

## 今までにやってきた技術支援

### Previous Technical Support

三浦 勉

Tsutomu MIURA

#### Synopsis

As a technical staff of the division of technical affairs of the Disaster Prevention Research Institute, I worked in Workshop and Research Center for Earthquake Prediction before and work in Ujigawa Open Laboratory now. My main work is equipment developments, Observations, Web application developments and etc. There are various forms of technical support in each place, but All I have in mind is the efficiency improvement and cost reduction of works for the purpose of research support. I will continue to maintain that idea and pass on the knowledge, skills and experience I have cultivated from my seniors and teachers to the younger generation.

**キーワード:** 地震観測, 装置開発, WEBアプリ開発, 技術支援

**Keywords:** Seismic Observations, Development of Apparatuses, Development of web applications, Technical Supports

#### 1. はじめに

2002年に総合人間学部から異動し, 工作室, 地震予知研究センター, 宇治川オープンラボラトリーに着任し現在に至る. 専門は機械工学で, 主に機械設計・製作, 地震観測業務, 電子工作, WEBアプリ開発・製作, 水理実験補助に従事しながら, 施設見学対応や施設維持などを行ってきた. 今までの配属先での技術支援を報告し, 技術職員として何ができるのかを紹介する.

#### 2. 機械設計と機器開発

残留応力測定装置の開発, 満点計画における地震計の開発, 貫入試験機, コイル巻取器, 学生実験で利用する装置の製作などを行ってきた.

##### 2.1 残留応力測定装置

残留応力測定装置試作1号機は, ボーリングで抜き取った円筒状のサンプルが, 地上で膨張する過程を経時的に測定し, その形状の変化から残留応力の方

向と大きさを測定する装置であり, 現立命館大学の川方裕則教授, 大学院人間・環境学研究科の渡邊雅之助教と松尾成光元技術職員らと開発を行った. 試

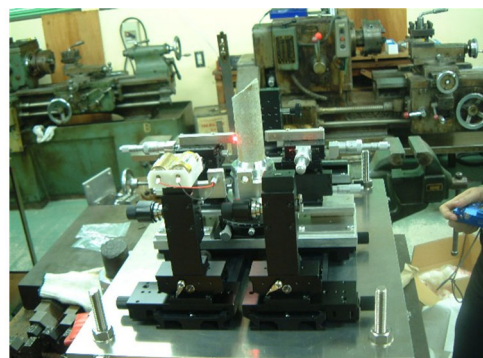


Photo. 1 Test measurement

作1号機は, 2次元CADで設計した. 計測の手段は, コアとレーザー光遮蔽物との間にできたスリット幅を調整することにより投影される干渉縞の幅を計測することで求めるものである[Photo 1]. コアを鉛直方向に把持し, コア中心を回転軸としたステージにのせる. スリット幅は, X軸ステージで調整を行う. 機

械加工が必要なパーツはほとんど内作した。ベテランの松尾成光元技術職員に夜遅くまでご指導いただいた。システムを動かすアプリは川方教授が開発した。製作後、国内のボーリングサイトでテストした結果、可搬性と恒温槽を兼ねた構造が必要であることがわかり、試作2号機[Photo 2]を開発した。車輪付きのクーラーボックスを利用し、外形サイズをそれに合わせ、限られた空間内で可能な限り精度が高くなるように設計した。2号機は台湾のボーリングサイトに持込、テスト計測を行った。



Photo. 2 Prototype No.2

## 2.2 簡易振動台の製作

技術室主催のバーチャル防災学教室でMicrochip Technology社のPIC16F84A[Photo 3]を利用した簡易振動台を製作した。振動は1軸方向の定ストロークで与え、ストローク周期はPWM制御で可変とした。PWM制御とは、一定電圧でのON-OFF信号の繰り返し周期を制御する制御方法で、出力電圧が定圧なので安定した速度制御が可能である。制御プログラムは専用のC言語 (PICC) にて開発した。これを使って

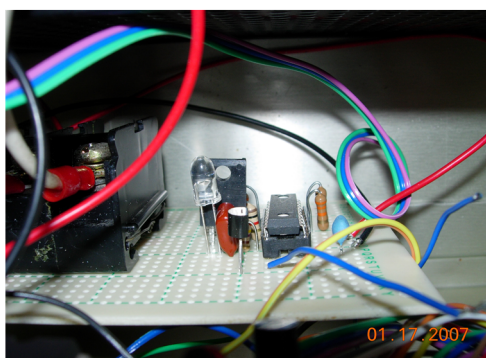


Photo. 3 Speed control circuit

近隣の中学校や宇治キャンパスの公開ラボで液化化現象や共振現象を実演して見せた。同じように家の模型を使って耐震・制震・免振構造の違いによる揺れ方の違いを実演した。この模型は、電圧調整器スライダックを使って1軸方向の振動を作った。

## 2.3 マイコンロガーの開発

中尾節郎元技術職員の斡旋で大志万直人元教授からマイコンロガーの指導をいただきながら、温度計測ロガーを開発することになった。使用したマイコンボードは、秋月電子通商から販売されているAKI-H8/3048Fである。このマイコンは、電源電圧12VでD-SUBコネクタを使ってPCとシリアル接続ができる。また、10ビットのA/D変換機能がありアナログデータの入力が可能で、付属のLCDにデータを表示することも可能である。このボードにテンキーと外部記録装置 (スマートカード) を接続し、温度計測ロガー[Photo 4]を開発した。温度センサーは、National

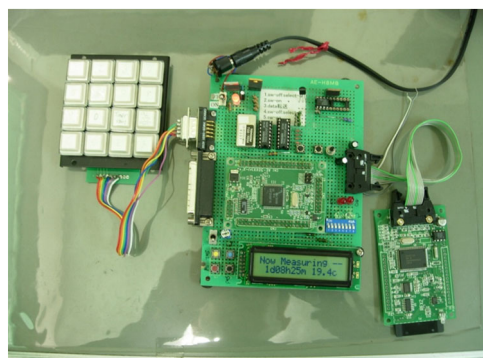


Photo. 4 Temperature measurement logger

Semiconductor社のLM35を用いた。このロガーを応用して地震観測ロガーの開発を試みたが、期待したサンプリング周波数での記録ができず完成できなかった。

## 2.3 満点計画における地震計開発

飯尾能久教授の研究計画である満点 (万点) 計画で使う地震計の開発を行った。基本コンセプトを軽量コンパクトとした3成分一体型の地震計を目指し



Photo. 5 Non-linear spring

た。参考にした主な地震計は、L-22D (Mark Products

製)であり、基本スペック値はそれに倣い次のとおりとした。固有周期を2Hz、感度を0.8V/kine、重量は300gfである。

小型化を目指すうえで感度を落とさないことが必須であった。内部の振動子の構造をプッシュプル構造とし、2倍の感度を得られるようにした。

また、コイルとホルダーを支持し、揺動させるために必要なバネとして専用の非線形ばね[Photo 5]を開発した。このばねは、有効可動範囲内のばね定数が一定になる特性を持つものである。

完成した試作機でshakerによる加振試験を行って特性を確認し、良好だったので量産設計製作を行うことになった。この開発では、特許を取得することができ、2013年度地震火山災害予防賞を受賞[Photo 6]することができた。



Photo. 6 Award ceremony

## 2.4 水槽の設計

既設の水槽よりもやや大きめの水槽が欲しいとの相談を山野井一輝助教から受け、設計に着手した。大きさ1,800mm×3,000mmの溶接が必要な水槽で、自前での製作は不可能であるから、要求される仕様を

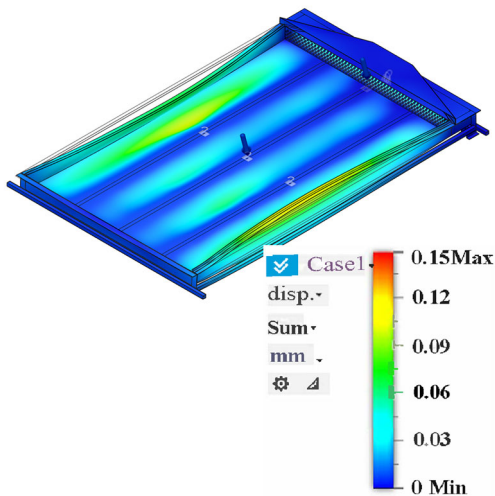


Fig. 1 Drawing of experimental aquarium(3D)

伺い、設計図面を描き、業者とコンタクトを取りながら製作するという形での支援を行った。

研究者とCADを見ながら形状や強度計算[Fig. 1]を確認しながらできたことがよかったと考える。この水槽を使って今後学生らと実験を進めていく予定である。

## 2.5 そのほかの製作機器類

工作室に配属されていたので、たくさんの機器の試作や製作を依頼いただいた。機械・システム関係は、松尾成光元技術職員や浅田照行元技術職員に、電気関係は平野憲雄元技術室長にご指導いただいた。主な製作物としては、地震観測機器に利用するDC-DCコンバーター、アンテナ固定治具や地磁気観測で利用する電極、気象観測用のローパスフィルター、地盤観測用の地盤硬さ測定器、学生実験用の断層モデル模型などたくさんの工作依頼を通して多くの教員と知り合うことができた。

## 3 観測支援

### 3.1 定常地震観測

地震予知研究センター(以下、センター)は、宮崎観測所、徳島観測所、鳥取観測所、阿武山観測所、北陸観測所、上宝観測所の6か所を拠点として地震観測を行っている。それぞれの観測所に観測室があり、地震の常時観測を行っている。観測所で得たデータはリアルタイムでセンターに配信される。通信手段は、ISDN、ADSL、光回線などの地上回線と衛星回線である。



Photo. 7 Class A grounding work

高質なデータを取得するために各観測室において接地工事の更新を行った。[Photo 7]はある観測室での接地工事風景であるが、接地する場所が狭く、30本近く電極棒を埋めてやっと抵抗値が下がった場所だった。この工事は一度行くと電極が腐食するまで行う必要がないので、後進への引継ぎは自分からは難

しいであろうと考える。

高質なデータが取得できるようになれば、安定した伝送経路の構築に取り掛かる。NTTのフレッツサービスを用いてセンターとVLANを構築する。

可能な伝送手段を確認し、それぞれのルーターを設定する。時々機器がフリーズすることがあるので、自動リブート機器を設置する。また、不意の通信断に備えて、ローカルサーバーを設置し、データの欠



Photo. 8 Antenna installation using aerial work platforms



Photo. 9 IP converter

損を少なくする。地上回線が使えない場合は、衛生機器を設置する。[Photo 8]は、豪雪地帯での観測風景であり、積雪高が6mを超えるため、高所作業車を利用してアンテナ設置を行った。

観測業務では、いろいろな機器の改造や開発も依頼されることがある。衛星観測用計測器を地上回線



Photo. 10 Memory type data server

用として利用するための機器の製作(IP変換器[Photo 9])、高温多湿で塵埃のある観測室で長期間データを記録するためのメモリータイプ型データサーバーの製作[Photo 10]などである。IP変換器は、東大地震研のト部卓元准教授が開発したものをご教授いただき量産した。メモリー型データサーバーは、株式会社アイ・オー・データ機器製のUSB-LANコンバーターUSL-5PにDebian GNU/Linuxをインストールして地震データサーバーを構築した。

定常観測網の維持管理には作業ログとして“点の記”と呼ばれるものがある。この点の記には、作業ログのほかに観測点の位置情報、地主情報、観測機器などの情報を記載している。また、観測点の管理は、観測所所員によってなされていたので、所員の退職後の人員配置に対応できるように全観測点の点の記を同一フォーマットで作成した。また、スマートフォンの普及に伴い、デジタル化の必要性を感じ、一部点の記のWEB化を進めた。これによりスマートフォンのGPSと連携して簡単にアクセスができるようになったと期待する。

### 3.2 臨時地震観測

臨時地震観測は、満点計画などの地震観測、海底地震観測、電磁場観測、人工地震観測、大規模震災時の余震観測、その他大学間合同観測などがある。

満点計画の地震観測では、先に報告した地震計と別途専用で開発したロガーをセットにして観測を行った。国内の観測網では、近畿圏、鳥取周辺、濃尾断層周辺、長野県西部など183か所、ニュージーランドにて50か所などである[Fig. 2].

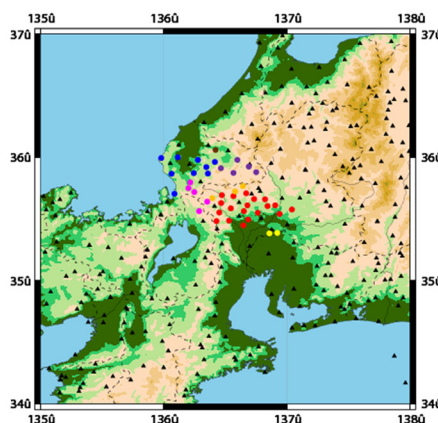


Fig. 2 Observation map

ニュージーランドの観測では、観測を一任いただき、7回も渡航することになった。責任重大な業務であったが、何とか遂行することができた。8回目以降は、地震観測を現地法人に委託することになり、国

内からの支援となった。

海底地震観測は、伊藤喜宏准教授の依頼で行った。日本近海に海底地震計を設置するため、東北大学や東京大学地震研究所の技術職員とともに気象庁の船に乗船した。地震計の設置は目的の場所まで航海し、付近で地震計を投入する。着床時に傾いても構造がジンバル機構となっているので問題ない。外殻は肉厚のガラスかチタン製で海底の高圧に耐えうる構造となっている。データ回収は自己浮上型となっており、音波信号により錘と切り離し、計測器部分のみが浮上する。浮上した計測器部はフラッシュライトの光を頼りに船上から搜索する。たまに浮上が確認できないものもある。また、火山噴火で陸地面積が拡大した西之島[Photo 11]までの航海では、生態系を守るための努力や、まず住み着くのが渡り鳥であることなどを知った。気象庁の職員と知り合えたのも非常に有益なことであった。

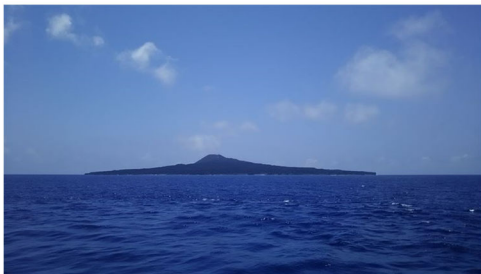


Photo. 11 Nishinoshima Island

大規模震災の余震観測では、2007年能登半島地震後の電磁場観測、同じく2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震、2011年東北地方太平洋沖地震など、大志万直人元教授・吉村令慧教授、飯尾能久教授、片尾浩准教授らとともに高速道路を昼夜ひた走り現地まで観測に行った。

人工地震観測では、L-22D地震計とLS7000XTデータロガーを数100m間隔で設置した。このような大規模観測時には、他大学の教職員はもちろん、防災研究所内の観測所技術職員も動員され、技術交流等を図った。

### 3.3 サーバー管理とデータ処理

上述の観測によって得られたデータを集約するサーバーを管理したり、データの一次処理を行ったりするのも技術職員の業務である。センターには、約100台のサーバー[Photo 12]がある。このサーバー群は、SATARN (Seismic wave Automatic Triggering And Recording Network) として大見士郎教授らが整備されたものである。この中で技術職員として直接運用サポートしているサーバーが20台ほどある。これらのサーバーでは、リアルタイムで各観測所等からの



Photo 12 Telemeter room

地震データを受信したり、他機関等へ伝送したりするものや、臨時地震観測で取得したデータを処理して地震データの切り出しまで行ったりしている。また、生データはRaidシステムで構築されたハードディスクに記録していく。満点計画の観測データでは、1期間で4TBのコンパクトフラッシュカードを約1200枚使用し、データの読み出し[Photo 13]、定常地震観測データとのマージ、地震データの切り出し、データ保管などを行ったりしている。データ処理で利用する各種パラメータなども作成している。



Photo 13 Data export

### 3.4 その他観測支援

センターの観測以外にも、羅臼や葛川での地すべり観測、沖縄でのゲリラ豪雨の観測、桜島での火山観測などを通して多くの先生方と仕事をさせていただいた。特に葛川の観測では、ステンレス製の大型三角堰を担いで急斜面を登り設置したり、土壌強度を測定するため、貫入器をいたるところでたたいたりする計測を行ったりした。気象の観測では、観測バルーンを飛ばす準備を手伝った。

## 4. WEBアプリ等の開発

2017年4月に長年配属されていたセンターを離れ、宇治川オープンラボラトリーに配属となった。実験系の研究施設で技術支援を新たに始めることになっ

た。そこで開発を行ったのが以下である。

#### 4.1 電力監視メールシステムの開発

このシステムは、前任者がWindowsベースで作っていたものをLinuxサーバー上で作り直したものである。キュービクルに設置している三菱電機社製のEco Monitorで計測しているデータをFTPによりダウンロードして、情報の整理を行い、結果をメールリストで配信するシステムとなっている。また、コロナ禍で在宅勤務を行うようになって、電気使用量の傾向が変わってきたため、電気代の支出見込みを検討しやすくするため、3年間の電気使用量が一目でわかるグラフ表示機能[Fig. 3]をつけることにした。

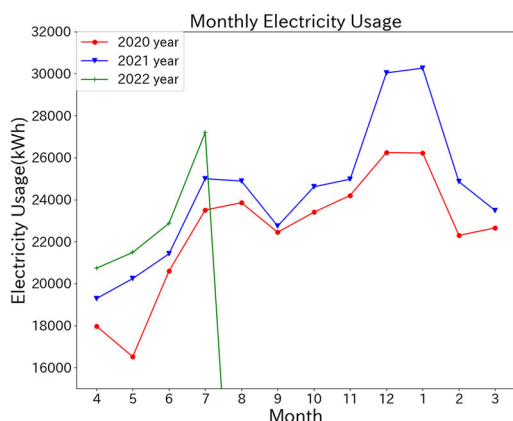


Fig. 3 Graph of electricity usage

#### 4.2 WEB受付システムの開発

宇治川オープンラボラトリーは、毎年秋に宇治キャンパスとの共催で京大ウィークス（公開ラボ）を開催している。このイベントは非常に好評で毎年300名に近い参加者を見込んでいる。参加者は専用の申込受付システム[Fig. 4]から応募してくるが、開発運

No.	Time Table	Remaining	From Uji Campus	From Chushojima Station
1	10:00-11:15	Full House	(Full)	(10)
2	10:45-12:00	27	(19)	(20)
3	11:30-12:45	40	(20)	(20)
4	13:00-14:15	40	(20)	(20)
5	13:45-15:00	40	(20)	(20)
6	14:30-15:45	40	(20)	(20)
7	15:15-16:30	40	(20)	(20)

Fig. 4 Application form

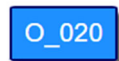
用委託業者にシステムの修正を依頼したところ、こ

ちらの意図する内容での修正ができないといわれたことがきっかけで、新規に開発を行うことにした。KUINSのWEBホスティングサービスを利用したため、体系的な自由度の制限を受けることになったが、意図するものが完成し、開発年度の京大ウィークスは順調に行うことができた。システムとしては、同姓同名のものをチェックし重複登録を不可とすること、2方向のバス利用来場者と直接来場者のそれぞれと全体の定員管理及び、登録後のキャンセル機能、登録者への登録確認・キャンセル確認メールの配信機能を盛り込んだ。また、その予約状況をリアルタイムで確認できるようにした。2年目からは、デザインにもこだわって、より扱いやすいGUIで運用した。このシステムは、Python2.6とMySQLで構築した。これにより開発予算が50万円ほど削減できた。

#### 4.3 機器管理システムの開発

上述のシステム開発後、中川一元教授から宇治川オープンラボラトリーにある計測機器等の一括管理の検討を依頼された。その管理を行うためのツールとして機器管理システムを開発した。仕様は、スタンドアロンPCによるPython3とMySQLを利用したデータベースで、機器の登録削除をQRコードを利用して行えるようにしたものである。図[Fig. 5]は、機

Click the button below to edit your information



QRcode:O\_020



Fig. 5 Registration (QRcode)

器の登録をした時に発行するQRコードで、このQRコードの中に機材情報が含まれている。また、機材ごとに発行したQRコードのシールをそれぞれに貼付することで管理できる。このシステムは貸出機能も付帯しており、誰が、いつ、何を借り出したかを記録することもでき、返却期限を過ぎたときのアラートもできるシステムとなっている。

#### 4.4 遠隔監視システムの開発

宇治川オープンラボラトリーは、広大な敷地を持っており、管理の目が届きにくいところがある。しかしながら、セキュリティ対策として監視カメラを業者委託で設置するには莫大な予算を要する為、なかなか設置が進まない状況にある。最近小型PCや

カメラが格安で入手できるようになったので、監視カメラの開発[Photo 14]を行った。

仕様は、Raspberry Pi4と赤外線カメラモジュールを用いたもので、通信は無線LANにより行う。

Motionというフリーソフトを用いることによって動態検知機能を備えた監視カメラが完成する。カメラは写真にあるような小型のものから屋外でも使えるようなUSB接続(給電タイプ)のものも試してみた。この制作費は、無線ルーターを含めても1か所あたり3万円程度である。



Photo. 14 Raspberry Pi with camera

## 5. おわりに

今までに行ってきた支援を通じ必要な技術支援(観測、機器開発及び調整・データ処理、記録簿作成及びWEB化や機材管理等)を行ってきた。機器開発にあたっては、CAD・CAEによる設計支援及び業者対応などを行ってきた。マイコンによる機器制御やログ開発などを行ってきた。WEBアプリケーション(PythonとMySQL)を開発した。簡易監視カメラを作成した。このような開発は、業務の効率化向上や経費節減に役立ったと考える。

今年で防災研究所技術室に着任して20年になった。その間、たくさんの先輩技術職員にお世話になってきた。自分自身まだまだ若輩ですが、培ってきた技術や経験を若い世代の技術職員へ継承している。今後ともご指導いただきますようよろしくお願い申し上げます。

## 謝 辞

総合人間学部の工作室勤務であった自分に防災研究所の業務をご紹介いただき、異動に際しご尽力いただいた小泉誠元室長、平野憲雄元室長並びに地震観測での装置開発技術をご教示いただいた松尾成光元技術職員、地震観測業務でお世話になった先輩技術職員の皆様、地震観測を含むいろいろな面でご指導いただいた伊藤潔元教授、満点計画でご指導いただいた飯尾能久教授、ネットワーク技術、装置技術

のご指導いただいた大見士郎教授、臨時観測や定常観測でご指導いただいた片尾浩准教授、同観測でお世話になった他大学の研究者・技術職員の皆様、出張や事務手続き等でお世話になった秘書・事務職員の皆様、初めての海外観測でお世話になったオタゴ大学Sibson Emeritus Professor、支援いただいたカンタベリー大学の学生の皆様に感謝する。

## 参考文献

- 大見士郎・渡辺邦彦・平野憲雄・中川 渥・竹内文朗・片尾 浩・竹内晴子・浅田照行・小泉 誠・伊藤 潔・和田博夫・澁谷拓郎・中尾節郎・松村一男・許斐 直・近藤和男・渡辺 晃(1999): 微小地震観測網SATARNシステムの現状と概要, 京都大学防災研究所年報, 第42号B-1, pp45-60.
- 西村和浩・中尾節郎・三浦 勉・辰己賢一・平野憲雄・山崎友也・加茂正人・富阪和秀・吉田義則・松浦秀樹・澁谷拓郎・伊藤 潔・片尾 浩・廣瀬一聖・森下加奈子(2006): 大大特: 近畿地方縦断自然地震観測, 京都大学防災研究所年報, 第49号B, pp297-306.
- 三浦 勉(2006): 地震観測ネットワークシステムの転換, 平成18年度京都大学技術職員総合研修(第31回), 2006年11月22日
- 三浦 勉(2007): PICを利用した振動台, 業務報告書, 2007年1月17日
- 三浦 勉(2013): 技術を習得しながら支援する～満点計画へ～, 平成25年度地震研究所地震火山災害予防賞表彰式, 2014年1月22日
- 三浦 勉(2017): 2016年度業務報告, 2017年1月25日
- 三浦 勉(2019): Pythonによる受付システムの開発, 総合技術研究会2019九州大学, 2019年3月7日
- 三浦 勉(2021): 宇治川オープンラボラトリーの紹介, 京都大学技術職員研修(第46回), 2021年11月26日
- 三浦 勉・飯尾能久・片尾 浩・澁谷拓郎・宮澤理稔・井口正人・平野憲雄・西村和浩・大見士郎・平原和朗・大倉敬宏・松本 聡・高島一徳・大橋善和・古屋和男(2008): 満点(万点)計画-次世代型地震計の開発-, 日本地球惑星科学連合2008年大会, 2008年5月29日
- 三浦 勉・飯尾能久・片尾 浩・中尾節郎・米田 格・藤田安良・近藤和男・西村和浩・澤田麻沙代・多田光弘・平野憲雄・山崎友也・富阪和秀・辰己賢一・加茂正人・澁谷拓郎・大見士郎・加納靖之(2010): 近畿地方中北部における臨時地震観測, 京都大学防災研究所年報, 第53号B, pp203-212.
- 三浦 勉・飯尾能久・松波孝治・片尾 浩・澁谷拓郎・宮澤理稔・西村和浩・平野憲雄・高島一徳・大橋善和・古屋和男(2009): 広帯域振動台を用いた速

度型地震計の特性比較, 日本地球惑星科学連合2009年大会, 2009年5月17日

三浦 勉・飯尾能久・Richard H. SIBSON・岡田知己・松本 聡・Jarg PETTINGA・Stephen BANISTER・平原 聡・中山貴史・中本真美・山田真澄・大見士郎・米田 格・濱田勇輝・高田陽一郎・深畑幸俊・小菅正裕・John TOWNEND・Martin REYNERS・Francesca C. GHISSETTI(2014): ニュージーランド南東部における地震観測, 京都大学防災研究所年報, 第57号B, pp94-101.

三浦 勉・大志万直人(2008): マイコンロガー開発, 平成20年度総合技術研究会京都大学, 2009年3月10日

三浦 勉・加納靖之(2013): 京都大学の定常観測の体制, 2012年度データ流通ワークショップ東京大学地震研究所, 2013年3月26日

三浦 勉・川方裕則・松尾成光・渡辺雅之(2004): 残留応力測定装置の開発, 平成15年度地震研究所職員研修会, 2004年1月28日

三浦 勉・川方裕則・渡辺雅之・松尾成光・高橋輝雄(2005): レーザー干渉型地殻応力測定装置の実用化に向けての試み, 平成16年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2005年2月21日

(論文受理日: 2022年8月3日)