

わが国における大深度ボーリングの現状①

加藤 完・後藤 進 (技術部試錐課)

1. ま え が き

近年掘さく技術の進歩と 資源探査深度の増大につれて 大深度ボーリングが各種の目的で全国的に実施されるようになってきた。 すなわち金属鉱業事業団による金属鉱床の広域・精密調査のために 石油資源開発(株)や帝国石油(株)などによる 石油・天然ガスの探査・開発のために さらに通産省による未開発炭田・原料炭炭田の調査 未探鉱地域の地質層序試錐 石油・天然ガスの探鉱のための基礎試錐 および地熱資源探査などのために数多くのボーリングが行なわれてきている。

一方わが国は国際地球内部ダイナミクス研究計画 (Geodynamics Project—GDP) に参加し 諸外国と協力して地球科学の新しい発展に寄与しようとしているがこの計画の中には将来上部マントルに達するような超深

度ボーリングも考慮されており これに関する掘さく技術の画期的な発展も望まれている。

このような情勢に対して わが国の深部地質は地方ごとにどの程度まで調査されているのか また掘さく技術の点から どの程度の深度まで掘さくされているのか このような現状を把握する意味と これらの資料の散逸を防ぐ意味から わが国における大深度ボーリング (ここでは 一応深度1,000m 以上を目標にしている) の資料を可能な範囲でとりまとめてみた。 しかし資料の不足・不備の点もあると思われるので この発表を機会に今後皆様の御協力で補充していきたいと思っている。

2. 掘さく技術の進歩

さく井機・試錐機は一般に回転式 (テーブル型とスピンドル型) と衝撃式とに大別されている。 このうち石油・天然ガス・地熱などの資源探査・開発にはおもにテーブル型が使われ 石炭・金属鉱床の調査には主としてスピンドル型が使われている。

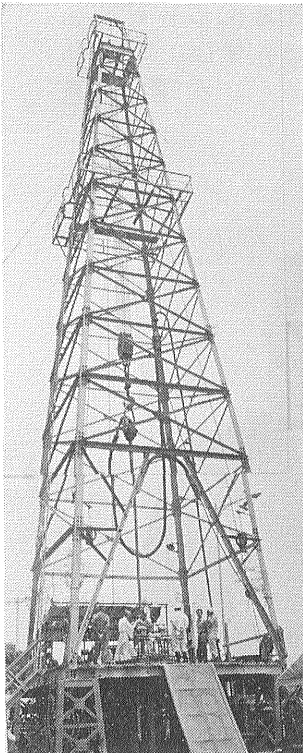


写真1 テーブル式掘さく機とヤグラ (川崎地下水位・水質観測井)

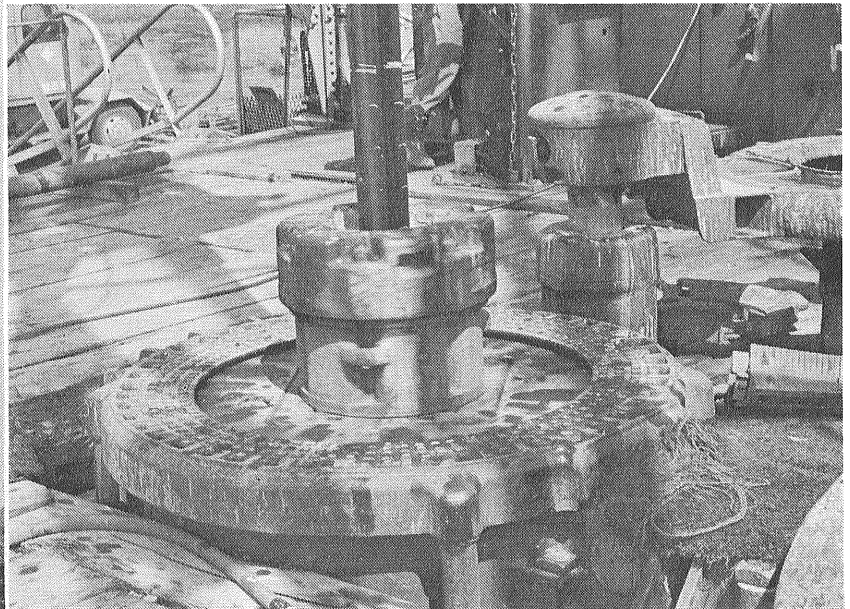


写真2 ターンテーブル式春日部層序試錐

2-1 テーブル型 (写真1・2)

掘さく装置は一般の科学技術の進歩につれて実質的に著しい発展を遂げてきているが 特に時代のすう勢に応じて自動化装置・保安装置・公害防止装置に著しい進歩がみられる。 そのおもなものをあげると

- ① 巻上げ装置であるドローワークスは全体的機構としては特に変化はないが その内容および付帯装置などには大きな進歩がみられる。 すなわち 軸材には最高級の特種鋼を使用すると共に クラッチには高容量・高性能の空気作動クラッチが採用され ドローワークスの操作が円滑にできるようになった。 大深度の掘さくには大荷重のツールスを安全に操作しなければならないが このため電磁式または水力式ブレーキをドラムシャフトに装置して パイプの降下速度を自由に調整できるようになった。 このほかにも 過巻上防止装置や自動掘進装置も採用されるようになった。
- ② ドリルパイプおよびケーシングパイプは掘さく深度の増大につれて ますます強力な材質のものが開発されてきた。
- ③ やぐらはドローワークスを使って建て倒しができるカンチレバー式が普及されてきている。

2-2-1 ビット

最近の質問として タングステンカーバイトを埋込んだインサートビット (いわゆるボタンビット) の使用が増へてきたこと 大口径用ダイヤモンドビットが経済的に使われるようになってきたこと カuttingの除去

を容易にするためノズルに工夫が加えられたこと シールドベアリングやフリクションベアリングの使用によって ベアリングの寿命と刃先の寿命との差がきわめて小さくなってきたことなどである。

2-1-2 循環泥水

泥水技術も目ざましい進歩を遂げ 今日では 5,000m級の高温深井戸でも あるいは崩壊や高圧出水などのいわゆる難掘層でも大きな困難もなく掘さくできるようになった。 また掘進率に関する研究が進んできたことと相まって ローソリッド泥水が掘進率の向上に好影響を与えることも究明されてきた。 それ故最近の泥水技術ではローソリッド泥水の重要性が強調されるようになったばかりでなく 環境保護・公害防止の点からも見直されるようになった。

2-2 スピンドル型 (写真3・4)

戦後機械植付けによるダイヤモンドビットが出現し この使用に伴って高速回転試錐機が製作されるようになり さらにそれに関連した付属機器類の新しいものが次々に実用化されるようになった。 そのおもなものは

- ① 試錐機の動力が直結式となり スピンドル回転も高速化され フイード機構も油圧式となって すべてが高性能化された。

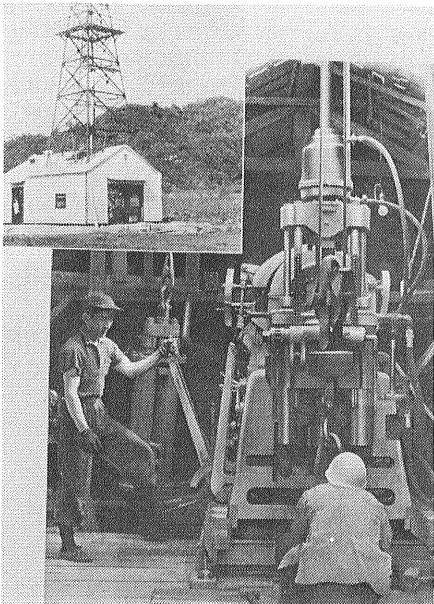


写真3
スピンドル式試錐機
(利根ボーリング(株)提供)

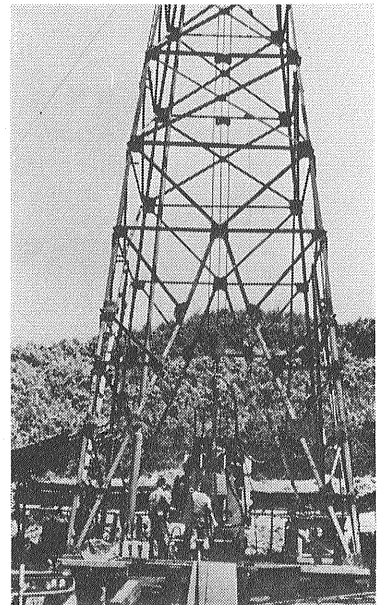


写真4
スピンドル式試錐機とやぐら
(利根ボーリング(株)提供)

- ② 掘さくツールの材質が強化されるにつれて 作業中の事故も少なくなり 耐摩耗性も増加され 長期間の使用に耐えるようになった。
- ③ ダイヤモンドビットは小粒のダイヤも機械植込みが可能となり さらにストリックスの組成および焼結法の研究も進んで 対象岩石に応じた掘進率およびビットライフが著しく向上するようになった。

2-2-1 ワイヤーライン工法

昭和30年頃より 米国から小口径ワイヤーラインコアバーレルが紹介されてから この工法が急速に発達し 鉱床探査の試錐では70~80%の普及率となっている。

このツールはダブルチューブコアバーレルの一種で 外管およびボーリングロッドは孔内に残したままで内管のみワイヤーで昇降できるので 掘進率の増大ばかりでなく コア採取率の著しい向上がみられる。

2-2-2 循環泥水

探鉱ボーリングにとって難しい地層は押し出し粘土層と崩壊性地層である。しかしカリウムイオンが粘土鉱物の膨潤を抑える機能を有していることが分ってからは カリウムイオンを含む泥水が使用されるようになり 難掘地層に好成绩をあげるようになった。またカリウムベースの泥水は温度290°C 16時間の放置テストでも適度の材料補給によって 泥水機能に支障をきたさないことが分ってから 地熱開発のボーリングにも使用できるようになった。硬岩に対するボーリングでは 泥水に適量の潤滑油を加えることによって 孔壁との摩擦を減少させ バイブレーションも防ぎ 掘進率の向上をはかることができるようになった。

3. ボーリング資料について

ここに掲げたボーリング資料は今までに出版・公表されたもののうち 深度1,000m以上のものについて集録したものである。

これらのボーリング資料の中には 同一地域内で多数のボーリングが行なわれ しかも地質柱状図もあまり変化のみられない場合もあるので 繁雑・重複を避ける意味で 同一地域の代表的なもののみ掲載するようにした。また集録した資料の中には層群・累層・層に関して不統一のものもみられるが 集録したままで掲載するようにした。

発表の順序は 北海道・東北・関東の順であり とりあえず今回は北海道の分をとりまとめた。表1は北海道における大深度ボーリング状況一覧表であり 図1に北海道における大深度ボーリングの位置図 図2としてそれらの地質柱状図を掲載し 最後に表2として関連する北海道における層序対比表を貼付した。

おわりに このレポートに 御協力を頂いた帝国石油(株)探鉱部 石油資源開発(株)探鉱部 金属鉱業事業団調査部 資源エネルギー庁および所内の関係者の方々に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

通産省石炭局(1963)：炭田総合開発調査報告書
 通産省鉱山石炭局(1971)：日本の原料炭資源
 石油及び可燃性天然ガス資源開発審議会(1969)：わが国の石油・天然ガス資源
 北海道鉱業振興委員会(1968)：北海道の石油・天然ガスの探査と開発
 石油技術協会(1973)：日本の石油鉱業と技術
 石油開発公団(1972)：基礎試錐「空知」調査報告書
 石油開発公団(1973)：基礎試錐「稚内」調査報告書
 石油開発公団(1974)：基礎試錐「浜勇知」調査報告書
 石油開発公団(1975)：基礎試錐「遠別」調査報告書
 石油開発公団(1975)：基礎試錐「南幌」調査報告書
 石油開発公団(1976)：基礎試錐「軽井」調査報告書
 金属鉱物探鉱促進事業団(1971)：昭和44年度精密調査報告書「下川地域」
 金属鉱物探鉱促進事業団(1972)：昭和45年度精密調査報告書「下川地域」
 金属鉱物探鉱促進事業団(1973)：昭和46年度精密調査報告書「下川地域」
 通産省(1970)：昭和43年度広域調査報告書「国富地域」
 通産省(1970)：昭和44年度広域調査報告書「国富地域」
 通産省(1971)：昭和45年度広域調査報告書「国富地域」
 通産省(1973)：昭和47年度広域調査報告書「定山溪地域」
 通産省(1974)：昭和48年度広域調査報告書「定山溪地域」
 地質調査所(1973)：石狩炭田地質図
 小松 彊(1960)：金属鉱業における試錐技術 日本鉱業会誌 Vol. 76 No. 869
 坂倉勝彦(1960)：石炭鉱業における試錐技術 日本鉱業会誌 Vol. 76 No. 869
 藤井清光(1960)：最近の石油鉱業の発達 日本鉱業会誌 Vol. 76 No. 869
 田中彰一(1972)：最近の掘さくビットの進歩 石油技術協会誌 Vol. 37 No. 2
 松山仙一(1975)：最近の掘さく泥水 石油技術協会誌 Vol. 40 No. 7

表1 北海道における大深度ボーリング状況一覧表

| 番号 | 試錐名 | 地名 | 工事発注者 | 工事施行者 | 掘き法 | 工事期間 | 最終深度 | 到達地層名 | 参考文献 |
|------|----------|-----------------|---------|-------------|-----|-----------------------|--------|--------|------|
| C-1 | 石狩1号 | 豊里北部区域 | 通産省 | 明治鉱業 | S | 35. 7. 1~36. 3. 25 | 1,020m | 登川層 | ① |
| C-2 | " 14号 | 清水沢南部区域 | " | 北海道炭鉱汽船 | S | 37. 5. 21~38. 3. 20 | 1,040m | 幌加別層 | ① |
| C-3 | " 13号 | " | " | 北海道地下資源 | S | 37. 5. 21~37. 12. 10 | 1,000m | " | ① |
| C-4 | " 11号 | 沼の沢区域 | " | " | S | 36. 5. 10~36. 10. 26 | 1,000m | 幌内層 | ① |
| C-5 | 石狩原16号 | 赤平区域 | " | " | S | 39. 6. 4~40. 5. 4 | 1,400m | 夕張層 | ② |
| C-6 | " 39号 | 茂尻区域 | " | " | S | 42. 7. 25~43. 2. 2 | 1,152m | 美唄層 | ② |
| C-7 | " 49号 | 芦別区域 | " | 三鉱ボーリング | S | 43. 6. 15~43. 11. 29 | 1,338m | 夕張層 | ② |
| C-8 | " 58号 | " | " | " | S | 44. 6. 25~44. 10. 31 | 1,300m | " | ② |
| C-9 | " 53号 | " | " | " | S | 43. 12. 25~44. 3. 31 | 1,210m | 白亜紀層 | ② |
| C-10 | " 46号 | 北大夕張区域 | " | " | S | 43. 9. 28~44. 2. 28 | 1,300m | 幌加別層 | ② |
| C-11 | " 7号 | 清水沢区域 | " | 北海道地下資源 | S | 38. 7. 12~38. 12. 13 | 1,060m | " | ② |
| C-12 | " 27号 | " | " | 北星鉱工コンサルタント | S | 41. 6. 22~42. 2. 24 | 1,140m | " | ② |
| C-13 | " 55号 | " | " | " | S | 44. 9. 25~45. 3. 31 | 1,030m | " | ② |
| H-1 | 近布R-1 | 宗谷郡稚内村大字近布 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | | 1,476m | 増幌層 | ③ |
| H-2 | 声間R-3 | " 声間 | " | " | R | 15. 9. 30~16. 4. 15 | 1,294m | " | ③ |
| H-3 | 増幌R-3 | 宗谷郡宗谷村大字増幌 | " | " | R | 8. 10. 7~ 9. 12. 15 | 1,340m | 宗谷夾炭層 | ③ |
| H-4 | 更喜苫内R-2 | " 更喜苫内 | " | " | R | | 1,209m | 増幌層 | ③ |
| H-5 | 目梨R-1 | 天塩郡幌延村大字沙流 | " | " | R | 10. 4. 24~10. 6. 26 | 1,419m | 宗谷夾炭層 | ③ |
| H-6 | 北増富R-1 | 天塩郡増富村大字北増富 | " | " | R | | 1,233m | 増幌層 | ③ |
| H-7 | 太曲R-1 | 天塩郡幌延町大字幌延 | 石油資源開発 | " | R | 30. 11. 21~31. 7. 10 | 2,004m | " | ③ |
| H-8 | 幌延TR-1 | " | 天北化学 | 富士ボーリング | R | 33. 9. 13~33. 11. 20 | 1,502m | " | ③ |
| H-9 | 北川口R-3 | 天塩郡天塩町大字北川口 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | | 2,316m | " | ③ |
| H-10 | 美葉牛SK-1 | 雨竜郡北竜町 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 34. 9. 19~34. 10. 26 | 2,001m | 雨竜夾炭層 | ③ |
| H-11 | 一の沢SK-1 | " | " | " | R | 34. 9. 20~34. 11. 2 | 1,978m | ユードロ層 | ③ |
| H-12 | 厚田R-5 | 石狩郡石狩町大字聚富 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | 31. 10. 16~31. 12. 2 | 1,828m | 厚田層 | ③ |
| H-13 | 石狩SK-1 | " 八の沢 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 31. 12. 27~32. 4. 9 | 2,000m | 百松沢層 | ③ |
| H-14 | 志美SK-1 | " 生振 | " | " | R | 35. 6. 7~35. 6. 28 | 1,502m | 盤の沢層 | ③ |
| H-15 | 太美SK-1 | 石狩郡当別町大字獅子内 | " | " | R | 33. 7. 15~33. 9. 7 | 1,761m | 厚田層 | ③ |
| H-16 | 金沢SK-1 | " 東裏 | " | " | R | 34. 7. 6~34. 8. 20 | 2,002m | 盤の沢層 | ③ |
| H-17 | 茨戸SK-1 | 石狩郡石狩町大字生振 | " | " | R | 32. 5. 24~32. 8. 14 | 2,164m | 厚田層 | ③ |
| H-18 | 札幌R-2 | " 花畔 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | 33. 9. 10~33. 10. 24 | 1,000m | 望来層 | ③ |
| H-19 | 丘珠SK-1 | 札幌市栄町 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 35. 10. 4~35. 10. 22 | 1,565m | 望来層 | ③ |
| H-20 | 月寒SK-1 | " 豊平町字西岡 | " | " | R | 32. 11. 23~33. 1. 21 | 1,609m | 発足層 | ③ |
| H-21 | 野幌SK-1 | 江別市西野幌26林班 | " | " | R | 31. 1. 10. 3~32. 4. 3 | 3,004m | 百松沢層 | ③ |
| H-22 | 輪厚SK-1 | 札幌郡広島村富ヶ岡518番地 | " | " | R | 37. 12. 25~38. 4. 5 | 3,003m | 滝の上層 | ③ |
| H-23 | 岩見沢R-1 | 岩見沢市西番外の7 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | 34. 9. 20~34. 10. 26 | 2,119m | 望来層 | ③ |
| H-24 | 栗沢R-1 | 空知郡栗沢村字クッタリ | " | " | R | 11. 12. 15~12. 11. 6 | 1,173m | 川端層 | ③ |
| H-25 | 西馬追SK-1 | 夕張郡長沼町東9の線南6号 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 34. 2. 16~34. 4. 25 | 2,112m | 滝の上層 | ③ |
| H-26 | 協和SK-1 | 千歳市峻瀨 | " | " | R | 35. 12. 2~36. 3. 19 | 2,206m | " | ③ |
| H-27 | 由仁SK-1 | 夕張郡由仁町字三川 | " | " | R | 36. 12. 16~37. 4. 12 | 3,117m | " | ③ |
| H-28 | ウトナイR-1 | 苫小牧市字ウトナイ | 帝国石油 | 帝国石油 | R | | 1,300m | 荷葉層 | ③ |
| H-29 | 勇払SK-1 | " 勇払 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 35. 11. 12~36. 10. 11 | 4,010m | 紅葉山層 | ③ |
| H-30 | 静川SK-1 | " 静川 | " | " | R | 34. 1. 13~34. 3. 20 | 2,001m | 滝の上層 | ③ |
| H-31 | トニカSK-1 | 勇払郡厚真町 | " | " | R | 35. 2. 26~35. 6. 10 | 1,833m | " | ③ |
| H-32 | 軽舞R-98 | " 村大字軽舞 | 帝国石油 | 帝国石油 | R | 25. 7. 30~25. 12. 5 | 1,107m | " | ③ |
| H-33 | 標川SK-2 | 勇払郡鶴川町字春日 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 32. 8. 21~32. 10. 2 | 1,801m | " | ③ |
| H-34 | 春日SK-1 | " 花岡 | " | " | R | 36. 4. 29~36. 6. 21 | 2,009m | 振老層 | ③ |
| H-35 | 平取R-1 | 沙流郡平取町字ペンケオヨンベ | 帝国石油 | 帝国石油 | R | 30. 8. 1~30. 11. 23 | 1,590m | 滝の上層 | ③ |
| H-36 | 長万部R-3 | 山越郡長万部町 | " | " | R | 33. 11. 30~34. 3. 12 | 1,672m | 八雲層 | ④ |
| H-37 | 標茶SK-1 | 川上郡標茶町字阿歴内 | 石油資源開発 | 石油資源開発 | R | 38. 9. 26~38. 11. 14 | 1,667m | ノッカマン層 | ④ |
| H-38 | 西別SK-1 | 野付郡別海村大字厚別村東矢白別 | " | " | R | 38. 6. 22~38. 8. 20 | 2,049m | " | ④ |
| H-39 | 基礎試錐空知 | 美唄市字美唄 | " | " | R | 45. 6. 10~46. 1. 16 | 3,713m | 先白亜紀層 | ⑥ |
| H-40 | " 稚内 | 稚内市大字声市間 | " | " | R | 46. 5. 25~46. 12. 11 | 4,017m | 石狩層群 | ⑦ |
| H-41 | " 浜勇知 | " 抜海村 | " | " | R | 47. 5. 10~47. 10. 14 | 4,521m | 鬼志別層 | ⑧ |
| H-42 | " 遠別 | 天塩郡遠別町字啓明 | " | " | R | 48. 8. 24~48. 11. 5 | 4,012m | 函瀨層群 | ⑨ |
| H-43 | " 南幌 | 空知郡南幌町16線西8号 | " | " | R | 48. 4. 15~48. 7. 15 | 4,376m | 空知層群 | ⑩ |
| H-44 | " 軽舞 | 勇払郡原真町字宇隆 | " | " | R | 49. 4. 20~49. 9. 26 | 4,374m | 幌内層 | ⑪ |
| M-1 | 43PAKT-1 | 岩内郡共和村 | 金属鉱業事業団 | 利根ボーリング | S | 43. 6. 11~43. 12. 31 | 1,601m | 古平累層 | ⑮ |
| M-2 | 44EAKT-2 | 虻田郡俱知安村 | " | 利根工事 | S | 44. 6. 16~44. 11. 9 | 1,424m | " | ⑯ |
| M-3 | 44EAKT-1 | 岩内郡共和村 | " | " | S | 44. 6. 5~45. 6. 17 | 1,201m | " | ⑰ |

| | | | | | | | | | |
|------|----------|----------|---------|------|---|-------------------|--------|-------|---|
| M-4 | 45EAKT-2 | 余市郡赤井村 | 金属鉱業事業団 | 利根工事 | S | 45. 6.12~45.12.11 | 1,500m | 古平累層 | ⑬ |
| M-5 | 45EAKT-1 | 余市郡余市町 | " | " | S | 45. 6.11~45. 9.20 | 1,445m | " | ⑭ |
| M-6 | 47EAKT-1 | 札幌市左股川地区 | " | 日鉱探開 | S | 47. 7.11~47.10.28 | 1,002m | 定山溪層群 | ⑮ |
| M-7 | 48MAJK-1 | " 朝日沢地区 | " | " | S | 48. 6.21~48.11. 2 | 1,301m | 豊羽層群 | ⑯ |
| M-8 | 43PASW-1 | 上川郡下川町 | " | 大手開発 | S | 43. 6.20~44. 1.16 | 1,056m | 神威層群 | ⑫ |
| M-9 | 45EASA-5 | " | " | " | S | 45. 6.27~45. 9. 1 | 1,051m | " | ⑬ |
| M-10 | 45EASA-7 | 上川郡朝日町 | " | " | S | 45. 7.29~45.10.15 | 1,051m | " | ⑭ |

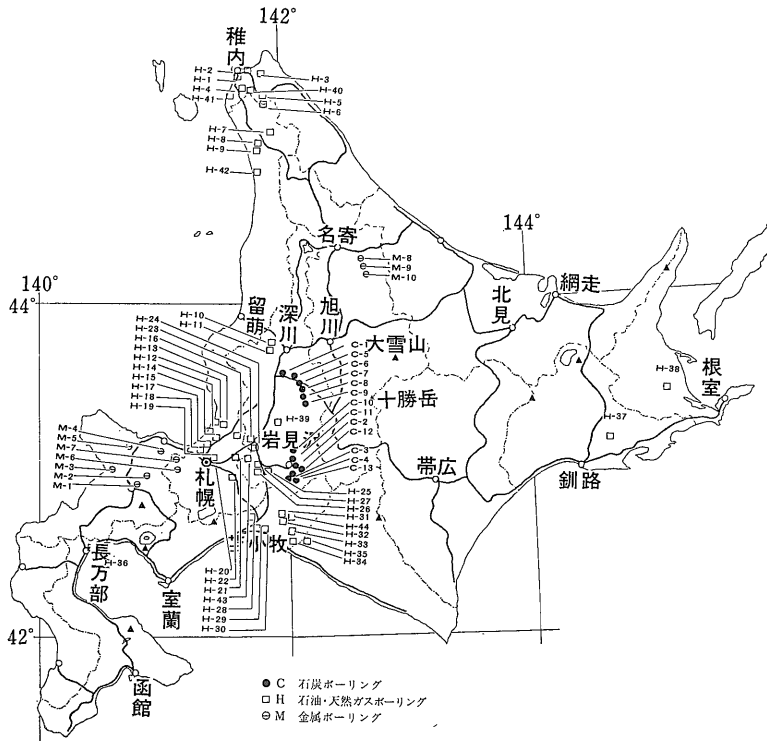


図1 北海道における大深度ボーリング位置図

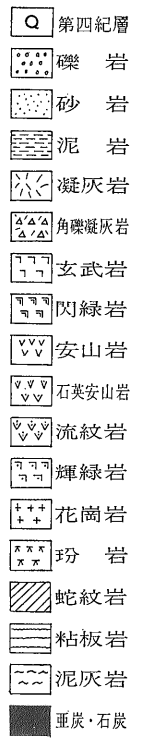
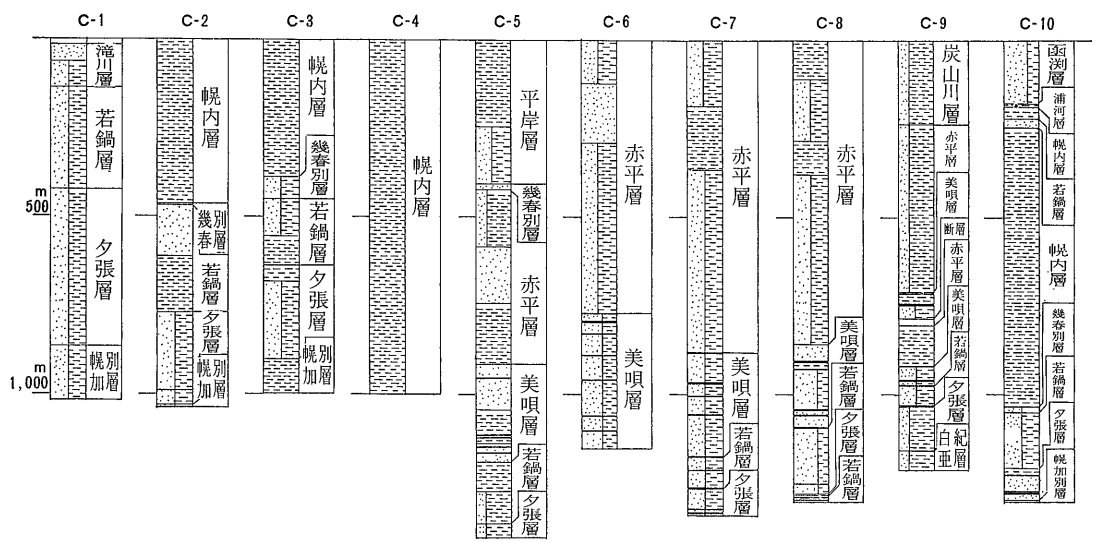
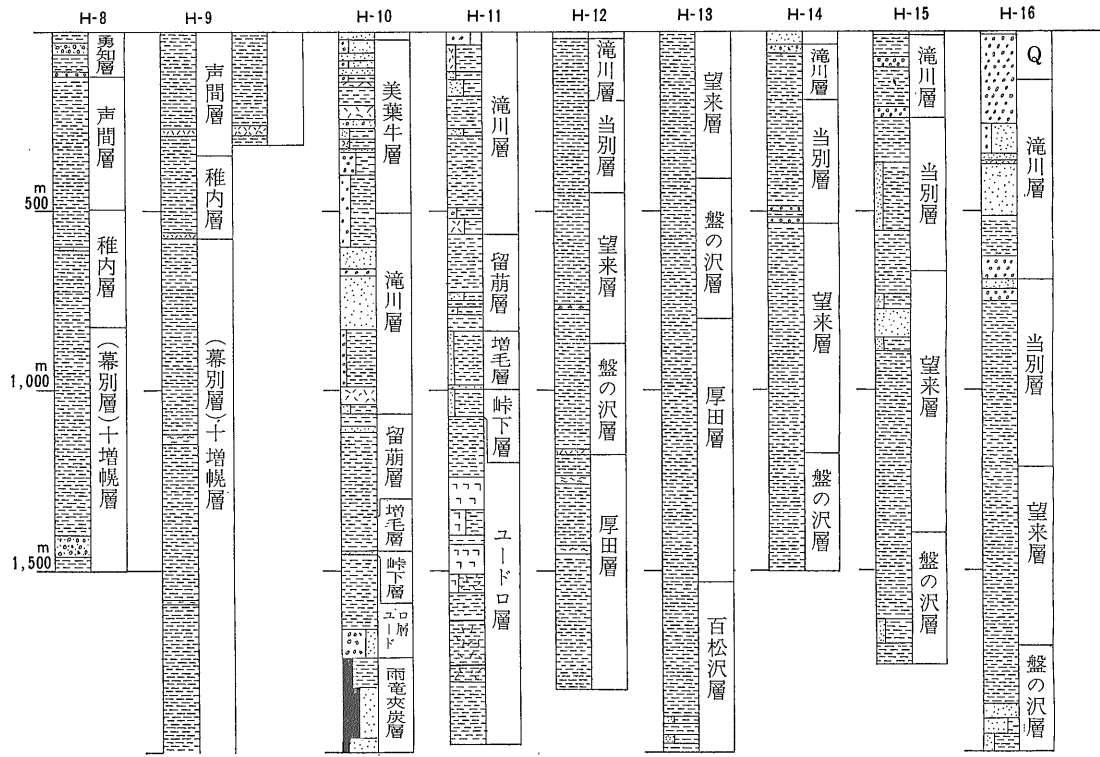
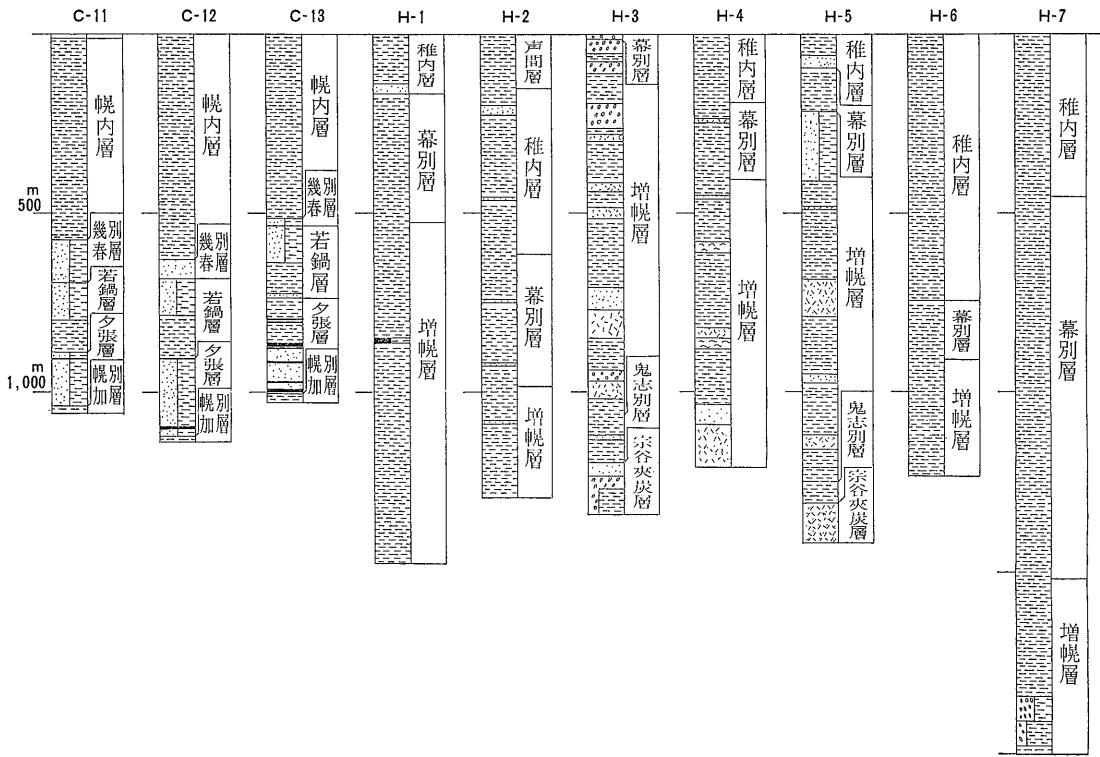
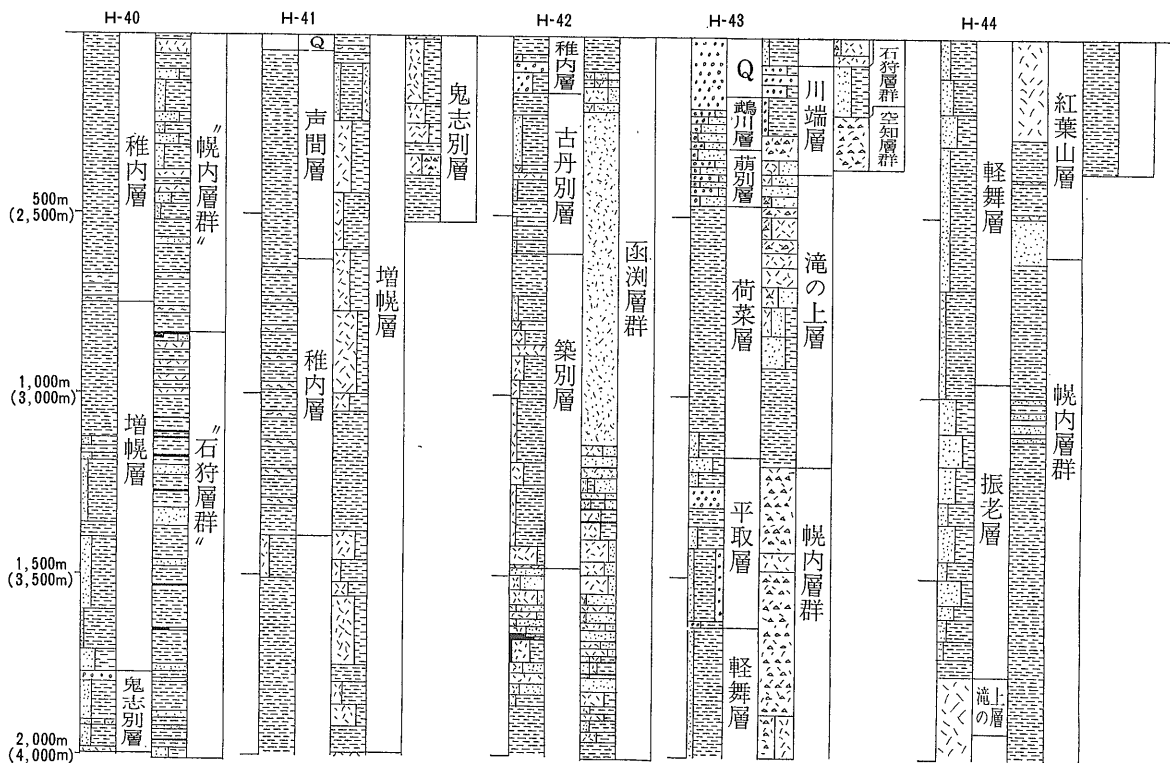
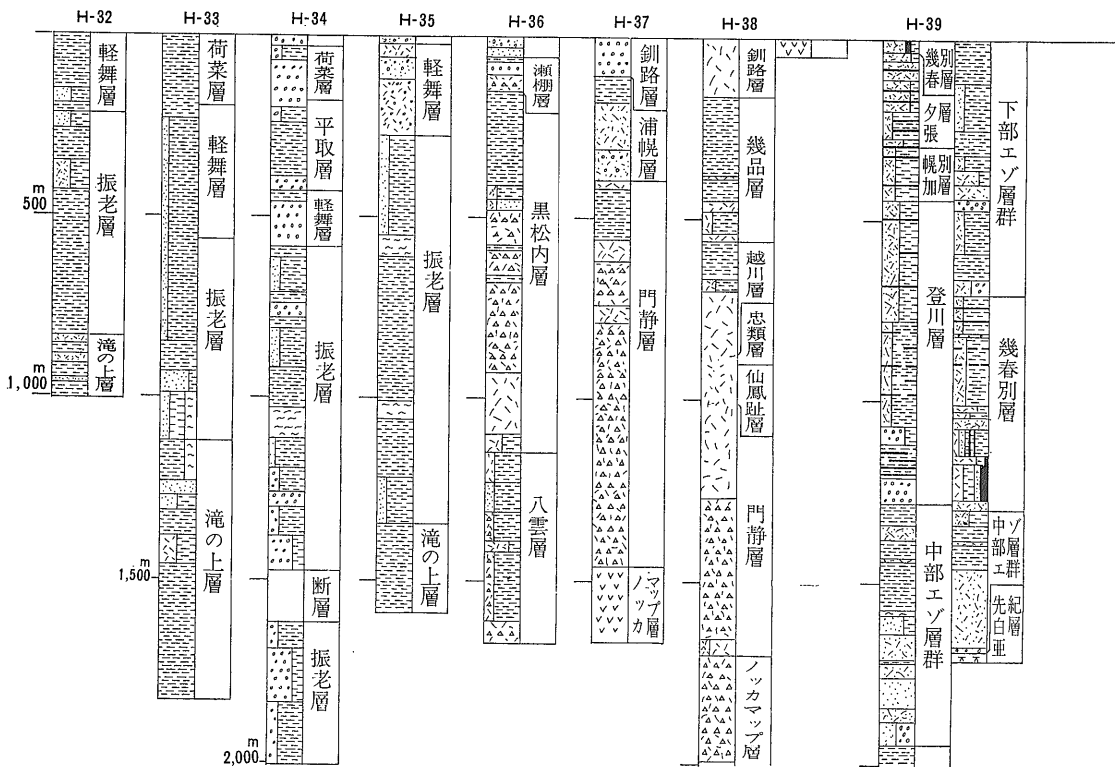
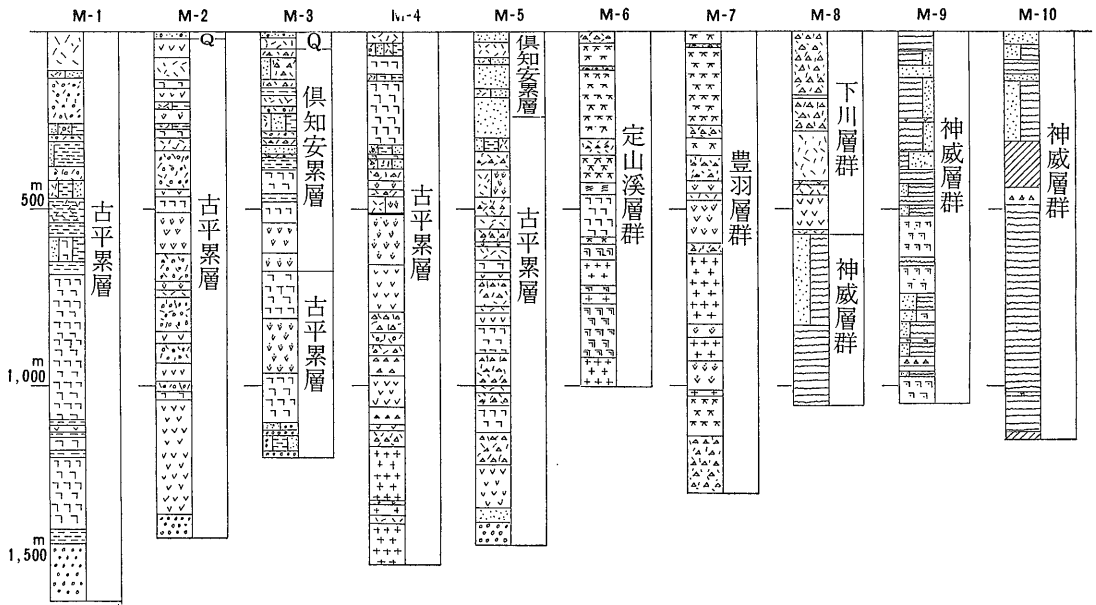


図2 地質柱状図凡例









| 年代区分 | 道西部 | | | | 道中部 | | | | | | 道東部 | | |
|------|------|------|-------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|--|
| | 長万部 | 国富 | 定山溪 | 稚内・天北 | 遠別・羽幌 | 留萌 | 樺戸 | 石狩 | 日高 | 下川 | 釧路 | 千島内帯 | |
| 新第三紀 | 鮮新世 | 瀬棚層 | 余市累層 | | | | | 野幌層 | 鶴川層 | | | | |
| | 中新世 | 黒松内層 | 俱知安累層 | 朝里層群 | 更別層 | 茂築別層 | 滝川層 | 材木沢層 | 美葉牛層 | 蒨別層 | 下川層群 | 阿寒層群 | |
| | | 八雲層 | | 板沢層 | 勇知層 | 遠別層 | 留萌層 | 当別層 | 滝川層 | 蒨別層 | 下川層群 | 阿寒層群 | |
| | 古第三紀 | 訓縫層 | 古平累層 | 豊羽層群 | 稚内層 | 稚内層 | 増毛層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | |
| | | 吉岡層 | | 板沢層 | 増毛層 | 望来層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | | |
| | 中生代 | 福山層 | 芽沼累層 | 定山溪層群 | 宗谷夾炭層 | 遠別層 | 増毛層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | |
| | | | | | | 増毛層 | 望来層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | |
| | | | | | | 増毛層 | 望来層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | |
| | | | | | | 増毛層 | 望来層 | 望来層 | 追分層 | 荷菜層 | 奥士別層 | 白糠層 | |
| | 白堊紀 | 紅葉山層 | | | 函渕層群 | | | | 紅葉山層 | | | | |
| 石狩層 | | | | 上部エソ層群 | | | | 石狩層群 | | | | | |
| 浦河層 | | | | 中部エソ層群 | | | | 石狩層群 | | | | | |
| 中生代 | 中川層 | | | 下部エソ層群 | | | | 石狩層群 | | | | | |
| | 空知層 | | | | | | | 石狩層群 | | | | | |
| 古生代 | 上中生層 | | | | | | | 石狩層群 | | | | | |
| | 松前層群 | | | | | | | 石狩層群 | | | | | |

表2 北海道における層序対比表

註 この対比表は北海道の石油・天然ガスの探査と開発（1968）によるが 一部に石油資源開発（株）金属鉱業事業団 地質調査所の資料を加えてある