

海底地質調査に活躍する英国の中小型掘さく船

井上 英二 (海洋地質部)

まえがき

最近 3隻の大陸棚用の中小型掘さく船の資料を入手した。これらは英国の大手土木建設企業である George Wimpey 株式会社のもので そのうちの1隻は最近建造された 自動船位保持装置 (Dynamic Positioning System) を有する掘さく船であり また他の1隻は 5年来 IGS (英国地球科学研究所 わが国の地質調査所にあたる) の大陸棚地質調査プロジェクトに活用されている船である。これら掘さく船は深海での掘さく能力はないが 大陸棚や大陸斜面上部で身軽に移動し 海底下数10mから数100m までの浅い掘さくを行なうのに適している。

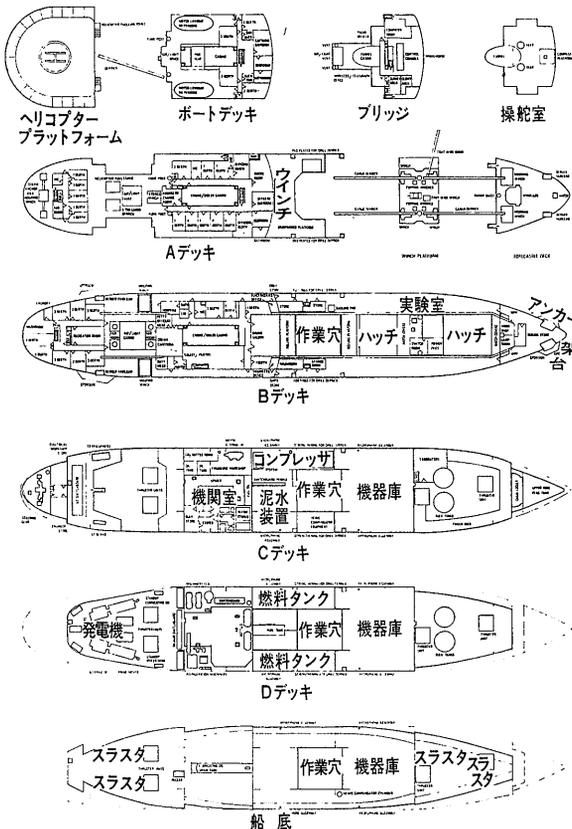
世界中で 掘さく船は石油掘さくリグを含めると 約

300隻もあり そのうち 独力で自由に航行できるフローティング型の掘さく船は87隻である (Ocean Industry 1974年9月号)。その代表的で最も有名な掘さく船は水深数1000mの深海底において数1000mの掘さく能力を有するグローマチャレンジャー号である。他の掘さく船もこれと同等の大きさか それ程大型ではなくても なにぶん石油探査用であるから 掘さく深度数1000mの能力をもつ大型船がほとんどであって ここに紹介するような中小型の掘さく船は きわめて少ない。

大陸棚の海底地質調査は 石油・ガス・石炭・金属鉱床の探査 海底トンネル等の海底土木事業 海洋環境保全その他多方面の目的のために必然的に今後ますます盛んになると予想されるが これに伴って船舶搭載用の試験機や小型掘さく船の需要が増大するであろう。

かねてから 筆者は海底試験機と軽便な掘さく船に関心を寄せていたが われわれが望むような手頃な掘さく船については 今日までほとんど情報を入ることができなかつた。

ここに拙文を草する意図は 海底地質調査に何らかの形で関係する人びと 土木・造船関係でこのような情報に関心をもちたい人びとに 参考として資料を提供することであり 同時に 海底地質調査にとって 試験機や小型掘さく船がハンマー代りとして不可欠であることを 一般に理解していただきたい



第1図 Wimpey Sealab 号平面図 (Wimpey Laboratories Ltd. 資料)

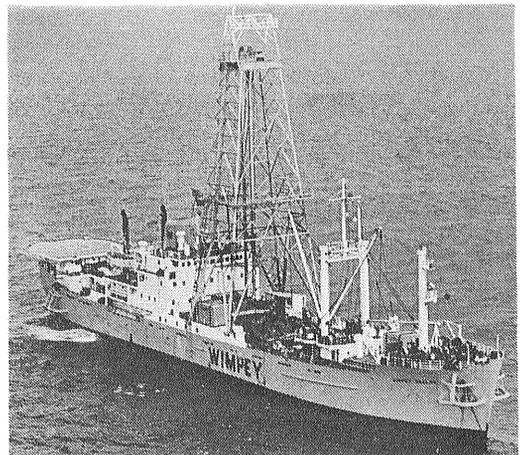


写真1 Wimpey Sealab 号 (Wimpey Laboratories Ltd. 資料)

第1表 Wimpey Sealab 号の仕様

全長	99.11m
長さ(BP)	94.55m
幅	15.24m
深さ	9.15m
吃水	6.08m
排水量	5,950トン
乗組員	54名
航海速度	10ノット
燃料タンク	813トン
清水タンク	182トン
主機関	Sulzer 6気筒SD60ディーゼルエンジン 2,700BP 1台
プロペラ	4翼 Heliston 型 1基
スラスト	可変ピッチプロペラ 12.5トンスラスト 360°回転 4基
主発電機	3,600HPディーゼルエンジン 2基 2,570kV 3相 60Hz ブラシレスAC発 電機 2基
補助発電機	180kW220V直流発電機 3基 195kVA240V交流発電機 1基 25kVA440V 3相 60Hz 交流発電機 1基
コンプレッサ	7.07m ³ /min 8.79kg/cm ² Ingersoll Rand L50B 2基 3.40m ³ /min 8.79kg/cm ² L25TE 1基
航海用機器	人工衛星測量 (Wimpey-AMI Auto Nav 110総合システム ドップラーソナ ー デッカ RM314レーダ デッカ TM1226 レーダ デッカナビゲータ デッカオー トパイロット
自動船位保持装置 (ダイナミックポジション・システム)	
1. 短基線ビーコン方式	GE C2050コンピュータ インターフェ スベリフェラル テレプリンタ チャー トレコーダ 海底ビーコン (リセントリ オプション付) 4点ハイドロフォンシ グナルプレッサ デイスブレイジャイロ コンパス アネモメータ (風速/風向) 4スラスト稼動水深61~300m
2. トートワイヤ方式	トートワイヤ斜縄 電気油圧バックと コントロール付 3.5トン錘 稼動水 深 450m
ケイ留装置	ワイヤ張力30.5トン Forge 電動油圧式 ウインチ 4基 ワイヤ 44mm径 549m長 4 アンカー6.1トン Byers 型 4個 稼動水深 61.0m以浅
搭載機器	積荷用デリック 3トン用 2基 50トン用デリック 2基 ヘリコプター燃 料用デリック
ヘリコプタープラットフォーム	2基エンジンヘリコプター用 径14.3m
掘さく装置	
1. ヤグラ	33m高 200トンダイナミックデリック
2. ドローワークス	700HP可変スピード Gardner Denver GD700E 主ドラム径28mm ワイヤ915m 最大ワ イヤ引張り23,587kg また径14mm 610 mワイヤ 最大張力7,620kgをささえる サンドリールを有する
3. 吊上げコンベンセータ	51トンコンベンセータ シングルサスペ ンデッドシリンドラ トータルストロー ク4.55m

4. ロタリーパワー	200HP 電動油圧バック最大フロー: 2250 psi で 52gpm
5. ロタリーパワース イベル	油圧パワースイベル可変速度最大 623kg /mトルク 158kg/cm ² (2250psi) で 2.4 リッター/秒 (38gpm)
6. ドリルパイプ	ウエルデッドトルジョイント径 11.4 cm 1,000mドリルパイプ長 Grade E 24.7kg/m
7. ドリルカラー	133kg/m 7.6m×8.9cm×17.1cm の 180m
8. 泥水ポンプ	ポンプ500HP可変スピード最大出力 28l/sec 1基 80HF 34kg/cm ² 15.4l/sec 1基 15HF泥水ポンプ57kg/cm ² 2.5l/sec 1基 5×6 ミッション選心ポンプ15HP 1基 4×4 選心ポンプ25HP 2基 泥水カグハン機 3PAC 3基 泥水ミックス装置 1基 泥・海水自動配合装置

いたためである。

1. 掘さく船の仕様と特徴

今回入取した資料は Wimpey Sealab 号 Whitethorn 号および Briarthorn 号に関するものである。前者は中深海の掘さくも可能な新鋭船であるが後2者は貨物船を海底地質調査のために改造した浅海用浅掘りの掘さく船である。

Wimpey Sealab 号 (第1図 写真1 第1表参照)

本船は長さ99m 幅15m 排水量5,950トンで最大稼動水深450m 掘さく能力1,000mである。これを世界の掘さく船に比較すると本船は中型に属する。自動船位保持装置はコンピュータ制御による4個のスラストで行なわれ保持の精度は風速13m/sec 海流3ノット 波高3.5m 波長91.0mの海況で水深の3%以内または半径7mの円内 風速20m/secで半径11.0mの範囲内である。また水深60m以浅では4個のアンカーの使用によりケイ留して掘さくを行なうこともできる。中央船底には72m²の長方形の穴があってここから掘さく作業を行なう。掘さくヤグラは高さ33m 吊上げ荷重200トンである。航法は人工衛星測量 ドップラーソナー装置による。船尾には連絡用としてヘリコプターの発着場がある。本船は北海油田探査や英国東岸の海底炭田探査に使用されている。

Whitethorn 号 (第2図 写真2 第2表参照)

本船についてはあとで少しくわしく述べるのでここでは簡単に仕様についてだけ触れる。全長79.5m 幅11.8m 総トン数1,488トン 稼動水深75m 掘さく深度120mの能力をもつ。大きな特徴は舷側から掘さ

第2表 Whitethorn 号の仕様

長さ	79.5m
長さ(BP)	74.7m
幅	11.8m
深さ	6.4m
総トン数	1,488トン
吃水	5.1m
人員	27名
最大船速	14ノット
燃料タンク容量	118トン
清水バラスト容量	628トン
主機関	British Polar MN 195型 2,290BHP @ 310RPM 1台
バウスラスタ	1基 White Gill 40型 4.5トンスラスト360°
主発電機	220VDC 73kW発電機 3基 33kVA 240V AC発電機 1基
積載用デリック ウインチ	SWL 5トン用 2基 8トン用3胴ドラム 1,067m ワイヤ付 2基
アンカー	1,816トン Danforth アンカー6個
航海用機器	デッキMK21ナビゲータ トラックプロッタ ジャイロコンパス オートパイロット デック 729レーダ デック404レーダ
調査機器	測深機 バイプロアラ2基 各種グラフ 水中テレビ 水中カメラ
実験室	試料処理室 6.7×2.6m
作業艇	8.2m長 2.6m幅 DTI 9級

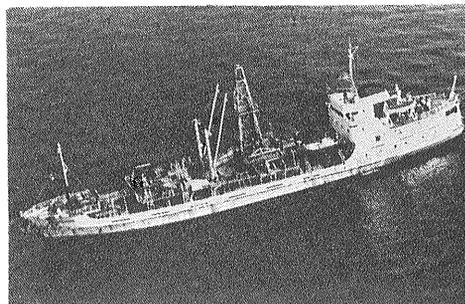
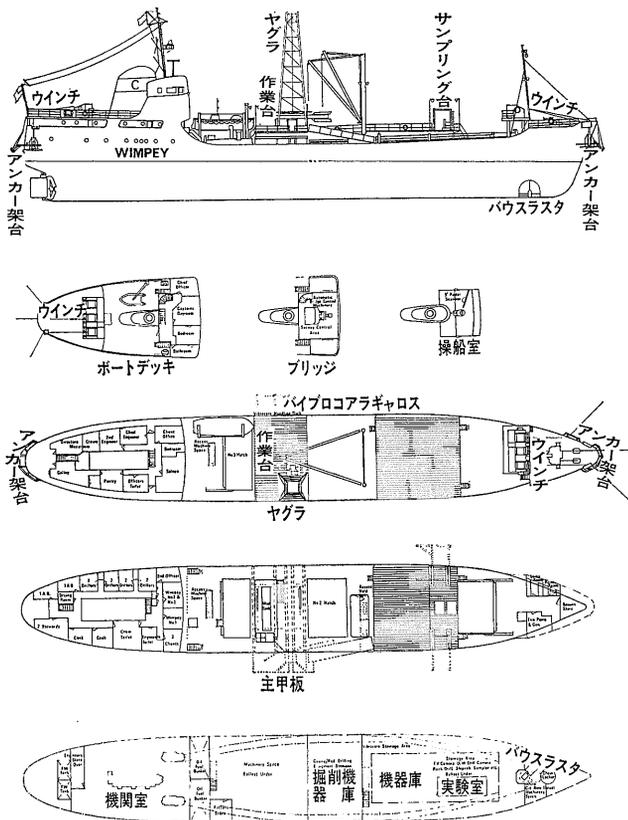
くを行なうことで 上甲板に油圧装置により滑動する作業台を取付け その台の端に掘さくヤグラ(吊上げ荷重50トン)を設置し 掘さく時には作業台を右舷の海面上にはり出して掘さくを行なう。掘さく方式は回転式と衝撃式の両方である。船体の固定は6個のアンカーで行なわれる。上甲板の左舷側にも2作業台があってそれぞれパイプロアラを揚降する起倒式ギヤロスがある。実験室は船倉にあってここで採取試料の処理を行なっている。

Briarthorn 号(第3図 写真3 第3表参照)

本船は Whitethorn 号と同じく リバプールの S. William 会社の貨物船から掘さく船に改造されたもので船形・内容ともに Whitethorn 号に類似する。全長80.6m 幅11.8m 総トン数1,479トン 掘さく稼動水深100mで 掘さく方式は回転式と衝撃式 ヤグラの高さは約11mである。稼動水深は 作業船を利用すればもっと増大させることが可能である。航法は人工衛星測量 ドップラー自動航法であり デッカを併用する。バウスラスタを装備する。

2. Whitethorn 号の調査活動と実績

1970年の秋 筆者は英仏両国の海洋地質調査活動を数ヶ月間見学してまわったが そのおり 英



第2図 Whitethorn 号 平・立面図 (Wimpey Laboratories Ltd. 資料)

写真2 Whitethorn 号 (a)は Wimpey Laboratories Ltd. 資料 (b)は同号前部を示す

第3表 Briarthorn 号の仕様

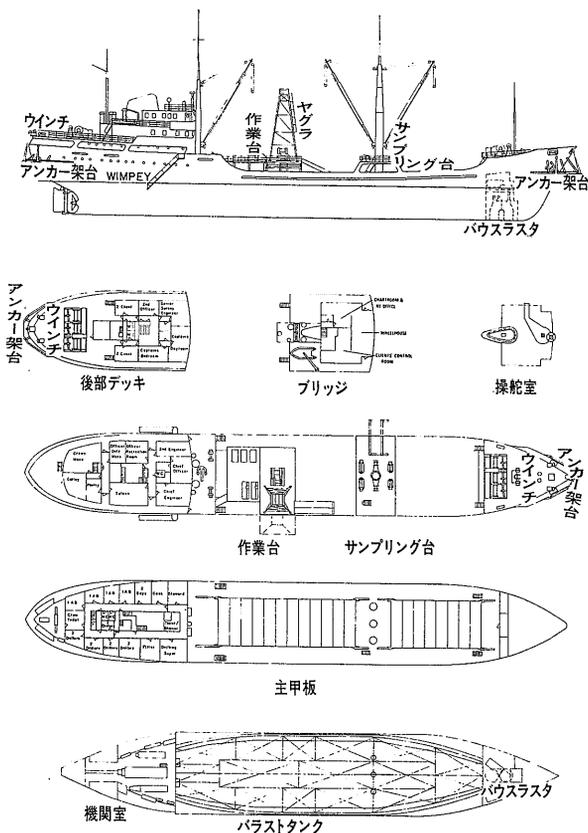
長さ	80.6m
長さ(BP)	71.2m
幅	11.8m
深さ	5.6m
総トン数	1,479トン
吃水	4.9m
水バラスト容量	335トン
燃料タンク	200トン
潤滑油タンク	4.2トン
船速	12.5ノット(5.16トンMDF)
積載用デリック	SWL3/5トン用6基 14.7トン用1基
人員	30名
稼動水深	100m
主機関	Werksoor TMBAS 397型 7気筒1,630B IP @ 280RPM
バウスラスト	White Gill 50型 6トンスラスト360°
主発電機	30kW 220VDC 発電機4基 60kW 220V DC発電機2基 20kW 240V AC 発電機1基 240V DC/AC 発電機1基
ウインチ	17.5トン用3胴式ウインチ1,067mワイヤ付2基
アンカー	2,752トン Stevin アンカー6基
航海用機器	人工衛星測量 ドップラタイプAMI自動航法110 デッカMK21 ナビゲータ トラックプロッタ ジャイロコンパス オートパイロット レーダ
調査機器	測深機 210kh と 33kh

国のIGSの紹介で当時誕生したばかりの Whitethorn 号に数日間乗船し アイリッシュ海での初の掘さく作業を観察する機会を得た。これについては以前本誌上で簡単に触れたが(地質ニュースNo. 202) あたらしい資料を加えて 本船の建造経緯 作業状況 実績等をあらためて紹介したい。

Whitethorn 号はもともと貨物船で 1963年ブリストルで建造されたが IGSの要請のもとに George Wimpey 建設会社によって掘さく船として1970年に改造された。IGSは1967—8年頃から英国周辺大陸棚の海底地質調査にのりだしているが 掘さく船による調査はプログラムの重要部分を占めている。IGSの調査方式はまことに系統的なもので 1対象海域について調査を3段階にわけて実施する。最初は 数マイル間隔の格子状測線に沿って各種の物理探査(スパーカー 重力計 磁力計 サイドスキヤンソナーを使用)を行なう。ついで堆積物・岩石の採取を主体としたサンプリング調査(各種グラブ 各種コアラ 小型試錐機 水中カメラ 水中テレビ等を使用)を行ない 最後に重要地点で海底掘さくを行なって 1対象海域の調査を終了する。

この海底掘さくを IGSは Wimpey 中央試験所に依頼し 掘さく仕様を水深70m 海底下50m掘さくと指定した。これをうけて同試験所は 年間総経費30万ポンド(当時の為替レートで約2億4千万円 備船料・作業費込み)でIGSと5カ年間の作業契約を結んだ。このため 同試験所はリバプールの S. William 社から1軸スクリュー 1,600トンの貨物船 Whitethorn 号を備船して これを Tyne Dock Engineering 造船所で掘さく船に改造し 1970年8月に工事が完了した。

掘さく装備は 油圧で右舷から海面へ張り出す作業台その上に設備された高さ16m 50トン用掘さくヤグラと掘さく機(Shell & Auger 掘さく機) 作業台下の泥水タンクから構成される(写真④⑤参照)。ダイヤモンド



第3図 Briarthorn 号 平・立面図 (Wimpey Laboratories Ltd. 資料)

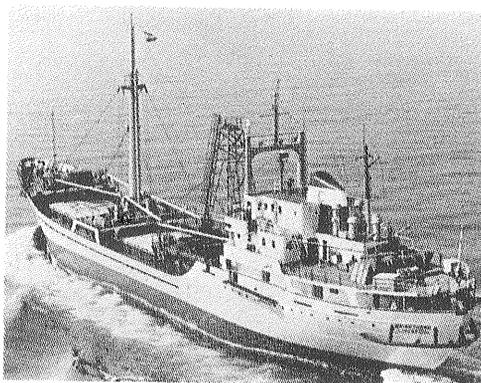


写真3 Briarthorn号 (Wimpey Laboratories Ltd. 資料)

ビットを使用し コア径は4インチである。 ロッドは作業台に連結したロッド受け樋におかれる (写真6参照)。作業時に船を固定させるケイ留設備は 6個のアンカー (各重量1.8トン 船首と船尾に各3個) およびそれぞれ1,067mのワイヤをもつ 3胴ウインチ2機からなる (写真2-b 写真7参照)。

航法はデッカ航法であり デッカナビゲータと自動トラックプロッタが装備されている。 掘さく地点に正しく船を誘導するために Alpine Precision Ranging Attachment がデッカRM729A レーダに取付けられる。

掘さく能力は先述したように通称水深70m 海底下掘さく深度50mであるが Moray 湾の調査では1隻の作業船の助けをかりて 水深156mの海底で119.50m掘さくしたそうである。 掘さく作業は風力6~7 (風速約28m以下) の海況でも実施可能といわれる。

作業は昼夜連続で 3交代で行なわれる。 乗船員は全部で27名であるが アイリッシュ海での作業では Wimpey 社の掘さく技術者10~12名 IGSの地質研究員2名 あとは船員であった。 研究員は掘さく位置の確認を行ない 採取した岩石コアや堆積物を船倉に設備された実験室で整理する。

掘さく地点への接近は トラックプロッターをにらみながら行なわれる。 船が所定の地点に近づくと1つづつアンカーをおろし 6アンカーでつくられた正六角形の中心に船をもっていくよう バウスラストとアンカーに連結したワイヤの張力を利用して操船する。 この方法での位置の誤差は10m以内といわれる。 筆者が観察したところでは 水深20m以内の海域で 最初のアンカーをおろしてから最終的に船が掘さく地点に固定されるまでの時間は約2時間であった (写真8)。

Whitethorn 号の左舷には バイプロコアラ専用の起倒式ギヤロスを装備した作業台がある。 バイプロコアラは Wimpey 製で径4インチ 長さ7mの鋼鉄製チューブをもち 4脚である (写真9 10 11参照)。 これは水深110m以浅の海底から 砂のサンプルを採取するのに使用される。 このほか 本船には各種採泥や水中カメラ・テレビによる海底観察を行

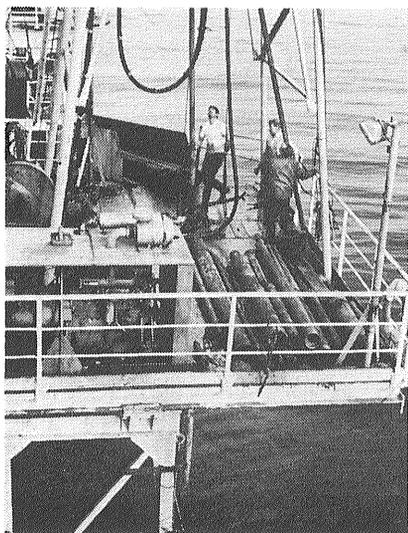


写真4 張り出した作業台上の掘さく作業

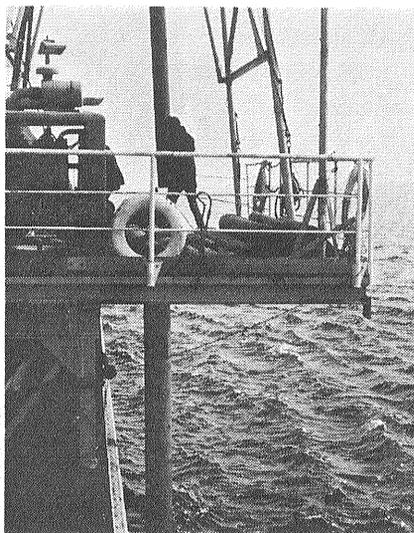


写真5 張り出した作業台とコンダクターパイプ

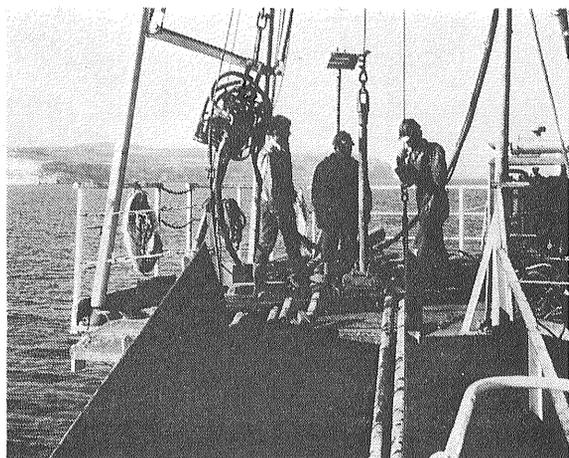


写真6 パイプの継ぎ 手前の樋はパイプ置場の樋 遠景はウエールズのパーミアン石灰質砂岩

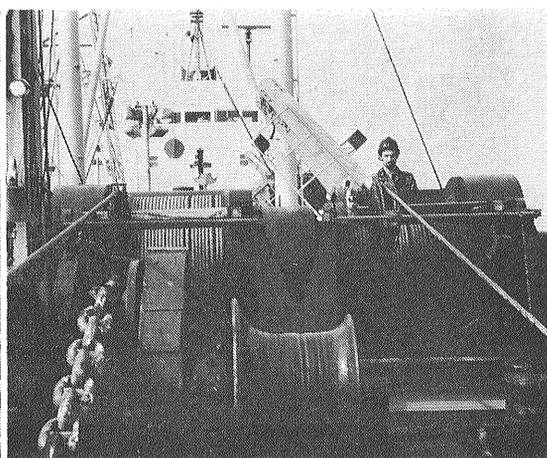
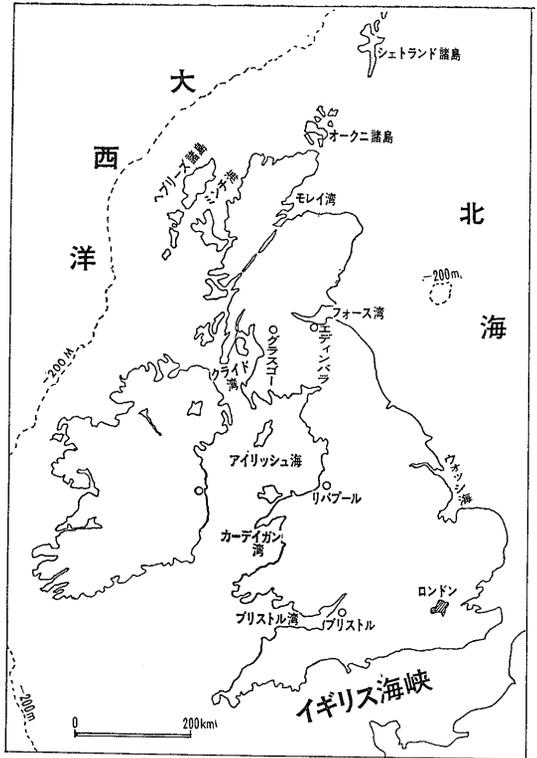


写真7 船首のアンカー用3胴ウインチ

なう諸設備がある。このように本船はたんなる掘さく船ではなくて浅海用のサンプリング専用船として設計されている。

Whitethorn 号はアイリッシュ海の掘さくを皮切りにカーディガン湾・クライド湾 ヘブリーズ海 ミンチ海 モレイ湾 フォース湾 プリストル湾等(第4図参照)で掘さくを行ってきた。作業は年間を通じてほとんど休みなく続行され冬期間でも12月—1月の6週間をのぞいて活動した。1971年度の本船の活動状況を1例としてみると(IGS Annual Report 1972)掘さく点数は79 掘さく深度は最深で92.50m 浅い掘さくは数mで20~40m掘さくが最も多い。基盤の岩石コアを採取した個処は66掘さく点 6地点で掘さく中止 他は未固結堆積物コアを採取した。これを見てもかなり高い成功率がうかがわれる。掘さく点の密度は最も点数が多いアイリッシュ海(ほぼ山陰沖から対馬海峡・五島灘を含む広さ)で71点 また大体相模湾程度のクライド湾で15点の割合であって IGSの海底地質調査がいかになりに行なわれているかを推察できよう。もっとも英国周辺大陸棚はかなり沖合でも水深がせいぜい数10m程度でしかも岩盤を覆う堆積層がうすいという事情があるのでこのように浅い掘さくで岩石コアを多数点で容易に採取することができるのであろう。



第4図 英国大陸棚の海名

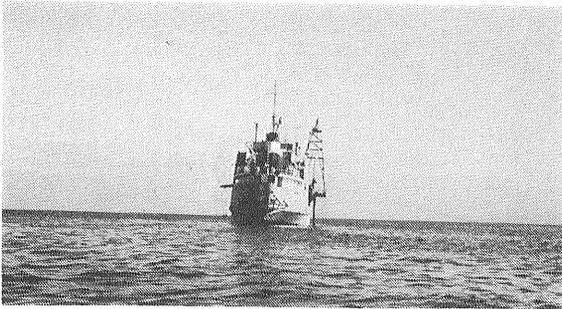


写真8 掘さく中の Whitethorn 号の遠望

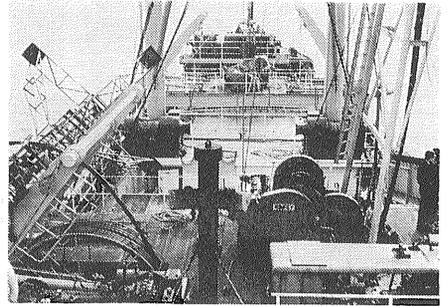


写真9 Whitethorn 号の前甲板の設備配置 手前右にヤグラの脚 左にパイプロコアラを抱いた起倒式ギヤロス また前方の両舷に他の起倒式ギヤロスのアームが見える

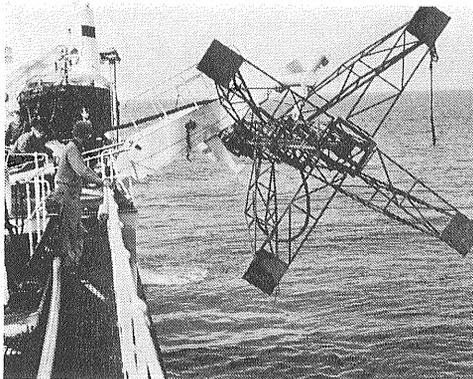


写真10 パイプロコアラを水中に投下しようとするところ

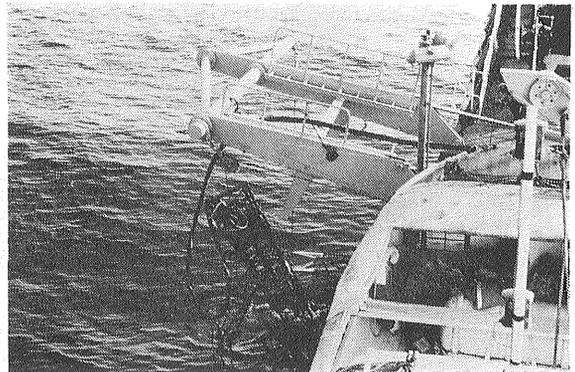


写真11 パイプロコアラを水中に投じたところ

I G Sとの契約によると 本船の契約期間は1970年 8月から1975年 8月までの5年間 1年の稼動日数は300日である。 1974年 2月までに本船があげた実績は 以下のとおりである。

全掘さく点数	296
掘さく延長(ドリフト)	7,489.84m
掘さく延長(回転式)	2,687.87m
総掘さく延長	10,177.71m
平均掘さく長	34.4m

このほか 掘さく以外に採泥調査を行なったが その成果は パイロコアによる柱状試料559 グラビティコアによる試料2,341 シベックグラブ試料2,465であった。

む す び

大陸棚および大陸斜面は われわれの生活に関係が深い海域である。 さしあたって 海の開発利用はこの海域で行なわれると同時に 環境汚染もここから始まる。 したがって なにを行なうにせよ まず 大陸棚の海象と海底地質を知ることがすべての基礎となる。 海域の地質を的確に把握するには できるだけ多数の地点から岩石を採取することが必要である。 サンプリングの多寡は 地質図の信頼度を大きく左右する。 そのためには 岩盤地帯や堆積物の被覆が少ない場所では各種の試錐機 堆積物が厚いところ ないしは海底地質層序を知るには掘さく船が高度に利用されねばならない。

現在 地質調査所は特別研究として 金属鉱業事業団所有の白嶺丸を使用して「日本周辺大陸棚海底地質総合研究」を実施しているが 岩石サンプリングのために 沈置式海底小型試錐機を開発し 海底岩盤露出地帯から岩石コア数 10cmを採取することに成功した(地質ニ

ュースNo. 255)。 さらに調査所は大型試錐機を白嶺丸に搭載して調査に使用することを計画している。 これは岩盤露出地帯でなく 厚さ数mの表層堆積物が分布する場所で その下の岩盤から岩石を採取できる沈置式のドリルである。 この両者の活用により かなりの範囲の地質が明らかにされるであろう。 さらにその上 軽便な掘さく船を動員して 岩石コアリングを重要地点について行なえば 海域全体の地質解釈を確固なものにすることができる。 以上のサンプリングシステムに従えば 海底トンネル等の基礎地質調査もさらに詳細になるだろうし 物理探査を主軸として行なわれている海底石油探査の成果も確実度を増すと思われる。 また 沿岸から遠く離れた大陸棚では 地質層序を知るために掘さく船が不可欠となる。 このようなことは 上に述べたI G Sの例をみてもわかるように フランスでも一般に行なわれているし ソ連でも中国でも行なわれているらしい(岸本文男:地質ニュースNo. 254)。

ついでになるが 実はわが国でも第1探海号(旧太平洋探海工業所属510トン)という かなりの性能の掘さく船が3年前まで存在したのである。 これは水深100mで海底下1,000mの掘さく能力を有する船で 通産省旧鉱山石炭局の原料炭炭田開発調査のため 西九州沖の海底炭田探査に活躍した実績がある。 はなはだ残念なことに 同船はこのプロジェクト終了後 別用途の船に改造されたらしく 今はいない。 もし同船が健在であったなら 海洋地質関係者にとって どんなに心強い存在になっていたかと惜まれる。 ここに同船の有りし日の雄姿をしのんで 写真をかかげておく(前掲のOcean Industryには 同船がまだ掲載されている)。 なにはともあれ 海底から岩石コアを多数採取して 海底地質の知識を確固なものにし 社会的経済的要望に応えるのが われわれ海洋地質の調査研究にたずさわる者の念願である。

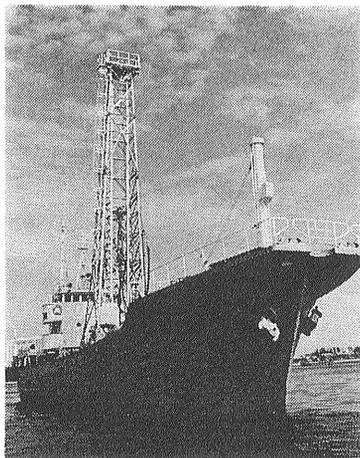
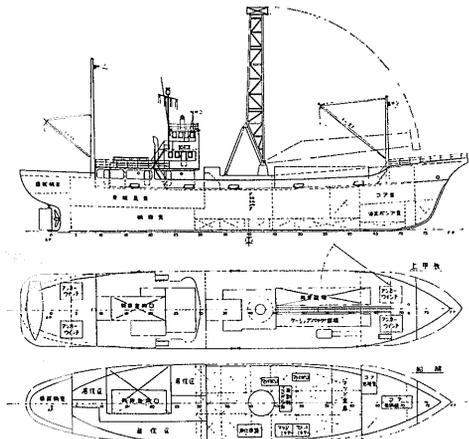


写真12 わが国の小型掘さく船第1探海号の有りし日の姿(旧太平洋探海工業K.K.資料)



第5図 第1探海号 平・立面図

謝 辞: 資料提供 御助言 解説をいただいた以下のかたがたに厚く御礼申し述べ。

金属鉱業事業団・小堀浩史氏 東海サルベージ株式会社・藤原和彦氏 鉱研試錐工業株式会社・大鹿春郎氏 地質調査所海洋地質部・水野篤行氏 同技術部 河内英幸氏