

令和元年度 第2回
札幌市 地震被害想定検討委員会

資料 2-3: 地震動予測の検証
(巻末資料)

令和元年12月19日

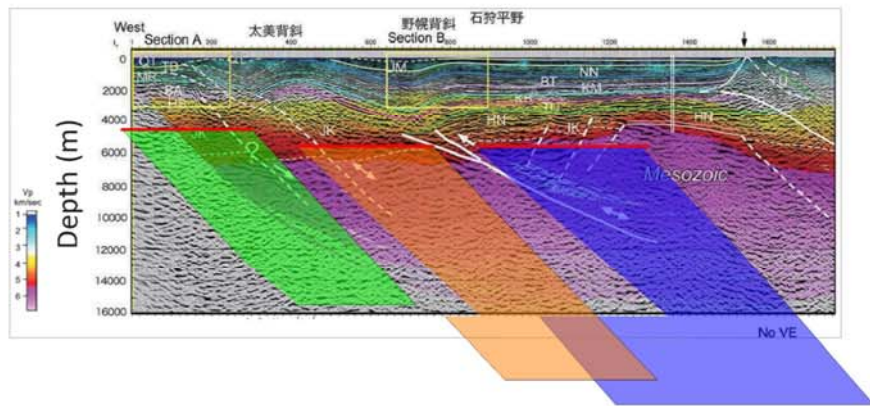
札幌市危機管理対策室

卷末資料

番号	タイトル	内容	頁
卷末①	1.1 震源モデル～重要度の検討(検討モデルの選定)	【③内陸型(伏在活断層)に関する新たな知見の確認】～伏在活断層との位置関係	3
卷末②	1.1 震源モデル～重要度の検討(検討モデルの選定)	【現行想定以降の着目すべき地震履歴】	4,5
卷末③	1.1 震源モデル～諸元設定	【参考:内陸型(伏在活断層)の震源断層パラメーター】	6
卷末④	1.2 地盤構造モデル～深部地盤モデル	【深部地盤モデルの比較】	7,8,9
卷末⑤	1.2 地盤構造モデル～胆振東部地震の揺れ方との照合	【胆振東部地震の地震動の特徴】	10,11, 12
卷末⑥	1.3 強震動計算～計算手法	【深部地盤の計算手法(ハイブリッド合成法)の補足説明】	13
卷末⑦	1.4 液状化予測の手法等～液状化に関わる地下水の考え方	【現行想定 of 地下水位設定手法】	14
卷末⑧	1.4 液状化予測の手法等～液状化に関わる地下水の考え方	【参考:地下水位の傾向】	15

卷末① 1.1 震源モデル～重要度の検討(検討モデルの選定)

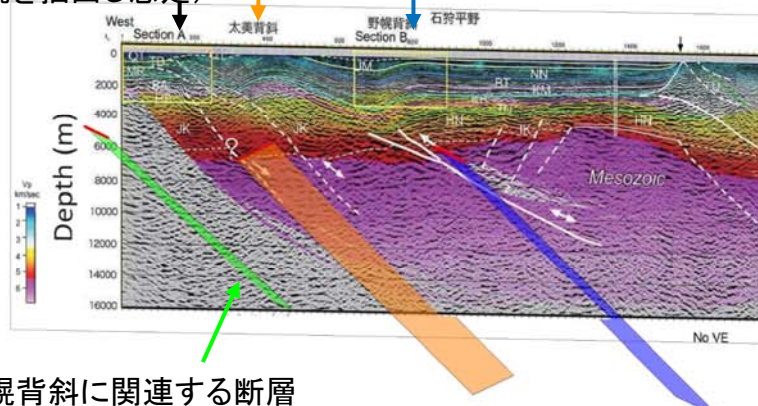
【③内陸型(伏在活断層)に関する新たな知見の確認】～伏在活断層との位置関係(複数アングル)



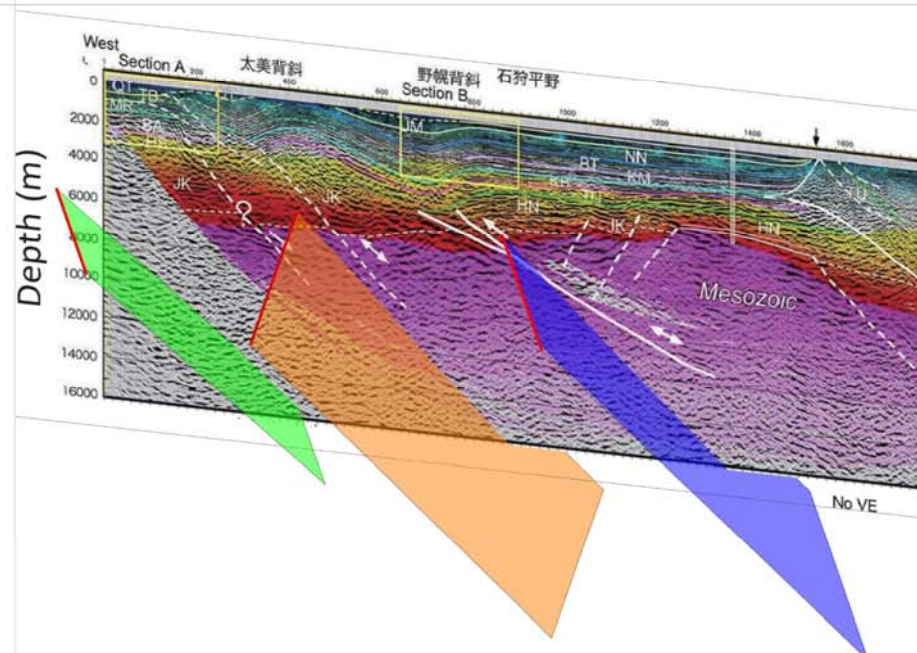
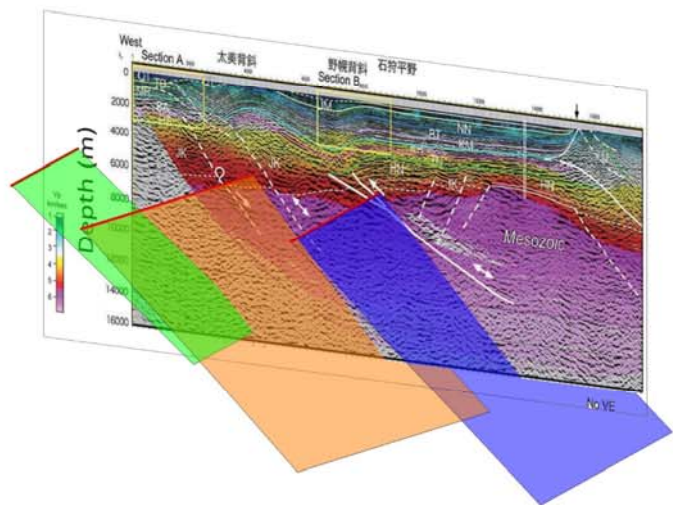
太美背斜の位置＝月寒背斜に関連する断層
 ・位置・角度については概ね一致

野幌背斜の位置＝野幌丘陵断層帯
 ・角度は現行想定モデルより緩く描かれている

(茨戸背斜の位置
 ・背斜が短く震源も少ないので、現行想定ではより規模の大きい西札幌を抽出し想定)

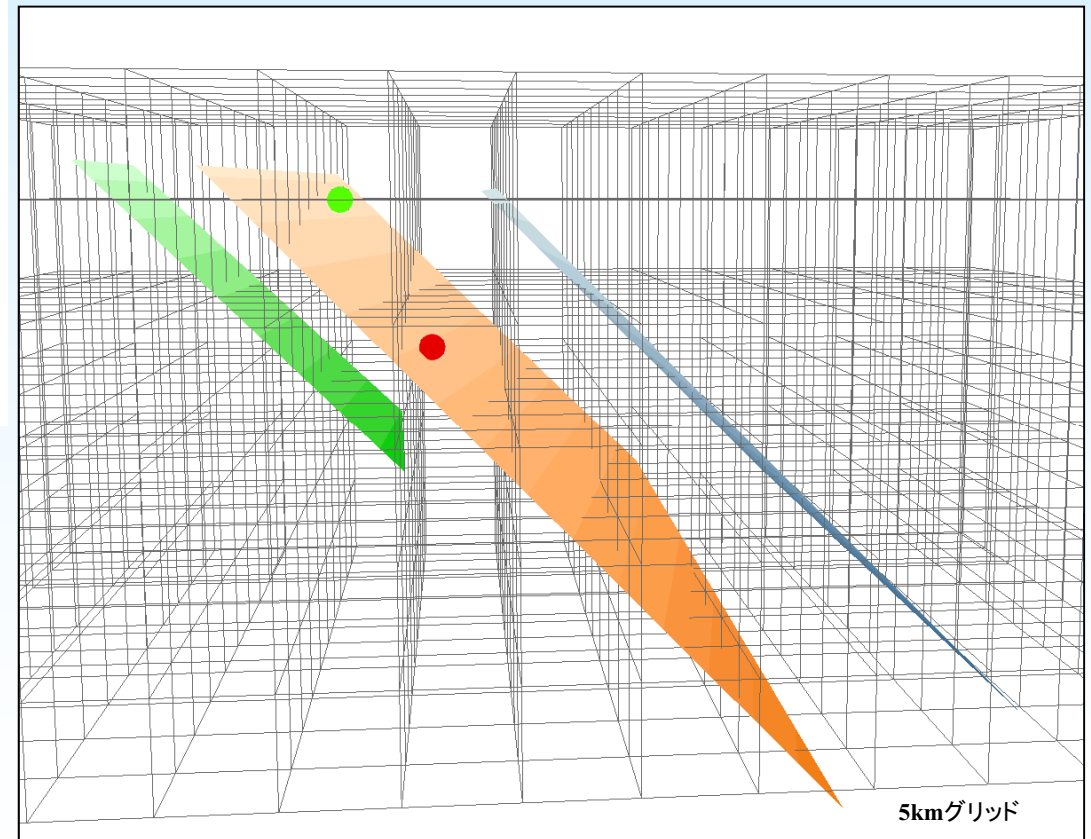
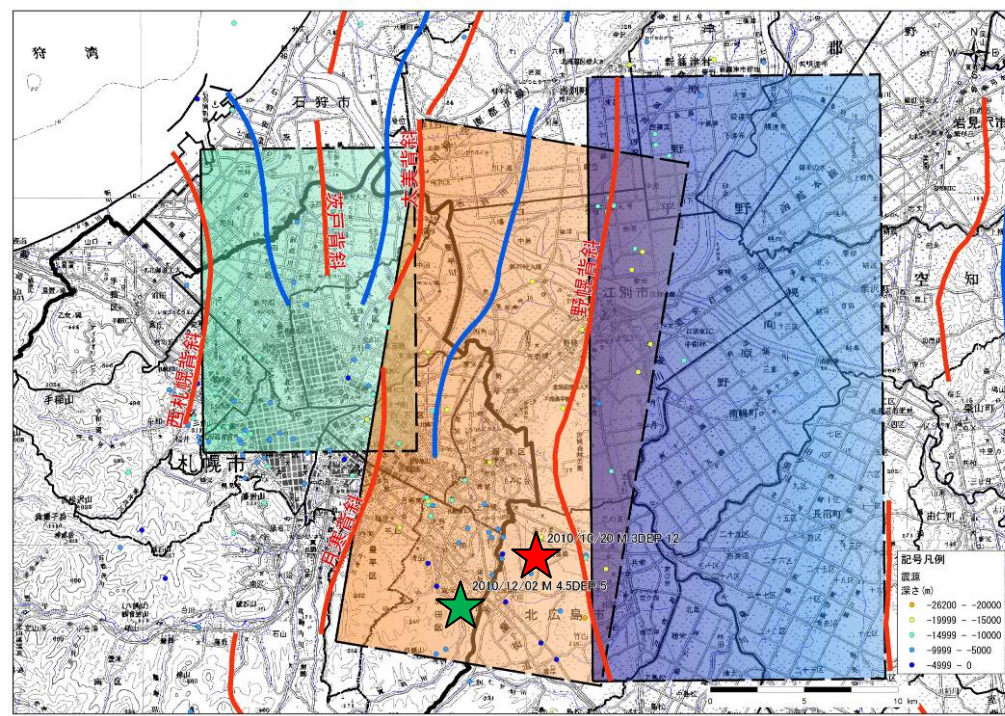


西札幌背斜に関連する断層は調査の範囲外



巻末② 1.1 震源モデル～重要度の検討(検討モデルの選定)

【現行想定以降の着目すべき地震履歴】～震源位置



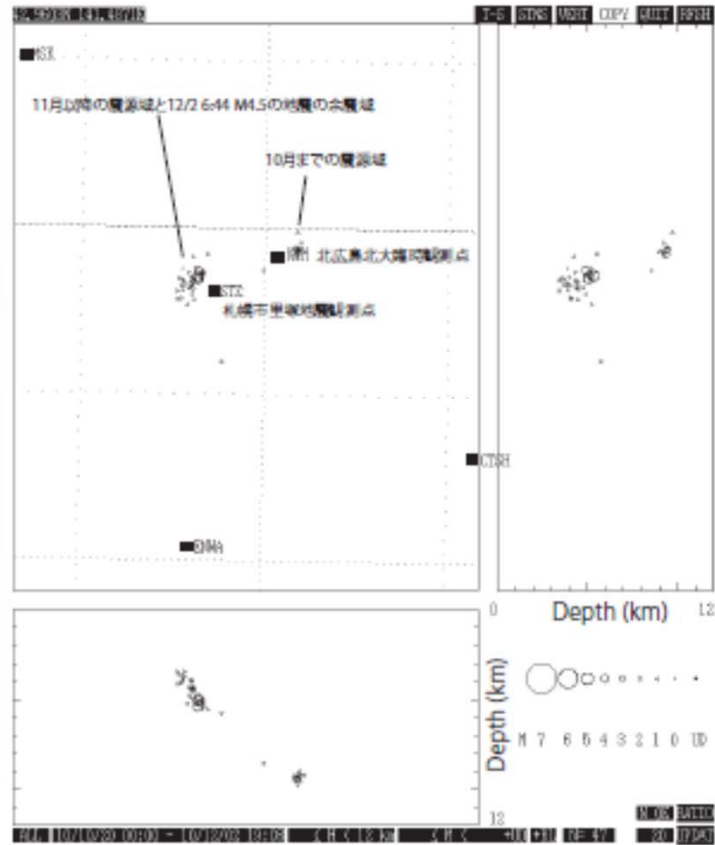
★ - ● : 2010/10/20
★ - ● : 2010/12/2

震源データ出典: <http://hkdrcep.sci.hokudai.ac.jp/map/kitahiroshima2010/>

巻末② 1.1 震源モデル～重要度の検討(検討モデルの選定)

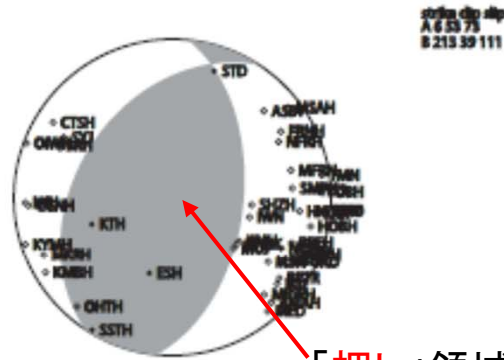
【現行想定以降の着目すべき地震履歴】～断層運動の方向

2010年10月20日から12月2日17時59分までの、震源分布

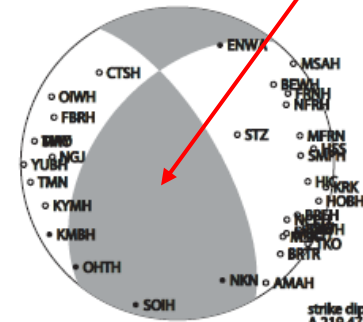


12/2 6:44 の地震のP波初動メカニズム解

2010 12 2 6:44: 2 42.974N 141.454E 5.0KM M 4.5

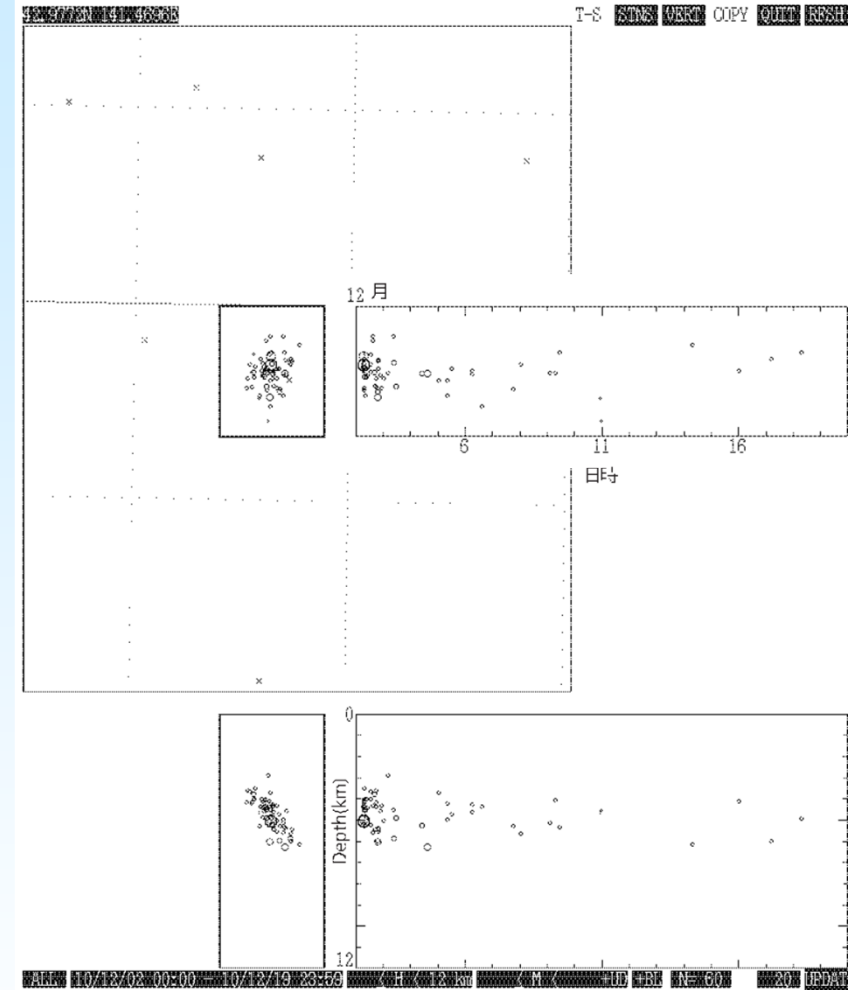


「押し」領域

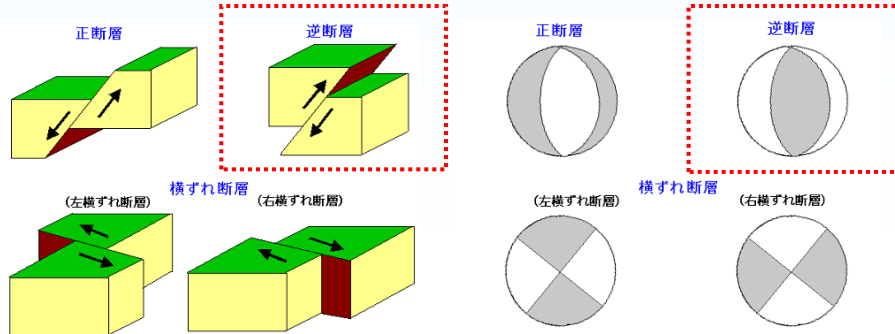


2010 10 20 22:19:45 42.989N 141.523E 7.8KM M 2.9

2010年12月2日から12月19日までの時空間分布



断層の動きとメカニズム解



東傾斜の逆断層運動

巻末③ 1.1 震源モデル～諸元設定

【参考：内陸型(伏在活断層) の震源断層パラメーター】

■巨視的パラメーター（断層の全体像を表現するパラメーター）

伏在活断層			西札幌	月寒	野幌	
巨視的 パラメーター	断層総面積	S	[km ²]	256	560	704
	地震モーメント	MO	[Nm]	3.89E+18	1.74E+19	2.76E+19
	地震規模	Mw		6.33	6.76	6.89
	気象庁マグニチュード	Mjma		6.7	7.3	7.5
	総短周期レベル	A	[Nm/s ²]	8.33E+18	1.37E+19	1.60E+19
	断層数(セグメント数)					1
	セグメントNo.					1
	走向	strike	[°]	0	10	0
	傾斜角	dip	[°]	45	45	45
	平均すべり量	D	[cm]	47.48	97.34	122.37
	断層面の長さ	L	[km]	16	28	32
	断層面の幅	W	[km]	16	20	22
	断層上端深さ	d	[km]	5	6	6
	せん断剛性率	μ	[N/m ²]	3.20E+10	3.20E+10	3.20E+10

■微視的パラメータ（揺れの強さに関わる詳細なパラメーター）

伏在活断層			西札幌	月寒	野幌		
微視的 パラメーター	総 アス ペリ ティ	想定断層アスペリティ数		1	1	1	
		総アスペリティ面積	Sa	[km ²]	24	120	168
		総アスペリティモーメント	MOa	[Nm]	7.29E+17	7.48E+18	1.32E+19
		総アスペリティ平均すべり量	Da	[cm]	94.96	194.69	244.75
		静的応力降下量	$\Delta\sigma a$	[MPa]	24.68	14.96	15.07
		短周期レベル	A	[Nm/s ²]	3.24E+19	2.90E+19	3.28E+19
	アス ペリ ティ 1	アスペリティ面積	Sa	[km ²]	24	120	168
		アスペリティモーメント	MOa	[Nm]	7.29E+17	7.48E+18	1.32E+19
		アスペリティすべり量	Da	[cm]	94.96	194.69	244.75
		静的応力降下量	$\Delta\sigma a$	[MPa]	24.68	14.96	15.07
		短周期レベル	A	[Nm/s ²]	3.24E+19	2.90E+19	3.28E+19
		背景 領域	背景領域面積	Sb	[km ²]	232	440
	背景領域モーメント		MOb	[Nm]	3.16E+18	9.97E+18	1.44E+19
	背景領域すべり量		Db	[cm]	42.57	70.8	84.02
実行応力	$\Delta\sigma b$		[MPa]	4.15	2.72	3.29	

■伏在活断層で共通のパラメーター（地盤固有のパラメーター）

そ の 他	破壊伝播速度	[m/s]	2448
	高周波遮断周波数	[Hz]	6
	地震基盤速度	[m/s]	3400
	地震基盤密度	[t/m ³]	2.77

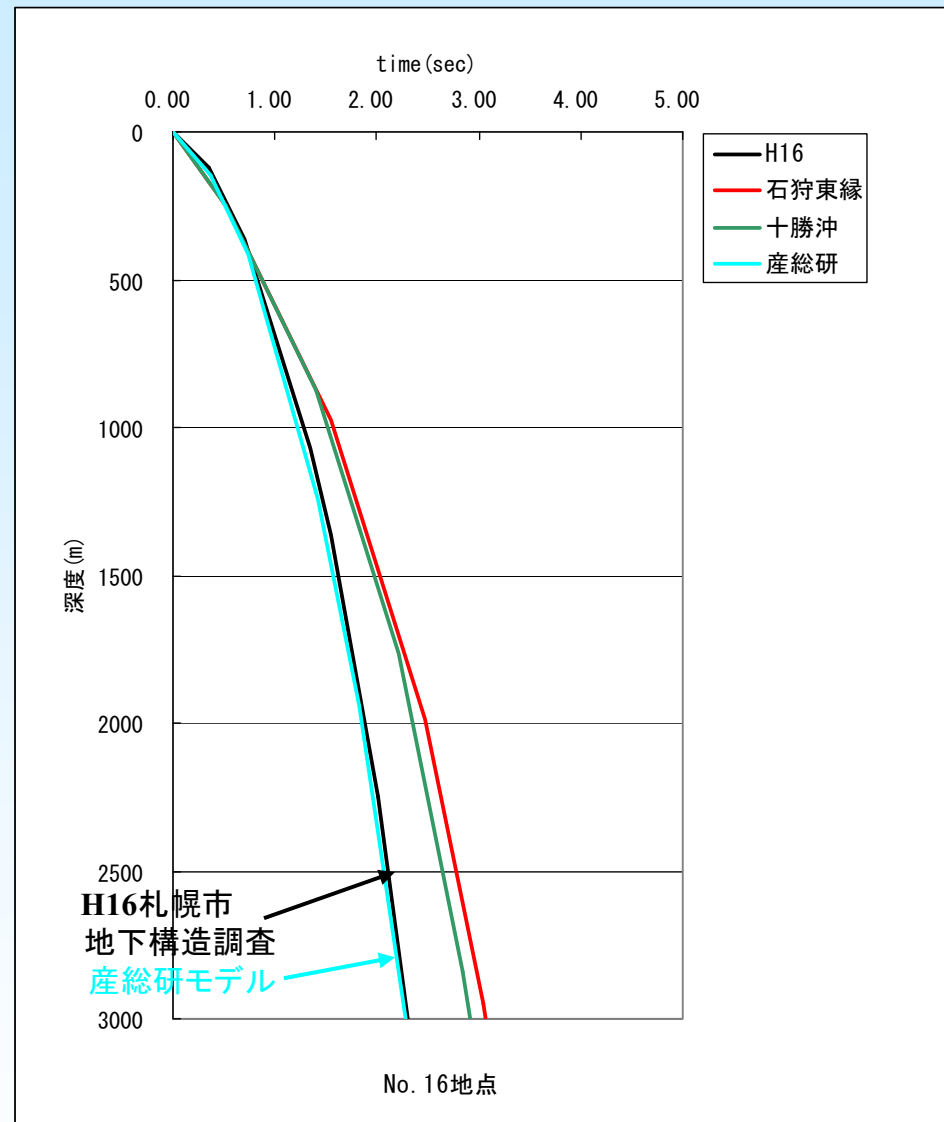
巻末④ 1.2 地盤構造モデル～深部地盤モデルの検証

【現行想定による深部地盤モデルの比較】

既往モデルの地質区分とS波速度構造の比較

地質	石狩平野北部モデル(札幌市)	石狩低地東縁モデル(防災科研)	十勝沖モデル(防災科研)	石狩・勇払平野地域モデル(産総研)
完新統～中部更新統	183m/s	480m/s	480m/s	400m/s
下部更新統	669m/s			722m/s
鮮新統	1081m/s, 1516m/s	700m/s	700m/s	1196m/s
上部中新統	2073m/s	1100m/s	1100m/s	1725m/s
中部中新統	2622m/s	1700m/s	1700m/s	2350m/s
グリーンタフ	3136m/s	2200m/s	2200m/s	3131m/s
古第三系				2000m/s
上部白亜系 衝上断層帯				2700m/s
基盤岩類		3200m/s (3300～3500m/s)	3200m/s	3400m/s
コンラッド面～モホ面		(3600～3800m/s)		3750m/s
モホ面～ 深度100km		(4200～4500m/s)		4300m/s
深度100km以深				4500m/s

・地質区分ごとのS波速度一覧表での比較では、札幌市地下構造調査結果と産総研モデルの整合性が高い

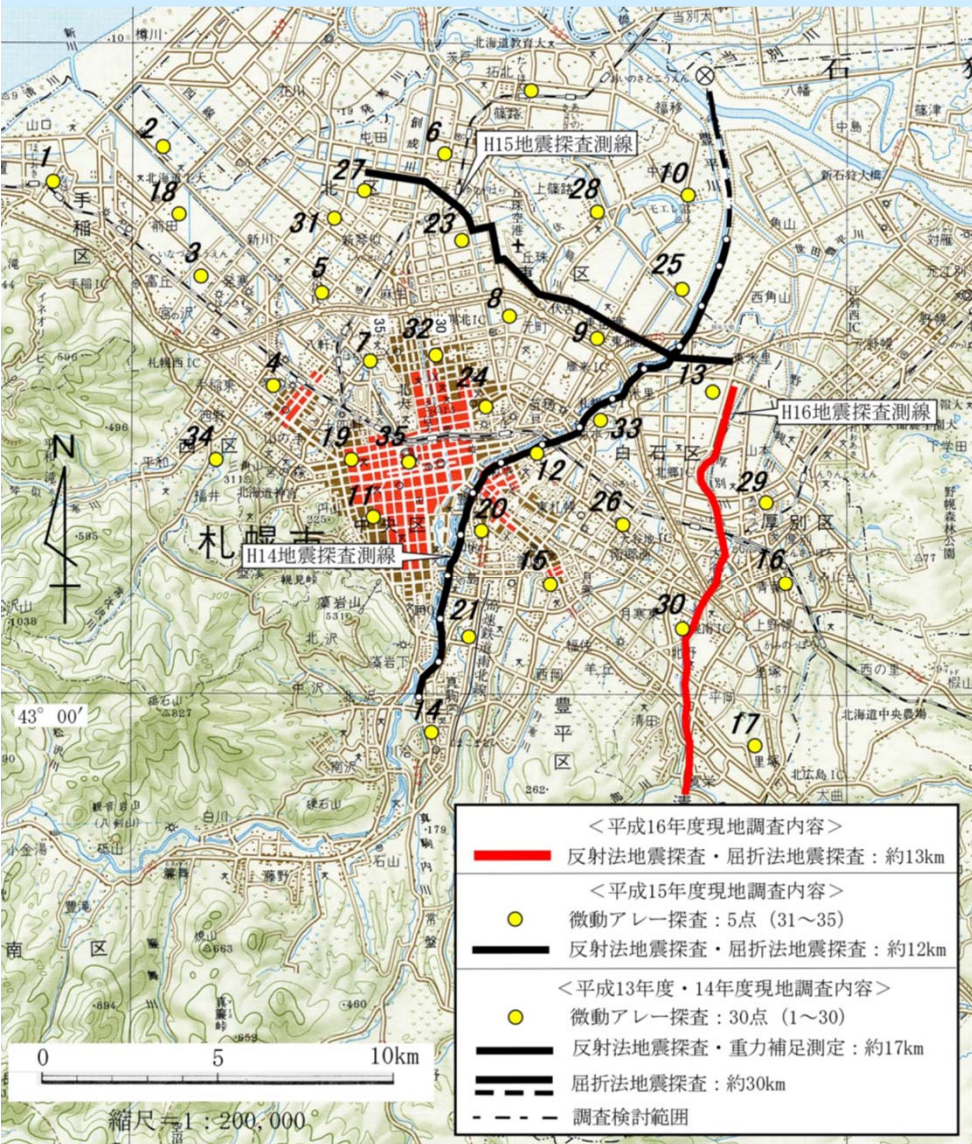


S波速度、累積走時の比較
(微動アレイ探査地点No.16箇所での例)

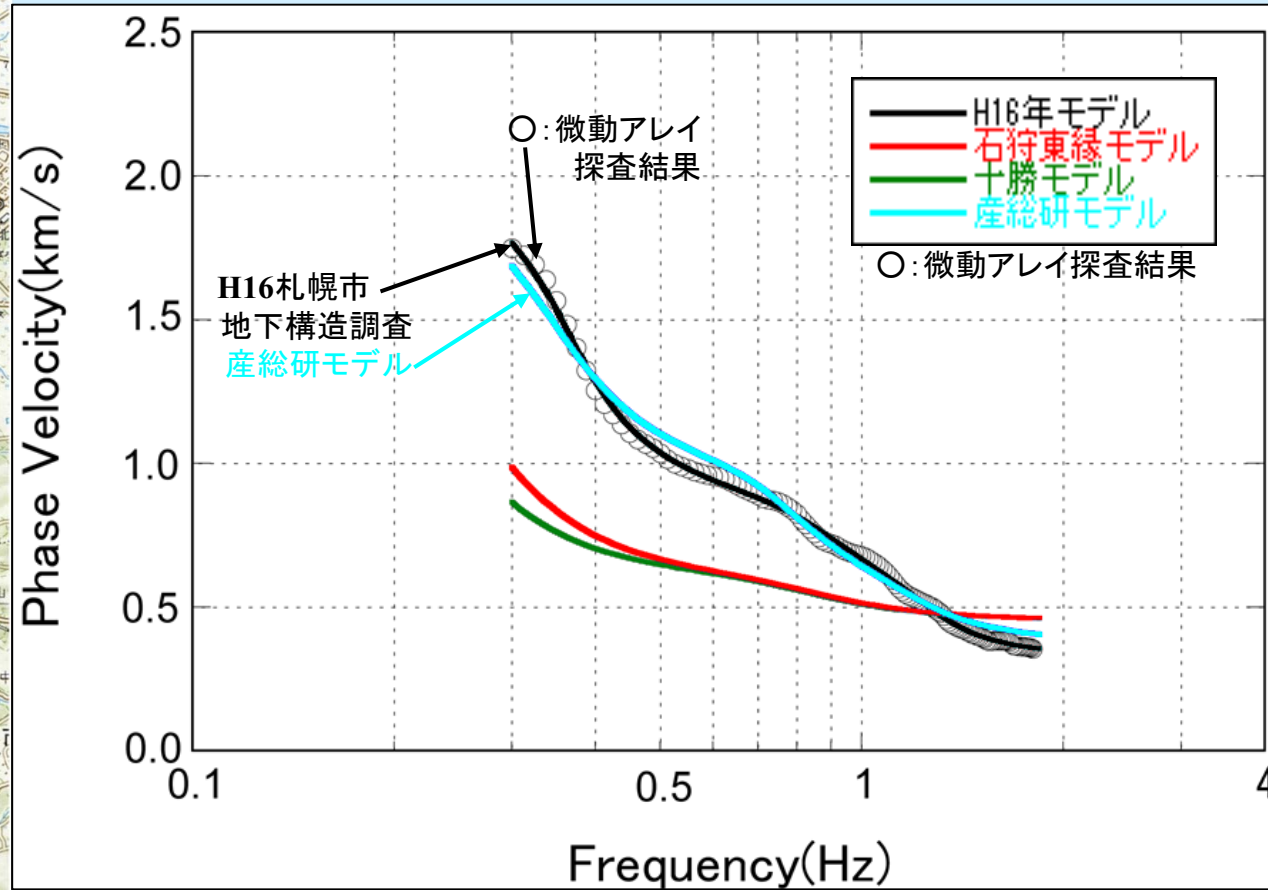
・札幌市地下構造調査による微動アレイ探査結果においても、産総研モデルの整合性は高い

巻末④ 1.2 地盤構造モデル～現行想定の深部地盤モデル検証

【現行想定による微動アレイ探査との検証】



微動アレイ探査観測点



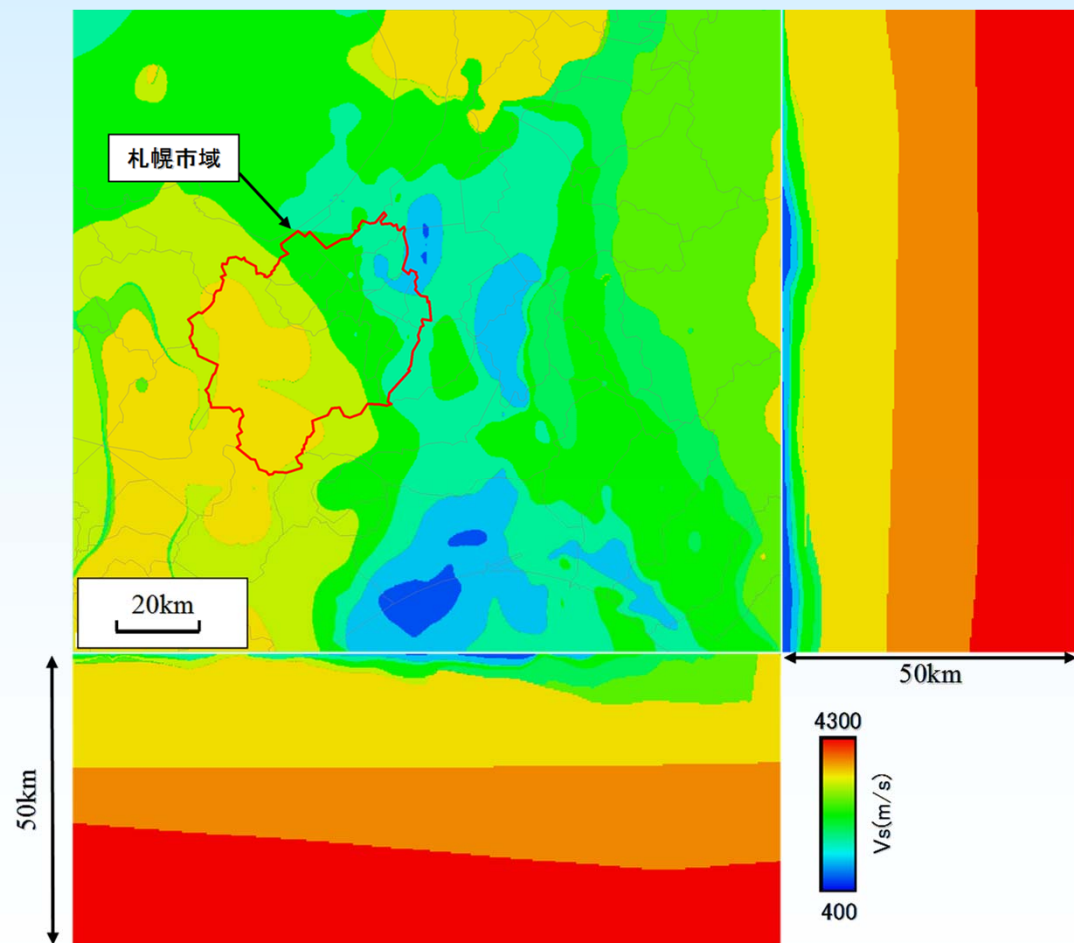
表面波分散曲線の比較(No.16)

・採用深部地盤モデルは札幌市地下構造による、微動アレイ探査結果の再現性が高い

巻末④ 1.2 地盤構造モデル～現行想定による深部地盤モデル検証

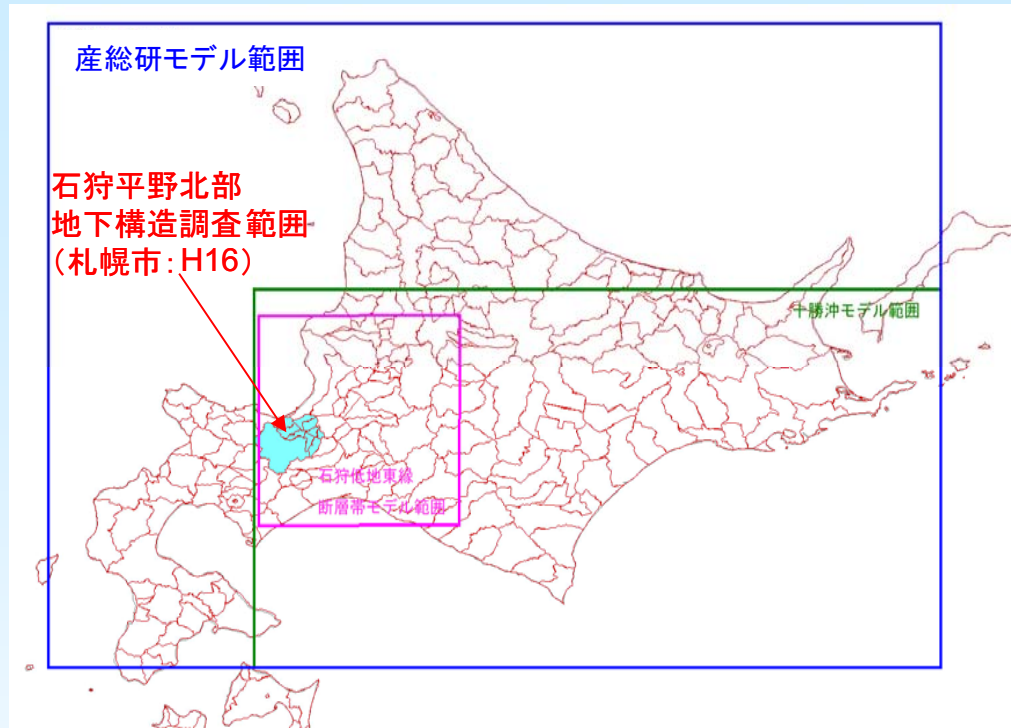
【深部地盤モデルの比較のまとめ】

・選定モデル(産総研モデル)は札幌市地下構造調査結果との整合性が高く、震源モデルまでのシミュレーション領域をカバーしている唯一のモデル



産総研モデルのS波速度

(図はそれぞれ、GL-1500mにおける水平断面、北緯43度における東西断面、東経141.5度における南北断面を示す)



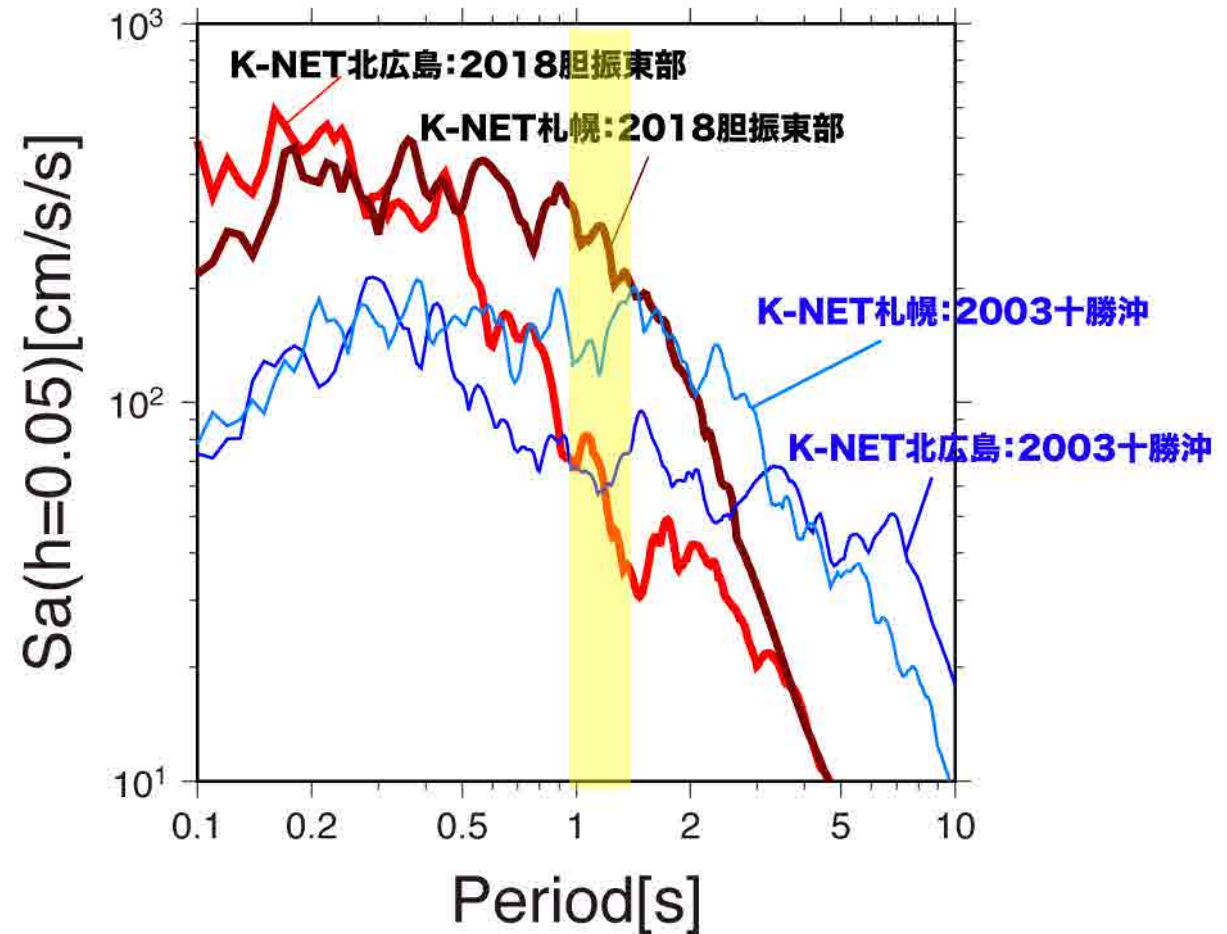
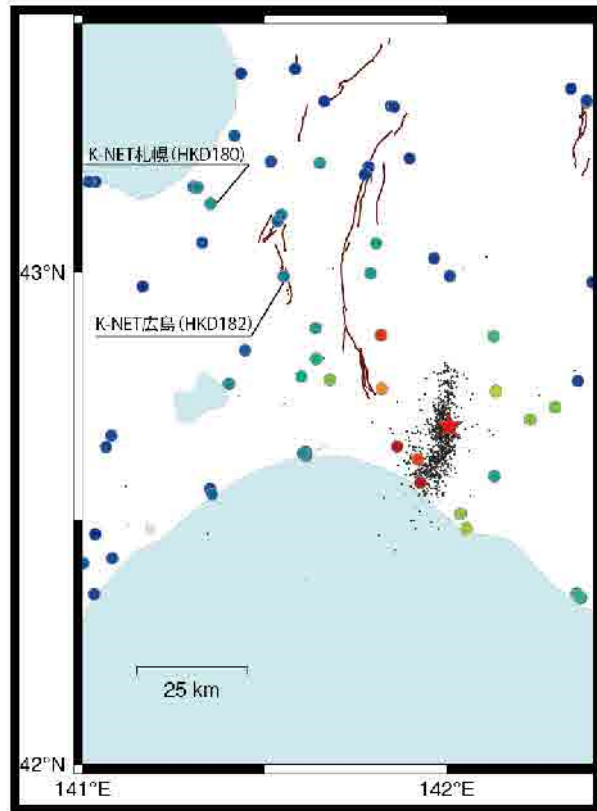
既往モデルの範囲の比較

既往モデルの総合的な比較

	石狩平野北部モデル(札幌市)	石狩低地東縁モデル(防災科研)	十勝沖モデル(防災科研)	石狩・勇払平野地域モデル(産総研)
石狩平野北部地下構造調査の結果	/	-	-	反映させている
各層の物性値の設定のしかた	場所によりゆるやかに変化	一定	一定	一定
微動探査結果(位相速度)との整合性	◎	×	×	○
シミュレーション領域をカバーしているか	×(札幌市のみ)	△~○	○	○
報告書作成年月	平成17年3月	平成17年12月	平成16年12月	平成17年12月

【胆振東部地震の地震動の特徴】

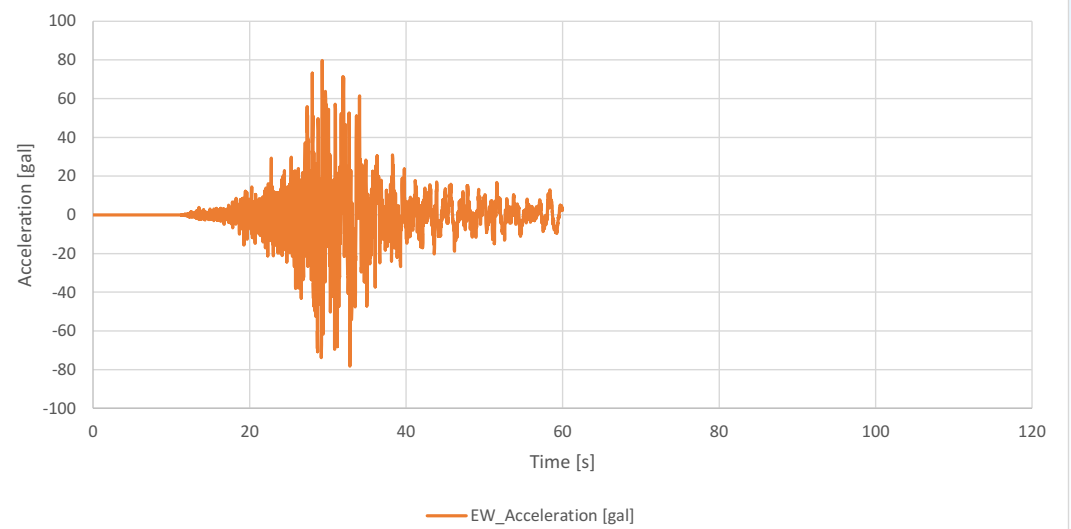
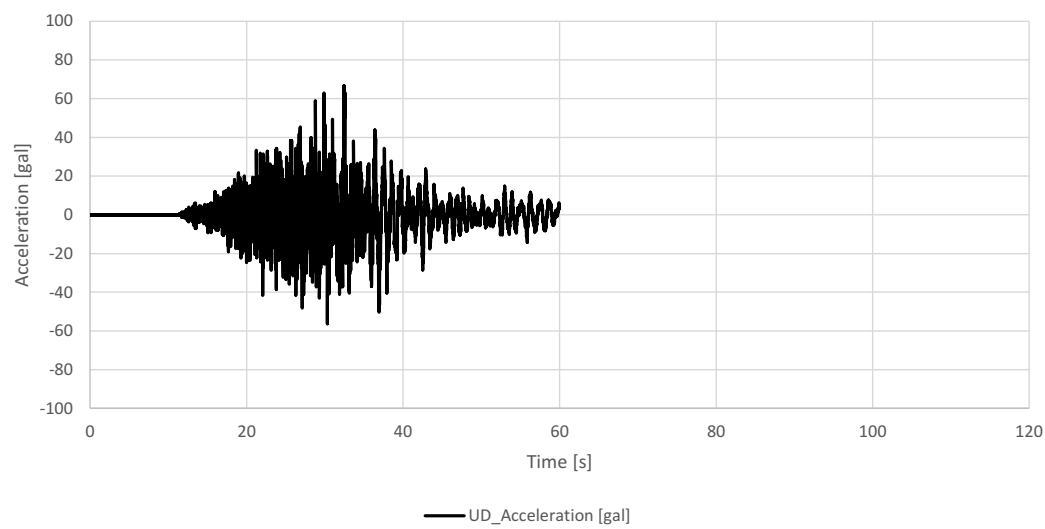
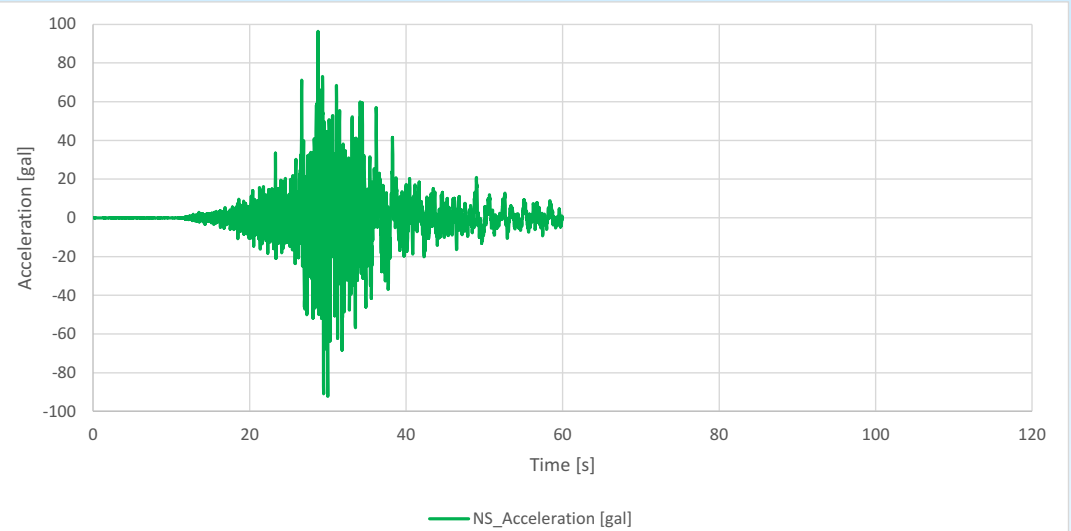
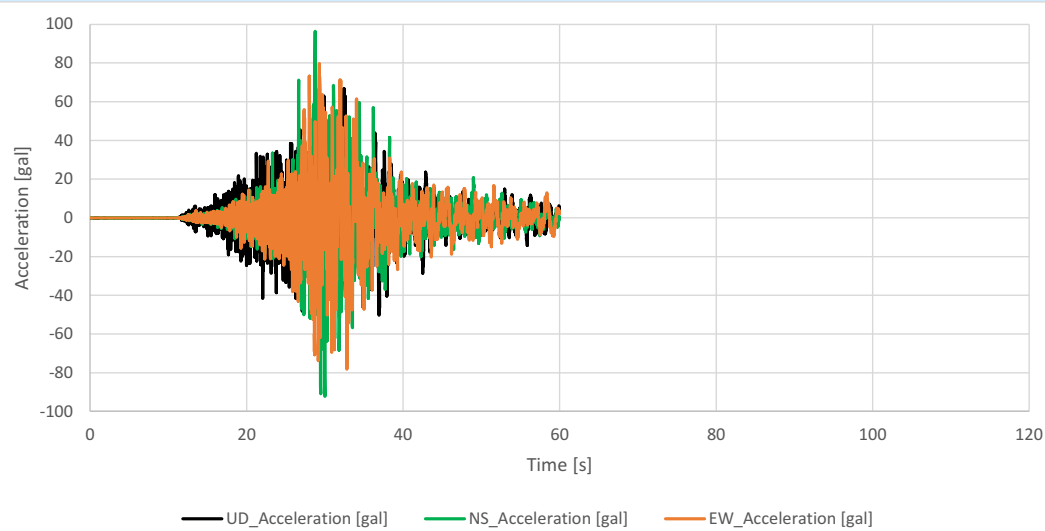
石狩平野の地震動：2003年十勝沖地震との比較



2018胆振東部：周期1秒以下は2003年十勝沖地震より強い

巻末⑤ 1.2 地盤構造モデル～胆振東部地震の揺れ方との照合

【比較参考：観測波形～中央区・胆振東部地震】

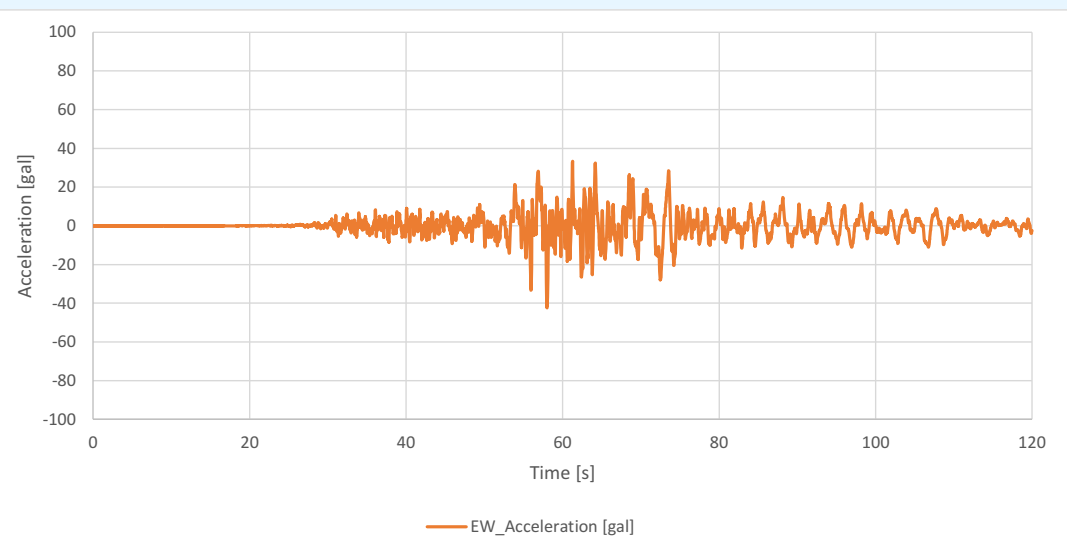
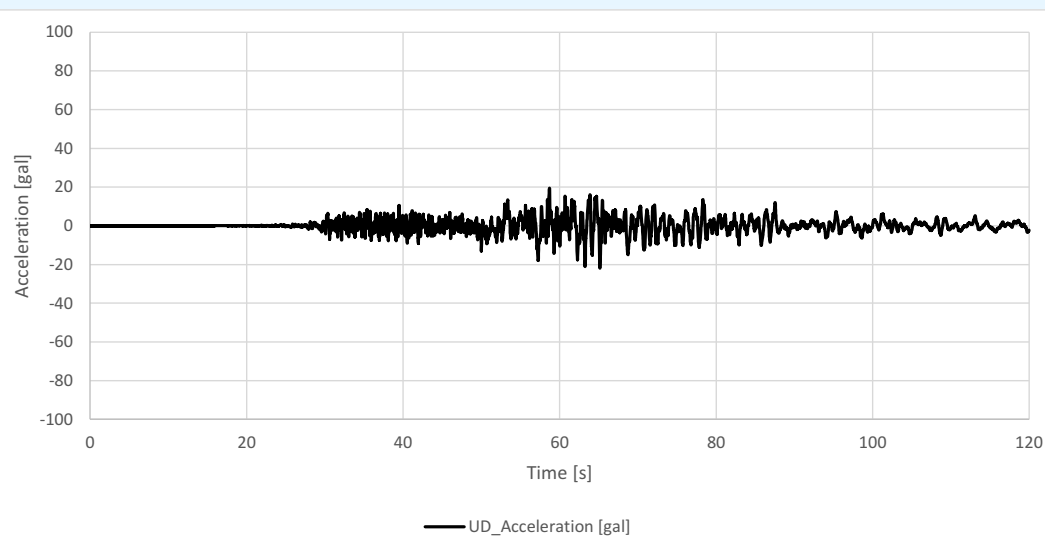
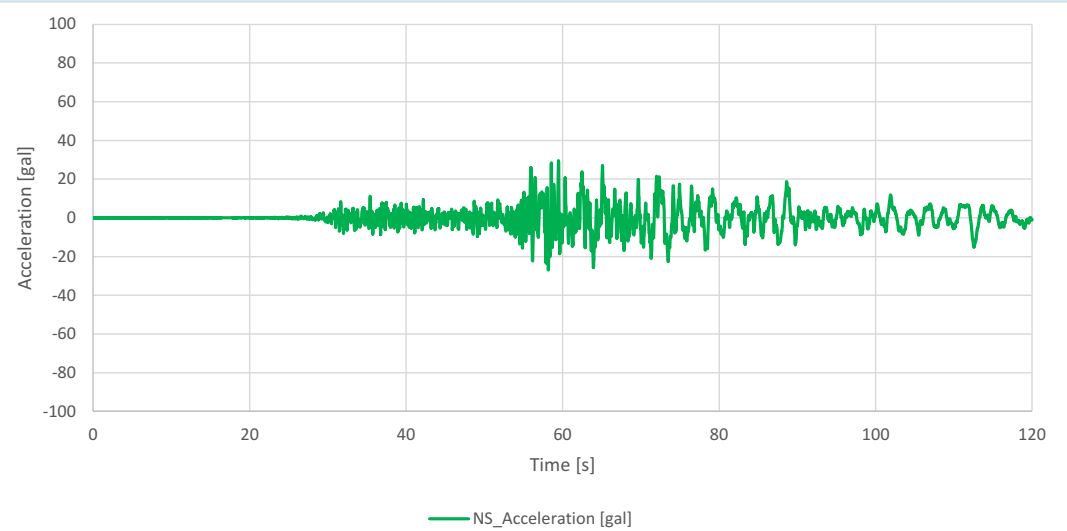
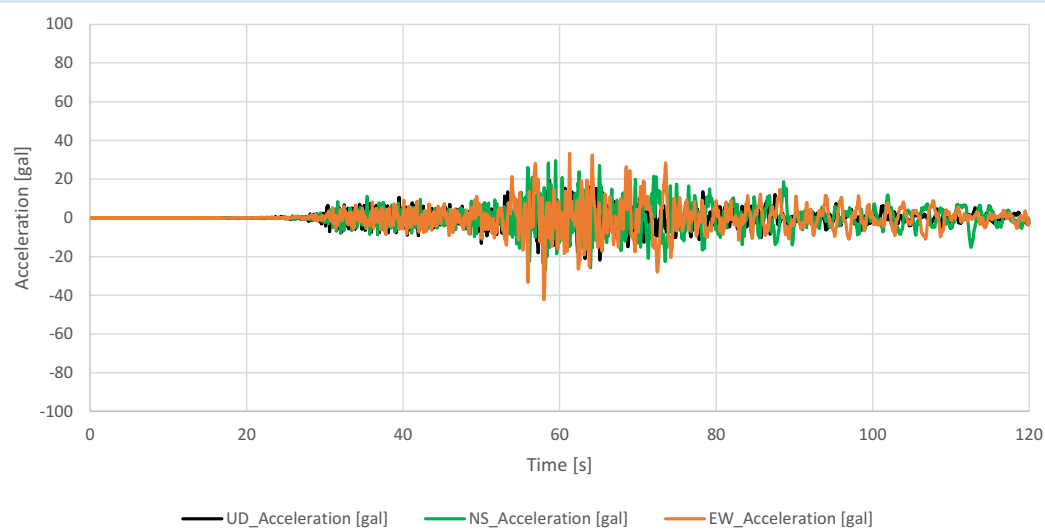


胆振東部地震の観測記録(札幌市・中央区南4)

- ・短周期(高周波)の揺れが卓越

巻末⑤ 1.2 地盤構造モデル～胆振東部地震の揺れ方との照合

【比較参考：観測波形～中央区・2003十勝沖】

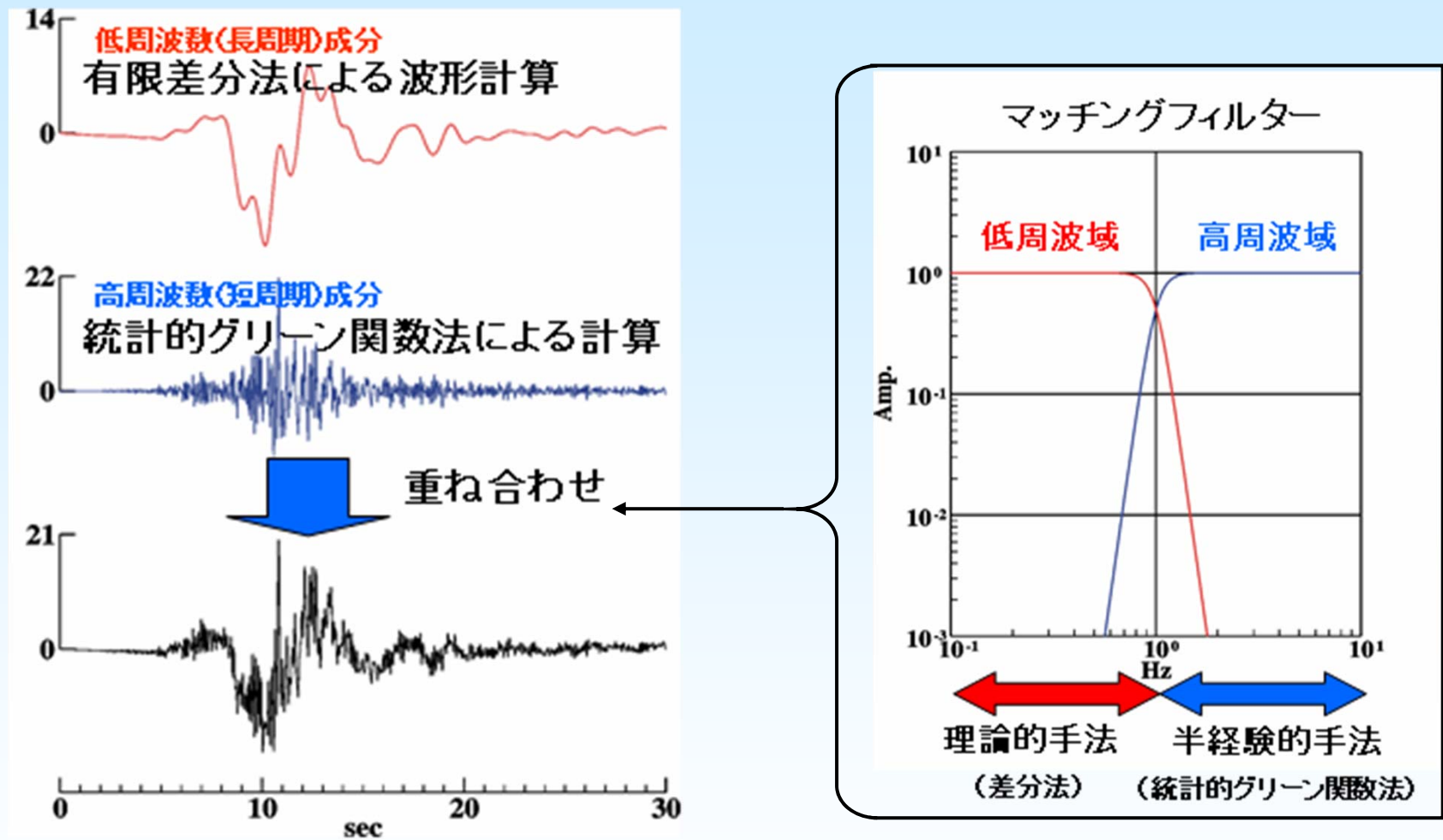


2003十勝沖地震の観測記録(気象庁・中央区北2)

・長周期の揺れが特徴的

巻末⑥ 1.3 強震動計算～計算手法

【深部地盤の計算手法(ハイブリッド合成法)の補足説明】

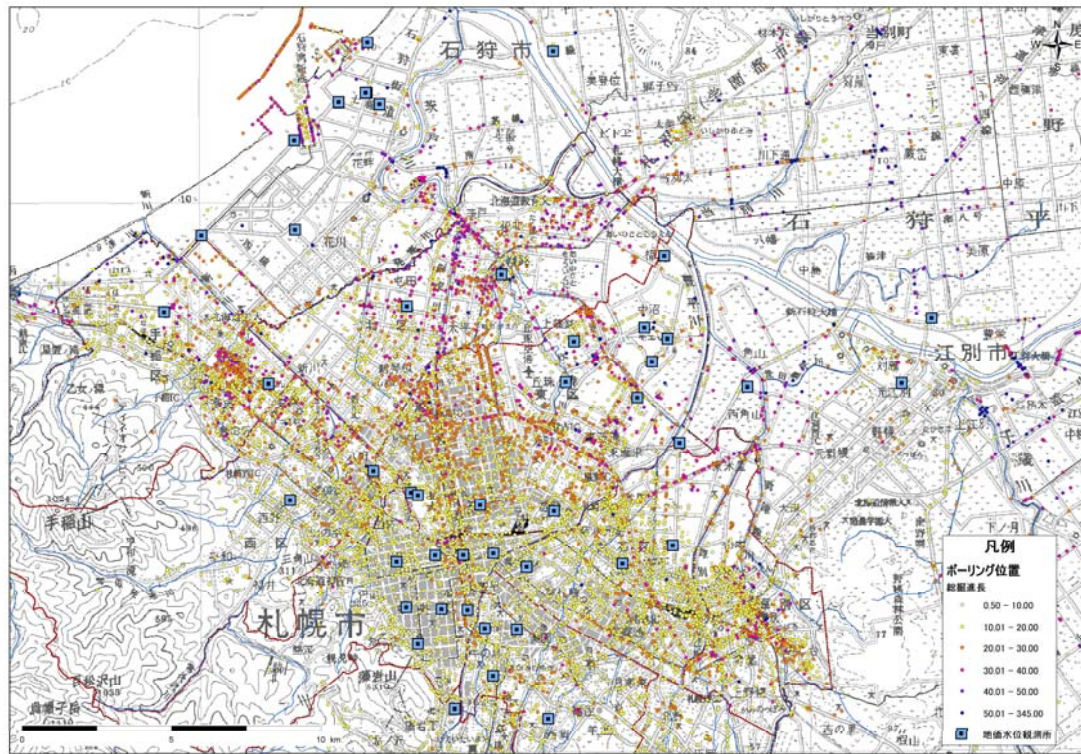


・ハイブリッド合成法は、長周期を理論的手法(差分法)、短周期を統計的グリーン関数法(半経験的手法)で算出して、お互いの手法が得意とする計算領域をマッチングフィルターで組み合わせることにより、広帯域の波形に適応した評価が可能

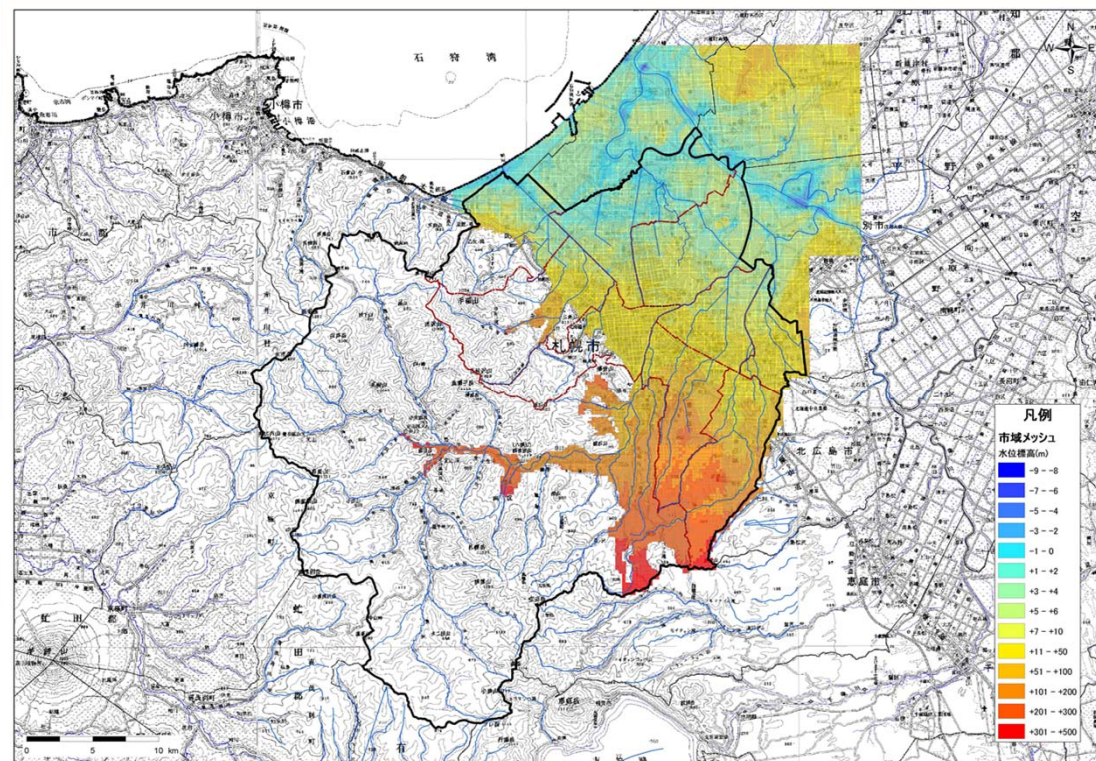
巻末⑦ 1.4 液状化予測の手法等～液状化に関わる地下水の考え方

■ 現行想定の地下水位設定手法

- ・ 継続的な観測(48観測井)での最高水位と、ボーリングの初期水位を比較し、全般的には観測最高水位とボーリングの初期水位が近似しているため、市域全体にわたり多くのデータを有するボーリングの初期水位を最高水位として使用
 - ・ ボーリングによる初期水位を元に地下水位等高線図を作成
 - ・ 地盤構造モデルに反映
- 最高の水位を考慮して設定



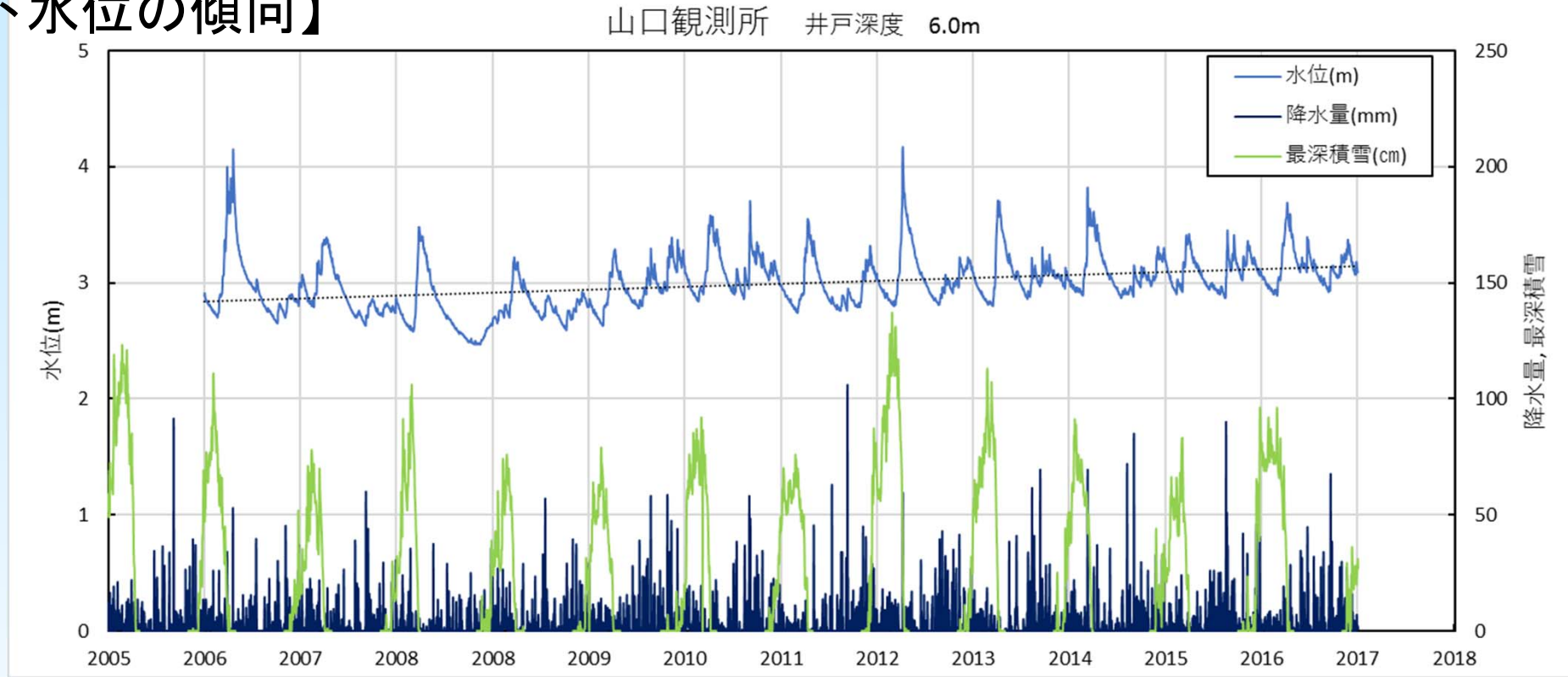
地下水位観測所位置図
(札幌市4箇所, 北海道13箇所, 北海道開発局31箇所)



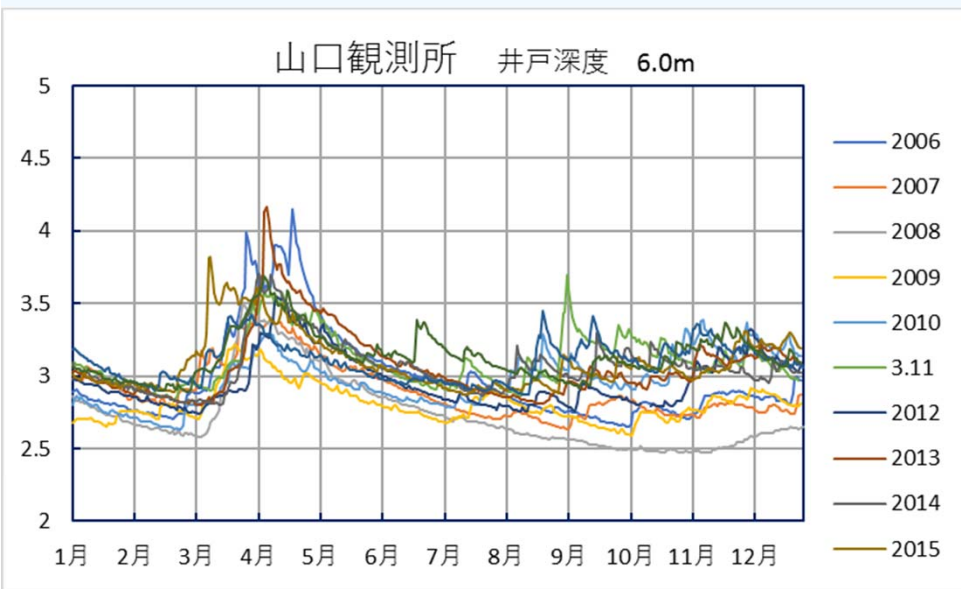
ボーリング掘削時の初期水位で作成した
地下水位標高分布図(メッシュ図)

巻末⑧ 1.4 液状化予測の手法等～液状化に関わる地下水の考え方

【参考：地下水位の傾向】



↑地下水位の経年的な変化の例(山口観測所)
僅かに上昇の傾向



←地下水位の年周期の変動状況(山口観測所)
融雪期に年最高の水位となる傾向

(北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 地質研究所発行の「地下水位地盤沈下観測記録(札幌北部～石狩地方)」の観測記録XXVIII～XXXVIII(2006～2016)より日平均データを引用し、気象庁札幌气象台による気象データと併せてグラフ化)