

# 最近の公開特許にみられる地震計測技術について

佐竹昭弘・荒木郷兵

## SEISMIC INSTRUMENTATION TECHNIQUE SHOWN IN RECENT PATENT ANNOUNCEMENTS

Akihiro SATAKE and Kyohei ARAKI

### Abstract

All applications for patents submitted to the Patent Office are publicly announced after an 18 month period. As a kind of technical information, these announcements are put to use in various ways. This paper intends to analyse trends appears in the companies and organizations whose research is closely related to that conducted by OYO Corporation based on the patent announcements and also trends/developments in fields relating to seismic instrumentation. The research of major corporations in the geological survey circles generally extends over the areas of geophysical exploration, logging, underground water, drilling and in situ testing. It is interesting to note traditionally strong, special expertise appears in respective corporations. Regarding technology pertaining to seismic instrumentation the current status was consolidated by subjects of seismic sensors, geophones, earthquake observation, earthquake warning and monitoring systems and seismic exploration. This paper shows that the surge of advancing technology affects all fields, even those not directly in the vanguard of change.

### 1 まえがき

最近、特許情報に大きな関心が寄せられている。これは、特許が出願されて1年半経つと、その内容の全部が公開される制度に改められたことによるものである。この制度は昭和46年1月1日に施行されたので、昭和47年後半より、「公開特許公報」が続々発行され、いろいろと利用されるようになってきた。

1年間に発行される公開特許公報は、毎年20万件を超えており、その利用にあたって、手検索ではとても対応できないのが現状である。しかし、出願された特許には特許庁において分類コードが振られ、きちんと整理されている。そこで、これらの分類コードを用い、コンピュータを使用することによって、特定のテーマのキーワードによる情報検索（一般に、Information Retrievalの

頭文字を用いてIRと呼ばれている）を容易に行なうことができる。また、コンピュータを使って編集されたクロスリファレンス（相互参照リスト、例えば出願人別リスト・分類別リストなど）も出版されている。

いうまでもなく、特許には、企業・機関の最先端の技術が盛り込まれている。各企業・機関においては、それぞれ、新しい技術の独占権を得、他からの制約を受けない形で事業を有利に進めるためにも、重要課題の1つとして、いろいろな形で特許に取り組んでいる。

当社においても、以前より関心を持って情報の蓄積・利用をおこなってきた。それらの情報に基づいて、地質調査業界における状況と、当社の業務の1つに最も関係がありそうな国際特許分類（IPC）のキーワードG01V1/100（地震学：地震および音響による探鉱または検出）を用いて検索を行ない、抽出された特許の内容について

分析を試みた。

2 特許とは

2-1 工業所有権

一般に、「特許」という言葉は、特許権および実用新案権の両者を総称して用いられることが多いが、その他に、意匠権および商標権の2権を合わせて、「工業所有権」といわれている。

これらは、それぞれ、特許法・実用新案法・意匠法・商標法と呼ばれている法律によって、発生から消滅までが規定されている。そして、このような4つの法律で運用される制度をまとめて、特許制度ということがある。

「特許」と「実用新案」は、いわゆる発明・工夫といわれるもので、その区分は必ずしも明確ではないが、おおむねつぎのように区分されている。すなわち、発明の程度が高度なもの、あるいは方法に関するものは特許の対象になり、物品にちょっとした工夫・考案をしたものは実用新案である。

「意匠」は、物の形状そのものが登録されるものである。

「商標」は、ブランドとも呼ばれているもので、商品などに付けるマークなどが登録されるものである。最近では、商品（動産に限られている）に実際に使用していることが強く求められるようになった。

特許権、実用新案権、意匠権および商標権についての概要を表-1に示す。

表-1 工業所有権一覧  
Table 1 Listing by types of industrial property

項目	定義		審査基準	存続期間
特許権	自然法則を利用した技術的思想の創作。 科学上の法則を利用した技術アイデア。	発明 高度なもの 方法・物	進歩性 新規性	公告から15年 (ただし、出願から20年まで)
実用新案権		考案 物品	優先性	公告から10年 (ただし、出願から15年まで)
意匠権	物品の形状、模様、色彩などのデザイン		新規性 創作性 優先性	登録から15年
商標権	商品(動産)を他と区別するために使用する標章(文字・図形・記号)		特徴性	登録から10年 (更新できる)

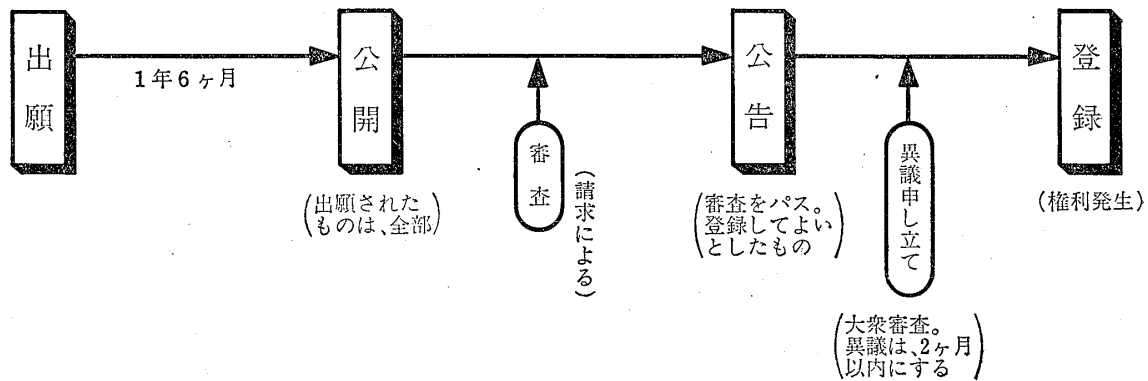


図-1 特許および実用新案の出願から権利発生まで  
Fig. 1 Steps in the acquisition of a patent

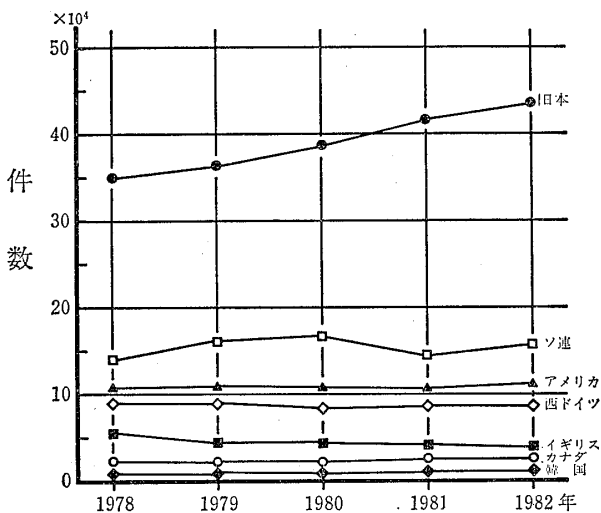
2-2 公開の意味

表一に示すように、これらの工業所有権の権利発生までの過程にはいろいろな段階がある。それらのうち、特許と実用新案の出願から権利発生までの過程を要約して示すと、図一1のようになる。

出願された特許および実用新案は、出願されてから1年6ヶ月経過すると、すべてのものが公開公報として公開される。これは、昭和46年から実施され、昭和47年後半から公開公報が発行されている。さらに、従来は、出願されたすべてのものについて審査をしていたが、このときの改正によって、請求に基づいて行なうことになった。これらの変更は、増え続ける出願に対し迅速な処理をするため、さらには、出願の内容を早期に公知させることによって、他の同様な出願を押さえようというねらいで行なわれたものである。それまでは、出願してから公告まで5~6年、時には10年近くかかり、その間極秘扱いであったことに較べると、大きく変更されたことがわかる。また、請求に基づいて審査を行なうようにしたことは、時間の経過によって特許（あるいは実用新案）にする必要のなくなるものがあることを考慮したものである。これにより、出願をした人は、出願後7年以内に特許（あるいは実用新案）としての審査請求をするかどうかの決定をすればよいことになったのである。

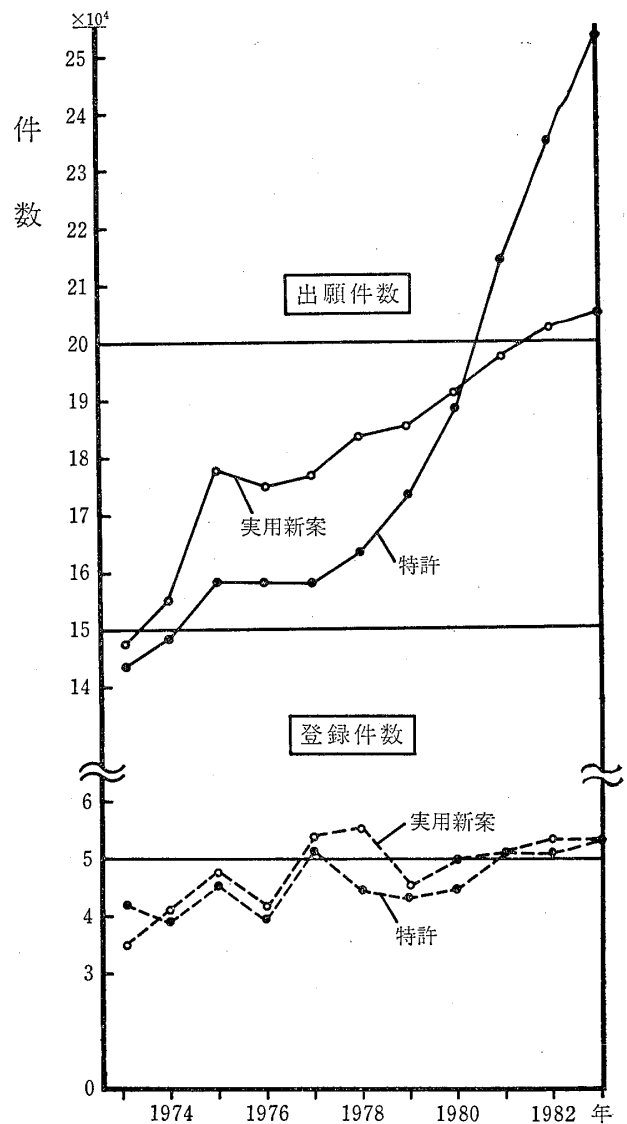
出願されたもののうち、審査請求があって、審査をパスし、拒絶する理由がなくなったと特許庁が判断したも

のについては、公告が行なわれる。したがって、公告される時期は、出願後かなりの年数（平均的には3~4年ぐらゐと考えられる）が経っている。また、権利として確定する数は出願数の20~30%程度である。このようなことから、公告による情報は、公開公報と比べ、時期的にも量的にもかなりの差があり、技術情報としては利用度が低くなる。なお、公告された特許あるいは実用新案に対し、権利となることに異議がある場合には、公告後2ヶ月以内に異議申し立てを行なうことができる。しかし、公告になれば、その大部分は登録され、権利となっている。



図一2 世界の主要国における特許出願状況

Fig. 2 Recent trends in patent applications for selected countries



図一3 日本における特許・実用新案の出願および登録の推移

Fig. 3 Recent trends in patent applications and grants in Japan

### 3 特許出願状況

#### 3-1 主要国における特許出願件数

世界の主要国における1978年から1982年までの5年間の特許出願状況を図-2に示す。国によって制度が異なっており、アメリカ、イギリス、カナダにおいては、特許と実用新案とを区別していない。これに対し、西ドイツ、韓国では、日本と同様に、特許と実用新案とを区別しており、ソ連では、特許と発明者証という制度になっている（特許庁の資料によれば、他と比較する場合、ソ連については、特許と発明者証を合計した数によっている）。この図によれば、日本以外の国におけるこの5年間の毎年の出願件数は、ほとんど変化しておらず、イギリスでは、わずかではあるが減少傾向を示している。これらに対して、日本における特許と実用新案の合計は、他の国の数倍から十数倍もあり、さらに年とともに増加（年平均2万件強）していることがわかる。このことは、技術開発に熱心であるといわれている日本の姿を如実に示しているものである。

日本における特許および実用新案の出願件数と登録件数を年次別に示すと、図-3のようになる。これによると、出願したもののうち、登録される件数は20~30%程度となっている。年間の出願件数は、1983年において、特許で25万件を、実用新案で20万件を超えるまでになっており、さらに強い増加を続けることが予想される。

図-4は、1980年および1982年において出願された特許の部門別の比率を示したものである。この両年を比較すると、Ⅲ-化学・冶金・繊維部門(-10%)をはじめ、Ⅰ-生活用品部門(-5%)、Ⅱ-処理・操作・輸送部門(-3%)、Ⅳ-建設部門(-7%)の4部門では減少し、Ⅴ-機械工学部門(+3%)、Ⅵ-物理部門(+8%)、Ⅶ-電気部門(+3%)の3部門では増加している。増加している部門は、近年話題になっているコンピュータやエレクトロニクスを中心とした技術が、ほとんど含まれる分野である。

#### 3-2 地質調査業界における特許出願状況

地質調査を主たる業務としているいくつかの会社が、1973年から1983年までの11年間にわたって出願した特許件数の合計（公開特許公報に基づいて集計したものであ

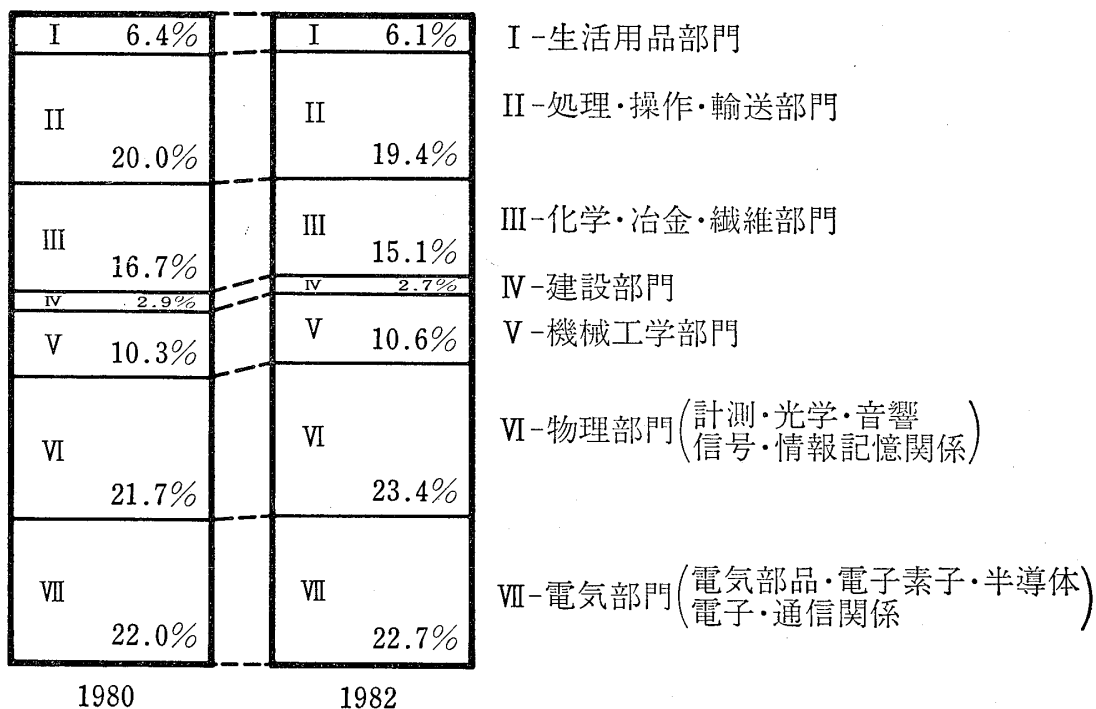


図-4 出願特許の部門別占有率の推移

Fig. 4 Recent trends in classifications of patent applications

る)は、図-5に示す通りである。なお、外国企業ではあるが、シュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エーの状況を、参考までに記載した。この図から明らかのように、(株)応用地質調査事務所とシュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エーの2社は、他の9社にくらべて圧倒的に多い。この2社は、計測器の製作・開発を積極的に行なっている。一般的にいて、特許は物に付随して発生することが多く、調査を主体にしている場合よりも、計測器を扱っている場合の方が、特許の発生する可能性が高いと考えられるのである。

図-5に示した企業のうち、11年間の累計件数が10件以上になる企業について、出願件数の年次推移を企業別に示すと、図-6のようになる。これによると、全体的にみて、1980年代に入って出願件数が増加しており、各企業とも、技術開発に意欲を燃やしていることが推察される。

図-7は、図-5に示したものと同一資料を分野別に集計したものである。この結果によると、室内試験関係がきわめて少ない。物理探査関係には、いろいろな探査法があるけれども、広く利用されている地震探査に関するものが大部分を占めており、電気探査・音波探査についても若干みられる。その他としては、地盤改良などを含む工事に関するものが多い。

地下水関係、ボーリング関係、原位置試験関係および検層関係は、前記の2分野にくらべると、その件数ははるかに多くなっている。このことは、地質調査の内容が地質構造調査よりも、地盤物性調査に関する技術開発が推進されていることを示している。

図-8は、図-6に示した各社の分野別の出願件数を示したものである。この図によると、各社の特徴がよく示されている。

地下水関係は、4社から出願されているが、特に大成基礎設計(株)が地下水の流動・流速に関して、多くの出願をしているが目立っている。

ボーリング関係は、サンプラーなどの周辺器材を含め装置に関する出願を各社が行なっているが、中央開発(株)の多いが目立っている。

原位置試験関係は、地質調査業界の主要技術の1つであり、日本のいずれの会社でも技術開発に取り組んでいることがわかる。孔内載荷試験では、(株)応用地質調査事務所と川崎地質(株)が多い。その他の原位置試験では、貫入試験(標準貫入試験を含む)に関するものが、(株)応用地質調査事務所と中央開発(株)から多く出願されている。また、基礎地盤コンサルタンツ(株)の大半は、凍結地盤の物性に関するものである。

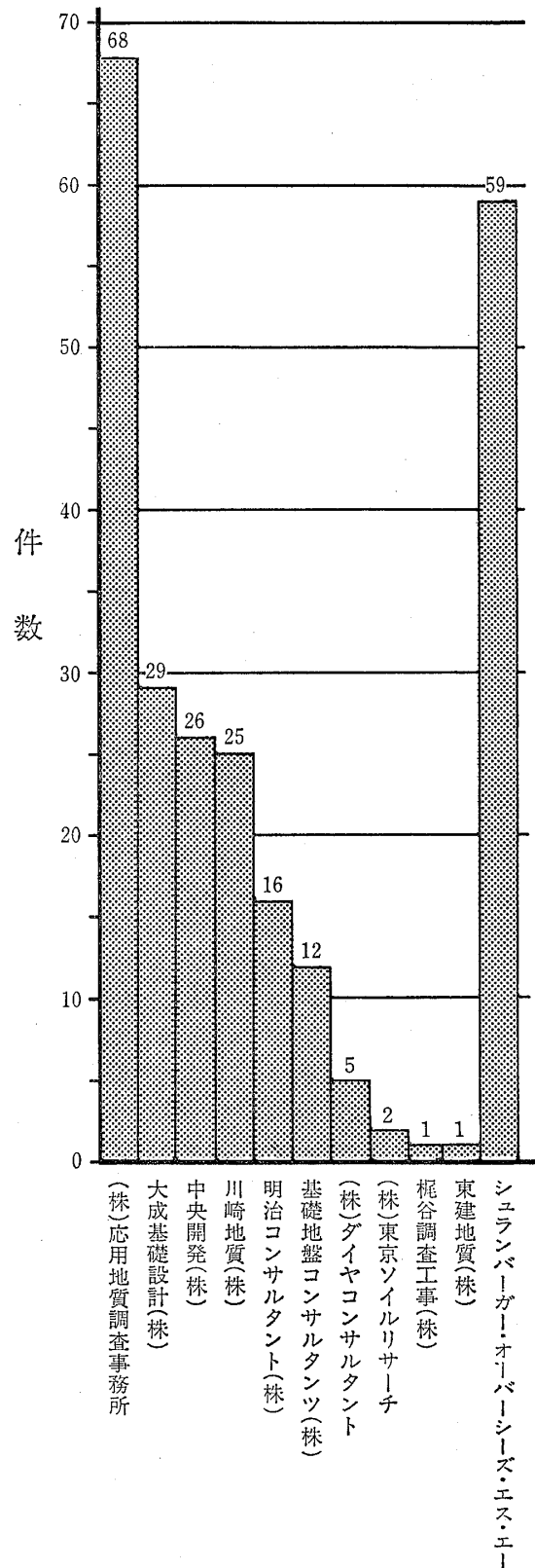


図-5 地質調査会社の特許出願状況

(1973~1983年の累積件数)

Fig. 5 Recent trends in patent applications for geological survey corporations (Aggregate number of patent announcements in 1973-83)

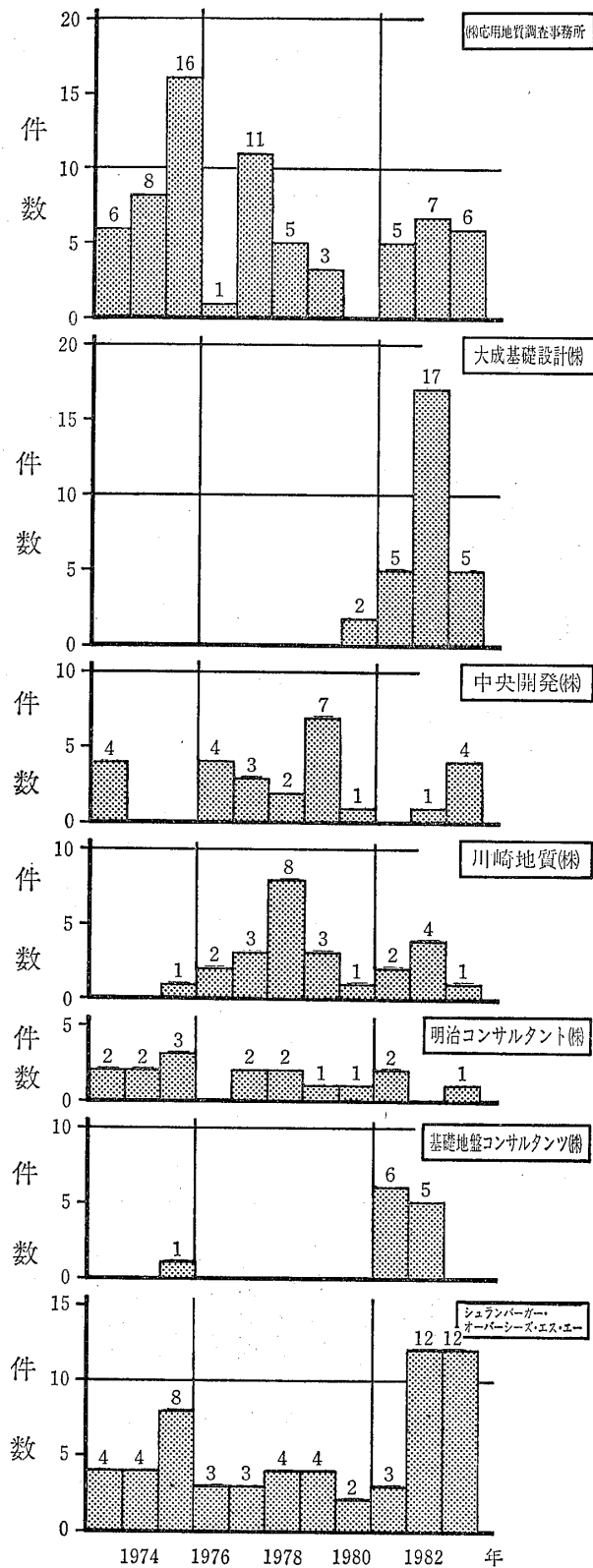


図-6 地質調査会社の年次別特許出願状況 (1973~1983年)

Fig. 6 Recent trends in patent applications for geological survey corporations per year (1973-83)

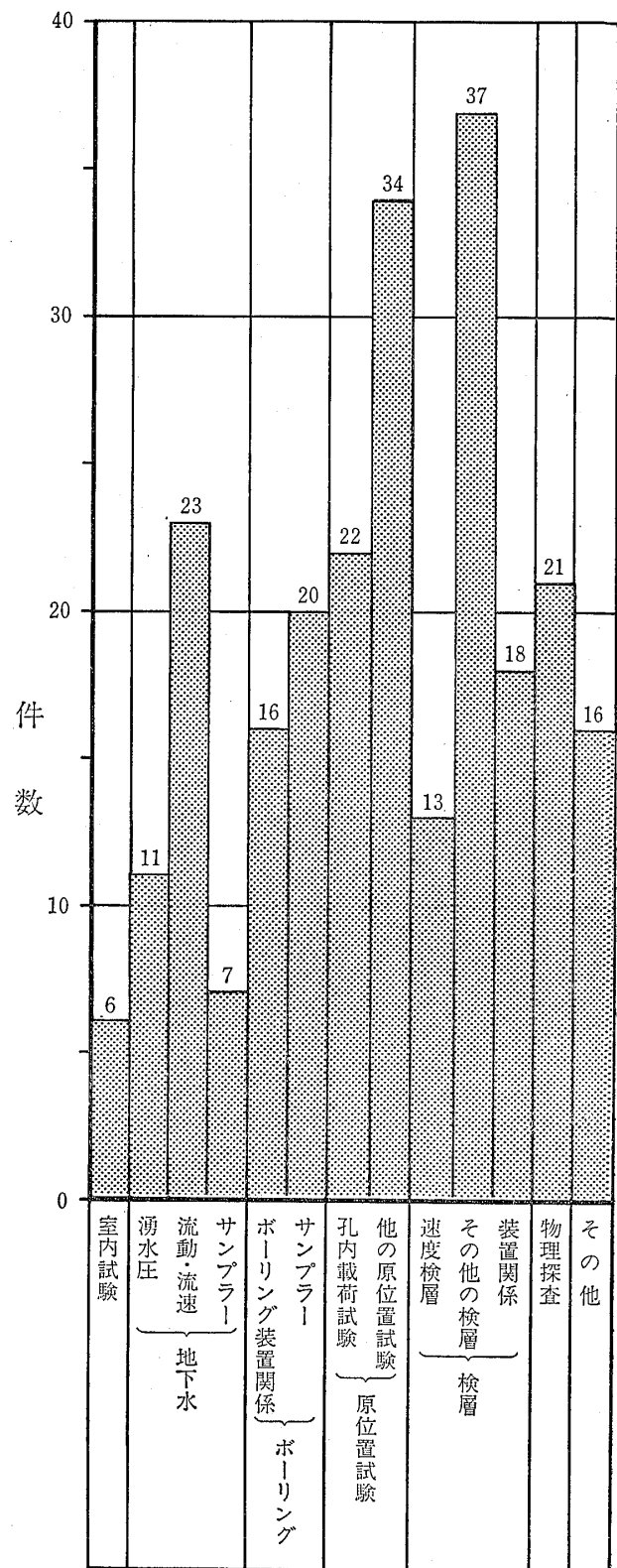


図-7 地質調査会社の分野別特許出願状況 (1973~1983年の累積件数)

Fig. 7 Recent trends in patent applications for geological survey corporations (Aggregate number of patent announcements in 1973-83)

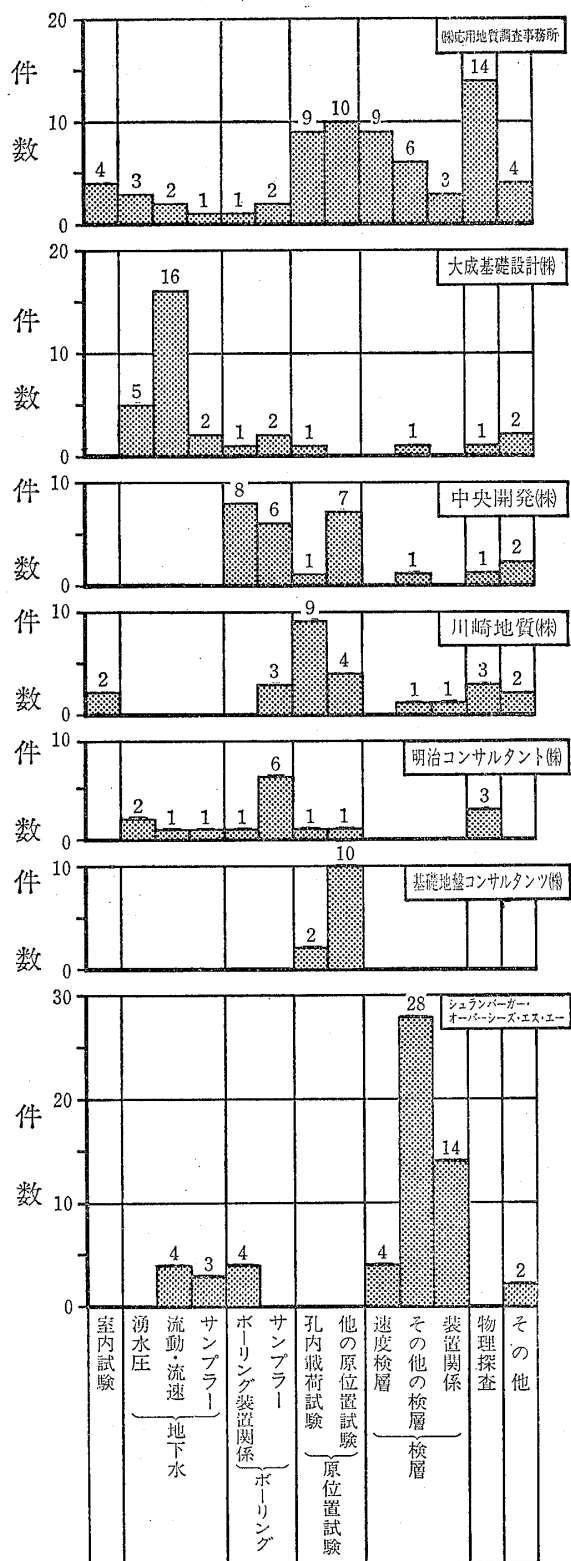


図-8 地質調査会社の分野別特許出願状況 (1973~1983年)  
 Fig. 8 Recent trends in patent applications for geological survey corporations per field (1973-83)

検層関係は、シュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エーが圧倒的に多く、電気検層を中心とした技術が大半を占めている。速度検層（P-S検層を含む）に関しては、順応用地質調査事務所とシュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エーの2社のみである。

#### 4 地震計測に関する特許出願内容調査

多量の文献を検索するときには、内容を分析し、その性質が似たものを集め、記号をつけておくと、調べたい内容の記号がついているものを抽出すれば良いことになり、全部を調べる場合に比べて著しく時間を短縮することができる。とくに、コンピュータを用いた情報検索の場合には、分類・記号化は必須条件である。

特許に関しては特許分類法がある。以前には、日本独自の分類法（JPC）が用いられていたが、昭和55年以降は、国際特許分類法（IPC）が全面的に採用された。この分類法では、学問分野に応じてAからHまでの8セクションに大別されている。たとえば、Gセクションは物理学の分野を表わしており、G01V1/100は「地震学：地震または音響による探鉱または検出」となっている。

そこで、地震計測（自然地震に加えて地震探査を含める）分野の最新の技術動向を知るために、1980年より1983年の4年間に公開された特許を対象として、上記のG01V1/100によって検索を行なった。その結果抽出された特許は227件であった。これらの特許について、その内容を分析したところ、31件については分類が適切でないことが判明したので除外した。したがって、196件について、それらの特許の技術内容を分類すると、図-9のようになった。

すなわち、これらのものは、自然地震の計測を目的とするものと、地震探査、速度検層に関係するものとに大別される。前者に属するものは117件（60%）、後者に属するものは79件（40%）となっている。

##### 4-1 感振器

感振器は、地震発生時において、その振動の有無や大小を検出して、他のシステムへの制御を目的とし、各種の器具に装備されるセンサで、小型で安価なことが望まれる。そのためには、単純な構造が良く、球体感知体あるいは振子を採用しているものが多い。これらは主として水平動の検出を対象としている。球体の動きをとらえる方法は古くから利用されており、この方法では、振動の方向についてはわからないが、振動や傾斜に敏感であるために実用性が高い。

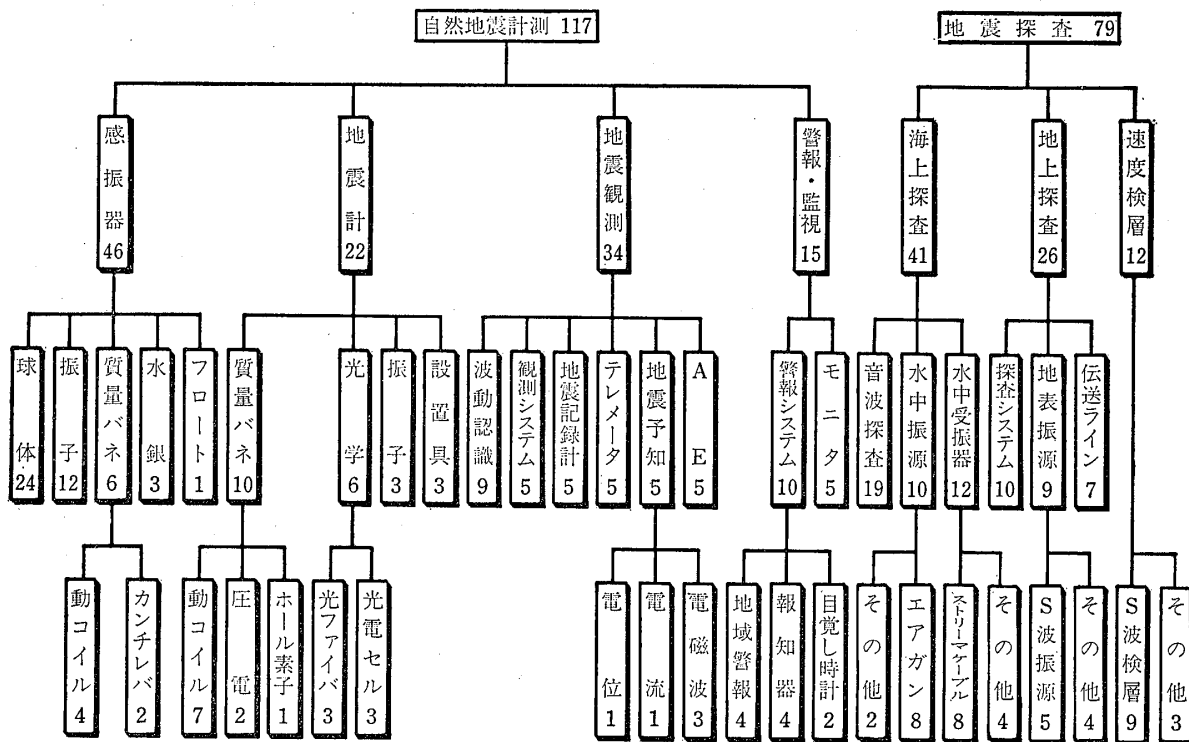


図-9 地震計測関係公開特許の技術内容と件数 (1980~1983)

Fig. 9 Types of patent announcements in the seismic measurement field (1980-1983)

球体の動きをとらえる方法としては、

- (1) 導体球が容器内の電極を短絡することを検知する方法 (特開昭55-54412, 特開昭55-116224, 特開昭56-31611, 特開昭56-133618 など)
- (2) 光で検出する方法 (特開昭55-117926, 特開昭57-144427など)
- (3) 移動する音を検出する方法 (特開昭57-13323, 特開昭57-119623, 特開昭57-179624, 特開昭58-32128など)
- (4) 容器内の壁に圧電素子を設ける方法 (特開昭56-70427など)

など、さまざまな工夫がなされている。このほかに、球体を受皿から落下させ、弁などをコントロールする方法 (特開昭55-57117, 特開昭56-67622, 特開昭57-44875) もある。図-10は、昭和56年にソニー(株)から出願された感振器 (特開昭56-133618) で、振動によって鋼球が移動し、外周壁に触れると受皿との間に電気が通じ、ラジオなどが動作するというものである。

つぎに、振子による感振器には、重錘を上方にした倒立振子を用いて感度を改善したものがある (特開昭57-74625, 特開昭58-187820)。

その他、水銀を用いたもので、水銀溜めの形状や電極

に改善を施し、水銀の移動を電氣的に適確にとらえることによって、震動を検知しようとするもの (特開昭56-24529, 特開昭56-24530, 特開昭56-58625), さらに、振子を液体中に浮かせたフロートと結び、振子の長さを長くすることなく長周期の振動をとらえることのできるもの (特開昭55-35220) などもある。

#### 4-2 地震計

動コイル型の地震計に対して、振子を使わない新しいタイプの地震計についての出願が目立っている。すなわち、光を利用したもので、数件の出願がみられる。とくに、光ファイバを信号の伝送路として用いることは、電磁氣的影響を受けないという利点を有している。これを振動センサとして利用することには深い関心が持たれ、今後も多くの試みがなされるものと推察する。いろいろな提案のうち、

- (1) ファイバ芯線を地中に埋設しておき、地震などによって発生する側圧の変化に応じたマイクロベンディングによって、光伝送損失が増加することを利用する方法 (特開昭55-59367)
- (2) 光ファイバループを基盤に設置し、入射光と出射光の位相差から回転角速度を検出して、地震の検知



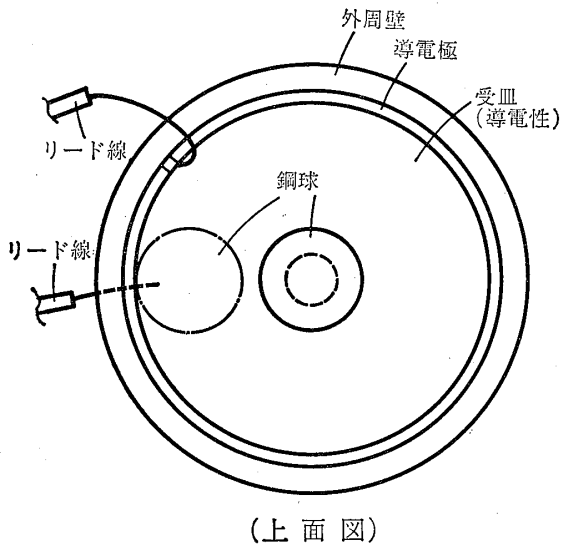
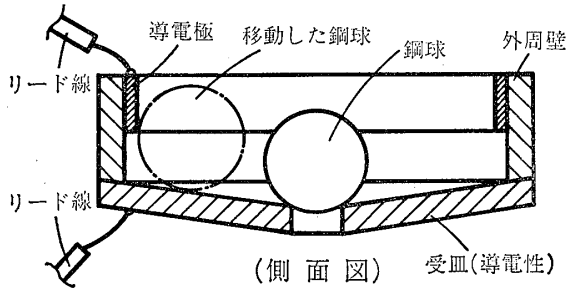


図-10 振動検知装置 (昭56-1336182) (ソニー株)  
Fig.10 Seismic detection apparatus  
(1981-133618; Sony Corporation)

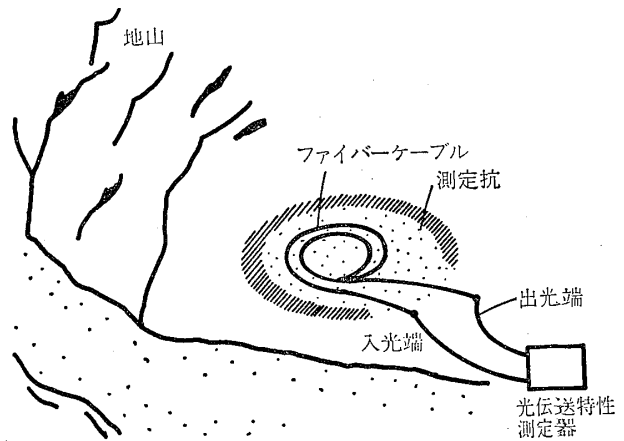


図-11 光ファイバを用いて地震を予知する方法  
(昭55-59367) (住友電気工業株)  
Fig.11 Method for forecasting earthquakes using optical  
fiber (1980-59367; Sumitomo Denki Kogyo)

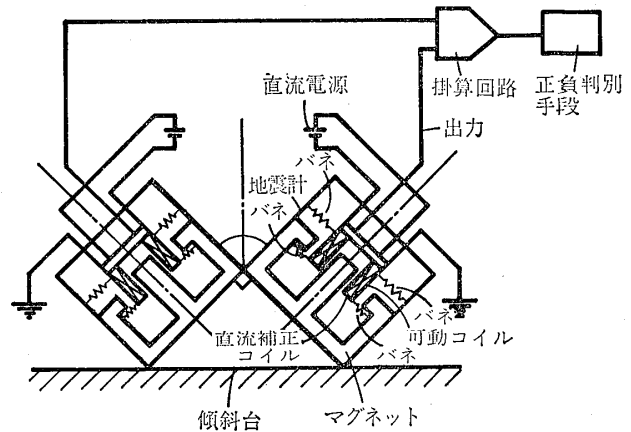


図-12 水平全方向型地震検出器  
(昭55-94177) (株明石製作所)  
Fig.12 Horizontal, omnidirectional seismic detector  
(1980-94177; Akashi Seisakusho)

を行う方法 (特開昭58-205882)

などは関心をひかれるものである。そのほかに、光を用いるものとしては、直交する3方向にスプリングで支えられた質量の2面を反射面とし、その反射光を検出することにより振動をとらえる方法 (特開昭57-19624) がある。図-11は、住友電気株によって、昭和55年に出願された光ファイバを用いた地震計 (特開昭55-59367) である。

一方、地震計の主流である従来の動コイル型地震計においても、その性能改良に関するものがみられる。

たとえば、

- (1) 直交2成分の地震計を水平に配置し、その出力の絶対値を加算し、水平全方向に対して均一な感度を得ようとするもの (特開昭55-94177)
- (2) 一对の地震計を垂直軸に対称に傾斜して配置し、その出力を乗算して振動方向を弁別することによって、P波の初動とS波の初動を識別させるもの (特

開昭55-109931)

などは、注目すべきものと考えられる。図-12は上記の(1)の地震計の説明図で、昭和55年に株明石製作所によって出願されたもので、直交する水平成分の絶対値と、それに重みづけした値を合成し、水平の全方向に対して均一な感度特性を得るとともに、ダイナミックレンジの拡大をはかっている。

さらに、この種の電気・機械系の地震計にあつては、ダンピングの調整は重要な課題で、これに関するものとしては、

- (1) マグネット下面に磁束密度調整プレートを設け、この位置関係を変えることによって、磁気空隙中の

磁束密度を連続的に変化させる方法（特開昭57—166526）

- (2) 任意の共振周波数，ダンピング特性を持った地震計の出力信号を，地震計とマイクロプロセッサなどの組合せによって，他の特定の特性をもった地震計からの出力信号と同じ信号に変換する方法（特開昭56—46479）

などがあり，特色ある改善といえる。

地震の波動をとらえるためには，地震計を地上に設置するのみならず，ボーリング孔内や海底に設置する場合もあり，センサは同一のものをを用いるとしても，設置する方法や装置の工夫が必要となる。これらに関しては，つぎのようなものがあげられる。

- (1) 地震計をボーリング孔内の所定の方向に設置するため，下端キー付のガイド管を挿入し，このキーの方向を方位測定器で計測し，ついで，地震計を収納した器体のキーを基準にして，所定の方位に合わせて挿入し，セメントで固定する方法（特開昭57—127867）
- (2) 海底や地中で地動の観測をするに当って，ボーリング孔を用いて地震計を設置する方法ではなく，自らの先端部が地中に貫入するようにしたハンマー機構を有している設置ツール（特開昭55—57168）
- (3) 海底に地震計を設置する場合，潮流の早い表層部では早い速度で沈降させ，一方，着底時には，センサに衝撃を与えないように遅い速度にするために，複数のバラストが順次破裂する構造（特開昭55—87911）

などの工夫がなされている。

#### 4-3 地震観測

地震を観測するシステムや方法の中で，最も数多く出願されているのは，地震波の検出に関する事項である。地震動とその他の雑振動をどのように分離するか，またP波およびS波の同定についても，いろいろな試みがなされている。

その地点の地震動の初期段階の状態から，その地震の最大地震動を推定し，危険予測に役立てようとするものとしては，

- (1) 地震計からの入力信号の短時間移動平均と長時間移動平均を比較するもの（特開昭56—166481）
- (2) 入力信号より単位時間後の予測波動を計算し，危険値に達するか否かを求めるもの（特開昭56—4082）
- (3) 入力信号を地震波帯域にわたってフィルタリングし，これを全波整流して絶対値の平均値を一定時間

（1～10秒）ごとに求め，これによって判断しようとするもの（特開昭56—125680）

- (4) 入力信号を地震波帯域および人工的振動帯域のそれぞれのバンドパスフィルタに通し，その結果をコンパレータで比較し，地震振動が増加したか否かを判定するもの。ただし，人工振動信号は積分器に入れ，時定数をもたらししておく（特開昭58—174882）
- (5) 複数の観測点から得られる地震波の最大振幅，エネルギー，自乗平均値，相互相関を求め，該当地域に対する警報を発するもの（特開昭57—14775，特開昭57—57273）

などがある。図-13は，富士通(株)によって昭和56年に出願された上記の(1)の説明図で，フィルタ回路の前段に変ゲインアンプを置き，地動雑音が非定常である場合でも，適切なトリガが掛り，判定できるものである。また，火山性の地震のようなローカルなもの，通常地震を分別する方法として，火山の山中に設置した地震計と，その周辺地帯に設置した地震計の2つの信号の時間的関連を時間ゲートを用いて判定するもの（特開昭58—103679）がある。

つぎに，観測システムや記録システムに関しては，

- (1) 通常観測システムが地震の挙動を一地点の相対振動として，しかも，電気信号に変換してとらえているのに対して，杭を一定間隔に直線状に地表に設置し，杭列の延長上の高い位置から，カメラやビデオカメラで連続画像として撮影し，杭の動きから地表の変形を把握するもの（特開昭56—7072）
- (2) 従来の地震記録計は無地震時にも記録が残り，しかも，時刻は一定のインターバルの時刻信号より判読するタイプのものが多いが，地震波の振幅が一定のレベル以上になった時にトリガして，地震計からの信号を，A/Dコンバータを介してデジタル信号

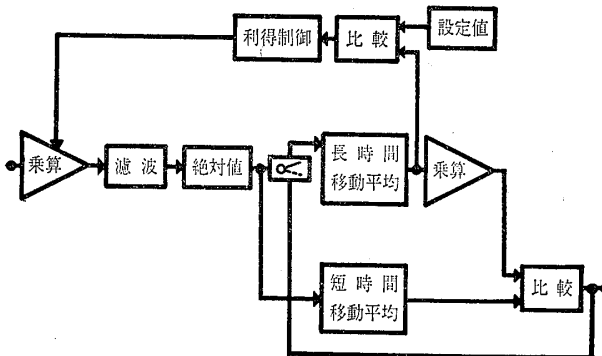


図-13 地震判定方式（昭56—166481）（富士通(株)）  
Fig.13 Formula for earthquake interpretation  
(1981-166481 ; Fujitsu)

化してメモリに記憶させ、一方、それに対応する時刻信号もメモリに書き込み、一定時間内の波形と刻時を、サーマルプリンタに記録として同時に出力させ、解読を容易にするもの（特開昭56—110068）

などは、特色ある装置といえることができる。図—14は、昭和56年に日本国有鉄道ほかによって出願された記録装置（上記(1)）の説明図であり、図—15は、昭和56年に建設省建築研究所ほかによる上記(2)のものである。

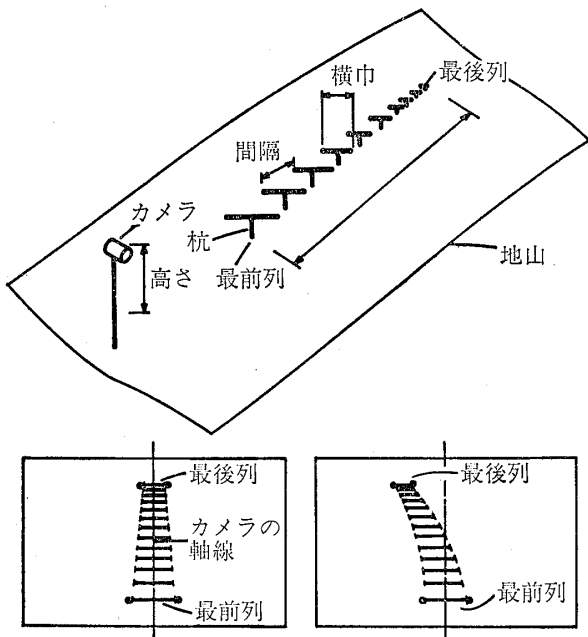
地震データの伝送には、テレメータが多く用いられており、その技術内容は一般のテレメータと同じようなものではあるが、地震データの伝送のために、つぎのような工夫がなされている。すなわち、

- (1) 地震時のダイナミックレンジは大きく、通常の雑振動と地震の振幅は著しく異なっており、これらを同一の伝送路にできるだけ効率よく乗せるために、センサの出力をA/Dコンバータによってデジタル化してテレメータに乗せ、受信側では、その信号によって、レンジに合わせた比較信号を発生させ、それをデジタル化して回線に戻し、D/Aコンバータによって比較電圧を得、センサの入力に加算し、常にダイナミックレンジを追従させるもの（特開昭58—82397）がある。
- (2) テレメータを含む観測系が、常に安定して動作しているか否かを監視する方法としては、常時はトレ

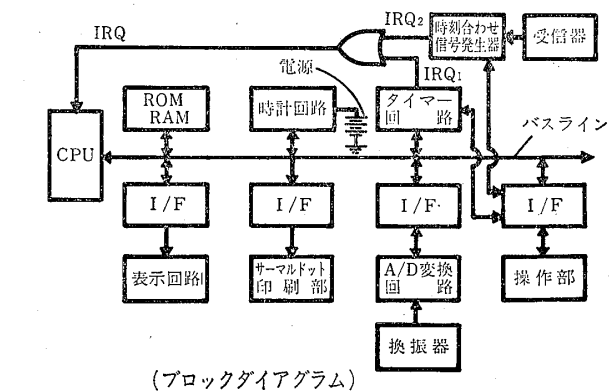
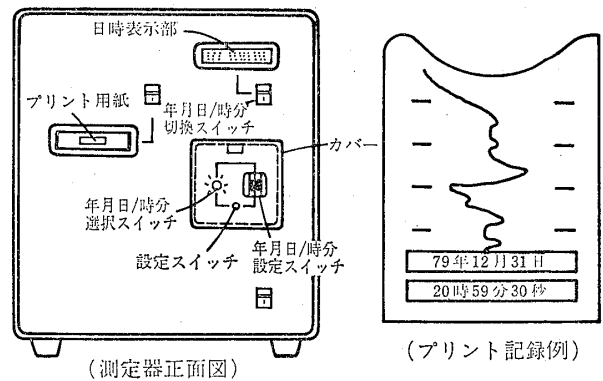
ーニング信号を送出しており、センサから信号が出力されると、トレーニング信号は送出を停止し、センサからの信号が伝送路に出力され、トレーニング信号停止直後の安定な時間帯を利用して、偶発現象をより適確に伝送するもの（特開昭56—43573）がある。

- (3) 地震計の動作を確認する方法としては、ROMに入っている定められた試験信号をアナログ化して、その信号を地震計の動コイルに設けられたキャリブレーション・コイルに流し、テレメータ回線で地震計の検定をするもの（特開昭58—55877）がある。
- (4) 地震観測においては、それぞれの観測地点の時間計測が行なわれるが、それぞれの記録が独立の同期で標準化されていると調整が必要となり、これを避けるために、センサー局よりマスタークロックを送り、これによって信号のサンプリングと伝送のフレームを制御するもの（特開昭56—35297）がある。

地震の発生に関する前駆的現象をとらえるために、アコースティックエミッション（AE）の利用が考えられている。基本的には材料関係で用いられるAE計測と同



図—14 地震動記録装置（昭56—7072）（日本国有鉄道ほか）  
Fig.14 Earthquake monitoring system (1981-7072; Japan National Railways et al.)



図—15 地震記録装置（昭56—110068）（建設省建築研究所ほか）  
Fig.15 Earthquake monitoring system (1981-110068; Ministry of Construction Architectural Research Institute)

じであるが、対象が地盤であることから、センサの構成や設置方法の工夫がなされている（特開昭57-40608, 特開昭58-187852）。

また、AEを適確にとらえるためには、観測地域を広くし、かつ多数の観測点を設けることが必要となる。この場合、AE法の利用の実用性という観点からは、センサ自体の経済性についてはいうまでもないが、一方、センサからの信号の伝送網の簡略化をはかったもの（特開昭57-28278, 特開昭57-35733）がある。

#### 4-4 地震警報・監視システム

地震観測の結果をより早く適確に周知させることは、直接災害および2次災害の被害を軽減するために重要である。そのために、地震の大きさに応じて警報を出し、避難などの対応を効率的に行うための警報および監視システムに関する工夫がなされている。

警報システムとしては、

- (1) 震度に応じて音声プログラムを選択し、テープを再生し報知するもの（特開昭56-140219）
- (2) 家庭内や職場内で適用できるようにするために、感振器と警報システムを小型一体化したもの（特開昭56-70428, 特開昭57-179627）
- (3) 就寝中の対応のための目覚しと緊急照明、さらにはラジオを一体化したもの（特開昭55-75677, 特開昭55-124026）
- (4) 通行中の車両中においては、地震の発生になかなか気付きにくく、そのために、道路上に設置して視覚に訴えるようにしたもの（特開昭56-77720）
- (5) 震度や波動の種類に対応して表示できるようにしたもの（特開昭58-127975, 特開昭58-129465）

などがある。図-16は、光源から光表示器に導くファイバの途中に光スイッチを設け、このスイッチを地震波を感知した信号で切換え制御し、地震波の種類に応じて変えられるようにしたもので、昭和58年に三菱電機によって出願されたものである。

原子炉やプラント施設からエレベータやガス栓に至るまでのいろいろの施設に対する、地震時の安全を確保するための監視システムについては、

- (1) 設備のそれぞれに感振器を設置し、それらの感振器における加速度と変位振幅を、別途に設定した基準値と比較し、適切な操作を可能にするもの（特開昭58-195173）
- (2) それぞれの機器の固有振動数および振幅データを記憶させておき、実際の地震時のデータと対応させて監視するもの（特開昭57-67873）

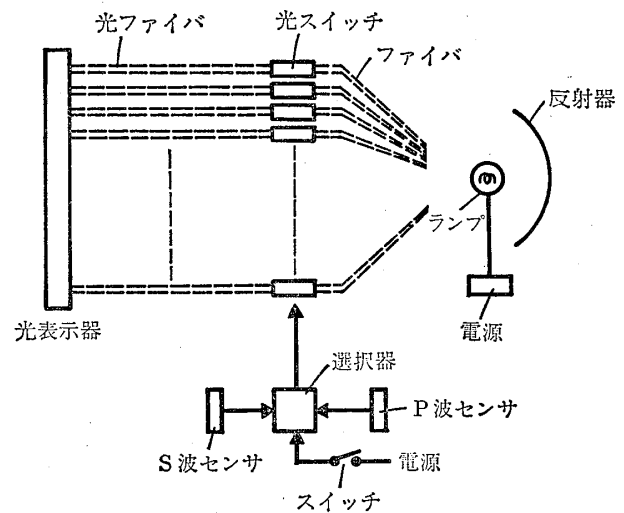


図-16 標識 (昭58-129465) (三菱電機機)

Fig.16 Signal device (1983-129465; Mitsubishi Denki)

- (3) 保守性能を高めるために、感振器にフィードバック式を用い、テスト信号によって常に自己診断をするもの（特開昭56-87896）などは特徴的である。

#### 4-5 地震探査

地震探査は、自然地震の計測と類似の技術であるが、自然地震の計測が0.1Hzから数10Hzの周波数帯域であるのに対し、地震探査では、数Hzから数100Hzまでの周波数であり、自然地震の場合にくらべると、1ケタ高い周波数帯域の信号を対象にしていることになる。また、地震探査では、振源のエネルギーが小さいので、ノイズの中から微弱な信号をひろい出す必要があり、そのためにS/N比の改善が試みられている。図-17は、シュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エーによるVSP速度検層装置（特開昭57-111485）で、各深度の波形の移相、組合せ、最適見積処理をすることによって、良好なS/N比を得るようにしたものである。

地盤のS波速度の分布状態は、地震時の応答に大きなかわりを持ち、耐震設計上重要な因子となっている。S波の速度およびその分布の探査は、地上あるいはボーリング孔内で行なわれているが、この場合の技術上の重要な問題の1つは、いかにして効率的に卓越したS波を発生させるかということで、震源に関する工夫がなされている。

地表に置くS波震源としては、板叩き法と呼ばれる方法が多く用いられている。これは、ウェイトを乗せた板の側面をハンマリングしてS波を発生させるものであるが、より深くまでS波を到達させることができるように、

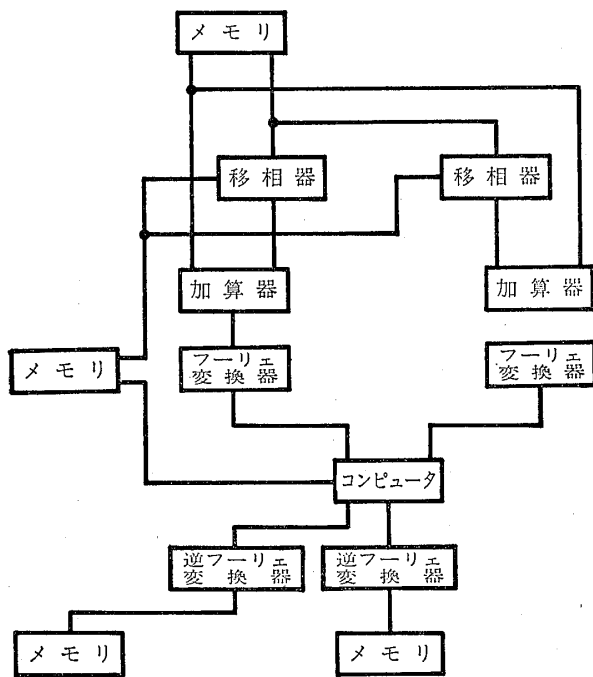


図-17 地震探鉱法および装置 (昭57-111485)  
 (シュランバーガー・オーバーシーズ・エス・エー)  
 Fig.17 Seismic exploration method and apparatus  
 (1982-111485; Schlumberger Overseas SA)

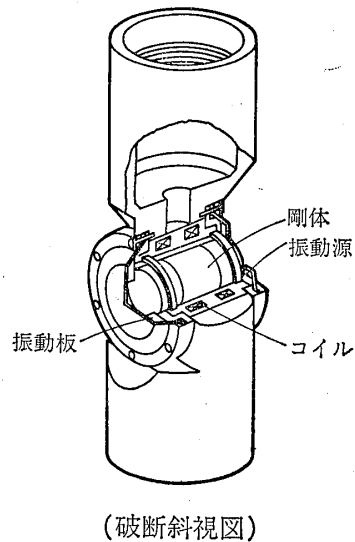
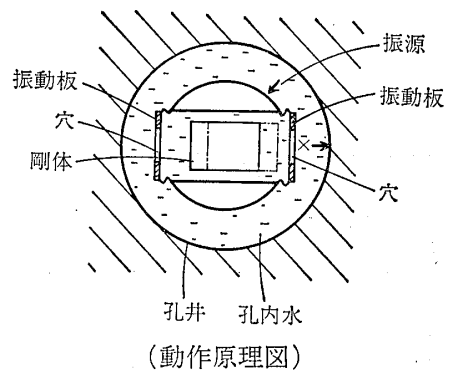


図-18 P波・S波選択測定用振源 (昭56-164979)  
 (㈱応用地質調査事務所)  
 Fig.18 Seismic source that can be set for P or S waves (1981-164979; OYO Corporation)

板と地面との結合の方法に工夫をしたものがある (特開昭 55-33690, 特開昭 55-36799, 特開昭 55-119083, 特開昭 57-194375, 特開昭 58-32184, 特開昭 58-142286)。

ボーリング孔内でS波速度を測定するに当っては、S波起震を地上で行ない、センサを孔壁に固着して測定する方法が用いられているが、測定の精度、効率の上からも限界があった。これに対し、孔内で起震し、センサを孔壁に固着させない方法が考案されている (特開昭56-97892, 特開昭56-164979, 特開昭 57-3064, 特開昭 57-3065, 特開昭57-179777, 特開昭58-171689, 特開昭 58-710585)。図-18は、(株)応用地質調査事務所によって出願されたボーリング孔内におけるP波およびS波の振源 (特開昭56-164979) で、P波とS波を選択的に発生させることができるようになっている。

#### 4-6 地震計測に関する特許出願機関と出願傾向

図-9に示したような196件の公開特許 (1980~1983年) をみると、2件以上の出願をしている機関は、表-2に示すように、政府機関2, 民間企業18, 外国企業9となっている。

政府機関のうち、日本国有鉄道においては、地震時に

おける運行の安全確保のための技術開発に重点を置いていることが推察される。

民間企業18社のうち、16社は機器メーカーであり、これらの企業の出願件数61件のうち、自然地震計測が47件 (77%), 地震探査が14件 (23%) であって、自然地震計測に関するものが圧倒的に多い。これは、種々の機械設備の大型化・自動化のために、地震発生と同時に適切な措置をしない限り、二次災害をまねくことは必定であり、このような状況から、自然地震計測に取り組んでいることがうかがえる。なお、地質調査業の2社は、地震探査関係のみである。

一方、外国企業はすべて地震探査関係である。そのうち、海上探査関係は17件で、日本の機関・企業の20件とくらべて大差はないが、地上探査関係では、日本の2件にくらべて、22件と多い。

表一2 地震計測関係公開特許の出願人別一覧

(1980~1983年)

Table 2 Patent announcements in the seismic measurement field, according to applicant (1980-1983)

出 願 人	自然地震計測				地震探査				小 計	
	センサ	観測システム	警報・監視	テレメータ	海上探査	地上探査	検 査 層	小 計		
工業技術院					3			3	3	
日本国有鉄道		1	3		4				4	
㈱明石製作所	1	2			3				3	
㈱応用地質調査事務所						1	8	9	9	
沖電気工業㈱			3		3	4		4	7	
川崎地質㈱					3	1		4	4	
住友電気工業㈱					2			2	2	
立石電機㈱	3				3				3	
㈱夕一モ	5				5				5	
東京芝浦電気㈱			4		4	1		1	5	
㈱長野計器製作所		1	3		4				4	
日本電気㈱		3			3	3		3	6	
㈱日立製作所	2				2				2	
富士通㈱		3		4	7				7	
古野電気㈱					2			2	2	
松下電工㈱	3				3				3	
三井造船㈱					2			2	2	
三菱電機㈱	5				5				5	
リコ一時計㈱	3				3				3	
山邦鉄工㈱		1	1		2				2	
小 計	22	11	14	4	51	20	2	8	30	81
アンスタチュ・フランセ・デュ・ベドロール						4	8		12	12
カンパニー・ゼネラル・ドウ・セオフィシイグ						4	6		10	10
コノコ・インコーポレーテッド							2		2	2
ジオソース・インコーポレーテッド							3		3	3
モービル・オイル・コーポレーション						1	1		2	2
シェル・インターナショナル・リサーチ・マニファクチャリング・ワイ						3			3	3
ハイドロアクスステイツクス・インコーポレーテッド						3			3	3
ホルト・アソシエーツ・インコーポレーテッド						2			2	2
シュランパーガー・オーバーシズ・エス・エー							2		2	2
小 計	—	—	—	—	—	17	22	—	39	39
計	22	11	14	4	51	37	24	8	69	120

## 5 あとがき

ここに記した特許についての調査を通じて、われわれの周辺のように比較的進歩の激しくないと思われていた分野においても、技術革新の波が周囲より押寄せてきていることを痛切に感じた次第である。特許は、研究論文や技術文献とは異なった一面をもっているが、製品や方法を中心にしてその特徴が記述されているため、具体的な技術動向を把握できるという利点を有している。一方、出願された内容の価値に関して、種々の評価がなされるとはいえ、特許に関する情報は、それぞれの企業の技術内容や技術水準を知る上で有効な資料であるといえる。

高度なシステム化社会が形成されるに伴って、地震災害を防止することを目的とした、地震発生時における観測システムや監視システムの開発が必要となってくる。そのために、感振器と監視システムに対しては、より確実に、精度が高く、値段が安いものであることという要求が増してくるものと考えられる。また、地震計に関しては、従来からの質量バネ系によるものではなく、たとえば、光ファイバなどを用いる新しい技術の台頭が考えられる。さらに、光ファイバに関しては、伝送ラインとしてもきわめて有効であり、今後、その利用のための技術の拡大が図られるであろう。