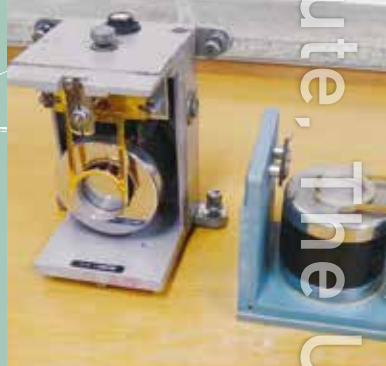


東京大学地震研究所 地震計博物館



Earthquake Research Institute, The University of Tokyo



CONTENTS

- 1 地震計の原理
- 2 地震計の発展の流れ
- 4 地震計の種類
- 5 所蔵リスト
- 6 機械式地震計
- 10 電磁式地震計
- 13 震度計
- 14 地殻変動観測装置
- 16 海底地震計

地震計博物館について

地震計博物館では、地震研究所がこれまで観測に使用してきたさまざまな地震計などを展示しています。それらの多くは、地震研究所の先人たちが開発・設計したものです。なかでも明治後期～昭和初期にかけて開発された大森式・石本式・萩原式の煤書き式地震計は、今も稼働しています。

地震計博物館は、地震研究所2号館地下1階にあります。かつて実際に地震観測を行っていた地震計室を改装した部屋なので、地震計を置くための立派な地震計台や、煤書き記録用紙を準備するための煤付け部屋などもあります。

地震計の原理

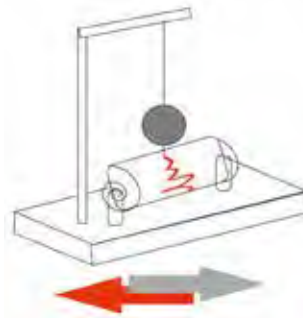
地震計は「地面の揺れ」を測る装置である。地震計は地面の上に設置するため、地面が揺れると地震計も一緒に揺れるが、一緒に揺れているだけでは地震計は地面がどれだけ揺れたかを知ることができない。人がエレベータに乗って移動するときに、階数の表示がなければどれだけ移動したか分からないのに似ている。

地震計には、地面が揺れてもそれに合わせて一緒に動かない部分（不動点）が設けられている。その仕組みは「振り子の原理」と同じである。手で振り子を素早く動かすと、重りは殆ど動かない（下図左上）。これは物理学でいうところの「慣性の法則」による。そこで、振り子の重りにペンをつけ、糸の先を手で動かさずに地面の揺れで動かす仕組みにしてみると、地面が素早く揺れた場合重りは殆ど動かないので、地面に設置した記録紙には地面の揺れが記録される（下図右上）。これが地震計の原理である。

但し、振り子には弱点もある。振り子は素早く動かすと重りは動かないが、ゆっくり動かすと、重りはその動きについて来ってしまう（下図左下）。つまり地面がゆっくり揺れる場合は重りも一緒に動くので、記録紙には揺れが記録されない（下図右下）。地震計は、ゆっくりした揺れを捉えるのが苦手なのである。そのようなゆっくりとした揺れの観測は、地殻変動観測装置がカバーしている。



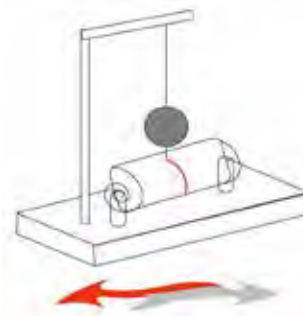
手を素早く動かすと、重りは動かない



地面が素早く動く、その記録が残る＝地震計



手をゆっくり動かすと、重りはついてくる



地面がゆっくり動くと、その記録は残らない

地震計の発展の流れ

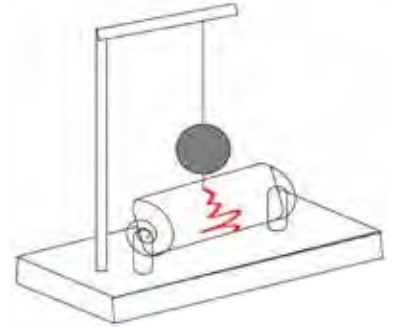
1 機械式地震計

重りの揺れを直接紙などに記録する方式である。重りとペンが一体化しているようなイメージとなる。「煤書き式」の記録が長らく使われていたが、インク式や光学式も開発されている。

煤書き記録について

ドラムに巻き付けた「アート紙」に、石油ランプから出る「煤（すす）」をまんべんなく付着させることで記録紙を準備する。そのドラムを地震計に組み付けて回転させ、重りと繋がっている細い金属製の針先で記録紙を引っ掻くことで地面の揺れが記録される。記録終了後は紙を外し、「ニス」の中に通して煤を固定する。煤はやや薄目に一様に付けるのがよく、煤付けやニス掛けには熟練を要する。

煤書き記録の特長は、記録線を数十マイクロメートルと非常に細くできることである。また煤は炭素であるから耐久性が良い。針先の固体摩擦も比較的小さく、振り子に対する反作用も小さいが、その影響を一層小さくする目的で、重りの非常に大きな（例えば1トン）地震計も作られた。



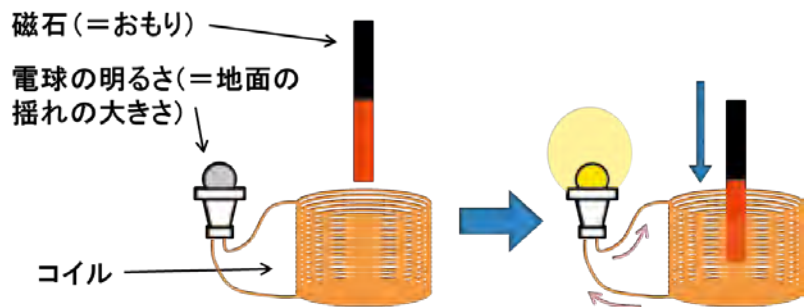
萩原式変位地震計の煤書き記録

2 電磁式地震計

電磁誘導の法則を使って、重りの動きを電気エネルギーに変換する仕組みの地震計。地面の揺れが電気信号になっているので、無線で遠方にデータを伝送したり、デジタル収録機器に取り込んでデータを保存したりすることができる（＝保存性・利便性の向上）。また記録紙等を使用しないので地震計全体の小型化が可能になる。

電磁誘導とは？

一つの閉回路（コイル）を貫く磁束を変化させると、その変化を妨げるような方向の起電力が回路に起こる現象の事。



電磁誘導の法則

3 フィードバック型地震計

サーボ型地震計とも呼ばれる。電磁式地震計に、重りの動きを電氣的に制御する「フィードバック回路（負帰還制御回路）」を組み込んだ地震計のことで、電子制御技術の進歩によって近年は広く用いられている。

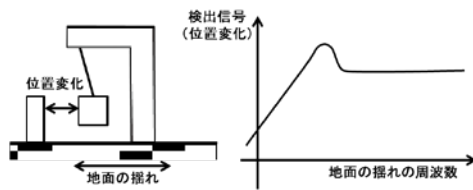
機械式や電磁式の地震計は、おもりの位置の変化から地面の揺れを検出する（下図左）。これに対しフィードバック型地震計は、おもりの位置が一定（地面と同じ動き）になるように重りの位置を制御して、その制御信号から地面の揺れを検出する（下図右）。この方式では、振り子の共振の影響を受けない揺れ検出が可能で、特に周期数秒までの長周期地震観測に威力を発揮している。以下の特長がある。



広帯域地震計Guralp CMG-3Tの内部

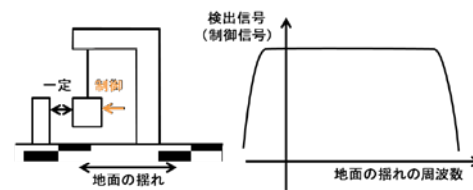
1. 観測周波数帯の広帯域化（はやく揺れからゆっくりした揺れまでの検出）が可能
2. 広ダイナミックレンジ化（微弱な揺れから強い揺れまでの検出）が可能
3. 高増幅率が可能

機械式・電磁式地震計



振り子の共振周波数の影響などを受ける。
また、ゆっくりした揺れの測定は困難。

フィードバック型地震計



フィードバックをかけることで、振り子の共振の影響を受けない。
また、より広い周波数帯域での信号検出が可能となる。

4 レーザー干渉計を用いた地震計

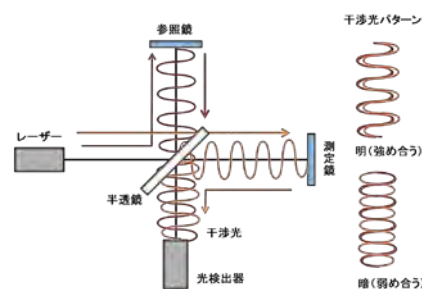
地震研究所で開発が進められている、振動検出にレーザー干渉計を用いたサーボ型加速計であり、高感度・広帯域を実現している。レーザー干渉計は高温から低温まで幅広い環境で動作可能なので、地下深部や惑星探査へ向けた開発もすすめられている。また、レーザー光は長期的な波長の安定性がよいため、地殻ひずみ観測用のレーザー歪計などにも用いられている（下図写真）。



- 使用レーザー：半導体レーザー（波長1550nm）
- 周波数帯域：0.001～50Hz（周期1000～0.02秒）
- 検出感度：3 μ gal（帯域10Hz）（1galは1cm/s²を表す）
3ngal（帯域0.1Hz）

レーザー干渉計について

レーザー干渉計は光の波の干渉現象を利用した振動検出法である。右図上のように鏡の位置が変化すると、光の波の山と谷の関係が変化し、干渉光の強度が変化する。その明暗を検出することにより、測定鏡の振動が光の波長（0.5～1ミクロン）の数百分の1以下のナノメートルレベルで高感度検出できる。

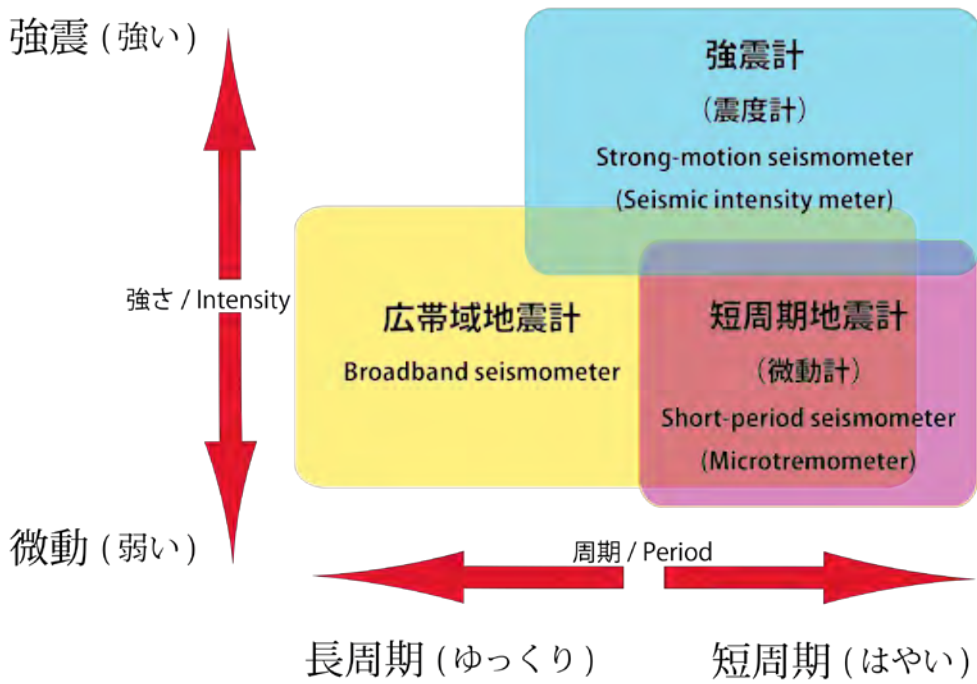


神岡鉱山に設置されているレーザー歪計

地震計の種類

地面の揺れには、強い揺れ・弱い揺れ・はやい揺れ・ゆっくりした揺れなど様々な揺れがあるが、それら全てを計測できる万能な地震計は存在しない。そのため、観測の目的に応じて地震計は使い分けられる。

地震計の種類



短周期地震計 (微動計)	非常に微弱な「小さな揺れ」まで記録できるが、大きな揺れがくると振り切れてしまう。
広帯域地震計	非常に「ゆっくりとした揺れ」を微弱なレベルまで記録できるが、大きな揺れがくると振り切れてしまう。
強震計 (震度計)	建物が壊れるような「強い揺れ」が記録できるが、微弱な揺れは記録できない。震度計は強震計の一種で、震度を表示する機能を有する。

所蔵リスト

名 称	論文発表／使用開始	ページ
機械式地震計		
ユーイングの円盤記録式地震計	1880年（明治13年）頃	6
大森式長周期地震計	1898年（明治31年）頃	6
石本式加速度地震計（水平動）	1931年（昭和6年）	7
石本式加速度地震計（上下動）	1933年（昭和8年）	7
萩原式変位地震計	1934年（昭和9年）	7
ウッド・アンダーソン揺れ地震計	1923年（大正12年）	8
USCGS スタンダード型強震計	1932年（昭和7年）	8
萩原式速度地震計	1934年（昭和9年）	9
石本式微動計	1936年（昭和11年）	9
SMAC-A型強震計	1953年（昭和28年）	9
SMAC-B型強震計	1959年（昭和34年）	9
電磁式地震計		
プレス・ユーイング長周期地震計（WWSSN）	1952年（昭和27年）	10
ND-3C型電磁式地震計	1954年（昭和29年）頃	10
萩原式電磁地震計・記録装置	1956年（昭和31年）	11
UMP型電磁式地震計・記録装置	1964年（昭和39年）頃	11
たすぎがけ地震計（試作品）	1966年（昭和41年）	12
小型可搬長周期地震計（PELS）	1973年（昭和48年）	12
IT 強震計	2004年（平成16年）	12
震度計		
嶋式簡易地震計	1972年（昭和47年）	13
ADA-2 震度計	1974年（昭和49年）	13
地殻変動観測装置		
石本式水平振り傾斜計	1926年（大正15年）	14
萩原式水管傾斜計	1943年（昭和18年）	14
震研90型自記水管傾斜計	1990年（平成2年）頃	14
坑井型傾斜計	1979年（昭和54年）	15
石英管型伸縮計	1948年（昭和23年）	15
石英管型伸縮計	1992年（平成4年）頃	15
海底地震計		
長期観測型海底地震計	1997年（平成9年）	16
ケーブル式海底地震計		16

※地震研究所では、地震計の他にも地殻変動観測装置や海底地震計など様々な装置を所蔵しています。本所蔵リストはその一部であり、地震計博物館では、その中から更に厳選したものを展示しています。

ユーイングの円盤記録式地震計 (模型)

Ewing's Disk-recording Seismograph

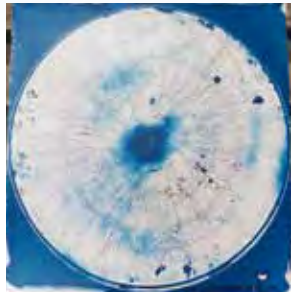
設計者 ジェイムズ・アルフレッド・ユーイング (英国)

成分 水平動2成分

使用開始 1880年頃 (明治13年)

明治時代にお雇い外国人として東京大学理学部に招かれた英国人ユーイングによって明治10年代に考案された。水平振子によってかなりの長周期を実現している。現在の地震計の一原型ともいえるもので、地震の波形が記録できる実用的な地震計としては世界最古級である。

煤をつけたガラスの回転円盤上に地動の水平2成分を記録する。普段は装置を止めておき、地面が揺れ出した時に止め金が外れて円盤が回り出す構造になっている。



濃尾地震の煤書き記録(本郷で観測)
1891年(明治24年)10月28日



大森式長周期地震計

Omori Long-Period Seismograph

設計者 大森 房吉 (東京帝国大学地震学講座教授)

成分 水平動2成分

使用開始 1898年頃 (明治31年)

特性 固有周期20秒、30秒等のものがある

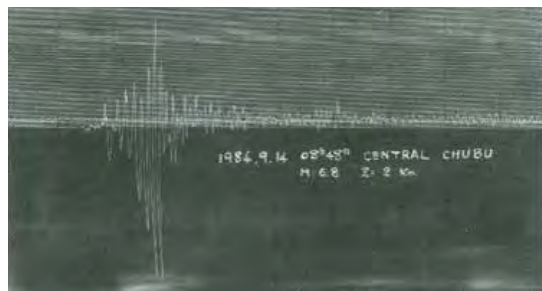
従来の水平振子地震計を大型化することにより、長周期化(周期20~30秒程度)が図られている。地震及び脈動の連続観測を目的としている。

水平振子は、重りとそれを支えるほぼ水平に配置された棒で構成される。振り子の大型化と重りの位置が支点よりもわず

かに下がっていることにより、長周期化を実現している。重りは支柱の頭部から伸びている針金で吊られている。記録方式は、ドラムによる煤書き式である。ドラムが回転しながらゆっくりと右から左に移動することにより、連続した地震記録を書くことが可能となっている。



日本海中部地震(M7.7)の記録 1983年5月26日 11時59分



長野県西部地震(M6.8)の記録 1984年9月14日 8時48分

石本式加速度地震計

Ishimoto Accelerograph

設計者 石本 巳四雄 (地震研究所教授)

論文発表 水平動 1931年 (昭和6年)、上下動 1933年 (昭和8年)

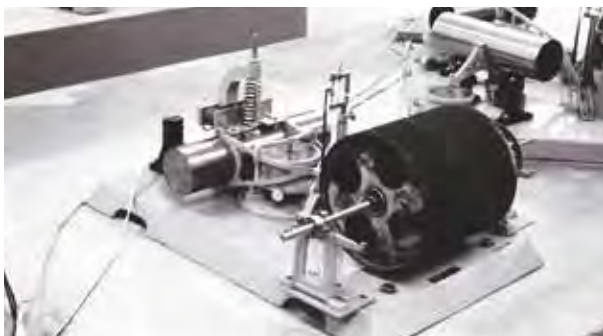
特性 固有周期 0.1秒

感度 1~4gal/mm

短い振動周期をもつ振子により、地震災害に関連する大きな加速度を記録できるようにした。



水平動

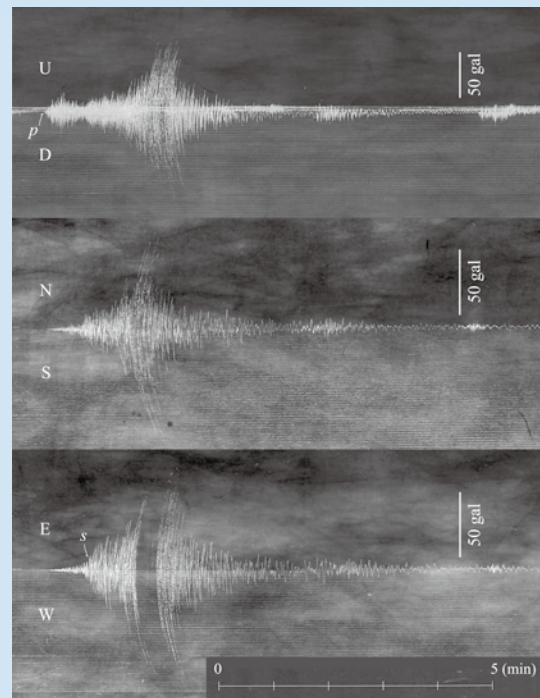


上下動

2011年東北地方太平洋沖地震 (M_w9.0) の記録

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、S波で数分間激しく揺さぶられた後、表面波による揺れが長時間に亘って続いていることが記録されている。

東西成分の記録にある空白は、大きく揺れた際に針先がドラムから外へ出てしまい裏返って出来たギャップであり、空白の前と後の部分は時間的には繋がっている。本震記録が余震記録で上書されるのを避けるため、初動到達からドラムが1回転する直前に針先を上げたが、上下成分では余震の震動で針が落ちてしまい、その後再び針を上げるまでの約2時間に亘って記録が上書きされている。



萩原式変位地震計

Hagiwara Displacement Seismograph

設計者 萩原 尊禮 (地震研究所教授)

特性 固有周期 6秒 (東西)、8秒 (南北)

論文発表 1934年 (昭和9年)

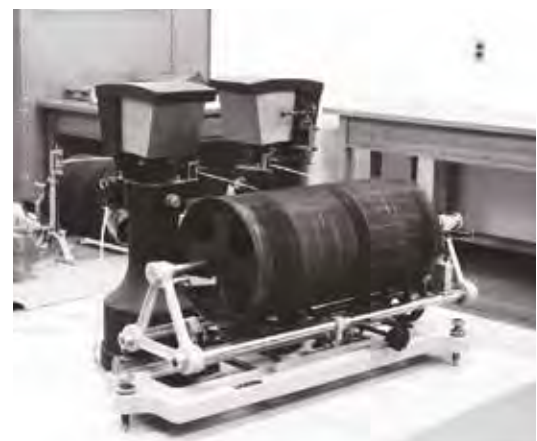
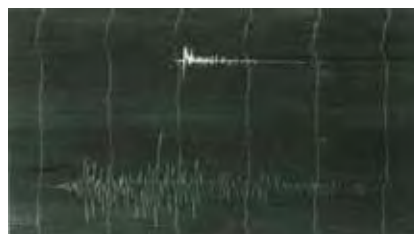
倍率 30倍

成分 水平動2成分

倒立振子を用いることにより、小型で比較的長い周期を得ている。また、重りがダンパーのピストンを兼ねている。俗に「とっくり」と呼ばれていた。

千葉県中部の地震 (M4.7)
1985年1月7日 7時8分 →

和歌山・奈良県境の地震 (M5.9)
1985年1月6日 0時45分 →



ウッド・アンダーソン振れ地震計

Wood-Anderson Torsion Seismograph

設計者 ハリー・ウッド (米国)、ジョン・アンダーソン (米国)

使用開始 1923年 (大正12年)

成分 水平動

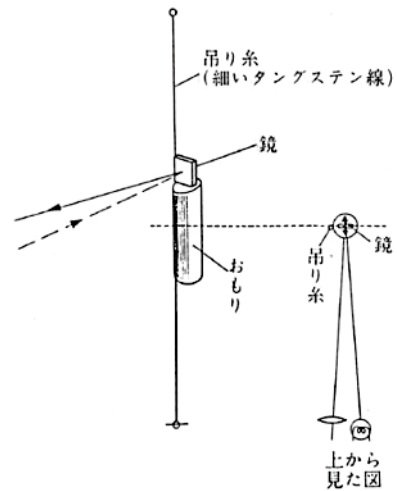
特性 固有周期 0.8秒、重りの質量 0.8g、減衰定数 0.8、基本倍率 2,800倍

振れ振り子を用いた光学記録方式が特徴であり、煤書き記録方式で問題とされていた針先の摩擦の影響が解決されている。

銅製の細長い円柱の重り（振り子）には光を反射するための小さな鏡が取り付けられている。また重りの側面に沿うように直径0.02mmの細いタングステン糸も取り付けられており、糸は上下に引っ張られて固定されている。地面が揺れると重りが振れて動き、光を反射する鏡も振れ振動を起こして、

その際に挺子の原理で鏡の振動が拡大されて写真フィルムに記録される。この高倍率が容易に得られる仕組みも大きな特徴である。制震器には、電磁制震器として馬蹄形磁石が使われている。

1935年に米国のチャールズ・リヒターはこの地震計を利用して地震の大きさを表わす方法を提唱した（ローカルマグニチュード； M_L ）。これが地震の規模を表す尺度マグニチュードの始まりである。



振れ振り子により、光の反射を増幅する仕組み

USCGS スタンダード型強震計

USC&GS Standard Strong-Motion Seismograph

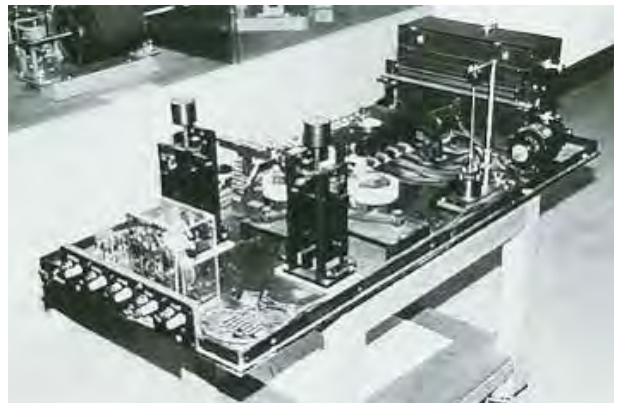
製作者 U.S. Coast and Geodetic Survey (米国)

製作年 1932年 (昭和7年)

成分 加速度3成分、変位2成分

振り子についた鏡の揺れをランプの光を用いて印画紙に記録する光学記録方式を採用しており加速度型強震計としては世界最初である。

1931年当時地震研究所所長であった末広恭二がアメリカ土木学会の招きで「Engineering Seismology」の講演を行い、耐震工学用の地震観測の重要性を説いた。その提言を受け、1932年に「米国沿岸測地局 (United States Coast and Geodetic Survey)」は、世界初の強震加速度計であるUSCGS スタンダード型地震計を製作した。



萩原式速度地震計 Hagiwara Velocity Seismograph

設計者	萩原 尊禮 (地震研究所教授)	特性	固有周期 0.5秒
論文発表	1934年 (昭和9年)	感度	1.2mm/kine (1kineは1cm/sを表す)
成分	水平動		



石本式微動計 Ishimoto Microtremometer

設計者	石本 巳四雄 (地震研究所教授)	成分	水平動
論文発表	1936年 (昭和11年)	特性	固有周期 1秒、 倍率 300倍

機械式としては高倍率である。

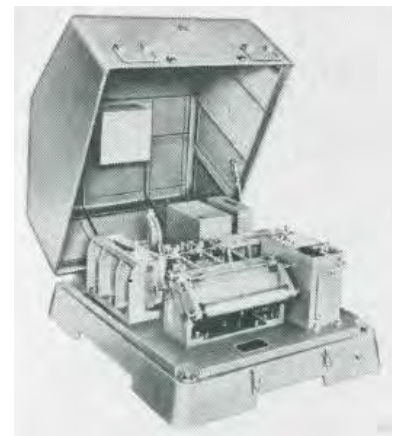


SMAC-A型強震計 SMAC-A Type Strong Motion Accelerograph

設計者	標準強震計試作試験研究会 (委員会)	感度	25gal/mm
製作年	1953年 (昭和28年)	記録速度	1cm/s
成分	加速度3成分		

1948年に発生した福井地震を契機に強震計開発の気運が高まり、地震研究所に設けられた委員会の下で試作第1号機が1953年に開発された。開発された強震計は、委員会の英語名「Strong Motion Accelerometer Committee」の頭文字を取ってSMAC型強震計と名付けられた。固有周期0.1秒の加速度地震計3成分からなり、10gal (震度3程度) で起動し、スタイラス紙をサファイア針で引っ掻いて記録を行

い、最大1,000galまで記録できる。強震動による天井・壁・棚などの落下に対する保護のため非常に頑丈なカバーが付いており、その影響で重量は300kgに及ぶ。



SMAC-B型強震計 SMAC-B Type Strong Motion Accelerograph

設計者	標準強震計試作試験研究会 (委員会)	成分	加速度3成分
製作年	1959年 (昭和34年)		

振り子系や性能はSMAC-A型と全く同じであるが体積・重量が1/3に小型・軽量化されている。



プレス・ユーイング長周期地震計

Press-Ewing Long-Period Seismograph

設計者 フランク・プレス (米国)、モーリス・ユーイング (米国)
使用開始 1952年 (昭和27年)
倍率 1,000倍程度

固有周期 振り子 (15~30秒)、検流計 (70~100秒)
減衰定数 振り子 (1.0)、検流計 (1.0)

コロンビア大学で考案されたことから、コロンビア長周期地震計とも言う。この地震計は、振り子とコイルを用いて地震動を電流に変える変換器、地震計の特性を調節するための数個の抵抗からなる減衰器、倍率を上げて記録するための検流計の3つの構成要素からなる直結形電磁式地震計である。

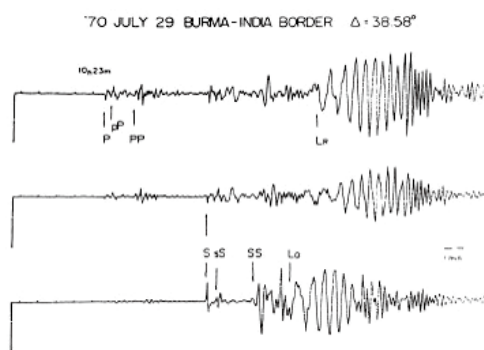
周期5秒から10秒程度の地動ノイズが大きい帯域を避け比

較的長周期の地震動をとらえるために特性が調整されており、非常に安定な長周期地震計である。1960年代の世界標準地震計観測網 (World Wide Standardized Seismic Network ; WWSSN) の標準地震計 (長周期) に採用され、アメリカ沿岸測地局 (USC&GS) により世界各地に設置され、長周期地震観測を画期的に向上させて、地震学の発展に大きく貢献した。



プレス・ユーイング長周期地震計に、R-C回路網および増幅器をつけて、固有周期90秒の検流計を用いた場合と同等の特性にして記録したもの。

日時 1970年7月29日 (昭和45年)
震央距離 38.580度 (約4,300km)
震央 ビルマーインド国境付近
マグニチュード 6.5 (mb)
観測点 堂平 (埼玉県)
倍率 500倍



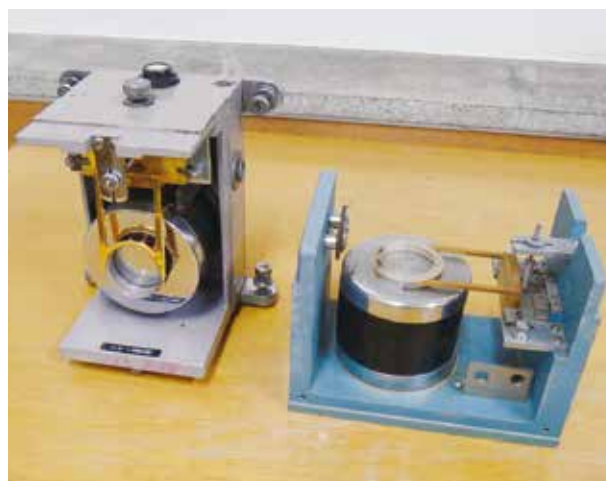
ND-3C型電磁式地震計

ND-3C Type Electromagnetic Seismometer

設計者 田望 (気象研究所)
使用開始 1954年頃 (昭和29年)
特性 固有周期 0.3秒、電圧感度 4.5V/kine

この地震計は小型で感度が高く、上下動としても水平動としても使用できる。

真空管増幅器、電磁オシログラフとともに用い、爆破地震動観測、極微小地震観測に活躍した。



萩原式電磁地震計 (HES) ・ 記録装置

Hagiwara Electromagnetic Seismograph (HES)

- 設計者** 萩原 尊禮 (地震研究所教授)
- 使用開始** 1956年 (昭和31年)
- 成分** 3成分
- 特性** 固有周期 1秒

光学記録方式を採用し、高倍率で直接フィルムに記録している。増幅器を用いていないので長期安定性に優れている。

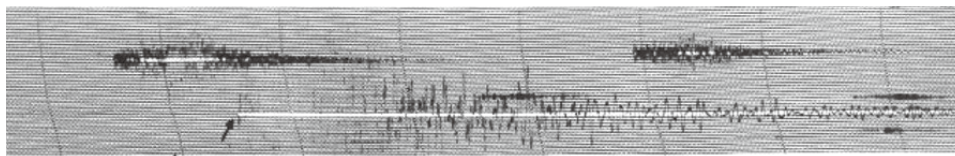
組み合わせる検流計の周期によって下表の3種類が用いられた。

	検流計周期	最大倍率*	主な観測対象
1-0.2型	0.2秒	150,000	近距離微小地震
I-1型	1	50,000	中距離地震及び遠地地震の実体波
I-20型	20	2,000	遠地地震

※フィルム・リーダー(8倍)上での倍率



記録装置



1980年6月29日 16時20分 伊豆半島東方沖の地震(M6.7)とその余震群のフィルム記録

UMP型電磁式地震計 ・ 記録装置

UMP Type Electromagnetic Seismometer

- 設計者** 浅田 敏 (東京大学理学部教授)
- 使用開始** 1964年頃 (昭和39年)
- 特性** 固有周期 0.3秒、電圧感度 0.7V/kine

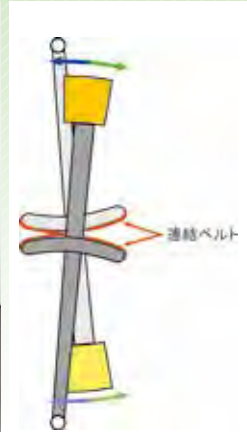
「Upper Mantle Project」プロジェクトの下で開発が行われた、小型で扱い易い上下動用の地震計である。トランジスタ増幅器、磁気テープレコーダーとともに用い、爆破地震動観測、極微小地震観測で活躍した。



たすきがけ地震計（試作品）

試作年 1966年（昭和41年）

地震研究所で試作される。松沢の吊り方（対称的な2つの振子をたすき状のベルトで連結してある）を用い、大振幅の地動でも、他成分の影響を打消し、正確な記録を得ることができる。



小型可搬長周期地震計（PELS）

Portable Easy-Operation Long-Period Seismometer

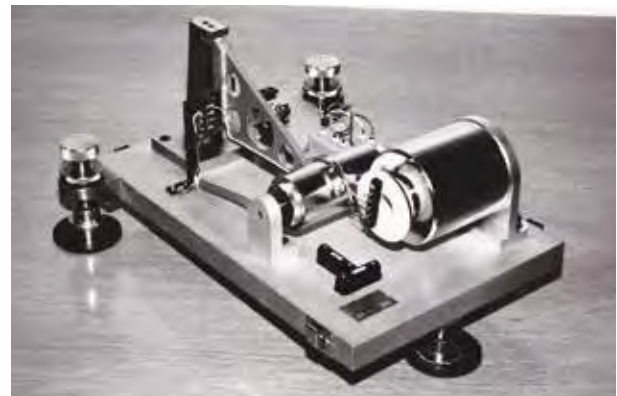
設計者 小型長周期地震計開発プロジェクトチーム（地震研究所）

使用開始 1973年（昭和48年）

特性 固有周期 5～15秒（可変）

感度 1V/kine（速度出力）、10mV/ μ m（変位出力）

当時、長周期特性を向上させた可搬型地震計が望まれていたことから地震研究所によって開発された。



IT 強震計

IT Kyoshin (Strong Motion) Seismometer

設計者 鷹野 澄（地震研究所教授）、伊藤 貴盛（地震研究所）

使用開始 2004年（平成16年）

利用者が自分自身で設置して建物や構造物の実際の揺れを調査するための「建物の聴診器」としての活用を目指して開発された。センサー性能は、震度0程度の弱い地震動を捕えられるもので、弱い地震動による建物の揺れを調べることが可能である。2004年に試作機を開発し、その後2008年からは、IT 強震計コンソーシアムを設立して産学協同で開発している。

本学においては、本郷・駒場・柏キャンパスの10棟以上の建物に設置されている。



嶋式簡易地震計

Shima's Simplified Seismoscope

設計者 嶋 悦三 (地震研究所教授)

使用開始 1972年 (昭和47年)

震度3程度の地震観測を目的として製作された。棒の転倒により地動加速度が推定できる。感度は、それぞれ10, 15, 20, 25, 30, 40galである。なお、平板上での棒の滑りをとめるため特別な工夫がなされている。

製作費が安価なことから、多地点での同時地震観測が容易である。

たとえば詳細地域地震危険度分布図 (Seismic Microzoning Map) 作製のための基礎資料を得るのに適している。

全部で40台製作され、1972年7月から1974年3月まで川崎市内の32中学校に設置されて川崎市のMicro-zoning Map 作りに使われた。



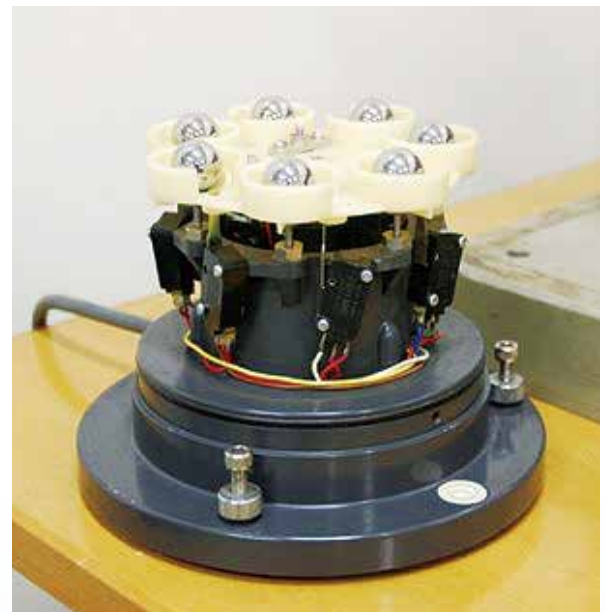
ADA-2 震度計

ADA-2 Seismic Intensity Meter

設計者 (株) アカシ

使用開始 1974年 (昭和49年)

球体落下式の簡易震度計である。鋼球を支える軸の太さが異なると、揺れに対する球の安定性が異なることを利用している。



石本式水平振子傾斜計

Ishimoto Type Horizontal Pendulum Tiltmeter

設計者 石本 巳四雄 (地震研究所教授)

製作 1926年 (大正15年)

感 度 10^{-7} ~ 10^{-8} ラジアン
(10^{-8} ラジアンとは、100m先が千分の1mm上下した時の傾斜変化である)

振り子を用いて傾斜（地面の傾き）を測定する装置である。1929年頃には既に油壺湾で地球潮汐の観測に使われていた。温度変化による影響を小さくするため、全体が熔融石英でできている。吊糸の直径は約7ミクロンと非常に細い。



萩原式水管傾斜計

Hagiwara Type Water-Tube Tiltmeter

設計者 萩原 尊禮 (地震研究所教授)

使用開始 1943年 (昭和18年)

感 度 10^{-8} ~ 10^{-9} ラジアン

水の性質を利用して傾斜を測定する装置である。離れた2箇所にあるポットの間が水管で繋がれており、地面が傾くとポット内の水面が上下する。その水面の高さを測定することで地面の傾きが分かる。



震研90型自記水管傾斜計

ERI-90 Type Water-Tube Tiltmeter

設計者 石井 紘 (地震研究所教授)

使用開始 1990年頃 (平成2年)

感 度 10^{-9} ラジアン

水管傾斜計の一種であり、離れた2箇所にあるポットの間が水管で繋がれている。水面に浮いているフロートと呼ばれる部分の高さを測定することで地面の傾きがわかる。フロートの位置が横にずれないように磁石が用いられており、安定した測定が可能である。温度変化の小さい横坑内に設置され、現在も観測で使われている。



坑井型傾斜計

Borehole Tiltmeter (BHT)

設計者 笠原 慶一 (地震研究所教授)、安藤 誠一 (地震研究所)

使用開始 1979年 (昭和54年)

直径15cm程度のボアホール（縦穴）で使用できるタイプの傾斜計である。固有周期1秒の振り子が水平2方向に取り付けられている。



石英管型伸縮計

Quartz Tube Extensometer

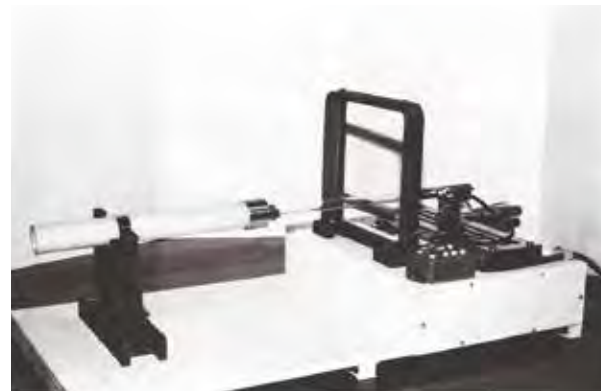
設計者 萩原 尊禮 (地震研究所教授)

使用開始 1948年 (昭和23年)

感 度 10^{-8} ~ 10^{-9} ストレイン

(10^{-8} ストレインとは、長さ100mの棒が1万分の1mm伸び縮みした時の変化率である)

地面の伸び縮みを測定する装置である。棒の片側は地面に固定しておくのに対し、反対側は固定しない。地面が伸び縮みした際に棒の固定されていない先端の位置を計測することで伸び縮みの量が分かる。温度変化による棒の伸び縮みの影響を小さくするため、棒は熔融石英管で作られている。



石英管型伸縮計

Quartz Tube Extensometer

設計者 石井 紘 (地震研究所教授)

使用開始 1992年頃 (平成4年)

感 度 10^{-9} ストレイン

石英管型伸縮計の一種であり、いくつかの工夫がされている。例えば石英管の支持では、摩擦抵抗を小さくするために直径50ミクロンのステンレス糸で吊るされている。温度変化の小さい横坑内に設置され、現在も観測で使われている。



伸縮計の固定端と感度検定用アクチュエーター

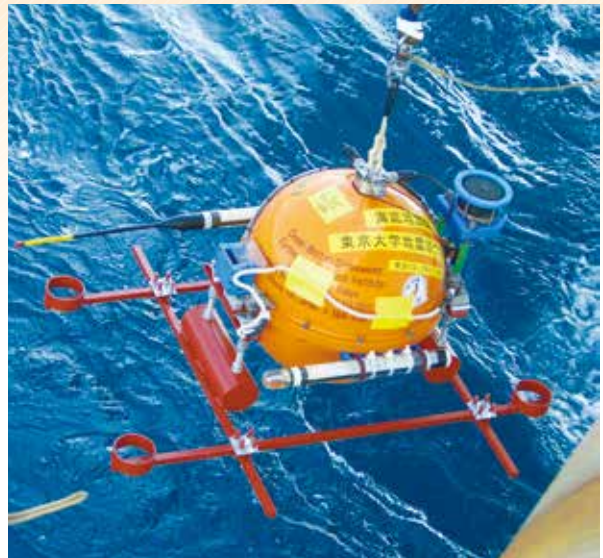


伸縮計の自由端と吊金具

長期観測型海底地震計 Long Term Ocean Bottom Seismometer

運用開始 1997年
最大運用水深 6000m

海底で連続1年間以上の地震観測ができる地震計。東京大学地震研究所で開発された。橙色に塗装されたチタン合金製耐圧殻内に、地震計センサーと超低消費電力の記録装置、そしてそれらを1年間以上駆動させるためのリチウム1次電池を収容している。海底への設置は、浮力を有する地震計本体に重りを取り付け、海面から自由落下させることにより行う。そして地震観測終了後は、重りを切り離すことで地震計本体を海面まで浮上させ、地震観測データを回収する仕組みとなっている。近年は、毎年40台以上を運用して、主に日本近海で地震観測を行っている。



海中に投入する直前の長期観測型海底地震計

ケーブル式海底地震計 Ocean Bottom Cabled Seismometers

加速度計を搭載した観測ノードと陸上局舎を光海底ケーブルで結んだ海底地震観測システム。海底に設置した観測ノードで得られた地震データは、光海底ケーブルにより、陸上局舎までリアルタイムで伝送される。東京大学地震研究所では、近年急速な進歩を遂げている半導体技術と情報通信技術を活用することで、既存のシステムより低コストでありながら、小型で拡張性と高信頼性を有する次世代型ケーブル式海底地震計を新たに開発し、2010年に新潟県粟島沖に設置した。



従来のケーブル式海底地震計観測ノード(上)
新規開発された観測ノード(下)



新規開発された観測ノードに搭載している小型の電子回路ユニット



海中に投入される観測ノード



発行日：2023年3月31日

発行：東京大学地震研究所

東京都文京区弥生1-1-1

tel: 03-5841-2498

fax: 03-5689-4467

編集：広報アウトリーチ室＋技術部

