

昭和基地の新地震計室と地震検知率

神沼 克伊・千葉平八郎*

The New Seismographic Vault and the Detection Capability of Syowa Station, Antarctica

Katsutada KAMINUMA and Heihachiro CHIBA*

Abstract: A new vault for seismographs was built at Japanese Antarctic Station Syowa (SYO) and the observation of the HES and the Long-Period seismographs started on March 1, 1970.

The old seismograph room was not adequate for detecting the extreme micro-seismic activities when the wind velocity exceeded 10 m/s. In the new vault, however, the earthquakes can be identified even when the wind velocity is over 20 m/s in summer and 30 m/s in winter.

The earthquake detection capability in the new vault is reported here. We examined how many earthquakes reported in the summary report of NOAA were detected as P phase groups (P and PKP) on the HES seismograms at SYO during the period from March to December, 1970. The detection capability of SYO is 23%, which is a few times larger than that of the old one. The detection capability is discussed in connection with the magnitude and the epicentral distance, and is compared with those at other stations.

1. は し が き

昭和基地での地震観測は1959年、第3次観測隊より HES 地震計を用いて開始された。第3次隊から第7次隊まで、すなわち、1959年2月～1962年2月と1966年2月～1967年1月の観測場所は、現在の通信棟脇ヘリポートの西側の山の東斜面であった。内地で作られた地震計室は宗谷の力では運ぶことができず、地震計3成分を大きな木の箱でおおっただけであった (ETO, 1962; KAMINUMA and MURAUCHI, 1969)。

1966年、日本の南極観測が再開された時、定常観測としての地震部門の目的は、HES 短周期地震計と Press-Ewing 型長周期地震計とを用いた自然地震の観測であった。長周期地震計は1年おくれで1967年に設置されることになり、第7次隊により基地に運び込まれてい

* 東京大学地震研究所. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo.

た地震計室を地磁気変化計室の東側、約 100m の地点の岩盤上に建設した。

筆者の一人（神沼）はその建設の任に当たったが、最初から、次の 2 点が不満であった。

- i) 地震計室が、HES 地震計用に設計されており、長周期地震計を置くには狭すぎる。
- ii) 雑微動の少ない、良い記録を得るためには当初の計画通り、少なくとも半地下式にするべきである。

i) の狭い事は、建物の入口に前室を作り、HES 地震計 3 成分を前室に、長周期地震計 3 成分を本室に置くことで一応解決した。但し、地震計室内での地震計検定などの作業は不可能に近かった。ii) の点については、過去の越冬隊による写真などから判断して、少なくとも冬期間はドリフトのため事実上半地下室になるものと期待される地点に建設した（神沼他、1968）。

もちろん越冬期間を通じて、地震計室全体を石やドラム缶でおおうなどの試みをし、より良い条件を模索したが、第 8 次隊当時の日本隊の建設力では、上述のドリフト案で我慢せざるを得なかった。

しかし、この地震計室で実際に観測を始めてみると、予想されたことではあったが、風により生ずる建物の振動が大きく、記象上にノイズとして現われ、風速が 10 m/s 位の気象条件になると、地震記象を読みとることは不可能に近かった。

この新しい地震計室で観測を始めた 1967 年から、越冬全期間を通じ昭和基地で地震記録の読み取りを行ない、結果を USCGS（現在の NOAA）に報告することを開始した。1959 年第 3 次隊により、細々と始まった昭和基地の地震観測も、ようやく、一人歩きが出来るようになった。それと同時に、地球上、特に南半球で起こった地震の震源の決定に、昭和基地における観測の果たす役割は増大した（神沼、1968; KAMINUMA, 1969）。

当然のことながら、さらに良い条件での観測を希望する声が起こり、新しく半地下式の地震計室を作る予算が計上され、1970 年 2 月第 11 次隊により、岩盤を掘り起こし、南極では珍しい、地下式の地震計室の完成をみた。

この新しい地下式地震計室の設計から、建設まで、また地震計の設置状態についての詳細、および、この地震計室の完成によって、HES 短周期地震計の検知能力がいかに大幅に改善されたかについて報告する。

2. 地震計室

2.1. 設 計

新地震計室の平面図を図1に示した。この設計にあたり次の点を注意した。

- i) HES 地震計室と長周期地震計室は別々にするとともに、別に前室を設けて、室内への出入時に外気が直接地震計室内に侵入するのを防止する。
- ii) 建物全体を地下式又は半地下式にし、ブリザードの時など、風による建物の振動を防止する。

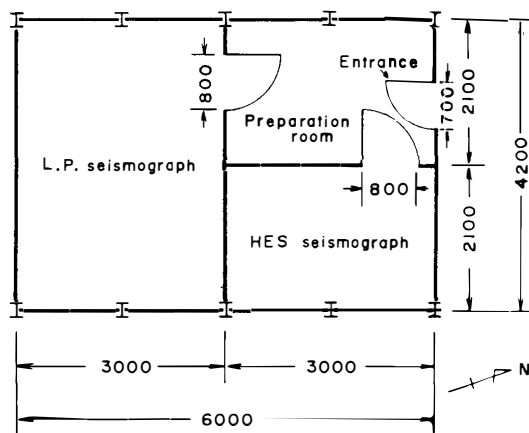


図1 新地震計室の平面図

Fig. 1. Floor plane of the new seismographic vault.

建物を地下式にするため柱は鉄骨、壁と屋根はデッキプレート、床はコンクリートとし、屋根を厚さ1mの土砂でおおっても十分に耐える強度にした。建物内の排水は、もし漏水があったとしても、それは夏季の非常に短い期間であると思われるので床コンクリートに溝を掘り、前室に集水して、くみ出すことにした。

2.2. 建 物

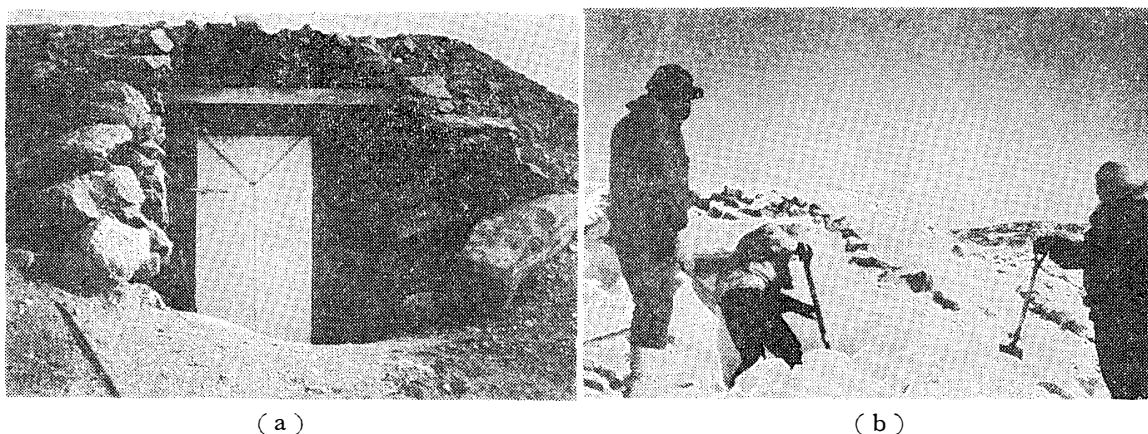
国内において建設予定地と考えていた場所は、旧地震計室の南西約30mの地点であった。しかし地磁気変化計室から、あまり離れておらず、建物の材料が鉄製品であり、地磁気測定への影響が心配された。また、斜面がゆるく工事が困難であることや道路に近すぎるなどから建設地を再検討し、最高点の東北東約100mの水汲み沢南岸の現在地を選定した。

建物を半地下式にするため、北側斜面の岩盤を長さ15m、奥行6m、高さ3mのL字型に掘り出した。まずブルドーザで荒削りをして、堅い岩盤を露出させ、ダイナマイトでそれを破壊し原型を作った。床面の仕上げは削岩機を用いて、ダイナマイト使用による亀裂などを取りのぞいた。コンクリート量を少なくするために、床面がほぼ水平になるまで掘り下げた。建物の土台と地震計設置用の台とを切離してコンクリートをうった。地震計台は床面よ

り15 cm 高くした。また、床面と土台の間には排水溝を作り前室に集水する様にした。凍結を考慮して最終排水はくみ出し方法をとった。

土台は基礎コンクリートにアンカーボルトを埋めて結合させ、建物の組立はクレーン車を使用して鉄骨をつくり、骨組を作り、壁パネルを取りつけた。コーキング材料で隙間や穴を埋め、断熱材料としてプロベストを建物の内側に吹きつけた。また、吹付けに水を使用していたので、暖房機ハーマンネルソンを2日間程使用し、コンクリート及びプロベストを乾燥させた。その後、ブルドーザを使って岩石と土砂で周囲を埋めた。屋根には、30~40 cm の厚さに土砂を盛った。最後に電力ケーブルを観測棟から、信号ケーブルをG棟から敷設した。ケーブルの室内への取り入れ口は、ドア付近の壁パネルに作った。入口のドアの周囲には石を積重ねて石垣のようにした。これにより、入口のドアを残し完全に建物が外から見えなくなった(図2)。

工事は、1970年1月22日に着工し、2月23日にはすべての作業が終了した。



(a)

(b)

図2 新地震計室の夏季(a)と冬季(b)の写真

Fig. 2. Appearance of the new seismographic vault in summer (a) and winter (b).

2.3. 地震計を設置した状態

図1に示したように、HES 地震計室は前室の左側である(入口が北側になる)。平面が1.5×1.5mの正方形の台上に上下動1成分、水平動2成分を設置した。保温装置などは何にも使用せず、日本国内での観測とまったく同様の設置方法である。

長周期地震計は奥室の2.0×3.0mの長方形の台上に3成分を設置した。恒温槽として発泡スチロール箱を使用した。温度調整装置には、バイメタルを使い、熱源として、電熱棒、または電球を使用し、真冬(外気-30°~-40°C)でも10°~15°Cに保った。恒温槽を設置しても十分な空間が保たれ、地震計の検定などの作業が非常にやりやすくなった。

新地震計室の位置は次の通りである.

南緯 : $69^{\circ}00'31.7''$

東経 : $39^{\circ}35'31.6''$

海拔 : 20m

3. 観測状況

1970年2月23日に地震計室がしゅん工し, 26日まで室内を自然乾燥させ, 27日中に地震計の移動を終了した. 2月28日に地震計の検定を終了し, 3月1日から新地震計室での地震観測を開始した. 1970年3月~1971年2月15日の全期間を通じ, HES 地震計は最高10万倍(周期: 0.7秒付近), 長周期地震計は5000倍(周期: 15秒付近)の倍率で観測を行なった. 地震計の倍率特性と各定数を表1と図3に示した.

表1 HES 地震計と長周期地震計の定数

Table 1. Instrumental constants of HES and Long-Period seismographs.

Component	Z	N-S	E-W	
HES				T_1 : Period of the pendulum.
T_1 (s)	1.0	1.0	1.0	T_2 : Period of the galvanometer.
S_1 (A/mm)	2.80×10^{-5}	2.03×10^{-5}	2.03×10^{-5}	S_1 : Sensitivity of the transducer.
R_1 (Ω)	940	920	930	S_2 : Sensitivity of the galvanometer.
Ω_1 (Ω)	820	1160	920	R_1 : Resistance of the pendulum coil.
h_1	1.0	1.0	1.0	R_2 : Resistance of the galvanometer coil.
T_2 (s)	1.00	1.00	1.10	Ω_1 : External damping resistance of the transducer.
S_2 (A/mm)	1.30×10^{-9}	1.37×10^{-9}	1.47×10^{-9}	Ω_2 : External damping resistance of the galvanometer.
R_2 (Ω)	560	629	560	h_1 : Damping constant of the pendulum.
Ω_2 (Ω)	2031	2045	1233	h_2 : Damping constant of the galvanometer.
h_2	1.0	1.0	1.0	
LP				
T_1 (s)	20.0	20.0	20.0	
S_1 (A/mm)	2380	2840	2830	
R_1 (Ω)	3100	2900	3200	
Ω_1 (Ω)	48	37	156	
h_1	1.0	1.0	1.0	
T_2 (s)	20.0	20.0	21.0	
S_2 (A/mm)	4.4×10^{-10}	5.0×10^{-10}	4.0×10^{-10}	
R_2 (Ω)	370	370	370	
Ω_2 (Ω)	1130	1130	1130	
h_2	1.0	1.0	1.0	

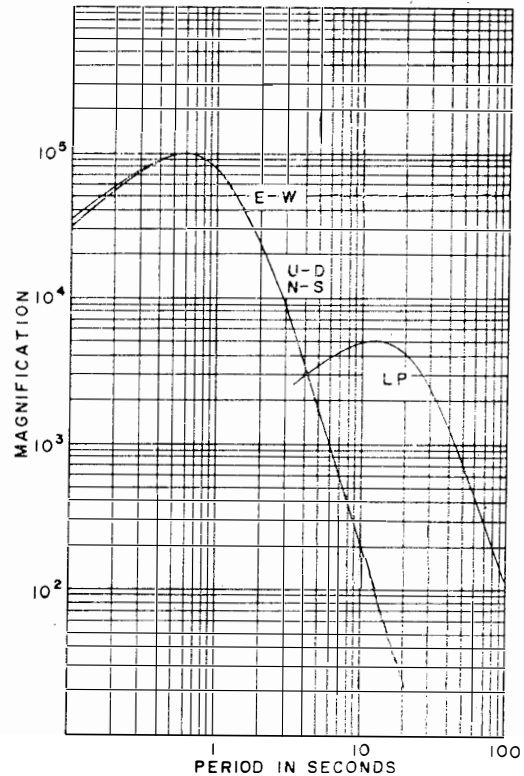


図 3 HES 地震計と長周期地震計の特性曲線
 Fig. 3. Magnification curves of HES and Long-Period
 seismographs.

従来の地震計室での観測では風速 10 m/s の風が吹くと、ノイズが多く地震記象の読み取りが不可能であった (KAMINUMA, 1969).

新地震計室の観測では 30 m/s 以上の強風でも読み取りが可能であった。これは、地下室となった地震計室の威力を十分にみせてくれたものである。

地震計室が地下室になったので、強風による地面および建物の振動のノイズはほとんど除去できたが、今までは気付かれなかったガルバノメーターのノイズが目立つようになった。つまり、記録器を置いている G 棟全体が、強風に揺れ、その振動のためにガルバノメーターに悪影響をおよぼすのである。このノイズを除去するためには、建物と独立したコンクリートの記録器台を作る必要がある。より良い記録を取るためには、今後の検討を要する問題である。

4. 地震検知率

昭和基地の地震計室が地下式となり S/N 比が向上したので 1970 年 3 月以後、HES 地震計は attenuation factor, $\mu=1/4$ のアツテネーターを使い、周期 0.7 秒付近で 10 万倍の最大倍率で 1 年間を通して観測を行なった。

表 2 昭和基地の1967年と1970年の地震検知率

Table 2. The earthquake detection capability at Syowa Station in 1967 and 1970.

Magnitude	Mar. - Dec. 1967			Mar. - Dec. 1970		
	a	b	c	a	b	c
6.0 ~	31(24)	19	61(79)	46(46)	45	98(98)
5.5 ~ 5.9	169(135)	57	34(42)	225(211)	174	77(83)
5.0 ~ 5.4	748(566)	89	12(16)	808(695)	357	44(52)
~ 4.9	2656(2113)	47	2(2)	2152(1803)	233	11(13)
N	502(389)	12	2(3)	316(271)	16	5(6)
total	4106(3227)	224	5(7)	3547(3026)	825	23(27)

a : Number of earthquakes located by NOAA.

b : Number of earthquakes recorded at SYO.

c : Detection capability in percents.

() : Number of earthquakes and detection capability excluding the period of blizzard.

N : Magnitude undetermined.

新地震計室における1970年3月~12月の10カ月間の検知率を神沼(1968)と同じ方法により求めた。ここでの検知率は NOAA で震源の決まった地震のうち、昭和基地の HES 地震計の記象上で、P又は PKP phase で観測された地震の割合である。

表2にその結果を示したが1967年の場合、つまり旧地震計室の観測結果に較べて、1970年の場合は全体に検知率は向上している。特にM(マグニチュード)が小さくなるほどその向上の割合は大きい。Mが5.5~5.9の検知率の向上が2倍程度であるのに対し、5.0~5.4では3.5倍、5.0以下では4~5倍程よくなっている。震源の決まった全地震に対しても5%から23%へ、検知能率(KAMINUMA, 1969)では7%から27%と4~5倍の向上を示している。図4にはこの様子を地震数の積算の形で示した。

表3と図5には距離別の検知率を示した。昭和基地から最も近い場所で起こる地震でもその震央距離は15°以上であるので表のように、I(15°~30°)、II(30°~60°)、III(60°~90°)、IV(90°~110°)、V(110°~140°)、VI(140°~)と区分し各距離別について検知率を求めた。6.0<Mの地震はVIの距離で67%であるが、これは全期間を通して3個の地震のうち、夏季のノイズの大きい時期に起こった1個の地震が観測できなかったことによる。遠距離になるにしたがい、また shadow zone でも検知率が低下している。Shadow zone 前後のIVとVIとを比較すると全地震に対する検知率では、IVがわずか3%ではあるが良いのに対し、M≥4の地震については何れもVIの距離の検知率の方が良い。これはIVの距離の一部が shadow zone に入っていることとVIの距離の震源決定が、マグニチュードの小さい

表 3 昭和基地の震央距離別，マグニチュード別の検知率

Table 3. Detection capability at Syowa Station classified by the magnitude and the epicentral distance during the period from March to December, 1970

Range	I			II			III			IV			V			VI			VII		
	15°~30°			30°~60°			60°~90°			90°~110°			110°~140°			140°~			total		
mag.	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
6.0 ~	3 (3)	3	100 (100)	3 (3)	3	100 (100)	18 (18)	18	100 (100)	10 (10)	10	100 (100)	9 (9)	9	100 (100)	3 (3)	2	67 (67)	46 (46)	45	98 (98)
5.5 ~ 5.9	6 (6)	6	100 (100)	18 (18)	18	100 (100)	80 (77)	70	88 (91)	70 (62)	47	67 (76)	30 (28)	14	47 (50)	21 (20)	19	91 (95)	225 (211)	174	77 (83)
5.0 ~ 5.4	24 (21)	20	83 (95)	75 (67)	53	71 (79)	250 (217)	162	65 (75)	283 (235)	83	29 (35)	126 (112)	20	16 (18)	50 (43)	19	38 (44)	808 (695)	357	44 (52)
4.0 ~ 4.9	18 (15)	7	39 (47)	175 (153)	39	22 (25)	563 (483)	117	21 (24)	593 (463)	37	6 (8)	472 (409)	16	3 (4)	200 (172)	14	7 (8)	2021 (1695)	230	11 (14)
~ 3.9				8 (4)	0	0	3 (2)	1	33 (50)	8 (8)	0	0	45 (39)	0	0	67 (55)	2	3 (4)	131 (108)	3	2 (3)
N	1 (1)	0	0	12 (11)	2	17 (18)	47 (36)	6	13 (13)	84 (75)	3	4 (4)	115 (99)	4	3 (4)	57 (49)	1	2 (2)	316 (271)	16	5 (6)
total	52 (46)	36	69 (78)	291 (256)	115	40 (45)	961 (833)	374	39 (45)	1048 (853)	180	17 (21)	797 (696)	63	8 (9)	398 (342)	57	14 (17)	3547 (3026)	825	23 (27)

a : Number of earthquakes located by NOAA.

b : Number of earthquakes recorded at SYO.

c : Detection capability in percents.

N : Magnitude undetermined.

() : Number of earthquakes and detection capability excluding the period of blizzard.

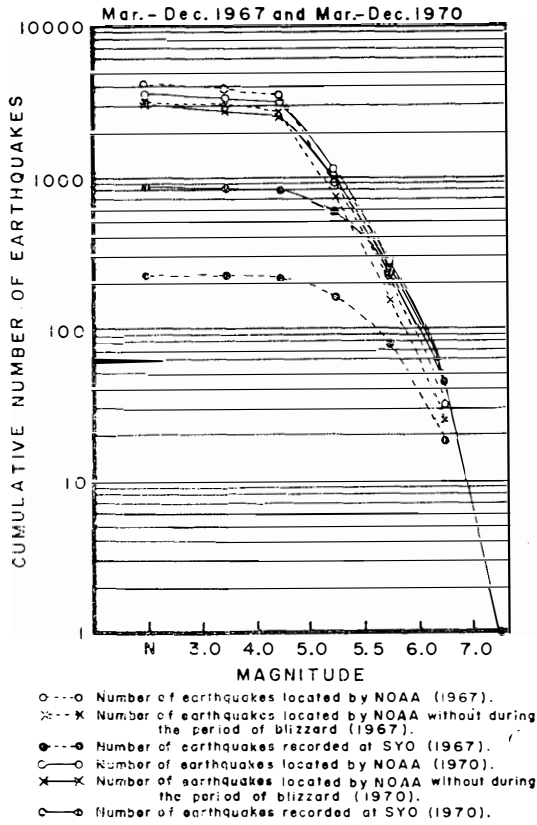


図 4
Fig. 4.

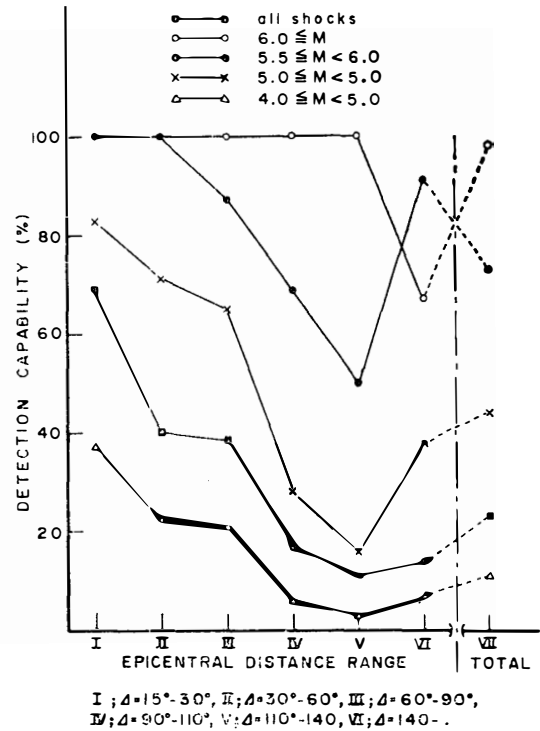


図 5 震央距離別のマグニチュード別検知率
 Fig. 5. Detection capability, classified by earthquake magnitude and epicentral distance.

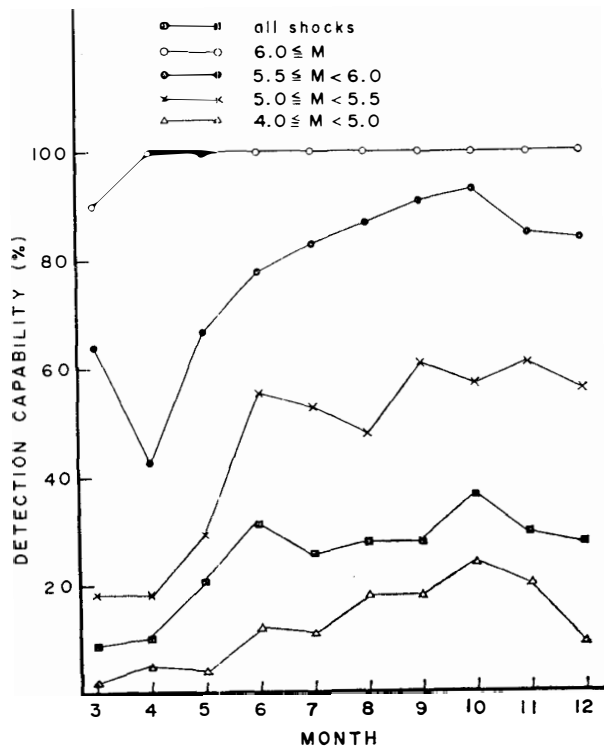


図 6 月別のマグニチュード別検知率
 Fig. 6. Monthly detection capability for each magnitude range.

($M \leq 4.0$) 地震まで良く定まっていることによる。ⅡとⅢの距離の全地震に対する検知率がそれぞれ同程度であるのは5節で述べるように、検知率の低いサウスサンドウィッチ諸島付近に起こる地震がⅡの距離に含まれる地震の大部分をしめるためであろう。マグニチュード別にみると $5.0 \leq M < 5.5$ と $4.0 \leq M < 5.0$ で、すなわち $M=5.0$ を境として検知率が大きく異なっている。Ⅰの距離でも $1/2$ 以下に、他の距離では $1/3 \sim 1/5$ に低下する。このことは震央距離が遠くなるにしたがって大きくなっている。

図6には、月別、マグニチュード別の検知率を示した。南極大陸沿岸部にある地震観測基地は夏季の間は海洋の影響で脈動が大きくなり、地震計の倍率を大きくすることができない(例えば、HATHERTON *et al.*, 1959)。

昭和基地の場合も例外ではなく、図からも分るように例年12月末から4月頃迄の検知率は低く、5月から11月の冬期間は高い。全地震に対する検知率をみても、冬期間は25%~35%であるのに対し、夏期の間は10%又はそれ以下となる。10月の検知率が高いのはブリザードが少なく、天候が比較的安定する月だからである。 M が5.0~5.4の場合の8月の検知率が前後の月よりやや低いが、これは shadow zone に多数の地震が発生したためである。

5. 地域別の検知率

地震の起こっている場所により、検知率が異なることがあるか否か、また検知率の向上の場所による差があるか否かを調べるため、KAMINUMA(1969)と同じ地域、すなわち A ($30^\circ - 60^\circ S, 0^\circ - 60^\circ E$), B ($50^\circ - 65^\circ S, 20^\circ - 30^\circ W$), C ($15^\circ - 45^\circ S, 60^\circ - 75^\circ W$), D ($15^\circ - 45^\circ S, 178^\circ E - 180^\circ - 165^\circ W$), E ($15^\circ N - 0^\circ - 15^\circ S$), F ($20^\circ - 45^\circ N, 120^\circ - 150^\circ E$), G ($45^\circ - 60^\circ N, 150^\circ E - 180^\circ - 150^\circ W$) の各地域について検知率を求めた。その結果を表4に示した。

KAMINUMA の場合は、1967年6月~12月の冬期間の資料であるので、今回の結果もこれに合うようにして、5月~12月の期間について調べた。その結果、全地域にわたり検知率は数倍向上している。特に PKP 波が観測されるG地域で、 M が5.0~5.4の場合でも50%程度観測されることは注目に値しよう。F地域は shadow zone で P 波の初動は明瞭でないので、ここでの検知率はP波部分が観測された地震の全地震に対する割合である。この地域に起こる地震の検知率は旧地震計室のそれに比べて10倍になっている。図7は、1967年と1970年の地域別の検知率を示している。図から分るようにD地域の検知率の向上が著しい。これは冬期の最も気象の安定する8月~10月の期間に全期間の約半数の地震が観測されたた

表4 昭和基地における地域別の検知率

Table 4. Detection capability at Syowa Station for each seismic region during the period from May to December, 1970.

Region	A			B			C			D			E			F			G		
Δ from SYO	9°~45°			23°~37°			51°~84°			62°~94°			63°~112°			107°~137°			137°~177°		
NOAA mag.	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
6.0 ~				2 (2)	2	100 (100)	3 (3)	3	100 (100)				7 (7)	7	100 (100)	3 (3)	3	100 (100)	1 (1)	1	100 (100)
5.5 ~ 5.9				5 (5)	4	80 (80)	9 (9)	9	100 (100)	14 (14)	14	100 (100)	30 (30)	29	97 (97)	13 (13)	8	62 (62)	11 (10)	9	82 (90)
5.0 ~ 5.4	3 (3)	3	100 (100)	14 (13)	11	79 (85)	27 (27)	25	93 (93)	66 (65)	59	90 (91)	127 (118)	73	58 (62)	51 (49)	11	22 (23)	35 (34)	17	49 (50)
4.0 ~ 4.9	2 (2)	2	(100)	8 (8)	3	38 (38)	107 (105)	32	30 (31)	121 (118)	46	37 (39)	100 (91)	23	23 (25)	176 (165)	6	3 (4)	111 (107)	10	9 (9)
~ 3.9							3 (3)	0	0	1 (1)	1	100 (100)	1 (1)	0	0	8 (8)	1	13 (13)	8 (8)	0	0
N							2 (1)	0	0	3 (3)	3	100 (100)	81 (76)	4	5 (5)	5 (5)	0	0	5 (5)	0	0
total	5 (5)	5	100 (100)	29 (28)	20	69 (71)	151 (149)	69	46 (46)	205 (201)	123	60 (61)	346 (323)	136	39 (42)	256 (243)	29	11 (12)	171 (165)	37	22 (22)

a : Number of earthquakes of each region.

b : Number of earthquakes recorded at SYO.

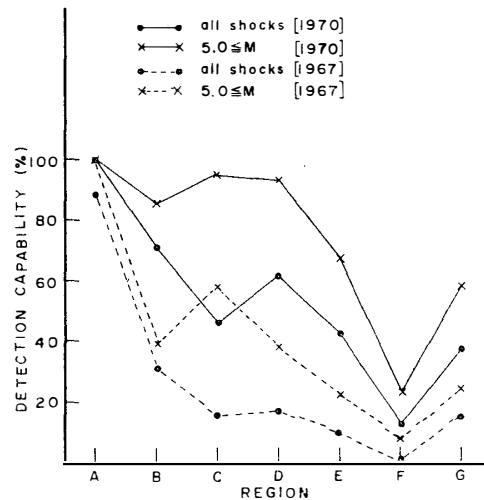
c : Detection capability in percents.

N : Magnitude undetermined.

() : Number of earthquakes and detection capability excluding the period of blizzard.

図 7 昭和基地の1967年と1970年の地域別の検知率の比較

Fig. 7. Regional detection capabilities at SYO in 1970 compared with that in 1967.



めであり、特に大地震の余震が発生したのものでもなく、たまたま、この3カ月間に多くの地震が起こったものである。

KAMINUMA (1969) も指摘しているように $5.0 \leq M$ の地震のB地域の検知率は、C、Dの両地域に比較して近い距離にありながら、10%程度も低くなっている。これは、B地域がサウスサンドウィッチ諸島という非常に狭い地域を選んだためで、この地域の地震の発震機構がほとんど同じであり、昭和基地はその nodal line の方向に位置するので初動が記録されにくく、検知率が低くなったのであろう。

全地震の検知率で見るとC地域はD地域より近い距離にありながら14%も低い。これはD地域では $M \leq 5$ の地震が全地震の61%であるのに対し、C地域では74%と多く、昭和基地では $M < 5$ の地震をあまり観測できなかったことを示している。このことは表4のマグニチュード別の検知率を見れば明らかである。

6. 他の観測所の検知率との比較

昭和基地の地震観測の能力が、世界の地震観測網の中では、どの程度に位置づけできるかを調べるため、他の観測所の検知率と昭和基地の検知率と比較した。

日本にある世界標準地震計観測所のひとつである松代地震観測所 (MAT) と地震研究所の筑波山観測所 (MTJ) の検知率とを比較した (末広他, 1972; 萩原・岩田, 1965)。この二つの観測所は気象庁、大学と所属は違っても、いずれも立地条件は良く、歴史もあり日本でも有数の地震観測所である。

表5には、3観測所のマグニチュード別の検知率を示した。前述のように昭和基地では、

表 5 昭和基地と他の観測所との検知率の比較

Table 5. The detection capabilities of SYO, MAT obtained by SUYEHRO et al.(1972) and MTJ obtained by HAGIWARA and IWATA (1965).

Magnitude	SYO (1970)	MAT (1968)		MTJ	
		$\Delta \geq 16$	all	$\Delta \geq 16$	all
6.0 ~	98 (98)%	97%	97%	82%	84%
5.0 ~ 5.9	51 (59)	88	90	32	39
4.0 ~ 4.9	12 (14)	44	53	5	20
~ 3.9	2 (2)	8	15	1	5
N	5 (6)	—	—	5	8
total	23 (27)	54	60	10	21

(): Detection capability excluding the period of blizzard.

N: Magnitude undetermined.

一番近い地震でもその震央距離は 15° 以上あるので、震源の決まったすべての地震と、 $\Delta \geq 16^\circ$ の地震とに分けて示してある。SYO, MAT とともに $M \geq 6.0$ の地震は、ほとんど観測されるが $5.0 \leq M \leq 5.9$ の地震になると、MAT がその90%を記録するのに対し、SYO は50%と半減する。さらに $M < 5$ の地震については、SYO の検知率は MAT のほぼ $1/4$ である。地震全体についてみれば、SYO の検知能力は MAT の $1/2 \sim 1/3$ になる。

MTJ の検知率と比較すると SYO はすべての地震で同程度またはそれ以上である。

地震波は減衰しながら伝ぱんする以上、沢山地震の起こっている地域に近い観測所の検知率が高くなることは当然である。そこで、3観測所の距離による検知率の違いを表6に示した。これによると MAT に比較して、 $16^\circ \sim 29^\circ$ 、 $60^\circ \sim 89^\circ$ の距離では同程度の検知率であるのに対して、 $30^\circ \sim 59^\circ$ の距離では MAT の70%に対し、40%と著しく低下している。

表 6 昭和基地と他の観測所との震央距離別の検知率の比較

Table 6. The comparison of the detection capabilities of SYO, MAT and MTJ classified by the epicentral distance.

Δ	SYO			MAT			MTJ
	a	b	c	a	b	c	
$16^\circ \sim 29^\circ$	52(46)	36	69(78)%	371	269	73%	31%
$30^\circ \sim 59^\circ$	291(256)	115	40(45)	1092	765	70	13
$60^\circ \sim 89^\circ$	961(833)	374	39(45)	1088	537	49	7

a : Number of earthquakes located by NOAA.

b : Number of earthquakes recorded at each station.

c : Detection capability.

(): Number of earthquakes and detection capability excluding the period of blizzard.

しかし島に位置し、観測条件の悪いにもかかわらず全般的にみて SYO の検知率が MTJ より良く、MAT の 1/2 程度になったことは特筆に値することである。SYO の地震観測能力は日本国内の観測所と比較しても、優るとも劣らない状況になった。

南極の他の基地の検知率は、筆者の一人により調べられたものがあるのみである (KAMINUMA, 1969)。これらの結果と昭和基地の結果を表 7 に示した。

表 7 昭和基地と南極の他の基地との検知率の比較
Table 7. Detection capabilities of SPA, MIR, DRV and SYO.

Magnitude	Jan. - Sep. 1967			SYO	
	SPA	MIR	DRV	Jun. - Dec. 1967	Mar. - Dec. 1970
6.0 ~	87%	47%	50%	76%	98%
5.5 ~ 5.9	77	25	30	43	77
5.0 ~ 5.4	70	15	16	15	44
~ 4.9	40	1	1	2	11
N	38	2	3	3	5
total	46	5	5	7	23

N: Magnitude undetermined.

“The Antarctic Seismological Bulletin” をみても予想されるように、南極の中で最も良い検知率の地震観測基地は、サウス・ポール (SPA) であり、やや劣ってバード基地 (BYD: 現在閉鎖) であった。この二つの基地が内陸基地で、厚さ 2~3,000 m の大陸氷の上に位置し、氷の中の地震計室で観測しているのに対し昭和基地をはじめ、ミールヌィ基地 (MIR)、デュアビル基地 (DRV) などは大陸沿岸にあるため脈動の影響も大きく、岩盤の上に地震計を設置できる利点はあるが、地下式の地震計室などは建設できず、ノイズが大きいため、地震計の倍率も大きくすることはできず、検知率も数%と低かった。

SYO の新地震計室での検知率は 23% と旧地震計室の 7% に比して 3 倍に向上した。これは、前述のように観測条件の悪い大陸沿岸の基地では、驚異的なことであろう。なお、SPA は世界中で最も地震帯から離れた所にある地震観測所である (震源の決まっている一番近い地震でも、その震央距離は約 2,500 km) にもかかわらず、MAT と同程度の検知率であることは、大陸内部が地震観測 (特に短周期地震計) に非常に適していることを示している。

7. 結 論

新地震計室の完成により、昭和基地の地震検知率がどの程度向上したかを述べた。

その結果

i) 旧地震計室では風速 10 m/s の気象条件でも、地震記象の読みとりが不可能であったのが、新地震計室では風速 30 m/s のブリザードでも、読みとり可能となった。

ii) 地震検知率は、震源の決まった全地震に対し23%と同じ期間で調べた旧地震計室の5%に比較して4.6倍向上した。

iii) 観測点の少ない南半球にある観測所としては、震央距離 90° 位迄の地震の検知率が特に重要であるが、それは通年で39%、ブリザード期間を除けば45%に達する。

約 350 万円の予算と多くの隊員の御協力で立派な地下式地震計室が完成した。室内が広くなったので、数種類の地震計（長周期地震計、HES 短周期地震計、極微小用高感度電磁式地震計等）が設置でき広帯域にわたる、質の良い観測ができるようになった。そして検知率も大幅に向上し、昭和基地は南極でも、サウス・ポール基地に匹敵し、世界の地震観測網の中でも第一級の地震観測基地になったといえる。

海洋底拡大説やプレート・テクトニクスの発展にともない、南極周辺の固体地球物理学的な諸観測は、ますます、その必要性を強めてきた。南極プレートの構造解明には、南極周辺の地震活動の精査が必要である。この意味からも、昭和基地の地震観測の地球物理学に対する貢献度は一層高くなりつつあり、同時に観測設備のより一層の充実が望まれるのである。特に本論文では扱わなかった、昭和基地だけで記録される、微小地震についての調査は重要な研究課題であろう。

新地震計室の予算計上にあたり御理解を示して下さった、文部省国際学術課、国立科学博物館極地研究センターの関係各位に感謝します。また、地震計室の建設にあたり、協力をいただいた、第11次隊、松田達郎隊長、川口貞男副隊長以下、隊員諸氏に、また原稿を読んでもいただき、いろいろ討論して下さい、東京大学地震研究所の大竹政和氏に御礼申し上げます。

文 献

- ETO, T. (1962): On the electoromagnetic seismographs at Syowa Base. *Antarctic Rec.*, **14**, 48-50.
萩原尊礼・岩田孝行 (1965): 筑波地震観測所の detection capability について. *地震*, **40**, 113-122.
HATHERTON, T. and R. H. ORR (1959): Microseisms at Scott Base. *Nature*, **183**, 1760-1761.
神沼克伊・江頭庸夫・吉田光雄 (1968): 昭和基地の地震観測. *南極資料*, **33**, 65-70.
神沼克伊 (1968): 昭和基地の地震検知率 (序報). *南極資料*, **33**, 71-80.
KAMINUMA, K. (1969): The seismological observation and the earthquake detection capability of Syowa Station, Antarctica. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **47**, 453-466.
KAMINUMA, K. and S. MURAUCHI (1969): Seismological bulletin of Syowa Station, Antarctica,

1959-1962 and 1966-1968. JARE Data Rep., 4, 94 pp.

末広重二・佐藤 馨・山岸 登・斉藤 進 (1972): 松代地震観測所の detection capability について.
地震学会講演予稿集 1972, 1, 30.

(1972年11月 1日受理)