

英仏両国における海洋地質調査研究活動の現状

その2 フランス

井上英二

I 体制—C.N.E.X.O. の役割¹⁾

現在 フランスにおいて 海洋地質の調査や研究は 大学・政府所属の研究機関によって活発に進められており その調査技術の水準はかなり高いものがある。ふりかえてみると 1960年代半ば頃まで これらの調査研究は それぞれの機関の目的に応じて個別的に小規模に行なわれてきたのであって これらの活動が有機的なつながりをもって 大規模な調査を実施するという事はほとんどみられなかった。これらの活動をあつめて 国家的に効率よく調査研究を大規模に展開する方向がうまれたのは 国立海洋開発センター 略称 C.N.E.X.O. (Centre National pour l'Exploitation de Océans) の誕生以来である。C.N.E.X.O.は 海洋開発の重要性にもとづいて政府がフランス全体の海洋開発を総合的・効率的に促進するために 1967年1月の法律で科学技術研究総務庁に設置した総理大臣直属の機関である。この機関の運営は 一般の科学者・技術者・研究所長・軍需省試験部長・法律委員のほか外務・軍需・大蔵・文部・科学研究・装備・通産の各省委員からなる最高会議によってなされている。C.N.E.X.O.の使命は 海洋に関する知識の蓄積 および 海洋資源開発のための調査研究の強力な推進にある。主要業務は

- 1) 政府研究機関の調査・研究計画の調整
- 2) 国際協力の方針および国際協定に関する検討
- 3) 研究計画の策定
- 4) 研究用大型共用施設の管理と施設の研究機関への供与
- 5) 研究者・技術者の養成
- 6) 内外の海洋情報の収集・解析

である。C.N.E.X.O.の重要施策として 次の5項目の大綱が示される。

- 1) 海洋生物の開発
- 2) 鉱物・燃料資源の開発
- 3) 大陸棚の調査研究
- 4) 海洋汚染問題
- 5) 海洋・気象の相互作用

計画の実施にあたって C.N.E.X.O.は 予算を大学その他の研究機関に配分し 船舶や施設を提供して 計画

にもとづいた調査研究を推進しているが さらにC.N.E.X.O. 自身もフランス西部のプレストにブルターニュ総合海洋研究所(一部未完成)を所有し 他の研究機関と協同で調査研究活動や情報収集を行なっている。

II 大陸棚地質調査計画²⁾

さきにあげた重要施策にのっとり 1969年C.N.E.X.O.とフランス地質鉱物研究院 B.R.G.M.は フランス周辺の大陸棚の基礎的地質調査を実施する具体的計画を樹てた。この計画の目標は フランス周辺大陸棚全域(一部に大陸斜面から深海部が含まれる)の 10万分の1および25万分の1縮尺の各種図面を5年間で作成するというものである。この計画に参加して実際の調査研究にあたるのは 上記 B.R.G.M.などの政府研究機関と大学であり 調査結果を総括し公表するのは B.R.G.M.が中心となっておこなうたてまえになっている。C.N.E.X.O. はこれらの機関に予算や施設供与の面から援助を与える。

成果図

調査結果は10万分の1または25万分の1の表層堆積図・地質図および地質構造図の3種の図にまとめられる。10万分の1の図は沿岸部に 25万分の1の図は沖合に対して作成される。

表層堆積図: 堆積物の粒度別分布・堆積物の層厚・堆積物中の炭酸塩の含有量変化分布・生物相分布(たとえばカキ・腕足貝・海藻・有孔虫の分布など)・露出岩の性質などを表現した図であり さらに海・潮流の方向や速さをも記入している。これら諸要目の表現方法は B.R.G.M.が作成した基準によって統一されている。

地質図: 海底下の地質を表現するために 表層堆積物を除去してえがかれた図である。現在 海底地質図作成の調査の進捗状況は 表層堆積図に比較して かなり遅れているが その理由は 地質図の作成には 必然的に深部物理探査と海底試験錐が調査の中心となるためである。

構造図: これは 大陸斜面から深海底につながる海域について作成される25万分の1縮尺の図である。主として深部物探記録にもとづいて作成されるが 地層層序・時代的要素を図にもりこむためには かなり大がかりな試験錐が不可欠であるので相当の作成費を必要とする。

調査の実施と図の刊行状況

計画の実施は 1969年英仏海峡東部の海底調査をかわきりとして大陸棚の各域ではじめられている。その結果および それまでにすでに調査がなされていた海域(サナゼール プレスト ポンクロワなど5区域)については 10万分の1表層堆積図が1970年に出版されており さらに1971年には 別の5表層堆積図(マルセユ サントロペなど)が出版のはこびとなっている。これらの出版は国立地理研究所から行なわれてきたがこれは 調査が C.N.E.X.O. と B.R.G.M. の計画による以前になされたいきさつによるものであろう。しかし上記の10図幅以外は 今後 B.R.G.M. によって総括・出版されることになっている。25万分の1海底地質図のための調査は 英仏海峡東部 ド・ウエサン沖 グレナン群島南部で現在実施中である。

Ⅲ おもな研究活動機関

1. 政府の研究機関

a. ブルターニュ海洋研究所 (Centre Océanologique de Bretagne)

この研究所は C.N.E.X.O. に属する総合的海洋研究所で ブルターニュ半島西端の 軍港で名高いプレストに建設されつつある。現在 生物 地質部門その他一部の施設が完成しすでに研究活動を開始しているが 数年後に全施設の建設が完了したあかつきには 海洋総合情報センターを含む最新鋭の各種研究施設や大型の共用実験施設を有するフランス随一の海洋研究所が誕生するであろう。なお フランスの代表的総合海洋調査船ジャン・シャルコー号は 同研究所の管理下にあつて 根拠地をプレスト港においている。

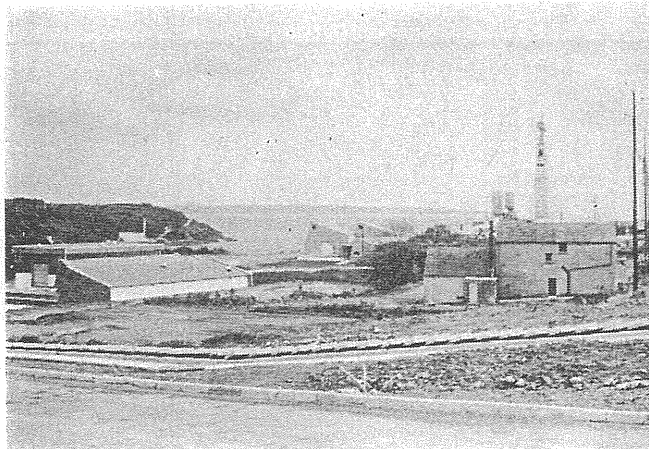
地質研究部門は G. PAUTOT 博士以下10名の地質研究者と地球物理研究者からなっている。1970年には北極



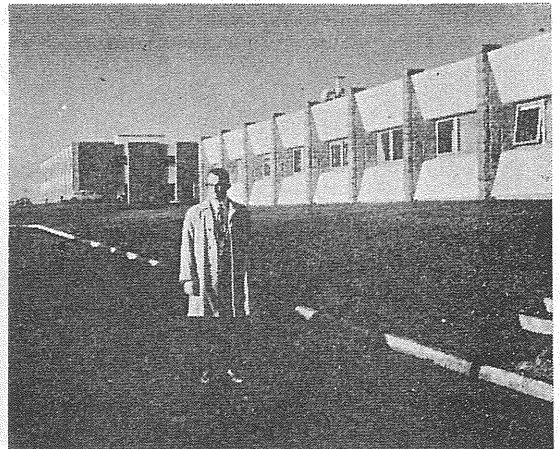
第1図 フランスのおもな海洋地質関係の研究所

海の地球物理研究 地中海における深部試錐および南太平洋タヒチ島付近のマンガン団塊調査を実施した。北極海では アイスランドからグリーンランド北端にかけて 200個のソノブイを用いて 屈折地震探査(フレクソテイル)を実施した。

同研究所の海洋総合情報センターの施設は未完成であるが B.R.G.M. から同所へ出向した地質研究者によって 海洋地質情報の収集と 情報処理・解析のプログラ

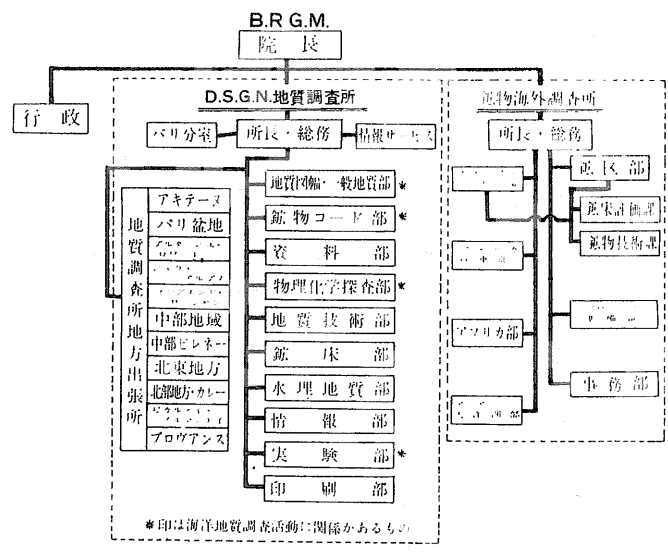


写真① プレスト郊外に建設中のブルターニュ海洋研究所(C.N.E.X.O.)



写真② ブルターニュ海洋研究所 手前が生物部 むこうが地質部

第2図 B.R.G.M.地質鉱物研究院の組織(1970年度) 資料:B.R.G.M.



ある。産業省に所属し エネルギー資源を除くほかのすべての地下資源の探査と開発に関する研究を行なうことを使命として

- 1) フランス地質図幅の作成
- 2) 地質に関する基礎研究と情報収集
- 3) 鉱山・鉱床の研究と探査および開発
- 4) 水資源の調査研究
- 5) 土木地質
- 6) 国際技術協力

を主要業務としている。

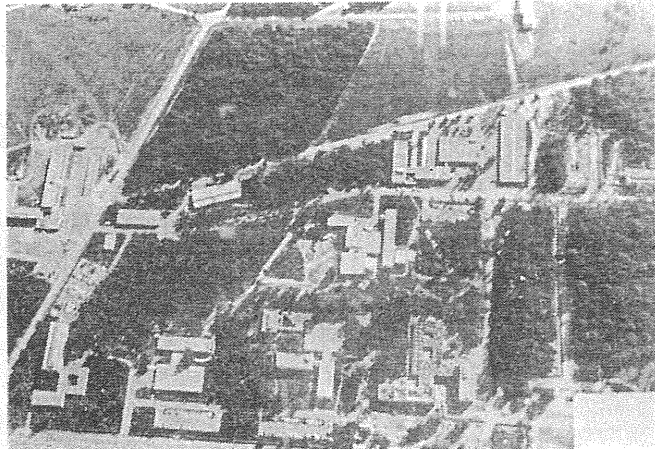
わが国では一般に B.R.G.M. をたんに地質調査所としているむきもあるが B.R.G.M. は わが国の地質調査所と探鉱事業団を兼ね併せたような性格をもっており。その予算には 産業省からの予算のほか、事業による収益費も含まれている。B.R.G.M. は 第2図に示すように鉱山海外調査所(D.R.M.E.)と国内地質調査所(D.S.G.N.)から構成されており国家計画にもとづく海洋地質調査を担当するのは后者である。

b. 地質 鉱物 研究院 (B.R.G.M. Bureau de Recherches Géologiques et Minières)

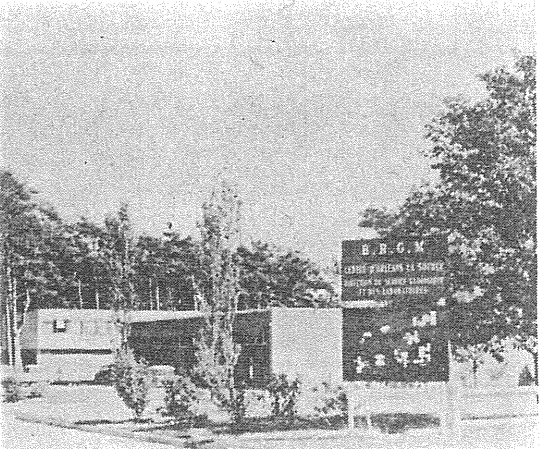
最近まで B.R.G.M. の海洋地質調査活動は けっして活発だったとはいえない。しかし C.N.E.X.O. の重要施策に海底鉱物資源の開発が大きくとりあげられて以来 B.R.G.M. 本来の使命と機能とからみて 必然的に海洋地質調査活動の中心的立場におかれるようになった。B.R.G.M. が 今後 海洋地質調査に果たす役割は急速に増大するものとみられるので 少し詳しく紹介したい。

B.R.G.M. は 1959年に海外フランス鉱山局 地質・地球物理・鉱山調査所 アルジェ鉱物調査所 ギアナ鉱山局 およびフランス地質図局が合併してできたもので

国内地質調査所 (Direction du Service géologique national)⁹⁾は かつて本局と同様に パリにあったが 1965年にパリの南約 100km のオルレアン郊外の研究団地に移転を開始し 1969年末には全施設の移転を完了した。現在 同所は 他の研究所とともに 古城に富むロワール河流域の田園の一角(敷地33,000m²)を占めている。このほか ボルドー リヨンなど全国各地に12の出張所がある。同所の総人員は 研究者301名 技術者223名をふくむ697名である。1969年度の総予算4,830万フラン(約31.4億円)これに加えてC.N.E.X.O.からの海洋関係の予算が60万フラン(約3,900万円)で



写真③ オルレアン郊外の B.R.G.M. の空中写真



写真④ B.R.G.M.

あった。

海洋地質調査活動

関係部課： 同所には まだ海洋地質部といったような専門の部課はなく 海洋地質業務を主として実施しているのは 地質図幅一般地質部 物理化学探査部 実験部である。

業務と活動： i) 全フランス大陸棚および海底地質に関する情報の収集と解析。すでにのべたように鉱物コード部の地質研究者2名が C.N.E.X.O.のプルーニョ海洋研究所に向出し 国内の全研究機関を巡回して 海洋地質に関するすべての情報を収集するとともに 同研究所にちかく設置される大型電算機にかけるべく 情報処理のプログラミングを行なっている。

ii) 大学その他の研究機関の海洋地質活動の調整 およびこれらの調査結果のまとめと大陸棚図幅の刊行。この業務は 主として地質図幅課の3~4名の地質研究者によって実施されている。現在 彼等が取り組んでいる仕事は 各実施研究機関の調査に規準を与えることすなわち できあがった表層堆積図に精度や表現上の差がないようにするため 表現方法の統一 堆積粒度や炭酸塩含有量のカテゴリーの統一などを研究している。また 粒度分析や各種分析の結果をすべて電算機で処理・解析し 将来は自動図化によって作図できるよう プログラミングを行なっている。

iii) 大陸棚図幅調査および海底鉱物資源調査の実施。地質図幅部と物理化学探査部の各数名の研究者によって実施される。調査は C.N.E.X.O. や海軍所属の調査船を利用し あるいは大学の海洋地質調査に参加したりして行なわれている。しかし 専用の調査船をもたないことは 本格的な調査を展開するのに大きな障害となるので 石油会社と船舶会社との共同出資の形で 新調査船の建造を計画している。物理探査は測線間隔 10km 主としてスーパーカーまたはブーマーによる地震探査²²⁾および磁力探査であり 重力探査とサイド・スキャンソナーによる海底面調査は行なっていない。記録の処理・解析は 情報部の電算機によって行なわれている。堆積物の処理は きわめて充実した実験部と地質図幅一般地質部の堆積実験所にお

いて 能率的かつ大量に行なわれる。

c. フランス石油研究所(I.F.P. Institut Français du Pétrole)

この研究所は 石油の探査とその技術水準の高さにより わが国でも I.F.P. の略称でよく知られている。海洋地質調査の分野でも さん新たな方式とすぐれた技術を駆使しての物理探査機器や海底試錐機の開発は 非常に高く評価されている。I.F.P. は産業省に属し 石油産業の発展に科学技術面から資することを目的として 1949年に政府によって設立された。予算は 石油・ガス税の収入 受託調査請負費および特許料によってまかなわれている (1969年度の総予算 1億 6,470万フラン—約 107億円—うち27%が特許料による収入であった)²¹⁾。

研究所を構成する人員は 管理者・主任研究者 542名 技術者 884名 補助職員等 236名である。I.F.P. の本所はパリ郊外のルエイル—マルメゾンにあって 27エーカーの敷地に本部 探査生産部 中央科学部 工業開発部 海外部 および上級石油学校の諸施設がある。付属施設として グルノーブルに基礎化学物理研究所 ローヌ・アルプスのソレーズに工業開発研究センター ビスケー湾のヴェルドンと地中海のポールドボークに海洋試験所がある。

海洋地質活動： 地質部門は 70名の研究者を有し これまでサハラ砂漠の基礎調査および大陸棚の石油探査に実績を重ねてきたが 現在はビスケー湾 地中海 アフリカ象牙海岸沖の大陸斜面から深海底の深部構造の調査を行なって 将来の石油資源開発に基礎資料を提供している²⁰⁾²⁴⁾。

物探機器開発： 物探部門は サイド・スキャン

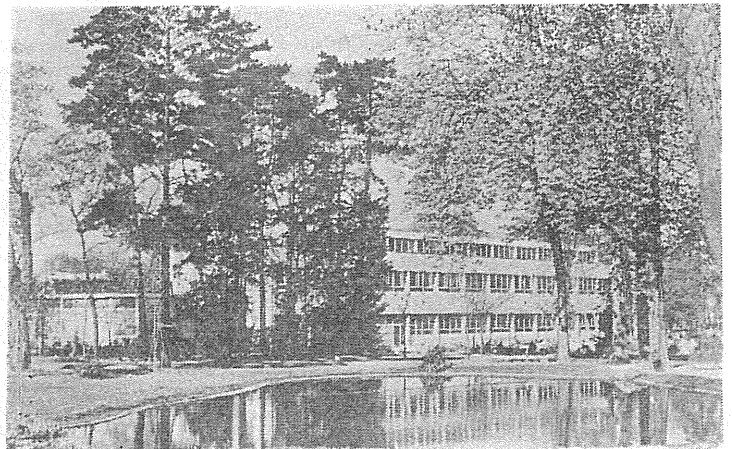


写真5 I.F.P. (フランス石油研究所)

ソナーの性能向上と解析法を研究して成果をあげつつある²⁹⁾。数年前 地震探査用の強力かつ海中生物に損傷を与えない音源としてフレクソティルを開発し フランスの地震探査に盛んに使用されているが 最近 水圧を利用した新音源フレキシショックの開発を行なった。物探記録のデジタル解析の改良についても大きな成果をあげている。また 海底面の記録や空中写真の構造傾向解析用として レーザーによるオプティカル・フィルターの研究が進んでいる³⁰⁾。

海底試料採取： 試錐部門は 10年前 ロットの代りに屈曲自在な特殊構造のホースを使用して 船上から海底を掘さくする フレクソドリル方式を開発した³¹⁾³²⁾。この方法によって 2年前カスピ海で水深 900 m 昨年夏は地中海で水深 2,500m の海底から それぞれ岩石コアの採取に成功している。現在 同方式で稼働水深 4,000m の掘さくをめざして改良中である。

d. 海外科学技術研究所 (O.R.S.T.O.M. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outer-Mer)

海外における科学技術全般にわたって 基礎的調査研究を行なう機関である。海洋地質研究者は約20名 太平洋ニューカレドニアのノメア マダガスカル北部のノシベおよびアフリカ西岸のアビジヤンに それぞれ海洋研究所がある。マダガスカルでは 水深 1,500m 以浅の海底地形調査と表層堆積物の採取を行ない 10万分の1海底地形 表層堆積図を作成している。

2. 大学 その他

従来より海洋地質研究に実績があるのは パリ大学 ボルドー大学 ナント大学 レンヌ大学 などであるが ここではとくに活動が活発な前3者について言及しよう。

a. パリ大学

パリ大学で海洋地質活動を行なっているのは パリ ヴィルフランシュ トノン の3堆積学・海洋地質研究所である。

i) 地質地理研究所 (Laboratoire de Geologie dynamique et de Geographie physique)
パリにあって 他の2研究所に対して総括的な立場にある研究所で L. GLANGEAUD 教授以下約30名の研究者が 海底・湖底堆積物の研究を行なっている。他の2研究所からもたらされる積堆物は ここで処理される。

ii) ヴィルフランシュ海洋研究所 (Station océanographique de Villefranche sur Mer)
地中海沿岸ニースの東に接した風光明媚な小港を根拠地としている。同研究所には生物 海洋物理 地質の3部門があり 地質部門 (Centre de Recherches géodynamiques) は 部長の C. BOBIER 博士を含む8名の研究者からなっている。このなかには 数年前来日し パチスカーフで日本海溝に潜航した G. B. BELLAÏCHE 博士がいる⁶⁾。この研究所は 地中海の大陸斜面から深海底にかけての地質 堆積物の研究を行なっているが⁷⁾¹⁶⁾ とくに堆積物の古磁気研究¹⁴⁾¹⁵⁾を特色としている。また C.N.E.X.O. の大陸棚調査計画の一環として 地中海沿岸大陸棚の表層堆積物調査を実施している。

海底調査は 政府所属のカトリーヌ・ローレンス号 (128トン) と もう1隻の小型ボートによって行なわれる。物理探査は 測線間隔2~3マイルを原則とし 主として 容量の異なった各種エア・ガンを使用した反射法であり スパーカーを使用していない。また極浅海の表層堆積物の構造解析に 5kHz の低周波プレジジョンソナーを使用している。この研究所は 調査研究



写真⑥ パリ大学ヴィルフランシュ海洋研究所 手前の細長い建物が海洋地質部



写真⑦ 地中海沿岸のシベック・グラブによる採泥調査 (ヴィルフランシュ海洋研)

ばかりでなく 他の大学の学生 政府研究機関の研究者 および海外からの海洋地質研修者を受け入れ 海洋地質の実習もあわせて行なっている。

iii) トノン地質研究所 (Centre de Recherches Géodynamiques de Thonon-les-Bains)

ジュネーブの東 レマン湖畔に位置し P.H. OLIVE 博士を含む17名の研究者・技術者が レマン湖(水深159~310m)の水質変化と堆積物の運搬・堆積過程を研究している。同研究所の特色は 1958年以來の湖水のトリチウム含有量の暦年変化の研究と 水層構造の研究にあり これらは 湖水汚染問題に関する重要な基礎資料となる¹⁷⁾¹⁸⁾。水と堆積物の採取は 研究所の有する長さ10mの小型ボート および柱状採泥器を搭載したポンツーンで行なわれている。

レマン湖の研究に関して スイスのジュネーブ大学地質学教室でも 同湖の成因および堆積物の研究を行なっている。担当の VERNET 博士の説によると レマン湖は氷蝕湖ではなくて構造湖ということである。湖底堆積物の採取には 柱状採泥器(1m長)を用い 採取間隔は1km 全湖底について1,000点の採取が予定されており 調査の備給契約は 1地点につきいくら といった請負制である。

b. ボルドー大学理学部アキテーヌ盆地地質研究所 (Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine de la Faculté des Sciences de Bordeaux)

同大学は フランス南西部 ガロンヌ河下流の都市ボルドーの郊外にある。研究所には 地球物理・堆積・地化学・古生物・地形の諸グループがあり それぞれの分野ですぐれた研究を行なっているが これらが一体となってビスケイ湾 および同湾のケープ・ブレトン海底峡谷の調査研究を実施してきたのは 海底地質調査の一典型をみるような感じである⁶⁾。

地球物理グループは 1966年に地中海沿岸のモンペリエの研究所からここへ移転してきた。MURAOUR 教授以下6名のスタッフからなり スパーカーによるビスケイ湾の地震探査 フレクソティルによる大陸斜面および深海底の反射法および屈折法地震探査を実施している²¹⁾。これらの調査の一成果として ビスケイ湾深海の海山で 三疊紀と考えられるいくつかの岩塩ドームを発見した²⁵⁾。

堆積グループ (KLINGEBIEL教授以下6名の研究者) は地化学グループ (LATOU-CHE 教授ほか研究者6名) と協同して

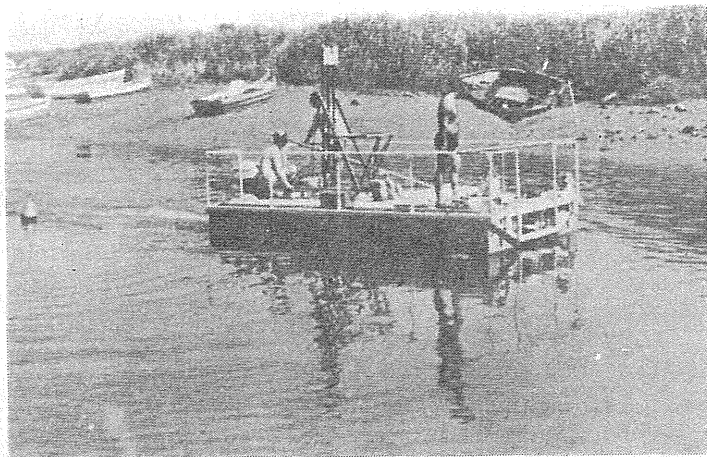
ビスケイ湾およびジロンド入江の堆積学的・地化学的研究を実施してきた⁹⁾¹⁰⁾。古生物グループは MOYES教授以下 10名の有孔虫・甲殻虫・軟体動物の研究者で構成され ビスケイ湾の有孔虫・オストラコードの群集分析を行なって 群集と底質との関係 古地理などを明らかにしている。研究の成果として 同湾の大陸斜面に大西洋とは異なった水塊が存在し これに地中海型動物群が分布することが発見された¹³⁾。

海底地形グループは PRUD'HOMME 教授を含め わずか2名であるが 大陸斜面の海底地形の解析にすぐれた方法を開発して 海底地形異常図・浸食面図・海底構造図の作成をこころみている¹⁹⁾。

c. ナント大学理学部地質学教室 (Laboratoire de Géologie Marine de la Faculté des Sciences, l'Université de Nantes)

同教室の応用海洋地質講座の開設は1964年で 比較的新しいが その活動にはみるべきものがあり ロワール河口の泥平坦面の堆積物調査研究や 港湾ドレッジの研究などに 大きな成果をあげてきている。この成果は講座主任で10年前海洋学研修に来日したことがある F. OTTMANN 教授の力に負うところが大きい。研究スタッフは6名であり 河川の調査には 2隻の小ボートほか同教授考案の移動式ポンツーン³⁴⁾を使用し 堆積物を採取し また低周波スパーカーによる物理探査を行なっている¹¹⁾¹²⁾。

海洋機器メーカー C.O.M.E.X. 社について
海洋地質の調査研究を行なっている機関ではないが 海中居住・潜水技術に関して 独自の開発を進めている企業 C.O.M.E.X. (コメックス) 社の活動を簡単に紹介する。同社はマルセユの東部にあって 従業員約200



写真⑧ ポンツーンによるロワール河堆積物調査 (ナント大学)

第1表 フランス政府機関のおもな海洋調査船

船名	重量	長さ	所属	船種	行動範囲	その他
ジャン・シャルコー (Jean-Charcot)	2,200 t	75m	C.N.E.X.O.	総合海洋調査船	全海洋	航続距離12,000マイル 最大速度15kt
コリオリ (Coriolis)	450 t	37.5m	"	海洋調査船	太平洋	航続距離 7,000マイル 最大速度12.5kt
オムバンゴ (Ombango)	78 t	25m	O.R.S.T.O.M.	"	アフリカ	
ヴァーバン (Vauban)		24.5m	"	"	インド洋 東アフリカ	
カトリス・ロレンス (Catherine-Laurence)	128 t	22m	C.N.R.S.	"	地中海 沿岸	
ベルガ (Beluga)	63 t	24m	B.R.G.M.	鉱物調査船	大西洋 沿岸	
テレル (Terebel)	600 t	57m	I.F.P.	海底サンプリング船	大西洋 地中海	
フローレンス (Florence)	640 t	44m	"	物探船	大西洋 地中海	
カリプソ (Calypso)	400 t	42m	フランス海洋 Campagnes	海洋調査船	大西洋 地中海 紅海	航続距離 5,000マイル

注) 海底地質調査にも使用されている調査船で 気象観測 水路測量業務 水産関係の調査船をのぞく。
資料 文獻1) より抜粋。

名の小規模なメーカーであるが 海中居住や潜水技術の開発に関しては 世界のトップレベルにある。1,200 m用の潜水シミュレーターや大型実験水槽を有し 若手の研究者を集めて新鋭機器・装置の開発を行なっており 昨年9月には 人間が水深250mの海底で7日間 1日4時間仕事をする海底居住実験に成功した。現在は 0°Cの冷水における水中居住計画にとりかかっている。同社は以上の技術ばかりでなく 水中テレビを含む各種海洋機器や海底試錐機の開発をも手がけている。

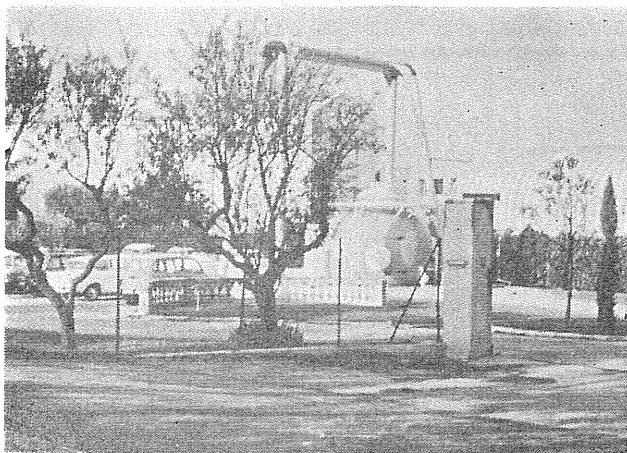
IV 調査船

フランス政府所属の海洋調査船で 過去に海底地質調

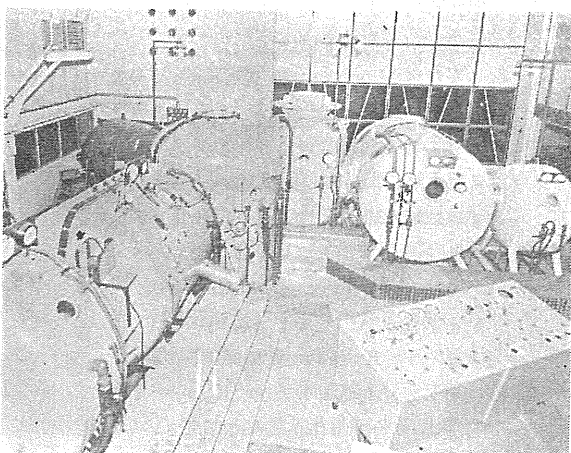
査に実績があるもの あるいは その能力がある船は 第1表に示すように 沿岸用数10トンのものから 2,000 トン級の遠洋の船まで 9隻数えられるが さらに石油企業関係の物探船7隻がある。

ジャン・シャルコー号 (Jean Charcot, 2,200トン) は C.N.E.X.O.に所属し 1965年に建造費2,000万フラン(約13億円)で竣工した フランスの代表的総合調査船である。航続距離は1万2千マイル トーランおよびデッカ航法 外洋ではサテライト航法を行なう。船体内部は6層にわ

かれ 物理・化学・水理・生物・地質の実験室があり 乗員定数は船長以下クルー48名 研究者22名である。1万メートル用ウインチを内蔵し 12トンと3トンの油圧クレーンを後甲板に装備する。物理探査のために フレクソニール地震探査機器 プロトン磁力計 船上重力計 低周波極浅海用ペネトレーター サイド・スキャンソナーなどを装備している。同船は 海底地質調査研究に使用される機会がおおく 1966年から1969年まで大西洋・地中海で10数回の地質調査に従事し 1970年には3航海 地質調査 地球物理探査を行なっている。フランスには同船のような全海洋総合調査船は ほかにないが 1971年に海軍の新調査船(2,000トン級)が竣工するはずである。



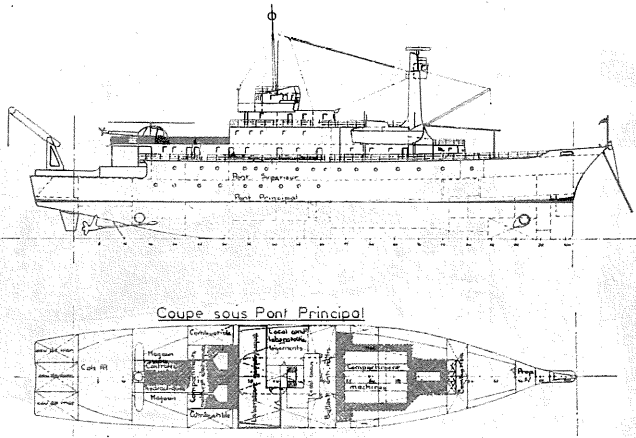
写真⑨ C.O.M.E.X.社の実験施設 球状施設は冷水環境シミュレーター



写真⑩ 水深1,200m川の潜水シミュレーター (C.O.M.E.X.社)

いっぽう 沿岸の海底地質調査には 100~200トンくらいの小型調査船がしごく便利である。1例をあげると 科学研究国立センター C.N.R.S. 所属で パリ大学 ヴィルフランシュ海洋研究所が使用しているカトリース・ローレンス号は わずか 130 トン 乗員定数14名(研究者7名)であるが 4,000メートル用採泥ウインチ2基をもち またエア・ガンを装備して 地中海の深海底の地質調査を行なうことが可能である。小船のため 船内に実験設備はほとんどないが 軽快で能率的な採取作業ができる。

海底試料サンプリング専門の船としては I.F.P. のテレベル号 (Terebel, 600トン) がある²⁶⁾。これは 1964年に海軍の船を改造したもので 2個のバウスラスタを有し 自動的に船位を保持しつつ 波高4mの海況下でも 海底の岩盤掘さくを行なうことができる。広い前甲板には フレクソドリル用のホースドラムとリール部コントロール部 二重屈伸アームをもつハンドル・クレーンを装備するなど 実に能率的にできた船である。



第3図 ジャン・シャルコー号 資料 C.N.E.X.O. 提供

V 調査技術と機器

ここでは フランスではごく普通に用いられているが わが国では比較的なじみがうすい技術や機器を中心に紹介する。

a. 物探技術

地震探査の音源には 調査目的や海域によって スーパーカー プーマ エア・ガン およびフレクソティルが使われているが なかでもフレクソティルは フランスの地震探査の一特色となっている。

フレクソティル (Flexotir)²⁷⁾²⁸⁾ は I.F.P. が開発した強力な音源で 50~100g の火薬を小孔のあいた小鉄球内に装填し 水深 10~15m のところで爆発させる方法である。鉄球の小孔が 爆発の際生ずる気泡の振動を減衰させるので 明瞭な受信記録を得ることができる。また 少ない火薬量で 従来の爆破法(火薬量10~25kg)に匹敵するエネルギーを得られ しかも海中の

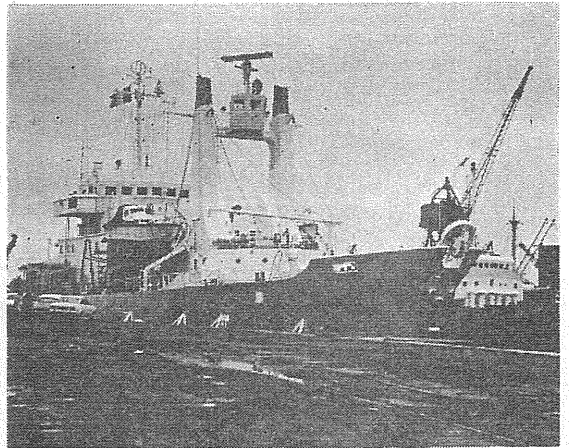
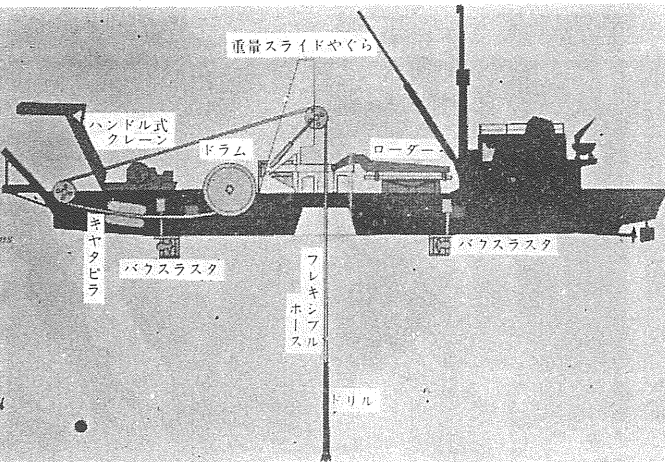


写真10 C.N.E.X.O. のジャン・シャルコー号 (2,200トン)



第4図 テレベル号の構造 資料:文献26)

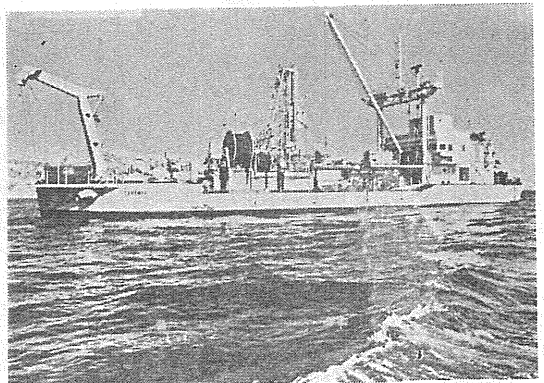


写真12 I.F.P.のサンプリング船テレベル号 (600トン)

生物に被害を与えないこと 船の速度を落すことなく 一時間に300回の発信ができること などの利点がある。

軽フレクソティルとよばれる HC301 型音源は 鉄球を使用しないが 水中で発生した気泡の雑音は 船上のデジタル方式で記録されたデータの電算機処理で除去される。フレクソティル・システムには 簡単で高感度のハイドロフォンやI.F.P.地震ストリーマーが使用されている。

最近 新しい音源としてフレキシショック (Flexichoc) がI.F.P.で開発された。これは 径1.4m 厚さ1.0mの皿を二枚あわせたような容器であり 容器内の空気増減と水圧との関係を利用して 衝撃波を発生させる装置である。船上からホースで水深12~15mに曳航した容器内に 2秒で空気を送り 8秒で空気を抜く操作をくりかえすと 容器は10秒ごとに安定した低周波の音波を発信する。この方法であると 高電圧や大きな空気圧を必要とせず 簡便かつ安全である。この開発はごく最近であり 昨年11月にマルセーユ港外で実験に成功し 実用化のみこみがついた。

いっぽう 水深 50m 以浅の海底の表層堆積物の構造をくわしく調査するためには 解析力のよい低周波 (5 kHz) のペネトレーター (またはプレジジョン・ソナー) が使用されている。

海底面の構造をしらべる サイド・スキャンソナー (またはサイド・ルッキングソナー わが国ではボトム・ソナー) は 英国でも活用されているが I.F.P.の SOL 106型 (放射レンジ1,500 750 375mの3レンジ ビーム垂直角10° 水平角2° 周波数 36.5kc/sec トランスデューサーの長さ 4.3m) は 解析力がきわめてよいソナーである²⁹⁾。このソナーの記録器は スキャンソナーの海底面記録と地震探査による海底断面記録が同時に併列して記録できるようになっているので (写真18) 1時間の調査で10平方マイルの海底の水平・垂直両方向の構造を一緒に知ることができる。写真19は 船速・船向の変化を補正し サイド・スキャンソナーの記録をつづりあわせて作成した海底面のみごとな構造 “写真” である。これを見ても この技術が今後の海底調査にいかん威力を発揮するかわかるであろう。

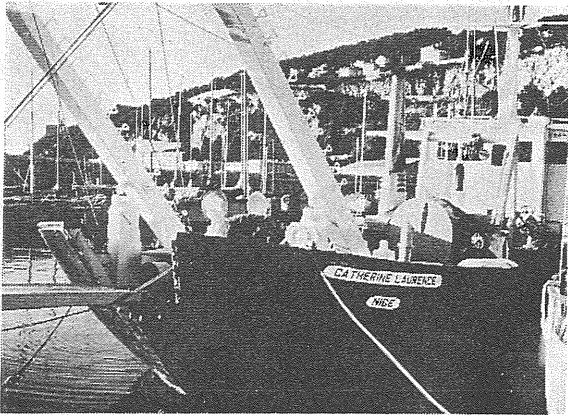


写真19 沿岸用のカトリーヌ・ローレンス号 (ヴィルフランシュの海洋研究所)

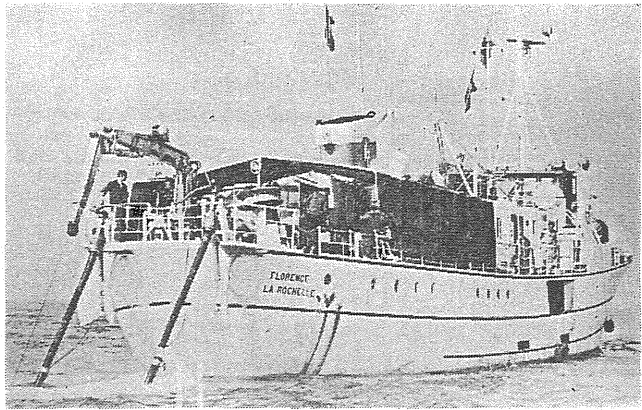


写真20 I.F.P.の物探船フローレンス号 (640トン)

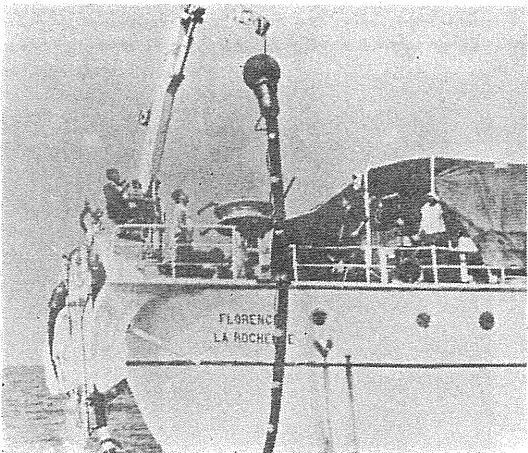


写真21 フレクソティルの投入作業 (I.F.P.)

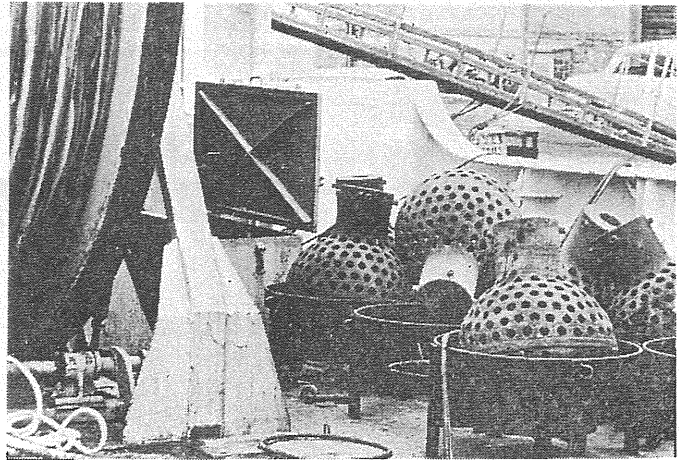
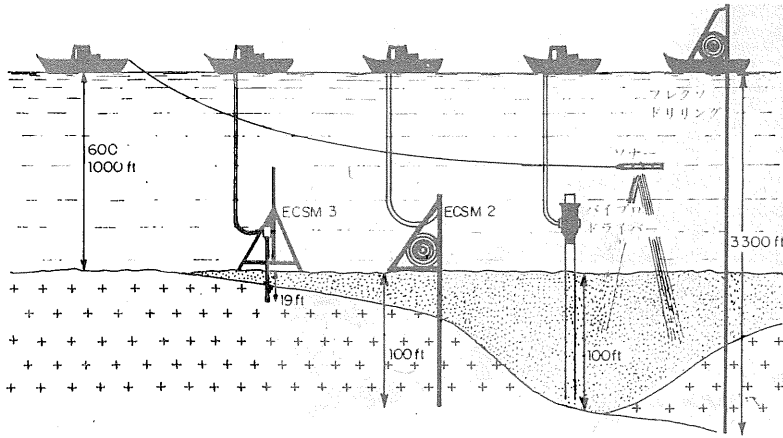
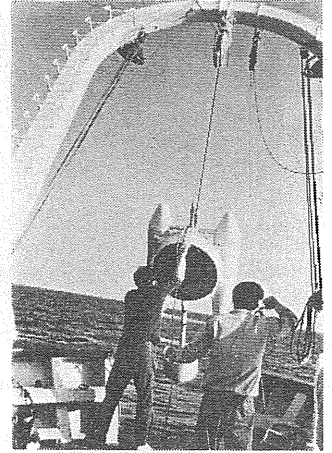


写真22 フレクソティルの火薬を装填する鉄球 (ジャン・シャルコー号甲板)



第5図 I.F.P.の海底サンプリング方式 資料：文献31)による



写真⑦ 極浅海底調査用の低周波ペネトレーターのトランスデューサー (パリ大ヴィルフランシュ海洋研)

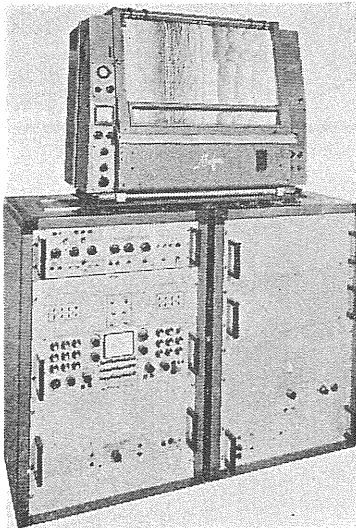
b. サンプリング技術

表層堆積物採取³¹⁾： 海底堆積物の採取に最も普通で使用されている簡便な機器は 英国の場合と同じようにシベック・グラブと重力コアラーであって とくに目新しいものではない。しかし 浅海では 必要に応じて I.F.P. で開発された大口径海底 パイプロ・ドライバー (重量2.2~4.0トン) が使用されている。これは径 33cm のパイプロコアラーで 水深 200m 以浅の海底から 堆積物の構造を乱さずに30m長のコアをとることができるので C.N.E.X.O.はじめ港湾局その他で使用されている。

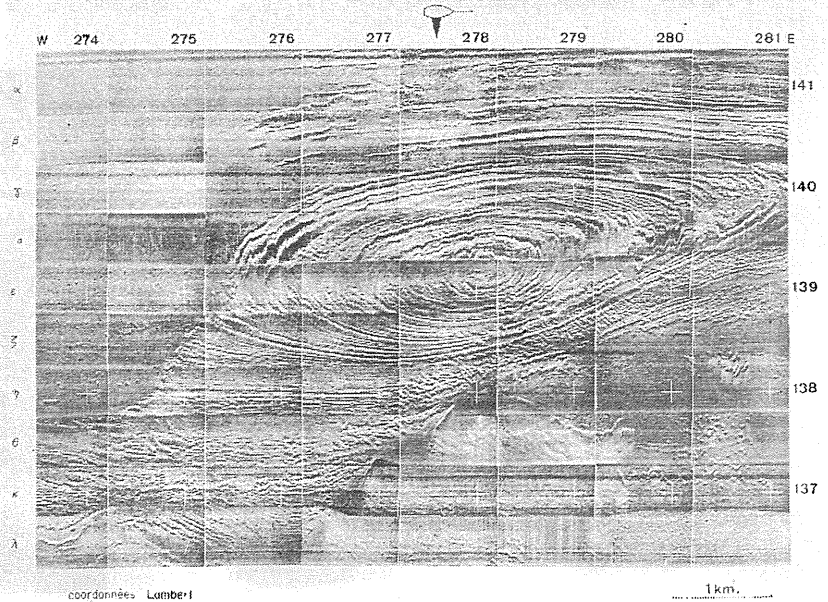
海底岩石コア採取³¹⁾： 海底の岩盤から岩石コ

アを採取する技術は 大いに進んでいる。この技術で代表的なのは I.F.P. で開発されたフレックスドリル エレクトロ・コアドリルおよび C.O.M.E.X. 社の海底掘さく機である。

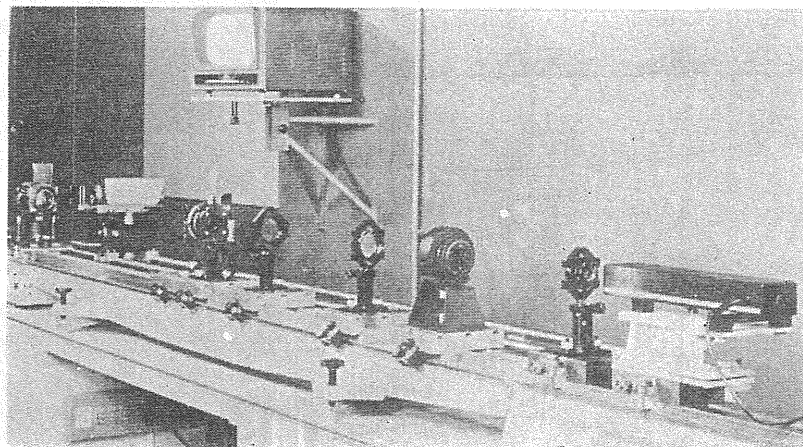
フレックスドリル (Flexodrill) は 船上から海底へ長さ1,000mのフレキシブルホースで連結され 水深800mの海底で表層堆積物下の岩盤から 径89mm 長さ6mの岩石コアを採取する能力がある。この掘さく機の特徴はロッドのかわりに フレキシブル・ホースを使用していることである³²⁾。すなわち 従来の掘さく機のように 海底が深くなるにつれてロッドをつぎ足していく必要がなく たんにドラムにまいたホースを延ば



写真⑧ I.F.P.のサイドスキャンソナーと地震探査の同時記録装置 (I.F.P.) 提供



写真⑨ サイドスキャンソナーの記録を編集して作成した海底面の構造をしめす音波“写真” (I.F.P.)



写真② レーザーを用いて構造傾向をしらべるオプティカル・フィルター (I.P.F. 提供)

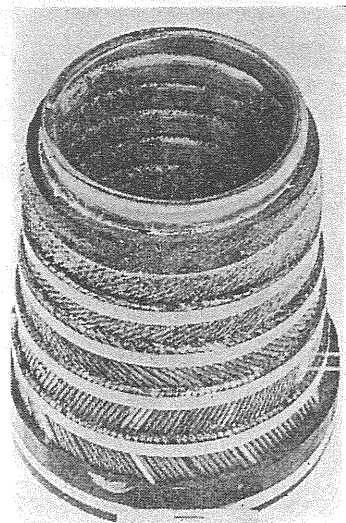
すだけでよいので きわめて能率的であり しかも原理的には ホースの長さが十分であれば いくら深くても掘さくできるという利点をもつ。ホース (外径6インチ 内径3.5~4インチ) は多層構造をなし 層内部に動力線や掘さく制御用のコンダクターを内蔵している。掘さくは 場合によって電気ドリルが使用されたり 噴流式ドリルが使われたりする。

エレクトロ・コアドリル (Electro-coredrill) は海底に置かれた掘さく装置が 船上からの遠隔操作で作動するシステムである。2通りの型があって そのひとつのEC SM 2型は 厚さ30mの海底表層堆積物を貫通して 下の岩盤から長さ1m 径3cmの岩石コアを採取する能力がある。船上からサスペンション・ケーブルと電気ケーブルで結ばれた三角形のフレームに 長さ

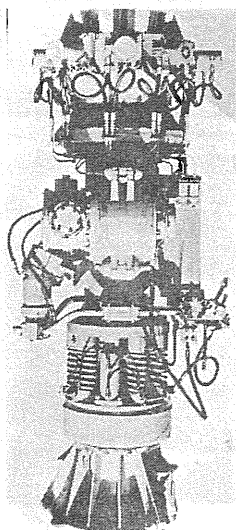
30mのフレキシブル・ホース用のドラムがあり ホースの先端に径15cmの電気ドリルと長さ1mのコア管がついている。海水の循環は フレームにとりつけられた電気ポンプでおこなわれる。船上には掘さく装置の制御盤があって 海底における装置の位置決定 掘さく深度のコントロール等を行なっている。重量は掘さく部6トン ケーブル・ドラム5.5トン フレーム1.8トンである。 いっぽうEC SM 3型は 海底に

表層堆積物がない場合 長さ6m 径10cmの岩石コアを採取するように設計されている。これは電気ロータリーテーブルで掘さくする方式で テーブルは三角錐のフレームにとりつけられたガードレールにそって上下する。循環水は フレームの頂部にある電気ポンプによって得られる。装置全体の重量は4トン 高さは7.2mである。以上は 船上より遠隔操作で行なわれる海底掘さく装置であって わが国の鈦研式 “マリンドリル” と同じやりかたである。

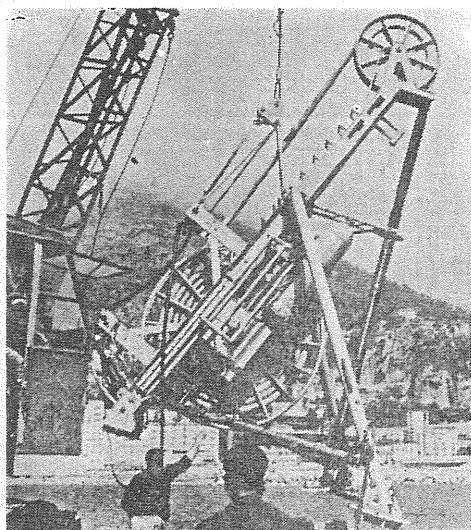
いっぽう C.O.M.E.X. 社が2年前に開発した海底試験機 COMEQUIP (重量1.3トン 高さ4.4m 二重掘さく管式)³³⁾ は 3人の潜水者によって 海底で操作されるタイプである。人間が海底で働くので 稼働水深は40m以浅と限度があるが 直接 人間が操作するために故障が少なく また海底状況の如何にかかわらず 必要



写真③ フレキシブル・ホースの多層構造



写真④ パイプ・ドライバー (I.P.F.)



写真⑤ エレクトロ・コアドリル EC SM 2型 (I.P.F.)

があれば海底下何メートルでも掘さくでき コア管の径も36mmから140mmまで自由に交換できる。動力源は陸上または船上に置かれたディーゼルエンジンで操作盤は海底掘さく部にとりつけてある。現在フランス、イタリア沿岸各地の浅海で活用されている。

c. 採取物の処理法

堆積物コア処理：イギリスでは堆積物のコア管の材料に透明なプラスチックを使用しているがフランスのコア管は不透明なプラスチック材料である。

後者の場合 管内の堆積物の保存にはよいが 内部を外から直接観察することができぬ不便さがある。このためフランスでは比較的低電圧(80~100kV)のX線を照射して コア管内部の堆積物の性質や構造をしらべたり³⁶⁾ コア管にバリウム133のガンマ線をあてて堆積物の密度測定を行なっている³⁵⁾。このような方法はコアのまま堆積物を保存したりあるいは堆積物の古磁気測定用として 管を輪切りにして使用したりするなどの場合には 必要な技術である。

次の段階で コア管の長軸に沿って 管を縦に切断した場合は 堆積物を管から抽出するまえに 接着剤を塗布したガーゼ様の細長い布を管の切断面にあて しばらくおいてはがすと 布に堆積物 ときには貝殻までが付着して そのまま堆積層の柱状断面がとれる。この断面についてくわしい層相 堆積構造等の観察を行なったのち布を保存する。その後 各種分析のための試料を数cmおきにコアから抽出する。

以上のように 1本のコアから多くの異なった種類の情報をとりだすことは 堆積物コア採取に要したコストが それだけ経済的になることを意味している。

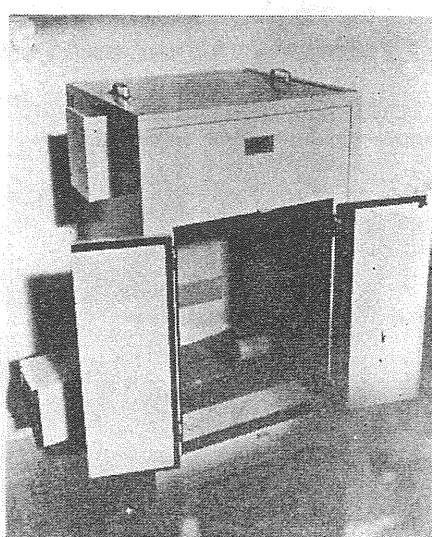
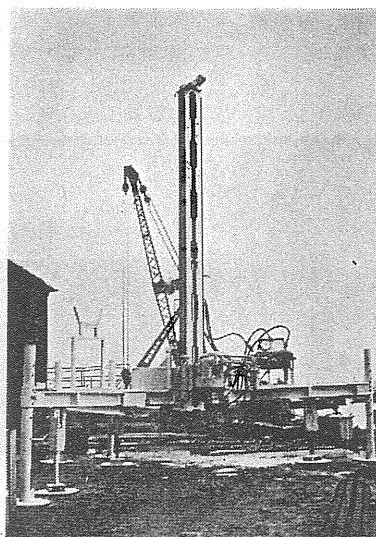
分析その他：粒度分析装置については 40 μ 以上の粒度の分析には目新しいものはない。しかしそれ以下の粒度に対しては B.R.G.M. ではクルター・カウンター(モデルA)を使用している³⁷⁾。これは水に懸濁した泥の粒子数を 粒径別に計数する測器であり 長時間を要する泥の粒度分析を きわめて短時間(1秒に6,000粒子計数)で行なうことができる。その他 分析には蛍光X線分析装置 分光分析装置 電子顕微鏡など わが国の研究所でも普通にみかけるものが使用されている。

分析データの電算機処理は まだはじまったばかりであるが 研究所に電算機の有無にかかわらず 研究者のこの方面への意欲はさかんであり 分析データ解析のためのプログラミングが 各研究所で試みられている。

試料処理に関連して まず目につくのは いずれの研究所でも 実験室がよく整備され フルに使用されていることである。とくに B.R.G.M. の実験部は 第3図の組織からもうかがえるように 化学・鉱物・同位元素等ほとんどあらゆる実験装置を集中的に整備し 各専門の研究者・技術者をそろえている。実験設備が整備され かつ効率的に動いているかどうかということは 採取試料の大量処理を必要とする海洋地質調査研究にとって きわめて重要なことであり 調査研究の成果の可否は 迅速かつ多角的に試料を処理し得る実験室を有するかどうかにかかっているといても過言ではないだろう。

まとめ

これまで ざっと英仏両国の海洋地質調査研究の現状をみてきたが 英国で行なわれている着実な組織的な大陸棚調査のやり方 フランスのざん新で効果的な技術

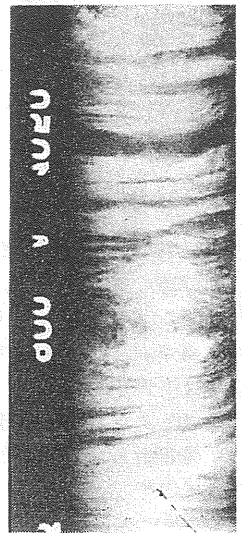
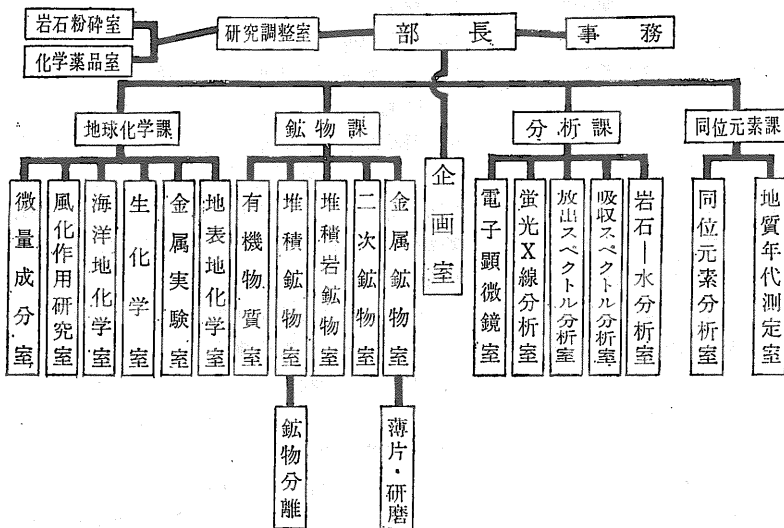


写真② エレクトロ・コアドリル ECSM 3 型 (I.F.P.)

写真③ 海底試験機 COMEQUIP (C.O.M.E.X. 社提供)

写真④ コアのX線撮影装置 (ナント大学)

第6図 .B.R.G.M. の実験部の組織 (1970年) 資料文献4) による



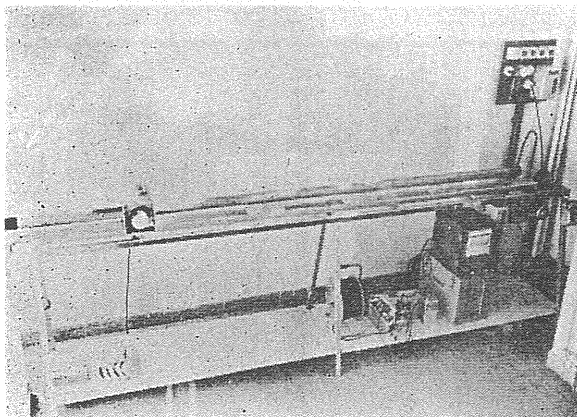
写真⑧ コア内部の堆積構造のX線写真(ナント大学)

など わが国でも学ぶべき点がいくつかみうけられる。そのなかで最も重要と思われるのは 海洋地質調査研究に対する体制の整備であろう。陸域の地質調査研究とは比較にならぬほど莫大な費用・機材・人材を要する海洋の仕事には 国として官・学・民の研究所をあわせた総合的・効率的な体制が必要であろう。英国のN.E.R.C.³⁸⁾ フランスのC.N.E.X.O. など 国情の違いはあっても それぞれひとつにまとまった体制になりつつあるとみて さしつかえあるまい。

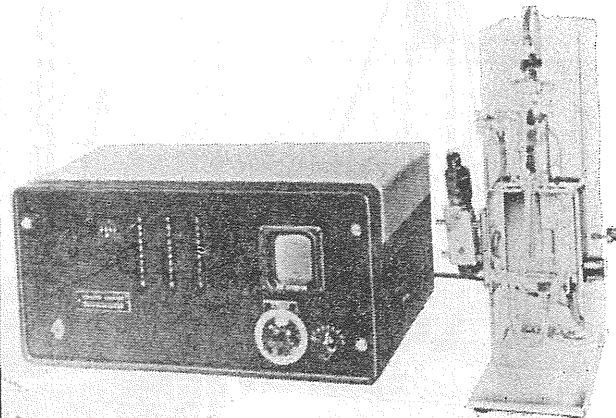
海洋地質調査に必要な地質専門の調査船を増やすことは是非とも必要であるが 同時に これらの調査船を如何に効率よく運用するかということもまた 重要な問題である。調査船を 海洋地質調査研究に欠くことのできない両輪のひとつとみなすならば もうひとつは実験室と情報処理室であろう。残念ながら筆者が知るわが

国の地質関係研究所の実験室や資料・情報室は 整備面と効果の利用面において 英国やフランスのそれに遠くおよばない。

いくら立派な船や実験室があっても 研究者・技術者がいなくては何もできない。海洋地質が比較的新しい分野で しかも世界的にみても ここ数年来 にわかに調査研究が活発になったことは 英国でもフランスでも海洋を知らない地質屋を海洋地質の仕事に駆り出すという現象をもたらした。現在 両国の海洋地質調査にたずさわっている研究者の多くは かつて 海洋には関係のない方面で 活躍してきた人びとである。この辺の事情は わが国もまったく同じである。しかし 英仏両国とも 海洋地質講座や研究所をもつ大学がわが国よりも若干多く そこで学んだ新鋭の研究者が 各地の研究機関につぎつぎと入りつつあるのが現状である。わ



写真⑨ γ線堆積物密度測定装置(ナント大学)



写真⑩ 粒度分析装置“クローターカウンター”

が国でも 海洋地質の人材の養成には 十分配慮せねばならないだろう。

(筆者は燃料部)

引用文献

海洋開発国家計画関係

- 1) C.N.E.X.O. (1968): Programme d'orientation "Océan".
- 2) ROBERT, J. P. & SCOLARI, G. (1970): La reconnaissance et la cartographie géologiques du plateau continental français, *Annales des Mines*, Avril 1970.

研究所紹介

- 3) B.R.G.M. (1970): Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Direction du Service Géologique National.
- 4) B.R.G.M. (1969): Département Laboratoires.
- 5) I.F.P. (1969): Institut Français du Pétrole.

深海潜水調査関係

- 6) BELLAÏCHE, G. (1967): Résultats d'un étude géologique de la fosse du Japon effectuée en bathyscaphe Archimède. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 265.
- 7) BELLAÏCHE, G. (1968): Précisions apportées a la connaissance de la pente continentale et de la plaine abyssale a la suite de Trois plongées en bathyscaphe "Archimède". *Revue de Géographie Physique et de Géologie dynamique*, vol. X, fasc. 2.

堆積物調査関係

- 8) VIGNEAUX, M. et al. (1970): Étude Géologique de la Plateforme continentale a l'Ouest de la Gironde, Étude Géologique du canyon "Gascogne", Étude préliminaire sur les carottes de la campagne Gestlante III, Étude géologique de la zone du Gouf de Cap Breton. *Bull. Inst. Géol. du Bassin d'Aquitaine*, no. special.
- 9) VIGNEAUX, M. et al. (1968): Étude sedimentologique et géochimique d'une carotte de vases marines du Golfe de Gascogne. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitaine*, no. 5.
- 10) ALLEN, G. P. (1970): Contribution a l'étude des facies de comblement et interprétation paleogéographique de l'évolution des milieux sedimentaires recents et actuels l'estuaire de la Gironde. *Bull. Inst. Geol. du Bassin d'Aquitaine*, no. 8.
- 11) OTTMANN, F. (1968): Étude des problèmes estuariens. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* (2), vol. X, fasc. 4.
- 12) OTTMANN, F. (1968): Les problèmes de carottage dans les vasieres littorales. *Cahiers Océanographiques*, XX 9.

有孔虫関係

- 13) PUJOS, M. (1970): Influence des eaux de type Medi-

terranean sur la repartition de certains Foraminifères Benthiques dans le golfe de Gascogne. *Cahiers Oceanographiques*, XXII, 8.

堆積物磁気関係

- 14) POUTIERS, J. (1969): Sur la susceptibilité magnétique des sables littoraux de la Baie des Angés. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 268.
- 15) BOBIER, C. et al. (1965): L'orientation des carottes sous-marines en vue des recherches paléomagnétiques, interprétations géodynamiques des résultats. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 261.

堆積物同位元素関係

- 16) BELLAÏCHE, G. (1968): Applications des Methodes radioactives a l'étude des transits sedimentaires. *Cahiers Océanographiques*, XX 10.
- 17) FONTES, J. C. et al. (1967): Isotopes in Hydrology. Oxgene-18 et Tritium dans le Bassin d'Evian. *International Atomic Energy Agency*.
- 18) MEYBECK, M et al. (1970): Etude par le Tritium du melange des eaux en milieu lacustre et estuarien. Application au lac de Genève et à la Gironde. *Isotope Hydrology*.

海底地形

- 19) PRUD'HOMME, R. et VIGNEAUX, M. (1970): Méthodes morphologiques et morphostructurales appliquées à l'étude des réseaux hydrographiques du Bordelais. *Revue Géographique Pyrénées et du Sud-Ouest*, Tome 41, Fasc. 1.

物理探査関係

- 20) MONTADERT, L. & FAIL, J. P. (1970): Prolongation des zones de fractures de l'Océan Atlantique dans le Golfe de Guinée. *Earth and Planetary Science Letters* 7.
- 21) MURAOUR, P. et al. (1968): Étude par Sismique Réfraction du Plateau Continental au large de Belle-Ile. *Travaux du Laboratoire de Géophysique Appliquée a l'Océanographie*, Fac. Sci. Univ. Montpellier, Fasc. 2.
- 22) HORN, R & MURAOUR, P. et al. (1969): Étude Préliminaire de la Structure Géologique du Plateau Continental au Large de la Rochelle. *Travaux du Laboratoire de Géophysique Appliquée a l'Océanographie*, Facult. Sc. Univ. Montpellier, Fasc. 2.
- 23) CHOLET, J. et al. (1968): Recherches préliminaires sur la structure géologique de la marge continentale du Golfe de Gascogne Commentaires sur quelques profils de sismique réflexion "Flexotir". *I.F.P. Revue*, vol. XXIII, no. 9.
- 24) DAMOTTE, B. et al. (1969): Nouvelles données structurales sur le golfe de Gascogne obtenues par sismique réflexion "Flexotir". *I.F.P. Revue*, vol. XXIV, no. 9.

(以下41頁へつづく)