気象庁の特別警報制度（2013年導入）は、通常警報より高い危険度を明示し、高潮・暴風等を含む重大災害の恐れが著しい場合に住民の避難判断を強く促す仕組（多段階制度）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 米国では、連邦緊急事態管理庁（FEMA）の統合公共警報・警告システム（IPAWS）が、携帯と放送などへ同一メッセージを配信する国家基盤で、米国国立気象局は気象情報の発信主体として、NOAA Weather Radioにも広げられる（連携）。CAPを使って<b>各機関が独自発報・共有する分散型構造</b>。</li> <li>◆ 欧州では、EU-Alert／Cell Broadcastが主流で、<b>CAP国際標準との連携により多言語対応と域内共通運用を実現</b>。EU電子通信規則で各国に公共警報システムの導入が義務化され、ドイツのDE-Alertなど、加盟国ごとに共通仕様で運用している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 欧米では、<b>CAP国際標準に基づいて警報データを統一管理</b>しており、複数の機関が連携しやすく、<b>多言語対応や国際的な運用</b>に優れている。</li> <li>◆ 一方、日本は放送（ISDB-TのEWBS）と通信（Lアラート：CAP形式）を統合し、<b>停電や通信障害時でも確実に警報を伝えられる仕組み</b>を構築している。</li> </ul>
⑤ 運用・O&M・人材育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 日本の気象・防災システムは、国が責任を持ち、民間が支える<b>「官民協働型」運用</b>。契約で明確に決められた品質基準に基づき、民間企業が24時間体制で安定運用を支援している。</li> <li>◆ 災害発生後には検証とモデル・手順の改善を繰り返し、<b>国際協力では人材育成と運用力の移転</b>を通じて、相手国の予報・警報業務の持続性向上にも貢献している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ NOAA・ECMWFなどが研究・モデル開発を主導。運用はクラウドやIT企業（AWS、Google Cloud、IBM等）と連携。民間企業や大学もリアルタイム観測やEWS運用に直接参加し、オープンAPI／CAP標準で多機関が情報共有。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 欧米では、災害発生後にオープンデータと多機関連携を通じて、モデルや手順を継続的に検証・改良している。</li> <li>◆ 日本は、<b>官主導の一体運用に民間O&amp;Mと人材育成を密接に結合させ、長期に実装・改善する運用力</b>で差別化。</li> </ul>

# 日本の技術を海外ビジネスで活用するため

■ **背景**：日本は国際的に高いEWS技術力を有する一方、そのポテンシャルを海外ビジネスで十分に発揮できていない可能性がある。日本企業のEWSビジネスは、機器販売、データ提供、ソフト解析などの単体モデルが中心であり、機器のコモディティ化や他社によるスペックインがリスクとして指摘される。また、ODA実証後の事業継続性の弱さといった課題が指摘されている。

## ■ EWSビジネスモデル発展の可能性

- **上流計画参入型**：国家適応計画や防災計画の策定に入り込み、EWS導入やインフラ案件の「スペックイン」を実現。
- **ソリューションパッケージ、ポートフォリオ多様型**：観測～予測～防災計画策定～インフラ整備まで垂直統合。さらに農業・輸送・保険など川下産業へ水平展開。EWSに限らず、複数省庁にセールスし資金源を分散。
- **コーディネーター型**：ビジネスコンサル企業等が中心となり、観測機器メーカー、建設コンサル、自治体と連携し「インテリジェンス+ソリューション」を一気通貫で提供。

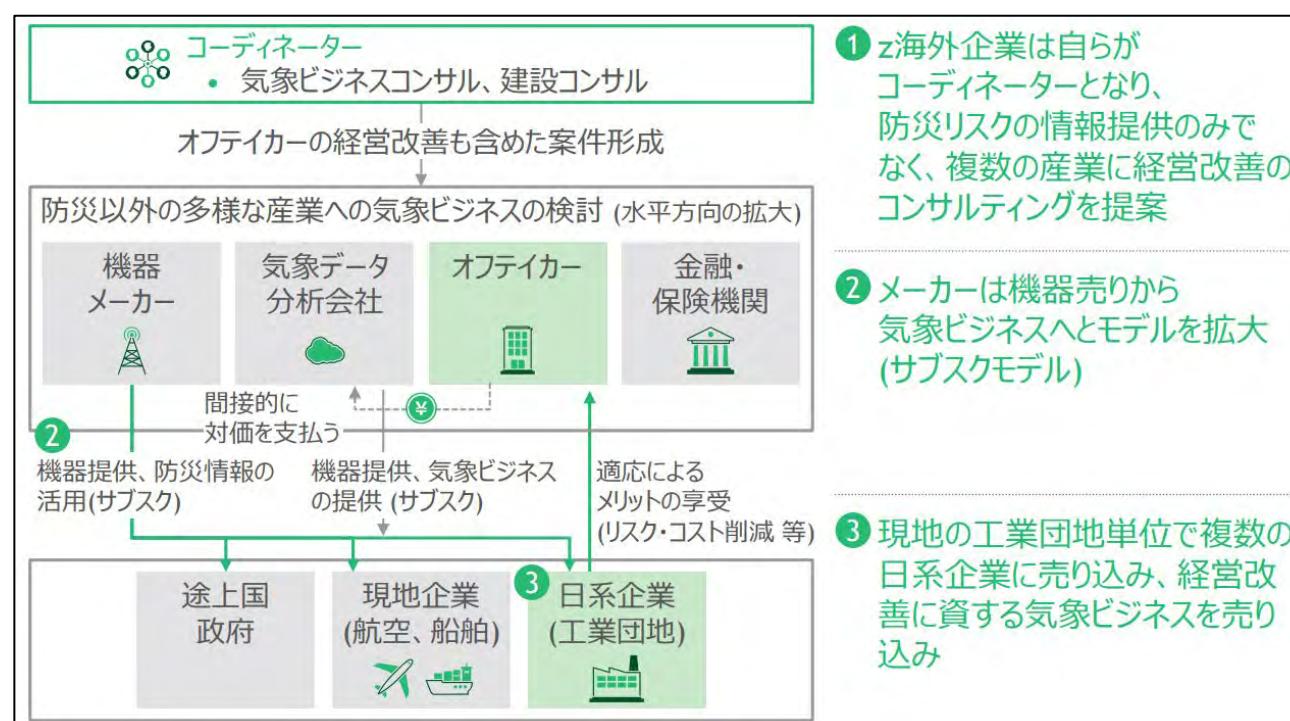


図 EWS関連ビジネスモデル（例）

# EWS海外ビジネスの課題

## ■ EWSビジネスモデルの課題

- **政策理解・現地ネットワーク構築力**：各国の防災・通信・環境政策は省庁横断で複雑であり、政策制度の理解や、現地政府・機関との関係構築力が容易でない。
- **ニーズ変化・政情変化への対応力**：政権交代や災害発生により、優先政策が急変することがあり、柔軟に事業計画を再構築できる体制・契約設計が必要。
- **返済リスクへの耐性**：開発途上国ではカントリーリスクや返済遅延リスクが高く、保険・保証スキーム活用やリスク分散型資金計画が求められる。
- **国際基金申請ノウハウ**：GCF・ADB等への申請書作成・MRV設計・環境社会配慮対応に課題。専門家連携によるノウハウ蓄積・体制強化が急務。

## ■ 概要

- 南アジア（インド、バングラデシュ等）：災害リスク、市場性ともに高く、日本企業が参入する余地も大きいと考えられる。今回のEWS協議会で取り上げる。
- 中央アジア：氷河湖決壊洪水や山岳地の地すべりが頻発、気候変動でリスク拡大。国家EWS標準の策定/更新が進行しているため、横展開の可能性がある。しかし、中央アジアは旧ソ連型制度の影響から国家主導経済色が強く、政府との交渉に時間を要する可能性がある。
- 島嶼国：災害リスクは極めて高いが、市場規模が限られており、ビジネス展開は困難となる可能性が高い。しかし、新しい商品や技術、事例などを「実際の展示・公開・実証によって見える化」することで、他の事業者や市場関係者に先導・波及効果を与えるショーケース効果は狙える。

表 新規ビジネス対象地域における災害リスクとEWSビジネス性

地域	市場性	国際資金導入	民間参入の余地	日本企業数	災害リスク			
					サイクロン	高潮	土砂災害	山火事
南アジア (バングラデシュ・インド等)	○	○	○	インドで、約1434社、拠点数5205か所。バングラデシュは、約338社（10年間の約3倍増）が進出。	○：ベンガル湾・アラビア海沿岸で頻発、EWS必須	○：サイクロン伴随の高潮リスク極めて大	○：ヒマラヤ前縁・西/東ガーツやモンスーン域で地すべり・洪水が頻発	△：局地的
中央アジア (カザフスタン等)	○	○	○	カザフスタンで拠点数35か所、ウズベキスタンで拠点数41か所	✗：発生せず	△：カスピ海沿岸のみ例外	○：氷河湖決壊洪水・地すべりが頻発	○：草原・森林火災あり（カザフスタンなど）
太平洋・インド洋島嶼国	△	○	△		○：最優先課題	○：海面上昇により高潮EWSは必須	△：火山性、局地的	△：限定的だがゼロではない

# 南アジアにおける自然災害

- 気象災害の損害額（下表）、EWSのビジネス性からインド、バングラデイシュを第7回EWS協議会のデスクトップ調査対象国に選定。

表 南アジア諸国の気候関連災害による長期的期待損失額（百万米ドル/年）

国	熱帯低気圧 (風 + 高潮)	洪水	干ばつ
アフガニスタン		136	868
★バングラデイシュ	890	4,265	6,049
ブータン		83	67
★インド	3,435	11,340	71,995
モルディブ			22
ネパール		240	1,369
パキスタン	47	1,739	13,748
スリランカ	367	233	1429

出典：国連ESCAPの Risk & Resilience Portal（未表示の項目については空欄とした）

# インドにおける自然災害

## ■背景：インドは気象災害の多発国であり、以下の災害が頻発している。

- サイクロン：北インド洋の海域（ベンガル湾とアラビア海）では、世界のサイクロンの約7%が発生する。サイクロンは主に4月～6月のプレモンスーン期と10月～11月のポストモンスーン期に集中し、洪水、土砂災害、高潮等の被害が甚大である。
- 熱波：特に4～6月に内陸部で発生し、気温が50°C近くになることもある。
- 干ばつ：モンスーンの遅れ等の気候の不規則性により発生。

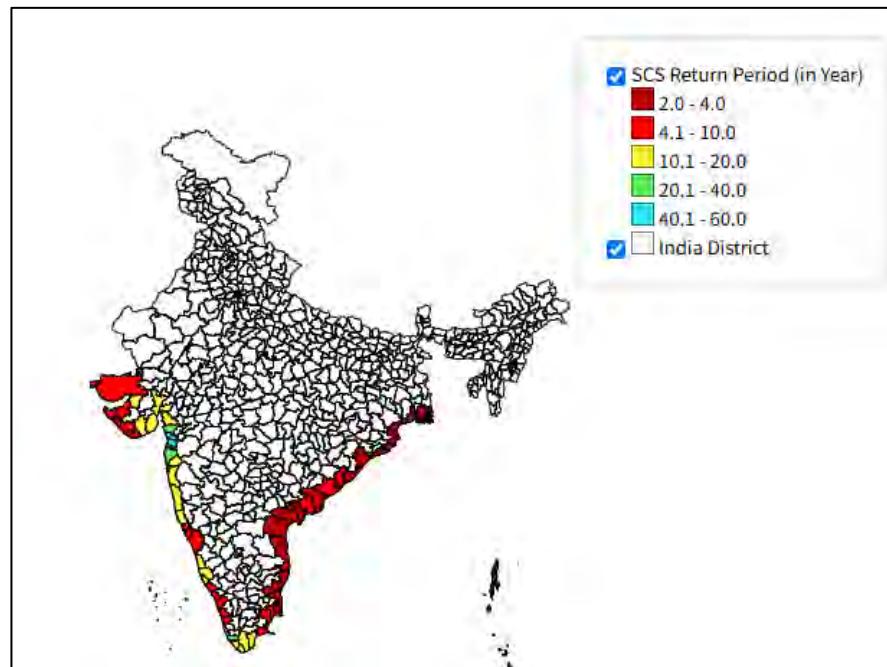


図 1961年～2020年 激しいサイクロン（SCS）の再来周期

出典：Climate Hazards and Vulnerability Atlas of India

表 インドにおける自然災害の被害  
(2014年～2024年)

	発生回数	死者数 (人)	総被災者 (人)	総被害額 (千USD)
洪水	80	13,877	104,481,202	68,305,997
ストーム	62	2,811	53,243,248	40,275,657
土砂災害	20	1,102	172,875	140,000
干ばつ	2	0	338,200,000	5,344,609
合計	169	17,898	496,111,713	114,164,288

出典：EM-DAT

## インドにおけるEWS関連（サイクロン、高潮）の規制、法律等

制度	主管	内容
Disaster Management Act, 2005 (DM法)	内務省 (MHA) / 国家災害管理庁 (NDMA)	国 (NDMA)・州 (州災害管理庁、SDMA)・地区 (地区災害管理庁、DDMA) の三層体制を法定化。EWS関連事業は国家計画 (NDMP 2019) や州計画に整合して実施される。
National Guidelines: Management of Cyclones (2008)	NDMA	サイクロンEWSの観測・予測・伝達・避難までの全体像を規定。政府系ネットワークとの相互運用を前提に、設計・運用要件を合わせる必要。
Cyclone Warning SOP (サイクロン 警報の標準運用手順書)	気象局 (IMD)	警報の発出フロー／文面／配信段階を規定。外国企業が警報伝達システムを提供する場合も、 <b>CAP互換</b> が求められる。
Indian Wireless Telegraphy Rules, 2023 / 2024改正	通信省 (DoT)	災害警報は「政府が携帯会社の通信設備を借りて一斉配信」する。政府は国の <b>公式警報システム「SACHET」</b> 経由でモバイル通信事業者 (MNO) に警報を出す。これに非対応の製品は政府通信網に接続できない。
Telecommunication Tariff (第69 次改正) Order, 2022	TRAI	通信会社は警報を無料で全国配信する義務がある。一方で、平時の訓練やテスト配信の通信費は政府側が負担する。各EWSプロジェクトの費用見積・契約条項で参照される。
WPC/ETA (無線機器の免許・適 合) / MTCTE (TEC)	DoT (WPC/TEC)	無線や通信は「国家インフラ」のため、外国企業が無断で電波を出すことは不可。警報やデータ送信は必ずMNOや政府ネットワーク経由で行うのが原則。
Coastal Regulation Zone (CRZ) Notification, 2019	環境省 (MoEFCC)	サイクロンレーダーや観測ブイなどのEWS観測設備設置には <b>MoEFCCまたは州の事前許可</b> が必須。
EIA Notification, 2006 (環境影響 評価) + Environment (Protection) Act, 1986	MoEFCC	沿岸域の事業は「 <b>場所のルール (CRZ)</b> 」と「 <b>環境影響のルール (EIA)</b> 」の両方に係るため、インド政府はCRZとEIAをまとめて審査する（複合審査）。
Public Procurement (Preference to Make in India) Order, 2017 (PPP-MII)	商工省 (DPIIT)	中央政府・公共機関における調達は、 <b>国産比率 (国内製造、国内付加価値、 例えば50%以上等)</b> に応じ <b>優先購入度</b> あり。現地調達・組立やJVでのローカル化が事実上の必須要件になりやすい。 <b>外国企業単独では応札資格が制限される可能性がある。</b>
National Data Sharing & Accessibility Policy (NDSAP, 2012)	科学技術省 (DST)	政府データの共有原則。ただしIMDの気象データ供給は別途ライセンス条件 (第三者提供や国外転送の制限) があり、商用利用には契約に基づく承認が必要。EWSに使う観測データを外部に持ち出す際にはNDSAPおよびIMDデータライセンス契約が必要。

# インドにおけるEWSの現状と課題

項目、主体機関	現状・課題	外国企業の参入可能性
■国家警報統合 ■国家防災庁（NDMA） +電気通信局（DoT）／ 通信技術開発センター（C-DOT）	国家統合警報プラットフォーム「SACHET」が稼働し、Cell Broadcastの全国試験が2025年6月に開始（36州・UT、19言語以上対応）。 <b>山間部や島嶼地域などでは未達が生じており、FM放送やアプリ通知で補完運用中。</b> NDMAとDoTはCAP拡張とAPI統合運用を共同で推進している。	通信基盤の冗長化設計、CAPの多言語変換エンジンやAPI統合プラットフォームの開発支援、CAP形式で生成された警報情報の複数メディア同時配信システム、および国際標準CAP準拠プラットフォーム設計などで技術参入余地の可能性がある。
■ナウキャスト／サイクロン警報（予測・解析層） ■インド気象局（IMD）	IMD（RSMC New Delhi）はサイクロンの公式進路予測と警報を担当し、検証統計でも精度向上が確認されている。影響ベース予報の導入により実効的な警報運用が進む一方、 <b>市区単位の解像度やばらつきは依然として改善課題である。</b>	高解像度数値予報やデータ同化手法の高度化、影響ベース予報の共同開発、政策KPIと連携する可視化ツールの構築、さらにAIによる被害確率マップや自動要約分析PFとの統合支援が想定される。
■高潮・波浪予測 ■インド海洋情報センタ（INCOIS）+IMD	INCOISは海況・波浪予測を実施し、ストームサージEWSはIMDの進路予測と連動して沿岸別のサージ高を配信。例えば、INCOISは2024年3-5月のスウェルサージ事象で各州へ警報を配信 <b>マルチハザード統合の高度化が課題</b> となっている。	高潮・降雨・地形を組み合わせた複合解析モデルの導入支援、浸水深推定やAI被害確率マップ生成、マルチハザード統合の構築などで高度化支援機会の可能性がある。
■洪水・内水氾濫モデル ■中央水委員（CWC）+IMD/INCOIS	CWCは全国325地点で197都市を監視し、洪水予測警報を運用。FFSポータルでリアルタイム情報と5日先予測を提供し、 <b>内水氾濫や土砂災害を含む統合マップ整備が課題。</b>	都市内水氾濫モデルとIBFを統合した可視化・意思決定支援ダッシュボードの開発、AI解析によるリスクシナリオ生成などの分野で参入余地の可能性がある。
■海洋・気象・水文観測網 ■IMD, INCOIS, 国立海洋技術研究所（NIOT）, CWC, 州防災局	<b>観測網の老朽化や地域差が課題</b> となる中、INCOISとCWCは遠隔計測と品質管理の高度化を推進。衛星連携・IoT化・自律監視の導入、自律型観測ブイの更新や省電力化が今後の重点課題である。	高精度観測機器の提供、IoT化・遠隔監視システムの導入支援、AIによるリアルタイム品質管理、自動校正機能を備えた小型・省電力観測装置の現地製造・展開などにビジネス機会の可能性がある。
■地域主体型EWS／多言語伝達 ■SDMA/DDMAおよび州防災局・警察	SACHETによる警報の到達範囲拡大中だが、 <b>多言語・識字率差による理解ギャップ残存、地方自治体で防災訓練・O&amp;M教育が不足</b> 、NDMAガイドラインで「地域主体型EWS」を重点強化中。	UI/UX最適化や多言語・音声インターフェース設計、地域向け避難教育キット・ピクトグラム教材の開発支援、訓練プログラムや運用評価の標準化などで参入余地の可能性。
■O&M、研修、SLA ■NDMAおよび各州SDMA/NIDM	防災O&Mの人材不足、官民連携／長期SLA型維持契約を採用する州が増加（世銀支援案件含む）、NDMA/NIDMがEWS研修モジュール化を進行。	官民連携による長期SLA型O&Mパッケージ、運用訓練一体型の包括保守モデル、および技術センター設立・人材育成連携での事業展開の可能性あり。

# インドにおけるEWS機器

項目	導入主体／運用機関	現状（2024-25年時点）
ドップラ気象レーダ (DWR)	IMD	全国39基（Sバンド22、Cバンド5、Xバンド12）を運用。陸域カバー率約84%。 <b>2026年までに87基、さらに5年で126基への拡充を計画。</b>
津波・高潮検知ブイ	INCOIS／NIOT	北インド洋に7基設置（2023-24年度は4基がリアルタイム送信中）。保守更新により稼働数は時期変動。
潮位計	INCOIS	本土・島嶼に36局。INSAT・GPRS経由でリアルタイム送信。津波・高潮監視の基幹観測網。
HFレーダ (沿岸表層流・波高)	INCOIS	5ペア=10基をAP、Tamil Nadu、Odisha、Gujarat、A&N諸島沿岸に配置。最大約200 km沖まで海面流・波高を観測。
係留型海洋ブイ	INCOIS／NIOT	19基設置（2024年2月時点）。気圧・風・波・水温を連続観測し、サイクロン・高潮モデルの入力精度を補強。
波浪ブイ	INCOIS	INCOISが16基を維持（うち11基リアルタイム）。NIOTも研究プロジェクト単位で波浪観測を実施。
船舶搭載AWS	INCOIS	34隻に自動気象観測装置（AWS）を配備。10隻がリアルタイム送信。海上の風・気圧・降水を補完。

# インドにEWS関連で参入の外国企業

分野・用途	企業、機関	インド国内のパートナー、代理店	実施・展開の事実	日本企業への示唆
海洋・沿岸水位監視センサ	OTT HydroMet (独、米)、Campbell Scientific (米)	OTT HydroMet (印) / Campbell Scientific (印)	Campbell Scientific IndiaがINCOIS向け潮位計システム14局を納入（2024-25）。OTTはINCOIS潮位局の保守契約を受託。Survey of Indiaが全体潮位網の設置・基準維持を統括。	機器単体は価格競争化。ローカルO&M・再校正網の整備が必須。
沿岸監視レーダ／観測網	EEC (米)		IMDはS/C/XバンドDWRを2026年までに126基整備する計画を公表。BEL (印) がMake-in-India対応の国産DWRを開発・納入。過去に海外機器 (EECほか) の導入例もあるが現主軸は国産。	サイクロン監視の基幹インフラ。合弁／現地製造モデルが前提。
波浪・潮位観測	Datawell (蘭)	Elcome Integrated Systems	INCOISがDatawell "Directional Waverider" を採用。高潮・高波解析用データとして実運用。波高・周期・方向をリアルタイム取得し、高潮・高波解析に利用。Elcomeが校正・保守を担う。	ブイ→同化→警報のワークフローが既に定着している。ブイ／通信は、既存のDatawell網へのゲートウェイ連携やスペア供給のローカライズで参入余地の可能性。
高潮予測・統合DSS	Deltares (蘭)		CWCが運用するGangaWISおよび流域管理意思決定支援システムでDelft-FEWSを採用。複数の水理モデルを統合し、ダッシュボード管理を実現。	モデル・データ統合意思決定支援システムの定番であり、統合PF構築と競合・協調余地あり。
AI高潮予測・地図可視化PF	Google (米)	CWC (印)	Google Flood HubはAIを用いた河川洪水 (riverine flood) 予測システムで、CWCと公式データ連携（2018年発表）により全国主要流域を対象。	AI + 衛星データを活用した洪水・浸水リスクマップ分野で協調余地。高潮領域はINCOISとの分担明確化が必要。
高潮・津波モデル／沿岸警報PF	(参考情報) ADCIRC Consortium (米)	INCOIS (印)	INCOISはADCIRCモデル（無償）を用いたStorm Surge Early Warning Systemを高計算システム上で運用し、サイクロン発生時にリアルタイム潮位予測と気象・警報情報の定期的な配信を実施。ITEWCと連携して沿岸警報を発出。	連成モデル（高潮×波浪×降雨）や可視化支援に協力余地の可能性。

# バンガラディシュにおける自然災害

## ■ 背景：洪水、サイクロン、高潮が繰り返し襲うデルタ国家。

- サイクロン（熱帯低気圧・高潮）：発生期：4-5月（プレモンスーン）・10-11月（ポストモンスーン）がピーク。ベンガル湾と低平な沿岸地形のため、高潮・浸水の複合被害が大きい。致死率は大幅に低下（警報・避難・シェルター整備）する一方、経済被害は増加傾向。
- 洪水・土砂災害：6-9月のモンスーン期に集中（降雨の約7割がこの時期）。極端年は国土の約2/3が浸水（例：1998年）。南東部の丘陵地では地すべり被害が発生。
- 熱波（高温・熱ストレス）：3-5月（プレモンスーン）に顕著。2024年は43.8°Cを観測。学校休校・電力逼迫・健康被害が多発。
- 干ばつ（降雨不足・モンスーン遅延）：3-5月／10-11月に発生しやすい（季節内の降雨不順で顕在化）。北西部（Barind）が高リスクで、降雨不足・地下水逼迫が課題。農業・食料安全保障への影響が大きい。

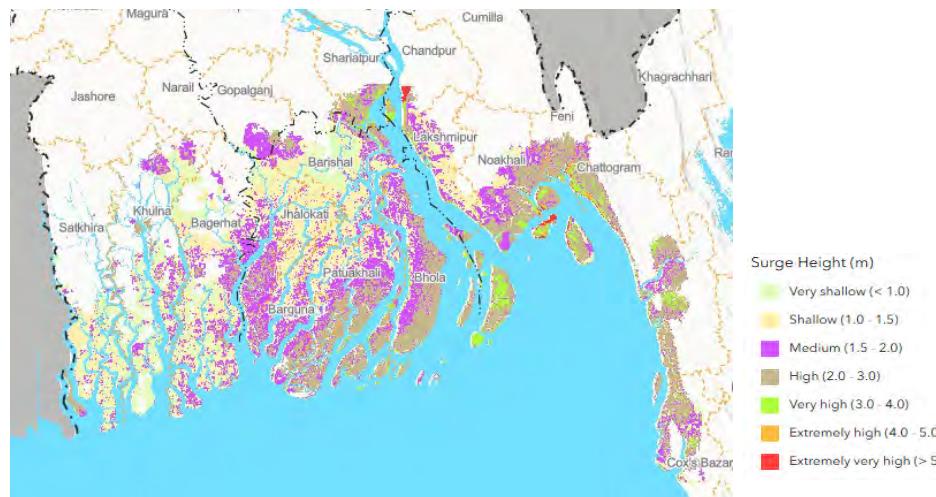


図 高潮レベル（25年に一度の災害確立）

表 バングラディシュにおける自然災害の被害  
(2014年～2024年)

	発生回数	死者数 (人)	総被災者 (人)	総被害額 (千USD)
洪水	19	1,013	47,333,675	2,648,057
ストーム	23	481	19,170,659	3,016,690
土砂災害	3	169	99,206	0
合計	47	1,672	66,603,810	5,664,747

出典：EM-DAT

# バンガラディシュにおけるEWS関連の規制、法律等

区分	制度／法令等	主管省庁・機関	内容概要
① 基本法制度	Disaster Management Act, 2012 (DM法)	国家防災救援省 (MoDMR) ／防災局 (DDM)	国家～地方、国家災害管理評議会 (NDMC) 、地区災害管理委員会 (DDMC) までの災害管理体制と計画を法定化し、サイクロン・高潮・洪水等を主要災害として定義。EWS事業はこの法を基盤とし、国家防災計画 (NPDM) や災害時行動規範 (SOD) との整合を求められるため、計画策定・契約は国家・地方両方と連携して設計する必要がある。
	National Plan for Disaster Management (NPDM) 2021-25	MoDMR	DM法およびSODを実施するための国家行動計画で、 <b>サイクロン／高潮EWSの観測・モデル化・通信・避難体制強化を明示</b> 。政府の公募提案や各省の年次業務計画はNPDM目標に基づくため、事業提案時は本計画の指標との整合性を明確化することが重要となる。
② 運用指令	Standing Orders on Disaster (SOD, 2019)	MoDMR／地方政府 (州・郡・ウパジラ・ユニオン)	災害時の行動命令書で、「誰が・いつ・何を・どのように行うか」をフェーズ別に規定。警報発出・避難・復旧までの責任を明文化しており、EWSの設計・運用・訓練はこのSODの行動段階に合わせることが義務付けられる。
③ 沿岸政策	Coastal Zone Policy (CZPo) 2005／Coastal Development Strategy (CDS) 2006	水資源省 (MoWR) ／水資源計画機構 (WARPO)	沿岸域の土地利用、防潮堤・堤防・マングローブ保全・開発規制を定める政策。CDSはその実施戦略として、沿岸災害リスク低減・EWS整備の重点地域を提示。 <b>EWS設備（観測塔・潮位計・避難所等）の立地はCZPo/CDSの優先地域・保全方針に合わせることで政策整合性・許認可の通過性が向上する。</b>
④ 環境・設置許認可	Environment Conservation Act 1995 (ECA) ／Environment Conservation Rules 1997 [ECR 2023改正版参照]	環境・森林・気候変動省 (MoEFCC) ／環境局 (DoE)	開発行為に対し環境許可を義務付ける法制度。事業区分により審査手続が異なる。EWS設備設置には事前にDoEと区分確認し、 <b>環境許可申請が必須</b> となり、公聴会の実施は法定一律義務ではないが、ドナー案件では事実上求められることが多い。環境許認可が取得できない場合、設置自体が認可されないリスクがある。
⑤ 通信・伝達	National Emergency Telecommunications Plan (NETP, 策定中) ／Cell Broadcast Early Warning System (CB-EWS, 構築中)	通信規制委員会 (BTRC) ／国際電気通信連合 (ITU)	災害時通信の確保と携帯電話による公衆警報制度 (CB) の導入を目的に、NETP/CB-EWSを協議・設計中。2025年に実装計画の策定・合意形成が進行しており、通信業者 (Airtel, Robi, Grameen等) 経由での警報配信を整備中であり、 <b>EWS事業者はBTRC登録の通信業者との技術連携・ゲートウェイ接続が求められる。</b>
⑥ 気象法・データ	Meteorological Act 2018／BMD Data Policy	国防省 (MoD) ／気象局 (BMD)	BMDの観測・警報・データ提供の法的根拠を定める法令。 <b>データは有償提供で、国外転送・商用利用は事前承認や契約条件で制限される</b> ため、BMDとのMOU/供給契約で取り決める必要がある。
⑦ 調達制度	Public Procurement Act 2006 (PPA) ／Public Procurement Rules 2008 (PPR) ／electronic Government Procurement (e-GP)	計画省／公共調達政策局	入札・契約・評価・苦情処理を定める政府調達の基本法体系であり、電子調達システム (e-GP) を通じて国内外企業が参加可能。外国企業は単独または現地JV構成で入札でき、WB・ADB・JICA等のドナー資金案件では各機関の規程と併用される。PPA第67条で国際規程との整合が定められ、EWS関連ではPPA／PPR + ドナー規定 + JV構成が評価上有利となる。

# バングラディシュにおけるEWS

項目	主体機関	現状・課題	外国企業の参入可能性
■国家統合警報PF・多チャネル配信	災害対策・救援省／災害管理局 (DDM) ／電気通信規制委員会／気象局 (BMD) ／サイクロン防災計画 (CPP)	CPPは沿岸13県で約7.6万人規模のボランティア網により警報伝達・避難誘導を実施。近年はCAP導入準備・標準化とCB-EWS整備が進み、2025年にCAP研修 (WMO) とNETP/CBワークショップ (が開催。全国一元の <b>多チャネル統合PF</b> は整備過程で、ラストマイル到達・理解ギャップが残る。	CAP準拠の発報PF、翻訳・要約、配信APIの共同実装 (CB・SMS・アプリ・放送の冗長化) と検証基盤の構築に参入の可能性あり。
■ナウキャスト／サイクロン・高潮・波浪予測	BMD、BMDのストーム警報センター (SWC) ／水開発局 (BWDB) ／IWM等	BMDがサイクロン監視・警報の中核で、観測データがSWCへリアルタイムで集約。CAP/IBFの <b>全国運用は発展途上で</b> 、影響ベース化や伝達の“行動可能性”強化が課題。高潮解析はMRI等を運用し、研究ではDelft3D/ADCIRCの複合モデル適用が進展。	高解像度数値予報・データ同化の導入、サーバ×波浪×降雨の連成モデル高度化を共同実装、IBFダッシュボードや被害確率マップの共開発 (RIMESのIFツールキット連携) 。CAP自動要約・地図化とアプリ連携の運用整備。
■洪水・内水氾濫モデル (予測・解析層)	水開発局 (BWDB) ／洪水予警センター (FFWC) ／DDM	FFWCは5日先決定論 + 最大10日先確率を提供。2020年事例で全球洪水警戒システム (GloFAS) が約10日リードで有効と実証。都市内水・複合ハザードの統合可視化は強化余地。	都市排水網連成の内水氾濫モデル + 意思決定ダッシュボード (SaaS) 提供。シナリオ自動生成・避難ルート最適化の分析機能とGloFAS/FFWC API連携。
■海洋・気象・水文観測網 (観測・測定)	BMD／BWDB (FFWC) ／CPP (沿岸)	世銀のBWCSRP等で観測網の近代化が進展し、BMDはAWS・AWOS・ARG等を増強。BWDBは地下水905・水位315・雨量272・沿岸40の自動観測を整備済。一方で <b>品質管理・データ共有・人員体制など運用面のボトルネック</b> が残る。	省電力IoTセンサーによる自動観測と遠隔監視を導入し、データの品質管理を強化。観測→解析→警報配信までを自動でつなぐ統合プラットフォームを整備し、現地のSLA (サービス水準契約) に基づいて、長期的に維持・運用できる仕組みの設計に参入余地の可能性あり。
■地域主体型EWS／多言語・最後の1 km	CPP／地方政府 (Upazila・Union) ／コミュニティ	CPPは旗・メガホン・モスク拡声・コミュニティラジオでラストマイル伝達を実施したが、認知・信頼・アクセス等の要因で住民の避難不実施が確認された。	音声・ピクト中心の多言語UI/UX、モスク拡声・ラジオ・IVR1090を束ねる多チャネル統合の設計・実装。ボランティアeラーニング／訓練標準化と地域演習の共同実施。
■O&M・研修・人材育成・SLA	災害対策・救援省／DDM／CPP	SOD 2019が役割と手順を規定し、NPDM 2021–25は能力強化・EWS高度化を重点化。EW4Allの枠組みでCAP/CB/IBFの運用実装能力を段階強化中。	長期SLA型O&Mパッケージ、訓練モジュール内製化、評価サイクルの構築 (国策と整合) 。運用センターのPPP/アウトソース (BPO) 等の運用モデル設計支援。

# バングラディシュにおけるEWS関連機器

項目	導入主体／運用機関	現状（2024–25年時点）
ドップラ気象レーダ (DWR)	Bangladesh Meteorological Department (BMD)	全国5局 (Doppler 3・従来型2)。Gazipur (Dhakaから移転) は2023年にSバンドDopplerとして更新・稼働。Rangpurは2025年5月に新Doppler稼働再開。Cox's Bazar／Khepupara／Moulvibazarは2024年時点で保守停止。
潮位計	Bangladesh Inland Water Transport Authority (BIWTA) / Bangladesh Navy Hydrographic & Oceanographic Center (BNHOC) / Chittagong Port Authority (CPA)	BIWTAが約45基の潮位観測点を長期運用。BNHOCは主要19地点の潮汐表を年刊発行。CPAは自動潮位局一覧を公表。国際機関の潮位データベース (IOC/PSMSL) にもChittagong等が登録。
HFレーダ（沿岸表層流・波高）	(未整備)	沿岸波浪・流況観測用HFレーダ網は未整備。2019年にインドとの海上監視レーダ整備MoUあり（主目的は警備・監視）。観測用HF網は確認されず。
係留型海洋ブイ	(未整備／域外依存)	NIOT/INCOISの係留式ブイが北ベンガル湾で継続観測。自国の恒常係留ブイ網は確認されなかった。
波浪ブイ	(未整備)	恒常運用網の記載は確認されなかった。研究・国際案件では導入検討例あり。波浪情報は主に数値モデル (WW3等) で補完されている可能性。
船舶搭載 AWS	(未整備)	BMDの公式資料に船舶AWSの記載なし。陸上AWS・自動雨量計が中心。海洋観測のギャップはWMO/UN報告で指摘。

# バンガラディシュにおけるEWSプロジェクト

■ 現段階では、国際援助中心となっている。

プロジェクト/取り組み	主体・期間	概要
Bangladesh Weather and Climate Services Regional Project (BWCSR)	世界銀行 + BMD等 (2016–2024)	2016年承認、2024年11月終了予定の大型近代化プロジェクト。観測網・数値予報・サービス提供を強化し、サイクロン／高潮警報の精度とリードタイム向上を実現。2022年の再編・2023年延長でHPC整備やモデル運用能力の強化を進行中。
WMO CIFDP-B / CIFI : 沿岸浸水予報デモ→実装	WMO + BMD + DDM + CPP + RIMES (2013以降)	ユーザー要件整理から設計・訓練を経て沿岸浸水EWSの技術基盤を確立。JMA-MRIストームサージモデルをBMDに実装し、運用訓練を実施。2019年以降はCIFIへ移行し、複合ハザード対応EWSを標準化。
MRIストームサージモデル等の運用・高度化	BMD (継続)	BMDはMRI/JMAモデルを活用し、サイクロン「Bulbul」等の再現計算を実施。ADCIRCの試験導入も進み、将来的な多モデル化で予測信頼性を向上。これにより影響ベース予測やNEAP/EAPの根拠強化につながる。
RIMES : Cyclone Impact Forecasting (IbF) Toolkit	RIMES + BMD + DDM (2024–2025)	2025年6月にIbFツールキットを発表。ハザード×脆弱性×曝露データを統合し、地区～郡単位で影響を可視化。行政が共通のシナリオを基に避難・資機材配備などの早期行動を制度化。
IFRC/BDRCS : Forecast-based Financing (FbF) / Cyclone EAP	BDRCS + IFRC/GRC (2018–継続)	サイクロンEAPは72時間／30時間前に自動資金放出し、避難・備蓄・現金給付を事前実施。2020年Amphanで発動・効果を実証し、「警報→アクション」モデルを確立。
EW4All : 携帯網セルブロードキャスト型警報の実装検討	BTRC + ITU (2025)	2025年6月にNETP・CB-EWS設計ワークショップを開催。CAP準拠の多チャネル配信アーキテクチャを検討し、SMS・FM・アプリ・旗・サイレン等を統合した即時・位置参照型警報の制度設計を推進。
CEIP等 : 将来気候を見据えた高潮・波浪モデル整備	BWDB等 (技術報告 2022)	CEIP技術報告 (2022) で、将来気候条件を踏まえたストームサージ・波浪モデルリングを実施。堤防高や防潮設計のエビデンスとなり、警報しきい値の見直しや危険度分類にも活用可能。