

# 福岡工業大学 機関リポジトリ

## FITREPO

Title	端末の高度に基づくデータパケット送受信方法, システム及び送信元端末による防災－特許技術解説－
Author(s)	森山 聡之, 平野 宗夫
Citation	福岡工業大学総合研究機構研究所所報 第2巻 P111-P114
Issue Date	2020-2
URI	<a href="http://hdl.handle.net/11478/1492">http://hdl.handle.net/11478/1492</a>
Right	
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher

Fukuoka Institute of Technology

# 端末の高度に基づくデータパケット送受信方法 , システム及び送信元端末による防災

— 特許技術解説 —

森山 聡之 (社会環境学部社会環境学科)

平野 宗夫 (NPO 法人社会実装)

## Sending and Receiving Method, System and Sending Terminal of Data Packet based on Height of the Terminal for Disaster Risk Reduction —Explanation of Japanese Patent —

Toshiyuki MORIYAMA (Department of Socio-Environment Studies, Faculty of Socio-Environment Studies)

Muneo HIRANO (Non Profit Organization Application Social)

### Abstract

In this research, in order to realize the IoT -DRR, we first verify the debris flow reaches the river way and flows down, in the case of a river blocked by earth and sand once, after the water accumulates and collapses at a stretch and a bore occurs or when a steep wave rises due to a sudden rise in water level due to the release of the dam. The time step of observation for the conventional water level sensor is not suitable, because it cannot capture the rapid bore phenomena, we propose a system to replace the conventional water level sensor and prediction system.

After that, we also propose a system to inform the warning with network of the river bed and height of terminals and sensors. These advantage is already certified for patent in Japan.

**Keywords** : IoT-DRR, bore in the river bed, river network, height of the terminal, disaster information system

### 1. はじめに

IoT (Internet of Things: モノのインターネット) は近年バズワードとして定着しつつある。筆者も IoT という言葉が一般化するよりかなり以前から、河川や土砂災害のセンサー、あるいは浸水センサーを用いた研究を行ってきた。一方、このところ気候変動に伴う豪雨の増加が顕著になり社会問題として認識されている。そこで、IoT を用いた減災を IoT-DRR (IoT による災害リスクの軽減) という言葉を用いて説明することにした。

平成 21 年中国九州豪雨、平成 24 年北部九州豪雨、広島土石流災害、鬼怒川の氾濫、平成 29 年度 7 月北部九州豪雨、平成 30 年度西日本豪雨など、近年豪雨災害が頻発している。

これらの災害で今後も問題となってくるのは、避難 (垂直避難を含む) 対応の遅れである。原因は避難勧告等の遅れ、避難勧告をしても住民が避難しない等が考えられている。それに対して、防災教育やタイムラインの普及が重要であるが、一方豪雨災害が起こりつつある時点でいかに速く具体的な情報を必要とするであろう住民に知

らせる最後の頼みの綱のシステムも必要であると考えられる。IoT を利用した水位観測システムは北イングランドの Flood Network (<https://flood.network/>) などが挙げられるが、これは河川水位のモニタリングのみで、観測データに基づく水位予測や住民への警告は行っていない。また一般に行われている水位計やカメラを人間が見張ることは見落としや錯誤が発生しやすく、自動的に発された警告を人間がチェックする方がより迅速に人為的ミスなしに災害情報が住民へ伝達可能と考えられる。

第 1 著者は、第 2 著者と共同で洪水水位の精密な予測、土石流の発生予測と観測を手がけ、さらにスマート雨水タンクの水位観測と共有、中小河川の水位観測等を手がけて来た。

本報では、上記の研究をさらに発展させ、問題点を解決する新しい手法として特許査定となった技術<sup>(1)</sup>の解説を行う。

まずは、土石流が河道に到達して流下する場合、河川が一度土砂で閉塞したあと水が溜まり一気に崩壊し段波が生じた場合あるいはダムで急激な水位上昇が起

こり段波が発生した場合には、従来の水位計の観測時間ステップではカバーできないため、従来の水位計と予測システムを段波対応にするシステムを提案した。なお、このシステムは流下方向を逆にすればいわゆる河川津波や河川を遡上する高潮にも対応可能である。さらに、これらのデータを効率的に転送するために、河川のトポロジーを利用した方法と、水位センサーを含む端末の高度に応じて効率的な警告の伝達方法についても提案している<sup>(2)</sup>ので、その技術的概要を紹介する。

## 2 方法

### 〈2.1〉 段波に対応した河川水位センサー<sup>(1)</sup>

第一著者らは、この IoT 用無線回線として LoRa を採用している。また、現行の河川水位センサーや雨水タンク等の水位センサーは水位を 10 分ごとに測定している。これを改良して段波現象を観測可能のように水位センサーを拡張するとともに、水位の予測手法<sup>(3)</sup>をベースに時間ステップを 10 分から 10 秒に短くすると、段波現象を伴う洪水以外の水災害にも対応可能と思われる。図 1 に示すように、2 台の河川水位測定センサーを 10-20m 程度離して設置すると、その流下速度が測定可能である。3 台目の水位センサーを距離を離して設置すると、その地点における水位が予測可能である。2 つのピーク水位の時間差から段波の伝搬速度を求める。どちらも 3 つ目の水位計がある場所での水位を予測し、その水位が堤防を越える場合は、2 つ目の水位計から 3 つ目の水位計の間で越流破堤が起こる可能性が高いと判断することができる。段波の場合、流下速度が通常の洪水よりはるかに早いので、横から流入する降雨量は無視することが可能である。

### 〈2.2〉 河道網を利用した無線データの送受信<sup>(1)</sup>

今までも薄々感じていたことであるが、実際に LoRa の実験を行なってみると、都市河川では河川堤防のそばにはビルが屏風のように立ち並び、LoRaWAN や SigFox のようなスター型ネットワークでは、データを集めるゲートウェイ（以下 GW）への電波が遮られやすいことがわかった。一方で河道内同士だと近くに高い建物はあっても河道内には橋梁以外に高い建物が無いので、ある程度の電波の通り道として利用できると考えられる。そこで、Private LoRa を使ってネットワーク構造をツリー構造図（図 2）である河道網に沿うとすると通信網を容易に構築できると思われる。河道網に従って、下流側に順次データを流し、適切なノードで予測計算を行い、さらに下流に越流を警告することも考えられる。この場合、河道方向（上・下流方向）にセンサーのデータを取り出し送信するセンサーノード（以下 SN）を設置するため、受信専用に向向性がある、つまり利得があるアンテナが利用可能

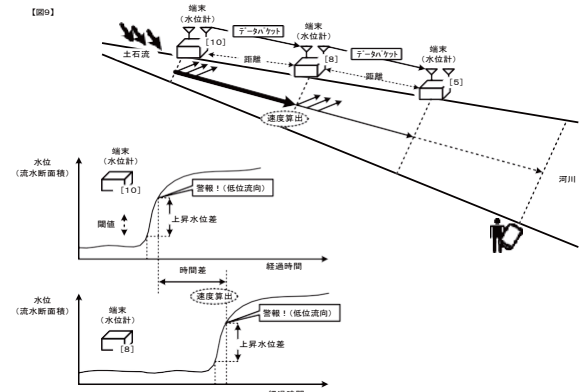


図 1 段波の検出<sup>(1)</sup>

fig. 1. Detctation for bore in the river  
2 台の河川水位センサーから段波を検出し  
流下速度を測定する

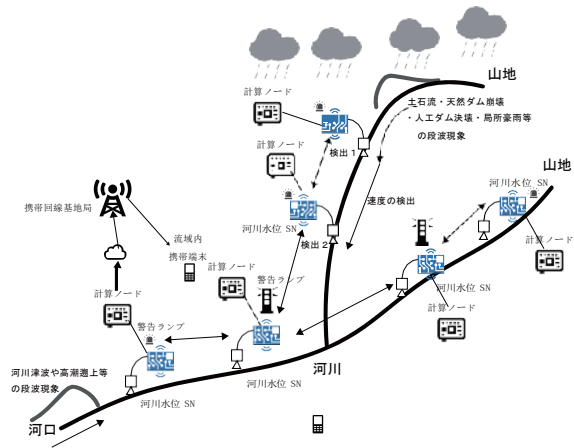


図 2 河道網を利用した水位センサーノードの配置<sup>(2)</sup>

fig.2 Settlement of water level sensors with  
network of river bed.

河道網に従ってデータをやり取りするネットワークを構築すると通信が良好になるだけでなく流域で閉じたネットワークを構築可能である。

となり、これと受信専用装置を用いることで法的に問題なく到達距離を延伸、通信の安定化を図ることができる（図 3）。また、発災時に携帯電話や光ファイバが不通になり流域外部のインターネットとの接続が切れた場合でも、流域内でデータの収集、水位予測及び警告までが完結すると思われる。

なお、橋梁への SN の設置申請は、河川と道路の管理者に対して行う必要がある。ただ防災目的であれば手続きは煩雑であるが、公共性を考慮して、許可は一括して得られる可能性が高い。

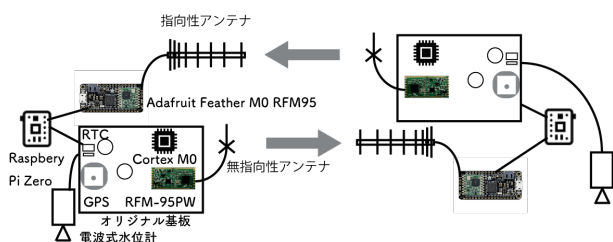


図3 受信専用装置の利用  
fig. 3. Using Receiver and High Gain Antenna.

Private RoLa ではセンサーノードを河道網に沿った配置にすると、電波の到来方向が限定されるので、指向性のある高利得のアンテナを受信専用機とともに使用することにより到達距離を延伸することが可能になる。

〈2.3〉 端末の高度差を利用した効率的な河川水位情報等の伝達<sup>(1)</sup>

住民が所持しているスマホでクラウドを介してデータを取得し、最寄りの水位断面の水位がどの程度上昇するかを相対値で計算することが可能である<sup>(4)</sup>が、この計算結果を流域内の端末に対して警告する方式も考えられる。水位計の位置より高度が低い端末にのみ段波現象の流下を警告し(図4、5)、逆に河川津波や高潮の遡上では流域の遡上よりも先行すると考えられるため、水位計と同じかそれより低い位置の端末に警告を通知する(図6)。一部のスマホに搭載されている高度センサーを活用することも可能である<sup>(5)</sup>。

3. 考察

前章で紹介した方法のうち、〈2.1〉については、タイムステップを60倍程度短くした河川水位センサーによる検証実験を行う必要がある。

しかし、これを有効に活用するためには、第1章で言及した様に市町村による避難勧告や避難指示発令の遅れが頻発していることから、警告を自動的に伝達し、警告が正しくない場合は人間が判断し停止して誤報を知らせるシステムに改良しないと、急激な段波現象の警告は間に合わない可能性が高い。従って「役所は間違っはいけない」というような無謬論ではなく、ある程度空振りを許容する社会になっていくか、共助として住民が河川水位予測システムを設置・運営する必要があるだろう。

〈2.2〉〈2.3〉については、両者とも高度に基づいた提案であるため、検証実験よりも、実際に流域に社会実装してその効果を確認する必要がある。ただ、本特許のカバーする権利範囲がかなり広いと、本学の知財戦略上も有利となる運用を模索する必要があるかもしれない。

4. 結論

本報で紹介した3つの防災情報に関する方法は、現

在問題となっている河道における各種の段波現象を検出し、効率的に、あるいは冗長性を持って伝達することが可能であろう。

(2019/10/18 受付)

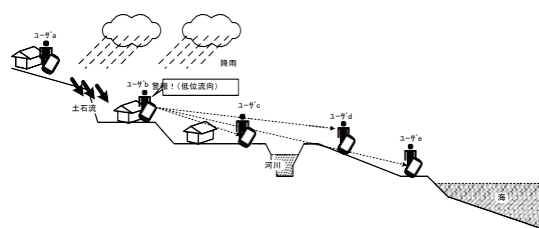


図4 土石流の流下を警告する<sup>(1)</sup>

fig. 4. Warn the downstream of debris flow. 河道内外の土石流を検出し、検出したセンサーより低い位置の端末に警告を送る

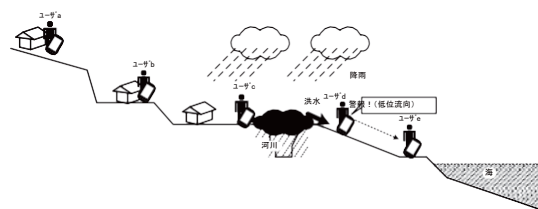


図5 洪水の流下を警告する<sup>(1)</sup>

fig. 5. Warn the downstream of flood. 洪水の河道からの越流を検出し、検出したセンサーより低い位置の端末に警告を送る

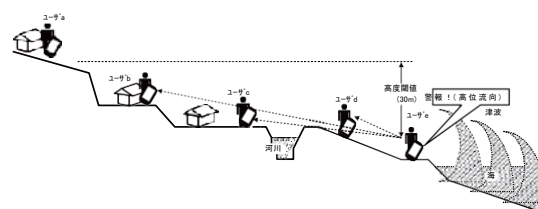


図6 津波・高潮の遡上を警告する<sup>(1)</sup>

fig. 6. Warn the upstream of tsunami and high tide.

高潮や津波の遡上を検出し、検出したセンサーより高い位置の端末に警告を送る

## 文 献

- (1) 森山聡之・平野宗夫：「端末の高度に基づくデータパケット送受信方法，システム及び送信元端末」，「特願 2018-173198」，平成 30 年 9 月 18 日出願 平成 30 年 12 月 28 日特許査定，(2018)
- (2) 森山聡之，森下功啓，和泉信生，寺村淳，田浦扶充子：「IoT-DRR と GIS- 雨庭の効果，段波現象対応の河川水位センサーと住民への効果的な伝達方式の提案」，GIS- 理論と応用（投稿中）
- (3) 平野宗夫・森山聡之・山下三平・中山比佐雄，洪水位の短時間予測に関する研究，第 31 回土木学会水理講演会論文集，(1987)、pp137-142
- (4) 発明者 森山 聡之、平野宗夫、降雨による河川氾濫情報を導出する端末およびプログラム、、中山比佐雄、特許第 4323565 号、出願日 2009 年 3 月 30 日、登録日 2009 年 6 月 2 日
- (5) 鈴木 康之・杉本 等・森山聡之，「スマートフォンの測位データを使った津波危険度マップの作成」，平成 29 年度測位航法学会全国大会予稿集，(2017)

## 謝 辞

本報で紹介した特許技術に関しては、多くの方々にご助言、ご指導鞭撻をいただいた。また、福岡工業大学総合研究機構の研究支援制度で支援されたものであり、この場を借りて深謝する。