

業務紹介

企画情報技術グループ 澤田麻沙代

1. はじめに

来年度から出産・育児のため長期休暇をとらせてもらうにあたり、今年度の技術室報告は引き継ぎの意味も込めて、実際の業務内容を少し具体的に書いてみようと考えた。現在の私の地震予知研究センターでの主な業務をリストアップすると下記のようになる。

- ・満点計画（次世代型稠密地震観測計画）¹関連業務
- ・全国の大学・研究機関による合同観測のデータセンター業務
- ・その他臨時観測プロジェクトのサポート
- ・HDD 交換や RAID ストレージ点検などのルーチン業務
（サーバー、ストレージのトラブル対応含む）
- ・公用車の管理

業務の割合は、満点計画関連業務がおよそ 3 分の 1 を占める。その理由としては、観測点数が多いこと、新規に開発された機材およびデータ処理ソフトを使用していることが挙げられる。観測点数が多いということは、単にデータ処理の量が多くなるだけではなく、多数の人間が関わるため、連絡不足や人的ミスにより誤った情報が混じると、情報整理・確認作業に非常に時間を取られることになる。また、新規に開発されたシステムを使用しているので、思わぬトラブルが発生し、その原因究明や対策に時間がとられてしまうこともある。

これらを改善するため、昨年度からデータベースを用いた新たなシステムの構築を目指しているが、情報整理やデータ処理、トラブル対応などの日常の業務に追われ、思うように進まない状況である。

以下に、上記業務のうち、もっとも業務量の多い満点計画関連業務について述べる。

2. 満点計画関連業務

満点計画の観測点数は、2011 年 1 月時点で 194 点となった。年に 2 回データを回収し、半年分のデータを収録するため、1 観測点につき 4[Gbyte]の CF カードを 5 枚使用するのが標準である。単純計算すると、 $194 \times 5 = 970$ 枚の CF カードが使用されていることになるが、これに対し、予備の CF カードは 480 枚しかない。

雪の時期にはデータ回収に行けない観測点も多いため、回収時期は 4～5 月と 10～11 月に集中することになり、その時期には、『CF カードからデータの吸い上げ』→『確認』→『次の観測点に使用するためのフォーマット』という処理を迅速に行わなければ

¹ 『満点計画』とは、具体的な研究プロジェクトに対応するものではなく、これまでとは桁違いに観測点数を増やそうとする試み全般や、その背景にある哲学や思想のこと。『満点計画』により、これまでよく分からなかった内陸大地震の震源断層の实体や発生の仕組みが明らかになり、その長期的な発生場所や発生時、および強震動の予測の高度化が可能となると期待される。（<http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/~iio/manten.html> より引用。）

ばならない。データ回収された CF カードが宇治に戻ってきてからのデータ処理の概要、またそれに付随する業務を以下に記す。

2. 1 CF カードからデータの吸い上げ

CF カードからデータを吸い上げるには、専用のアプリケーションソフトを使用する。このソフトは、Windows PC 用（CF カード 1 枚ずつ処理）と、Linux サーバー用（CF カード 6 枚まで同時処理可能）があり、データの吸い上げ以外にも、『データフォーマット変換（2. 3 参照）』、『CF カードのフォーマット』、『CF カードへの設定値書き込み』の機能を備えている。Windows と Linux で、データフォーマット変換の処理結果に違いが出るのがこれまで何度かあり、その処理結果の差異を受けて、機材のファームウェアやデータ処理ソフトが改善されてきた。

こうした経緯もあり、現在は各 CF カードを両 OS で 1 回ずつデータを吸い上げている。これにより、CF カードをフォーマットする前に、データを 2 重にバックアップする役割も果たしている。データの吸い上げ後、両 OS で吸い上げたデータの容量やファイル名に違いがないか確認する。また、データ自体に以下に示す（1）～（3）のような現象がないか確認する。

- （1）CF カードのデータ容量がフルになっていないのに、次の CF カードにデータを書き込んでいる。
- （2）データ容量が同期間観測した他の観測点と比べて少ない、あるいは多い。
- （3）例えば、2 枚目までのデータ容量がフルとなっているのに、3 枚目の CF にはデータが全く書きこまれていない。

CF カードに書き込まれているデータは独自フォーマットのバイナリデータであり、その仕様は公開されていない。このため、不具合等の可能性があれば、CF カードをフォーマットせず、こちらで確認できることを確認したのち、システム開発業者へ調査依頼をすることになる。

ただし、ファイル名とファイル容量の確認だけでは限界もあり、後述する WIN 化処理をしてみないと問題が顕在化しないケースもある。

2. 2 CF カードのフォーマット

フォーマットは、同時に 6 枚まで処理できる Linux サーバーにて行う。後述する理由により、CF カードの予備が十分にあれば、WIN 化処理後データ確認の上、フォーマットを実行することが望ましい。

2. 3 データのフォーマット変換（WIN 化処理）

CF カードに記録されている独自フォーマットのデータを、データ処理するための形式（WIN フォーマット）に変換する。この作業を WIN 化処理と呼ぶ。同処理も、基本的に Linux サーバーにて行う。ただし、その結果に問題があったときは、Windows PC にて WIN 化処理を行い、確認および原因追究を行う。

2. 4 データ情報作成・確認

Web 上で、データ情報の確認ができるようにする（図 1 参照）。

データを WIN 化処理した後、ようやくデータの収録期間・欠測期間を調べることができる。このデータ収録期間・欠測期間と、データ回収報告の作業日時等に不整合がないか確認する。CF カードからデータを吸い上げた時点では、上記に記載したとおり、

観測点名	開始日時	終了日時	回収月	CF枚数	ファイル名	ファイルサイズ [byte]	観測期間 [日]	1日当たりのデータ容量 [byte]	前回終了日時 ~ 開始日時 [日:時:分]
DP.NKOUT	09/12/09 14:58	10/04/28 07:30	201005	4	0840584004_0912090558_1.raw	4076642304	139	88527636	null
					0840584004_0912090558_2.raw	4076642304			
					0840584004_0912090558_3.raw	4076642304			
					0840584004_0912090558_4.raw	75414528			
					null	null			
DP.NKOUT	10/05/21 14:24	10/09/29 14:49	201009	3	0970355062_1005210524_1.raw	4076642304	131	88102341	23 06:54
					0970355062_1005210524_2.raw	4076642304			
					0970355062_1005210524_3.raw	3388122112			
					null	null			
					null	null			
DP.NKOUT	10/09/29 15:07	10/11/30 15:04	201011	2	0970355062_1009290607_1.raw	4076642304	61	89533758	0 00:18
					0970355062_1009290607_2.raw	1384916992			
					null	null			
					null	null			
					null	null			

図1 データ情報

ファイル名（記録装置 No.とデータ記録開始日時の情報を含む）とその容量しか確認できない。この作業は以前、手動でエクセルファイルに情報をまとめていく、という方法をとっており、大変労力を要するものであった。これを今年度改善したので、『3 今年度業務効率化に向けて改善した点』に詳細を述べる。

2. 5 GPS グラフの作成・確認

WIN 化処理時に生成される GPS ログファイルより作成した GPS グラフを図 2 に示す。このグラフは、記録装置の内部時刻と GPS 時刻とのずれ量を時系列的に示している。データ収録期間および機材の仕様書どおり時刻ずれ量が ± 4 [msec] 以内に収まっているか、また不自然なグラフはないかの確認を行う。グラフ化するためには、1 観測点につき 2 つの GPS ログファイルから必要なデータを抽出し、そのデータをもとに GPS 時刻とのずれ量を計算させる。これも以前はエクセルを使用し、人の手によって作業する部分が多く、労力を要するものであった。詳細は『3 今年度業務効率化に向けて改善した点』にて述べる。

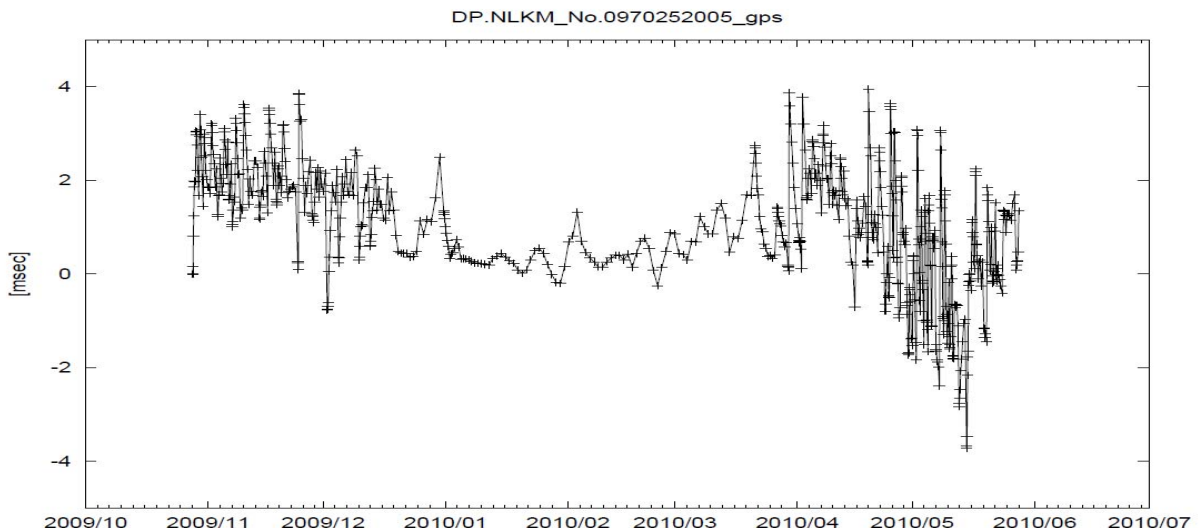


図2 GPS グラフ

2. 6 データモニタ化

WIN 化処理後のデータは、全観測点がマージされた 1 分ごとのファイルとして保存される。1 つずつファイルを開いて、波形異常やデータ異常の確認作業するのは非常に労力を要することになるので、データの波形画像（図 3 参照）やノイズレベル画像（図 4 参照）を作成し、web 上で観測点ごとのデータを参照できるようにする²。

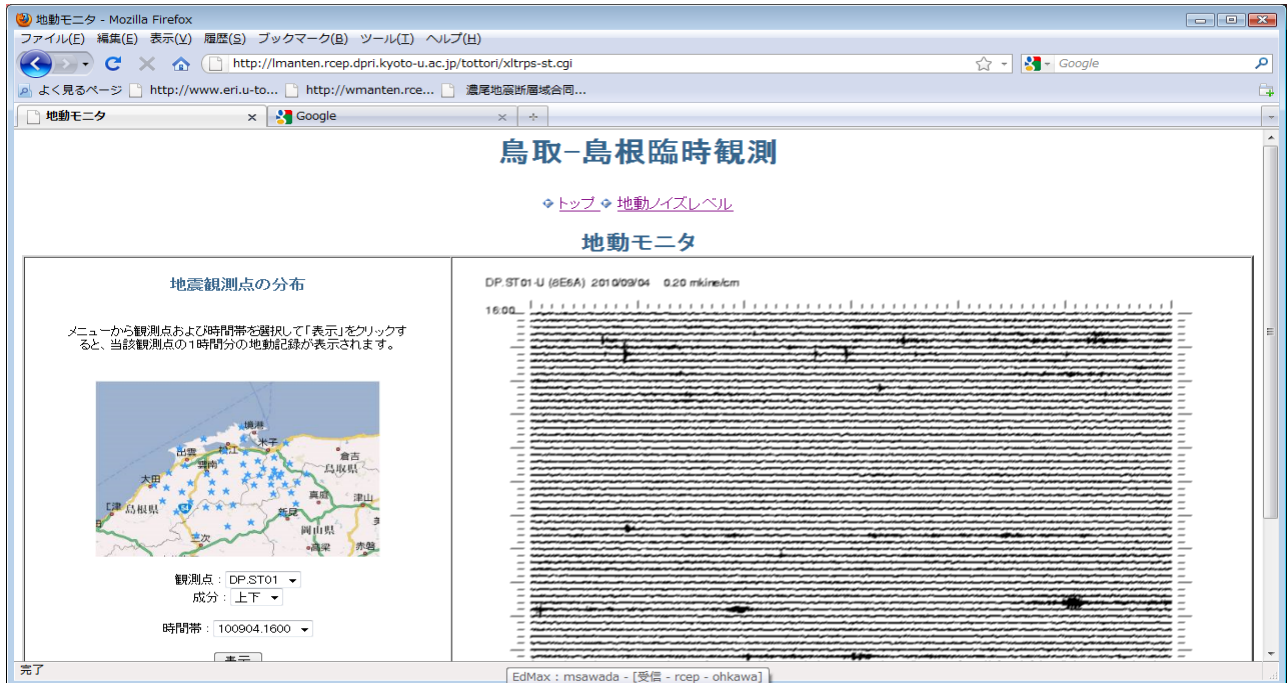


図 3 地動モニタ

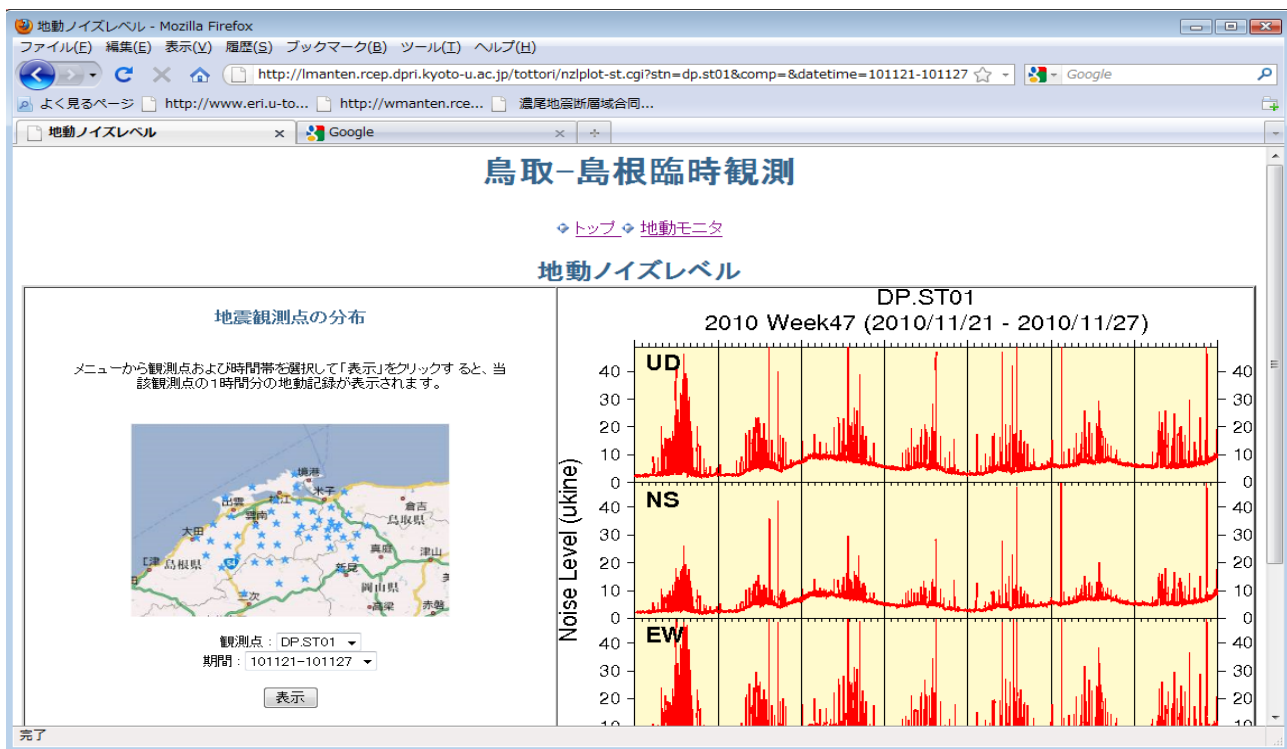


図 4 地動ノイズレベル

² この処理に必要なプログラムは大見准教授（2011 年 2 月時点で地震防災研究部門地震発生機構研究分野所属）が作られたものを使わせていただいている。

2. 7 パラメータファイルの変更・管理

パラメータファイルとは、解析時に必要かつ重要なデータであり、データに含まれる観測点の情報を含んだファイルであり、センサーの特性・データ記録装置の仕様・観測点の位置（緯度・経度）などを含む（表1参照）。

表1 パラメータファイルの内容

#[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]
0003	1	20	FUJ	U	3	10	234	m/s	1.0	0.7	54	9.77e-3	35.3103	138.6789	1040	0.0	0.0

ここで各項目の意味は次の通りです。

[1]2バイトのチャンネル番号(16進数)

[2]収録フラグ

[3]回線遅延時間(ms)

[4]4文字以内の観測点コード

[5]2文字以内の成分コード

[6]モニター波形の振幅縮率を示す指数(2の累乗数)

[7]A/D変換の量子化ビット数

[8]センサーの感度(V/入力振幅単位、入力振幅単位は[9]で示す)、実数でもよい

[9][8]における入力振幅単位、MKS系で、変位は“m”、速度は“m/s”、加速度は“m/s/s”と書くこと

[10]地震計の固有周期(s)

[11]地震計のダンピング定数

[12]センサー出力からA/D変換までの電圧増幅率(dB)

[13]A/D変換の1量子化ステップ幅(V)

[14]観測点の緯度(°)、北緯を正とする

[15]観測点の経度(°)、東経を正とする

[16]観測点の海拔高度(m)

[17]P波の観測点補正(s)、これを観測値に足して震源計算する

[18]S波の観測点補正(s)、同上

つまり、センサー交換や観測点移設があった場合、パラメータファイルを書き換えなければならない。解析に使用するデータは臨時観測点だけでなく、臨時観測点周辺の定常点と呼ばれる他大学のオンラインデータも含むため、他大学から観測点パラメータ変更の連絡を受けると、これも反映しなければならない。パラメータファイルは、パラメータの変更日時をファイル名の最後につけ管理している。

2. 8 データ処理

2. 7で作成したパラメータファイルを使用し、データ処理を行う。データ処理の大まかな流れは、『地震リストの作成』→『地震リストに沿って連続データからイベントデータの切り出し』→『震源決定』である。

地震リストの作成方法は、収録した連続データをもとにトリガー判定し、地震リストを作成する方法と、気象庁や米国地質調査所が発表している地震リストから必要な地震のみを抽出・作成する方法がある。

研究者が解析にどういうデータを必要とするかによって、地震リスト作成時のパラメータ等を調整する。この調整を行った後の作業は、東大が開発したWINシステムという既存のプログラムを使用するので、ルーチン的な作業になる。

3 今年度業務効率化に向けて改善した点

満点計画関連業務は、最初に記述したとおり、多数の人間が関わり、データ量も多く、新規のシステムを使用しているため、スムーズに事が運ぶことが少なかった。新

規に観測点が設置され続け、それぞれ満点計画関連業務以外にも担当業務がある中、効率的に業務をこなすには、どう手順化し、どういう確認作業をどの時点で行えば、ロスが少ないかを考えつつ軌道に乗せようと努めてきた。また、宇治の予知配属技術職員が減ったこともあり、業務の効率化は必須であった。まだまだ改善の余地はあると思うが、今年度改善した点を下記に記す。

○データ情報の自動作成、web化（2. 4参照）

以前は、観測点毎のデータ欠測日時を人間の目で確認し、ファイル名・ファイル容量なども1つずつコピー&ペーストして表を作成していた（図5、図6参照）。この手間を省くため、これらの作業を自動処理化し、データベースと連携させることで、必要に応じて並べ替え表示や観測点毎の表示を可能にした（図1参照）。

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	観測点	データ名	地番計	日ガ-S/N	回収	CF枚数	WN比	開始日時	終了日時	期間	CFデータ容量	データ量/1日
3	OT33	0840584026_0808170806_1.raw	L-22D	0840584026	○	2	○	2008/08/17 17:06	2008/10/07 12:04	51	4,076,642,304	107,448,424
4	OT52	0840584027_0808200047_1.raw	L-22D	0840584027	○	2	○	2008/08/20 09:47	2008/10/08 15:11	49	4,076,642,304	152,731,248
5	OT61	0840584006_0808180617_1.raw	L-22D	0840584006	○	1	○	2008/08/18 15:17	2008/10/03 21:46	46	4,076,642,304	88,105,253
6	OT63	0840584015_0808180236_1.raw	L-22D	0840584015	○	1	○	2008/08/18 12:36	2008/09/18 14:24	31	2,737,491,968	88,093,064
7	OT64	0840584007_0808180238_1.raw	L-22D	0840584007	○	1	○	2008/08/18 11:38	2008/09/18 14:01	31	2,739,642,368	88,093,362
8	OT66	0840584019_0808190637_1.raw	L-22D	0840584019	○	1	○	2008/08/19 15:37	2008/10/04 21:53	46	4,076,642,304	88,122,447
9	OT67	0840584009_0808190755_1.raw	L-22D	0840584009	○	1	○	2008/08/19 16:55	2008/09/19 10:05	31	2,708,428,800	88,178,555
10	OT68	0840584023_0808180744_1.raw	L-22D	0840584023	○	1	○	2008/08/18 16:44	2008/09/18 13:00	31	2,721,260,544	88,225,306
11	OT70	0840584022_0808190242_1.raw	L-22D	0840584022	○	1	○	2008/08/19 11:42	2008/09/18 09:58	30	2,654,664,704	88,702,366
12	OT71	0840584021_0808190128_1.raw	L-22D	0840584021	○	1	○	2008/08/19 10:28	2008/09/14 04:41	26	2,272,117,760	88,206,658
13	OT72	0840584018_0808180927_1.raw	L-22D	0840584018	○	2	○	2008/08/18 18:27	2008/10/08 08:21	52	4,076,642,304	153,890,408
14	OT74	0840584028_0808190950_1.raw	L-22D	0840584028	○	1	○	2008/08/19 18:50	2008/08/23 04:23	3	3,860,896,768	91,507,402
15	OT77	0840584030_0808190011_1.raw	L-22D	0840584030	○	1	○	2008/08/19 09:11	2008/09/01 20:38	13	1,189,188,608	88,237,831
16	OT79	0840584029_0808170622_1.raw	L-22D	0840584029	○	1	○	2008/08/17 15:22	2008/09/18 16:54	32	2,824,701,952	88,096,050
21	観測期間が5日以上											
22	次回観測開始時までの欠測期間が1日以上											
23	CFカード容量FULL											
24	1日当たりのデータ容量が、100MBを超えている											
25	WN比できない											

図5 回収月毎にまとめたデータ情報

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	観測点	開始日時	終了日時	期間	欠測	開始日時	終了日時	期間	欠測	開始日時	終了日時	期間
3	OT26					2008/09/17 15:50	2008/10/08 13:32	21	0:10	2008/10/08 13:42	2008/10/23 09:47	15
4	OT27					2008/09/17 13:49	2008/09/20 23:13	3	1:18	2008/10/08 13:33	2008/10/23 10:48	15
5	OT33	2008/08/17 17:06	2008/10/07 12:04	51	0:14					2008/10/07 12:18	2008/10/24 12:05	17
6	OT47											
7	OT50											
8	OT52	2008/08/20 09:47	2008/10/08 15:11	49	0:24					2008/10/08 15:35	2008/10/23 15:27	15
9	OT56											
10	OT61	2008/08/18 15:17	2008/10/03 21:46	46	4					2008/10/07 13:09	2008/10/24 10:54	17
11	OT62											
12	OT63	2008/08/18 12:36	2008/09/18 14:24	31	0:25	2008/09/18 14:49	2008/10/07 14:39	19	0:14	2008/10/07 14:53	2008/10/30 14:07	23
13	OT64	2008/08/18 11:38	2008/09/18 14:01	31	0:14	2008/09/18 14:15	2008/10/07 14:14	19	0:16	2008/10/07 14:30	2008/10/30 14:27	23
14	OT65											
15	OT66	2008/08/19 15:37	2008/10/04 21:53	46	4					2008/10/08 11:26	2008/10/23 12:28	15
16	OT67	2008/08/19 16:55	2008/09/19 10:05	31	0:12	2008/09/19 10:17	2008/10/08 10:51	19	0:10	2008/10/08 11:01	2008/10/23 13:13	15
17	OT68	2008/08/18 16:44	2008/09/18 13:00	31	0:16	2008/09/18 13:16	2008/09/27 09:10	9	1:10	2008/10/07 16:03	2008/10/24 12:55	17
18	OT69											
19	OT70	2008/08/19 11:42	2008/09/18 09:58	30	0:11	2008/09/18 10:09	2008/09/18 16:34	0	2:25	2008/10/08 09:53	2008/10/22 16:34	14
20	OT71	2008/08/19 10:28	2008/09/14 04:41	26	4	2008/09/18 09:40	2008/10/08 09:15	20	0:06	2008/10/08 09:21	2008/10/22 17:12	14
21	OT72	2008/08/18 18:27	2008/10/09 08:21	52	0:23					2008/10/09 08:44	2008/10/21 06:02	12
22	OT73											
23	OT74	2008/08/19 18:50	2008/08/23 04:23	3	2:26	2008/09/17 17:53	2008/10/03 15:36	16	4	2008/10/07 17:51	2008/10/22 14:13	15
24	OT75											
25	OT77	2008/08/19 09:11	2008/09/01 20:38	13	1:17	2008/09/18 08:48	2008/10/08 08:40	20	0:14	2008/10/08 08:54	2008/10/22 15:44	14
26	OT79	2008/08/17 15:22	2008/09/18 16:54	32	0:13	2008/09/18 17:07	2008/10/07 16:31	19	0:19	2008/10/07 16:50	2008/10/24 09:11	17
27	OT81											
28	OT82											
29	OT83											
30	OT84											
31	OT85											
34	観測期間が5日以下											
35	次回観測開始時までの欠測期間が1日以上											
36	WN比できない											

図6 欠測期間情報

○GPS データのグラフ自動作成（2. 5 参照）

表 2 gps1 ファイルの詳細

No.	例(1行目参照)	データ内容
1	0	「0」固定です。
2	080828080742	データ記録開始日時です。(UTC 時刻) 例では 2008 年 8 月 26 日 08 時 07 分 42 秒となります。
3	548	装置起動時点からの積算秒です。 例では先頭が 548 秒となっています。
4	122880000	GPS を元に調整した後の内部水晶発振の周波数です。122880000(4.096MHz ×30 秒間のカウント数)です。122879999 または 122880000 のいずれかとなります。
5	0	GPS の 1pps 信号と内部時間とのズレを示します。4.096MHz のカウント値となります。先頭は 0 で、2 回目に隣にズレが記録されます。0~2048000 は内部クロックが遅れ、2048001~4095999 は内部時計が進みをあらわします。4096=1ms となります。 例は 2 回目の GPS 補正時には 0.01ms 遅れ、3 回目は 0.05ms 進みを示します。
6	-1	GPS の 1pps と内部時計のズレの、前回との差を示します。
7	0	次回 GPS 補正までの実施時間を示します。
8	23.2	内部温度を示します。
9	12.1	供給電源電圧を示します。
10	9356	この時に電圧制御水晶発振器に与えた補正値を示します。

WIN化処理時に、GPS補正動作毎に内部時計とGPS時計のずれ量などを記録したファイル（以下gps1ファイルと称す）が出力される（表2参照）。内部時計のずれが、4[msec]（250Hzサンプリングの場合）を超えると、WIN化の際にサンプルを挿入または削除することでデータ補正を行い、その結果も別ファイル（以下gps3ファイルと称す）として出力される。この2つのファイルを使って、GPS時刻と内部時計のずれ量を計算する。

gps1 ファイルは半年データを記録した場合でおよそ 3000~7000 行（観測点によって異なる）の数値データとなる。以前は、この数値データをエクセルファイルに読み込み、GPS 時刻とのずれ量を半手動で計算させ、gps3 ファイルの情報からさらにデータを補正し、観測点毎にグラフ化していた（図7参照）。

エクセルでこの作業を行うには、テンプレートを作ってもある程度時間がかかり、また gps3 ファイルの情報を組み込むところでは必ず人の目と手によるデータ補正作業が必要であった。この一連の作業を自動で処理できるようプログラムし、多数の観測点データを一括でグラフ化するツールを作成した。プログラムは、シェルスクリプトと perl を組み合わせ、グラフ作成には gnuplot を使用した。

これまで、GPS データは解析に使用するものではなく、データ収録装置や GPS アンテナに異常がないか確認するためのものであった。データの時刻精度に問題がある場合は、解析時にも明らかになるので、何らかの異常があった場合に該当する観測点の GPS データを見返すことはあっても、GPS データをすべて確認する、ということは他のプロジェクトでは行っていなかった。満点計画では、GPS 時刻と内部時計のずれ量が [msec] オーダーであっても、解析時に利用したいとの要望があったため、『日時』と計算させた結果の『時刻ずれ』の 2 つの情報のみを使いやすいデータに出力する必要があった。このため、自動処理化は必須であった。

グラフ作成を自動化したことにより、エクセルでは手動で変更の必要があった時間軸のスケールを統一でき、他の観測点グラフとの比較もしやすくなった。また、観測点ごとにグラフを PDF ファイル出力するので、web ページとの連携も可能になった。これについては、まだできていないので今後の課題とする。

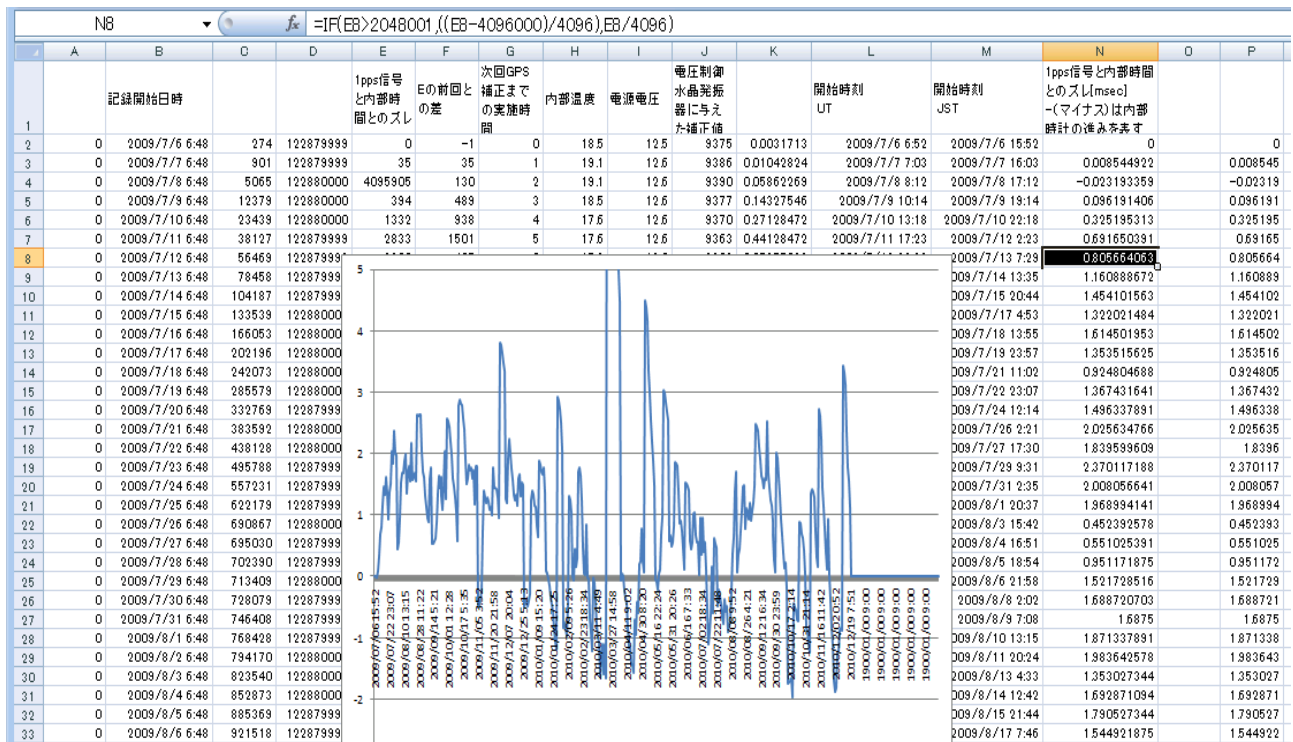


図7 以前のGPSグラフ

○観測機材情報のデータベース化

観測機材（センサー、ロガー）の情報をデータベース化し、一覧表示、選択表示、並び替え表示を可能にした（図8参照）。これにより、複数の関係者がネットワーク越しに最新の情報を共有することができ、必要な情報にたどり着くまでの時間を短縮することができる。

さらに、機材 No.検索機能をつけ、詳細な情報を別画面で表示させるようにした（図9参照）。この画面から、情報の更新および訂正を行うことで情報を一元管理し、機材の使用履歴表示も可能となった。また、試験成績書も、以前は PDF ファイルとしてまとめて管理されているだけであったため、点の記などから、調べたい観測点に使用されているセンサーNo.を取得したのち、その PDF ファイルを手動で探さなくてはいけなかったが、web ページと連携することで、この手間を省くことができるようになった。

今後の発展としては、センサーの詳細情報は先述したパラメータファイルに使用される情報であるので、データベース化したことでパラメータの自動作成および自動確認が可能となる。



図 8 センサー情報一覧



図 9 センサー詳細情報

4. 今後の課題

以上述べた業務や効率化策の内、先述した、今後さらなる改良や改善が必要とされるものを以下に示す。

まず改良しなければならないのが GPS グラフ作成プログラムである。GPS ログに問題があった場合の処理プログラム追記と、その問題を知らせるアラーム機能のようなものをつけたいと考えている。

次に、CF カードや消耗品の管理については、まだデータベース化できておらず、これも web ページにて情報共有および更新ができるようにしたい。

さらに、来年度からデータ回収を業者に委託していく予定なので、業者が web ページからデータ回収報告できるよう、データベースや web ページのセキュリティおよび

アクセス制限について見直さなければならない（現在は、予知センター外部からのアクセスは許可していない）。

その他においても、前章で記述した通り、GPS グラフと web ページの連携、パラメータファイルの自動作成など、自動処理できるところは自動化し、その結果確認もできるだけ簡単にする方法（例えば、『図 1 データ情報』の web ページで、欠測期間が 1 日以上の場合色つき表示にするなど）を考えていく。

また、今回記述したデータ処理は、いずれルーチン化し地震予知研究センターで雇われているサポートスタッフに委託していくのが望ましい。そのためには、新規に開発されたシステムの特性に影響を与える要因を理解し、これまでのトラブル内容・人的ミスを把握した上で、過不足ない手順書を作成しなければならない。

以上