

天然ガス調査研究の概要

～昭和39年度の成果～

まえがき

可燃性天然ガス資源開発5カ年計画は通商産業省によって昭和36年9月29日に石油鉱業合理化計画と併せて策定された。このいわゆる第2次5カ年計画には遊離型天然ガス鉱床の探鉱を目的とした「国による探鉱基礎調査の実施」が強調されている。地質調査所ではわが国天然ガス鉱業の長期的見通しに立ち昭和36年度にすでに特別研究として「構造性ガス調査研究」を発足せしめ新潟県蒲原平野の長測線地震探査などの実施に着手していた。第2次5カ年計画が実施に移された昭和37年度以降はこれに「層序試錐」を加え上記の探鉱基礎調査として再発足して今日に至っている。

昭和39年度は5カ年計画の第3年度に該当する。本年度計画も大綱においては前年度と変わらず主要堆積ベーズンに対する層序試錐 未探鉱地域に対する基礎的な物理探査 未詳推定構造に対し構造と層位を確める構造試錐を主とし その他新潟～長岡平野周辺部山地の地質総合研究およびコア等を試料とする特殊研究からなっている。実行計画における2つの特色は対象地域として秋田地区に重点をおいたこと ならびに本年度から新たに新潟平野に対する空中磁気探査を開始したことである。前者は最近における八橋油田の著しい産ガス量減退が招来した同地区の天然ガス需給事情の逼迫に堪がみ 探鉱活動を積極的に促進する必要を生じたことに基づいている。後者は新潟ベーズンの基盤構造(basin architecture) 研究の重要な手段として導入したものでさらに集積構造系列 平原下に潜在する火山岩および厚い火砕質岩層分布の究明などに重力探査 地震探査等の他の物理探査技術と併用・総合して大きな役割を果たすであろう。現在のところ 本年度から数年程度で村上市より直江津市に至る ベーズンの陸上部分の主要地域をカバーし 全磁力図および若干の解析図を作成する計画を有している。そのため米国より Varian 4914 型核磁力計を本年度輸入した。

実施した計画の概要

昭和39年度の当初実行予算は244,000,000円であったが 年度途中において3%の経費縮減が令達されたため 実際実施した計画は当初と多少異なったが 以下に記す

層序試錐・構造性ガスグループ

とおりでである。

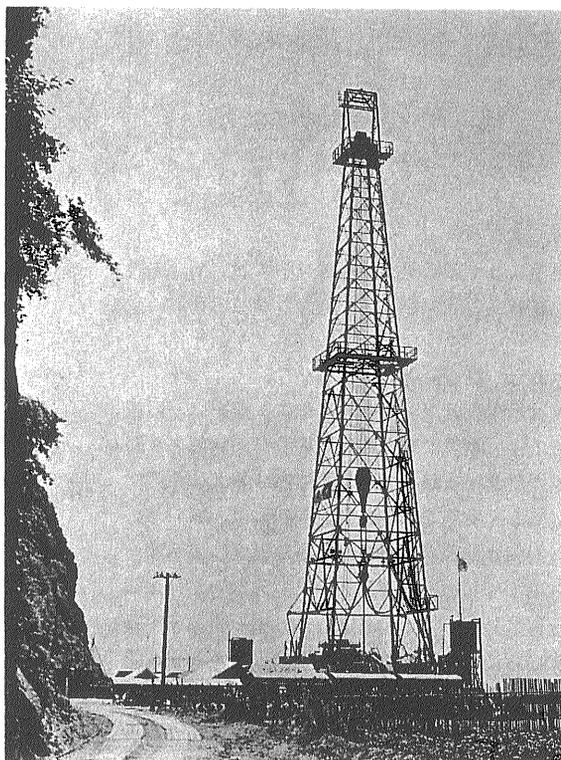
I. 層序試錐

- a. 千葉県君津郡大佐和町 (大佐和GS-1)
 - 〔目的〕 関東平野南部 (東京湾サブベーズン)の地下地質探査
 - 〔深度〕 2,552.00m (予定 3,000m)
 - 〔作業〕 帝国石油KK請負 T-110 掘さく機と D-2000 ポンプ使用
- b. 秋田県能代市 (能代GS-1)
 - 〔目的〕 能代サブベーズン中央部の地下地質探査
 - 〔深度〕 3,514.40m (予定3,500m)
 - 〔作業〕 石油資源開発KK請負 N-3000 掘さく機と OH-500 および OH-450ポンプ使用

II. 構造性ガス調査研究

II-1. 構造試錐

- a. 秋田県秋田市西八橋 (西八橋ST-1)
 - 〔目的〕 八橋主背斜西側を並走する浜田背斜北方沈降部の構造探査と含油・含ガス状況の調査
 - 〔深度〕 1,003.00m (予定 1,000m)
 - 〔作業〕 帝国石油KK請負 ワーク・オーバー・リグ使用



層序試錐井 (千葉県大佐和町)

- b. 秋田県由利郡象潟町(南横岡ST-1)
〔目的〕 院内～桂坂構造系列南方延長部にある著しい残留重力低異常帯における構造探査と層位の確認
〔深度〕 1,103.47m (予定 1,100m)
〔作業〕 帝国石油KK請負 N-1,000 掘さく機使用

II-2 基礎物理探査

- a. 秋田県能代浜地震探査
〔目的〕 能代サブベースン中央近傍にて 黒岡～浜浅内地区北部より八森～沢目地区南方にかけての地下構造調査 能代層序試錐の先行調査の意義もある
〔作業〕 測線総延長 22.84km 反射法地震探査 石油資源開発KK請負

- b. 山形県左沢～天童地震探査
〔目的〕 山形盆地中央部における東西線に沿った基盤構造の調査
〔作業〕 測線長 16.20km (端末爆発点まで20.46km) 爆発点 6 観測点136 応用地質調査事務所KK請負

- c. 空中磁気探査
〔目的〕 関東地区において 測定素子曳航状態における各種動作テストおよび位置測量用カメラとの同期テストを実施した ついで新潟県村上市～新発田市間の北蒲原平野において 今後のマッピングのための基本的テスト(飛行レベルおよび測線間隔の決定)終了後 本格的

- マッピングに入った 北蒲原平野に対する全磁力図および解析図作成を直接の目的とする
〔作業〕 測定飛行時間計58 $\frac{1}{2}$ 時間 地質調査所物理探査部実施

II-3 新潟地区地質総合調査

- 〔目的〕 東山褶曲帯の総合調査
〔作業〕 主要路線沿いの層序(とくに火山層序)および構造の検討を既存資料を基に行なった。地質調査所燃料部石油課実施

II-4 特殊研究

- 〔内容〕 コア試料(主として層序試錐 1部構造試錐および民間企業より入手したもの)について今後の研究あるいは探鉱に有益な役割りを果たす分析・測定値および調査資料の集積を目的とする 目下のところ
 - ① 岩石中微量成分・粘土鉱物の研究(技術部地球化学課)
 - ② 岩石密度 弾性波速度 磁気の測定(物理探査部)
 - ③ 泥岩コアについてのスレスホールド圧および(低)浸透率の測定(燃料部石油課主管)
 - ④ 浮遊性有孔虫化石の研究(同上)などを行なっている。

以上が昭和39年度実施した天然ガス調査研究の概要であるが これらのうち主要なものにつき 得られたデータあるいは やや具体的な成果内容を 次に述べる。

(筆者は石油課)

大佐和層序試錐

石和田 靖章・三梨 昂

1. 目的

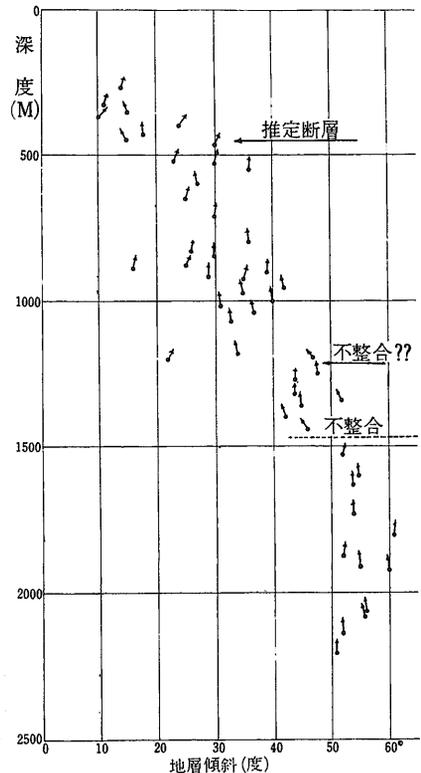
東京湾を中心とする低重力ベーズン中において 中新統の標準地質層序の確立を図ることを目的とする。

2. 位置および深度

さく井点は千葉県君津郡大佐和町小久保海岸で 磯根岬に隣接する。地表に見られる大佐和背斜軸部より約700m 北側に位置するが 上記目的の達成および深部構造の探究に対して満足しうる地点と判断した。

房総半島南部は地質構造が複雑で層序試錐に適せず 構造がやや単純化したと推測されるその北側の系列として本地域を選定した。この付近について 昭和38年度の共同探鉱である反射法地震探査の資料のほか 地質調査所等の実施した海上音波探査 海上および空中磁気探査 陸上重力探査 の諸資料が地表地質精査資料と共に

利用しうる。房総半島南部の中新統は 地質構造が複雑なため 信頼に耐える地表層序が確立されていない。しかしながら 一応既存の知識を総合し 予定深度



大佐和GS-1号井における地層傾斜と深度

3,000mを以て保田層群に十分逢着しうると予想した。

3. 掘さく経過概要

掘さく工事は帝国石油KKの請負とし T-110掘さく機とD-2000用ポンプとの組み合わせを採用した。昭和39年6月1日開坑6月11日深度1470.17mにおいて51.50m以下をシュランベルジャー社によって第1次検層を行ない 9⁵/₈°C.P.を中間水止管として1468.10mまで挿入した。6月15日に掘進を再開し7月9日に深度2,552mに達したが2,500m付近以下にある高圧出水層のため坑内の崩壊がいよいよはげしくなり浚渫を繰返したがケーシングを新たに挿入しない限り掘進は不能と判断されたので ついに7月18日 シュランベルジャー社によって第2次検層を行なって廃坑とした。音波検層時の坑径曲線を見ると2,200m以下坑壁の崩壊が顕著となっている。

検層は インダクション電気検層 音波検層 および連続ディップメーターを実施したが 2,300m以深は電極を降入しえなかった。カッティングはほぼ10mごとに採取し コアは 500m 1,000m 1,200m 1,400m 1,500m 1,600m 1,800m 2,200m 2,400m (2,000m付近は2回コア掘りをしていづれも回収率0%) の計9カ所で採取した。

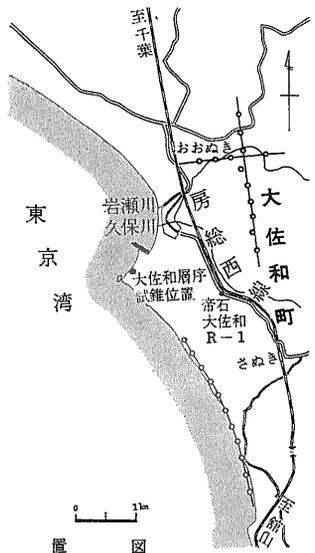
4. 坑井地質

4.1. 岩相層序

本井の岩相層序は地表に見られる諸地層に比較的対比しやすく 明確な地表の化石層序がけににされていない 現在 岩相層序と岩質によって地表の模式層と対比を試みた。

深度 m	地層名	真の層厚	岩相
0 ~ 3	海岸砂	3m	中〜細粒砂
3 ~ 29	上長浜砂礫層	26m	礫層を夾む粗〜細粒砂
29 ~ 216	総岩坂層	257m	泥質砂+粗い砂質泥岩
216 ~ 290	群 十宮層+竹岡層		
290~317.5	豊 荻生層	643m	凝灰質砂岩と泥岩の互層
317.5~984	層 稲子沢泥岩層		
984~1004	群 千畑層		
1004~1478	天津層+佐久間層群	373m	凝灰質砂岩を夾む帯緑灰色シルト岩 中部以下は中〜細粒砂岩多し 基底は厚さ14mの蛇紋岩を多量に含む凝灰質砂岩
1478~1814	保 上部層	216m	灰色〜暗灰色硬質泥岩
1814~2273	田 中部層	286m	緑色輝石安山岩質凝灰角礫岩 同質凝灰質砂岩(主)および硬質泥岩(従)
2273	群 下部層	195m	大部分暗灰色硬質泥岩
~掘止		累計(697m)	最下部は砂岩と泥岩の互層

* 古期岩類の礫を含有しない



第1表 分析結果表

深 度 m	岩 相	抽出率 %	P+Ca %	Ar %	O-N-S %	Res %	H ₂ E %	Cl %	Co %	HyR %	Ca/Co (PPM)	
499.50 ~ .73	緑 色 泥 質 砂 岩	0.022	13.9	12.3	18.5	55.3	26.2	0.68	0.34	0.34	58	0.0147
507.00 ~ .88	緑 色 泥 質 砂 岩	0.027	16.6	11.7	17.2	54.5	28.3	0.60	0.27	0.33	77	0.0201
1002.54 ~ .74	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.064	8.2	8.5	16.0	67.3	16.7	1.50	0.64	0.86	107	0.0107
1400.00 ~ .20	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.012	13.9	13.9	18.1	54.1	27.8	0.25	0.08	0.17	33	0.0167
1404.20 ~ .40	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.008	16.0	14.0	26.0	44.0	30.0	0.11	0.04	0.07	24	0.0296
1497.48 ~ .68	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.025	20.4	13.6	17.7	48.3	34.0	0.87	0.29	0.58	85	0.0126
1493.20 ~ .38	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.046	9.5	10.8	18.1	61.6	20.3	1.23	0.39	0.64	93	0.0095
1600.08 ~ .28	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.054	9.7	11.6	18.7	60.0	21.3	0.90	0.35	0.55	115	0.0180
1602.30 ~ .50	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.015	27.6	18.4	29.0	25.0	46.0	0.38	0.15	0.23	69	0.0258
1800.40 ~ .55	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.038	12.0	11.5	23.1	53.4	23.5	1.12	0.74	0.38	89	0.0201
1801.80 ~ 2.00	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.036	12.1	8.8	14.3	64.8	20.9	2.15	1.31	0.84	75	0.0077
2198.00 ~ .20	暗 緑 色 泥 質 砂 岩	0.038	11.5	12.4	22.5	53.6	23.9	0.98	0.40	0.58	87	0.0129
2401.90 ~ 2.06	硬 質 泥 岩	0.039	10.4	14.7	26.4	48.5	25.1	0.82	0.25	0.57	98	0.0148
平均 値		0.033	14.0	12.5	20.4	53.1	26.5	0.89	0.40	0.49	78	0.0164

* 原岩に対する% その他抽出量に対する% P+Ca:パラフィン+シクロパラフィン Ar:芳香族 O-N-S:含酸素窒素有機化合物 Res:残渣 HyR:抽出物中の炭化水素 Cl:全炭素 Co:無機炭素 Co.:有機炭素 HyR:岩石中の炭化水素 Ca/Co:石油化度

深 度 m	岩 質	密度 g/cm ³	孔隙率 %	P波速度 km/s	音 速 k./em./cc	弾性模強度 Jr./em./cc	音 速 k./em./cc	弾性模強度 Jr./em./cc	水浸透率 ml	threshold pressure kg./cm ²	間隙水w/ 浸透度
499.75 ~ 500.45	緑 色 泥 質 砂 岩	2.05	31.6	—	0.001029	0.00066	0.000515	0.45	—	—	1550
1001.43 ~ 1002.30	暗 緑 色 泥 岩	1.95	39.0	—	—	—	—	—	8	0.0012	2080
1201.15 ~ 1202.50	青 灰 色 砂 岩	2.13	30.9	—	—	744	30	372	101.	—	2020
1402.60 ~ 1403.00	暗 緑 色 凝 灰 質 砂 岩	2.08	34.7	—	—	499	22	250	4.5	—	1300
1492.63 ~ 1493.00	暗 緑 色 泥 岩	2.23	25.2	—	—	13	3>	7	0.0058	—	5600
1600.73 ~ 1602.00	暗 緑 色 泥 岩	2.26	23.2	—	—	9	3>	5	0.0015	—	7220
1800.55 ~ 1801.30	暗 緑 色 泥 岩	2.24	24.5	—	—	23	3>	12	—	—	6030
2198.82 ~ 2199.60	暗 緑 色 凝 灰 岩	2.25	29.2	—	—	1430	430	715	0.0020	—	3020
2400.62 ~ 2401.42	暗 緑 色 泥 岩	2.35	18.8	—	—	9	4	5	—	—	4500

第2表 コア試験結果表

(1) 水飽和密度 (3) 水飽和状態の3方向超音波伝播速度 (7) NaCl 10,000 p.p.m. 水溶液使用 (1)-(6) 地質調査所物理探査部測定 (7)-(9) 帝国石油中央技術研究所測定

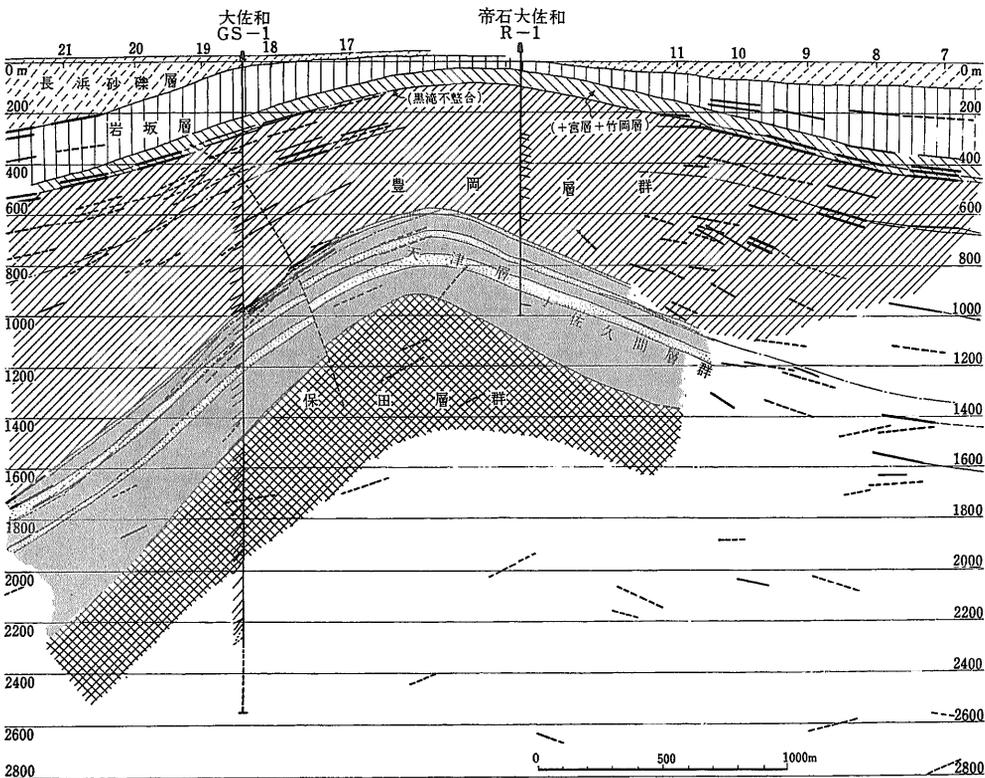
4. 2. 有孔虫化石の産状

カッティング調査に基づき底棲種化石の分布を概観すると次のとおりである。

深度 m	内容
3~30	PF
40~281	<i>Cibicides aknerianus</i> , <i>C. cf. refulgens</i> , <i>Bolivinita quadrilatera</i> , <i>Pseudononion japonicum</i> , <i>Cassidulina subglobosa</i> などを優勢種とし 地表の岩坂層の群集と同様である
309~327	PF
354~653	<i>Uvigerina proboscidea</i> , <i>Nonion pompilioides</i> が概して優勢で <i>Höglundina elegans</i> , <i>Gyroïdina orbicularis</i> <i>Bolivinita quadrilatera</i> , <i>Nonion nicobarense</i> . <i>Stilostomella</i> などもかなり多い
672~1478	PF の所が多いが <i>Höglundina elegans</i> , <i>Stilostomella</i> などが継続的に産出する
1499~2552	砂質殻種が急に出現し かつ全体的に優勢である。 <i>Martinottiella communis</i> , <i>Cyclamina spp.</i> <i>Haplophragmoides spp.</i> の他 <i>Bolivinita auriculata</i> , <i>Uvigerina proboscidea</i> が優勢種であるが 2416m 以下は <i>Miliammina sp.</i> がかなり多い

浮遊性種については 浅野清博士に同定していただいた結果 次のようになった。

363~399mのカッティング試料 *Sphaeroidinella seminulina*



大佐和背斜南北断面図 (地震探査結果による)

399~753mのカッティング試料	<i>Globorotalia fohsi</i>
1493.20~1493.38mのコア試料	<i>Globorotalia fohsi cf. lobata</i> , <i>Orbulina universa</i>
1801.60~1801.80mのコア試料	<i>G. fohsi fohsi</i> , <i>Orbulina universa</i>
2198.20~2198.27mのコア試料	<i>G. fohsi barisanensis</i> , <i>Orbulina universa</i>
2402.06~2402.25mのコア試料	<i>G. fohsi barisanensis</i> , <i>Globigerinoides bispherica</i>

本井では *Lepidocyclina* および *Globigerina nepenthes* を発見することができなかったが 前者は地表で中尾原層 (佐久間層群) 後者は本井に隣接する旧井 帝石大佐和 R-1の稲子沢泥岩層下部に報告されている。すでに述べたごとく 本井では1478mを以て保田層群に進入したとしたが これは上位の特徴ある基底礫岩層の存在 風化して暗黒色になる凝灰角礫岩を多量に有する 1478m以下の岩質・岩相を地表地質と比較した結果であった。しかし 浮遊性有孔虫化石が指示すると考えられる層準は 坑底においてなお *Burdigalian* 最下部付近であり 豊岡層群以下坑底まで著しい時間間隙が認められない点問題を残している。1478mを境として岩相化石相 および地層傾斜が明らかに変わるが これが断層の存在によるものか 『佐久間層群』と 『保田層群』の間は事実大きな時間間隙の存在しないものなのかは目下のところ確言できない。

(以下11頁右下へつづく)

能代層序試錐

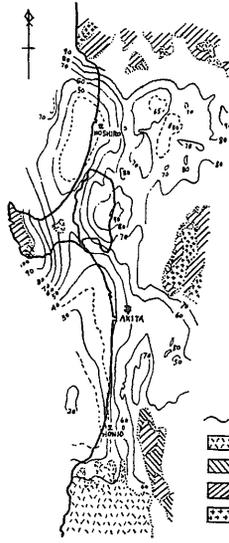
牧野 登喜男

1. 掘さくの目的

能代層序試錐 GS-1 号井は 秋田県下の炭化水素鉱床探査の重点指向地域である能代サブベズン（第1図参照）に層序試錐を実施し 能代平野および能代沖合海域の炭化水素鉱床探査を 積極的に促進させるためのコントロールウェルたらしめようとするものであって その主要目的は 能代平野西部におけ地下地質層序の確立 深部構造の探究 および炭化水素鉱床の成立に関する地層の物理・化学的性質の調査研究 ならびに各種物理探査に寄与し得る地下の情報を得ることである。

2. 位置および深度

掘さく位置の決定は 能代サブベズン中心部に近い陸域として能代地区があげられ 本層序試錐に先行実施した当所計画の地震探査能代浜測線（後述の能代浜地震探査の項参照）の結果を基とし 鉱業権者による地震探査試探掘井資料および周辺地表地質調査研究結果等を総合検討した結果 先行地震探査結果によって認められた背斜構造の北沈降部の頂部付近に位置（能代市下浜地内 第2図参照 X=+23,475.00 Y=-70,448.00 標高4.83m）を決定した。掘さく深度は 3500mで西黒沢



第1図
秋田油田地帯の重力分布図
池辺種：
秋田油田地域における含油第三系の構造発達と石油の集積について
秋大地下研報 No. 60 1961 から

凡例

- 〃 — 等重力線MGAL
 - ▨ 第四紀火山岩類
 - ▧ 台島階の地層
 - ▩ 門前階の地層
 - ▤ 花崗岩類
- 0 10 20 30km

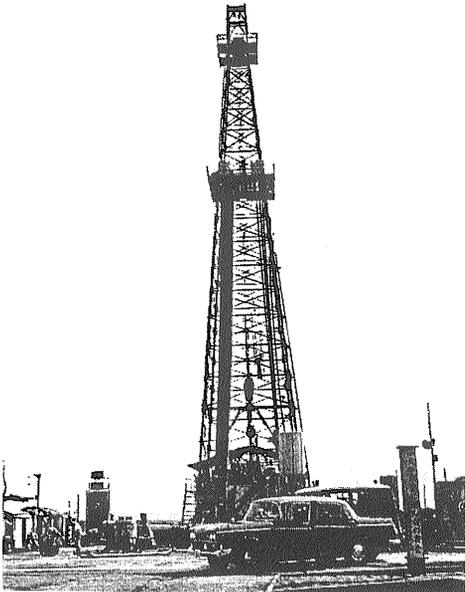
層までの地質状況を把握することができるものと推定した。

3. 掘さくの経過

本層序試錐掘さく工事は 石油資源開発KKが請負工事として実施し 使用掘さく機は 同社が保有する N-3000型(1号機)で 泥水ポンプはOH-500型 OH-450型を 掘管は4¹/₂インチを使用した。

掘さく工程は第3図に示したようで 昭和39年8月5日開坑した。 8月6日 深度159mに到達 第1回検層(請負業者による)の後 16インチ コンダクターパイプを 105.82mまで挿入 セメンチングを行なった。

8月8日から掘進再開し 8月16日1505mに到達 第2回検層(この検層以降はシュランベルジャー社による)実施 終了後11³/₄インチ ケーシングを1484.20m降入 セメンチングを行なった。 なおこの深度までの掘さく泥水はクレーベース泥水を使用 比重1.20~1.25 粘速48~65秒であった。 1505m以深の掘さくにはクロムベース泥水に変更使用した。



能代層序試錐掘さく現場



9月1日掘進再開し フォメーションテスト実施の計画もあって 2,200m付近までは8¹/₂吋で掘さく後10⁵/₈吋に拡張してきた。なおフォメーションテスト(D.S.T.)は 1869.20~1886.20m間で実施した。2200~2587mまでは10¹/₂インチで掘進し 以深掘止めまでは8¹/₂インチで掘進した。9月27日 2765.20mで第3回検層掘止め時第4回検層を行ない 11月25日 深度3514.40で掘止め掘さく作業を完了し その後廃坑処理を行なって 本層序試錐の現場作業を完了した。なお掘止付近の泥水状況は 比重1.66~1.70 粘速57~60秒であり坑口泥水温度は63°Cであった。能代GS-1号井掘さくに伴い層序試錐としての資料を取得するため 次のような測定および試料採取を行なった。

a) 検 層

25~158.3 m間は 石油資源開発KKによる S P ノルマル抵抗曲線(16" 64")を測定 コンダクターパイプ下端以深は シュランベルジャー社による 次のような検層を行なった。

- i) インダクション電気検層 108.00m~3508.00m
- ii) 音波検層 108.00 ~3506.00
- iii) 連続ディップメーター 120.00 ~3507.00

なお iii)については 222mから3477.5mまでの間に解析値を得た。

b) マッドガス検層

いわゆるパロイドロッキングで 0~3513m間 循環泥水 カutting中の含有ガスの測定を行なった。

c) フォメーションテスト

前述のように1869.2~1886.2m間でドリル・ステム・テストを実施した。

d) Cuttingおよびコア調査

- i) 地質柱状図の作成: コア・Cuttingを参照して百分率地質柱状図を作成
- ii) Cuttingの採取: 10mおきに採取
- iii) コアの採取: 深度400mから掘止めまで原則として200m間隔とし 21回コア掘りしたが 採取深度点としては16点である。

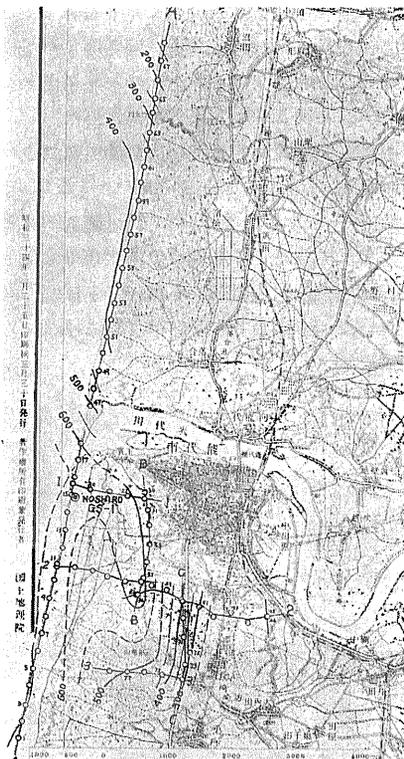
採取されたコア Cuttingについては 次のような測定調査研究を行なった。

- 1) コアの有機物分析
- 2) コアの密度・孔隙率・浸透率・間隙水塩素度測定
- 3) コアの弾性波伝播速度測定
- 4) コアの磁気測定
- 5) 岩石中の微量成分・粘土鉱物の研究
- 6) 泥岩のストレスホールド圧・水浸透率測定
- 7) コア・Cuttingの微化石調査

以上のほか東京大学応用微生物研究所の依頼によりバクテリアおよび酵母菌などの研究試料を採取した。

e) 坑井地震波垂直速度測定

掘さく完了後本坑井を使用し 石油資源開発KKが能代平野における地震探査の基礎資料である垂直速度分布を見出すため実施した。

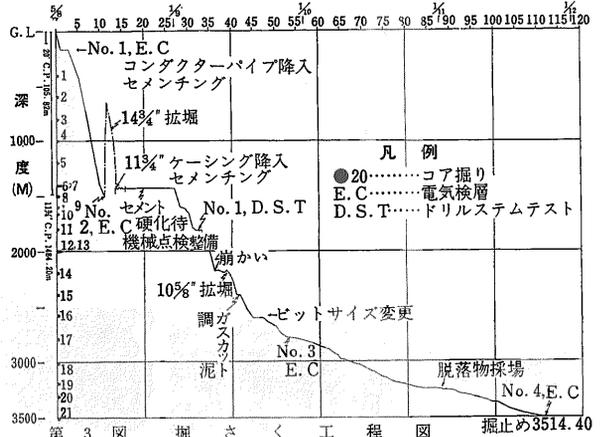


第2図 地震探査側線および層序試錐位置図

4. 坑井地質について

4.1 岩相層序

コア・Cuttingおよび電気検層図などからみた岩



第3図 掘さく工程図 掘止め3514.40

相層序は 次のようである。

- 0m～ 12m：石英粒多い褐色細粒砂(海岸砂)
- 12m～ 65m：礫混り細～粗粒砂 粘土 浮石およびこれら互層 貝化石を多く含む所あり
- 65m～ 210m：礫質砂 砂質シルトと礫質砂の互層 下部に礫が多くなる 貝化石を産する
- 210m～ 635m：非常に砂質なシルト 礫混り砂および細粒砂の互層 下部にまとまった礫質砂層がある 400mのコアから二枚貝化石 *Macoma calcarea* (GMELIN)を得た
- 635m～ 942m：主として細粒砂岩であるが 820～840mは砂質泥岩となり 890m 以深で砂質シルト岩・ベントナイト質凝灰岩の薄層を挟有する 各所に貝化石片がみられた
- 942m～1240m：灰色シルト岩で炭質物を含む
- 1240m～1320m：灰色シルト岩に凝灰質砂岩・凝灰岩を挟有 下部は灰色シルト岩と細礫岩の互層となる
- 1320m～1575m：灰色緻密な泥岩で 泥質凝灰岩の薄層を挟有する
- 1575m～1680m：含礫泥岩を主とし 凝灰岩を挟有 含礫泥岩の礫質は粘板岩・珪質岩・安山岩など雑多で 大きさは細～中礫である 1661mのコアから二枚貝化石 *Acila* sp. を得た
- 1680m～2381m：暗灰色泥岩 一部に不規則な細粒砂および泥質凝灰岩を介在 1873～1886mの間は白色ゴマ塩状砂質凝灰岩
- 2381m～2413m：灰白色のややガラス質凝灰岩
- 2413m～2615m：暗灰色泥岩で泥質凝灰岩薄層を挟有
- 2615m～2710m：暗灰色泥岩と灰白色泥質凝灰岩 細粒砂質凝灰岩の互層
- 2710m～2879m：硬質緻密角礫岩でマトリックスは暗褐～暗灰色泥岩で泥質～砂質凝灰岩を不規則に含み 古期岩類の角礫からなる
- 2879m～3212m：暗褐色泥岩と白色砂質凝灰岩・灰白色硬質凝灰岩との互層 上部が凝灰岩優勢である
- 3212m～3308m：暗灰色硬質泥岩 わずかに白色硬質砂質凝灰岩薄層を挟有
- 3308m～3337m：白色硬質細～粗粒石英質凝灰岩で緑色凝灰岩 黒色硬質頁岩・珪質頁岩の角礫を含む
- 3337m～3396m：黒灰色硬質泥岩で灰白色硬質凝灰岩を挟有
- 3396m～3514.4m：黒灰色硬質泥岩で凝灰質細粒砂岩・砂質凝灰岩の薄層を挟有

4.2 有孔虫化石層序

カッティングおよびコアの有孔虫化石調査による結果は次のようである。 なお本調査は石油資源開発K K村田勇次郎・渡辺其久雄両氏が行なった。

5～270m： N.F.～P.F. 帯

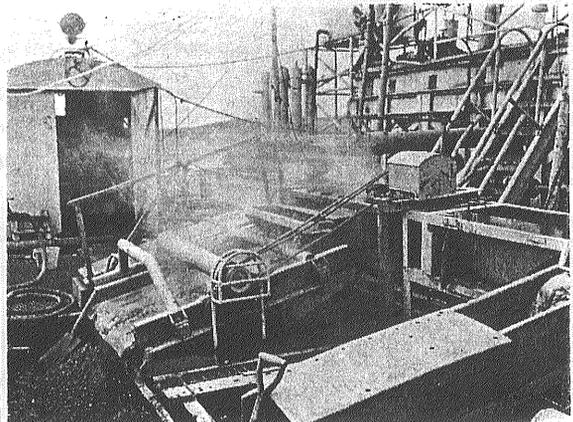
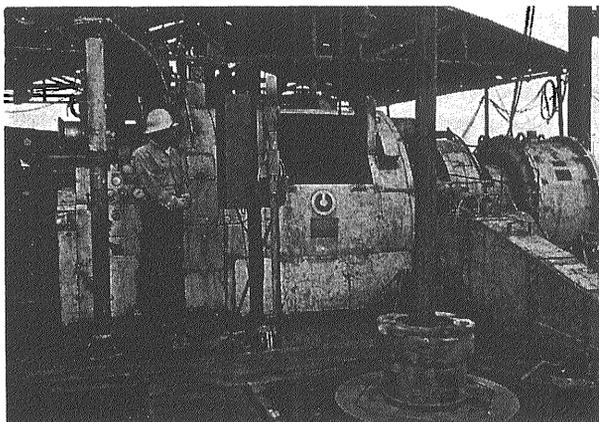
5～101mは粗粒堆積物で産出少なく *Ammonia beccarii*, *Elphidium* sp. がわずかにみられる。 105～270mは *Buccella frigida*, *Nonion japonicum*, *N. grateloupi* が産出する。

280～940m： *Ammonia papillosa*-*Elphidium bartletti* 帯

280～580mは *Buccella frigida*, *Ammonia papillosa*, *Elphidium* sp., *Elphidium clavatum* を優勢種として連産 *Bolivina* cf. *subangularis*, *Guttulina yabei* を共産し 浮遊性有孔虫も僅か連産する。 590～680mはN.F.～P.F. 690～940mは産出少なく 280～580mと同じ *funa* を示すがその中の優勢種は *Ammonia papillosa*, *Siphogenerina raphana* である。

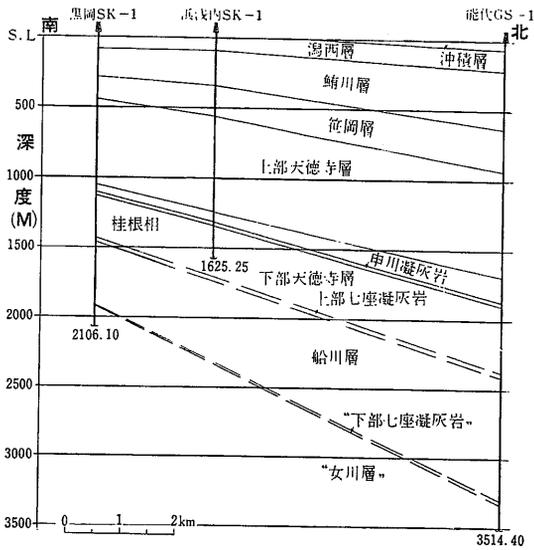
950～1690m： *Elphidium* cf. *clavatum*-*Cassidulina japonica* 帯

950～1150mはかなり多く産出し *Elphidium clavatum*, *Buccella frigida* を主とした群集で *Elphidium bartletti* *Islandiella norcrossi*, *Elphidium* sp. を随産する。 また浮遊性有孔虫 *Globigerina pachyderma* が連続的にみられる。 1160～1690mでは産出頻度を増し 1340m付近まで *Elphidium* cf. *clavatum*, *Buccella frigida* が優勢であるが *Cassidulina japonica*, *C. cf. margaretae*, *Islandiella norcrossi* を随産し かつ劣勢であるが *Cyclammina cancellata*, *Haplophragmoides* cf. *subglobosum* を共産 1350m付近から急に *Cassidulina japonica*, *C. cf. margaretae*, *Epistominella pulchella*, *Uvigerina akitaensis* が多産する。 また 1370～1615m間に *Globorotalia inflata* が連続産出する。



N-300型掘さく機 本機は北海道で4,000m以上掘さくした機械である

循環泥水温度も深度が大きくなると上昇し 3,500m 付近では60°C をこえ 湯気をあげている 中央はマッドスクリーンでここで掘りくずを除去し 再び循環される 左の小屋は泥水試験室



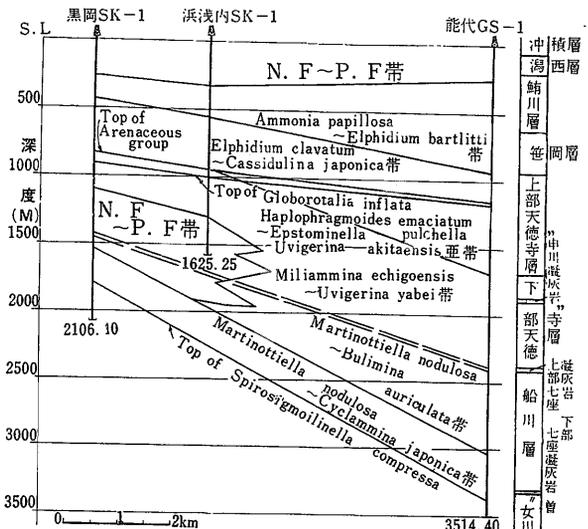
第4図 対 比 図

1700~2380m: *Miliammina echigoensis-Uvigerina yabei* 帯

1700~1940mは *Cassidulina japonica*, *Islandiella cf. yabei*, *I. norcrossi*, *Bulimina cf. pupoides*, *Pullenia apertula*, *Uvigerina cf. yabei*, *Cyclammina cancellata*, *Epistominella pulchella* を主体とする群集で 特徴的に *Miliammina echigoensis* を伴う。浮遊性種は *Globigerina bulloides*, *G. pachyderma* を優勢種とする他 1830~1880m間に *Globoquadrina dutertri* をかなり産する特徴がある。1950~2380mは前述の1700~1940m間の fauna が急に個体数を増し *Bolivinita quadrilatera*, *Cyclammina pusilla*, *Ammobaculites sp.*, *Haplophragmoides cf. evolutum* などが認められる。



コアは 200m 間隔に採取され整理されている 試料としてとり出したところへは深度記号等を記入したプラスチック製の板が入っている むこうのます目の箱には 10mごとにとられたほりくずが入っている



第5図 有孔虫化石による対比図

2390~3030m: *Martinottiella nodulosa-Bulimina auriculata* 帯

2390~2410m間は凝灰岩で N.F. 2420~2630m は産出頻度高く *Bulimina cf. pupoides*, *Uvigerina cf. yabei*, *U. akitaensis*, *Haplophragmoides cf. subglobosum*, *H. cf. evolutum*, *Martinottiella nodulosa*, *Cyclammina japonica* などを優勢種とし 特徴的に *Nomion pompilioides*, *Bulimina nipponica* Goëssella *schencki*, *Valvulinerea sadoensis* をはじめ 浮遊性の *Globorotalia cf. oceanica* を連続産する。2640~2750m は岩相的に産出少ないが 前述の fauna と類似する。2760~3030m は前項 4. 1 で述べた岩相で保存が悪い。全般的には前述のものと類似した fauna で特徴的に *Martinottiella sp.*, *Quinqueloculina spp.* *Uvigerina proboscidea* を産する。浮遊性は前述の群集と同様であるが この深度で *Globoquadrina* が劣勢となり *Orbulina universa* が産出する特徴がある。

3040~3514.4m: *Martinottiella nodulosa-Cyclammina japonica* 帯

3040~3090m は凝灰岩で N.F. 3100~3300m は *Haplophragmoides sp.*, *Martinottiella nodulosa*, *Uvigerina cf. yabei* を連続産するほか *Uvigerina akitaensis*, *Bulimina pupoides*, などを産し 特徴として *Goëssella sp.*, *Bathysiphon sp.*, *Uvigerina sp.* がみられる。3310~3390m は凝灰岩で N.F. 3400~3514.4m は *Haplophragmoides cf. renzi*, *H. sp.*, *Goëssella sp.*, *Martinottiella sp.*, *Cyclammina sp.*, *Bathysiphon sp.* などを主とした群集で 特徴として *Spirosigmoinella compressa* が連続産する。

第1表 コア試験結果一覧表

深 度 (m)	岩 質	実験室における			間隙水 塩素度 (mg/L)	透 透 率 (md)		備 考
		密 度 (gr cm ³)	孔 隙 率 (%)	水 飽 和 率 (%)		空 気	水	
1 400.16~400.38	青灰色軟質細粒砂岩	1.86	48.7	97.4	308	110.0	55.3	
2 601.59~601.73	細粒砂岩	1.84	47.9	96.7	656	34.5	8.60	
3 802.90~803.10	青灰色細粒砂岩	2.04	39.1	95.9	9,191	768.0	71.9	水透率測定不能
4 1001.73~1001.91	灰~緑灰色シルト岩	2.00	39.8	96.2	14,390	0.660	—	
5 1201.07~1201.27	灰色シルト岩	2.08	34.0	97.9	12,831	0.630	—	"
6 1661.80~1661.87	礫岩中の細粒砂岩	2.16	25.9	68.3	25,031	3.80	0.983	水透率測定不能
7 2400.35~2400.52	凝灰岩	2.07	24.1	81.2	13,062	1.25	—	
8 3197.45~3197.65	"	2.55	14.9	79.9	24,350	0.213	—	"
9 3317.70~3317.90	"	2.35	15.9	76.0	17,590	0.895	—	"

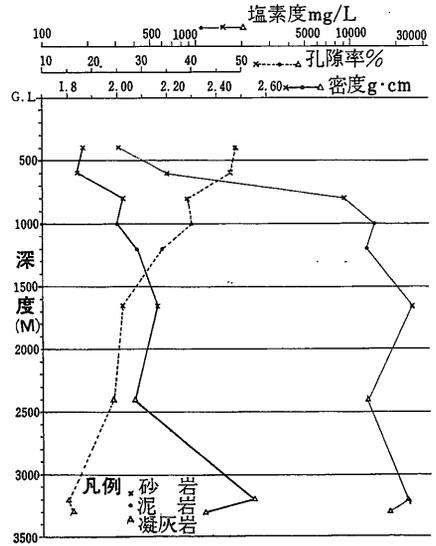
※ P=P'+(1-Sw)rで計算(常温・常圧下)した。 P:Sw=100%のときの密度gr cm³, P':見かけ比重
Sw:水飽和率%, φ:孔隙率%, r:水の密度(1として計算)

5. 対 比 (第 4・5 図 参 照)

対比については前述の岩相層序・有孔虫化石層序をもとに能代平野に点在する試掘井および周辺山地地表地質資料を総合検討し 本坑井の対比を一応次のように解釈した。

- 0m~ 12m: 海岸砂
- 12m~ 65m: 沖積層
- 65m~ 210m: 瀉西層
- 210m~ 635m: 鮎川層
- 635m~ 942m: 笹岡層
- 942m~1694~上部天徳寺層
- 1694m~2381m: 下部天徳寺層(1873m~1886m: 申川凝灰岩)
- 2381m~2413m: 上部七座凝灰岩 2431~3308: 船川層
- 3308m~3337m: 下部七座凝灰岩、 3337~3514.4: 女川層、

本坑井の対比を前述のように解釈したが 天徳寺層から瀉西層までは南秋田地域の同層準より各層共比較的浅い堆積相を示し とくに瀉西層については南秋田地域では N.F. であるが 本坑井では *Ammonia beccarii* 等がみられる。 また船川層中の2756~2800mでみられる有孔虫は深淺海棲種混合型であるが 南秋田地域ではこのような堆積物はみられず 北秋田山地周辺の船川層中にある南平沢凝灰岩上位の泥岩から産する群集に類似するが未詳の点多く 今後検討すべき点である。 さらに3337m以深すなわち前述の対比で女川層としたものは岩相的には堅硬な黒色泥岩で 船川層のものと大差ないが 3308~3337mにみられる厚い凝灰岩が見掛け岩質および船川層の層厚などから判断して下部七座凝灰岩に類似することから これと対比し かつ以深を女川層に対比した。 しかし有孔虫層序ではこの層位では砂質種が連続産出し *Spirosigmoinella compressa* を伴う群集で このような群集は従来の調査研究では船川層下部にみられるものである。 しかし北秋田の資料では下部七座凝灰岩上位の泥岩から産出する群集に類似 能代北東山地では女川層とされている地層からこの群集が認められてはいる。 だが秋田油田地域で女川層の一般特徴とされている 有孔虫化石産出が著しく劣勢で 群集中に *Goesella sp.* が認められる、 ということは見られていない。 したがって下部七座凝灰岩・女川層の対



第6図 能代 GS-1 コア試験グラフ

比については未解決の問題が多く 今後じゅうぶん検討されねばならない。

6. 掘さく中のガス・石油徴候とフォーメーションテスト

掘さく中のガス徴候はパロイドロッキングで検出 コアについては一部肉眼的観察によるものもある。

- 1) 800~805mのコアからガス泡の噴出がみられたが 掘進時のパロイド記録は0であった
- 2) 1587m以深の凝灰岩掘さく中カッピング・マッドガス共にわずかにみられた
- 3) 一般に掘管降下 泥水1循環目にマッドガスがみられること多く 1600m 1800m 2879mなどで顕著であった
- 4) 上部七座凝灰岩の徴候は顕著で2370~2400mまでマッドガスでわずかにみられ 2400mの揚管時泥水はわかされ気味となり溢泥を示した 降管し泥水循環77分後泥水比重は1.62→1.34となりマッドガスは顕著となった
- 5) 1873~1874mの砂質凝灰岩について螢光反応による油徴検出の結果 点状~斑状の反応を示した
- 6) フォーメーションテストをドリルシステムテスターにより1873~1886m間(申川凝灰岩層位)に実施した 使用器械はハリバートン・スタンダード型 フローテスト30分 密閉テスト20分 結果はガス0 採取液柱52mの泥水でこの泥水は比重1.24~1.26 塩素度8200~8780mg/L 実施時の坑内泥水比重1.32 塩素度7600mg/L であった。 なおテスト時圧力は イニシアル自噴圧 21ksc 最大密閉圧 247 ksc 最終静止圧 35ksc であった。

7. コアの物理・化学試験結果

各深度で採取されたコアについて物理・化学試験が行なわれた。 調査研究のまとめ未了のものもあり 現在判明している結果について述べる。

第2表 有機物分析表

試料番号	深 度 (m)	岩 相	層序	T-O-E (%) のクロマトグラフ組成 (%)					炭 素 分 析 (%)				HyR (P.P.M)	Ch/Co	比 重	含水率 (%)		
				P-N	Ar	As	Re	HyE	As/Re	Ck	Ct	Ci					Co	
1 C ₁	400.38~400.58	青灰色細砂	鮎川層	0.15	4.7	4.7	22.7	67.9	9.4	0.33	0.327	0.363	0.030	0.333	14	0.0036	1.89	40.65
2 C ₂	401.89~402.09	"		0.14	26.3	6.2	26.3	41.2	32.5	0.64	0.382	0.409	0.024	0.385	46	0.0164	1.97	40.06
1 C ₁	601.90~602.05	青灰色砂質シルト	鮎川層	0.08	7.7	4.8	37.5	50.0	12.5	0.75	0.245	0.436	0.012	0.424	10	0.0020	1.88	37.96
2 C ₂	602.08~602.28	"		0.12	5.5	4.9	64.4	25.2	10.4	2.56	0.303	0.410	0.021	0.389	13	0.0028	1.83	41.42
3 C ₁	802.50~802.70	青灰色細砂	笹岡層	0.19	16.7	14.1	25.3	43.9	30.8	0.58	0.153	0.300	0.040	0.260	59	0.0131	1.97	38.80
3 C ₂	803.70~804.90	"		0.05	6.3	6.3	26.6	60.8	12.6	0.44	0.194	0.224	0.024	0.200	6	0.0027	2.01	35.08
4 C ₁	1001.30~1001.47	灰色シルト岩	上部天徳寺層	0.26	2.0	4.2	27.8	66.0	6.2	0.42	0.709	0.900	0.082	0.818	16	0.0017	1.97	34.00
4 C ₂	1004.13~1004.33	"		0.27	1.5	4.4	14.0	80.1	5.9	0.17	0.709	0.834	0.074	0.760	16	0.0018	1.97	28.04
5 C ₁	1200.60~1200.80	"	上部天徳寺層	0.21	3.8	12.5	30.1	53.6	16.3	0.56	0.774	1.200	0.428	0.772	34	0.0038	2.10	28.49
5 C ₂	1202.86~1203.06	"		0.21	0.7	1.4	29.4	68.5	2.1	0.43	0.900	1.254	0.494	0.760	4	0.0005	2.09	21.24
8 C ₁	1506.80~1507.00	灰色硬質泥岩	上部天徳寺層	0.28	6.6	10.4	40.2	42.8	17.0	0.94	0.682	1.254	0.551	0.703	48	0.0058	2.19	18.78
8 C ₂	1508.14~1508.30	"		0.16	3.1	4.4	23.3	69.2	7.5	0.34	0.764	0.834	0.256	0.578	12	0.0018	2.18	15.50
11 C ₁	1800.45~1800.63	泥 岩	下部天徳寺層	0.46	8.7	5.1	24.7	61.5	13.8	0.40	1.064	1.260	0.508	0.692	64	0.0079	2.18	16.52
11 C ₂	1802.55~1802.74	"		0.28	1.7	2.7	31.3	64.3	4.4	0.49	0.927	1.527	0.576	0.951	12	0.0011	2.17	19.68
13 C ₁	2004.36~2004.53	暗灰色泥岩	下部天徳寺層	0.63	4.2	5.2	26.3	64.2	9.4	0.41	0.900	1.282	0.193	1.090	59	0.0047	2.11	27.83
13 C ₂	2004.53~2004.68	"		0.71	10.0	6.8	26.2	57.0	16.8	0.46	1.209	1.391	0.199	1.192	119	0.0086	2.10	28.86
14 C ₁	2200.15~2200.35	泥 岩	下部天徳寺層	0.57	1.4	4.2	29.7	64.7	5.6	0.46	0.941	1.041	0.056	0.985	32	0.0028	2.16	30.96
14 C ₂	2201.00~2201.20	"		0.64	6.0	6.9	28.2	58.9	12.9	0.48	0.695	0.968	0.047	0.921	83	0.0077	2.15	30.52
16 C ₂	2589.12~2589.25	暗褐色泥岩	船川層	0.62	5.4	12.9	21.8	59.9	18.3	0.36	0.654	1.091	0.195	0.896	114	0.0109	2.39	18.74
18 C ₁	3009.50~3009.61	暗褐色硬質泥岩		0.75	4.3	10.7	43.2	41.8	15.0	1.03	0.682	0.791	0.033	0.758	113	0.0128	2.44	8.66
18 C ₂	3009.61~3009.70	"	0.53	4.2	11.3	29.6	54.9	15.5	0.54	0.728	0.818	0.053	0.765	82	0.0092	2.46	12.43	
19 C ₁	3199.17~3199.35	泥 岩	船川層	0.93	5.4	10.7	38.0	45.9	16.1	0.83	0.616	0.720	0.030	0.690	150	0.0187	2.47	11.31
19 C ₂	3198.32~3198.50	"		0.82	2.7	6.8	37.9	52.6	9.5	0.72	0.578	0.663	0.017	0.646	78	0.0104	2.50	12.30
21 C ₁	3512.93~3513.09	硬質泥岩	女川層	3.57	10.7	18.5	46.8	24.0	29.2	1.95	0.924	1.440	0.032	1.408	1042	0.0861	2.43	10.05
21 C ₂	3509.60~3509.75	"		3.19	14.7	19.2	44.7	21.4	33.9	2.09	0.944	1.400	0.105	1.295	1081	0.0718	2.54	14.32

(注) T-O-E: 全有機物抽出量 P-N: パラフィンおよびナフテン Ar: 芳香族炭化水素 As: アスファルト Re: 残炭 HyE: (P-N)+Ar Ck: ケラピチュウム: 遊離炭素
 Ct: 全炭素 Ci: 無機炭素 Co: 有機炭素 HyR: 岩石中の全炭化水素含有量 Ch/Co: 石油化度 比重・含水率: 参考値として測定
 (石油資源開発K技術研究所 工藤修治・浅川忠分析)

7.1 岩石の密度・孔隙率・浸透率

測定値は第1表 第6図に示す。密度は砂岩で1.86~2.16gr.cm⁻³ シルト岩が2.00~2.08gr.cm⁻³ 凝灰岩で2.07~2.55gr.cm⁻³ で全体的には深度と共に大きい値を示す。孔隙率は砂質・泥質岩で25.9~48.7% 凝灰岩は前者より小さく15.9~24.1%で 深度と共に減少する。空気浸透率は粘土鉱物などの補正はしていない。いずれも200md以下で 主要貯溜層と目される上・下部七座凝灰岩は1md以下と低い値であるが これら凝灰岩は不均質な岩相でこの値にとらわれることはできない。水浸透率は空気の約1/2である。泥質岩でもわずかに浸透率を有するが これは乾燥試料についての結果で これをもって帽岩能力の判定はできない。

7.2 間隙水塩素度

第6図にみられるように600mと800m間に大きな差がみられるが 層位的には鮎川層と笹岡層の間で前者は1000mg/Lであり 後者は9000mg/Lを越える。上部天徳寺層以深 すなわち1000m以深では12000mg/Lを越え 1661・3197mで24000mg/Lを越えている。本坑井については フォメーションテストで地層水を採取していないので 試験結果と地層水の比較はできないが従来公表された石油試掘井のコア試験結果と同様な結果を示す。

7.3 コアの有機物分析

能代平野下に分布する地層の泥質岩について炭化水素

の母岩としての価値検討のため400~3509・75m間の17深度点について有機物分析を行なった。分析結果を第2表に示す。層内分析値のばらつきは上位の鮎川・笹岡・上部天徳寺層ではかなりばらつくが これより以下の層位では比較的まとまった値を示す。

層別平均値を第3表に示したが 有機物抽出量は上層位ほど少なく 女川層で最高の3.38%を示す。炭化水素含有量は上・下部天徳寺層 船川層で少なく13%以下 女川層が最も多く30%を越える。有機炭素量は上層位に少なく 下位に漸増し 女川層で1.3~1.4%と多い。無機炭素量はほとんどが0.1%以下である。

炭化水素含量・石油化度ともに女川層が他の地層よりも著しく大きな値を示し 炭化水素の母岩として注目される。しかし秋田県下で主要な含油・含ガス層となっており かつ母層と考えられている船川層は 能代サブベースンの中央に近いにもかかわらず大きな値を示していない。

第3表 有機物分析結果の層別平均値

地質層序	光 質	分析 回数	T-O-E (%)		(P-N)+Ar (%)		HyR (%)		As/Re		Ch/Co	
			平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲	平均	範囲
鮎川層	青灰色細砂 -砂質シルト	4	0.12	16.2	21	1.1	0.0063					
			0.08 -0.15	9.4 -32.5	10 -46	0.33 -2.6	0.0020 -0.0164					
笹岡層	青灰色細砂	2	0.12	21.7	33	0.51	0.0079					
			0.05 -0.19	12.6 -30.8	6 -59	0.44 -0.58	0.0027 -0.0131					
上部天徳寺層	灰色シルト岩	6	0.23	9.1	25	0.48	0.0026					
			0.16 -0.28	2.1 -17.0	4 -48	0.17 -0.94	0.0005 -0.0058					
下部天徳寺層	灰色泥岩	6	0.55	10.5	62	0.45	0.0055					
			0.28 -0.71	4.4 -16.8	12 -119	0.40 -0.49	0.0011 -0.0086					
船川層	暗褐色泥岩	5	0.73	12.4	101	0.70	0.0124					
			0.53 -0.93	9.5 -26.1	78 -150	0.36 -0.0	0.0092 -0.0187					
女川層	硬質泥岩	2	3.38	31.5	1061	2.0	0.0790					
			3.19 -3.57	29.2 -33.9	1042 -1081	1.65 -2.09	0.0718 -0.0861					

7.4 コアの弾性波伝播速度

コアは原則的に坑芯方向を1軸(α)とし 互いに直角に交わる軸($\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$)について測定した。測定法は超音波パルス方式によった。測定結果のうち坑芯方向(α)の速度とsonic logから求めた速度について 深度との関係を第7図に示す。図からみられるように最初整形直後の速度は sonic log からの値よりいずれも小さく速度の遅いものほど差が著しいが 3000m/sec を越えるものはそれほど著しくない。この大きな差は測定時における両者の水飽和率および圧力の差と思われる

3000m/sec をこえるものは脱水し難いとか 水飽和率の変化による速度変化の影響が少ないという性質によるものと思われる。このような考えから試料を強制湿潤状態として測定したところ 速度は増加し 孔隙率の大きい凝灰岩・砂岩に著しく 3000m/sec を越える泥岩では比較的小さい。

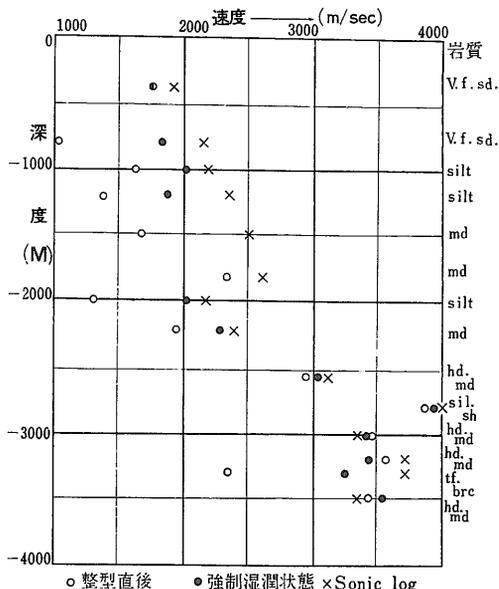
8. その他

- a) 第2図に示した地震探査結果によるファンタムホライズンは ほぼ鮪川層基底部付近を示している。
- b) 連続傾斜方位測定結果は上部天徳寺層以深坑底付近まで東南～西南方向に5～15度内外傾斜している。

9. むすび

本層序試錐は能代平野および隣接海域を含めた炭化水素鉱床探査促進の基礎調査中で 秋田県下最深井である。本坑井は能代沖合背斜と南方の黒岡一浜浅内背斜との鞍部ないし前者の南沈降部付近に掘さくされ このことはその後の地震探査・傾斜方位測定結果からも理解され 予想された層厚よりも各層とも発達し とくに船川層の発達が著しい。前述のように能代サブベースンの地下地質層序・構造はじめ地層の物理・化学的性質が把握できた。そして秋田県下の油田で含油・含ガス層として主要な位置を占める下部天徳寺・船川・女川には貯溜層となり得る凝灰岩を数多く挟在し 申川凝灰岩上・下部七座凝灰岩が一応確認されたことは今後の探鉱に大きな希望を与えるものと思われる。しかしながら有機物分析結果では石油化度・炭化水素量において上・下部天徳寺層・船川層は大きな値を示さないが 女川層は大きな値を示し母層としてとくに注目される。また間隙水についても上部天徳寺層以深で10g/L以上の塩素度を示し かつ掘進中のガス徴候などから考慮し 能代平野に伏在する背斜構造には炭化水素鉱床の成立する可能性はじゅうぶんあろうと推察される。

既述のように未だ今後に残る問題点 たとえば層位的



第7図 コアとSonic log から得た速度との比較

な面での3308m以深下部七座凝灰岩 および女川層に対比したことなどもあるが これらの問題点は本層序試錐結果を基礎として今後探究されるであろう。いずれにしろ 本層序試錐結果は能代平野および海域の炭化水素鉱床探鉱に指針を与え大いに寄与するものと信ぜられる。

以上能代層序試錐結果の概要を述べたが 本作業実施に当りご協力いただいた秋田県・能代市および石油資源開発KKの関係各位に深く感謝する。

(筆者は石油課)

(4頁からつづき)

5. コアに関する諸測定

有機物分析結果 密度・孔隙率・浸透率・弾性波速度・スレスホールド圧の測定結果を別表に示した。

密度・孔隙率・弾性波速度および付言するならば 音波換層による垂直方向の acoustic velocity は 岩質を考慮に入れるなら豊岡層群以下坑底まで明らかな不連続変化を認めることはできない。本井では油徴ならびに著しいガス徴を見なかったが 有機物分析結果では 必ずしも天然ガスの根源岩として価値が乏しいとはいえない。

スレスホールド圧は 測定点数が少なく判然とはしないが おおむね10kg/cm²以下と考えてよさそうである。それゆえ 関東南部の探鉱に際しては可及的に翼傾斜のゆるい構造に着目すべきであると考えられる。

(筆者は石油課)

秋田県下における構造試錐

石和田 靖章・牧野 登喜男

1. 西八橋構造試錐(西八橋ST-1号井)

i) 目的

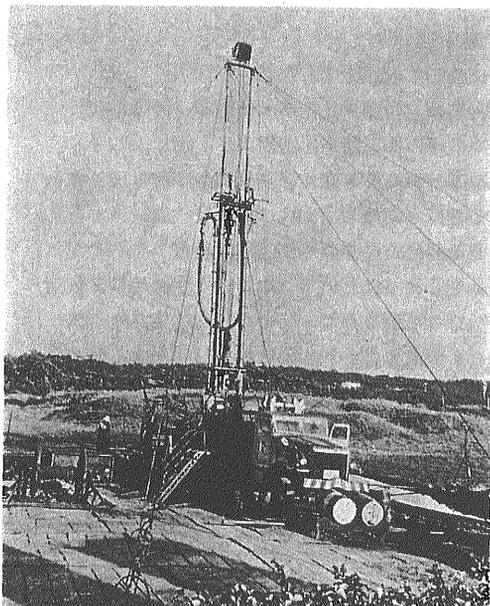
秋田県下最大の油田である八橋油田主背斜構造に並走する背斜構造の存在は八橋油田・西浜田油田などの坑井資料から推定されている。この推定背斜構造を確認するための基礎資料を得ると共に地下地質状況も把握しあわせて含油・含ガス状況を調査することを目的として掘さくされた。

ii) 位置および深度

本坑井は八橋油田西方雄物川放水路北側の砂丘地帯に位置(秋田市新屋町割山 X=-3658.00 Y=-1952.00 標高23.29m)し 深度1002.55m(予定深度1000m)掘さくされた。

iii) 坑井地質

0m~50m 礫混り砂・粘土 ……寺内層?
50m~340m シルト質砂岩~砂質シルト岩 ……笹岡層



西八橋構造試錐掘さくのワークオーバーリングで掘さく機ヤグラは車載掘さく動力は自動車エンジンをそのまま使用する

340m~615m 砂質シルト岩~砂質泥岩
615m~815m 凝灰質泥岩~泥岩に凝灰岩を挟有 } ……天徳寺層
815m~1002.55m 泥岩と凝灰岩との互層 ……桂根層

iv) 地層傾斜方位(ディップメーター解析による)

深度	方位	傾斜
238m~281m	N30°~52°W	23°~36°
402m~411m	N72°W~S84°W	25°~37°
445m~475m	N75°~80°W	18°~28°
772m	N20°W	13°
923m~989m	N15°~44°W	12°~36°

この深度はN20°~30° W30°土が多い

v) むすび

笹岡層~桂根層までの層位が把握され 構造的には西浜田背斜は八橋背斜に吸収されず 本地点付近から北方に沈降消失すると判断される。なお浜田油田中心付近のR-30号井と比べ桂根層上限は約25mほど下っていることが判明した。

2. 南横岡構造試錐(南横岡ST-1号井)

i) 目的

鳥海山麓地域はその噴出物によって広くおおわれ地下地質推定の資料に乏しく 見るべき探鉱はほとんど行われていない。しかし院内一桂坂一横岡背斜系列が残留重力低値帯と一致し この低値帯が南に延びていることから 南方に背斜構造が潜在するものと推定される。

本構造試錐はこの推定背斜構造の構造把握の端緒を得ること 地下地質層位を確認すること および含油・含ガス状況を調査することを目的として掘さくされた。

ii) 位置および深度

本坑井は鳥海山北側に位置(由利郡象潟町上郷 X=-95295.00 Y=-73980.00 標高588.05m)し 1103.47m(予定深度1100m)掘さくされた。

iii) 坑井地質

0~312m は鳥海火山碎屑岩(安山岩)である。312~357m にも安山岩・安山岩質凝灰岩が現出するが 前述の鳥海火山碎屑岩のものとは異質で第三系のものと判断される。357~567m は凝灰岩および泥岩で 384mの泥岩コアから *Uvigerina akitaensis*, *Haplophragmoibes cf. subglobosum* 群集が検出され すでに下部天徳寺層に入っているものと推定される。567~825m は凝灰岩を主とし 砂岩・泥岩を挟有する。825~972m は泥岩・凝灰質泥岩および凝灰岩からなり 上部に泥岩が優勢である。972m~掘止めまでは泥岩・凝灰岩からなるが 泥岩が優勢となる。980m 付近のカッテ

イングから *Globorotalia inflata* を多産することなら
びに岩相・底棲種有孔虫群集の性格に基づき 990~1000
m間が下部天徳寺層の下限と推定され また1000mから
掘止めまでは石灰質殻有孔虫は激減し *Haplophragmoi-*
bes cf. subglobosum を主とし *Cyclammina* を随伴する
化石群集を産出し船川層に属するものと判断される。

本坑井掘さく中に認められた油徴は580~620mのカッ
ティングに油臭を有し 螢光反応も認められた。 また
993~995m 997~998m 1005~1007m間のカッティ
ングは 肉眼的にも油がみられ 螢光反応も著しく40~20
%であった。

iv) 地層傾斜方法 (ディップメーター解析による)

深 度	方 位	傾 斜
394m~839m	—	0°
868m~957m	N50°~63°W	15°~18°
1020m~1087m	N50°~60°E	13°~17°

v) む す び

本構造試錐は鳥海山北側に掘さくされ 地下地質層位
の把握および構造解釈の端緒を得ることができた。 す
なわち下部天徳寺—船川層の岩相層序を把握し 構造的
には全体として傾斜がゆるいこと 1000m以深で東傾斜
であることから残留重力低値帯は院内—桂坂—横岡背斜
系列の南方延長を示している可能性が強くなった。 し
かし鳥海火山噴出物に広くおおわれているため 今後さ
らに調査・研究を必要とされる。
(筆者は石油課)

山形・秋田県下 における

地 震 探 査

山形盆地の屈折法地震探査

矢崎 清貫・井波 和夫

1. 調査の目的

山形盆地の可燃性天然ガスおよび石油に対する探査は
初期的な段階を経過したにすぎない。ここに述べる地
震探査は これをさらに進歩発展させて盆地内の可燃性
天然ガスおよび石油鉱床賦存の可能性を推定し また東
北日本油田地向斜の堆積機構学的関連性を明らかにして
天然ガス・石油の探査の基礎的資料をうることを目的と
して実施した。

2. 地震探査(屈折法)

測 線：山形盆地東縁部天童市から盆地西縁部の大江町左
沢を結ぶほぼ東西測線(天童—左沢線)第1図参照

測線総延長：20.46km

観測測線長：16.20km

観測点数：136

観測点間隔：120m

爆発点数：6

爆発点間隔：3.92~4.44km

爆発回数：9

爆薬量：1.485kg (1孔あたり
30~380kg)

観測には 72成分の解析結果をうるため下記
の器機を使用した。

PRA-2型 24成分地震探査器

TR-1型 24成分地震探査器

TR-2型 24成分地震探査器

4.5cps 受振器 55コ

7.5cps 受振器 30コ

調査結果：当盆地内の地質は 5つの速度層によって構成され
ている。各速度層の速度値は次のようになっている

第1速度層 900~1300m/sec

第2速度層 1700~1900m/sec

2250~2450m/sec

第3速度層 2700~2800m/sec

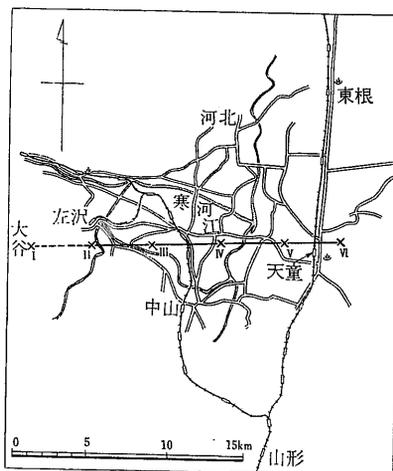
第4速度層 3500~3750m/sec

第5速度層 4500~6250m/sec

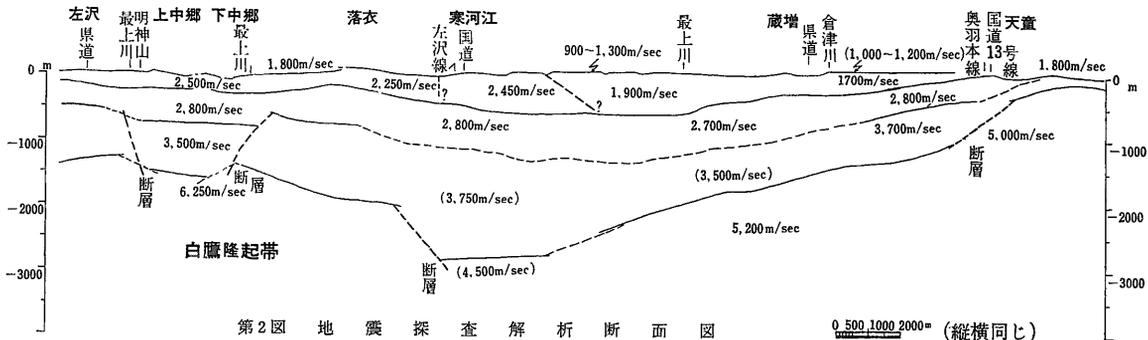
これら各層の賦存関係は地震探査解析断面図として第
2図に示す。

3. 一般地質層序と速度層の解釈

山形盆地の一般地質層序は 第3図に示すように盆地



第 1 図
測 線 図



第2図 地震探査解析断面図

西縁部と東縁部ではかなり異なった非対称的な岩相を示し、これらの各地層を各速度層別にあてはめることは困難である。とくに盆地中心地の深部については、なんらてがかりになり得る資料がない。したがって大局的な立場から、これら速度層と地層との対比を試みると、次のように推察される。

- 第1速度層 第四紀層
- 第2速度層 第四紀層の1部・左沢層・稲沢山層・大谷層・葛沢層・橋上層
- 第3速度層 間沢層・西原層
- 第4速度層 水沢層・大井沢層・竜ヶ岳層
成沢層・宝沢層
- 第5速度層 基盤花崗岩類

4. 結果と問題点

① 地表地質ならびに重力探査の結果、本盆地内の最大沈降部は、盆地西南部の山辺町付近に考えられ、その

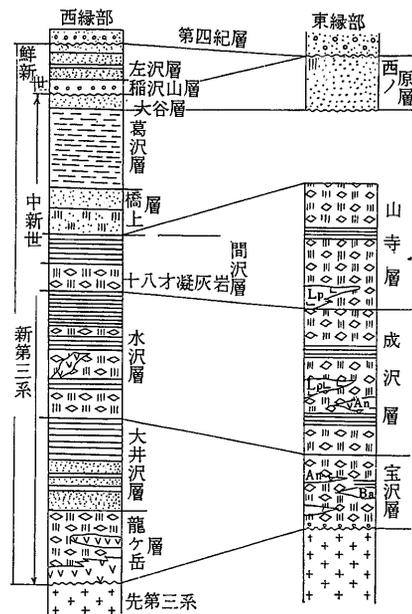
深度は2,200~2,700mと推定されていた。しかし、今回の調査結果から、本盆地内の最大沈降部は3,000m以上と推定される。

② 第二速度層の1700~1900m/secは、盆地の中心部にほぼレンズ状に発達し、もつとも厚い所では500mを越えている。これは、おそらく礫・砂を主とする第四紀層と考えるべきものである。

③ 断層は4カ所において確認され、もつとも大きなものは、寒河江市付近をほぼ南北にはしるもので、落差は1000内外と推定される。これらの断層は、女川期末期の活動に関連するもので、それより上位の地層を切っていない。

④ 基盤岩の速度層が西縁部で6,250m/secを示し、従来それより古いとされている東縁部の阿武隈型花崗岩が5,200⁰/secを示している。この両者の対立は、本盆地内だけの常識では解決できない。しかし、同一のトレンドと考えられる南方延長部には、米沢盆地東縁部の基性変成岩・桧原湖北岸の片岩などがみられることから、これらに対応するものと考えられる。

⑤ 白鷹隆起帯は、新第三紀層堆積当時から隆起帯としての要素を持續している。これは、伊田一善のいう三森山中軸火山列につながるものと考えられ、その南ののびは、吾妻山につながる中枢背斜列に相当するものである。したがって、山形堆積盆地は2つの側方堆積盆地より構成されることになる。すなわち、大谷を中心とする西方側方堆積盆地と、中山町を中心とする東方側方堆積盆地がそれである。この2つの側方堆積盆地を区切る白鷹隆起帯は、むしろ地背斜と呼ぶべきものである。



第3図 山形盆地地層

(筆者は燃料部・物理探査部)

秋田県能代浜反射法地震探査

石和田 靖章・中条 純輔・牧野 登喜男

1. 目的

秋田県下の炭化水素鉱床探査の重点指向地域である能代平野の地質構造を解明し 炭化水素鉱床探査の基礎資料とすると共に 能代層序試錐のための資料を得ることを目的として 昭和39年4月16日～6月13日の間反射法地震探査を行なった。

2. 使用測定器

探鉱器：E.T.L.M4-2 24成分探鉱機

磁気録音装置：S.I.E. P.M.R.-20

受振器：E.T.L. 27cps. E.T.L. 7 cps.

発破器：E.T.L. BC-2 S.I.E. SCD-2000BA

3. 展開方式・測線および爆破点数

爆破点間隔275m 受振点間隔25mの midpoint 爆破方式を原則としたが 爆破点間隔は多少伸縮した所もある。

また測線上に爆破点がとれず垂直オフセット方式を採用した所もある。受振器展開は 2m間隔12コ直線型を4m幅2列とする長方形展開を原則としたが 地形その他の関係で前記配列が不可能な所も多かった。

測線長は22,835mで 爆破点数78点であった。なお測線については6頁の第2図を参照されたい。

4. 爆破深度

A測線では6m 防砂林内の標高の高い所では爆破テストおよび作孔能率から9～15mとした。またCおよび3測線では記録の質向上のため 30mの深孔爆破を行なった。

5. 多孔爆破および爆薬量

爆破孔配列は地形その他の条件が許す限り15孔長方形配列を原則としたが 条件の悪いところでは12孔長方形および5～9孔直線配列とした。爆薬量は当初6kgとしたが A測線(米代川以北)では 深部反射を得るため13kg程度に増量した。

6. 得られた結果

1) A測線：海岸沿い測線で反射記録はきわめて良好で米代川以北は南よりよい記録を得た。南側浅部は深度600m位の層でsp. 1～8がほぼ平たん sp. 12付近できわめて緩い凸構造となり sp. 16～17を底とし ちょうど米代川の下で急な南傾斜となる。深度1300m位の層でも同様の構造と見られるが 北傾斜の部分が浅部より

やや急である。米代川北側 sp. 62から北で南傾斜が急となる。sp. 52～59では緩傾斜となるが 浅層部ではこの区域はほとんど平たん構造となる。層厚は北から南に漸増するがsp. 10から南では再び薄化傾向を示す。

2) B測線：深度600m まで良好な反射記録を得たがそれより深部では反射位相らしいものは余りない。深度600m位の層ではゆるやかな南傾斜を示す。

3) C測線：反射記録は悪いが 深度700m 位まで北傾斜がみられる。それで深は明確な反射位相は得られていない。

4) 1測線：反射記録良好で 深度1700m位まで確からしい位相を得た。深度1700m位まで全体に西傾斜で深部ほど急傾斜となる傾向を示す。

5) 2測線：B測線以西のsp. 24～42では反射記録良好で 深度1500m位まで確からしい位相を得た。B測線以東は比較的悪く とくにsp. 37～42では1500m以深不明である。sp. 24～29の間にゆるやかな背斜構造が認められ 1000m付近までかなり明りようである。sp. 37～45では西傾斜であるが sp. 42 から西は急傾斜となり だいたいB測線の交点付近で本測線を切る断層が想定される。

6) 3測線：本測線はさきに鉱業権者によって行なわれた地震探査測線と一致しており これらの結果を参考にすると 2測線の結果と類似し sp. 76近傍を境として様相が変わり その東側では西傾斜で sp. 75～(22)で急傾斜となる。西側では500m まで緩い西傾斜であり深部では良好な反射波が得られていないので不明の点が多いが 800～1700m 付近で背斜構造の片隣がうかがわれる。また sp. 76近傍に南北性断層の存在する可能性がある。

7. むすび

6頁の第2図に示した浅い層のファンタムホライズンにみられるように 3測線付近から北に延び沈降する背斜が認められ 浅部構造の様相から深部に顕著な背斜構造が予想される。この背斜の東側向斜軸に沿って 深部で断層の存在が考えられる。

またA測線のsp. 50～60ではきわめて緩傾斜となり 海岸線に平行な背斜構造の存在が予想されるので 今後さらに調査を要する地域としてあげられる。

空中磁気探査

陶山 淳治

構造性ガス調査研究の1つとして 平原地下構造の探査のために行なわれてきた基礎物理探査の研究に 新しい観点(物理係数)による情報の収集を目的として 昭和39年度より新たに空中磁気探査が加えられた。

磁気探査について詳しい説明を行なうことは省略するが この方法は重力探査と原理的には類似した点が多い。

磁気探査においては岩石 地層内の磁性鉱物の分布密度が主要な物理係数となっており かつ 地球磁界という一次磁界(ベクトル量)によって誘起される二次磁界の分布を調べることによって地下構造を求める。後者についてさらに説明すれば 磁気異常を誘発する岩体の分布が一次磁界の方向に対してどのような方向をもつかによって二次磁界(磁気異常)の分布形態が異なる。この点が重力探査と著しく相違する点である。しかしながら 磁性鉱物(代表的なものは磁鉄鉱である)は比較的比重も大きいので 重力探査と磁気探査とは関与する物理係数は異なるが 地質学的観点からは互に関連の深い情報を提供する。両者を併用することによって より豊富な情報にもとづいた構造解明が可能となるので 第1次基礎調査として重力探査ならびに磁気探査が行なわれるのが世界の一般技術の勢となってきた。

磁気探査によって期待される情報としては (i)火成岩の分布 (ii)第3系内の岩相の変移 (iii)第3系の基盤となっている岩体の構造等である。ところで (i)を除く他の(ii) (iii)等によって誘起される磁気異常は一般に余り大きなものではない(たとえば 10^{-4} の帯磁率の岩体(花岡岩質岩石のうちには これに対応するものが多い)が約3000mの地下にあり かつこの岩体内に約300mの落差をもつ断層構造が存在する場合 この断

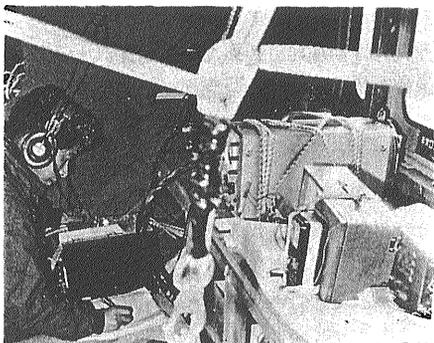
層構造によって生ずる地表上の磁気異常はわずかに1~2ガンマにすぎない)。一般にこの種の目的で行なう磁気探査においては 1~20ガンマ程度の磁気異常の検出を問題とする必要がある。一方 地上(施設鉄等の磁性体が使われている)はその近傍では遙かに大きな磁気異常(数十~数百ガンマ以上)を伴っているので 上に述べたような構造解明のために行なう探査に地表探査を使用することは好ましくない。空中磁気探査においては このような地上施設によるノイズ(妨害となる磁気異常)がさげられると共に 測線に沿っては連続した情報がえられる上 平野部においては測線の設定は任意である。

研究経過および成果

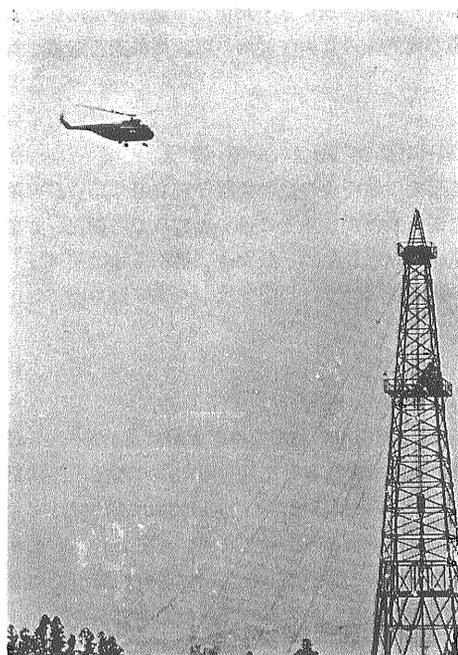
空中磁気探査においては すでに述べたように 高い精度での測定が必要であるので 現在世界で製作されている空中磁力計のうちでもっとも高い精度をもつ米国の Varian社製V4914型磁力計を使用した。この磁力計はプロトン磁力計であり 絶対値精度は 8p.p.m. 感度は地球磁界の強さによって左右され 赤道付近で高く 極地近くで低くなるが わが国ではおよそ0.5ガンマである。使用した航空機はシコルスキーS-55である(巡航速度90~100km/hr 積載量400kg)。

探査に際しては 地形的 および地質的条件等を考慮して測線および飛行高度を設定するが まず 探査結果におよぼす諸因子についての吟味を行なった上で設定することが肝要である。

いま ある時刻tにおいて 空間上の地点P(x y h)で測定される地球磁界の値Fはx y hおよびt

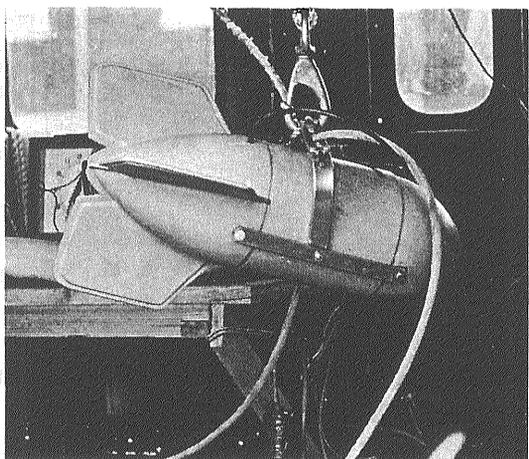


ヘリコプターの内装



新発田市西方の構造性ガス探査の試掘井上空をとぶ磁気探査ヘリコプター

の関数として与えられる。したがって 地形図上のある地点 P_1 (航空機の位置が P_1 地点(x_1, y_1)に標定されたものとする)に対応する地球磁界の強さ F_1 は高度 h 測定時刻 t によって種々の値をとる。高度による地球磁界 F の減衰は一次磁界 $F^{(1)}$ の減衰と二次磁界 $F^{(2)}$ の減衰とに分けられ $F^{(1)}$ は100ft当り約0.4~0.7ガンマ程度ではぼ一次的に減衰するが $F^{(2)}$ は磁気異常を誘発する岩体(異常物)と測定素子(バード)との距離の3乗~2乗に逆比例して減衰する。したがって 地表施設および地下浅所の異常物による磁気異常を消去し 地下深部よりの情報がじゅうぶんな精度でえられる高度を選択する必要がある。一次試験の結果では 北蒲原区域においては 高度500ftないし750ft と高度1000ftないし1500ftが



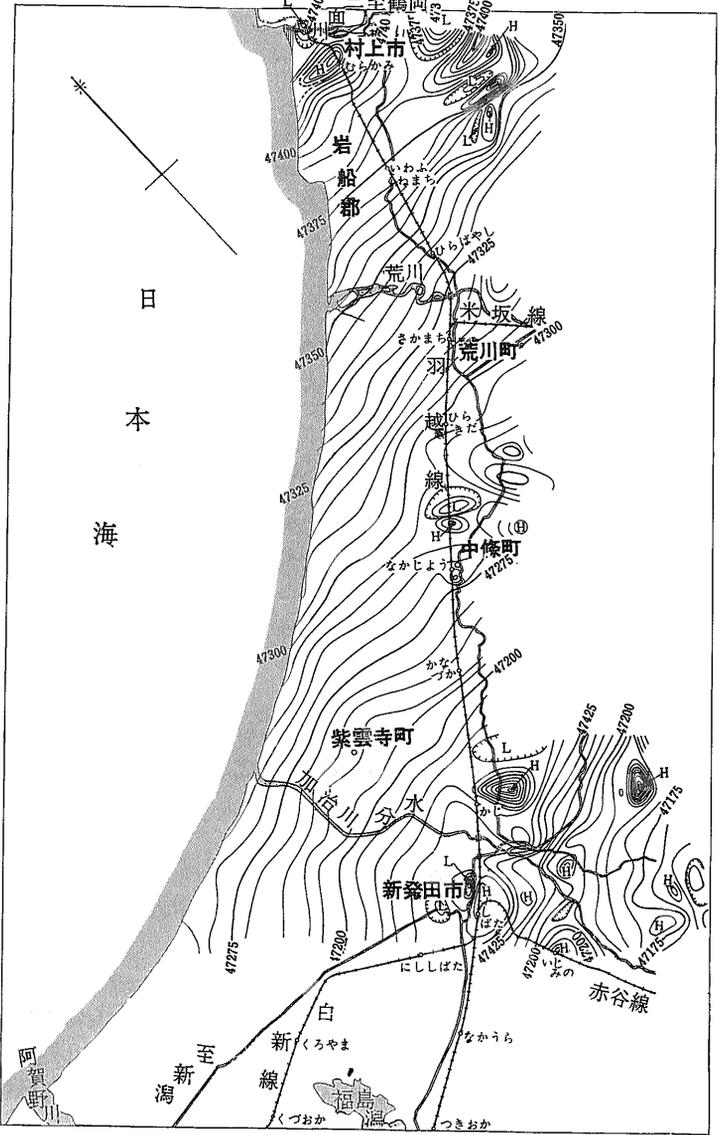
機内に格納された測定素子(バード)

適当であり微細構造まで問題とする場合(準精査)には前者が 概査においては後者が適していると判された。飛行高度断の変動によって $F^{(1)}$ の高度による減衰が原因となって起る偽の異常については 飛行高度の変動おおむね100ftときに±150ft程度であったため その振幅は±1ガンマ程度と考えられる。

測定時刻の如何によって地球磁界は大幅に変化するが 1日以下の短い単位で考えた場合には 短周期の変動ほどその振幅は小さい(ただし 磁気嵐の時期には変動甚しく空中探査は不能である)。したがって 各測線はできる限り短時間内で測定を行なったのち これらを共通の基準磁界に調整し一次磁界の変動によって偽の磁気異常が生じぬような測線の設定および測定作業の方法について検討を行なった。これらの試験結果にもとづき 高度1000ft測線間隔1kmとし 浜側県道および羽越線のおおのに平行するコントロール・ラインを配置して空中磁気図の作製を試みた。

天候および気流の関係上山地部への進入が困難であった山地部については 高度2000ftで別の機会に測定を行なうことが適当と判断して 今回は省いた。築地村 岩船町の間は磁気異常がきわめて小さいため 磁気異常の高度による減衰を検討すると共に 高度1000ftでえられた磁気異常をチェックする目的で 高度500ftによる測定を行ない全磁力図の作製を試みた。右図は高度1000ftで作製した全磁力図である。

(筆者は物理探査部)



北蒲原平野の空中磁力探査による全磁力図

新潟地区の地質

地質総合班

新潟平野深部の遊離型天然ガス鉱床の探鉱基礎調査を目的として 昭和37年度以降 平野周辺地域の地表地質総合調査を行ってきた。 37~38年には加茂~七谷地区 39年には長岡東方地区(現在調査進行中) 40年以降には寺泊・椎谷・西山地区の調査を予定し これを実施中である。 加茂~七谷地区の地表地質については まだ問題点を残してはいるが 一応の結果を得たので要点を以下に述べる。

層序

- 1) 七谷層(硬質頁岩)の下位にある津川階のグリーン・タフ層準の地層は 岩相から下位の堆積性火砕岩を主とする層準と 上位の凝灰岩を主とする層準に 比較的はっきりした境界をもって 2分される。
- 2) 戸倉北方の古生層の上位に分布する第三系は 従来西山階の地層が不整合に接するものとされていたが これは津川階のグリーン・タフに所属することが明らかになった。
- 3) 模式地の七谷層は 岩相上ほぼ火砕岩層を境に2分され その南方延長部にあたる五十嵐川上流地区において 内尾高保は上位の地層を有孔虫化石群集の類似性から 模式地の寺泊層に対比している。 したがって 模式地で七谷層とされているもののうち上半部の地層は 模式地の寺泊層に対比される可能性もある。
- 4) 新津南方に分布する火山岩類は 下位より菩提寺山 石英安山岩 高立山玄武岩 大沢流紋岩の順に整合に重なり 高立山玄武岩中に護摩堂山石英安山岩が介在する。
- 5) 上記火山岩類の上に 西山層の異相である石灰質砂岩を主とする大沢石層が整合に重なっている。 大沢石層は南東方に次第に泥岩を増して互層状になり ついには砂岩も石灰質でなくなり 泥岩砂岩互層に移り変わる。 従来大沢流紋岩と大沢石層とは 断層を以て接しているとされたが かかる断層は存在しない。
- 6) 猿毛岳安山岩質集塊岩土倉安山岩質集塊岩 は西山

新潟第三系層序

第四紀	洪積世	矢代田層
	鮮新世	魚沼層
第三紀	中新世	和南津層
		灰爪層
		西山層 <small>大沢層</small>
		椎谷層 <small>猿毛岳安山岩</small>
第二紀	中新世	寺泊層
		七谷層
		津川層

層準の泥岩層によって整合関係を以ておわれる。 両者の境界付近では 安山岩質集塊岩と泥岩との指交関係が観察される。 土倉安山岩質集塊岩は 構造・岩質などから一部さらに新期の火山岩類を含む可能性がある。

7) 灰爪層は従来西山層を不整合におおうと考えられていたが そのような証拠はない。

8) 矢代田層は魚沼層以前の地層を切って不整合に重なり 分布する。

構造

1. 七谷地区では 地層は走向がほぼ南北で西に傾斜する単斜構造であるが 袴腰山付近から北に延びている石英安山岩質岩脈を境にして 西は東に比してより急傾斜を示すが それぞれの地域内においては かなり一様な傾斜を示す。
2. 大沢南東方の西山層中には 大沢流紋岩 および高立山玄武岩の岩石が含まれていて 西山期には上記火山岩体が浸蝕の場になったことを示している。 一方その東方の大沢と猿毛安山岩体との間には 1,000m以上の最大沈降部が位置していて 南々東方向に延びている。 岩相分布にもこの関係が反映していて 隆起部に大沢石相 最大沈降部付近に泥岩砂岩互層相 さらに東方には泥岩相が分布することは すでに述べたとおりである。
3. 西山および灰爪期に猿毛岳安山岩体付近に北々東一南々西方向の隆起帯が存在したことは 同期の堆積物がこの付近で薄化していることから明らかである。
4. 大沢東方では 最大沈降部は西山期から灰爪一魚沼期に順次東方へ移動していった。 現在の沈降帯がさらに東に移動したことは 平野部がそこにあることから判るであろう。
5. 加茂から南方にかけての地域は 後魚沼期に それ以前においての最大沈降部が最大隆起部に転化した。 この事実は 地層の層厚から推定される沈降水量と 現在の地質断面を比較することにより明らかにされる。

