

# 長距離無線通信ノードを用いた潮位情報の可視化

仙道航<sup>†1</sup> 瀬川典久<sup>†2</sup> 澤本潤<sup>†2</sup> 杉野栄二<sup>†2</sup> 矢澤正人<sup>†3</sup>

日本は津波被害の多い国として知られている。津波による被害を未然に防ぐために、平常時から災害時においても現在の潮位情報をリアルタイムで知りたいというニーズが高まっている。我々は、潮位情報をリアルタイムで簡単に知ることを可能にするために、長距離無線通信技術である MAD-SS と潮位センサによって収集した潮位情報を Web サーバ上で可視化するためのシステムを構築した。本システムによって、誰でも簡単に Web ブラウザを用いて潮位情報を取得することが可能となった。

## Visualization of water level by long distance wireless communication module

WATARU SENDO<sup>†1</sup> NORIHISA SEGAWA<sup>†2</sup>  
JUN SAWAMOTO<sup>†2</sup> EIJI SUGINO<sup>†2</sup> MASATO YAZAWA<sup>†3</sup>

Japan is known as a country with many tsunami damage. Needs in order to prevent damage caused by the tsunami, would like to know in real time the tide level of information currently in disaster from normal times is increasing. In order to be able to know easily in real time tide information, we constructed a system for visualizing the Web server on the tide information collected by tidal sensors MAD-SS is a long-range wireless communication technology. It has become possible by the system and obtain information tide anyone with a Web browser easily.

### 1. はじめに

日本は津波被害の多い国として知られている。

近年では、2011年3月に発生した東日本大震災における甚大な津波被害による影響もあり、潮位に関する情報をリアルタイムに知りたいというニーズが一層高まってきている。

災害と通信状況には密接な関係がある。

現在の日本において、さまざまな通信手段が存在するにもかかわらず、インフラがすべて津波で破壊されたために、津波が到達後、被災地との通信が全く行う事が不可能になった。

特に、現在では、携帯電話およびインターネット回線に大部分の住民が頼っているために、それらのインフラが使えない事により、安否確認、状況確認が非常に困難になった。

さらに、今回の被害が甚大であったために、災害発生時から72時間経過しても、通信インフラの脆弱性は解消しなかった。この72時間はとても重要である。これは、この72時間という時間で、どこで、どれだけの人命に問題があり、自衛隊、消防などの部隊をどこに出動させるのかを適切に決定することで、多くの人命が救われるからである[1]。

本稿では、長距離無線通信モジュール MAD-SS が観測した潮位情報を Web 上でリアルタイムに可視化を行うシス

テムについて報告する。

### 2. システム概要

本研究では、災害時での運用に強い長距離無線技術 MAD-SS を採用した無線モジュールが観測した潮位情報を Web 上で可視化するシステムを提案する。

本システムでは、沿岸部に設置された潮位センサの情報を受信局で受け取り、インターネットを経由して岩手県立大学に設置されたサーバ上にて Web を利用した可視化を行う。

図1に、本システムの概念図を示す。

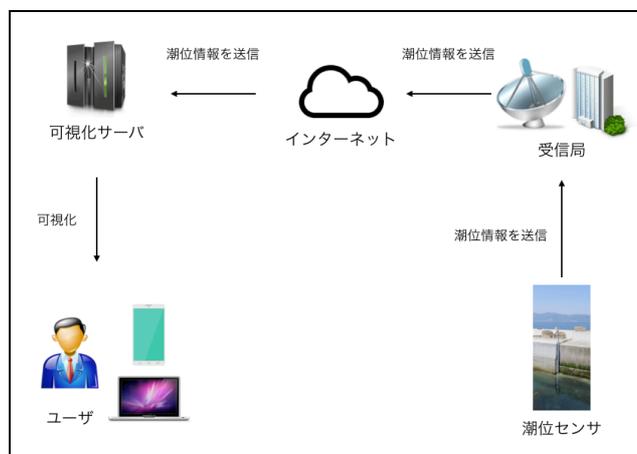


図1：システム概念図

†1 岩手県立大学大学院

Iwate Prefectural University Graduate School

†2 岩手県立大学

Iwate Prefectural University

†3 数理設計研究所

Mathematical Assist Design Laboratory

次節では、長距離無線通信技術である MAD-SS について

述べる。

次に、潮位センサや受信基地局、可視化を行うためのサーバといったシステム構成要素の位置情報について述べる。

## 2.1 MAD-SS および MAD-SS を活用した水位センサの実装

MAD-SS とは、株式会社数理設計研究所[2]が開発した特許技術であり、「スペクトラム拡散通信の高速同期法」[3]による長距離無線通信を実現するための技術である。

MAD-SS の特徴として、通信速度は 10bit/sec と非常に低速ではあるが、帯域が非常に狭いため(2.7kHz)に超長距離での無線通信を行うことができる。

MAD-SS の諸元を表 1 に示す。

表 1 MAD-SS の諸元

bandwidth	2757Hz
TIP period	0.7256msec
TIP frequency	1378.125 Hz
diffusion code long length	1024 TIP
diffusion code	M-system symbols
diffusion period	0.743sec
communication speed	10bit/sec

図 2 に MAD-SS 送信機と潮位を観測するための潮位センサを組み合わせた様子を示す。

今回、潮位センサには株式会社メテオ電子[4]の水圧式水位センサ、M86 Series[5]を使用した。このセンサは、得られた水圧を 4~23mA の電流値として出力するものである。本システムでは、この電流値を電圧に変換し、16bit でサンプリングを行い、MAD-SS 送信機で送信を行う。画像や動画などのリッチなコンテンツを扱うことはないため、低速な通信速度でも問題はないと考えている。



図 2 MAD-SS 送信機

また、図 3 に図 2 で示した MAD-SS 送信機と潮位センサを沿岸部に設置できるように開発された潮位センサを示す。



図 3 設置の様子

## 2.2 センサ、受信局、可視化サーバの位置関係

本稿執筆時点において、前節で述べた MAD-SS モジュールを搭載した潮位センサを岩手県釜石市尾崎白浜漁港へと設置している。

また、尾崎白浜漁港に設置された潮位センサが観測した

潮位情報を受信するための受信局は岩手県釜石市の釜石漁業無線局[6]に設置している。

受信局に集められた潮位情報は岩手県立大学に設置された可視化を行うためのサーバ（以下、可視化サーバ）へと送信される。

図 4 に、潮位センサと受信局の位置関係を示す。



図 4 潮位センサと受信局の位置関係

### 3. システム実装

本章では、本研究において筆者が実装を行った受信局からの潮位情報を受け取り、岩手県立大学に設置されている可視化サーバで可視化に関する処理を行った部分に関する実装について図 5 に示すシステムフローを基に述べる。

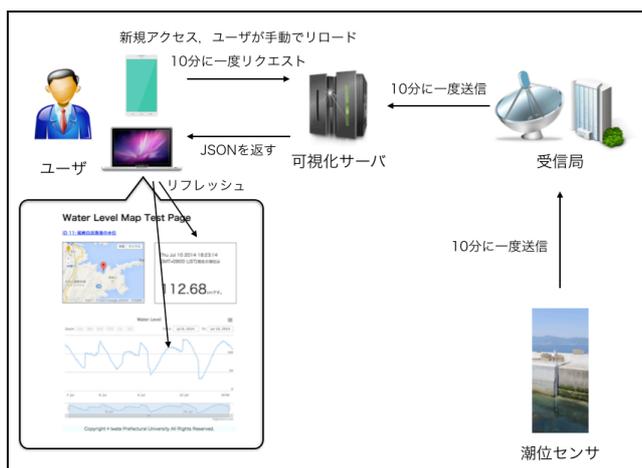


図 5 システムフロー

可視化サーバの環境は一般的な Web サーバの形態をとっており、表 2 に示すとおりである。

表 2: 可視化サーバ環境

分類	使用 OS, ソフトウェア
OS	CentOS 6.5
HTTP Server	Apache 2.2.15
DB	MySQL 5.5.24

#### 3.1 受信局から潮位情報の受け取り

可視化サーバでは、まず、受信局から潮位情報をソケット通信にて受け取る。

ソケット通信を行うプログラムは Ruby を用いて作成した。（以下、ソケット通信プログラム）

現在は 10 分に一度潮位情報が観測されるため、可視化サーバにおいても 10 分に一度潮位情報を受け取るようになっている。

受信局から送信される潮位情報を格納したデータフォーマットは表 3 の通りとなっている。

受け取ったデータは表 3 のフォーマットに従って分割され、得られた潮位情報とセンサ情報などはデータベースへと登録される。

表 3 データフォーマット

名称	説明	DB 登録時の型
id	ユニーク ID	int
Version	通信プロトコルのバージョン	varchar
receivingStationID	受信局 ID	int
date	観測した年月日時分秒	datetime
payload	ペイロードの個数	int
sensorCode	潮位センサかどうかを識別	int
sensorID	どの潮位センサか識別	int
dataHigh	計測した潮位の上位 8bit	int
dataLow	計測した潮位の下位 8bit	int

表 3 における payload はノイズなどの影響により表 3 に示すデータフォーマットの一部が欠損してしまった場合の制御及び、データが正しいフォーマットで到着しているかを識別するためのものである。

現在、本研究とは別に、カラスなどの動物の行動を同様の通信プロトコルを用いて観測する研究実験[7]が行われている。表 3 における sensorCode は、受け取ったデータが本研究に使用されている潮位センサのものであるかどうか

を識別するためのものである。

また、表 3 における dataHigh, dataLow は計測した潮位のうち、それぞれ上位 8bit と下位 8bit を示すものである。可視化を行う際は dataHigh, dataLow の値から正確な潮位を計算する。具体的な計算式については次節で述べる。

### 3.2 潮位情報の可視化

可視化サーバにおいて、潮位情報の可視化は、前節で述べたデータに基づいて Web ページ(以下、可視化画面)を通じて行われる。

図 6 に、可視化画面のイメージを示す。

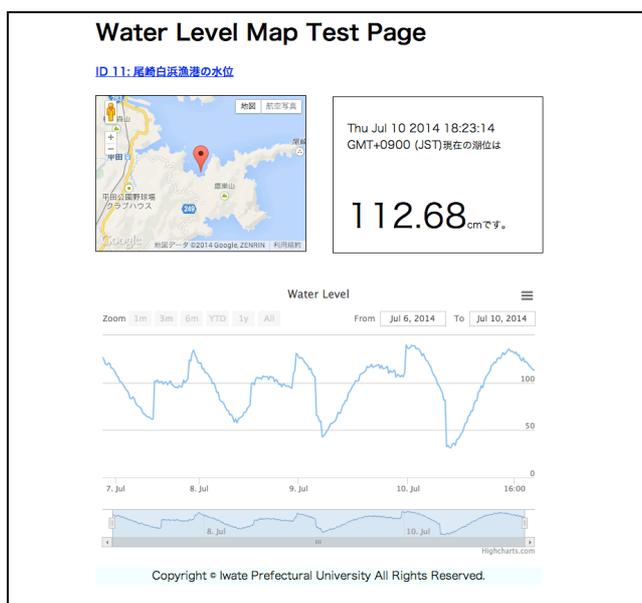


図 6 可視化画面のイメージ

可視化画面は、潮位センサの設置されている場所を表す地図(以下、マップ)、最新の潮位情報を表したテキスト(以下、最新情報エリア)、一定の期間内の潮位情報を表した折れ線グラフ(以下、グラフ)によって構成されている。

可視化画面の実装は HTML, CSS, JavaScript 及び Javascript の汎用ライブラリである jQuery を用いて行っている。

マップは、Google が提供している地図サービスである Google Maps をユーザの作成した Web サイト上に配置するための Google Maps JavaScript API v3 を用いて描画している。

本 API では、呼び出し時のオプションによって任意の場所にピンを落としたり、ズーム幅を指定したりすることができる。

今回は、潮位センサを岩手県釜石市尾崎白浜漁港に設置しているため、ピンを尾崎白浜漁港に落とし、ユーザが現在どの場所の潮位情報を閲覧しているかを視覚的に表している。

マップはユーザが自由に動かすことが可能で、マップ上部の「ID 11: 尾崎白浜漁港の潮位」というリンクをクリックもしくはタップすることによって、動かしたマップを図 6 に示した状態にリセットすることができる。

最新情報エリアでは、潮位センサが観測した潮位情報のうち最新の潮位と時刻を表している。

最新の潮位情報は jQuery を用いた Ajax によってユーザの使用しているブラウザから可視化サーバに問い合わせ受けて取っている。

Ajax(Asynchronous JavaScript + XML)とは、Web ブラウザを用いた非同期通信技術の実装形態の一つである。Ajax を利用した通信を行うことによって Web ページのリロードを行わずに Web サーバへとリクエスト送り処理を行う動的な Web ページを作成することができる。

可視化サーバでは、Ajax による潮位情報の通信を実現するために、Web ブラウザからのリクエストに対し、データベースに格納された潮位情報を取り出し、潮位を計算し、JSON 形式に変換して潮位情報を Web ブラウザへと渡すプログラムを PHP で作成し配置した。

現在は、一度のリクエストに対し 300 件分の潮位情報を返している。潮位情報は 10 分に一度観測しているため、3000 分(50 時間)分の潮位情報に相当する。

図 7 に、可視化サーバが返す JSON 形式での結果の一部を示す。

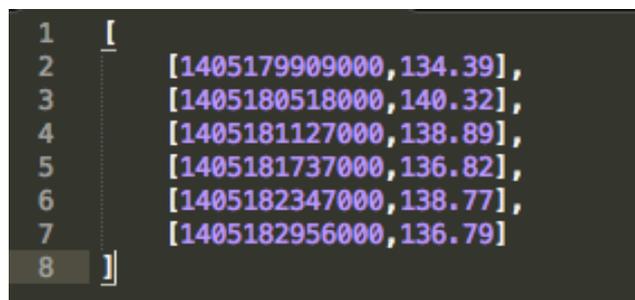


図 7 JSON 形式での潮位情報

潮位の計算は次の 4 つのステップで行っている。

1. dataHigh と dataLow から実際の伝送データを計算  
 $data = dataHigh * 256 + dataLow$
2. AD 変換値を計算  
 $ADTranse = 3000 / 65535 * (data * 32 / 20)$
3. センサ出力電流を計算  
 $output = ADTranse / 150$
4. 潮位を計算  
 $waterLevel = 62.344415 * output - 513.48$ (オフセット)

なお、これらのステップで登場する数値は全て潮位センサの仕様によってあらかじめ決められている。オフセットについては潮位センサの設置場所毎に決まるものである。

潮位の計算が終わると潮位とその潮位を観測した年月日時分秒を JSON 形式で Web ブラウザへと返す。Web ブラウ

ザでは受け取ったデータに基づき、最新情報エリアとグラフのリフレッシュを行う。

同様に、グラフでも Ajax を用いて Web ブラウザから可視化サーバへとリクエストを送り、受け取った一定期間内の潮位情報を折れ線グラフにして描画している。

折れ線グラフの描画には、HighStock.js という JavaScript を用いて綺麗で多機能なグラフの描画に長けているライブラリを使用している。

HighStock.js を用いてグラフを描画する処理を図 8 のコードを基に述べる。

```
1 $('#graph').highcharts('StockChart', {  
2   title : {  
3     text: 'Water Level'  
4   },  
5  
6   series : [{  
7     name : 'Ozaki Shirahama',  
8     data : data,  
9     tooltip : {  
10      valueDecimals: 2  
11    }  
12  }]  
13 });
```

図 8 HighStock.js を用いた描画

図 8 では、可視化画面の DOM においてグラフを表す id="graph" の要素に対して新たに HighStocks.js を利用した折れ線グラフの描画を行っている。

この時、title と series の 2 つの定義に従って折れ線グラフを描画するようにしている。

まず、title では、text を使用して描画する折れ線グラフの表題を決めている。今回は「Water Level」を指定している。

次に、series では、潮位情報を表す各点に関する定義を行っている。name ではグラフ上の点がどの場所の潮位なのかを表すために「Ozaki Shirahama」と指定している。Data では、x 軸を潮位が観測された年月日時分秒、y 軸を潮位の高さを表す配列を指定している。最後に「tooltip」では、潮位の高さを少数点第 2 位まで表示するように「valueDecimals」に 2 を指定している。

なお、グラフ下部の範囲を表す青いセレクトをドラッグすることで閲覧したい範囲を選択することができる。初期状態では、全ての潮位情報を一度に表示するようになっている。

Web ブラウザから可視化サーバへのリクエスト毎にこの処理を行い、古いグラフを破棄し新しいグラフを描画している。

## 4. おわりに

本稿では、津波被害を未然に防ぐ目的などから潮位リアルタイムに知りたいというニーズを満たすために、災害時にも強い長距離無線通信技術 MAD-SS を採用した潮位センサから取得した潮位情報を Web 上で可視化するシステムを提案した。

今後は、すでに潮位センサや受信局を増やす予定が立っているため、それに伴い現在の潮位センサ 1 対受信局 1 の環境での可視化の実装から多対多を想定した実装へとスケールしていくことを考えている。

また、様々なデバイスから潮位情報を得やすくなるようレスポンスデザインを採用やより高機能な可視化が可能なライブラリを用いた実装を進めていくことを予定している。

## 参考文献

- 1) 瀬川典久, 澤本潤, 矢澤正人, 玉置晴郎, 美濃英俊:mad-ss を用いた成層圏-地上通信の実現, 平成 25 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集, pp265-269, (2013)
- 2) 株式会社 数理設計研究所 <http://madlabo.com/mad/index.htm>
- 3) 矢澤 正人, 玉置 晴郎:野外フィールドにおける低電力通信-スペクトラム拡散の高速同期法による長距離通信法-, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.141, pp17-22, (2010)
- 4) 株式会社 メテオ電子 : <http://www4.ocn.ne.jp/~meteo/>
- 5) 水圧式水位センサ M86 Series : <http://metodenshi.co.jp/download/Catalog/M86.pdf>
- 6) 岩手県釜石漁業無線局(JFT): <http://www16.ocn.ne.jp/~amapro88/JFT.html>
- 7) 瀬川典久, 澤本潤, 東淳樹, 高橋広和, 西千秋, 時田賢一, 藤永清和, 矢澤正人, 玉置晴郎:MAD-SS センサネットワークを利用した鳥のトラッキングシステムの構築: カラスのライフログ, 電子情報通信学会技術研究報告, CS, 通信方式 112(210), pp-67-71, (2012)