

3.6.2 三次元地震動データベース構築に関する研究

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目 三次元地震動データベース構築に関する研究
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
- (e) 平成15年度業務目的

(2) 平成15年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
 - 1) データ登載用プログラムの開発
 - 2) データ検索の機能追加
 - 3) 強震記録が得られたサイト特性の把握
 - 4) 地震動特性値搭載のための調査
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(3) 平成16年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 三次元地震動データベース構築に関する研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学 地震研究所地震火山災害部門	助教授	工藤一嘉	kudo@eri.u-tokyo.ac.jp

(c) 業務の目的

大型三次元振動台である E-ディフェンスへの入力用地震動は、幅広い実験研究に使用できるように準備される必要がある。そのため、既往の強震記録の調査を行い、並行して行われる 3.6.1、3.6.3 の成果となる強震動シミュレーション結果と合わせて三次元強震動のデータベースを作成する。

(d) 5 カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 14 年度：

登載すべきデータ量を約 200GB と想定し、データベース用 PC、OS (LINUX)、データベースソフト (PostgreSQL) を選定した。データベースの基本的設計のための項目を検討し、登載可能なデータの選定を行った。利用制限の少ない K-NET, KiK-net, 地震研究所のデータを用いてプロトタイプデータベースを目指して試験的に登録を行った。クライアントのソフトに依存しない Web ブラウザをデータ登録作業インタフェースとして採用した。本年度は地震の発生時からの検索を可能とした。国内外のデータベースを調査し、米国の COSMOS が充実したデータベースであることが分かった。国内の 1995 年以前のデータには収集に多くの課題があること、関係機関との協議が必要であることが分かった。

2) 平成 15 年度：

データ登載用プログラムの開発し、気象庁、COSMOS、地震研究所などのデータ登載を可能にする。

データ検索の機能追加として地図上での検索を可能にする。

サイト特性（地盤データ）の把握と今後手法を検討する

地震動特性値の登載を多量なデータを対象として実現可能とするための調査を行う。

3) 平成 16 年度：

プロトタイプデータベースの検索機能の拡充を図る。

15年度に引き続き、公開されたデータの調査とプロトタイプデータベースへの登録・実装作業を行う。

15年度に引き続き重要地震記録が得られたサイトの中で、地盤特性が評価されていない地点での構造調査を行い、データベースに反映する。

三次元強震動シミュレーション結果のデータベース化を検討する。
地震動特性値の登載の手法を確立する。

4) 平成17年度：

16年度に引き続き、データ検索機の能拡充を図る。

逐次更新される観測強震動データ、シミュレーション結果のデータベース搭載のための手法を整備する。

Web上でデータベースを公開し、ユーザーの要請を調査する。

5) 平成18年度：

総合評価・改良を行う。

全体のまとめを行う。

(e) 平成15年度業務目的

1) データ登載用プログラムの開発とデータ搭載

現存する強震データの多種多様なフォーマットをデータベースに統一フォーマットで登載するためのプログラムを開発する。15年度は地震研究所の旧タイプの強震記録、気象庁強震記録(95型、87型)などを優先的に考慮する。

2) データ登載

登載用プログラムの開発と合わせ、地震研究所の旧タイプの強震記録、気象庁強震記録(95型、87型)などをデータベースに登載する。一部海外の著名地震記録の登載を行う。世界の強震動データを取り込むための調査と関係機関との協議を行う。

3) 検索機能の充実

多量かつ世界のデータの検索を容易にするため地図検索機能を追加する。

4) 地震動特性値登載のための調査

速度・変位・震度などの強震動特性値の可能な限り無手順的に実施できる手法を検討する。加速度記録の積分の際には計器ノイズを考慮して適宜カットオフ周波数を決定しなければならないが、一括処理のための無手順的な手法を検討する。問題は処理のためのパラメータ決定にあるが、各機関の手法を調査する。

5) サイト特性(地盤データ)の把握

地盤データなどの登載方法を検討するとともに、観測地点のサイト特性を直接入手する。

(2) 平成15年度の成果

(a) 業務の要約

三次元振動台への入力地震動として必要とされる、既存の強震記録のデータベースを作成する。このため各観測機関によって異なるデータフォーマットを統一的にデータベース化するためのプログラム・搭載のためのソフトウェア環境を整備し、気象庁データ、世界の強震記録のデータベース COSMOS に搭載されている全データ、地震研究所データ(一部)を搭載した。

搭載データの増加によりデータの検索機能を高める必要があり、昨年度までに開発した機能に、地図による検索機能を追加した。世界に適用可能とした。

極めて重要な強震記録が得られた観測点のサイト特性を把握することは、将来の立地条件を含めた耐震対策に重要である。内陸最大級のアラスカ、Denali 地震の現地調査を行ない、強震観測サイトの表層 S 波速度構造を求めた。

強震記録の最大加速度以外にも最大速度・変位などの情報が不可欠であり、データ搭載時あるいは搭載後に組み込むための手法を調査した。

(b) 業務の実施方法

1) データ登載用プログラムの開発

地震研究所旧タイプの強震記録、COSMOS データベースの強震記録、気象庁強震記録を統一フォーマットに変換するプログラムを作成し、データベースに搭載するためのソフトウェアの開発を行う。

2) データ検索の機能追加

昨年度は検索機能として、カテゴリ検索、詳細検索を実装した。それに加え、本年度は、地図による検索機能を追加した。

3) 強震記録が得られたサイト特性の把握

サイト特性は強震動に強い影響をあたえる。従って、観測点近傍の地盤情報は強震動データベースにとって重要な位置を占める。特に E-Defense で利用される頻度が高いと思われる大振幅の観測記録あるいは大地震の震源近傍の記録が得られた地点の地盤および観測環境情報を得る事が重要である。2002 年に発生した内陸の最大級の地震である Denali 地震の強震サイトの特性を現地調査する。

4) 地震動特性値搭載のための調査

三次元震動台への入力地震動を選定する際に、あらかじめ最大速度・最大変位などがわかっていることが望ましい。搭載のための記録の処理法について調査し、三次元振動台入力のための手法を検討する。

(c) 業務の成果

1) データ登載用プログラムの開発

地震研究所旧タイプの強震記録、COSMOS データベースの強震記録、気象庁強震記録を統一フォーマットに変換するプログラムを作成し、データベースに搭載するためのソフトウェアの開発を行った。記録データのフォーマット変換とデータベース登録においては、登録する記録データは莫大な量であることから、同一地震（同じ発生時の地震）の記録データは一括で登録できること、K-NET フォーマットのヘッダには震源情報（オリジンタイム、震源の緯度・経度・深さ、マグニチュード）がかかっているが、防災科学研究所のデータ以外のデータには震源情報が記載されておらず、データ変換時に入力（挿入）すること、フォーマット変換・データベースへの登録作業を可能な限り簡便にすること、

などを要件とした。

この要件を満たすため、 Web ブラウザからの操作によりデータフォーマット変換・データベースの登録を行い、データフォーマット変換はサーバ上で行うこととし(登録の際の PC 環境や OS に依存しない)、同じ地震イベントの記録データは、サーバ上のディレクトリにまとめ、そのデータを一括変換し、データベースに登録するように設計した。

a) フォーマット変換、データベース登録流れ

地震データのフォーマット変換・データベースの登録は下記の流れで行う。

FTP によりデータをサーバに転送する (Web ブラウザによる入力) サーバにアクセスする 登録する地震の発生日時の入力 (挿入) 登録する地震データを提供する機関名を入力 登録する地震データを提供するネットワーク名を入力 登録するデータを選択 (サーバ上で実行されるプログラム) K-NET フォーマット変換 コード変換を行う (保存はシフト JIS コード、改行コード <CR><LF>) データベースに登録する。

b) フォーマット変換プログラム

フォーマット変換プログラムは、記録データのフォーマット毎に用意した。実行するフォーマット変換プログラムは、Web ブラウザより入力される機関・ネットワーク情報をもとに自動的に選ばれ、フォーマット変換を行う。

前節に記述のとおり、フォーマット変換時には K-NET フォーマットのヘッダ情報 (オリジナルタイム、震源の緯度・経度・深さ、マグニチュード) が必要である。この情報は、フォーマット変換プログラムに引数として渡される。フォーマット変換プログラムは、データベースに接続し、引数として渡されたデータ (ID) を用いて K-NET フォーマットのヘッダ情報を取得する。

c) 記録データの FTP 転送

FTP によるデータ転送は、Web ブラウザを用いず、データ登録作業者が FTP クライアントツール (FFFTP などのツール) を用いて行う。FTP の転送は、EUC コード、改行コードは <LF> に変換する必要がある。

d) 震源情報の入力

震源情報の入力は、Web ブラウザにより行う。Web プログラムはサーバサイドスクリプト PHP で動的なページを作成して、入力をサポートする。データ登録作業には、以下の項目の入力を求める。地震発生日時、記録データ提供組織、記録データ提供ネットワーク、記録データが保存されているディレクトリ、変換を行う記録データファイル、入力の流れとサーバの処理を図 1 に示す

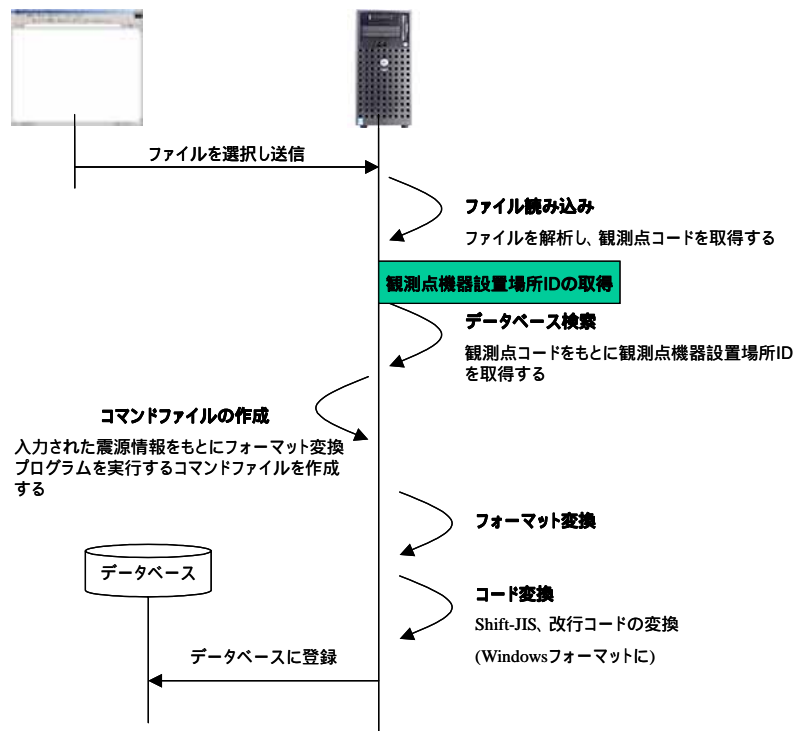
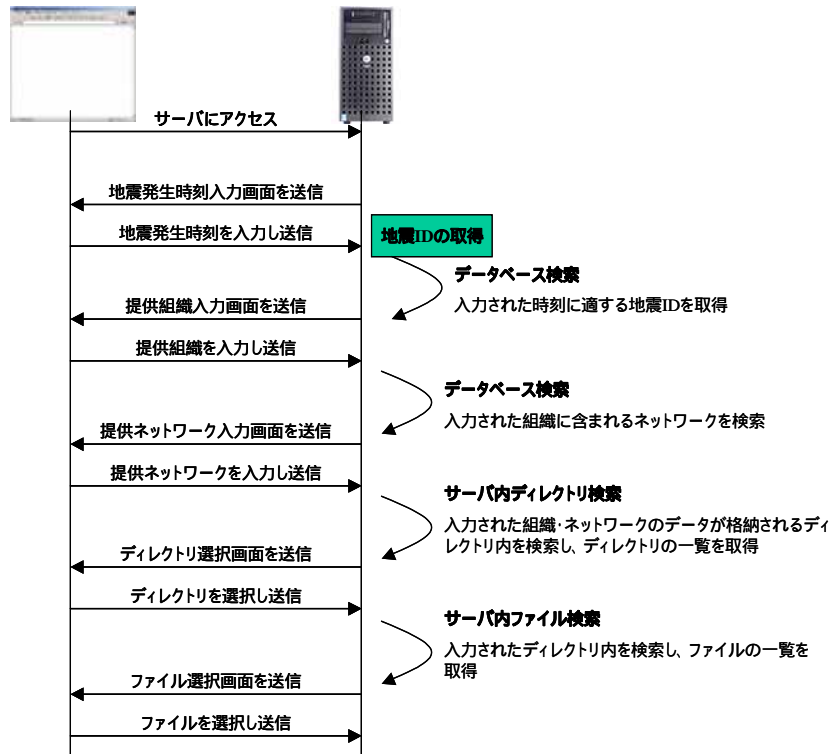


図1 データ変換処理・登録の流れ

e) 15年度に登録したデータ

15年度にフォーマット変換を実施して登録したデータを以下に示す。

i) 気象庁加速度記録

1989年1月から2002年9月末までの加速度センサーを用いた強震計記録でCD(87型

データは MT)にて頒布されているデータを全て搭載した。代表的な地震 (Mj6.5 以上) に限って表 1 に示す。

表 1 気象庁強震記録の主要な地震

event_time	event_latitude	event_longitude	depth	Mj	データ数	event_id
1989-04-27 11:20:03.60	30.6217	141.167	86	6.5	8	120
1989-10-29 14:25:37.80	39.5183	143.743	0	6.5	16	330
1989-11-02 03:25:33.50	39.855	143.057	0	7.1	26	331
1990-02-20 15:53:39.80	34.76	139.233	5.8	6.5	30	379
1990-09-24 06:13:06.70	33.1033	138.633	60	6.6	38	456
1992-07-18 17:36:56.40	39.3683	143.677	0	6.9	46	677
1993-01-15 20:06:07.20	42.9167	144.357	100.6	7.8	64	772
1993-02-07 22:27:43.70	37.6533	137.3	24.8	6.6	57	779
1993-07-12 22:17:11.70	42.78	139.183	35.1	7.8	62	872
1993-08-07 09:00:37.09	26.4783	125.777	160	6.5	14	904
1994-04-08 10:10:41.20	40.5683	143.957	2.5	6.5	37	962
1994-05-24 13:00:42.80	23.9667	122.395	38	6.6	6	977
1994-08-31 18:07:29.09	43.49	146.068	83.6	6.5	26	1015
1994-10-04 22:22:56.90	43.3717	147.678	28	8.2	50	1028
1994-10-05 00:24:09.30	43.27	148.468	0	6.7	27	1029
1994-10-09 16:55:39.09	43.555	147.807	0	7	30	1042
1994-12-28 21:19:20.90	40.4267	143.748	0	7.6	47	1080
1995-01-07 07:37:37.18	40.2205	142.309	47.84	7.2	46	1091
1995-01-17 05:46:51.86	34.5952	135.038	16.06	7.3	57	1123
1995-04-18 08:28:06.76	46.131	151.839	59	6.9	5	1224
1995-04-29 01:30:00.84	43.7077	147.887	3	6.5	11	1229
1995-10-18 19:37:23.29	28.0293	130.383	38.52	6.6	11	1316
1995-10-19 11:41:33.08	28.0152	130.441	21	6.5	8	1319
1995-11-25 02:24:13.46	44.5657	149.364	59	6.5	8	1333
1995-12-04 03:01:04.01	44.5573	150.134	57	7.2	8	1337
1996-02-08 06:36:43.32	44.946	150.854	58	6.6	6	1353
1996-02-17 00:22:58.18	37.3063	142.551	58	6.8	32	1355
1996-10-19 23:44:41.44	31.7952	132.011	34	6.9	29	27
1996-12-03 07:17:58.14	31.7663	131.683	38.03	6.7	33	28
1997-03-26 17:31:47.90	31.9693	130.361	11.85	6.5	18	1
1997-06-25 18:50:12.78	34.4383	131.669	8.29	6.6	42	3
1999-01-24 09:37:06.07	30.5648	131.292	39.97	6.6	24	23
2000-01-28 23:21:08.76	43.0055	146.749	58.51	7	20	5
2000-03-28 20:00:23.40	22.5533	144.039	128.1	8	1	1574
2000-07-30 21:25:46.62	33.968	139.414	17.1	6.5	12	39
2000-08-06 16:27:13.32	28.818	140.088	444.4	7.3	7	41
2000-10-06 13:30:17.94	35.271	133.352	8.96	7.3	113	36
2000-12-22 19:13:02.71	44.4662	147.414	141.4	6.5	9	40
2001-03-24 15:27:54.50	34.1292	132.696	46.46	6.7	90	34

ii) 世界の強震記録

世界の主要な強震記録は米国の強震データベース COSMOS¹⁾ (Consortium of Organizations for Strong-Motion Observation System) に搭載されており、そのデータを全てダウンロードし、搭載することとした。地震の諸元、記録数を表 2 に示す。

表 2 COSMOS に搭載されているデータで本データベースに利用する地震の一覧

Event_date	Latitude	Longitude	Depth	event_name	Mw	データ 個数
2003-08-27 06:24:22.000	19.325	-155.207	10	Volcano, HI 2003 08 27 0624 UTC	4.6	30
2003-07-27 06:25:33.000	47.176	139.215	473	Primor ye, Russia 2003 07 27 0625 UTC	6.8	6
2003-01-22 02:06:31.000	18.22	-104.6	10	PACIFIC COAST OF MEXICO 2003 01 22 0206 UTC	7.6	18
2002-11-03 22:12:41.000	63.517	-147.525	5	DENALI ALASKA 2002 11 03 2213 UTC	7.9	98
2002-10-23 11:27:00.000	63.626	-148.016	10	NENANA MOUNTAIN, AK 2002 10 23 1127 UTC	6.7	123
2002-09-25 18:14:48.000	16.85	-100.13	10	PACIFIC COAST OF MEXICO 2002 09 25 1815 UTC	5.3	12
2002-06-19 21:50:08.000	16.21	-98.08	10	PACIFIC COAST OF MEXICO 2002 06 19 2150 UTC	5.3	3
2002-05-14 05:00:00.000	36.967	-121.6	7.6	GILROY, CA 2002 05 14 0500 UTC	4.9	93
2002-02-22 19:32:00.000	32.291	-115.322	0	CALIFORNIA-BAJA CALIFORNIA BORDER 2002 02 22 1932 UTC	5.7	27
2001-12-08 23:36:10.000	31.978	-114.908	10	GULF OF CALIFORNIA, MEXICO 2001 12 08 UTC	5.7	36
2001-11-10 17:09:15.000	15.85	-98.35	20	PACIFIC COAST OF MEXICO 2001 11 10 1709 UTC	5.5	6
2001-10-29 05:23:12.000	16.81	-99.94	15	PACIFIC COAST OF MEXICO 2001 10 29 0523 UTC	5.1	24
2001-10-08 03:39:20.000	17.013	-100.103	16	PACIFIC COAST OF MEXICO 2001 10 08 0339 UTC	5.9	45
2001-08-10 20:19:26.000	39.831	-120.644	18.9	MOHAWK VALLEY CA 2001 08 10 2019 UTC	5.2	30
2001-07-28 07:32:00.000	59.025	-155.116	131	ALASKA PENINSULA 2001 07 28 0732 UTC	6.6	3
2001-02-13 14:22:05.000	13.613	-89.069	13	EL SALVADOR 2001 02 13 1422 UTC	6.6	27
2001-01-13 17:33:32.000	13.049	-88.66	60	EL SALVADOR 2001 01 13 1733 UTC	7.6	74
2000-11-29 10:35:00.000	63.884	-150.15	22	CENTRAL ALASKA 2000 11 29 1035 UTC	5.8	3
2000-09-03 08:36:30.000	38.377	-122.414	9.4	YOUNTVILLE CA 2000 09 03 0836 UTC	5	120
2000-08-23 13:41:28.000	40.68	30.1	15.3	HENDEK-AKYAZI 2000 08 23 1341 UTC	5.8	33
2000-07-21 06:13:40.000	18.09	-98.97	47	PACIFIC COAST OF MEXICO 2000 07 21 0613 UTC	5.9	27
2000-02-14 06:56:36.000	40.9	31.75	15.7	BOLUNUN KUZEYDOGUSU 2000 02 14 0656 UTC	5	15
1999-11-19 19:59:08.000	40.78	30.97	9.2	DUZCE-BOLU 1999 11 19 1959 UTC	5	15
1999-11-12 18:14:00.000	40.75	31.36	10	KAYNASLI-BOLU 1999 11 12 1814 UTC	5	6
1999-11-12 17:18:00.000	40.74	31.05	10	DUZCE TURKEY AFTERSHOCK 1999 11 12 1718 UTC	5.4	54
1999-11-12 17:17:00.000	40.75	31.1	10	DUZCE TURKEY AFTERSHOCK 1999 11 12 1717 UTC	5.2	48
1999-11-12 16:57:20.000	40.768	31.148	14	DUZCE TURKEY 1999 11 12 1657 UTC	7.1	75
1999-11-11 14:41:26.000	40.74	30.27	22	SAPANCA-ADAPAZARI TURKEY 1999 11 11 1441 UTC	5.7	39

1999-11-07 16:54:42.000	40.71	30.7	10	HENDEK-ADAPAZARI 1999 11 07 1654 UTC	5	12
1999-10-25 20:31:43.000	-38.57	175.92	161	5 km WNW TAUPO, New Zealand 1999 10 25 2031 UTC	6	162
1999-10-16 02:47:00.000	34.594	-116.271	0	HECTOR MINE, CA 1999 10 16 02:47 PDT	7.1	424
1999-09-20 21:28:00.000	40.69	27.58	16.4	MARMARA DENIZI 1999 09 20 2128 UTC	5	39
1999-09-20 17:47:16.000	23.8603	120.7995	10.33	TAIWAN, CHINA 1999 09 20 1747 UTC	7.6	1221
1999-09-13 11:55:29.000	40.77	30.1	19.6	IZMIT TURKEY 1999 09 13 1155 UTC	5.8	66
1999-08-31 08:10:52.000	40.75	29.92	17.7	IZMIT TURKEY 1999 08 31 0810 UTC	5.2	51
1999-08-22 14:30:59.000	40.74	30.68	5.4	HENDEK-ADAPAZARI 1999 08 22 1430 UTC	5	15
1999-08-19 15:17:45.000	40.59	29.08	11.5	CINARCIK-YALOVA 1999 08 19 1517 UTC	5	18
1999-08-18 01:16:47.000	-37.03	177.64	156	110 km NE WHAKATANE, New Zealand 1999 08 18 0116 UTC	5.7	30
1999-08-17 03:14:01.000	40.64	30.65	15.3	AKYAZI-ADAPAZARI TURKEY 1999 08 17 0314 UTC	5.5	6
1999-08-17 00:01:40.000	40.639	29.83	17	IZMIT-KOCAELI TURKEY 1999 08 17 0001 UTC	7.4	33
1999-07-03 01:43:00.000	47.08	-123.46	41	SATSOP WA 1999 07 03 0143	5.8	31
1999-06-21 17:43:06.000	17.99	-101.72	54	PACIFIC COAST OF MEXICO 1999 06 21 1743 UTC	6.3	39
1999-05-18 09:19:36.000	-38.59	175.48	264	30 km NNE TAURAMARUNUI, New Zealand 1999 05 18 0919 UTC	5.7	90
1999-03-23 10:44:18.000	-37.68	177.3	151	40 km NNE WHAKATANE, New Zealand 1999 03 23 1044 UTC	5.4	42
1999-01-03 07:00:21.000	-41.09	174.51	57	33 km NW WELLINGTON, New Zealand 1999 01 03 0700 UTC	5.2	99
1998-10-20 20:03:01.000	-43.83	169.56	12	44 km N HAAST, New Zealand 1998 10 20 2003 UTC	5.4	6
1998-08-12 14:10:25.000	36.755	-121.464	8	SAN JUAN BAUTISTA CA 1998 08 12 1410 UTC	5.2	9
1997-05-22 07:50:53.520	18.68	-101.6	70	PACIFIC COAST OF MEXICO 1997 05 22 0750	6.6	36
1997-01-11 20:28:26.200	18.22	-102.76	33	PACIFIC COAST OF MEXICO 1997 01 11 2028	7.1	42
1996-08-29 04:47:02.000	-42.49	172.79	10	New Zealand 1996 08 29 0447 UTC	5.3	9
1996-07-15 21:23:34.800	17.6	-100.96	18	PACIFIC COAST OF MEXICO 1996 07 15 2123	6.8	39
1995-11-24 06:18:58.000	-42.95	171.82	7	Cass, New Zealand 1995 11 24 0618 UTC	6.2	33
1995-09-14 14:04:31.430	16.78	-98.6	23	PACIFIC COAST OF MEXICO 1995 09 14 1404	7.4	30
1995-05-29 10:06:42.000	-42.94	171.6	4	Arthurs Pass, New Zealand 1995 05 29 1006 UTC	5.5	3
1995-03-22 19:43:31.000	-41.05	174.18	90	Cape Jackson, New Zealand 1995 03 22 1943 UTC	5.8	192
1995-02-10 01:44:56.000	-37.92	179.51	12	Off East Cape Aftershock, New Zealand 1995 02 10 0144 UTC	6.5	30
1995-02-05 22:51:02.000	-37.65	179.49	12	Off East Cape, New Zealand 1995 02 05 2251 UTC	7.1	81
1994-12-20 10:27:47.100	35.861	-120.504	6	PARKFIELD CA 94 12 20	5	6

1994-12-15 11:20:21.000	-37.27	177.53	12	Offshore Te Kuha, BOP New Zealand 1994 12 15 1120 UTC	6.3	21
1994-09-12 12:23:42.100	38.815	-119.642	8	SOUTH LAKE TAHOE CA 94 09 12	6.3	3
1994-09-01 15:15:52.300	40.424	-125.844	25	EUREKA CA 94 09 01	7.2	12
1994-06-19 13:43:52.000	-43.19	171.5	5	New Zealand, 1994 06 19 1343 UTC	5.9	3
1994-06-18 03:25:15.000	-43.01	171.46	11	Arthurs Pass, New Zealand 1994 06 18 0325 UTC	6.8	57
1994-05-23 01:41:42.290	18.17	-100.53	55	PACIFIC COAST OF MEXICO 1994 05 23 0141	6.3	48
1994-03-20 21:20:12.000	34.23	-118.47	15	NORTHRIDGE CA AFTERSHOCK 1994 03 20 2120 UTC	5.3	6
1994-01-17 12:30:55.000	34.209	-118.541	19	NORTHRIDGE, CA 1994 01 17 0430 PST	6.7	1525
1993-08-10 09:46:40.000	-38.55	177.92	36	Ormond, New Zealand 1993 08 10 0946 UTC	6.2	78
1993-08-10 00:51:52.000	-45.21	166.71	5	Secretary Island, New Zealand 1993 08 10 0051 UTC	6.8	15
1993-04-11 06:59:50.000	-39.72	176.59	35	Tikokino, New Zealand 1993 04 11 0659 UTC	5.6	30
1993-03-25 00:00:00.000	45.03	-122.61	20	SCOTTS MILL OREGON 1993 03 25 1334	5.6	9
1992-06-28 15:05:36.800	34.201	-116.826	7	BIG BEAR, CA 1992 06 28 0805 PDT	6.4	132
1992-06-28 11:57:34.100	34.201	-116.436	4.5	LANDERS, CA 1992 06 28 0458 PDT	7.3	398
1992-06-21 17:43:09.000	-37.67	176.86	23	New Zealand 1992 06 21 1743 UTC	6.3	21
1992-05-27 22:30:36.000	-41.63	173.62	84	Marlborough, New Zealand 1992 05 27 2230 UTC	5.9	75
1992-05-16 17:57:14.000	-38.23	178.37	24	Near Tokomaru, New Zealand 1992 05 16 1757 UTC	5.8	6
1992-04-25 18:06:04.200	40.368	-124.316	15	CAPE MENDOCINO/PETROLIA CA 1992 04 25 1106 PDT	7	42
1992-04-23 04:50:00.000	33.97	-116.32	14.4	JOSHUA TREE, CA 1992 04 23 0450	6.1	15
1992-03-30 07:02:52.000	-43.05	171.23	5	Wilberforce River, New Zealand 1992 03 30 0702 UTC	5.5	9
1992-03-02 09:05:57.000	-40.31	176.48	24	Weber 4, New Zealand 1992 03 02 0905 UTC	5.5	33
1991-09-08 13:50:32.000	-40.25	175.17	94	Patea, New Zealand 1991 09 08 1350 UTC	5.6	90
1991-07-12 04:42:25.000	-39.31	175.97	70	Kaimanawa, New Zealand 1991 07 12 0442 UTC	5.3	18
1991-02-15 10:48:11.000	-42.04	171.59	7	Hawks Crag 3, New Zealand 1991 02 15 1048 UTC	5.4	15
1991-01-28 18:00:55.000	-41.9	171.67	17	Hawks Crag 2, New Zealand 1991 01 28 1800 UTC	5.9	30
1991-01-28 12:58:47.000	-41.89	171.58	0	Hawks Crag 1, New Zealand 1991 01 28 1258 UTC	5.8	21
1990-12-16 15:45:40.000	41.36	43.72	33	SPITAK 1990 12 16 1545 UTC	5.4	9
1990-10-06 02:41:13.000	-41.6	175.41	15	Cape Palliser 2, New Zealand 1990 10 06 0241 UTC	5.5	27
1990-10-04 23:48:27.000	-41.6	175.41	15	Cape Palliser 1, New Zealand 1990 10 04 2348 UTC	5.6	36
1990-08-15 15:54:43.000	-40.32	176.44	28	Weber 3, New Zealand 1990 08 15 1554 UTC	5.2	9

1990-05-13 04:23:10.000	-40.35	176.23	12	Weber 2, New Zealand 1990 05 13 0423 UTC	6.4	66
1990-02-19 05:34:38.000	-40.38	176.22	24	Weber 1, New Zealand 1990 02 19 0534 UTC	6.2	63
1990-02-10 03:27:42.000	-42.25	172.65	13	Lake Tennyson, New Zealand 1990 02 10 0327 UTC	5.9	9
1989-10-18 00:04:15.210	37.04	-121.88	17.6	LOMA PRIETA CA (SANTA CRUZ MOUNTAINS) 1989 10 18 0004	7	402
1989-08-08 07:59:07.000	-40.12	174.3	122	Offshore Patea, New Zealand 1989 08 08 0759 UTC	5.4	39
1989-05-31 05:54:23.000	-45.27	166.88	23	Doubtful Sound, New Zealand 1989 05 31 0554 UTC	6.3	6
1988-12-07 07:41:24.000	40.99	44.19	5	SPITAK 1988 12 07 0741 UTC	7.1	3
1988-06-03 23:27:35.000	-45.1	167.17	57	Te Anau, New Zealand 1988 06 03 2327 UTC	6.7	18
1987-11-24 13:15:56.460	33.013	-115.838	1.7	SUPERSTITION HILLS, CA 1987 11 24 1315	6.6	6
1987-11-24 01:54:14.510	33.083	-115.775	5	ELMORE RANCH, CA 1987 11 24 0154	6.2	6
1987-10-01 14:42:20.200	34.061	-118.078	14.7	WHITTIER NARROWS, CA 1987 10 01 1442 UTC	6.1	400
1987-03-02 01:42:35.000	-37.88	176.84	10	Edgecumbe, New Zealand 1987 03 02 0142 UTC	6.5	21
1986-07-08 09:20:44.560	33.999	-116.608	11.1	NORTH PALM SPRINGS, CA 1986 07 08 0920	6.2	104
1985-07-19 14:33:59.000	-38.72	177.3	41	Tiniroto, New Zealand 1985 07 19 1433 UTC	5.9	9
1984-06-24 13:29:40.000	-43.6	170.56	5	Godley River, New Zealand 1984 06 24 1329 UTC	6.1	6
1984-04-24 21:15:18.800	37.309	-121.678	8.4	MORGAN HILL CA 1984 04 24 2115	6.1	126
1984-03-08 00:40:53.000	-38.31	177.29	75	Motu River, New Zealand 1984 03 08 0040 UTC	5.9	9
1984-03-05 02:07:18.000	-38.92	175.78	9	Turangi Swarm, New Zealand 1984 03 05 0207 UTC	5.3	3
1983-09-09 09:16:13.470	36.224	-120.232	6.7	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 09 09 0916	5.3	6
1983-07-25 22:31:39.570	36.229	-120.398	8.4	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 07 25 2231	5.3	6
1983-07-22 03:43:01.100	36.222	-120.407	7.9	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 07 22 0343	5	6
1983-07-22 02:39:54.700	36.241	-120.409	7.4	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 07 22 0239	6	36
1983-07-09 07:40:51.300	36.251	-120.4	9	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 07 09 0740	5.4	33
1983-06-11 03:09:52.210	36.256	-120.45	2.4	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 06 11 0309	5.2	9
1983-05-09 02:49:11.550	36.246	-120.299	12	COALINGA CA AFTERSHOCK 1983 05 09 0249	5.3	65
1983-05-02 23:42:38.100	36.233	-120.31	10	COALINGA CA 1983 05 02 2342	6.5	146
1982-09-02 15:58:54.000	-39.74	176.93	31	Hawkes Bay, New Zealand 1982 09 02 1558 UTC	5.5	6
1982-02-05 17:51:37.000	-40.64	175.92	33	New Zealand, 1982 02 05 1751 UTC	5.4	15
1981-04-26 12:09:28.410	33.098	-115.632	3	WESTMORLAND, CA 1981 04 26 1209	5.9	18
1980-11-25 04:57:05.000	-37.78	178.97	41	New Zealand, 1980 11 25 0457 UTC	5.5	3

1980-10-05 15:32:50.000	-39.7	176.82	36	New Zealand, 1980 10 05 1532 UTC	5.7	3
1980-06-23 16:45:19.000	-39.9	175.62	61	New Zealand, 1980 06 23 1645 UTC	5.5	12
1980-06-09 03:28:19.370	32.2	-115.083	5	VICTORIA MEXICO 1980 06 09 0328	6.4	29
1980-02-25 10:47:38.530	33.501	-116.512	13.9	ANZA, CA 1980 02 25 1047	5.3	15
1979-10-15 23:16:53.440	32.614	-115.318	12.1	IMPERIAL VALLEY, CA 1979 10 15 2316	6.5	107
1979-08-06 17:05:22.300	37.112	-121.501	9.6	COYOTE LAKE CA 1979 08 06 1705	5.7	27
1979-03-24 21:06:51.000	-41.94	171.63	12	New Zealand, 1979 03 24 2106 UTC	5.1	3
1977-01-18 05:41:49.000	-41.73	174.3	33	Cape Campbell, New Zealand 1977 01 18 0541	6	93
1976-05-04 13:56:29.000	-44.67	167.45	12	Milford Sound, New Zealand 1976 05 04 1356 UTC	6.5	9
1975-06-10 10:11:21.000	-40.34	175.93	33	Dannevirke, New Zealand 1975 06 10 1011 UTC	5.1	18
1975-01-04 20:37:13.000	-40.77	175.67	72	New Zealand, 1975 01 04 2037 UTC	5.2	6
1974-11-05 10:38:39.000	-39.65	173.63	12	Opunaki, New Zealand 1974 11 05 1038 UTC	5.4	3
1974-09-20 19:48:40.000	-44.4	167.99	12	New Zealand, 1974 09 20 1948 UTC	5.6	3
1973-02-21 14:45:57.300	34.065	-119.035	8	POINT MUGU, CA 1973 02 21 1445	5.3	6
1973-01-05 13:54:28.000	-39.04	173	6.6	Te Aroha, New Zealand 1973 01 05 1354 UTC	6.3	99
1971-08-13 14:42:42.000	-41.9	172.1	12	New Zealand, 1971 08 13 1442 UTC	5.7	9
1971-02-09 14:00:41.830	34.41	-118.4	8.4	SAN FERNANDO, CA 1971 02 09 0601 PST	6.6	342
1970-09-12 14:30:52.980	34.27	-117.54	8	LYTLE CREEK, CA 1970 09 12 0630 PST	5.3	60
1968-11-01 01:32:25.000	-41.62	175.05	33	New Zealand, 1968 11 01 0132 UTC	5.4	9
1968-05-24 20:57:27.000	-41.99	171.82	12	Inangahua Aftershock, New Zealand 1968 05 24 2057 UTC	5.8	3
1968-04-09 02:28:59.100	33.19	-116.13	11	BORREGO MOUNTAIN, CA 1968 04 08 1830 PST	6.5	39
1966-06-28 04:26:00.000	36	-120.5		PARKFIELD CA 1966 06 27 2026 PST	6.1	20
1966-04-23 06:49:40.000	-41.63	174.4	22	Seddon, New Zealand 1966 04 23 0649 UTC	5.8	3
1965-04-29 07:28:00.000	47.4	-122.3	59	PUGET SOUND WA 1965 04 29 0728 PST	6.7	6
1957-03-22 11:44:00.000	37.667	-122.483	10	SAN FRANCISCO CA 1957 03 22 1144 PST	5.3	15
1954-01-12 23:33:49.000	35	-119.017		WHEELER RIDGE, CA 1954 01 12 1534 PST	5.7	3
1952-07-21 11:52:14.000	35	-119.017		KERN COUNTY, CA 1952 07 21 0453 PDT	7.5	15
1942-10-21 16:22:13.000	32.967	-116	7	BORREGO VALLEY, CA 1942 10 21 0822 PST	6.6	3
1940-05-19 04:36:40.900	32.733	-115.5	9	EL CENTRO, CA 1940 05 18 2037 PST	6.9	3
1934-12-30 13:52:00.000	32.25	-115.5		BAJA CALIFORNIA MEXICO 1934 12 30 0552 PST	6.4	3
1933-03-11 01:54:07.800	33.617	-117.967	13	LONG BEACH, CA 1933 03 10	6.4	9

			1754 PST		
			データ個数 総合計		9397

iii) 地震研究所のデータ

旧タイプの強震記録に関しては試験的にデータフォーマット変換を行い、問題がないことを確認した。しかし、古いデータの機種確認等に予想外の時間がかかり、一部 16 年度に作業が持ち込まざるを得ない。現在搭載可能となっているデータは 1990 年以降の強震データである。

2) データ検索の機能追加

昨年度は検索機能として、カテゴリ検索、詳細検索を実装した。それに加え、本年度は、地図による検索機能を追加した。それぞれの検索機能の内容は表 3 に示す。追加した機能の地図検索の画面をそれぞれ、図 2、図 3 に示す。

表 3 検索の説明

検索	内容
カテゴリ検索	1)年を選択すると月のリストが表示され、2)月を選択すると日のリストが表示される。このように年、月、日を順に、列挙される項目を選択することで、絞り込み必要なデータを取得できる検索である。
詳細検索	チェックした項目において絞り検索することができる。したがって、検索し出力される表示内容を検討し、さらに絞り込み条件を増やすことで絞り込み、必要なデータを取得できる検索である。
地図検索	観測点・震源が表示される地図上を四角の領域で選択し、表示される地図領域を詳細にしていく。そして、最終的に選択した領域で地震情報の検索を行うことができる。 緯度・経度の指定を地図上で選択することができるようになっている。 また、地図上に表示される観測点・震源はオプション設定により変更することができる。



図2 地図検索画面(1)。初期画面の世界地図が表示された画面。

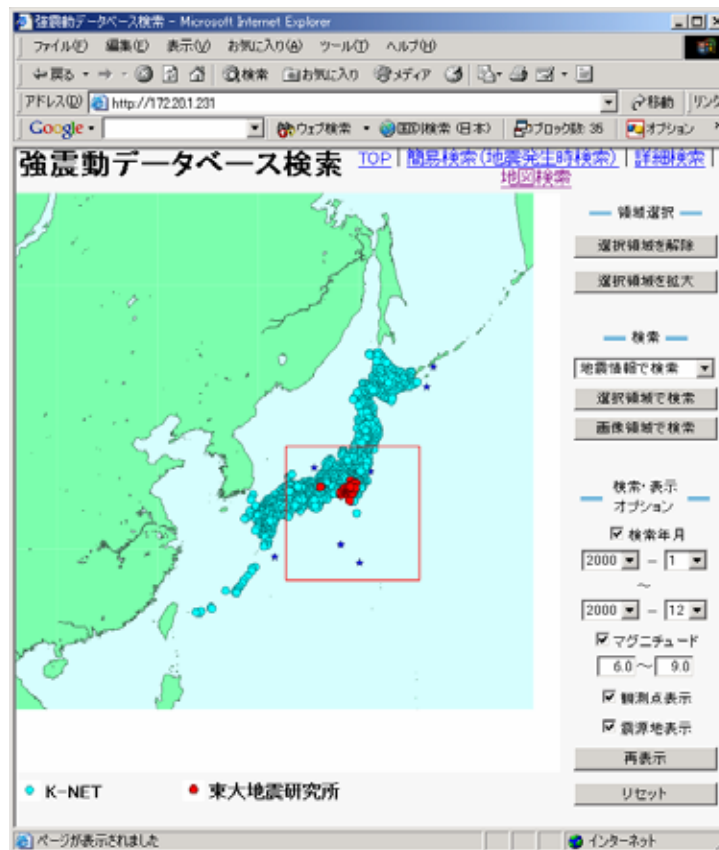


図3 地図検索画面。領域を選択している画面

前節に示した全ての検索において、同一スタイルの検索結果を表示する。

検索結果は、地震発生時刻、震源経度・緯度・深さ、マグニチュードなどの地震情報を表示した地震情報リスト表示、および観測した機関名、観測点名、観測点の緯度・経度・深さなどの観測点情報を表示した観測点情報リスト表示の2種類のいずれかで表示される。いずれのページにおいても、詳細ボタンがついており、地震情報リストにおいてはリストに表示されていない項目の地震情報を参照することができ、同様に、観測点情報リストにおいてもリストに表示されていない項目の観測点情報を参照することができる。

それぞれのリストは1ページ20データまで表示される。もし、データ数が20個を超える場合は複数のページに分かれ、ページを移ることで次の20個のデータを表示することができる。検索が進んだ段階では昨年度開発した内容と同じイメージとなる。

3) 強震記録が得られたサイト特性の把握

サイト特性は強震動に強い影響をあたえる。従って、観測点近傍の地盤情報は強震動データベースにとって重要な位置を占める。K-NET, KiK-netのように少なくとも表層の地盤特性を把握できることは極めて有効であるが、このような情報が整っている観測点はむしろ稀である。わが国の強震観測点は比較的地盤情報が豊富であるが(例えば港湾空港研究所、建築研究所など)海外の観測点はCaliforniaの一部を除き、大半は不明であることが多い。特にE-Defenseで利用される頻度が高いと思われる大振幅の観測記録あるいは大地震の震源近傍の記録が得られた地点の地盤および観測環境情報を得ることは極めて重要である。

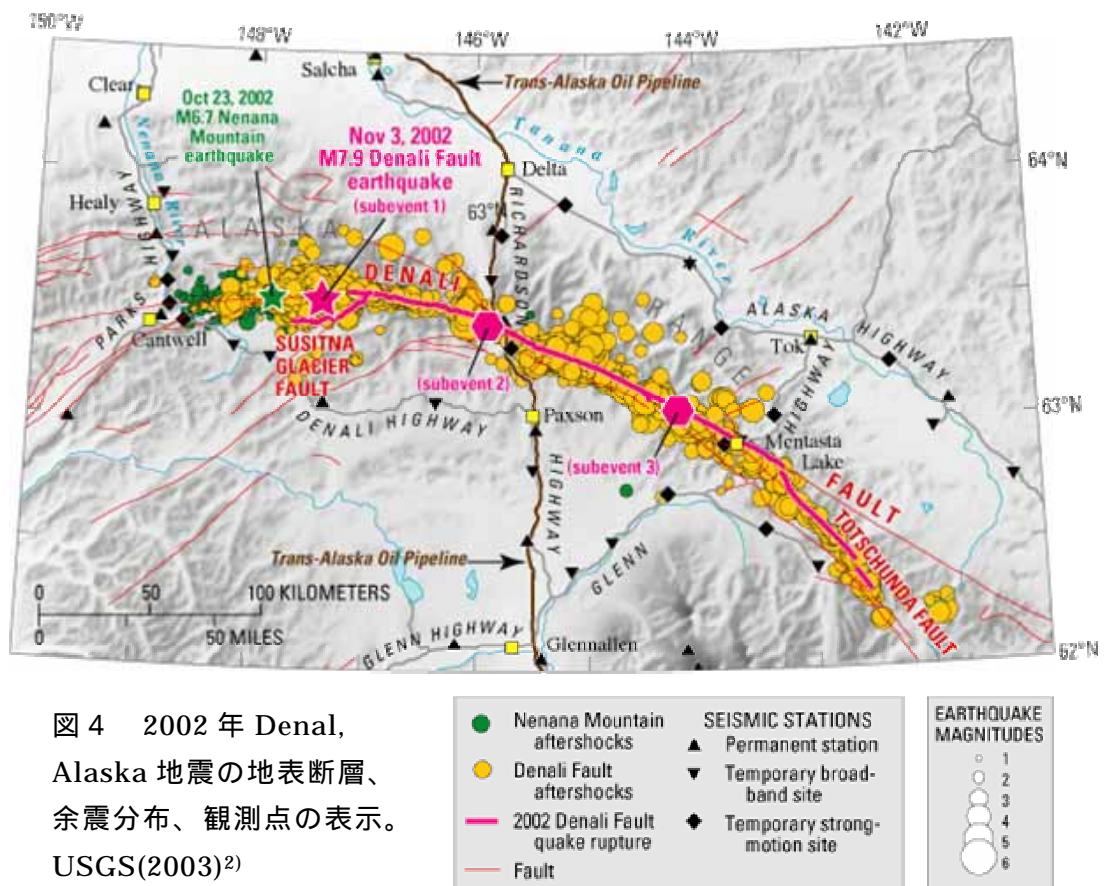


図4 2002年 Denal, Alaska 地震の地表断層、余震分布、観測点の表示。USGS(2003)²⁾

2002年11月3日に発生した Denali, Alaska 地震は陸上では最大級(Mw7.9)の地震で、地表で確認された断層は340km以上に達する(USGS, 2003)²⁾。しかも断層のごく近傍(3km)で強震記録が得られた。この断層を横切って Alaska Pipeline が敷かれていたが、極めて軽微な被害があったのみで、油漏れなどは全くなく、また人口密度が低いこともあるが、一般の被害も極めて少なく、工学的には興味を持たれなかったようである。しかし、このような陸上の大地震による強震記録の特徴を把握することは極めて重要と考え、現地調査地点として選定した。

図4はUSGSのホームページ(<http://geopubs.wr.usgs.gov/fact-sheet/fs014-03/>)に掲載された地表断層、余震分布、観測点などを記した地震の概要を示す図である。断層中央部の強震記録は Alyeska Pipeline Service Company 社が Pump station に配備した強震計によって記録され、USGS に提供されたものである。図4の で記された Pipeline 沿いの観測点がこれにあたる。

これらの観測点の内、断層近傍の PS09,PS10,PS11,および Alaska 大学の FA02 地点、余震観測が行なわれた Mentasta を調査地点とした。調査への参加は、入倉孝次郎、岩田知孝、浅野公之(以上、京都大学防災研究所)、工藤一嘉、津野靖士(以上東京大学地震研究所)、A. Martirosyan, N. Biswas (以上 Alaska 大学)である。以下は5月に発表予定(Tsuno et al., 2004)³⁾の概要を記したものである。

i) 調査地点

図5は調査地点をクローズアップした地図で、図6に4地点で得られた強震記録の加速度波形を積分して速度波形を表示している。

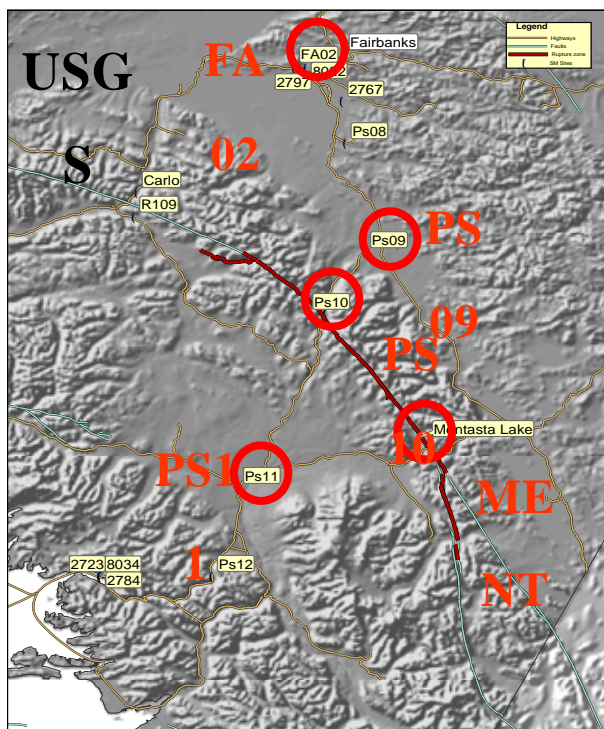


図5 強観測点・調査地点(USGS(2003)²⁾に加筆)

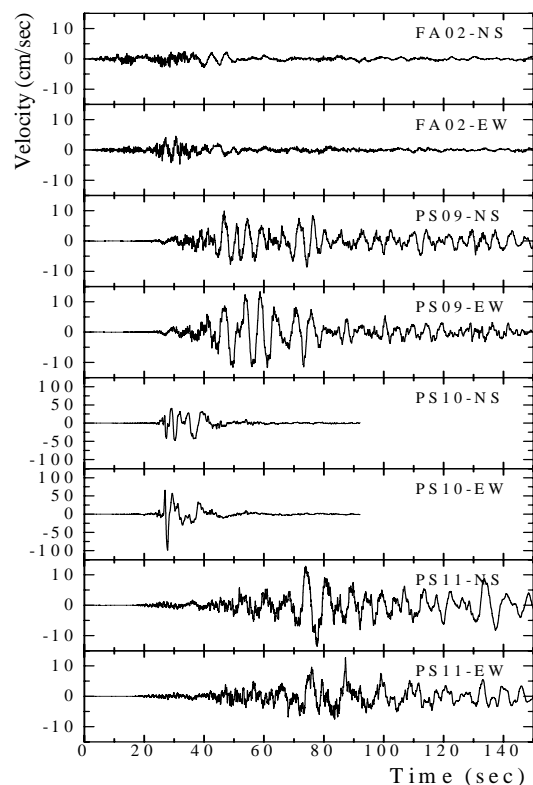


図6 強震記録(速度波形)

ii) 観測地点の概要と強震計

観測点の外観・内観をまとめて写真1に示す。全ての観測点は Free field の 1-1.5m² 程度の基礎上に設置され、ケース（小屋）で保護されている。PS09 地点だけは、直接基礎に固定するのではなく、太いボルトで浮かして固定してある。極寒冷地対策によるものと考えられるが他との差について詳細は不明である。FA02 の内部も寒冷対策として断熱材がセンサーの周辺に処置されていた。



PS11 の強震観測点外観



PS11 の強震計



PS10 の強震観測点外観



PS10 の強震計



PS9 の強震計



FA02 の強震観測点外観

写真1 強震観測点の外観・内観

Alyeska Pipeline Service Company 社の地震計は Sundstrand QA-1100 Q-Flex force balance accelerometers (Sundstrand 社製、現在は Honeywell 社)を、Digitizer は National Instruments 社の Model AT-MIO-16EX-50 (16-bit)を使用している。地震時に周辺地盤の異常は報告されていない。

iii) 表層構造調査の概要

調査手法は、浅い地盤構造を調査するためのアレー微動観測記録を用いた空間自己相関 (SPAC) 法 (Aki, 1957⁴; 岡田, 2000⁵)など)とハンマー打撃による表面波探査法を併用し、Rayleigh 波の位相速度の分散から表層の S 波速度 (V_s) を逆解析により求める手法を用いた。SPAC 法による観測では、6 チャンネルのレコーダー (7000XT, 24 ビット ADC)を用いた関係から、SPAC 法としてはやや変則ではあるが図 7 に示すような 6 点による、見かけ上 3 つの異なる半径 (10m、17.3m、30m) の SPAC 係数が得られるアレーとした。観測された微動の一例を図 8 に示す。なお、地震計は動コイル型の過減衰とした加速度計 JEP6A3 型⁶)を用いた。特性としては 0.1Hz - 80Hz まで加速度平坦である。感度は 5 V/G の上下動センサーを用いた。観測状況を写真 2 に示す。

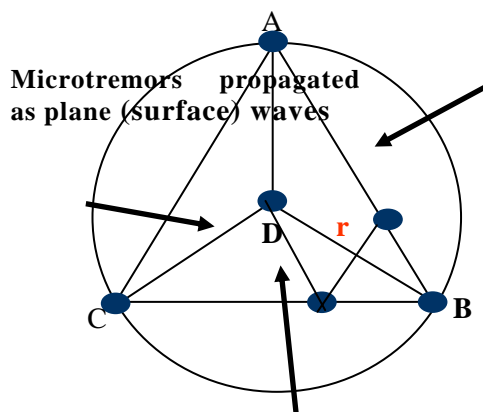


図 7 アレー微動観測 (SPAC 法) の概念

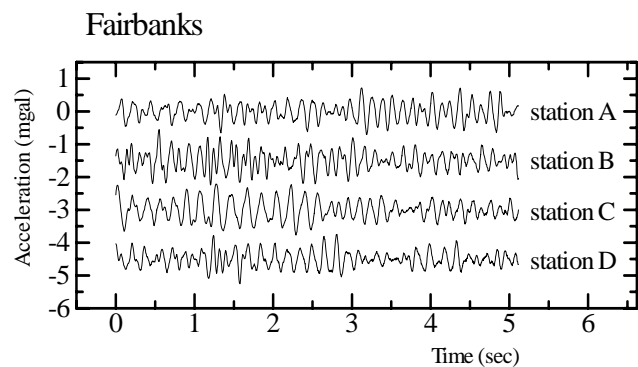


図 8 観測された微動の波形例

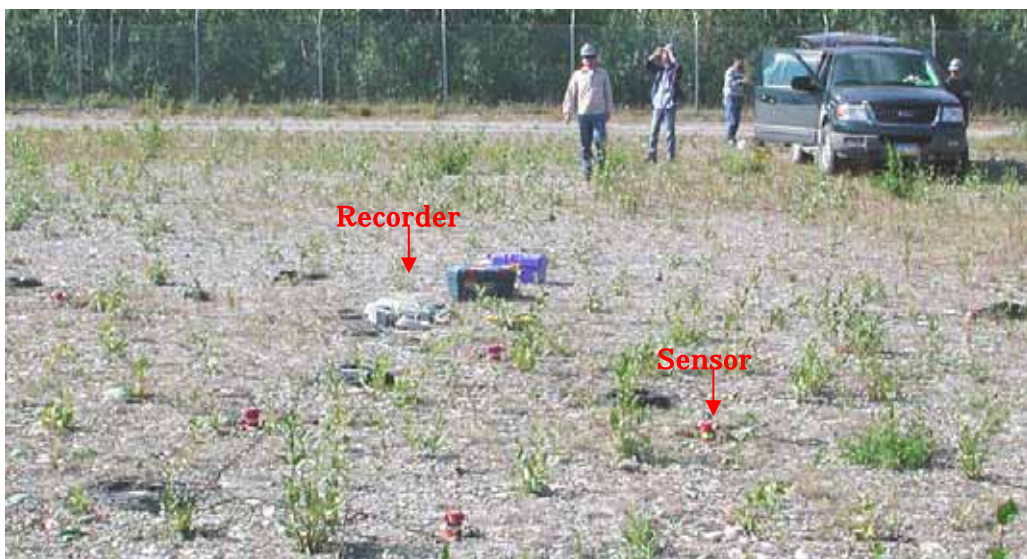


写真 2 観測状況 (PS09)

SPAC [$\rho(\omega, r)$] 係数は理論的に周波数 f 、位相速度 c 、半径 r との間に次式の関係があり (Aki, 1957⁴; 岡田, 2000⁵)、

$$\rho(\omega, r) = J_0(rk) = J_0(2\pi f r / c(f))$$

図 9 に示す SPAC 係数が求めれば、位相速度を求めることができる。

ごく表層の速度を決定するため、ハンマーで地面をたたくことにより表面波を発生させ直線アレーのセンサー配置で観測した。記録例を図 10 に示す。解析は $f-k$ 法を用い結果の一例を図 11 に示す。図 11 には SPAC 法から求めた位相速度も併記してある。

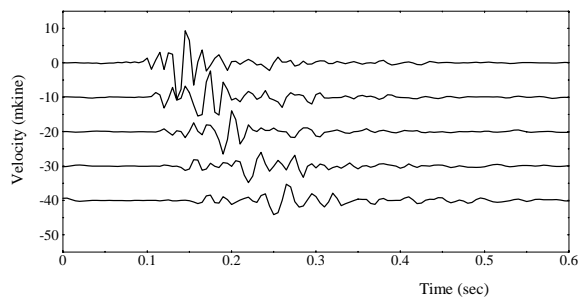


図 10 ハンマー打撃による記録例

iv) 解析結果

微動のアレー解析とハンマー打撃により得られた表面波の位相速度分散から逆解析により S 波の速度構造を推定した。

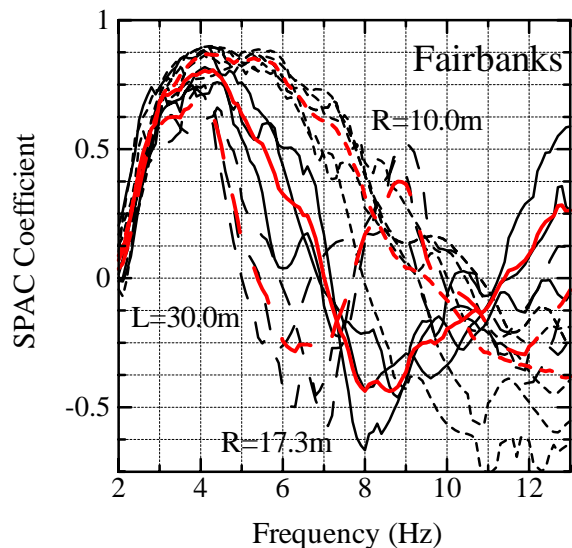


図 9 SPAC 係数の例。L は三角形の辺を用いたことを意味する。

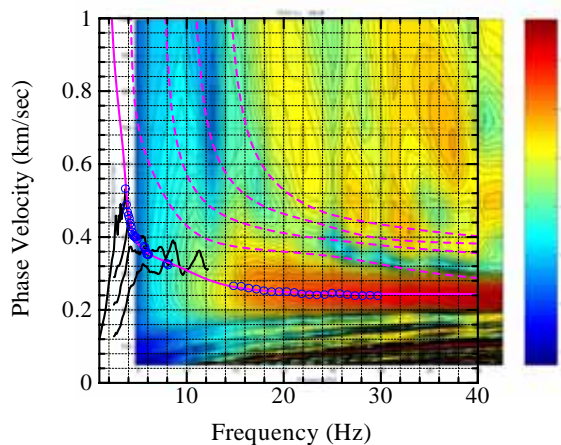


図 11 $f-k$ 法の打撃記録への適用例。PS10 地点。

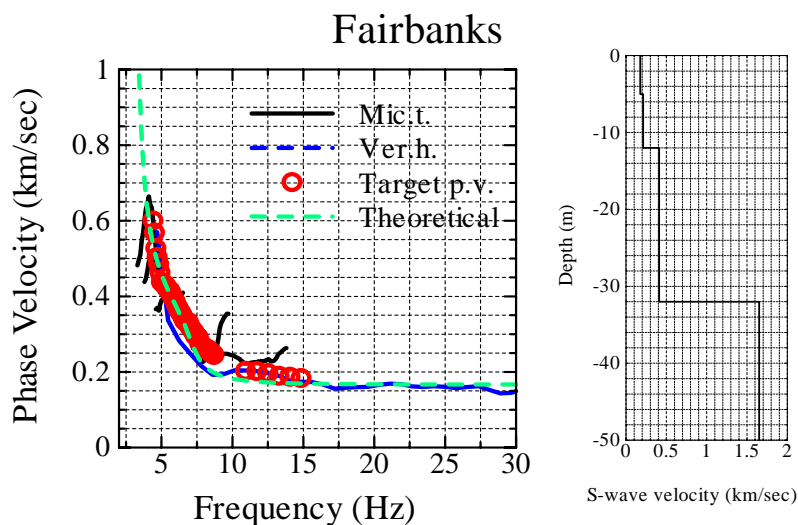


図 12 FA02 地点における位相速度分散と推定した Vs 構造

図 11、図 12 に示すように、一部の周波数帯で連続しない部分もあるが、浅い構造に関連する周波数帯での位相速度が得られ、逆解析によって数 10m-100m 程度までの速度構造が得られた。逆解析には、山中・石田(1995)⁷⁾による遺伝的アルゴリズム (GA) を用いた手法に準拠した。調査地点 5 ヶ所の分散曲線および推定された Vs 構造を図 13 に示す。

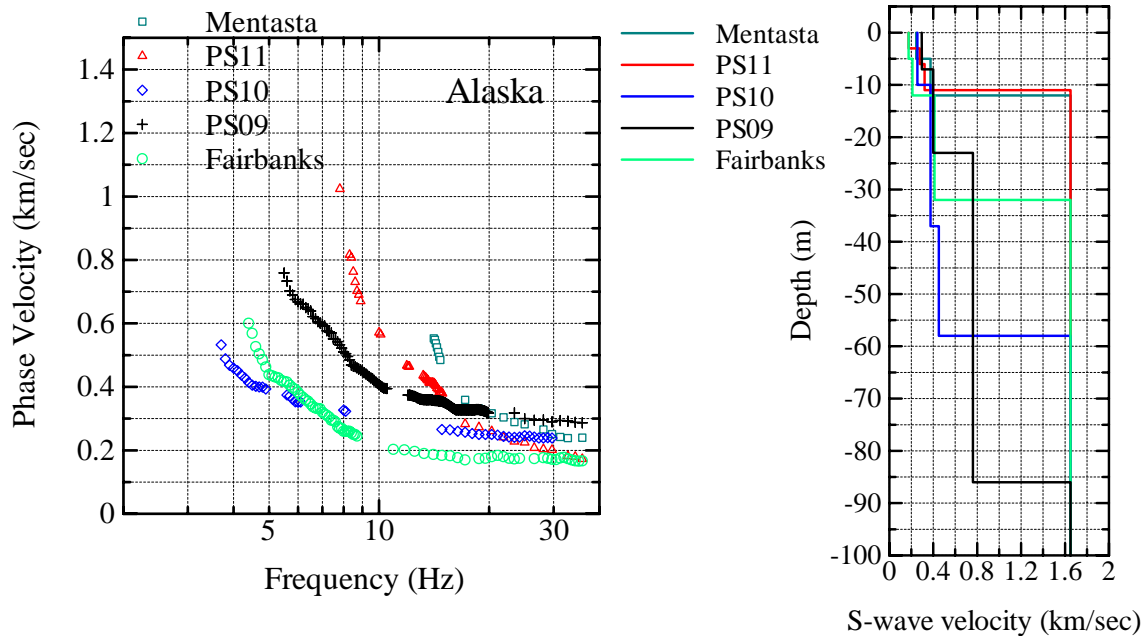


図 13 調査 5 地点での位相速度と逆解析から推定された Vs 構造。

浅い構造を対象としたため、最大で半径 40m のアレ観測であること、微動の振幅レベルが低いこと (定常状態では $1 \times 10^{-3} \text{cm/s/s}$ 以下) などから長波長 (低周波) の解析能力が低く、最下層の Vs には決定精度が落ちる。PS11 において最も速い位相速度が約 1 km/s と求まっており、この地点に関しては基盤の Vs はほぼ 1.6 km/s の推定が妥当である。しかし、他の地点では外挿となるため、PS11 での測定値を共通の基盤速度として用いることとした。

パイプラインの周辺には永久凍土の存在が知られており、図 14 に記されているように、深さ 20 フィート (7m 程度) から部分的に凍土となり、50 フィートより深部は永久凍土である。図 13 からは 10m 強の深さで速度が急増するが、地盤の凍結との関連が深いものと推定される。氷の Vs が 1.5 km/s 程度であるから、他地点での基盤 (永

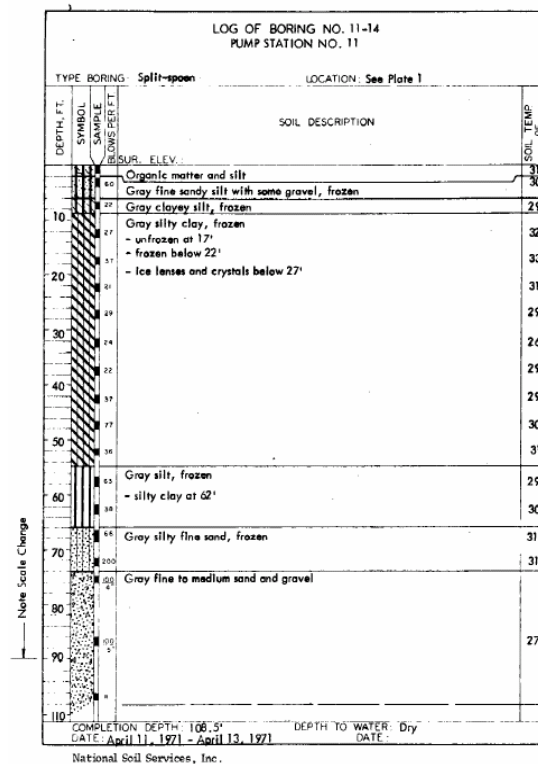


図 14 PS11 におけるボーリングデータ。USGS ホームページ (http://nsmp.wr.usgs.gov/borehole/taps_logs.html) による。

久凍土の可能性が高い) 速度を 1.6km/s 程度に固定した解析を行い、図 13 に示す結果が得られた。

v) 考察

最も注目される地震動は、断層から 3km 程度の PS10 で観測された強震記録である。観測記録はもともと 0.1Hz の High-pass filter (2-poles)を通した後に記録された物である。Ellsworth et al. (2003)⁸⁾は、この High-pass filter の特性を補正し(除去された分を戻す)永久変位を含む地動速度・変位を求めた。最大速度は断層運動との平行成分で約 150cm/s、最大変位(永久変位)は同じ成分で 230cm を求めている(図 15)。パイプラインを横断した断層変位(図 16)は 6m 程度であったが、Ellsworth et al. (2003)⁸⁾はこの断層変位と強震記録から求めた地動変位が理論的に調和することを確かめている。

一方、短周期レベルは、高々 300cm/s/s 程度で、大地震でしかも大きなアスペリテイが近傍(Asano et al, 2003)⁹⁾であるにもかかわらず、かなり低いといえる。原因については今後の検討を待つ以外にないが、今回の表層構造調査の結果を反映させた試みとして、表層を剥ぎ取ってみた。なお、ここでは 0.1Hz の High-pass filter がかった元記録を用いている。当然のことながら地盤の非線形性を考慮すべきではあるが、多くの議論があるところであり、今回は線形の議論に留める。図 17 は表層の増幅(1次元線形)を取り除き、入射波を 2 倍した波形と観測記録を比較したものである。増幅はごく短周期に限られているため、NS 成分が若干小さくなっているが、大きな加速度パルスにはほとんど変化がない。地震発生は 11 月 3 日で地表付近まで凍土になっている場合も考えられるが、その場合は線形での類推から、今回の地震に限っては表層の凍結の有無が最大加速度・速度・変位にはほとんど影響を与えないようである。なお、参考のため、PS10 におけるボーリング資料を図 18 に示す。

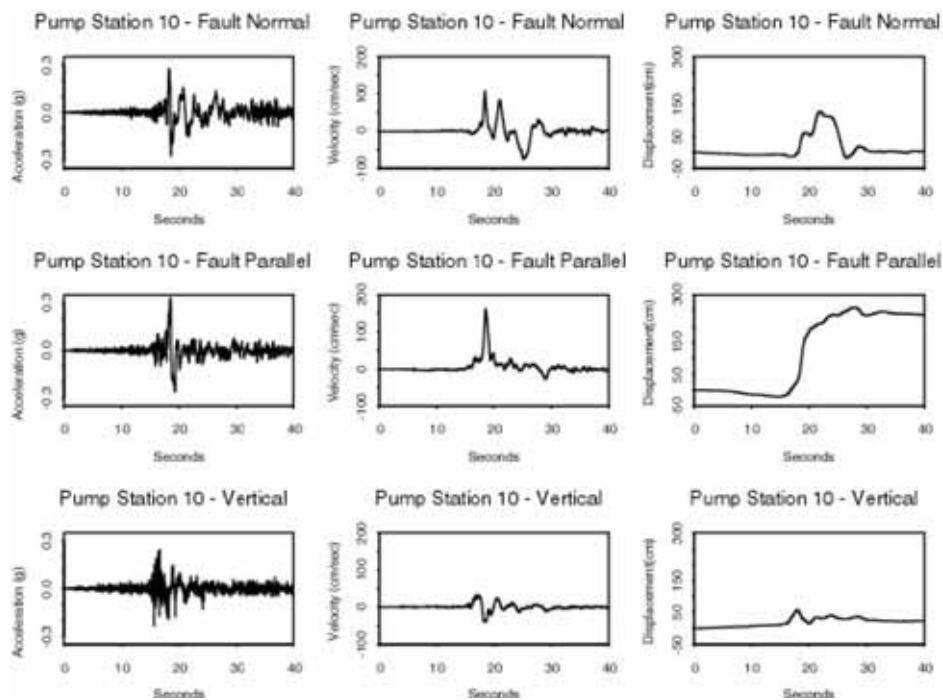


図 15 Ellsworth et al. (2003)⁸⁾による DC 成分まで考慮した速度・変位波形。



図 16 パイプラインを横切った Denali 断層。USGS (2003)²⁾による。この地点での 2002 年地震断層変位は 6m 程度が確認されている。なお、パイプラインは、移動はしたものの油漏れなどの損傷はなかった。パイプラインが屈曲しているのは温度変化によるパイプの伸縮を吸収するために設計されたものである。またこの付近にクーリングタワーがないのは断層による変位を考慮して取り付けていない。

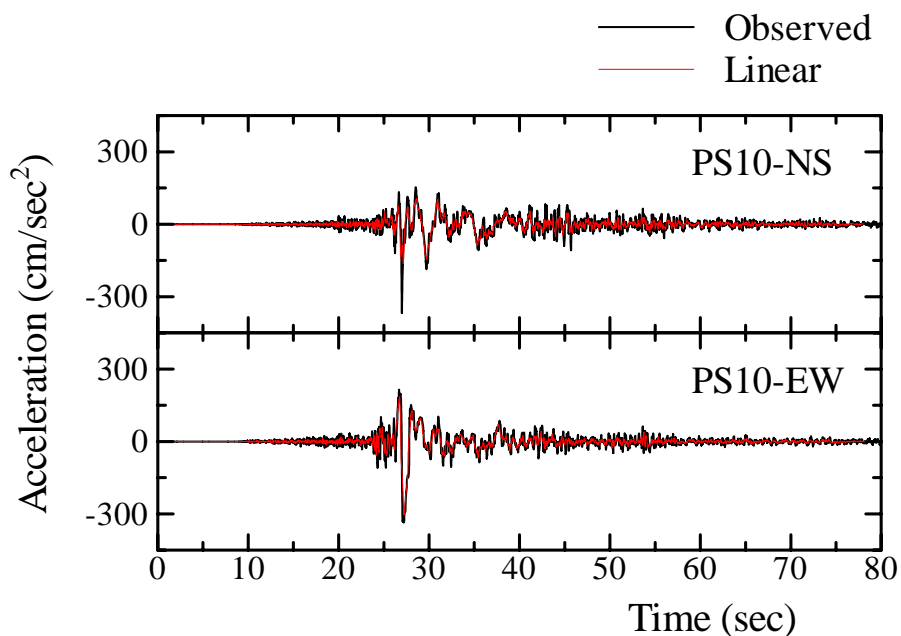


図 17 今回の調査で推定された S 波速度構造を元に、1 次元線形の増幅特性を取り除き、解放基盤波（赤）として観測記録（黒）と比較した。NS 成分には若干の差が見られるが、大きな加速度パルスにはほとんど差がない。

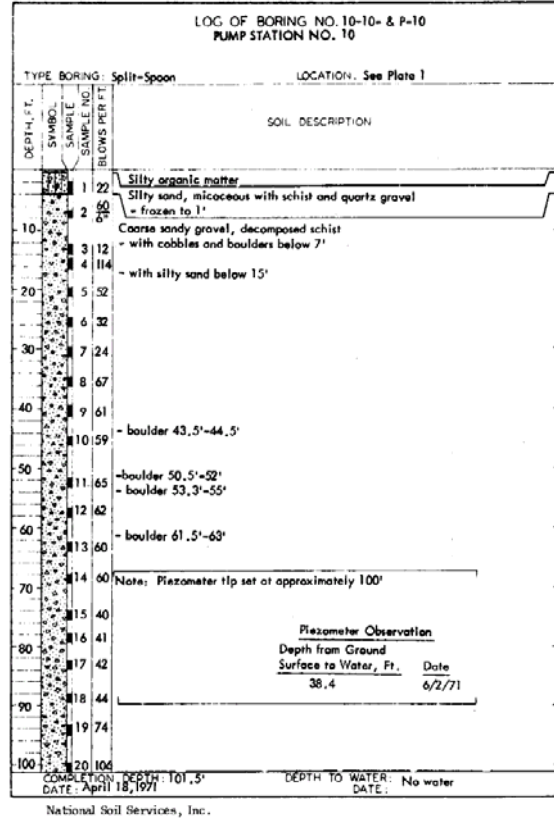
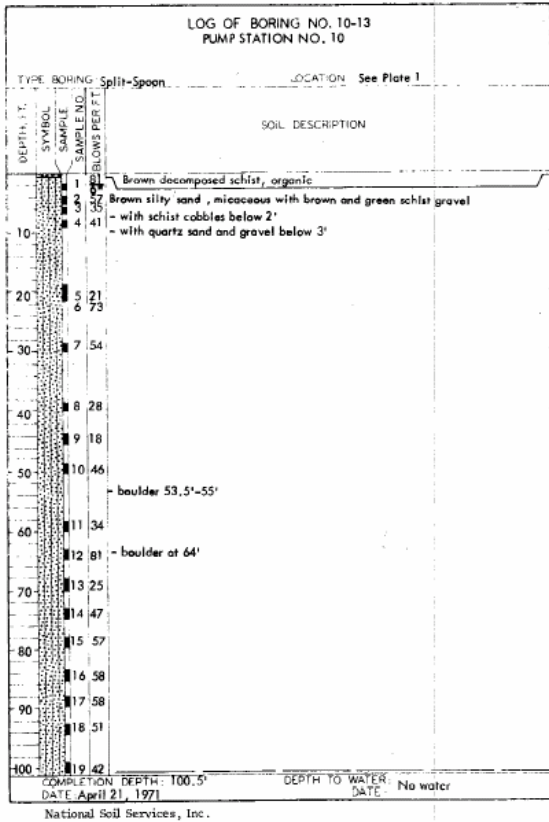
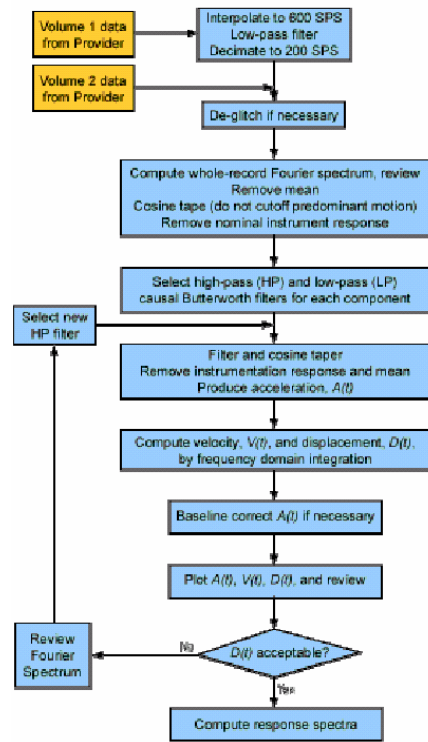


図 18 PS10 のボーリングデータ、USGS のホームページ(http://nsm.p.wr.usgs.gov/borehole/taps_logs.html) による

4) 地震動特性値搭載のための調査

三次元震動台への入力地震動を選定する際に、あらかじめ最大速度・最大変位などがわかっていることが望ましい。加速度記録をデータベースに搭載する際に、積分の実行により特性値をほぼ同時に搭載することは可能である。しかし、加速度記録に含まれる低周波ノイズのために、積分の前後でフィルター処理が不可欠となる。フィルターの特性値の決定が重要な要素であるが、現実にはデータ毎に検討することが望ましい。米国の工学を主たる対象としたデータベース、PEER Strong Motion Database (<http://peer.berkeley.edu/smcat/>) は図 19 のような流れでデータ毎に処理をしている。少数データに限ればこの方式でも特に問題はないが、M の小さい地震を含めた今回の多量なデータベースには別途検討が必要である。フィルター特性値の自動決定法についてさらに検討が必要である。

Processing Procedure for PEER Strong Motion Database



Source: Pacific Engineering

図 19 PEER Strong Motion Database¹⁰⁾における処理の流れ。

(d) 結論ならびに今後の課題

1) 結論

三次元強震動データベースの構築のため、昨年度開発したデータベースに、各機関で異なるフォーマットのデータを一括搭載するためのプログラムを開発し、気象庁データ、世界の強震記録が搭載されている COSMOS のデータ、地震研究所の強震データ（一部）を搭載した。

データ量が増加したこと、世界のデータを搭載したことなどから、データ検索機能の充実の一環として地図検索機能を追加し、利便性を図ることが出来た。

強震記録の利用にあたって、既存の強震記録の属性、特にサイト特性を把握することが重要である。内陸で発生した地震としては最大級と言えるアラスカ、Denali 地震(2002 年 11 月 3 日)で断層近傍の強震記録が得られた。その強震観測サイトでの表層の S 波速度構造を調査し、強震記録の属性としてのデータを取得した。将来のデータベースへの搭載する必須のデータの一つである。

強震動の特性値搭載に関して、多量なデータを自動フィルタ設計を含む検討を開始した。振動台性能との関連も含めて今後も引き続き検討が必要である。

2) 今後の課題

地震研究所のデータを早急に搭載することが必要である。地震研究所観測の歴史が長く、時代ごとにフォーマットが異なること、機器の変遷が多くあったことなどにより整理がやや遅れている。

ホームページ・記録の頒布を行なっている機関のデータ搭載には問題ないが、今後データベース搭載のために国内の機関にデータ提供を依頼する必要がある。一部打診中であるが必ずしも容易ではない。

サイト特性・他の把握は極めて重要であり、資料集のほか本年度のように現地調査も組み込む必要がある。しかし、ある程度のデータ搭載が終了した段階で順次検討していくことが得策であろう。

強震記録の特性値の搭載は次年度の主要課題とする段階にきている。

(e) 引用文献

1) COSMOS : <http://www.cosmos-eq.org/>

2) USGS, U.S. Geological Survey Fact Sheet 014-03, <http://geopubs.wr.usgs.gov/fact-sheet/fs014-03/>, 2003.

3) Tsuno S , K. Kudo , T. Iwata, K. Asano, K. Irikura, A. Martirosyan, N. Biswas, Shallow S-wave Velocity Structures Estimated by Surface Wave Inversion Applied for Microtremors and Hammer-Generated waves at Strong-Motion Stations Along The Trans-Alaska Pipeline and at Fairbanks, 2004 年地球惑星科学関連学会合同大会（発表予定）, 2004.

4) Aki, K.: Space and time spectra of stationary stochastic waves, with special reference to microtremors, Bull. Earthq. Res. Inst., 35, 415-456, 1957

- 5) 岡田 廣, 微動利用の地下構造推定法, 物理探査ハンドブック(手法編), 物理探査学会, 203-211, 1998
- 6) 工藤一嘉, 高橋正義, 坂上実, 神野達夫, 鹿熊英昭, 坪井大輔: 機動強震観測のための動コイル型加速度計の開発と性能試験, 機動強震アレイ観測のための軽量小型強震計の製作と観測・解析マニュアルの作成, 科学研究費補助金[基盤研究(A)]研究成果報告書(07558056), 1-24, 1998
- 7) 山中浩明, 石田 博: 遺伝的アルゴリズムによる位相速度の逆解析, 日本建築学会構造系論文集, 468, 9-17, 1995
- 8) Ellsworth, W. L., Evans J.R., Jensen G., Nyman D.J., and Spudich P., Processing and Modeling of the Pump Station 10 Record from the November 3, 2002, Denali, Alaska Earthquake (Abstract), 11th Intern. Conf. Struct. Dyn. Earthq. Eng., 2003,.
- 9) Asano, K Iwata, T Irikura, K, 2003, Ground Motion Characteristics and Source Process of the 2002 Denali Earthquake Inferred from the Strong Motion Records, AGU Fall Meeting.
- 10) PEER, PEER Strong Motion Database, <http://peer.berkeley.edu/smcat/>

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
工藤 一嘉 成田 章 本間 芳則	強震データベースの開発 枠組みについて	日本地震学会 2003 年秋季 大会	平成 15 年 10 月 7 日

(g) 特許出願, ソフトウェア開発, 仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

名称	機能
データベースプロトタイプの開発 II	データ搭載時のフォーマット変換、地図によるデータ 検索

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成16年度業務計画案

(a) 業務計画

1) データベース搭載用変換プログラムの機能追加とデータ搭載

国内で頒布されている各種強震データのフォーマット変換が出来るようプログラムの機能追加を行い、データを搭載する。兵庫県南部地震のデータセット、引き続き地震研究所の旧データの搭載などを行なう。

2) 地震動特性値搭載の自動化への検討

昨年度の調査を踏まえ、フィルター特性値の自動決定がどこまで可能かを検討する。大地震記録には特別な配慮をすることを前提としながらも、可能な限り自動設定が可能な手法を策定する。テスト的にデータベース上での動作を確認する。

3) サイト特性（地盤データ）の把握

昨年度に引き続き地盤データ・設置環境などの登載方法を検討するとともに、大地震記録の観測地点に関するサイト特性を優先的に把握し、データベースに搭載する。

4) シミュレーション波形データの搭載の検討

三次元振動台への入力地震動として検討されるシミュレーション波形のデータベースへの搭載方法、データの選択などを検討し、試験的搭載を開始する。

(b) 実施方法

1) データベース搭載用変換プログラムの機能追加とデータ搭載

データ搭載時に入力データに不足するパラメータ（特に地震の諸元など）を既存のデータセットから簡易に援用できるようにプログラムを設計する。

2) 地震動特性値搭載の自動化への検討

フィルター特性の自動設定に関する検討を行い、他機関で実施されている手法による結果と比較検討する。永久変位が問題となる記録に関しては別途考慮する。

3) サイト特性（地盤データ）の把握

資料収集を中心とするが、必要に応じ、現地調査も含める。本年度は国内を対象とする。

4) シミュレーション波形データの搭載の検討

3.6.3 で進められている将来発生が想定される地震のシミュレーション波形を既存のデータとあわせて振動台実験が出来るよう、方法とデータ選定に関する検討を行う。

(c) 目標とする成果

データ搭載を完成させるにはデータ提供の問題もあり、やや時間が必要ではあるが、現時点で搭載可能なデータは搭載し、属性であるサイト特性・設置環境等のデータを大地震記録から優先的に搭載する。また、一部特性値を搭載し、検索機能の問題点や改善点を明確にする。シミュレーション波形のデータ搭載を実現し、本格作業のための準備を行う。