

平成 21 年 6 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2005～2008

課題番号：17201038

研究課題名（和文） GPS ブイを用いた津波・波浪防災システムの総合的研究

研究課題名（英文） Integrated research on the disaster reduction system due to tsunami and high-wave using GPS buoy

研究代表者

氏名（アルファベット）加藤 照之（KATO TERUYUKI）

所属機関・所属部署名・職名 東京大学・地震研究所・教授

研究者番号：80134633

研究成果の概要：海洋ブイに GPS を搭載し、津波の早期検知や波浪防災に資する研究を行った。沿岸から 20km を超える海域でも高い精度で海面変動をとらえられる用途を付けることができた。このほか次世代ブイに向けた基礎データの収集、沿岸住民への情報提供、気象観測装置の搭載による総合観測ステーションとしての実利用に道を開くことができた。また、数値シミュレーションとの併用による津波予測の高精度化に関する基礎的な検討を行った。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2005 年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
2006 年度	10,700,000	3,210,000	13,910,000
2007 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
2008 年度	13,000,000	3,900,000	16,900,000
年度			
総計	38,000,000	11,400,000	49,400,000

研究分野：固体地球物理学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・2202

キーワード：GPS，津波，RTK 測位法，津波伝播シミュレーション，ミニ FM，GPS ブイ，GPS 津波計

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は平成 6 年頃に基礎的な研究を開始して以来、科研費をはじめとする各種の補助金によって開発研究が進められてきた。GPS 津波計の考え方は、世界でも類を見ない津波の早期検知システムの方式であり、かつ実用化が大いに期待されてきた。こうした背景のもと平成 14-16 年度には文科省産学官連携イノベーション創出事業費補助金によって高知県室戸岬沖に実用化をめざした実験機が設置された。また、平成 16 年と 17 年には受

賞された他、平成 19 年頃より国土交通省の全国波浪観測網の一部に採択され、三陸地方や高知県足摺岬沖等 10 か所を超える場所に GPS 波浪計として設置されている。

## 2. 研究の目的

前記のように、GPS 津波計は既に一部実用化しているが、まだ多くの改善すべき点がある。最も重要な点は、現在のシステムでは RTK 方式を用いていることから、地上に置かれた基準局からの距離が最大でも 20km 程度

と短いことである。また、今後の更なる実用化のために解決すべき課題が多数ある。そこで、今回の科研費では、室戸沖に設置されている GPS 津波計を活用して、以下の目的を設定して研究を行うこととした。

- (1)長期間・長距離の運用に耐える GPS 津波計の機能向上の要件を明らかにする
- (2)GPS 津波計を用いた実利用可能な津波防災システムの構築を図る。
- (3)GPS ブイを総合的的海洋観測ステーションとして活用し、波浪・高潮防災にも寄与するための調査を行う。
- (4)GPS ブイの運用時及び撤収時における海洋環境への影響調査と最適な運用体制・更新・撤去手法を明らかにする。

### 3. 研究の方法

研究には高知県室戸沖に設置されている GPS ブイを用いることとした。(1)の GPS 津波計の機能向上のため、基地局を陸上に複数設置して長距離化実験が行えるようにした。また、新たに RTK ソフトウェアを開発し、既存のソフトウェアと比較検討することとした。また、(2)のためには Web によるデータ公開のほか、地元自治体との連携あるいは津波予測シミュレーションとの融合したシステムを検討することとした。(3)のためにはブイに気象・海象観測システムを搭載し多機能化を図ったほか、既存の波浪観測システムへの組み込みを行って実利用に供することとした。最後に(4)については耐用年数を終えた津波計の撤収時における環境への影響を配慮した施工要領などについての検討を行うこととした。

### 4. 研究成果

本研究では特に(1)の GPS 津波計の長距離化についての研究に力を注いで実施した。50km を超える長基線でも安定して 1~2cm 程度の精度で海面高変化をとらえることができる RTK ソフトウェアの開発を行った。複数設置した陸上基地局との間での基線解析を実施し、50km 程度でも安定してよい精度が得られることを確認した。また、時折発生する精度劣化やデータ欠損に対処するため、複数のソフトウェアを同時に走らせてよい方をとるなどのハイブリッド化を行ってシステムの稼働率を向上させることに成功した。また、ブイが大型フェリーとの衝突により沈没したことからその回復過程において新たなブイの設計にあたって、より衝突ダメージに対抗する設計を行うことができた。

(2)については海面高変化をほぼリアルタイムで Web 上に公開した (<http://www.tsunamigps.com/>) ほか、室戸市とも連携して自治体における GPS 津波計の利活用について検討した。このような試み

として室戸市役所と室戸岬東漁協にミニ FM 配信局を設置して波浪、海水温、流向流速、気温、風向風速などを音声によって配信することを試み好評を博している。また、津波予測シミュレーションを準リアルタイム化し、ブイ設置位置に対する沿岸部の津波の増幅特性を評価し、観測値に対する沿岸津波高の感度分析を行った。

(3)については前述のようにブイに様々な気象・海象観測装置を取り付けて観測を行い、その結果を準リアルタイムで沿岸住民に伝達するシステムを構築し配信している。これにより津波だけでなく日常的な海洋情報に住民が接する機会が多くなり波浪防災にも寄与することができるようになった。さらには本研究期間内に国土交通省の波浪観測システムであるナウファスの次世代システムとして GPS ブイが採用され 11 機のブイが三陸から四国にかけての太平洋沿岸に設置された。

(4)については GPS ブイの設計・施工において環境負荷を考慮した検討を行っている。幸い、本研究に引き続き平成 21 年度より新たな研究計画がスタートすることになったので本研究は引き続き実施されていくことになった。

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 30 件)

永井紀彦：21 世紀防災・減災戦略と方向性 - 波浪観測網を活用した津波観測情報システムの構築 - , 京都大学防災研究所自然災害研究協議会, 第 45 回自然災害総合シンポジウム講演集, 無, pp.45-49, 2008.12.

越村俊一; GPS ブイによる沖合津波観測技術と津波防災への利活用, 災害情報, 無, No.6, 2008

Koshimura, S., Y. Hayashi, K. Mnemoto and F. Imamura ; Effect of the Emperor seamounts on trans-oceanic propagation of the 2006 Kuril Island earthquake tsunami, Geophysical Research Letters, 有, 35, L02611, 10.1029/2007GL032129, 2008

三宅寿英・吉田晴彦・寺田幸博・加藤照之・永井紀彦:GPS 単独精密変動検出法を用いた洋上波浪観測, 日本航海学会, 日本航海学会誌 『NAVIGATION』, 無, 第 168 号, pp.26-30, 2008.6

永井紀彦・清水勝義・佐々木誠:太平洋北東岸 GPS 波浪計観測網が捉えた大水深域における海象特性, 港湾空港技術研究所

- 報告, 有, 第 47 Vol.2, p.86, 2008.6.
- T. Nagai, K. Shimizu, M. Sasaki and A. Murakami : Improvement of the Japanese NOWPHAS Network by Introducing Advanced GPS Buoys, ISOPE, Proc. of the Eighteenth(2008) International Offshore and Polar Engineering Conference, 有, Vol.3, pp.558-564, 2008.7.
- T. Nagai and K. Shimizu : Basic Design of Japanese nationwide GPS buoy network with multi-purpose offshore observation system, 無, Proc. Int. Sym. Res. Pr. Giant Earthq. Tsunamis, 339-343, 2008
- T. Nagai, K. Shimizu, J. H. Lee, M. Iwasaki, T. Fujita, and M. Kudaka : Offshore Winds and Currents Observation by GPS Buoy with Numerical Filtering Analysis, OTO' 08 071028-002, 有, 2008.4.
- T. Nagai, K. Shimizu, M. Sasaki and A. Murakami : Characteristics of the Observed Offshore Wave Data by the GPS Buoys, OTO' 08 071028-003, 有, 2008.4.
- 永井紀彦・清水勝義・佐々木誠・村上明宏 : GPS 波浪計が捉えた大水深海域の波浪特性, 土木学会, 海洋開発論文集, 有, Vol.24, P.375-380, 2008.6.
- 辰巳大介・富田孝史 : 震央位置を考慮したインバージョン手法によるリアルタイム津波予測, 海岸工学論文集, 有, 第 55 巻, pp.246-250, 2008 ( 海岸工学 2008.pdf )
- T.Nagai, T.Kato, N.Moritani,H.Izumi, Y.Terada And M.Mitsui : Proposal of Hybrid Tsunami Monitoring Network System consisted of Offshore, Coastal and On-Site Wave Sensors, JSCE, Coastal Engineering Journal, 有, Vol.49 No.1, pp.63-76, 2007.
- 清水勝義・永井紀彦・橋本典明・岩崎峯夫・足立重昭・奥勇一郎 : GPS ブイ式波浪計を対象とした複合的な波向計算手法の提案, 土木学会, 海洋開発論文集, 有, 第 23 巻, pp.231-236, 2007.
- 永井紀彦・清水勝義・李在炯・藤田孝・久高将信・額田恭史 : ブイの動揺を考慮した GPS 波浪計による洋上風観測, 土木学会, 海洋開発論文集, 有, 第 23 巻, pp.1003-1008, 2007.
- 永井紀彦・清水勝義・佐々木誠・李在炯・久高将信・額田恭史 : 観測結果に基づく 2006 年および 2007 年千島列島沖の地震津波, 土木学会, 海岸工学論文集, 有, 第 54 巻, pp.181-185, 2007.
- D. Tatsumi and T. Tomita: Real-time Tsunami Prediction Based on Inversion Method Using Earthquake Information, Proceedings of the Third Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM'07) in conjunction with the Eleventh International Conference on the Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science (EPMESC XI), 無, MS24-2-2, 2007
- 越村俊一・宗本金吾・大家隆行・柳澤英明・阿部郁男・今村文彦 ; 2006 年千島列島沖地震津波の伝播特性における天皇海山列の影響評価, 海岸工学論文集, 有, 第 54 巻, 2007, 171-175.
- 清水勝義・永井紀彦・李在炯・泉裕明・岩崎峯夫・藤田孝 : 沖合水面変動記録を用いた津波成分即時抽出法に関する研究, 土木学会, 海洋開発論文集, 有, 第 22 巻, pp.523-528, 2006.
- 清水勝義・永井紀彦・里見茂・李在炯・久高将信・藤田孝 : ブイ動揺特性を考慮した大水深波浪観測データ処理システムの構築, 土木学会, 海岸工学論文集, 有, 第 53 巻, pp.1406-1410, 2006.
- K.Shimizu, T.Nagai, J.H.Lee, H.Izumi, M.Iwasaki And T.Fujita : Development of Real-Time Tsunami Detection System Using Offshore Water Surface Elevation Data, JASNAOE, Proc. of the TECHNO-OCEAN, 有, 2006/19th Paper No.24, 2006.
- K.Shimizu, T.Nagai, S.Satomi, J.H.Lee M.Kudaka And T.Fujita : Development of The Deep-Sea GPS Buoy Wave Data Processing System, JASNAOE, Proc. of the TECHNO-OCEAN 2006/19th Paper, 有, No.27, 2006.
- T. Tomita, D. Tatsumi and S. Takahashi: Improvement of Real-time Tsunami Prediction Based on Earthquake Information and Spatial Distribution of Water Surface Elevation, Proceedings of Techno Ocean 2006 / 19th JASNAOE Ocean Engineering Symposium, 有, Paper No.91, 2006 ( technoocean2006.pdf )
- 永井紀彦 : GPS ブイおよび海底設置式波浪計による津波観測, 日本航海学会, Navigation, 有, No165, pp.25-32, 2006.
- T.Nagai, T.Kato, N.Moritani, H.Izumi, Y.Terada, M.Mitsui : Offshore Tsunami Monitoring Network Design using GPS Buoys and Coastal on-site Sensors, ASCE, Proc. of the 30th

- International Conference on Coastal Engineering (ICCE'06) , 有 , vol.2, pp.1529-1540, 2006.
- T.Nagai, T.Kato, K.Nukada, H.Izumi, Y.Terada and M.Mitsui : Design of the Tsunami Monitoring Network System based on the Offshore Wave Observation Techniques, PIANC, Proc. 31st PIANC Congress , 無 , Paper No.29, 2006.
- T.Kato, Y.Terada, K.Ito, R.Hattori, T.Abe, T.Miyake, S.Koshimura, and T.Nagai : Tsunami due to the 2004 September 5th off the Kii peninsula earthquake, recorded by a new GPS buoy , Earth Planets Space, 有 , Vol.57, pp.297-301, 2005.
- T.Nagai, S.Satomi, Y.Terada, T.Kato, K.Nukada And M.Kudaka : GPS Buoy and Seabed Installed Wave Gauge Application to Offshore Tsunami Observation, ISOPE, Proc. of the 15th International Offshore and Polar Engineering Conference , 有 , Vol.3, pp.292-299, 2005.
- 永井紀彦・加藤照之・額田恭史・泉裕明・寺田幸博・三井正雄 : 沖合・沿岸・オンサイト観測を組み合わせた津波観測網に関する提言, 土木学会, 海洋開発論文集, 有 , 第 21 巻, pp.61-66, 2005.
- 永井紀彦・里見茂・額田恭史・久高将信・細沼克弘・藤田孝 : 観測データに基づく 2004 年の台風による我が国沿岸の高波特性, 土木学会, 海岸工学論文集, 有 , 第 52 巻, pp.151-155, 2005.
- 寺田幸博・加藤照之・永井紀彦・越村俊一 : G P S 津波計測システム, 日本海洋工学会, 第 32 回海洋工学パネル, 無 , pp.56-65, 2005.
- [学会発表](計 15 件)
- 松田正俊・藤田孝・大西孝明・阿部知宏・永井紀彦 : 灯浮標搭載型 G P S 波浪観測システムの開発, 海洋調査技術学会, 第 17 回研究成果発表会講演要旨集 第 17 回, pp.38 -39, 2005.
- 永井紀彦・加藤照之・森谷誠生・泉裕明・寺田幸博・三井正雄 : G P S 津波計を活用した津波監視網構想, 海洋調査技術学会, 第 17 回研究成果発表会講演要旨集 第 17 回, pp.68 -69, 2005.
- T.Nagai : Offshore Tsunami Monitoring Network Design using GPS Buoys and Coastal on site Stations, Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Proc. of the Memorial Conference on the 2004 Giant Earthquake and Tsunami in the Indian Ocean P1 -2 -3 -8, 2p., 2005.
- T.Nagai, T.Kato, N.Moritani, H.Izumi, Y.Terada And M.Mitsui : Offshore Tsunami Monitoring Network Design using GPS Buoys and Coastal on site Sensors, ASCE, Book of Abstract of the 30th International Conference on Coastal Engineering (ICCE'06) Paper No.211, 2006.
- T.Nagai, T.Kato, K.Nukada, H.Izumi, Y.Terada And M.Mitsui : Design of the Tsunami Monitoring Network System based on the Offshore Wave Observation Techniques, PIANC, Book of Abstract 31st PIANC Congress Paper No.29, 2006.
- Y.Terada, T.Kato, T.Nagai, S.Koshimura and K.Ito : Tsunami Observation System using GPS Technology GPS Tsunami Meter, PIANC, Book of Abstract 31st PIANC Congress Paper No.87, 2006.
- 永井紀彦 : GPS 波浪計の展開による沿岸波浪・津波観測情報の高度化, 港湾技術振興会, 平成 18 年度講演会講演概要集 平成 18 年度, pp.45 -54, 2006.
- 永井紀彦・清水勝義・李在炯・寺田幸博・藤田孝・久高将信 : GPS ブイによる外洋における高波浪時の長周期水面変動観測, 海洋調査技術学会, 第 18 回研究成果発表会講演要旨集 第 18 回, pp.13 -14, 2006.
- T.Nagai, K.Shimizu, J.H.Lee, M.Iwasaki, T.Fujita, M.Kudaka : Development Of Multi-Purpose Offshore Observation System Using Gps Buoy, Coastal Structures , Book of Abstract Coastal Structures 2007 International Conference 11B -225, 2007.7.
- 永井紀彦・清水勝義・佐々木誠・李在炯・久高将信・額田恭史 : ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網)が捉えた最近の津波と高波, 海洋調査技術学会, 第 19 回研究成果発表会 pp.46 -47, 2007.11.
- Y. Terada, T. Kato, T. Nagai, S. Koshimura, Y. Sukeyasu and T. Miyake ; Real-time Observation of Tsunami, Wave, and Tide by GPS Buoy, Part 1: A Development of new type of monitoring system, Workshop on GPS observations from ocean platforms, Oct.,2008
- T. Miyake, Y. Matsushita, Y. Sukeyasu, T. Nagai, Y. Terada and T. Kato ; Real-time Observation of Tsunami, Wave and Tide by GPS Buoy, Part 2: Development of new single point GPS positioning method (PVD) , Workshop on GPS observations from ocean platforms,

Oct., 2008

永井紀彦・清水勝義・佐々木誠・村上明宏：  
GPS 波浪計による潮位と潮位偏差の観測  
結果，海洋調査技術学会，第 20 回研究  
成果発表会 pp.20-21, 2008.11.

D. TATSUMI and T. TOMITA: Improvement of  
Real-Time Tsunami Prediction Based on  
Inversion Method by Using Earthquake  
Information, Proceedings of 31st  
International Conference on Coastal  
Engineering (ICCE), 2008 (in print),  
icce2008.pdf)

森下，小松，岡部，寺田；GPS 津波計の開発  
状況と観測データの活用，第 14 回高専  
シンポジウム発表概要集，2009，E-30

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称：RTK 異常測位データ処理を伴う GPS に  
よる変位計測装置および変位計測方法

発明者：加藤照之，永井紀彦，寺田幸博，吉  
田晴彦，三宅寿英

権利者：国立大学法人東京大学，独立行政法  
人港湾空港技術研究所，独立行政法人国立高  
等専門学校機構，日立造船株式会社

種類：特許

番号：特願 2008-134870

出願年月日：2008 年 5 月 23 日

国内外の別：国内

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ

<http://www.tsunamigps.com/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

加藤 照之 (KATO TERUYUKI)  
東京大学・地震研究所・教授  
研究者番号：80134633

### (2) 研究分担者

寺田 幸博 (TERADA YUKIHIRO)  
高知工業高等専門学校・教授  
研究者番号：30442479  
(平成 18-20 年度)

永井 紀彦 (NAGAI TOSHIHIKO)  
港湾空港技術研究所・海洋・水工部長

研究者番号：00359233

(平成 17-19 年度)

越村俊一 (KOSHIMURA SHUN'ICHI)

東北大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号：50360847

(平成 17~19 年度)

清水勝義 (SHIMIZU KATSUYOSHI)

港湾空港技術研究所・海洋・水工部海象情  
報研究室長

研究者番号：80392984

(平成 17~19 年度)

富田孝史 (TOMITA TAKASHI)

港湾空港技術研究所・津波防災研究センタ  
ー上席研究官

研究者番号：20242836

(平成 18~19 年度)

### (3) 連携研究者

永井紀彦 (NAGAI TOSHIHIKO)

港湾空港技術研究所・統括研究官

研究者番号：00359233

(平成 20 年度)

越村俊一 (KOSHIMURA SHUN'ICHI)

東北大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号：50360847

(平成 20 年度)

富田孝史 (TOMITA TAKASHI)

港湾空港技術研究所・津波防災研究センタ  
ー上席研究官

研究者番号：20242836

(平成 20 年度)

河合弘泰 (KAWAI HIROYASU)

港湾空港技術研究所・海洋・水工部海象情  
報研究領域長心得

研究者番号：40371752

(平成 20 年度)