

沿岸域における防災分野のIoT技術の活用について

京都大学 正会員 ○熊谷兼太郎

京都大学 正会員 小野 憲司

IoT (Internet of Things :モノのインターネット) とは、「様々な物体 (モノ) に通信機能を持たせ、インターネットに接続したり相互に通信することにより、自動認識や自動制御、遠隔計測などを行うこと」¹⁾であり、自動車分野等のいくつかの分野ではIoT技術の活用が進んでいる。ただし、防災分野においては活用の事例が比較的少ないことからその余地は大きいと考えられる。

1. 目的

防災分野のIoT技術の活用による災害リスク低減の方策について検討する。

2. 関連する既往事例

IoT技術の防災分野への応用の萌芽は、例えば国立研究開発法人土木研究所が開発した地盤変位の監視システムに見られる。²⁾「地すべりモニタリングシステム」は、地すべりの変位を光ファイバの損失に変換する機構により位置と損失量を測定するものであり、地滑りの発生を24時間、無人観測が可能なことから、地盤データのリアルタイム収集による地すべり警戒・避難体制の構築が期待されている。

筆者らは、津波や高潮等の荒天時の無人作業船等の動静について、AIS (自動船舶識別装置) を用いてモニターするとともに漂流等の異常な動きが検出された場合は船舶管理者の携帯電話等に直接警報を送信する機能を有するシステムの開発を進めている。³⁾

また、東日本大震災時に水門等の閉鎖作業に携わっていた多数の消防団員が亡くなったことから、水門・陸閘等管理システムガイドラインが改訂され、退避ルールの明確化、自動化・遠隔操作化等の促進、観測データを現場操作員の避難に活用等の方針が打ち出されている。⁴⁾ただしこの水門等の「自動化」とは、基本的には、人力に頼らず動作するという意味であり、操作は津波情報等を基に安全な操作室から人が行っている。

なお、情報システムに接続された施設ではないものの、陸上設置のフラップゲートとして人の操作によらず津波で浸水したときに浮力で起き上がって機能を発揮するような可動式の海岸保全施設の計画事例がある。

以上より、既往事例では、防災分野のIoT技術の活用は主として次の取り組みが実施されていると言える。

- i) 災害発生リスクや防災関連施設、機材の状況のリアルタイム・24時間ベースでの詳細モニタリング
- ii) 防護のための措置の遠隔操作による操作スタッフ等の安全性の確保

3. IoT技術の活用の方策

2. をふまえ、防災分野のIoT技術の活用による災害リスク低減の方策として以下が考えられる。

- ・台風、高潮などの気象観測網や地震計、GPS 波浪計等の地震・津波観測網の観測データや注意報・警報などのリアルタイム情報システムに直結し、能動的、自立的に作動する可動式の海岸保全施設を整備
- ・海岸保全施設における構造物の変位・変形や破壊リスク、浸水予想等の海岸防護上のリスク情報を防護区域内の住民やコミュニティにリアルタイム避難情報として提供

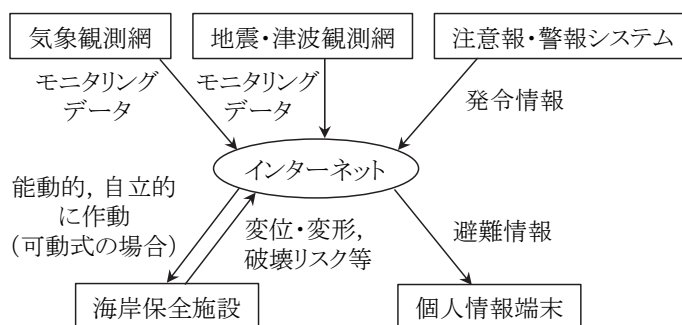


図-1 防災分野のIoT技術の活用による災害リスク低減の方策

図-1 に、図化して示す。

キーワード IoT, 沿岸域, 防災, 津波

連絡先 〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 E-mail: kumagai.kentaro.3e@kyoto-u.ac.jp

4. 課題

気象観測網及び地震・津波観測網については、例えば、津波分野では、津波を沖合で捉える GPS 波浪計、DONET、S-net 及び DART による観測、また、陸域の近傍で捉える井戸式、超音波式潮位計による観測体制が構築されつつある。すなわち、比較的広い地域、あるいは湾の単位では観測体制が充実しつつある。ただし、個人の避難という観点では、河川・水路からの逆流、微地形の低地やアンダーパスの湛水等の局所的な情報は提供されていない。従って、津波到達前に余裕をもち浸水範囲外に避難することが望ましいが、津波到達前までの時間的余裕が数分程度の地域、防災上の必要性その他の特別な事情により地震発生直後に避難開始できない人に対し、浸水検知センサー等を活用した局所的な津波浸水感知システムを構築することが考えられる。

注意報・警報システムについては、地震の大きな揺れが到達する数秒から数十秒前に警戒情報を届ける緊急地震速報が実用化されている。また、地震発生から約3分後(一部の地震については最速2分程度)を目標に、津波警報等を届ける仕組みが実用化されている。ただし、速報性を確保しつつ予報の正確性を向上する技術開発、予報には不確実性があり逐次的に更新されることを伝える表現方法の工夫等が必要である。

海岸保全施設については、同施設の操作システムと気象等のモニタリングシステムとを直接接続する施設は実用化されていない。そこで、可動式の海岸保全施設、例えば直立浮上式防波堤では、津波警報発令の一定時間後に自動的に浮上することとし、その間に航行船舶の安全性の確保などを人為的に行う方式が考えられる。その場合、防波堤体の浮上が避難途上の船舶に危険な場合には操作員が手動によって浮上を止める、いわばIoTによる操作のフェール・セーフ・システムとして人が係わるシステム設計になると考えられる。また、可動式以外も含めた海岸保全施設の変位・変形等の自動的なモニタリングシステムは構築されていない。同施設は海岸線に沿って張り巡らされた線状構造物であって延長が長い、施設の健全性を短時間で把握するのは困難である。そこで、「地すべりモニタリングシステム」を参考に、躯体内または躯体に付属して変位計や加速度計を設置した海岸保全施設のモニタリングシステムの構築が考えられる。なお、このようなシステムは平常時においても老朽化に関する情報を定期的に収集することに活用できる。

個人情報端末については、沿岸域の住民、就労者等に避難情報を提供するシステムがある程度構築されている。例えば、各携帯電話事業者は緊急地震速報等をプッシュ型で配信している。また、避難場所・避難経路の検索等が行えるプル型のスマートフォン・アプリが提供されている⁵⁾。ただし、津波浸水情報がリアルタイムにプッシュ型で配信されるものはまだないようである。そこで、沿岸域の住民、就労者等に対し一定の範囲内まで津波の浸水が近づいたことを知らせるプッシュ型の警戒情報提供システム等が考えられる。

また、いずれのシステムについても情報セキュリティ及び冗長性の確保について取り組む必要がある。

5. 評価方法

図-1の観測網等のシステム x からインターネットを経て個人情報端末までの経路が、パス x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) によって構成されているとする。各パスの構築・維持のコストを $c(x_i)$ 、各パスの人の判断・操作への依存度を $h(x_i)$ とすると、システム x について IoT 化のコスト $C(x)$ 及び人の判断・操作への依存度 $H(x)$ はそれぞれ、

$$C(x) = \sum_{i=1}^n c(x_i) \quad : \text{式(1)} \qquad H(x) = \sum_{i=1}^n h(x_i) \quad : \text{式(2)}$$

となる。住民等がシステム x から入手できる自動化された情報に対する価値の総和 $P(x)$ とすると、導入の是非は $P(x)$ と $C(x)$ との比較で行う。または、誤った判断を下す確率と被害額との積である期待被害額 $E(x)$ の低減値と、 $C(x)$ との比較で行う。さらに、導入することとなったシステムの $H(x)$ を十分に小さくする必要がある。

参考文献

1) 株式会社インセプト：IT 用語辞典，2016 年 3 月 30 日ウェブ確認。2) 土木研究所：共同研究報告書第 384 号，2008。3) 赤倉ら：日本沿岸域学会研究討論会講演概要集，No.28，2015。4) 国土交通省水管理・国土保全局海岸室他，プレスリリース資料，2013 年 4 月 5 日。5) 東京都港区：防災アプリ，2016 年 3 月 30 日ウェブ確認。