

中央防災会議

「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」

北海道ワーキンググループ

(第 1 回)

北海道地域の深部地盤構造モデルについて

平成 16 年 3 月 22 日

中央防災会議事務局

北海道地域の深部地盤構造モデルについて

2004.3.22

北海道では、石油・天然ガスの調査を目的として、石油公団により多数の基礎試錐や反射法地震探査が実施されている。基礎試錐は 4,000～5,000m 級のボーリングであり、VSP 検層や音波検層も行われている。これらのデータから、北海道全域の深部地盤構造モデルを検討した。

1. 北海道地域の地質

図 1.1 に地形図、図 1.2 に地質平面図を示す。

北海道のテクトニクスは、東北日本弧と千島弧の衝突で特徴づけられる。千島海溝での太平洋プレートの斜め沈み込みにより、千島弧が西進し、東北日本弧と衝突することにより、日高山脈が隆起し、石狩低地、日高舟状海盆、十勝平野、十勝海盆、根釧原野などの構造盆地が形成された。東北日本弧の基盤岩類は南北方向の帯状配列、千島弧は東北東－西南西の帯状配列をなす。

石狩低地～日高沖、白糠丘陵、根釧原野、十勝沖などの地域には、夾炭層で石油・天然ガスの根源岩である古第三紀～後期白亜紀の堆積岩が厚く分布している。これらは前弧堆積盆の堆積岩であり、付加体と比較して固結の程度が弱い。P 波速度は 4.0km/s 前後である。また、構造盆地や海盆では、古第三紀～後期白亜紀の堆積岩を覆って新第三紀～第四紀の地層が分布している。

表 1 に石油公団の基礎試錐・基礎物理探査における層序区分を示す。

基盤岩類に相当する地質は、先後期白亜紀の隈根尻層群、花崗岩類、空知層群、神居古潭帯、日高帯、中の川層群などである。函淵・蝦夷層群および南長沼・紅葉山・幌内・石狩層群などは、夾炭層であり、それぞれ上部白亜系、古第三系に区分した。根室層群は古第三紀～後期白亜紀の地層であるが、付加体であり、基盤岩類に含めた。

前期中新世の訓縫層や定山溪層はグリーンタフであり、主に渡島半島～胆振山地に分布している。

2. 文献の収集・整理

図 2.1～図 2.5 に文献位置を示す。

物理探査の主要な文献として、1) 石油公団の基礎試錐・基礎物理探査(反射法地震探査)、2) 日高衝突帯の地殻構造探査(反射法および屈折法地震

探査、3) 微動アレイ探査、4) 札幌市の地下構造探査、5) KiK-net および K-NET がある。

石油公団の反射法地震探査は、時間断面を読み取り、VSP 検層結果から速度値を設定し、深度断面に変換した。

地殻構造探査は地震基盤より深い構造を解明することを目的としている。地質構造の検討では参照したが、堆積層の速度構造はデータとして使用しなかった。

3. モデルの作成方法

図 3 に深部地盤構造モデルの作成方法を示す。

石油・天然ガス調査では、地質境界と反射面が詳細に対比され、地層ごとに P 波速度が求められている。地質区分と速度層区分はほぼ一致している。基盤岩類、上部白亜系、古第三系、下部・中部・上部中新統、鮮新統、第四系に区分し、地質構造モデルを作成し、これを速度値に置き換えることにより、速度構造モデルを作成した。

石油公団の基礎試錐や反射法地震探査結果などのデータだけでは、堆積盆地の形状や堆積層の褶曲などの地質構造を表現できない。地質情報によりデータを補完して、モデルを検討した。

基礎試錐は 4,000～5,000m 級のボーリングであるが、十勝平野や石狩低地では、堆積層が厚く、基盤岩類に達しているのは「留萌」(4,675m)、「空知」(3,687m)、「南幌」(4,217.5m)、「馬追」(4,746m) だけである。基盤岩の深さは地質学的に推定した。

日高山脈西部には、日高主衝上断層、日高西部断層群、夕張岳断層などの衝上断層が発達しており、地質構造が複雑である。標高 -7,000～-8,000m 付近まで上部白亜系の蝦夷層群が分布していると推定されている（伊藤，2000 など）。しかし、岩崎・森谷（2002）などの地殻構造探査によると、地震基盤に相当する速度層境界は、日高帯西縁から高角度で西側に傾斜している。地震基盤に相当する速度層は日高帯西縁に向かって浅くなるものと推定した。

4. 速度層区分

図 4 に石油公団・基礎試錐による観測された P 波速度と速度層区分、表 2 に速度層の物性値を示す。地質区分の第四系が速度層 1、鮮新統が速度層 2、上部中新統が速度層 3、中部中新統が速度層 4、下部中新統～上部白亜系が速度層 5、基盤岩類が速度層 6 に相当する。

下部中新統～上部白亜系はP波速度3～5 km/sであり、地層ごとに有意な差は認められない。下部中新統～上部白亜系を1つの速度層とし、P波速度を4.0km/sとした。

基盤岩類はデータ数が少ないがP波速度は5.5km/s前後である。日高山脈の地殻構造探査によると、基盤岩類のP波速度は5.3～6.0km/sの範囲内にある。地域により速度値は異なるが、平均的な速度値として、5.5km/sを採用した。

5. 深部地盤構造モデル

図5.1～図5.7に各地層上面標高のコンターを示す。

基盤岩類上面は根釧原野、十勝平野、石狩低地で深くなっている。石狩低地では、苫小牧からその東方にかけての地域で、最も深く7,000～8,000m以上と推定される。苫小牧の南方海域は南北方向に基盤岩類の高まりがあり、苫小牧リッジと呼ばれている。十勝平野では基盤岩類上面の深さは4,000～5,000mと推定される。

6. P波とS波速度の関係

図6にKiK-netおよびK-NETによるP波速度とS波速度の関係を示す。

KiK-netおよびK-NETはボーリング深度が浅く、P波速度で4.0～6.0km/sのデータが少なく、P波とS波速度の関係は信頼性が低い。したがって、P波速度で4.0 km/sまではKiK-netおよびK-NETからS波速度をもとめ、4.0 km/s以上の速度層は微動アレイ探査によるS波速度を用いた。各速度層のS波速度を表2に示す。

7. 今後の課題

初期モデルとしての深部地盤構造モデルはほぼ完成している。今後の課題として、観測記録により検証し、モデルを修正したい。

文 献

在田一則（2002）：日高山脈の上昇過程（試論）－ヒマラヤとの比較－、月刊地球、Vol.24、pp.464-467

浅野周三（1989）：地震動予測精密化のための地下深部構造の研究、文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果、自然災害科学総合研究班、No.A-63-3

- Den, N., Hotta, H., Asano, S., Yoshii, T., Sakajiri, N., Ichinose, Y., Motoyama, M., Kakiichi, K., Beresnev, A. F. and Sagaievitch, A. A. (1971) : Seismic refraction and reflection measurements around Hokkaido, Part 1, Crustal structure of the continental slope off tokachi, *J. Phys. Earth*, Vol.19, pp.329-345
- 北海道立地質研究所 (2000) : 十勝平野中央部地域地質図及び説明書 (附. 露頭・ボーリング柱状図集)、352p
- 北海道立地質研究所 (2001) : 十勝平野南部地域地質図及び説明書 (附. 露頭・ボーリング柱状図集、十勝平野中央部地域補遺その1)、260p
- 北海道立地質研究所 (2003) : 十勝平野東部地域地質図及び説明書 (附. 露頭・ボーリング柱状図集、十勝平野中央部地域補遺その2)、352p
- 池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志編 (2002) : 第四紀逆断層アトラス、東京大学出版会、254p
- 伊藤谷生 (2000) : 日高衝突帯ー前縁褶曲・衝上断層帯の地殻構造、石油技術協会誌、Vol.65、pp.103-109
- 伊藤谷生・岩崎貴哉 (2002) : 島弧衝突研究の新展開、地震研究所彙報、Vol.77、pp.87-96
- 岩崎貴哉・森谷武男 (2002) : 制御震源探査から見た北海道の地殻構造、北海道大学地球物理学研究報告、No.65、pp.291-302
- Iwasaki, T., O. Ozel, T. Moriya, S. Sakai, S. Suzuki, G. Aoki, T. Maeda and T. Iidaka (1998) : Lateral structural variation across a collision zone in central Hokkaido, Japan, as revealed by wide-angle seismic experiments, *Geophys. J. Int.*, Vol.132, pp.435-457
- Iwasaki, T., H. Shiobara, A. Nishizawa, T. Kanazawa, K. Suyehiro, T. Hirata, T. Urabe, and H. Shimamura (1989) : A detailed subduction structure in the Kuril trench deduced from ocean bottom seismographic refraction studies, *Tectonophysics*, Vol.165, pp.315-336
- 香束卓郎・菊池伸輔・伊藤谷生 (2002) : 日高衝突帯前縁褶曲・衝上断層帯の地下構造：石油公団日高測線 (H91-2, 3) 反射記録の再処理と再解釈、地震研究所彙報、Vol.77、pp.97-109
- 栗田裕司・横井 悟 (2000) : 中央北海道南部における新生代テクトニクスの変遷と油田構造形成、石油技術協会誌、Vol.65、pp.58-70
- 森谷武男 (1999) : 北海道日高山脈南部の3重衝突構造による地震活動、月刊地球号外、No.27、pp.206-210
- 森谷武男・宮町宏樹・オウズオゼル・ヌルジャンオゼル・岩崎貴哉・笠原 稔 (1997) : 日高山脈の地下構造と地震テクトニクス、構造地質、No.42、pp.15-30
- 岡 孝雄 (1986) : 北海道の後期新生代堆積盆の分布とその形成に関わるテクトニ

クス、地団研専報、No.31、pp.295-320

岡 孝雄（1994）：北海道の平野・盆地の成立過程、227p、北海道大学理学研究科博士論文

大澤正博・中西 敏・棚橋 学・小田 浩（2002）：三陸～日高沖前弧堆積盆の地質構造・構造発達史とガス鉱床ポテンシャル、石油技術協会誌、Vol.67、pp.38-51

札幌市（2002）：平成13年度 石狩平野北部地下構造調査業務成果報告書、201p

札幌市（2003）：平成14年度 石狩平野北部地下構造調査業務成果報告書、291p

武富 浩・西田英毅（2002）：石狩～日高堆積盆における石油システム－勇払油ガス田の地化学データを中心として－、石油技術協会誌、Vol.67、pp.52-61

横倉隆伸・宮崎光旗・渡辺 寧・浦辺徹郎（1992）：深部地殻探査に向けた反射法地震探査実験概報－GSJ 90-1 日高測線－、地震2、45、pp.145-156

1999-2000年北海道日高衝突帯構造探査グループ（2002）：北海道日高衝突帯における制御震源探査、月刊地球、Vol.24、pp.475-480

（石油公団・基礎試錐）

石油公団（1971）：昭和45年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「空知」調査報告書、39p

石油公団（1972）：昭和46年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「稚内」調査報告書、37p

石油公団（1973）：昭和47年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「浜勇知」調査報告書、36p

石油公団（1973）：昭和48年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「南幌」調査報告書、35p

石油公団（1974）：昭和48年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「遠別」調査報告書、34p

石油公団（1975）：昭和49年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「軽舞」調査報告書、26p

石油公団（1976）：昭和50年度 天然ガス基礎調査 基礎試錐「新冠」調査報告書、19p

石油公団（1982）：昭和56年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「黒松内」調査報告書、31p

石油公団（1983）：昭和57年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「豊頃」調査報告書、54p

石油公団（1983）：昭和57年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「十勝沖」調査報告書、31p

- 石油公団（1986）：昭和 60 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「留萌」
調査報告書、86p
- 石油公団（1987）：昭和 61 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「北見大
和堆」調査報告書、31p
- 石油公団（1995）：平成 5 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「天北」
調査報告書、121p
- 石油公団（1995）：平成 6 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「石狩湾」
調査報告書、121p
- 石油公団（1998）：平成 8 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「馬追」
調査報告書、91p
- 石油公団（2002）：平成 12 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎試錐「チカッ
プ」調査報告書、55p

（石油公団・基礎物理探査）

- 石油開発公団（1970）：昭和 45 年度 大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物
理探査「石狩－礼文島」調査報告書、24p
- 石油開発公団（1971）：昭和 46 年度 天然ガス基礎調査 基礎物理探査「サロベツ
原野」調査報告書、22p
- 石油開発公団（1972）：昭和 46 年度 大陸棚石油・天然ガス資源基礎調査 基礎物
理探査「宗谷－網走」調査報告書、25p
- 石油開発公団（1973）：昭和 47 年度 天然ガス基礎調査 基礎物理探査「天塩平野」
調査報告書、22p
- 石油開発公団（1973）：昭和 47 年度 大陸棚石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探
査「日高一渡島」調査報告書、18p
- 石油開発公団（1973）：昭和 48 年度 石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「石
狩平野」調査報告書、12p
- 石油開発公団（1975）：昭和 49 年度 石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「日
高南部」調査報告書、19p
- 石油公団（1975）：昭和 49 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「羽
幌～留萌」調査報告書、14p
- 石油公団（1981）：昭和 55 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「渡
島半島地域」調査報告書、10p
- 石油公団（1982）：昭和 56 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「十
勝地域」調査報告書、19p
- 石油公団（1982）：昭和 57 年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「後

- 志沖」「十勝～釧路海域」「オホーツク海」調査報告書、57p
- 石油公団（1982）：昭和57年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「十勝地域」調査報告書、15p
- 石油公団（1984）：昭和59年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「網走地域」調査報告書、26p
- 石油公団（1984）：昭和59年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「根釧地域」調査報告書、39p
- 石油公団（1987）：昭和61年度 国内石油・天然ガス基礎調査 海上基礎物理探査「道南～下北沖」調査報告書、36p
- 石油公団（1991）：平成2年度 国内石油・天然ガス基礎調査 陸上基礎物理探査「天北地域」調査報告書、39p
- 石油公団（1992）：平成3年度 国内石油・天然ガス基礎調査 陸上基礎物理探査「網走地域」調査報告書、31p
- 石油公団（1993）：平成3年度 国内石油・天然ガス基礎調査 陸上基礎物理探査「日高地域」調査報告書、25p
- 石油公団（1996）：平成7年度 国内石油・天然ガス基礎調査 海上基礎物理探査「胆振沖浅海域」調査報告書、35p
- 石油公団（2002）：平成12年度 国内石油・天然ガス基礎調査 陸上基礎物理探査「別海」調査報告書、45p
- 石油公団（2003）：平成13年度 国内石油・天然ガス基礎調査 基礎物理探査「石狩平野北部」調査報告書、53p

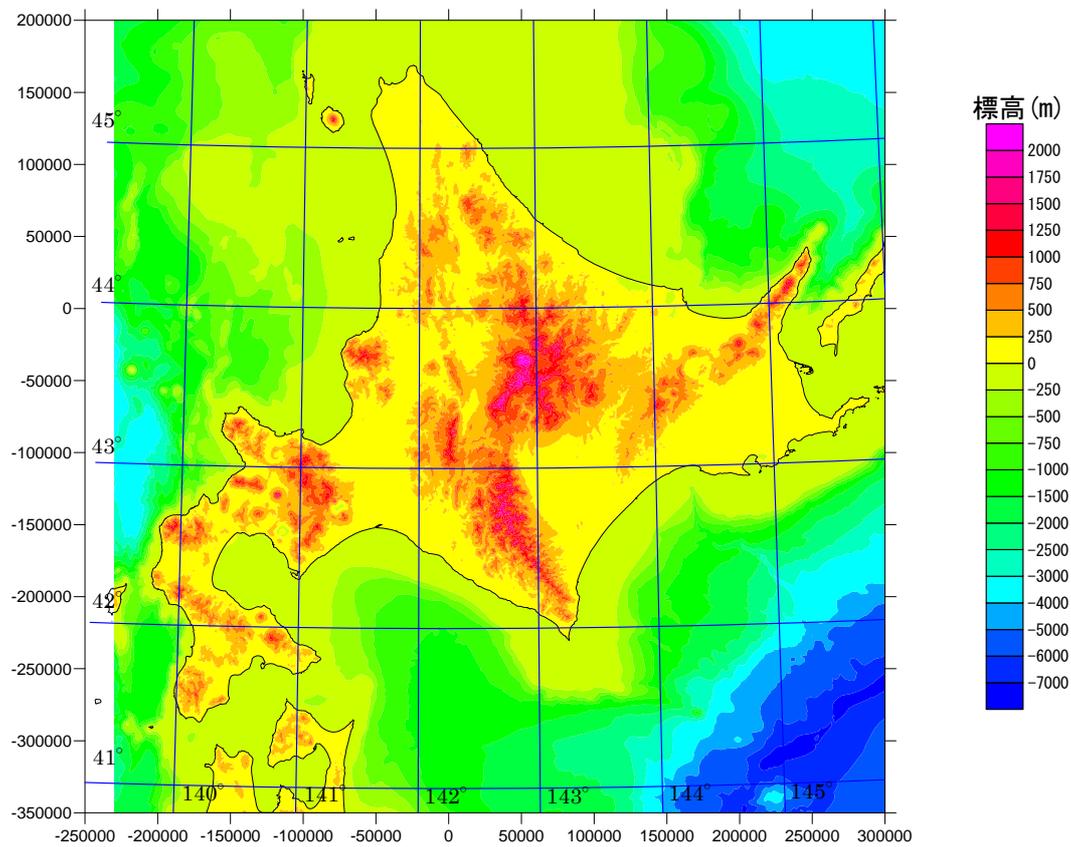


图 1.1 地形图

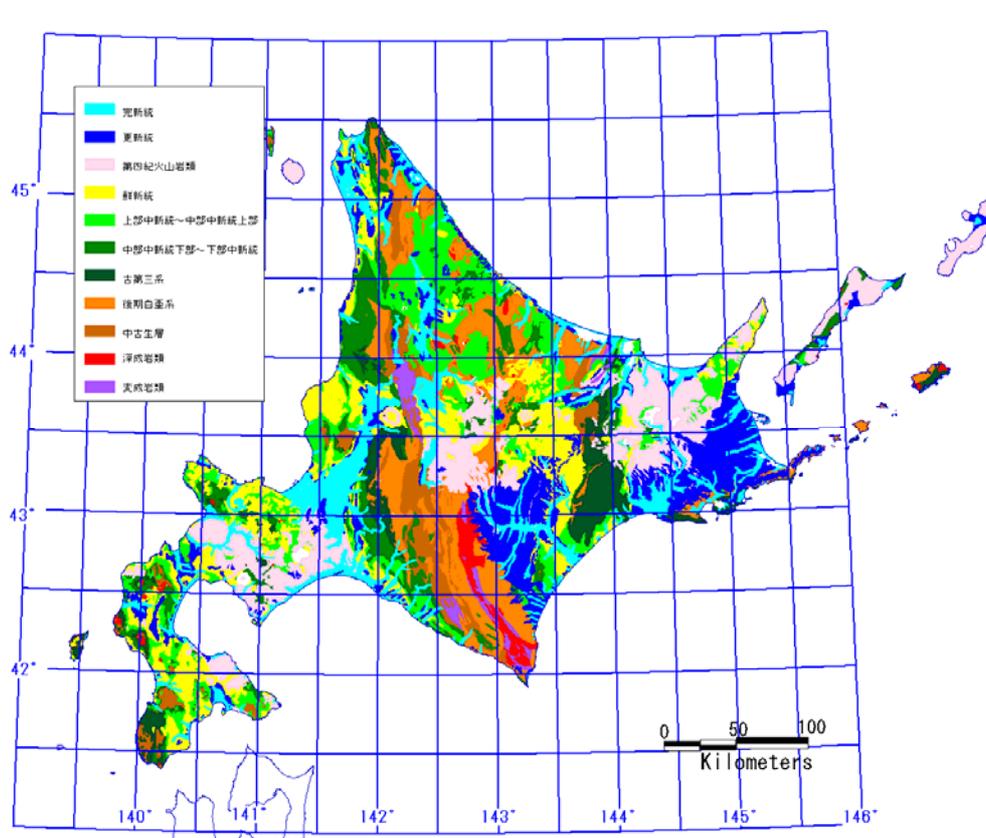


图 1.2 地質平面图

表1 石油公団基礎試錐・基礎物理探査における層序区分

地質時代		渡島半島	胆振	天北	留萌	雨竜	石狩一日高	十勝平野	白糠丘陵	根釧原野	網走
第四紀		瀬棚層	材木沢層	更別層			萌別層		長節層	釧路層群	美幌層
新第三紀	鮮新世	黒松内層	当別層	勇知層 声問層	茂築別層 遠別層	一の沢層 留萌層	荷菜層	十勝層群	白糠層	幾品層	美岬層
	中新世	八雲層	望来層	稚内層	稚内層	増毛層	平取・軽舞層	大樹層 生花苗層	厚内層	越川層	呼人層 能取層
			盤の沢層 厚田層 奔須部都層	増幌層 鬼志別層 宗谷層	古丹別層 築別層	峠下層 ユードロ層	川端・振老層 滝の上層 幌向層	大川層 当縁層	直別層 オコッペ沢層	忠類層	網走層
	前期	訓縫層 福山層	定山溪層	—	—	袋地層	—	—	—	—	車止内層
古第三紀		—	—	曲淵層 羽幌層	三毛別層 羽幌層	雨竜層群	南長沼層 紅葉山層 幌内層 石狩層群	—	音別層群 浦幌層群	音別層群 浦幌層群	常呂層
後期白亜紀		—	—	函淵層群 蝦夷層群	蝦夷層群	—	函淵層群 蝦夷層群	—	根室層群	根室層群	根室層群
先後期白亜紀		渡島帯の 中生層 花崗岩類	隈根尻層群	空知層群	空知層群	空知層群	空知層群 神居古潭帯 日高帯	中の川層群 (常呂帯)	(常呂帯)	(常呂帯)	(常呂帯)

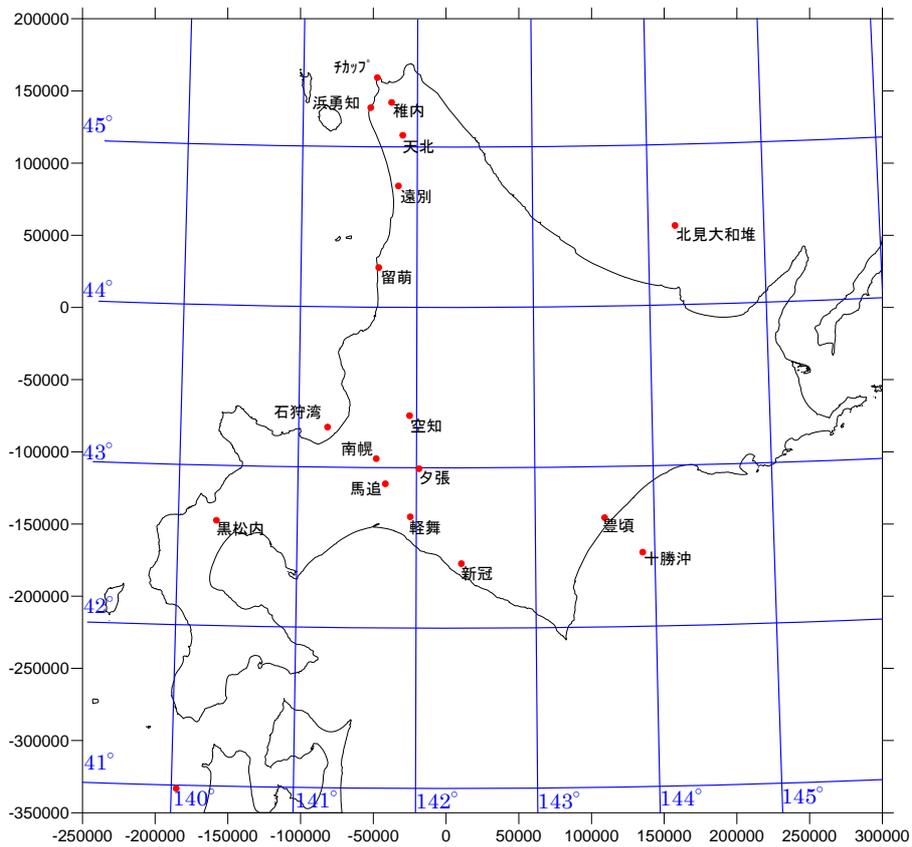


図 2.1 文献位置 (石油公団・基礎試錐)

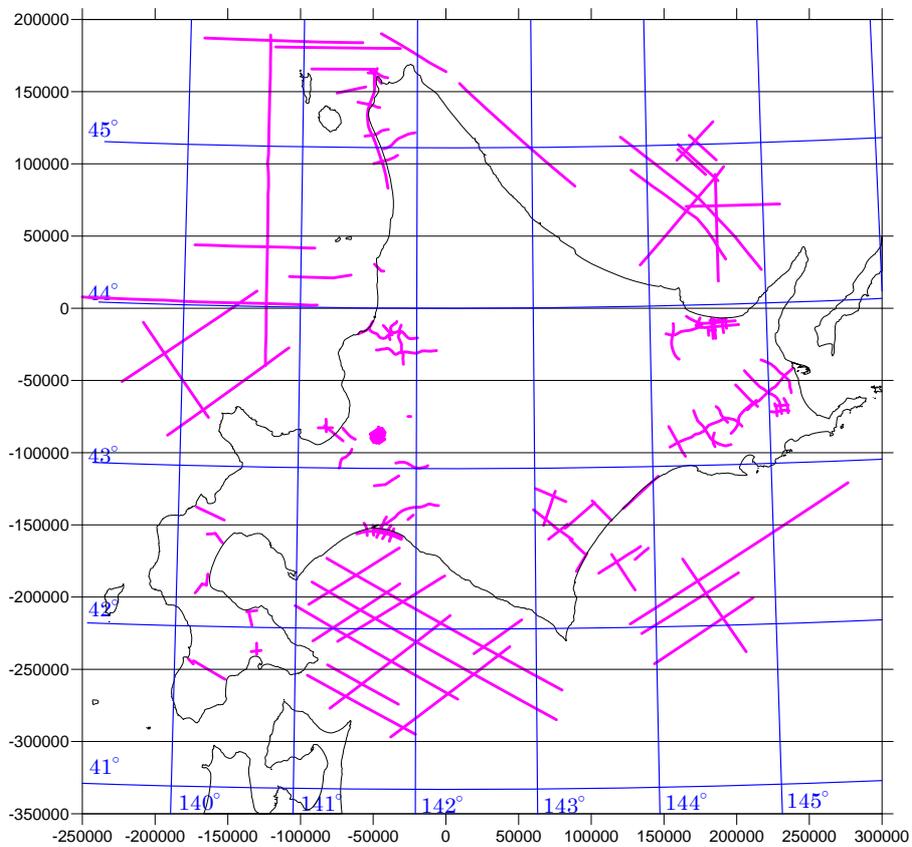


図 2.2 文献位置 (反射法地震探査)

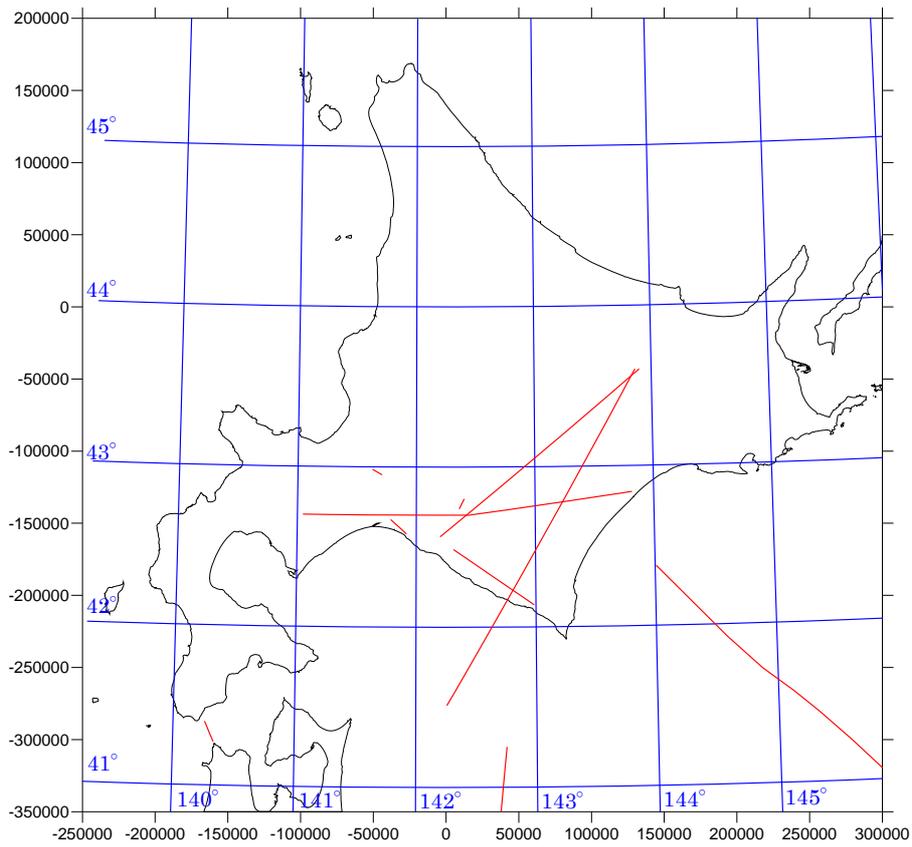


图 2.3 文献位置 (地殻構造探查)

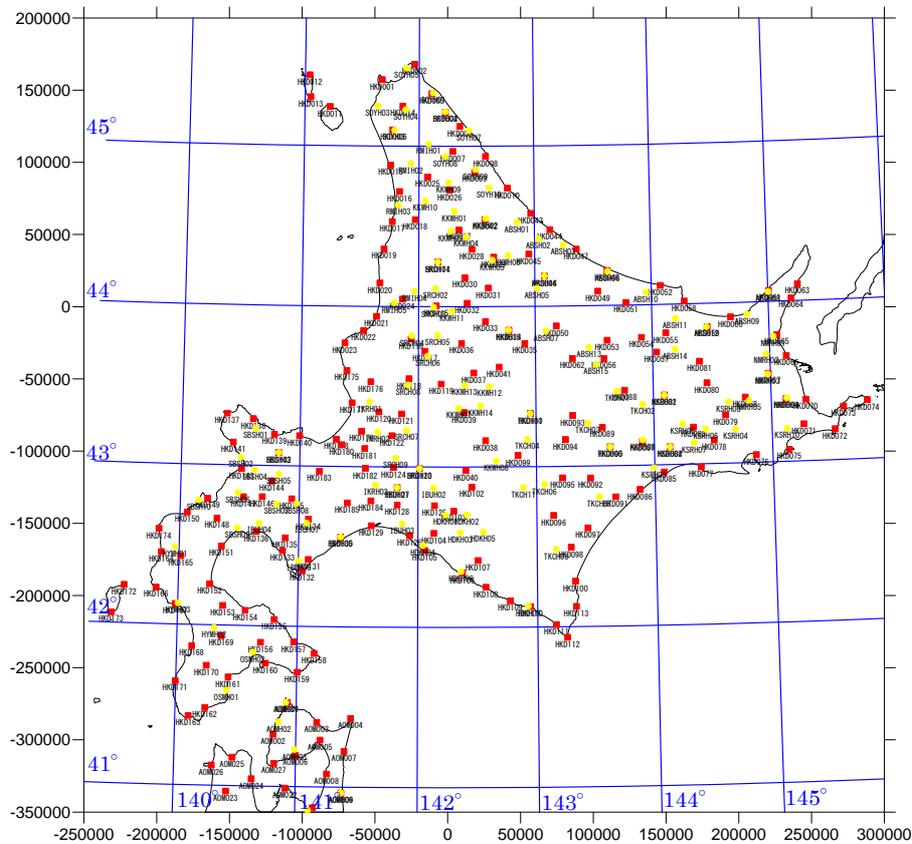


图 2.4 文献位置 (KiK-net · K-NET)

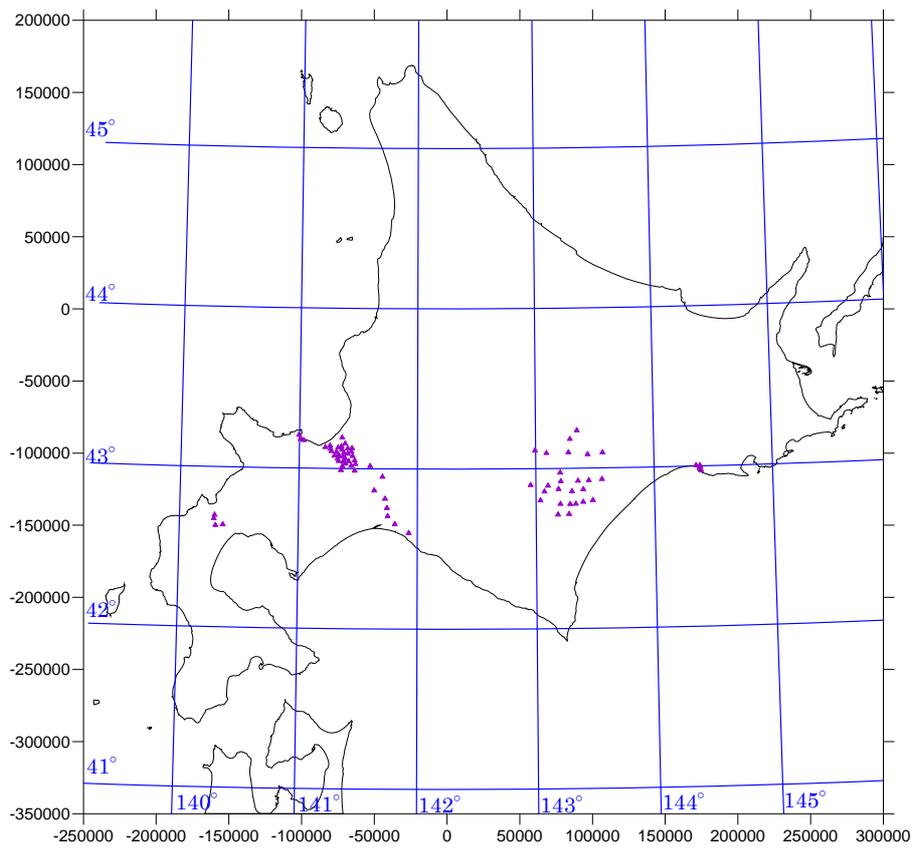


図 2.5 文献位置 (微動アレイ探査)

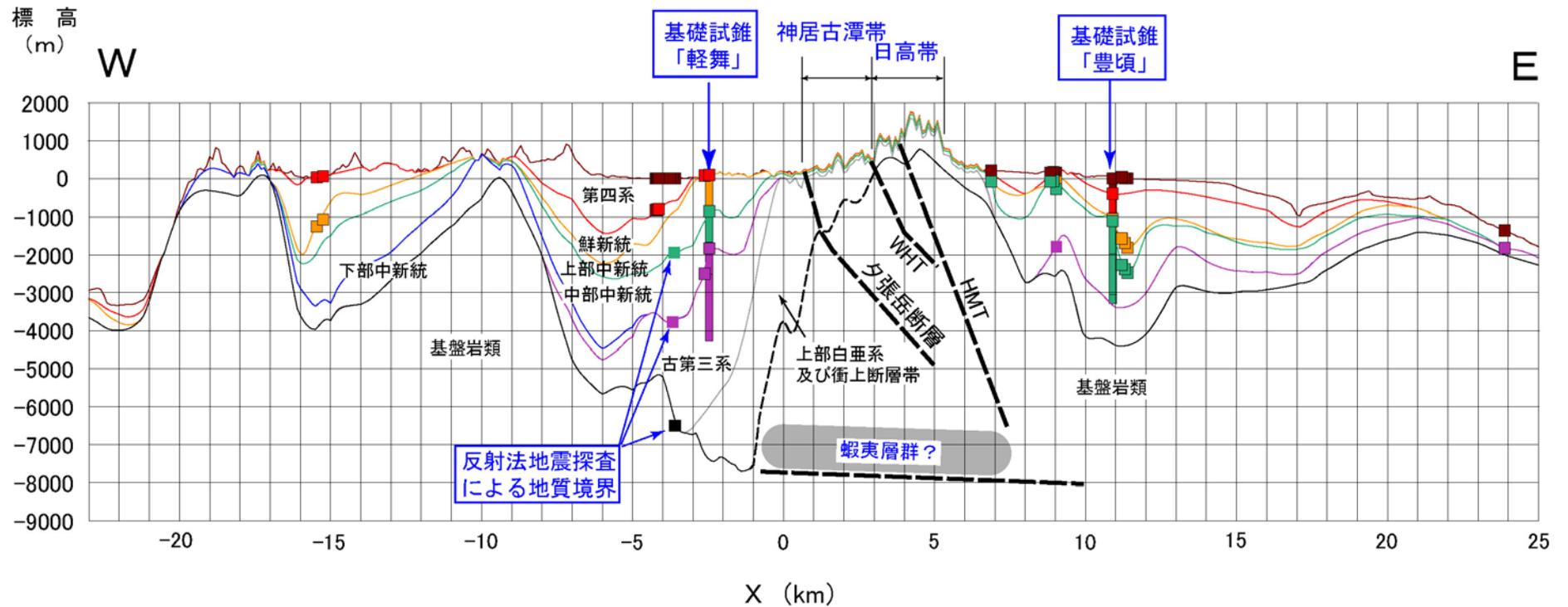


図3 深部地下構造モデルの作成方法
 石油公団の基礎試錐と反射法地震探査によりモデルを作成。日高西部の神居古潭帯はクリッペであり、その下位に上部白亜系の蝦夷層群が分布（伊藤，2000など）。地震基盤は日高帯西縁に向かって浅くなるものと推定した。HMT：日高主衝上断層 WFT：日高西部断層群

表2 速度層の物性値

速度層	P波速度(km/s)	S波速度(km/s)	密度(g/cm ³)	地層
1	1.9以下			第四系
2	2.1	0.7	2.0	鮮新統
3	2.5	1.1	2.2	上部中新統
4	3.3	1.7	2.3	中部中新統
5	4.0	2.2	2.45	下部中新統~後期白亜系
6	5.5	3.2	2.65	基盤岩類(先後期白亜系)

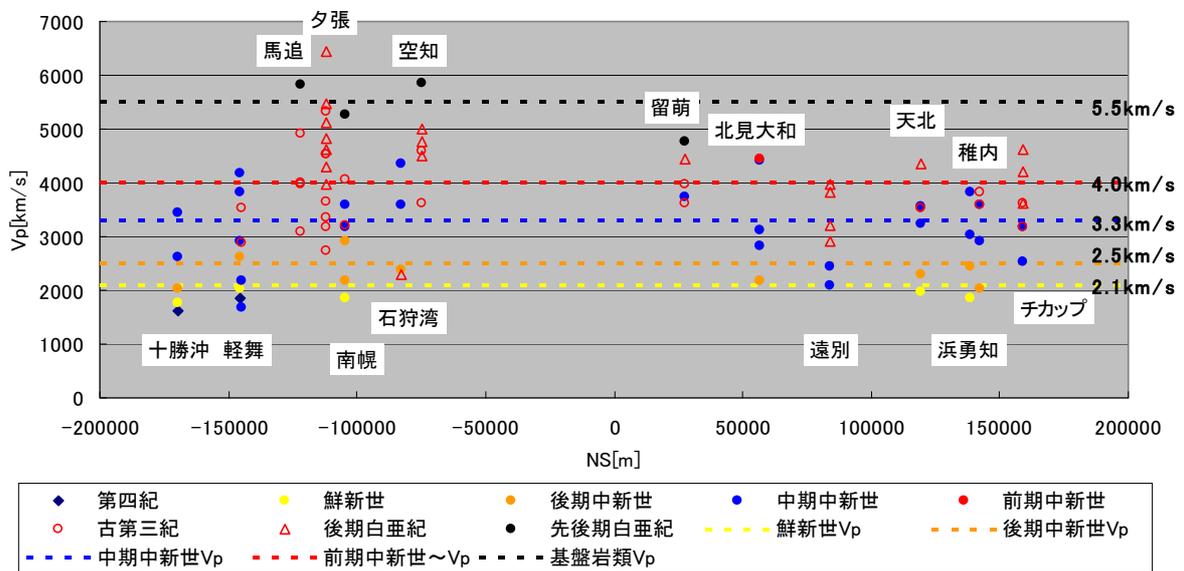


図4 観測されたP波速度と速度層区分
(石油公団・基礎試錐による)

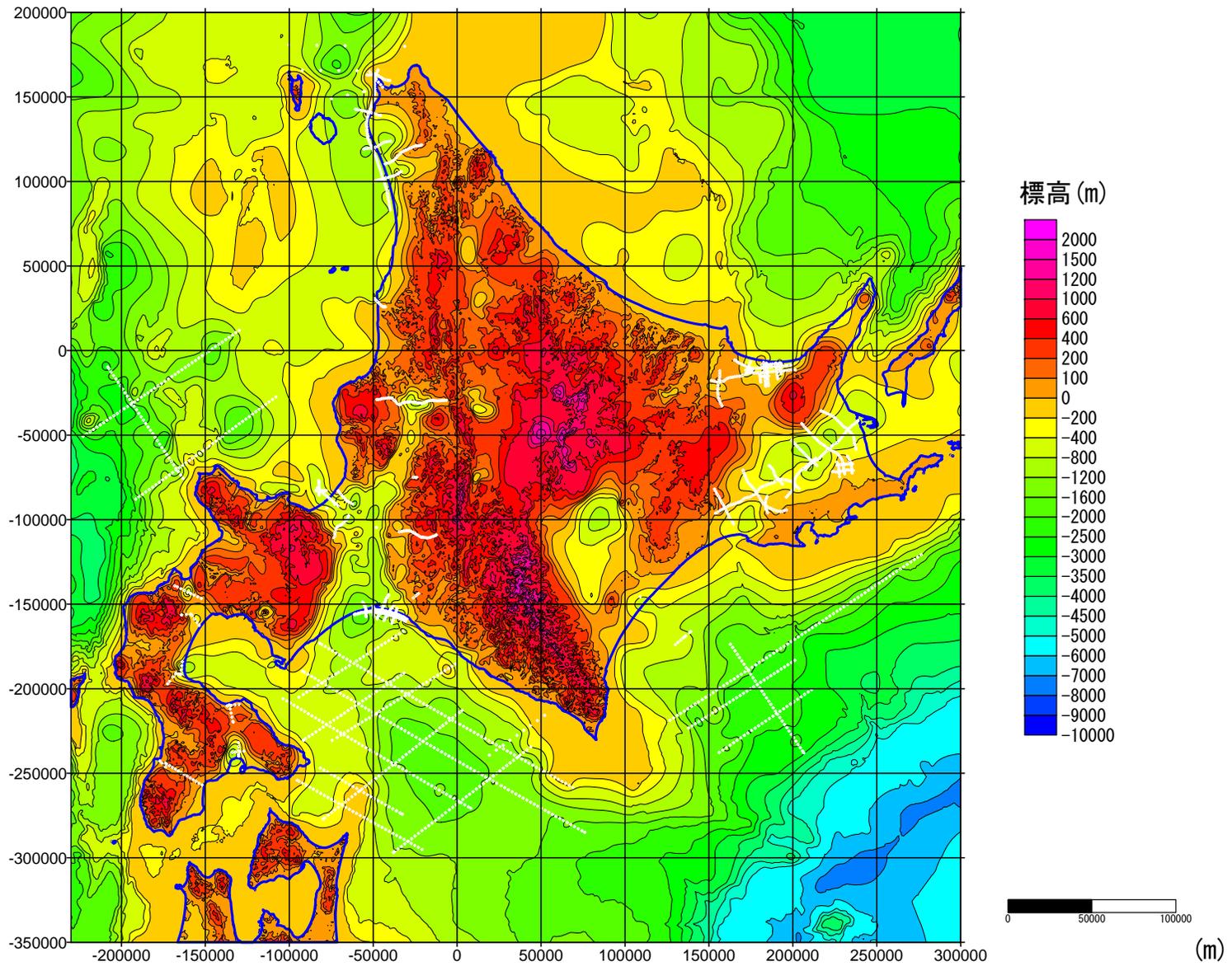


図 5.1 鮮新世上面標高のコンター

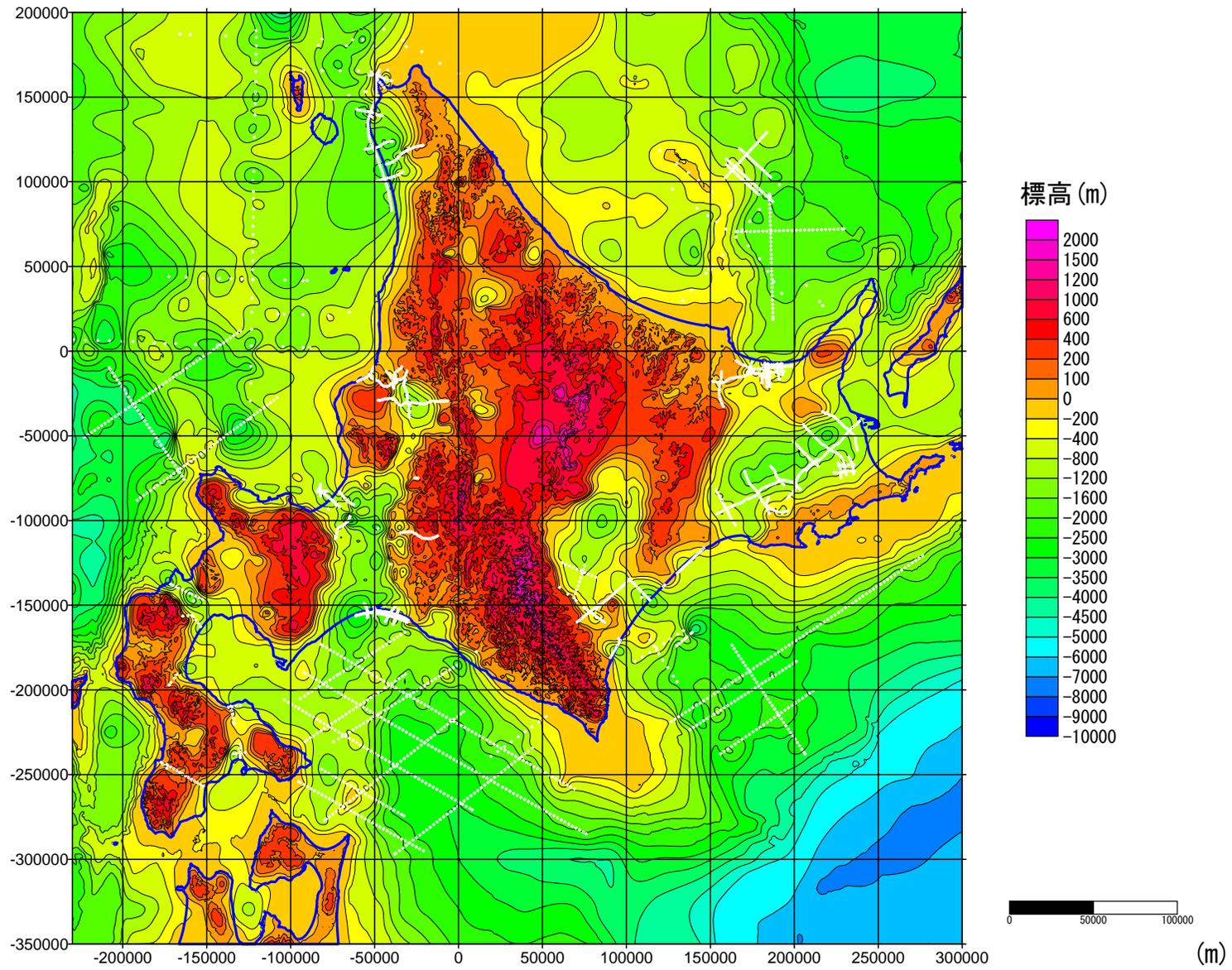


図 5.2 後期中新世上面標高のコンター

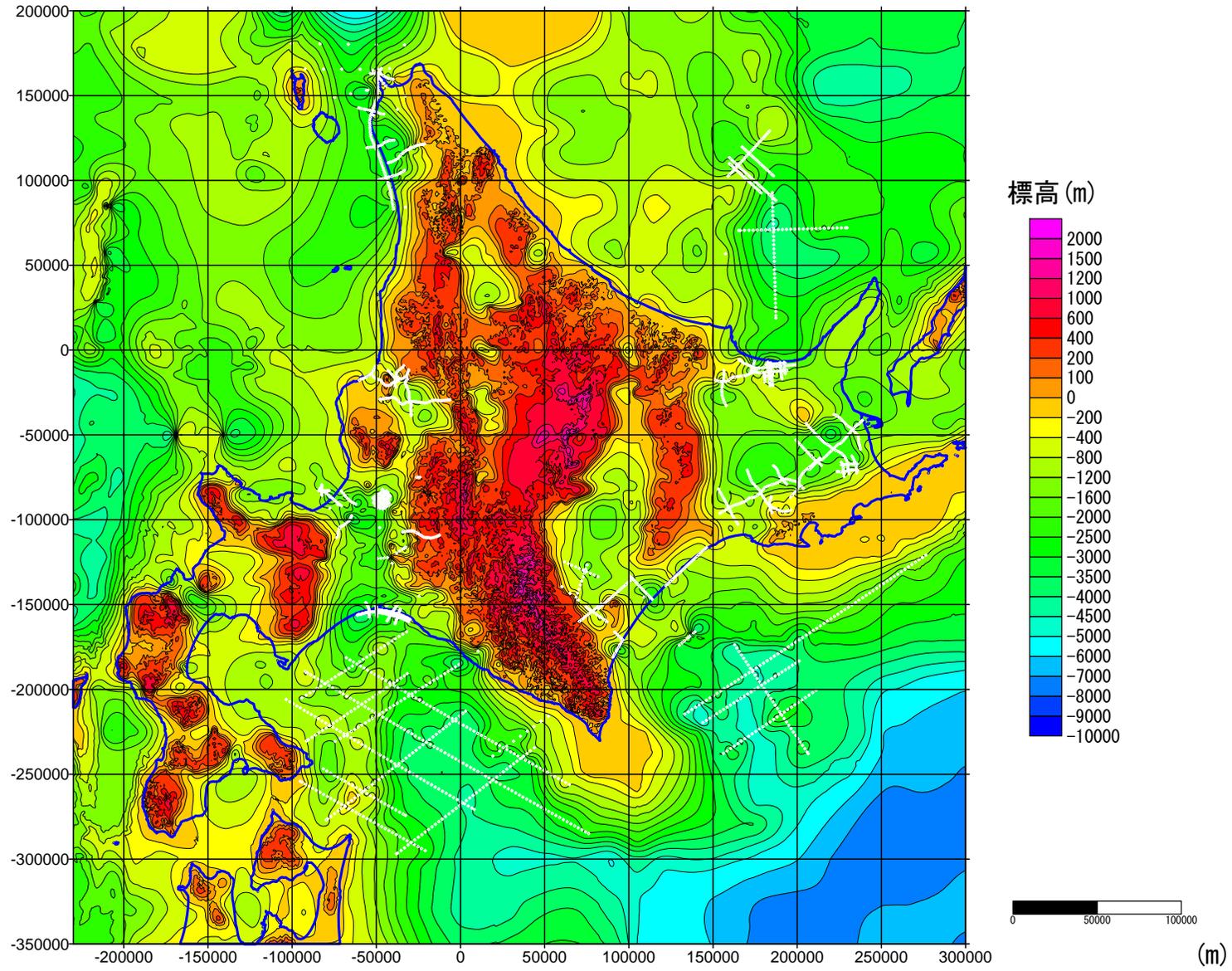


図 5.3 中期中新世上面標高のコンター

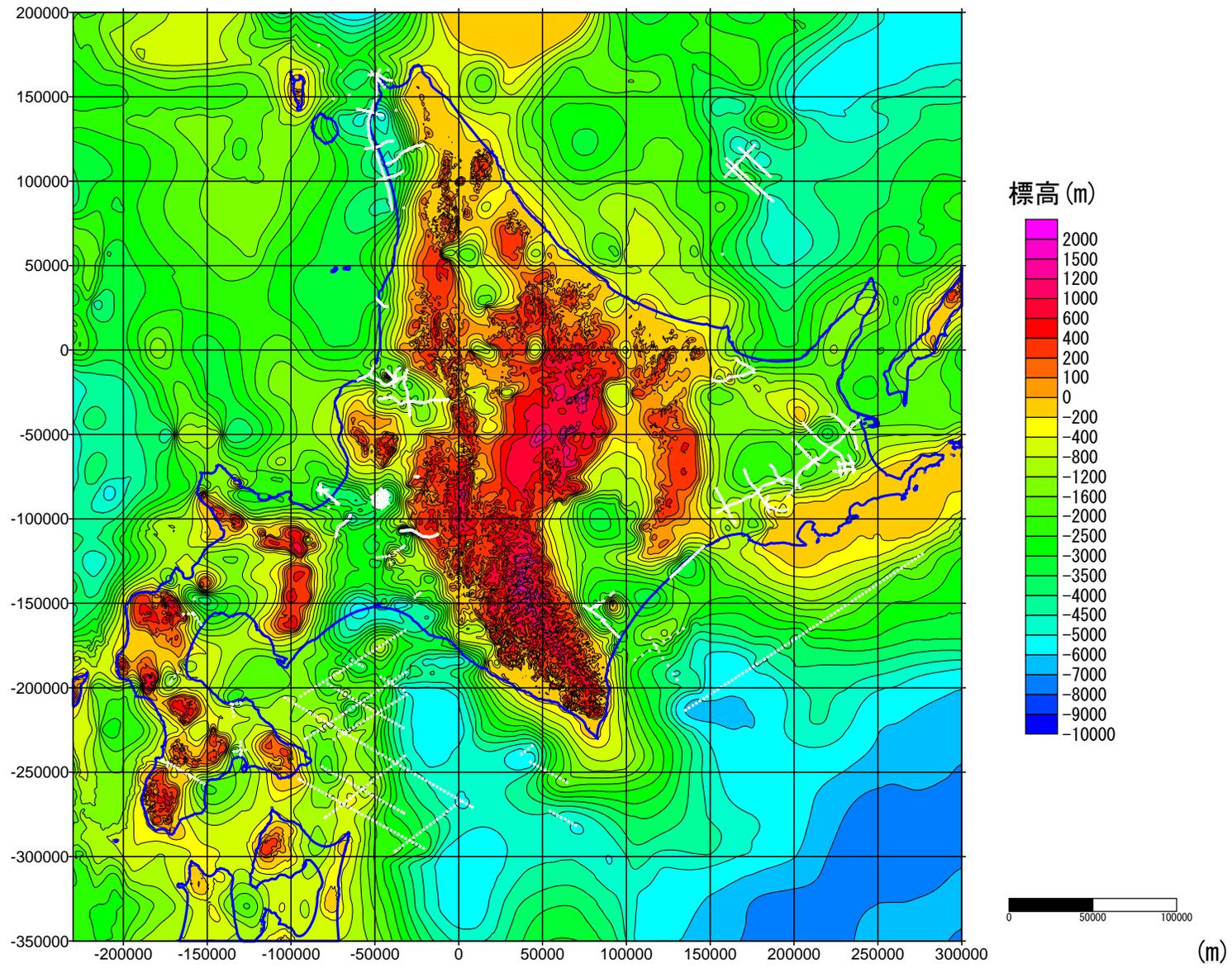


図 5.4 前期中新世上面標高のコンター

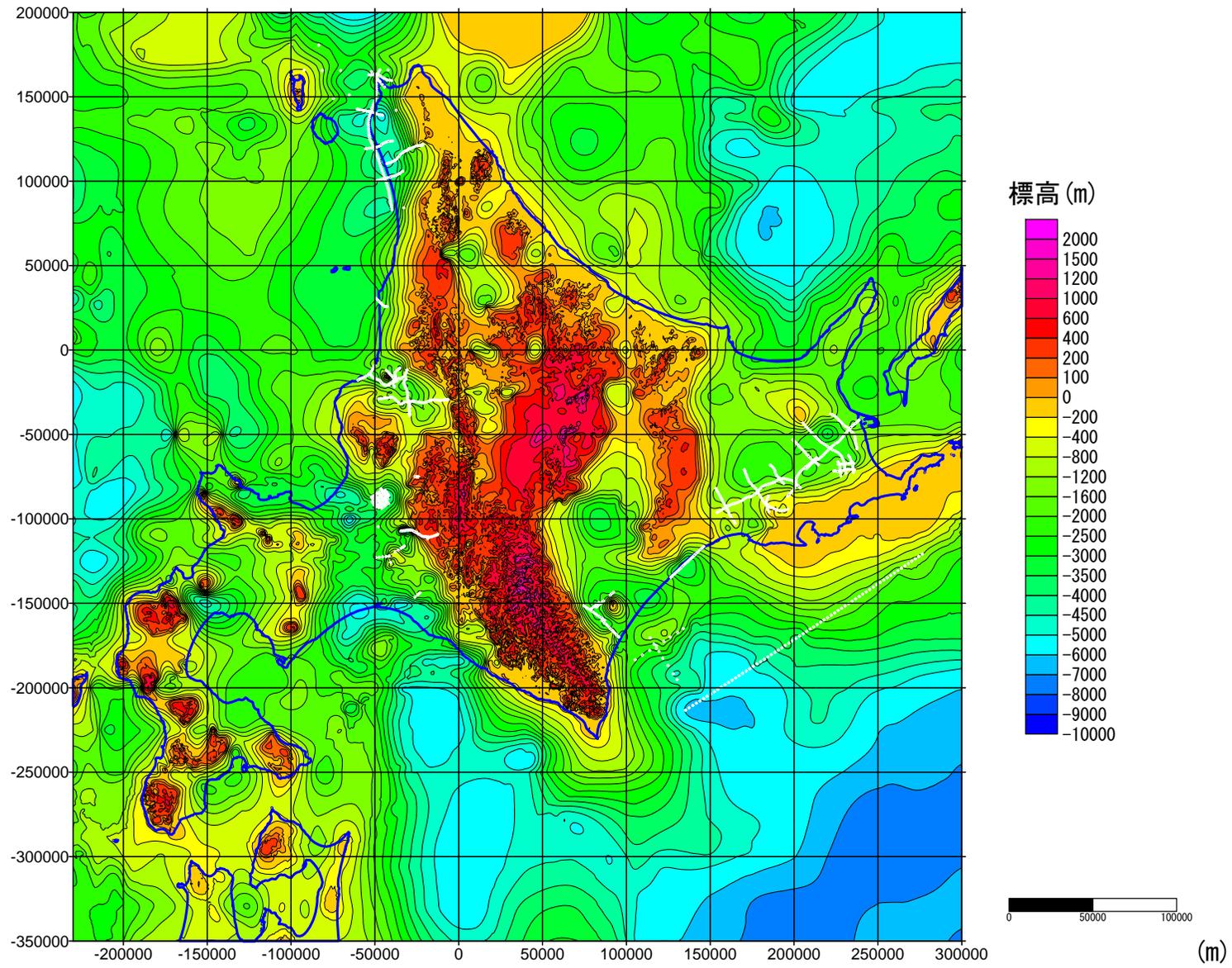


図 5.5 古第三紀上面標高のコンター

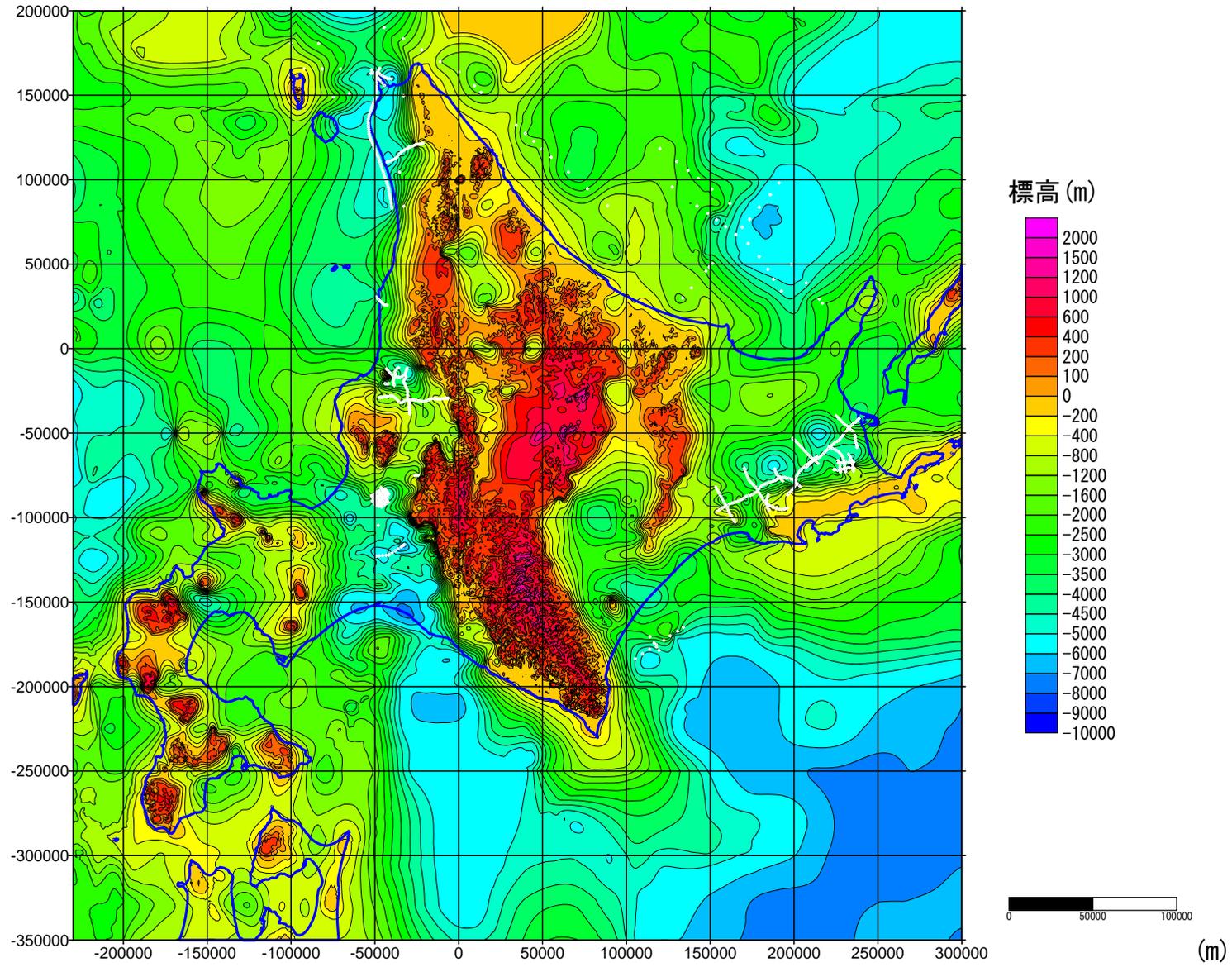


図 5.6 後期白亜紀上面標高のコンター

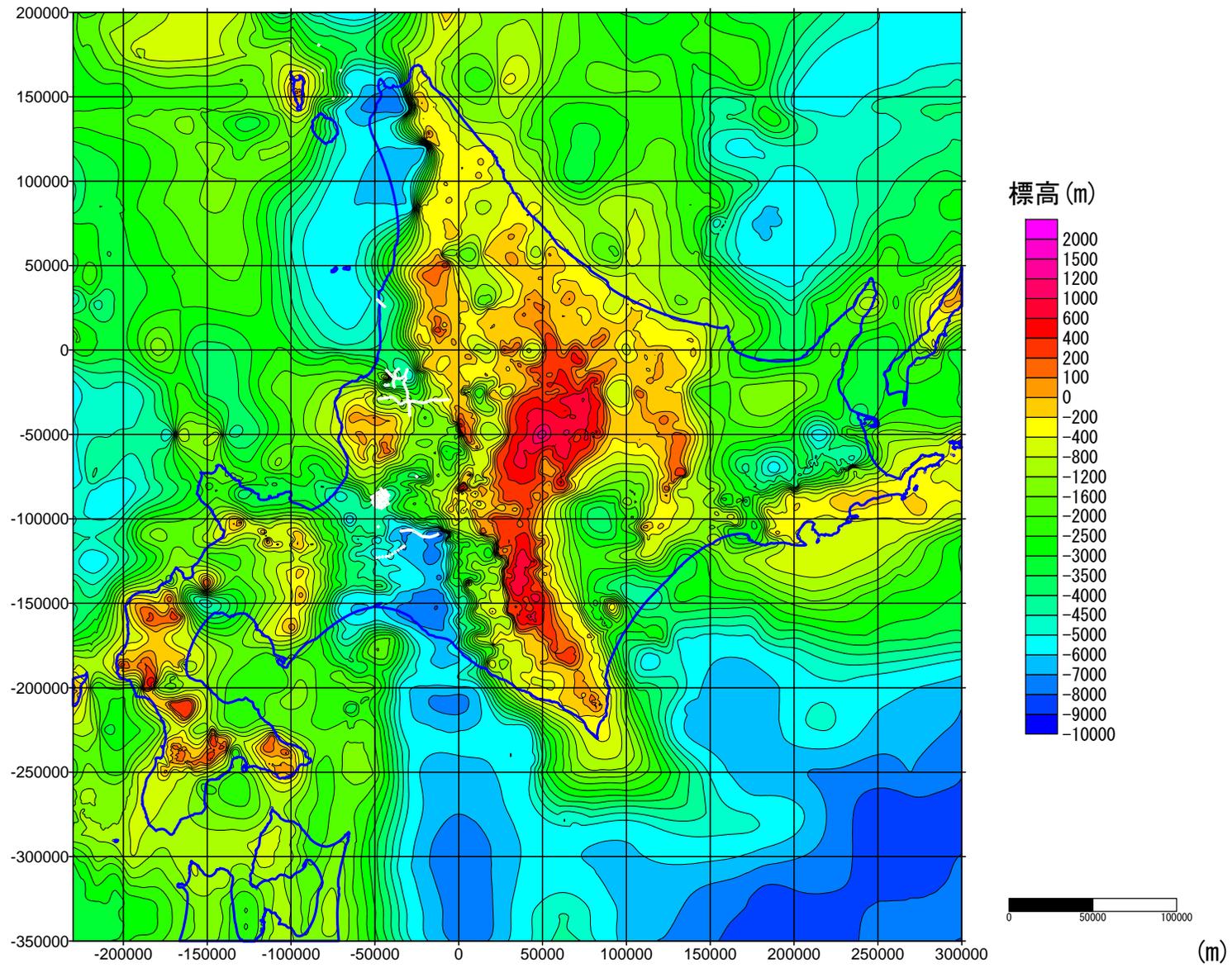


図 5.7 基盤岩類上面標高のコンター

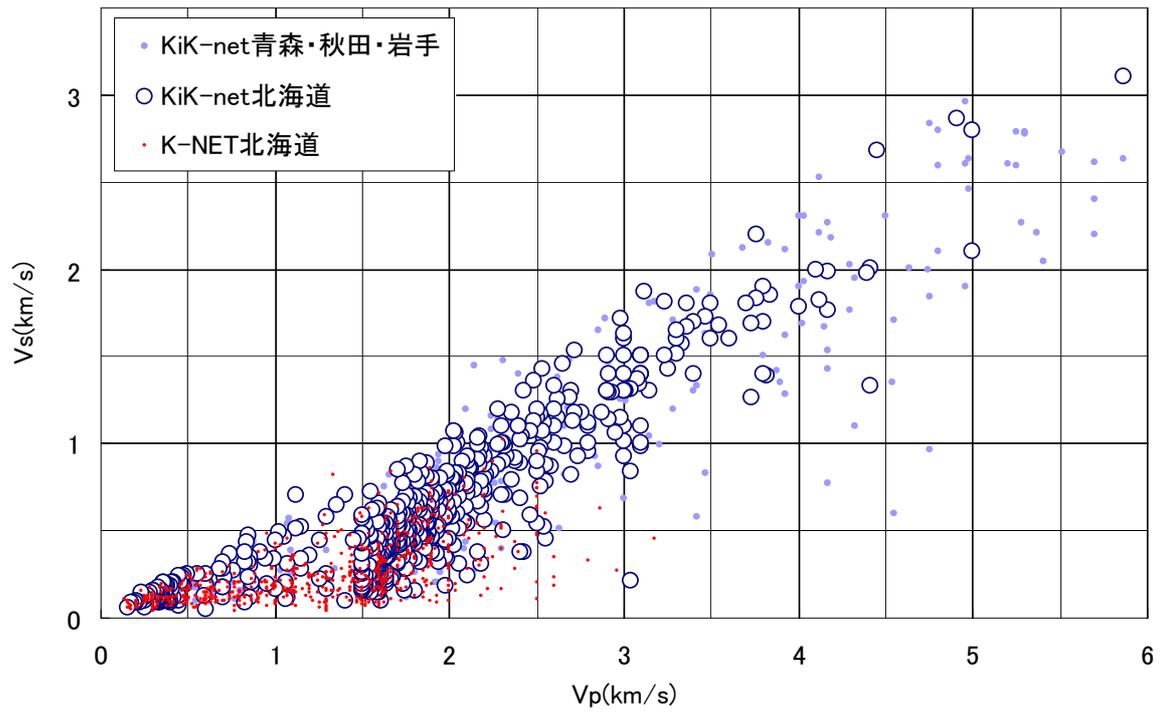


図6 P波とS波速度値の関係図