

チャンネル情報管理システムの開発

中川茂樹^{*†}・鶴岡 弘^{*}・鷹野 澄^{*}・酒井慎一^{**}

Development of Channels Information Management System (CIMS)

Shigeki NAKAGAWA^{*†}, Hiroshi TSURUOKA^{*}, Kiyoshi TAKANO^{*} and Shin'ichi SAKAI^{**}

Abstract

Seismic data comprise two elements: seismic waveforms and their channels information (e.g., name, component, and location of the seismic station). Various data formats to store seismic data have been proposed and put into use, each format customized to a specific purpose, such as acquisitions, analysis, and data exchange. Among the major formats, both these elements are often included in one file. However, in the case of the WIN format (the Japanese standard format for exchanging and managing seismic waveform data), to achieve efficiency of data exchange, the waveform data and their channels information are managed separately. Seismic observatories or researchers individually handle the channels information as text files, and the proper management of these files is very important. To avoid complicated processes and human errors, we developed the Channels Information Management System (CIMS). The CIMS adopts the LAPJ (Linux + Apache HTTP server + PostgreSQL + Java) platform, which uses open source software and is widely adopted for high-performance web applications. The user accesses the CIMS by the web to update or browse the channel information. This system is easy to use, and the current channels information is simultaneously shared with users across Japan. This system corrects problems of the former management system.

Key words : WIN system, channels information, database

はじめに

地震波形データは、波形データと観測点名や成分コードなどのチャンネル情報の2つの要素から構成される。地震波形データを計算機上で扱うために様々なデータフォーマットが提案され、世界中で広く利用されている (Havskov and Ottemöller, 2010 ; Dost *et al.*, 2012)。代表的なものとして、SEED (MiniSEED), SAC, GSE といったものがあるが、これらはデータ取得、解析、交換などの目的にそれぞれ最適化されたフォーマットである。これらのフォーマットの多くは、波形データとチャンネル情報が一つのファイルにまとめられている。一つにまとめる利点としては解析作業や蓄積作業が簡便に行えることがあるが、欠点とし

てデータのファイルサイズが大きくなることや観測機器にあらかじめ正しいチャンネル情報を設定しておく必要があること、チャンネル情報の誤りに気づいた場合の修正が困難であることがある。

さて日本では、日本製のフォーマットである WIN フォーマット (卜部, 1994) がテレメータ方式による地震観測のデータ取得やリアルタイムの地震波形データ流通において事実上の日本標準として用いられている。現地収録方式による地震観測でも、収録装置の独自フォーマットから WIN フォーマットへ変換してテレメータによる地震観測データと統合し、解析等に用いることが多い。この WIN フォーマットの特徴は、世界的に広く用いられているフォーマットと異なり地震波形データとチャンネル表が分離していることである。チャンネル表には、チャンネル ID とそれに対応する観測点やデータの種類、緯度経度などの地理情報や観測機器に関するパラメータ (チャンネル情報) が書かれており、WIN フォーマットの地震波形データを用いた解析等を行う際にはチャンネル表は必要不可欠である。

従来、このチャンネル表は各大学・観測所など機関毎にテ

2012 年 10 月 12 日受付, 2012 年 11 月 30 日受理.

[†] nakagawa@eri.u-tokyo.ac.jp

^{*} 東京大学地震研究所地震火山情報センター,

^{**} 観測開発基盤センター.

^{*} The Earthquake and Volcano Information Center,

^{**} Center for Geophysical Observation and Instrumentation Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

キストファイルで管理され、メールなどを用いて担当者間で交換し利用してきた。しかし、このような管理・交換方法では、情報の更新が遅くなりがちなこと、各担当者が別々に情報を更新するため、チャンネル表の転記間違いなどが起こりやすいこと、といった欠点がある。さらに、チャンネル表はテキストファイルのため、情報の履歴管理が困難で、特に遡ってのデータ修正が難しい。また、チャンネル表を管理している担当者と研究者等の間で連絡が密に行われていなければ、誤ったチャンネル情報を用いた解析を実施してしまい、結果に影響するおそれもある。

そこで、チャンネル情報及びその履歴を管理し、各大学等に設置された情報管理サーバを連係・協調させるチャンネル情報管理システム (Channels Information Management System ; CIMS) を開発した。

CIMS の設計

1. チャンネル表管理の問題点

テキストファイルを用いたチャンネル表管理における問題点として、1) 情報更新の遅延、2) チャンネル表の転記間違い、3) 情報の履歴管理及び遡及修正が困難、の3点があげられる。

1) 情報更新の遅延

チャンネル情報の情報源は、地震計などの観測機器の設置者である。チャンネル情報は、通常は、観測機器の設置者もしくは設置者の属する機関の担当者からメールを用いて、全国の担当者に通知される。一方、担当者は、メールを受信した後、それぞれが管理しているチャンネル表を更新して、地震波形データの利用を開始することとなる。そのため、例えば地震波形データの自動処理を行っている場合に、担当者不在等のためチャンネル表の更新が遅れると、当然、新しいチャンネル情報の自動処理への反映も遅れることとなる。

2) チャンネル表の転記間違い

前述したように、チャンネル情報はメール等で担当者に通知され、担当者が自身の管理するチャンネル表を更新して利用する。この作業を国内の関係する全ての担当者が独立して行っているが、チャンネル情報をメールから転記する際に入力間違いの起こる可能性は否定できない。結果として、間違えたパラメータを用いて地震波形データを利用するばかりか、担当者毎に異なったチャンネル表が保持されている状況を招くことにも繋がる。

3) 情報の履歴管理及び遡及修正が困難

チャンネル表は、テキストファイル形式で管理し利用されている。従って、チャンネル情報の履歴管理は、テキストファイルのファイル名にタイムスタンプを付与してバックアップする程度しか行えない。この方法では、例えばある観測点のチャンネルが有効であった期間、即ち観測期間を求める

際には、保存された全てのチャンネル表ファイルを確認する必要があり、手間のかかる作業となる。さらに、チャンネル表に記載されている情報の誤りに気づいた場合、チャンネル情報を修正することは、誤りのあった期間の全てのチャンネル表を変更、つまりテキストファイルを一つずつ修正することを意味し、それを全ての担当者に求めることは困難である。

2. CIMS の設計

CIMS の設計にあたっては、従来のチャンネル表を用いた管理で問題となっていた事項を解消することを念頭において進めた。担当者によって保持しているチャンネル情報に相違が見られる根本原因は、担当者各自がチャンネル表として情報を管理していることにある。そこで、データベースミドルウェアを利用したシステムを構築し、チャンネル情報を一元的に管理することにした。そして、地震計を実際に設置した者もしくはその機関の担当者、即ち情報源がこのデータベースに情報を入力する（この情報を「自機関の情報」という。）、というルールを採用した。これは、今まで新しいチャンネル情報をメールにより発信していた担当者がデータベースに入力することに相当する。各機関で入力された「自機関の情報」は後述するチャンネル情報交換システムにより自動的にデータベースに登録される。担当者はこのデータベースからチャンネル情報を読み出して使用する。「自機関の情報」は最も信頼度が高く、最も登録の早い情報である。これにより、情報更新の遅延やチャンネル表の転記間違いという2つの問題点は軽減する。

また、チャンネル情報として、WIN フォーマットのチャンネル表の各パラメータに加えて、各チャンネル情報の開始、終了、更新日時、チャンネルの公開レベルを持たせることとした。チャンネル情報の開始及び終了日時によりその情報の有効期間が定義されることになり、チャンネル情報の履歴管理や遡及修正が可能となる。チャンネルの公開レベルは、「公開」「グループ内」「チャンネル ID のみ」「非公開」の4段階からなっている。これは、利用者単位でのチャンネル情報の閲覧制限や機関間のチャンネル情報交換に用いられる。チャンネル情報の更新日時は機関間のチャンネル情報交換に用いられる。

その他に、チャンネル情報の閲覧制限の仕組み、機関間のチャンネル情報の同期、チャンネル情報の容易な登録・閲覧とチャンネル表形式でのファイル出力などは設計上必須の要件である。これらの特徴を持たせつつチャンネル情報の入出力及び管理操作を簡便にできるようにシステムの開発を行った。システム利用のインタフェースにはWEBを採用した(図1)。これにより、地震波形データの利用者はそれぞれが所属する機関の担当者を介さずに最新のチャンネル情報を簡便に閲覧することができる。



図 1. CIMS の WEB インタフェース.

3. チャンネル情報のグループ化

大学等では臨時観測や試験観測が頻繁に行われており、多くの場合はその臨時観測等に参加している関係者のみが最初に地震波形データを利用できる取り決めとなっている。従って、観測に参加していない者が臨時観測に関するチャンネル情報を閲覧できる状態にあることは適切ではない。一方、JDXnet (鷹野ほか, 2005) などの地震波形データ交換ネットワークを運用管理する立場からは、現在使われているチャンネル ID は少なくとも常時把握している必要があり、地震波形データ交換ネットワークを流通するチャンネル情報の登録は有用である。そこで、個々の利用者が閲覧可能なチャンネル情報を制限するために、チャンネルをグループ化し、そのグループに対して各利用者の閲覧権限を設定することにした。

具体的には、観測の目的等によるグループを作成し、そのグループに対応するチャンネルと利用者を登録する。グループにチャンネルとユーザを登録する手間はありますが、ある利用者が CIMS の WEB インタフェースにログインした際には、その利用者が閲覧可能なグループに属するチャンネルのみが自動的に選択され表示される。ファイルを用いた一括登録の仕組みも用意している。

表 1. CIMS サーバを構成するソフトウェア等

OS	Linux
WEB server	Apache HTTP server
Database server	PostgreSQL
Programming language	Java
Servlet container	Tomcat

4. 具体的なシステム構成

以上に述べたような特徴を持ちつつ、導入及び保守を容易にするため、CIMS サーバを構成するオペレーティングシステムやミドルウェア等は無償で入手可能なものを採用した (表 1)。採用したソフトウェア等は、LAPJ (Linux + Apache HTTP server + PostgreSQL + Java) とよばれる世界中の様々なサーバシステムで利用されている汎用性の高いものであり、継続して入手可能かつセキュリティ対策が行われることを期待できる。また、CIMS へのアクセスは利用者名とパスワードによる認証を行っているが、それに加えて WEB サーバの設定を用いたホスト単位でのアクセス制限が可能である。

チャンネル情報交換は、WEB サーバや Java コンテナが

表 2. CIMS データベースのテーブル定義 (一部)

Name	Description	Data type	Remarks
Channel table			
CHID	Channel ID	CHAR(8)	Hexadecimal
RECFLAG	Recording flag	VARCHAR(12)	Integer
DELAY	Delay time	VARCHAR(12)	Integer
STCODE	Station code	VARCHAR(12)	
COMP	Component	VARCHAR(12)	
K	Scale factor displayed in win	VARCHAR(12)	Integer
SNAME	Quantization bit rate	VARCHAR(12)	
SENS	Sensitivity of sensor	VARCHAR(12)	Numeric number
UNIT	Unit of sensor	VARCHAR(12)	
STO	Natural period of sensor	VARCHAR(12)	Numeric number
H	Damping	VARCHAR(12)	Numeric number
G	Gain in dB	VARCHAR(12)	Numeric number
ADC	Amplitude in 1 bit	VARCHAR(12)	Numeric number
LAT	Latitude in degree	VARCHAR(12)	Numeric number, -90 - 90
LON	Longitude in degree	VARCHAR(12)	Numeric number, -180 - 180
HEIGHT	Altitude in meter	VARCHAR(12)	Integer
STCP	P-wave station correction in second	VARCHAR(12)	Numeric number
STCS	S-wave station correction in second	VARCHAR(12)	Numeric number
OPRNK	Category of secure	INT	Integer, 0 - 4
BEGINTIME	Beginning date and time of this record	TIMESTAMP	
ENDTIME	Ending date and time of this record	TIMESTAMP	
UPDATETIME	Updating date and time of this record	TIMESTAMP	
CORGID	Organization ID of this channel	INT	
VALIDFLG	Validation of this record	BOOLEAN	Default: TRUE

表 2. (つづき)

Station table			
STCODE	Station code	CHAR(12)	
STNAME	Station name	VARCHAR(64)	
SORGID	Organization ID of this station	INT	
AD	Name of AD converter	VARCHAR(20)	
ADDRESS	Address of this station	VARCHAR(128)	
PERSON	Contact of this station	VARCHAR(128)	
TEL	Telephone number of contact	VARCHAR(16)	
FAX	Facsimile number of contact	VARCHAR(16)	
CELL	Mobile phone number of contact	VARCHAR(16)	
COMMENT	Remarks	VARCHAR(128)	
BEGINTIME	Beginning date and time of this record	TIMESTAMP	
ENDTIME	Ending date and time of this record	TIMESTAMP	
UPDATETIME	Updating date and time of this record	TIMESTAMP	
TELEMETER	Telemetry route	VARCHAR(128)	
VALIDFLG	Validation of this record	BOOLEAN	Default: TRUE

持つ WebDAV の機能を利用し、交換するチャンネル情報をファイルとしてサーバ間で受け渡すことにより実現した。これは、CIMS のチャンネル情報交換のために特別なプロトコルを設計する必要がなく、また HTTP 通信であるため既存のファイアウォール等の設定を変更する必要もないという利点がある。

表 2 に CIMS データベースのテーブル定義のうち WIN のチャンネル表と対比可能な一部を示す。WIN のチャンネル表に記された項目の他に、データの開始、終了、更新の各時刻や公開レベルが定義されている。

チャンネル情報交換システム

1. チャンネル情報交換の仕組み

本システムでは、地震観測点の担当者がチャンネル情報を入力すれば、自動的に他機関へその情報が通知され CIMS のデータベースが更新されるようになっている。このチャンネル情報交換はサーバ・クライアント方式を用いている。

クライアントからサーバへの問い合わせとして 3 種類のコマンドを用意しており、それぞれ、「サーバ機関の情報を通知」、「クライアント機関以外の機関の情報を通知」、「サーバの保持している全機関の情報を通知」、となっている。これらを組み合わせることによって、チャンネル情報の交換を実現している。通常、このコマンドは cron により定期的に自動起動されている。

チャンネル情報の交換は以下の手順で行われ、クライアント側が主導権を持ってチャンネル情報の送受信を実施する(図 2)。

- (1) クライアントからサーバへ 3 種類のコマンドのうちの 1 つが送られる。コマンドと同時に前回データ交換をした時刻も送られる。
- (2) サーバ側はコマンドを受信すると、送られてきた時刻以降に更新されたチャンネル情報をコマンドの要求に従って抽出し、チャンネル情報交換用のファイルとして用意する。

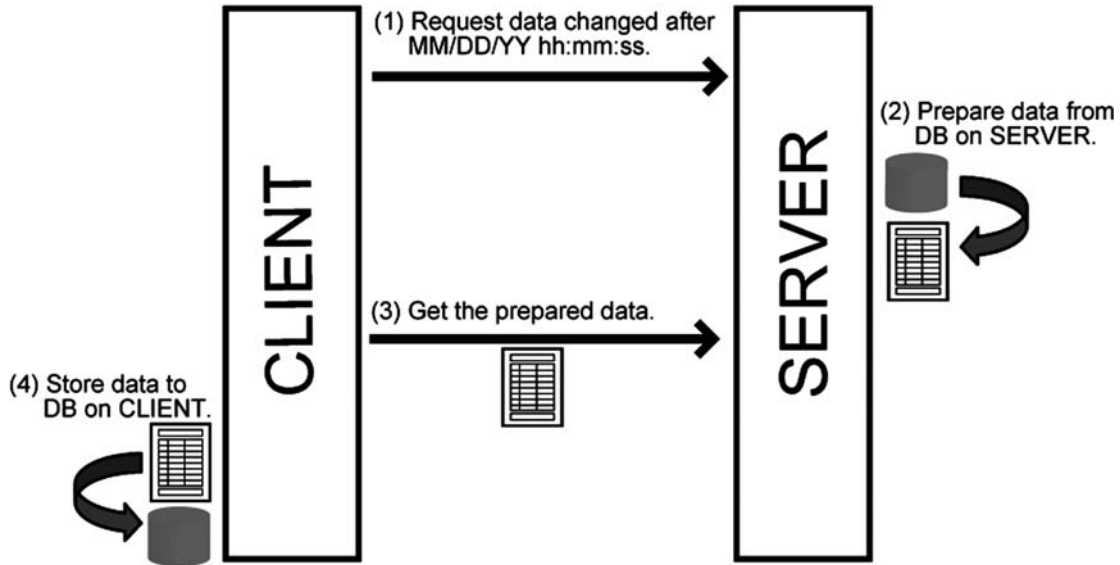


図 2. データ交換の模式図.

- (3) クライアントは、サーバにアクセスしてチャンネル情報交換用のファイルの生成を確認し、ファイルが存在すればそれを取得した後にサーバのファイルを消去する。もし、生成されていない場合には、ある決められた時間間隔でファイルの取得を複数回試みる。複数回試みても取得に失敗した場合はチャンネル情報交換を中止する。

- (4) クライアントはチャンネル情報交換用のファイルからチャンネル情報を抽出し、データベースを更新する。

この(1)~(4)の手順を「サーバ機関の情報を通知」コマンドを利用して各機関のCIMSサーバ間で相互に行えば、チャンネル情報の交換が完了する。しかし、CIMSが N 個の機関に導入されているとき、任意の2機関がそれぞれ同時にチャンネル情報交換を実施すると全体では $N(N-1)$ 回のチャンネル情報交換が発生する。各機関間でデータベースを更新した時刻も異なってくるため、全体としては全機関が同じチャンネル情報を保持している状態ではない。そこで、「クライアント機関以外の機関の情報を通知」コマンドを利用してチャンネル情報交換の効率化を図るとともに、全機関が同じチャンネル情報を保持できるような手順を利用することにした。この手順を模式的に示したものが図3であり、2つのステップから構成されている。まず、親となる機関を決め、他機関で更新されたチャンネル情報をすべて集める作業を行う(図3のSTEP1)。たとえば、東大のCIMSサーバがチャンネル情報交換のクライアントとなって、他機関のチャンネル情報交換サーバに対し「サーバ機関の情報を通知」コマンドを利用して、更新されたチャンネル情報を集めていく。次に、親機関に集約された更新チャンネル情報を他機関が収集する作業を行う(図3のSTEP2)。たとえば、他機

関のCIMSサーバがチャンネル情報交換のクライアントとなって、東大のチャンネル情報交換サーバに対し「クライアント機関以外の機関の情報を通知」コマンドを利用して、更新されたチャンネル情報を集めていく。この手順により、チャンネル情報交換は全体では $2(N-1)$ 回ですむことになる。

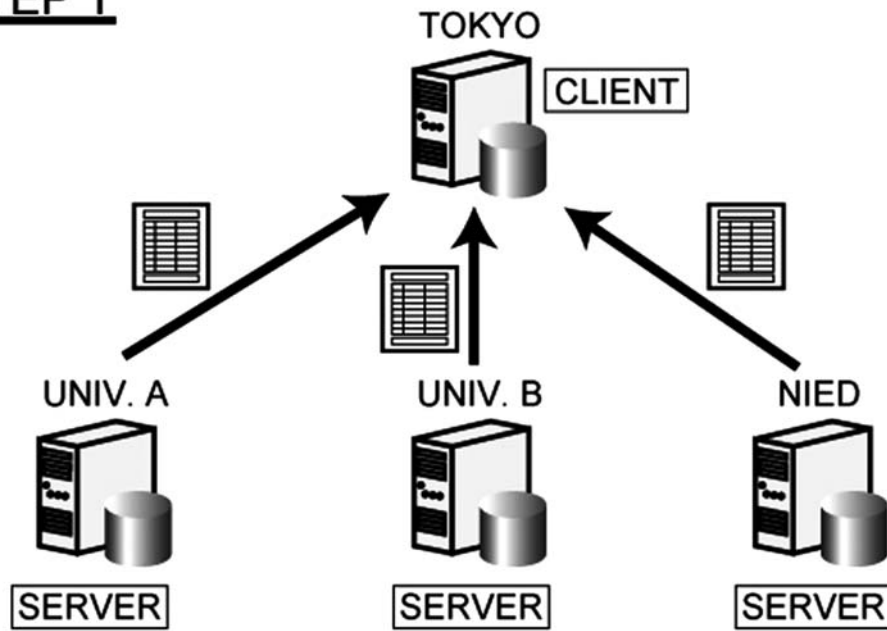
なお、「サーバの保持している全機関の情報を通知」は、新たにCIMSサーバを上げる際やデータベースが破損して回復不能な場合に利用する特別なコマンドである。

2. 公開レベルによる取扱い

チャンネル情報には4つの公開レベル、すなわち「公開」「グループ内」「チャンネルIDのみ」「非公開」を設定する、と述べた。たとえば、「非公開」という公開レベルのチャンネル情報は秘匿性が高く他機関で使用されることはあり得ない。このように他機関で使われることがあり得ない情報については、機関間のチャンネル情報交換の対象としないこととした。各機関に配置されたCIMSサーバのデータベースが完全に同一のチャンネル情報を保持していないことになるが、チャンネル情報の秘匿性を優先した。

従って、チャンネル情報交換の対象となる公開レベルは、「公開」「グループ内」「チャンネルIDのみ」の3種類となる。なお、「チャンネルIDのみ」は、チャンネルID以外の情報はマスクして他機関に通知される。これは、観測点の位置などのパラメータは非公開であるがその地震波形データが地震波形データ交換ネットワーク上を流通しているときに、ネットワークの管理者が不明なチャンネルIDを持つ地震波形データとしてフィルタリングしたり、未使用のチャンネルIDとして重複使用したりすることのないように、CIMSデータベースに登録するためのものである。たとえば、使用中のチャンネルIDを新規のチャンネルとしてCIMSに登録しよう

STEP 1



STEP 2

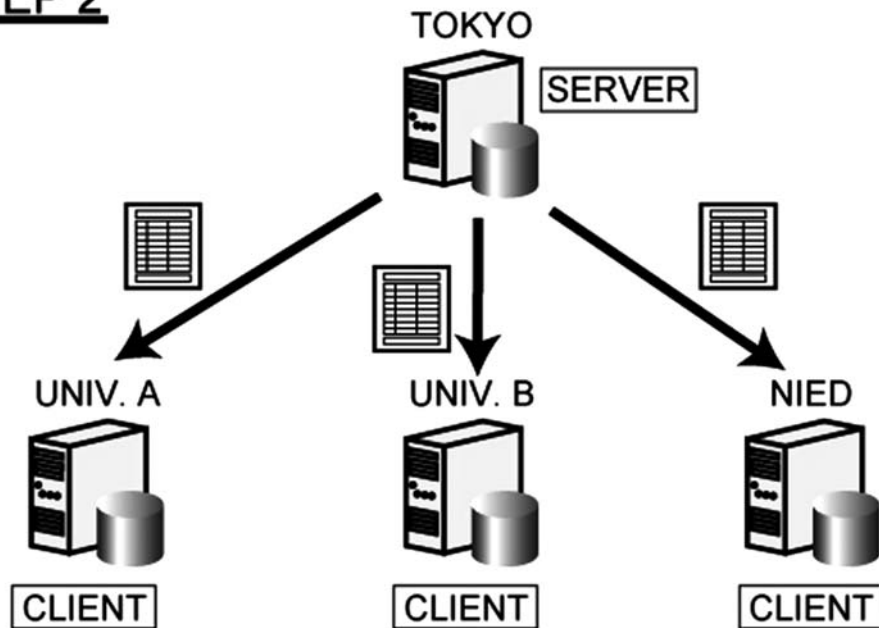


図 3. 実際に行っているデータ交換の手順.

としてもエラーとなるため、担当者が誤って使用中のチャンネル ID を付与する事態を防止することができる。

ま と め

チャンネル情報及びその履歴を管理し、各大学等に設置された情報管理サーバを連携・協調させる分散型データベー

スシステムを開発した。2007年度より運用を開始し、現在は9大学及び1研究機関に導入されている。本システムは複数のサーバを用いた分散型データベースであると同時に、「公開」及び「グループ内」の公開レベルのチャンネル情報については全サーバが同一の情報を保持しているミラーデータベースともなっている。万一、ある機関でハー

ドウェアの故障が発生した場合でも、少なくともこれらのチャンネル情報が亡失することはなく、CIMS 導入前よりも安全性が高くなった。今後は、JDXnet を利用している機関すべてへの導入を進めるとともに、安定した運用のための改良を重ねたい。

なお、データベースのテーブルについては、CIMS サーバのセキュリティを確保する観点から、本稿には WIN のチャンネル表との対比が可能な一部のみ掲載とした。詳細については著者までお問い合わせいただきたい。

謝 辞：飯高隆准教授と三浦弥生博士の査読意見は、本稿の内容を改善する上で大変有益でした。深く感謝します。

文 献

- Dost, B., J. Zednik, J. Havskov, R.J. Willemann, and P. Bormann, 2012, Seismic Data Formats, Archival and Exchange, in *New Manual of Seismological Observatory Practice 2 (NMSOP-2)*, edited by P. Bormann, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, 1-19, doi : 10.2312/GFZ.NMSOP-2_ch10.
- Havskov, J., and L. Ottemöller, 2010, *Routine Data Processing in Earthquake Seismology*, Springer, 347 p.
- 鷹野 澄, ト部 卓, 鶴岡 弘, 中川茂樹, 三浦 哲, 松澤 暢, 岡田知己, 中島淳一, 中山貴史, 平原 聡, 伊藤武男, 大見士朗, 植平賢司, 松島 健, 2005, 超高速ネットワーク JGNII によるリアルタイム地震波形データ交換システムの構築実験, 日本地震学会講演予稿集, 北海道, C098.
- ト部 卓, 1994, 多チャンネル地震波形データのための共通フォーマットの提案, 日本地震学会講演予稿集, No. 2, P24.