

平成16年度 石狩平野北部地下構造調査 第2回委員会

議 事 録(概要版)

日 時	平成16年12月17日（金） 14:00～16:00
会 場	札幌市消防局 2 F 会議室
出席者	<p>石狩平野北部地下構造調査委員会委員</p> <p>笠原 稔 北海道大学大学院理学研究科教授 (委員長)</p> <p>笹谷 努 北海道大学大学院理学研究科助教授 (副委員長)</p> <p>鏡味 洋史 北海道大学大学院工学研究科教授</p> <p>岡田 成幸 名古屋工業大学大学院工学研究科教授</p> <p>岡 孝雄 北海道立地質研究所主任</p> <p>札幌市危機管理対策室</p> <p>濱岡 文典 危機管理対策課マネジメント担当課長</p> <p>事務局</p> <p>瀬野 輝光 危機管理対策課計画運用担当係長</p> <p>瀧山 忍 危機管理対策課職員</p> <p>説明員</p> <p>阿蘇弘生, 光井久, 岡田信, 大友淳一, 萩野克彦 大西正純, 東中基倫</p>

事務局	<p>ただいまから第2回目の石狩平野北部地下構造調査の委員会を開催させていただきます。それでは委員長から議事の進行をお願いいたします。</p>
笠原委員長	<p>それでは議事次第に従って「反射法・屈折法地震探査結果」について説明をお願いします。</p>
説明員	<p>○反射法・屈折法地震探査結果の説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今年度の現地調査は地震探査のみ。反射法探査の測線は、北の方の低重力域の中心付近から南の清田区まで。測線長は約13km。 ・屈折法探査は反射法探査測線上の受振器を利用して実施したが、それ以外に独立観測点を複数点設けた。発震は測線上に3点、北方の石狩川河川敷に1点の計4地点で行った。 ・地震探査の実施仕様を、一覧表にして示した。 <p>○反射法地震探査結果の説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本年度の反射測線は、北端で昨年度の反射測線と交差する。 ・反射断面図では、多数の反射面が測線北端付近の低重力域に向かって傾斜している。これはH15年度、H14年度の反射法探査結果と同じ傾向である。 ・反射解釈断面図中、第四系基底は、測線から東に約800m離れた既存ボーリング（厚別温泉、深さ1,153m）の結果を参考にして解釈した。昨年度の測線との交点で矛盾はない。 ・同じく厚別温泉ボーリングを参考にして、かなり強く連続性のよい反射面を当別層の基底と解釈した。 ・望来層の基底については、測線近くに望来層を抜いたボーリング孔がないため、周辺のボーリング孔を参考にして解釈した。測線東方には、少し離れてはいるが、既存の深部ボーリング、野幌、西の里、輪厚がある。それらの地点での望来層の厚さ500～700mを参考にして、かなり強く連続性のよい反射面を望来層の基底とした。この解釈では望来層の厚さが約600～700mとなり、周辺ボーリングの望来層の厚さと矛盾はない。 ・さらにその下、これまで解釈していなかったが、やや強い反射面を盤の沢層・厚田層の下面かと考えた。盤の沢層の基底の可能性もある。 ・地震基盤としている定山溪層群は、これまでと同じようにさほど明瞭なものではない。測線北端の最も深い所は、昨年度の結果に合わせて解釈した。全体の形状は、屈折のレイトレーシング解析の結果を参考にして推定した。 ・H15年度測線との交点では、昨年度解釈したいくつかの地層境界面深度よりも今年度結果の方が浅くなっている。全体的には、今年度の反射断面はH15、H14年度よりもかなり信頼度が高いと判断できるため、H15年度反射断面を再解釈した。当別層基底、望来層基底などの再解釈に当たっては、岡先生のご意見もいただいた。 ・H14年度反射解釈断面は、H15測線との交点付近で若干変更した。 <p>○屈折法地震探査の説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屈折法探査では、良好な記録が取れている（各発震点の記録の説明）。 ・基盤からの屈折波は、VP-1とVP-4での発震記録の測線端部に現れている（記録と走時曲線で説明）。 ・反射解釈断面を参考にして設定した初期モデルでレイトレーシング解析を行い、理論走時は観測走時をほぼ満足する結果となった。

説明員	<ul style="list-style-type: none"> ・昨年度の反射断面の解釈も変わったので、昨年度のレイトレーシング解析もやり直し、理論走時は観測走時をほぼ満足する結果となった。
笹谷副委員長	H15年度のレイトレーシング解析をやり直したということだが、構造解釈が変わったのは測線の端の方だから、あまり関係ないのでは。
説明員	わずかですが、構造が変わった部分をパスが通ることになります。
鏡味委員	今年度の反射断面で、CDP150～300付近に斜めのズレのようなものが見えるのですが、何か意味のあるものでは。
説明員	断層のような現れ方ではないと考えています。
鏡味委員	H15年度の反射断面にも似たようなものが現れており、そこは断層と解釈したのでしたね。
説明員	H15年度の反射断面では反射面が食い違っていることから断層と解釈しましたが、今年度の断面ではそのような食い違いが認められないので、断層とはしておりません。
岡委員	CDP700付近の所に深さ1,800mの市の泉源ボーリング孔があります。先ほどの当別層の基底だと言っていた所というのは、非常に強反射のものがずっと追いかけているのですが、あそこの所はそのボーリング結果で見ると百mか百何十mという礫岩が挟まっているのです。当別層の下を抜いているのです。そのような礫層を清田の方まで追いかけるわけですね。札幌の南部の方にいくつかのボーリングデータがあって、そちらの方とどのようにつながりがあるのかということは今検討しているところです。
笹谷副委員長	反射の結果は、そのボーリングデータと矛盾するものではないですね。
岡委員	<p>つながりはそのとおりで良いと思います。</p> <p>H15年度反射断面の以前の解釈では、当別層の基底を測線の東端で深度3,000m程度までにしていましたが、あまりにも極端すぎました。再解釈結果では浅くしているので、それでよいと思います。材木沢層も一番深い所は1,500mくらいまでいくと私は言いましたが、どうもそれは修正しなければいけないようです。そこは地殻変動が関わっているのですが、いろいろと解ってきたということです。今年の反射断面で層を整然と追いかけるということですね。</p>
説明員	<p>それではそのボーリングデータをいただいて、反射断面の検討材料に使わせていただきます。次に総合解析の説明に移ります。</p> <p>○総合解析の説明概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・総合解析の手順は昨年度と同じ。地震動シミュレーションの手前までの説明。 <p><微動の再解析結果を分散曲線や解析された速度構造で概要説明></p> <ul style="list-style-type: none"> ・今年度反射測線の近くの微動結果を反射結果と比較すると、とくに第7層（基盤）が浅すぎると判断し、再度拘束条件等を与え直して、35地点の同時解析を行った。

説明員

- ・拘束条件を設定し直した微動点は、測線から離れた点も若干あるが、主には測線近くにあるNo.26、No.29、No. 30、No. 16など、調査地域東南部の微動点になる。
- ・かなり深い拘束条件を与えているので、No. 29、No. 30では理論位相速度が低周波側で観測位相速度と少し乖離しているが、その他の微動点については昨年度とそれほど変わっていないか、変わっていても許される範囲にあると考えている。

<重力の再解析結果の概要説明>

- ・重力の方も、コントロール点として反射法探査の結果が追加になり、微動も見直しを行っているので、それらの結果に基づいて再解析を行った。
- ・ブーゲー異常とコントロール点の基盤深度との線形近似式は、昨年度と若干違った結果となった。
- ・線形近似式を用いてブーゲー異常から推定した基盤深度分布とコントロールデータによって補正した最終的な基盤面深度分布を説明。
- ・基盤面等深線図では、昨年度と比べて深いコンターが南の方に張り出した形状を示している。北方面などは昨年度とほとんど変わっていない。
- ・調査地域南東部の既存ボーリング野幌、西の里、輪厚については、基盤とした定山溪層群に達していないが、昨年度コントロール点として採用した。しかし、今年度の反射結果などから判断して、コントロール点とはしていない。
- ・重力のモデル計算結果については、結果図を示して、昨年度と同じように山側の基盤を覆う上部層に平野部よりも大きな密度値を与えることで、計算値は観測値をほぼ説明できる旨を説明。

<微動・S波速度構造の地層区分や同一速度層区分の説明概要>

- ・H16年度反射断面の地層区分と矛盾しないように、測線近傍の微動点No. 13、No. 29、No. 30を結んだS波速度構造を区分することができた。
- ・H15年度反射断面の解釈が測線東端部で変更になったので、それと矛盾しないように測線近傍のS波速度構造の地層区分も変更した。
- ・H14年度についてはほとんど変わっていない。
- ・微動が再解析されたことに伴って、東西断面、南北断面におけるS波速度構造の地層区分も変更したが、特に東西断面④、⑤、南北断面③、④では、調査地域南東部に当たる範囲で、基盤が昨年度よりも深くなっている。
- ・地層区分するに当たっては、H14、H15、H16年度の反射結果も考慮。

<等深線図の概要説明>

- ・地質モデルの第四系基底等深線図は昨年度とほとんど同じである。
- ・当別層基底等深線図では、最も深い地点が昨年度よりも少し北に移動した以外は、昨年度と大きな違いはない。
- ・基盤面等深線図では、深いコンターが昨年よりも南の方に張り出す形状を示している。
- ・物性値モデルの内、第1層下面～第5層下面については昨年度と大きく違っていないが、第6層下面については深いコンターが昨年度にくらべて南の方に張り出している。

説明員	<ul style="list-style-type: none"> 物性値モデルの第1層～第7層のS波速度平均値については、第1層、第3層、第5層は昨年度と同じ、第2層が昨年度の700m/sから710m/sに、第4層が1,470m/sから1,460m/sに、第6層が2,500m/sから2,530m/sに変わった。第7層（基盤）は昨年度の3,100m/sから3,130m/sと変わった。
笠原委員長	微動の再解析は反射断面と整合が取れているわけですか。
説明員	昨年度並み程度には取れました。
笠原委員長	最後のS波速度層等深線図は、微動のそれぞれの地点で決まった各速度層の深さをコンタリングしたものです。
説明員	はい、そのようにして作成した物性値モデルになります。地質モデルはこれらとは若干違っています。
笠原委員長	第四系基底等深線図とあるのは、地質モデルでいいのですか。
説明員	はい、そうです。地質モデルの第四系基底等深線図は、既存ボーリングの第四系基底深度や反射結果の第四系基底深度、それにこれらと矛盾しないように再解析した微動結果などを用いて作成したものです。当別層基底、基盤についても同様です。その微動結果をそのまま持ってきて、第1層なら第1層を結んでいった、第3層なら第3層をずっと結んでいって、それぞれの速度層の深度分布を表したものが物性値モデルになります。あくまで地質というものを意識して解析をし、その結果として出てきた微動結果が物性値モデルであるということです。
笹谷副委員長	地震基盤等深線図では、石狩湾にまでコンターを引いていますが、他の地質モデルや物性値モデルでは何も引いてないですね。
説明員	昨年度ご説明したように、石狩湾から陸域にかけては、石油公団資料として「グリーンタフ上面等深線図」という時間のコンターマップがあります。これを深度に換算したものを、地震基盤（グリーンタフである定山溪層群）の等深線図のデータとして採用しているので、基盤等深線図に関してだけは海域のデータがあるのです。
笹谷副委員長	なるほど、1測線についてではなくて、面的なデータですね。
笠原委員長	反射断面の地層区分（色付き部分）と測線近傍の微動結果の同一速度層区分（点線）とでは、場所によっては一致していないですね。例えばH16測線のNo.13地点では、1.2km/sというS波速度が第3層に出てきて、ここまですべて第四系になっている。これを同測線のNo.29地点まで辿っていくと、そこでは第3層が1.1km/sという値をもっているにも関わらず、当別層に食い込んでしまっている。H15測線でのNo.13地点とNo.9地点の関係も同じです。深いところでの違いはある程度納得できるのですが、当別層と第3層あたりのところは微動の限界なのか、局所的な構造の影響という問題ですかね。
説明員	反射断面の地層区分（地質）とできるだけ矛盾しないように、S波速度構造を区分すると、このようになります。
笹谷副委員長	笠原先生の微動の限界とはどういう意味ですか。

笠原委員長	限界というか、ポイントで見ているのと、二次元的に見ていたものがうまくいかないと言うか、層区分がうまくいっているのかいないのかという感じです。
説明員	これまでも反射の速度解析結果でご説明してきたように、同じ地層でも深い所があれば速度が大き目に出ています。そういう傾向があると物性値モデルと地質モデルが一致しない場合もでてきます。
笠原委員長	地質モデルと言いますが、地質モデルという意味で解釈しているわけではないですね。反射面を認定しているわけですから。
岡委員	反射面としては、地質的な同時時間面の部分もあれば、物性的に境になっているところもあるかもしれない。反射面が帯状になっているのは、例えば礫岩が溜まったような地質的同时時間面に近いかと思いますが、ここで言う地質モデルがすべて地質的同时時間面で追跡した地質モデルかどうかということははっきり判りません。地質データがたくさんあれば別ですが。
笹谷副委員長	今の段階でどちらが良いかということの決着はつかないと思います。これまで一つの思想でまとめてきているのだから、現実問題としては物性値モデルというもので処理していくしかないですね。
笠原委員長	総合解析は全て済んでいるのですか。
説明員	地震動のシミュレーションがまだ済んでいません。それ以外の所はとりあえずできあがったということで、ご説明しました。
笠原委員長	今回求めた地下構造で重力異常が説明できるのですか。
説明員	コントロール点で基盤深度が決まっているのですが、コントロール点の分布密度が疎の所は、重力で内挿していこうという思想でまとめています。 重力異常と基盤深度の相関式が一つ決まりますので、それで深度モデルが一つできます。その相関式から求めた基盤深度と実際の基盤深度に対して、それぞれのコントロール点の残差を全体的に振り分けます。ですからコントロール点では、相関式から求めた基盤深度ではなく、コントロール点での実際の基盤深度が基盤構造の深さとなっています。
笠原委員長	コントロール点というのはどこにあるのですか。
説明員	反射測線、ボーリング点、それから微動点ですね。それぞれの手法で決まった深度に関しては、その深度が正しいとしています。残差は100mなり200m出てくるわけですが、そのような差をまた相関式から求めた基盤深度分布に戻してやって、コントロール点では実際の反射法で解析した基盤深度、既存ボーリングの基盤深度、微動点の基盤深度になるよう調整しています。
笠原委員長	先ほど見せてくれた構造の基盤面は、コントロール点を含めながら決めた、すなわち今回の構造探査で決まった基盤深度を与えているということですね。

説明員	はい、そうです。
笠原委員長	重力のモデル計算で、第四系を当別層に含めた形になっていますが、第四系を考慮しなかった理由はなんですか。
説明員	とくに大きな理由はありませんが、第四系をモデル化しなくても、計算結果への影響はほとんどないだろうと考えました。
笹谷副委員長	平野部はわかったのですが山側の方をどうするかということが問題ですね。
説明員	ボーリングデータもないし、むずかしいところです。
笠原委員長	No.34地点では深度2,100mという基盤面が解析されており、ここの平野が入り組んだ所がそうなるのかもしれませんが、そのまま延長して、山の下まで深度2,000mまであるかということそれは不思議だという感じになります。盤溪の井戸では深度1,310mまでいかないと定山溪層群にならないわけですね。
説明員	盤溪井では基盤（定山溪層群）には達していないが、その深度で基盤深度を拘束しています。これよりは深いわけです。
岡委員	基盤等深線図の左下、定山溪あたりでは重力異常は低いのですが、ボーリング結果では基盤（地質的な真の基盤）が浅い所であって、複雑な地質構造になっています。定山溪層群というのがずっと深部まであるかどうか。
説明員	今年の反射断面で、測線の南側の深い所、定山溪層群とした中に強い反射面が出てきているのですが、これの解釈が今一つ解らないところです。定山溪層群がそんなに厚くなく、ここに本当の真の地質の基盤が出てきているのかもしれませんが。
笠原委員長	地震動シミュレーションに関しては、去年から今年にかけて地震動のデータはたくさん集まりましたね。最初の頃は乏しかったですが。
岡田委員	シミュレーションするのはいいのですが、目的がモデルの検証なんですか、検証ができるのですか。
笹谷副委員長	とんでもない計算結果にはならないということを確認する程度と考えた方がいいでしょうね。やってみたらこんなシミュレーション結果が出ましたというところです。 問題は基盤に入った波をどう推定するかですが、先ほどの山地部の基盤構造がどうなっているかという問題になるのです。一番下に入れるのが良いのかということです。物性値モデルの第5層か第6層くらいに入れた方がいいのかななども考えています。
岡田委員	シミュレーションの結果、モデルが変わる可能性はあるのですか。
笹谷副委員長	今の場合、シミュレーションをどこまで合わせたら良いかというのは難しいですね。多分、S波の振幅がとんでもない値ではないということしかチェックできないのではないですか。それから地下構造を決めるとい

笹谷副委員長	うことがまた難しい。十勝沖地震であれば、周期がものすごく長いので、合ってしまうかもしれないです。
笠原委員長	ブーゲー異常とコントロール点の基盤深度との関係図で、縦軸のブーゲー異常 (2.0) の2.0というのは何を表しているのですか。
説明員	補正密度です。
笠原委員長	それを2.0でやって、モデル計算では山側の第1層を2.4としているわけですか。
説明員	はい、そうです。
笠原委員長	微動点 (黄色点) のうち、何点かが、ブーゲー異常が大きい所でその他のコントロール点から大きくずれていますね。2本の回帰直線の方がよさそうなところを、無理して1本にしたというわけですね。
説明員	パターンとしては2つあって、回帰直線からずれた部分はコントロール点の深度とするという事です。
笠原委員長	<p>この微動点のうち何点かのズレは別な意味があるのではないのでしょうか。重力異常は、トータルとして意味をもった量として地下構造を反映しているわけです。それと別な手法で決めた地下構造との統一というのは何らかの形で果たされなければいけないと思います。</p> <p>だからこその構造解析の時にも、解析の中に重力異常を取り込んで検討しようということをご提案してきたのですが、今までのお話の流れでは、極端に言えば、重力異常はあまり気にせず、出てきたものにこうすれば合う結果も出せましたというところで止まっているわけですね。</p> <p>微動点の乖離の仕方がかなりシステムティックですね。そこに何らかの原因がないとこれは説明しにくいのではないのでしょうか。</p>
説明員	場所としては特に南西部のボルカニックがあつたりして、基盤の深さがよく解らないのでこういう解析方法をとりましたが、場所を分けて考えてみるのもいいと思います。ただ、二つの回帰式を採用する場合、その境界をどのように定義するかを考えなければいけないと思います。
笠原委員長	これで明らかにこちらにずれる部分、例えばブーゲー異常の方だけを信用して、微動のデータ点を回帰直線の方にこれをシフトしてやれば、当然基盤はずっと浅くなるわけですね。外れている点を平面上にプロットしてくれればいいわけです。山際に寄っているところでの重力異常から想定される基盤深度はもっと上がっているように見えるにもかかわらず、微動探査ではどういう6層モデルが行ったか、何らかのコントロールがくっついて、基盤深度を深めているという可能性もあるわけです。
笠原委員長	非常に傾斜のきつい、あるいは構造に三次元的な不均一がある場所での微動探査結果というのがどこまで信用できるかという問題が残るわけですね。ここのずれている部分というのは、是非検討してみてください。
説明員	難しいと思ったのは、重力と基盤深度を線形で考えるということで、非常に均一な二層構造、三層構造をまずベースとして考えたときに、山地の方にどういうものが入っているということが非常にモデル化しにく

説明員	<p>いということがありました。それで無理に複雑なモデルを作るよりは、微動の結果を用いて補正の方が信用しても良いのかなということで、分けずに全部一つでやっていたのですが、少し検討してみます。</p>
岡委員	<p>地質モデルとして描いた基底等深線図の材木沢層とか西野層、特に材木沢層は、もっと別な情報を入れるともっと細かく描けるだろうと思います。地震動の問題とは別に地殻変動のことを、これで論じようとするば無理があるので、その辺は限界とは言えませんが、本当はもっといろいろな要素を入れてもっと細かく作った方がいいのです。地震動そのものが問題なのであって、あまり地質的なものは関係ないのかもしれないということが少し気になります。</p> <p>いずれにしても今回の測線に関してはもう少し情報があるので、基盤等の話ではなく、当別層から上の所はもう少し情報を入れて、少し修正してもらった方が良いでしょう。あまり本質的なことにはならないと思います。</p>
笠原委員長	<p>それでは何点か検討してみてください。</p>
事務局	<p>次回の委員会は2月を予定しております。日時については調整をさせていただきますと思いますので、よろしくお願いいたします。</p>
笠原委員長	<p>それでは第2回委員会をこれで終了いたします。本日はどうもありがとうございました。</p>