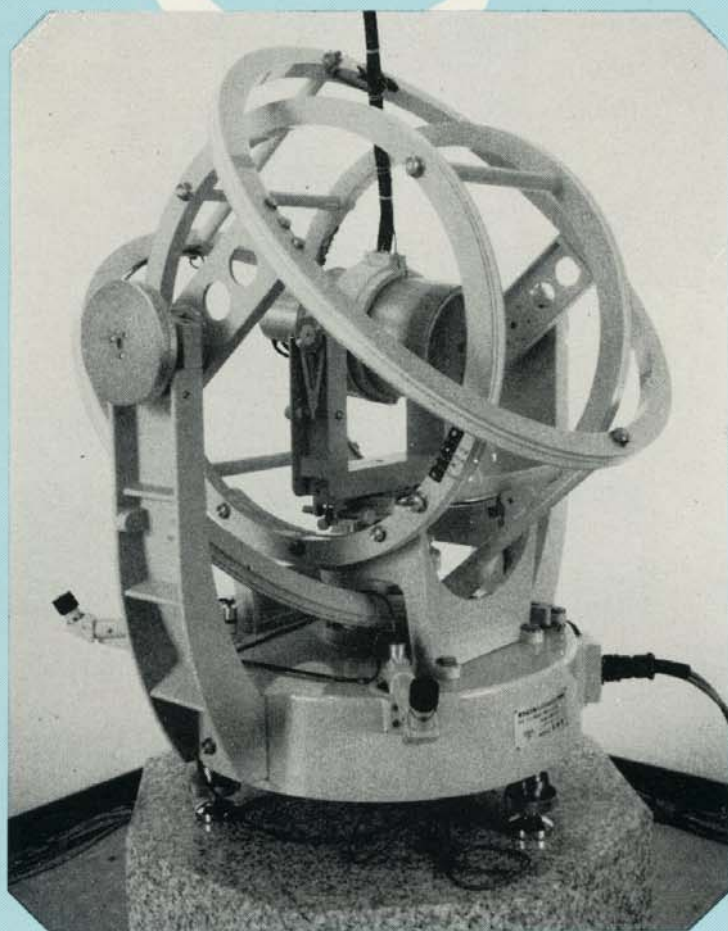


気 象 庁

標準磁気儀のしおり



KASMMER

1972

地磁気観測所

## 標準観測の生い立ち

わが国の地磁気観測は明治16年(1883)第1回国際極年のとき東京において始められました。その後明治30年(1897)から自記記録に加えて田中館式磁気儀を使い絶対値測定を行なって本格的な地磁気観測が始まりました。大正2年(1913)現在地(柿岡)に移りエーデルマン型磁気儀を使用しましたが、大正13年(1924)柿岡が標準観測所に指定されましたのでシュミット型標準磁気儀を購入して(1929)絶対値測定を強化しました。この器械は長期間日本の標準器としての使命を果たしてきましたが次第に旧式となり精度も悪くなりましたので、1950年代になり新標準磁気儀の製作を計画し、柿岡の設計になる万能型標準磁気儀A-56が昭和31年(1956)に完成しました。また昭和39年(1964)にはプロトン磁力計も加えて近代的標準観測の体制が整うかみえました。しかし学問技術の急速な進歩に伴ない、地磁気標準値の精密度を高めると共に、これを常に迅速にしかも計算機にかかるような形で供給することが要請されるようになってきました。万能型標準磁気儀A-56が老朽し更新を必要とするようになったので、この要請を満たす新しい標準観測の体系を計画し新標準磁気儀KASMMERを製作しました(1972)。

## 構成と機能

この標準磁気儀 KASMMER は大別して光ポンピング磁力計(5台)、比較校正装置およびデータ処理システムの3部分からなっています。光ポンピング磁力計の4台は地球磁場の4成分(水平分力、偏角、垂直分力および全磁力)を測定します。のこりの1台は持ち歩いて場所による違いを測定することができます。比較校正装置は大型コイルの中に備えられたプロトン磁力計と角度測定器からできていて、光ポンピング磁力計の絶対値の校正に使われます。またそのほかの磁気儀、磁力計の比較校正に使うこともできます。比較校正を精密に行なうため大型コイルを使って地磁気変化を打ち消すことができるようになっています。光ポンピング磁力計や比較校正装置の測定値はデータ処理システムに直結して計算、処理、記録します。計算はミニコンピュータ(2台)で行ない、デジタル測定値は磁気テープに集録されます。アナログ記録もレコーダに記録されます。ほかのアナログ記録、カードまたは磁気テープのデジタル記録をこのデータ処理システムに入力して、KASMMERの測定値と比較することもできるようになっています。地球磁場を直接感じる器械の部分は、近くに鉄類があってはならないので、独立した6棟の非磁性観測室に設置されています。非磁性観測室からケーブルで計測処理室に導き、この計測処理室内に電子計測器、データ処理システムが置かれています。

## 各部のあらまし

### 1 光ポンピング磁力計

原子のゼーマン効果(磁場があるとスペクトル線が分裂する)を上手にとり出す方法の一つに光ポンピング法というものがあります。これを利用したものが光ポンピング磁力計です。KASMMERではセシウム原子を使っています。セシウム原子に光と電波を当てて光ポンピング法で共鳴をおこさせると、このときの電波の周波数が磁場の強さに比例します。比例定数は原子によってきまっているので周波数を測定すれば磁場の強さがわかります。

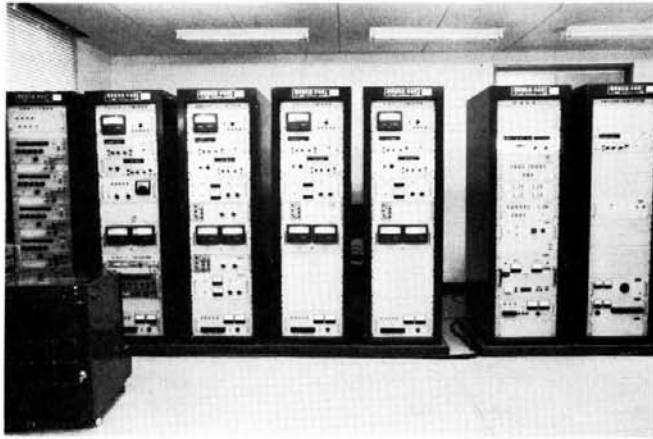
地球磁場ですとおよそ160キロヘルツ(kHz)ぐらいになります。セシウム気体を封じこんだ吸収セル、セシウムランプ、光検知器、高周波コイル、レンズ、フィルター等を組立てたセンサーと増幅器、位相器などの電子機器が一体となって検出器を構成し原子発振器として働きます。KASMMERではこの部分を検出器室(非磁性観測室)に設置してあります。



光ポンピング磁力計水平分力用検出部  
(表紙の写真は光ポンピング磁力計全磁力用検出部)

地球磁場を各成分に分解して測定するために検出器のまわりに補償コイルが設けられています。この補償コイルを使って不要な成分を打ち消し必要な成分だけとり出すことができます。水平分力、偏角、垂直分力および全磁力用の4台ありますがそのうち全磁力用検出器には特別な補償コイルを取り付け、直交磁場を交互に加えて順次各成分を測定(ASMO方式)できるようになっています。ほかの1台は補償コイルがなく全磁力専用で持ち運んで場所による磁場の違いを測定できます。

光ポンピング磁力計のプログラム制御およびモニター記録は計測処理室で行ない、電子時計、補償コイルの安定電

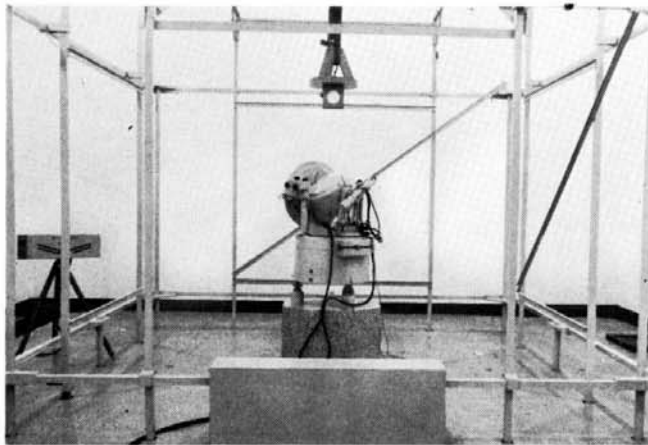


光ポンピング磁力計計測部

源なども備えられています。デジタル計測値はデータ処理装置に直結して供給されます。

## 2 比較校正装置

プロトン磁力計検出器と角度測定器が大型コイルの中心部に設置され比較校正室（非磁性観測室）にあり、計測部、補償安定電源などの電子機器は計測処理室にあって比較校正室内の器械とケーブルで結ばれています。プロトン磁力計によって全磁力、角度測定器によって偏角、伏角を測定し光ポンピング磁力計の測定値と比較し校正します。これは光ポンピング磁力計の測定値が長い期間に少しずつ



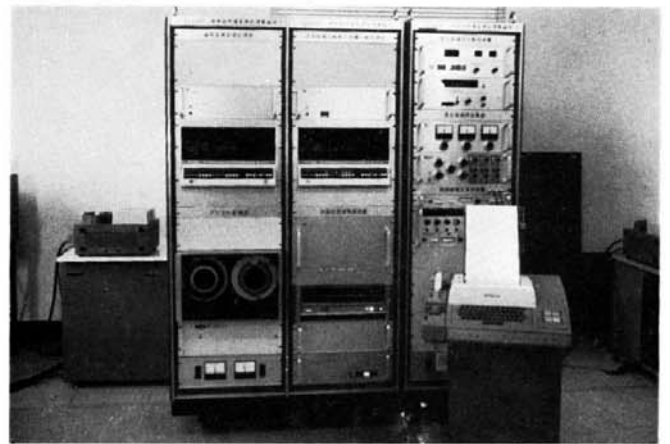
大型コイルとプロトン磁力計検出器・角度測定器

たり部品の交換によって多少変わるのを校正するためのものです。従ってこの比較校正装置は必要に応じて手動で動かしますが、プロトン磁力計を自動的に働かして測定をくりかえすことも出来ます。いずれの場合も比較測定値はデータ処理システムで計算処理し、光ポンピング磁力計の測定値を自動的に校正します。

プロトン磁力計は磁化した水素原子核が地球磁場の中で首振り回転をするのを利用したもので、回転の周波数が磁場の強さに比例します。周波数はおよそ2キロヘルツくらいです。角度測定器は回転するコイルの軸が磁場の方向に合っていないと誘導起電力を生じることを利用して、信号

の出なくなる方向、つまり磁場の方向を測定する器械です。KASMMER では別にコイルを備え地球磁場と反対の磁場を加えて消去し、この加えた磁場の方向を測るという新しい技術を採用しています。

プロトン磁力計センサーや角度測定器の入っている大型コイルは一辺3mの方形コイルを対にして、これを3対組合わせてあります。各コイル対には地球磁場各成分の変化に応じた電流を流して変化分を打ち消せるようになっています。電流は計測処理室の光ポンピング磁力計の出力から供給されます。観測者はこの大型コイルの中に入って器械を操作します。このため器械に振動を与えないよう比較校正室の中段に第2の床が設けてあります。大型コイルは2組あるので別の磁気儀、磁力計を同時に比較観測することができます。



データ処理システムおよび変化磁場消去装置

## 3 データ処理システム

光ポンピング磁力計、比較校正装置の計測値およびほかの器械による地球磁場計測値（アナログ、デジタル）を計算処理し、印字・図化、記録するための装置です。主なハードウェアには次のようなものがあります。

ミニコンピュータ (HITAC 10)	2台
磁気ディスク	磁気テープ記録器
データタイプライタ (高速および低速各1台)	
カード読取機	X-Yプロッタ
キーボードテープ	カーブ読取機



X-Yプロッタ、データタイプライタおよびカード読取機



キーボードテープおよびカーブ読取機

光ポンピング磁力計の運転中は常時ミニコンピュータに直結し、毎分毎のデジタル値が保存されます。これから必要な計算処理を行なって、例えば毎時平均値の月表などを印字出力することができます。比較校正装置の計測値もここで処理されます。これらの処理のため標準型のプログラムが多数用意されています。

#### 4 性能

KASMMER の総合精度は絶対値確度で 0.1 ガンマ、分解能 0.01 ガンマ、応答度 DC-20 ヘルツとして設計され、光ポンピング磁力計の分解能、応答度はこの値をみたくしています。光ポンピング磁力計の絶対値の安定度は 0.1 ガンマ/週程度であるので比較校正観測によって校正します。プロトン磁力計の精度は 0.1 ガンマ、角度測定器の目盛精度は 1 秒です。

デジタル計測の場合のサンプリングレートは光ポンピング磁力計では 3 秒、プロトン磁力計では 6 秒です。

#### 5 観測室・敷地

当観測所構内南部のおよそ 13,000m<sup>2</sup> の土地を平坦に地ならして非磁性観測室 7 棟の敷地としています。ここに 4 棟の検出器室、および比較校正室、比較制御室、材料試験

室各 1 棟があります。非磁性観測室の延建坪は 142m<sup>2</sup> となっており、主な部分は花崗岩碎石を白セメントで固めたコンクリートブロックを使い、真鍮筋で補強し、断熱材を貼り断熱材入りアルミ壁を外壁に使い、屋根もアルミにしています。器械台は稲田産の花崗岩で作ってあります。非磁性観測室の材料は小物にいたるまですべて磁性の検査をして、磁性のないもののみを使っています。比較校正室には非磁性ヒーターとクーラーを用意してありますが、クーラーは磁性があるので観測時には一時遠方に退避させます。

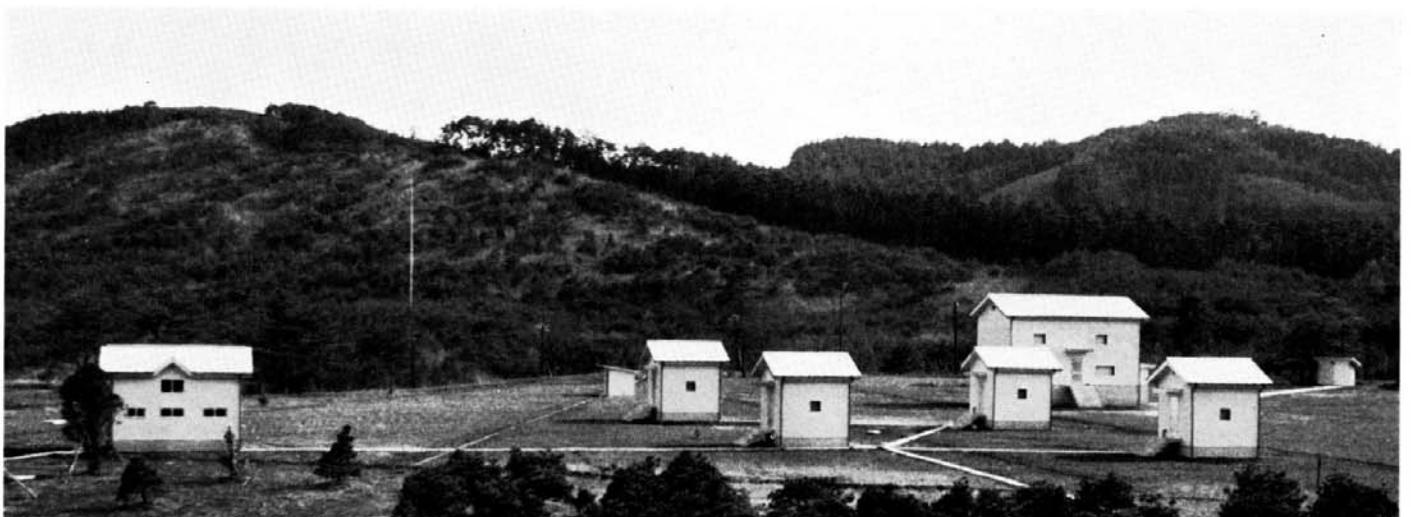


計測処理室

敷地全体にわたって整地前および後にしばしば磁気測量を行なって磁場分布の変化を監視しています。計測処理室 (85m<sup>2</sup>) は既存の庁舎地域に建て、磁性のある器機類を収容してあります。非磁性観測室と計測処理室間およそ 200 m は 80 回線のケーブルで結ばれています。また 12kVA の停電時予備電源は別の建物に用意されています。

#### 6 標準磁気儀 (KASMMER) 整備経過

昭和42—44年度	準備調査
昭和45年度	敷地造成
昭和45—46年度	機器製作
昭和46年度	建物新営



標準磁気儀 (KASMMER) 非磁性観測室

H= 29700.0 Z= 34400.0 D= 6. I= 49 X= 29400.0 Y= 2900.0 F= 45400.0

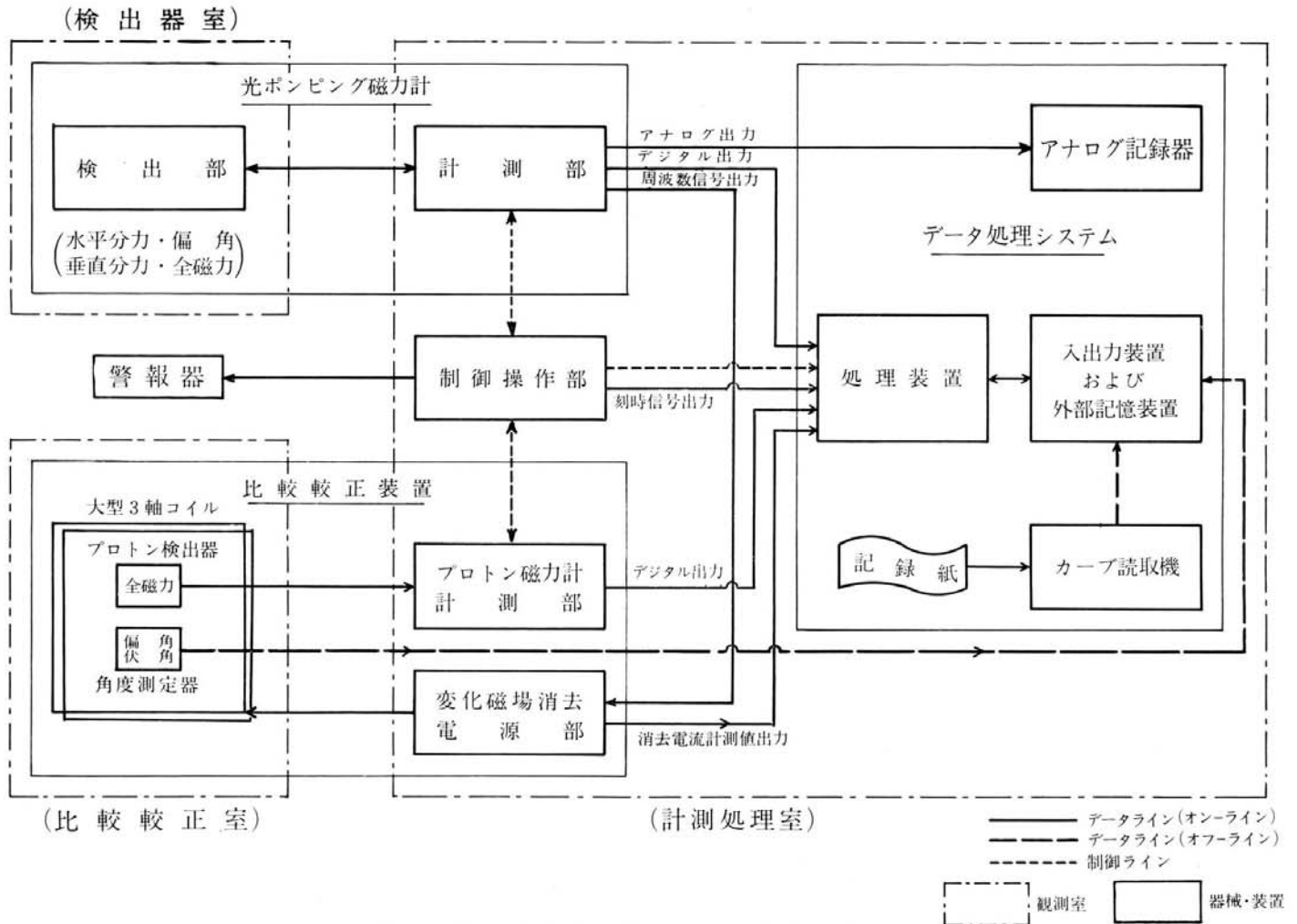
	H	Z	D	I	X	Y	F	A	M	L	N
01	410.9	227.5	15.37	-0.568	531.6	381.3	488.0	-0.2 00 00	60		
02	409.6	226.5	15.09	-0.545	530.6	378.7	486.4	-0.2 00 00	60		
03	408.7	226.0	14.86	-0.516	529.9	376.7	485.4	-0.2 01 00	60		
04	406.6	226.1	14.65	-0.389	528.0	374.5	484.2	-0.2 00 00	60		
05	410.0	230.6	13.96	-0.362	532.1	368.9	489.8	-0.2 00 00	60		
06	411.7	230.2	12.61	-0.477	535.0	357.4	490.6	-0.2 00 00	60		
07	404.7	232.6	11.16	-0.401	529.4	343.9	481.1	-0.1 00 00	60		
08	397.5	213.0	10.61	-0.519	522.8	338.4	468.4	-0.1 00 00	60		
09	387.6	198.5	11.12	-0.672	512.4	341.8	450.9	-0.2 00 00	60		
10	380.8	185.3	12.11	-0.945	504.7	349.6	436.3	-0.3 00 00	60		
11	382.0	187.9	14.73	-0.885	503.5	372.6	439.1	-0.3 00 00	60		
12	388.7	198.3	17.49	-0.751	507.4	397.3	451.3	-0.3 02 00	60		
13	400.4	214.9	19.95	-0.600	516.8	420.0	471.5	-0.4 06 00	60		
14	405.5	220.5	20.99	-0.617	520.0	429.6	479.0	-0.4 14 00	60		
15	407.8	221.5	20.50	-0.697	523.6	435.6	481.3	-0.4 02 00	60		
16	408.2	221.5	19.09	-0.722	525.4	413.4	481.6	-0.4 06 00	60		
17	410.3	222.2	17.50	-0.800	526.9	399.8	483.5	-0.4 08 00	60		
18	410.5	224.0	15.97	-0.721	530.6	386.5	485.1	-0.3 00 00	60		
19	409.7	222.9	15.37	-0.729	530.4	381.2	483.7	-0.3 01 00	60		
20	410.1	223.1	15.43	-0.726	530.7	381.7	484.3	-0.1 00 00	60		
21	410.8	224.5	15.42	-0.705	531.5	381.7	485.8	-0.1 00 00	60		
22	414.2	224.2	15.44	-0.774	534.8	382.3	487.8	-0.1 00 00	60		
23	411.6	224.2	15.51	-0.776	532.2	382.6	485.9	-0.1 00 00	60		
24	412.0	225.6	15.25	-0.720	532.8	380.3	487.3	-0.1 00 00	60		

毎時値アウト-プット例

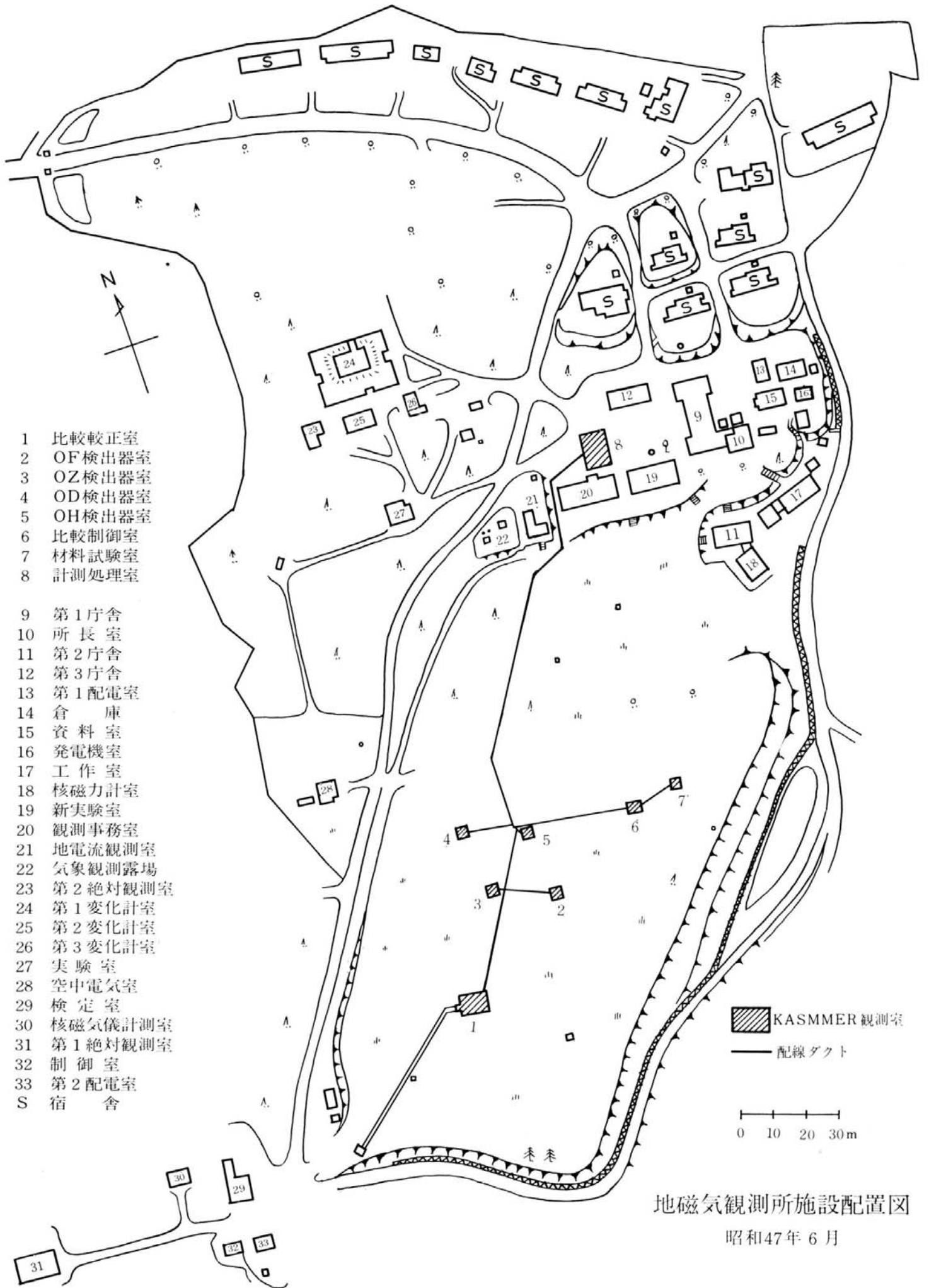
H= 29700.0 Z= 34400.0 D= 6. I= 49 X= 29400.0 Y= 2900.0 F= 45400.0

	H	Z	D	I	X	Y	F	A
05H00M	401.0	232.1	13.60	0.256	523.4	364.8	485.4	0.239
05H01M	400.9	232.1	13.60	0.265	523.3	364.8	485.4	0.304
05H02M	400.8	231.9	13.58	0.262	523.2	364.6	485.2	0.321
05H03M	400.8	232.4	13.60	0.262	523.2	364.8	485.5	0.244
05H04M	400.8	231.9	13.58	0.254	523.2	364.6	485.1	0.221
05H05M	400.9	232.3	13.56	0.272	523.4	364.4	485.5	0.254
05H06M	401.3	232.3	13.56	0.245	523.8	364.5	485.7	0.191
05H07M	401.5	232.4	13.54	0.245	524.0	364.4	486.0	0.284
05H08M	401.6	232.5	13.54	0.255	524.1	364.3	486.3	0.443
05H09M	401.3	232.7	13.49	0.265	523.8	363.9	486.0	0.189
05H10M	401.4	232.6	13.52	0.261	523.9	364.2	486.1	0.259
05H11M	401.4	232.7	13.58	0.268	523.8	364.7	486.2	0.324
05H12M	401.3	232.7	13.61	0.271	523.7	364.9	486.1	0.289
05H13M	401.0	232.4	13.63	0.269	523.4	365.1	485.6	0.212
05H14M	400.8	232.4	13.70	0.288	523.1	365.6	485.6	0.344
05H15M	400.5	232.0	13.73	0.279	522.8	365.9	485.0	0.242
05H16M	400.1	232.1	13.74	0.306	522.4	365.9	484.8	0.229
05H17M	399.8	232.1	13.79	0.323	522.1	366.3	484.6	0.226
05H18M	399.9	231.8	13.81	0.300	522.1	366.5	484.4	0.187
05H19M	399.8	231.9	13.83	0.316	522.0	366.7	484.5	0.277
05H20M	399.6	232.0	13.85	0.323	521.8	366.9	484.3	0.133
05H21M	399.4	232.3	13.89	0.349	521.6	367.2	484.4	0.138
05H22M	398.4	231.7	13.88	0.390	520.6	367.0	483.5	0.346
05H23M	398.0	231.3	13.84	0.391	520.2	366.6	482.9	0.311
05H24M	397.4	230.8	13.79	0.398	519.7	366.0	482.1	0.262
05H25M	397.0	230.6	13.72	0.418	519.3	365.4	481.8	0.395
05H26M	397.6	230.7	13.76	0.391	519.9	365.8	482.3	0.426
05H27M	397.6	230.7	13.67	0.385	520.0	365.0	482.2	0.326
05H28M	397.5	230.7	13.62	0.388	519.9	364.6	482.1	0.292
05H29M	397.1	230.6	13.63	0.408	519.5	364.7	481.8	0.329
05H30M	397.3	230.9	13.74	0.408	519.6	365.6	482.1	0.272



毎分値アウト-プット例



標準磁気儀 (KASMMER) ブロックダイアグラム



- 1 比較校正室
- 2 OF検出器室
- 3 OZ検出器室
- 4 OD検出器室
- 5 OH検出器室
- 6 比較制御室
- 7 材料試験室
- 8 計測処理室
  
- 9 第1庁舎
- 10 所長室
- 11 第2庁舎
- 12 第3庁舎
- 13 第1配電室
- 14 倉庫
- 15 資料室
- 16 発電機室
- 17 工作室
- 18 核磁力計室
- 19 新実験室
- 20 観測事務室
- 21 地電流観測室
- 22 気象観測露場
- 23 第2絶対観測室
- 24 第1変化計室
- 25 第2変化計室
- 26 第3変化計室
- 27 実験室
- 28 空中電気室
- 29 検定室
- 30 核磁気儀計測室
- 31 第1絶対観測室
- 32 制御室
- 33 第2配電室
- S 宿舎

 KASMMER観測室  
 配線ダクト  
  
 0 10 20 30m

地磁気観測所施設配置図  
 昭和47年6月