

北上サイトの 地質調査と施設配置検討

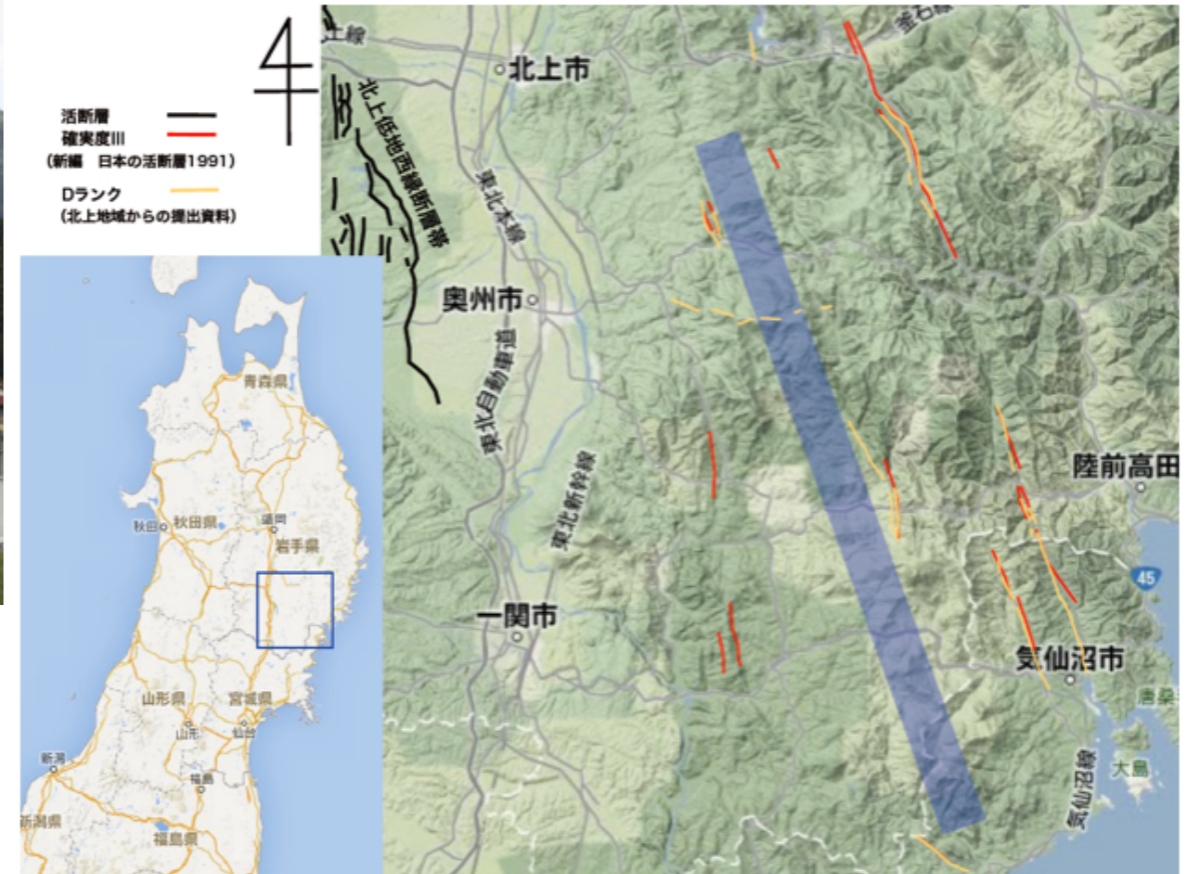
東北大学・KEK

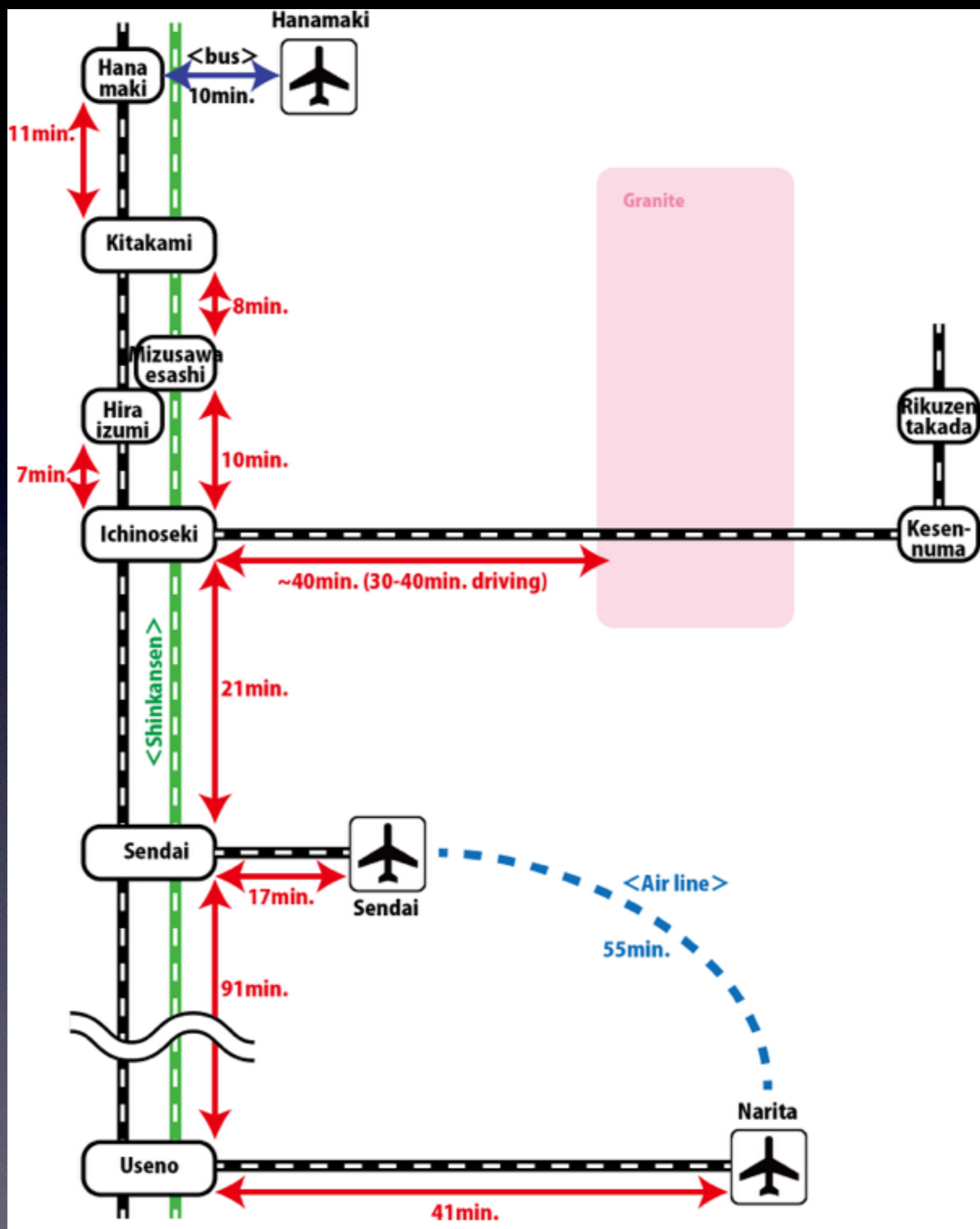
佐貫智行

北上サイト



Preferred Site selected

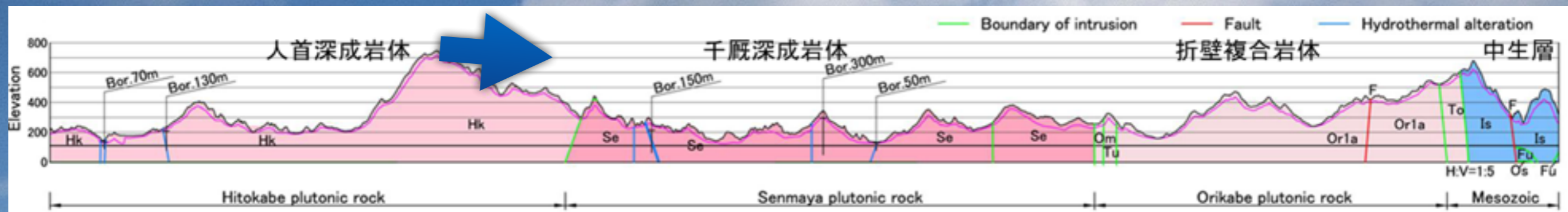




typical landscape

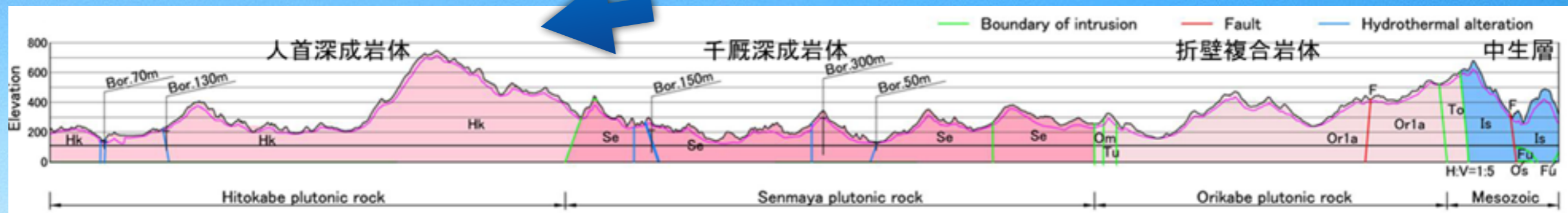


Hilly site



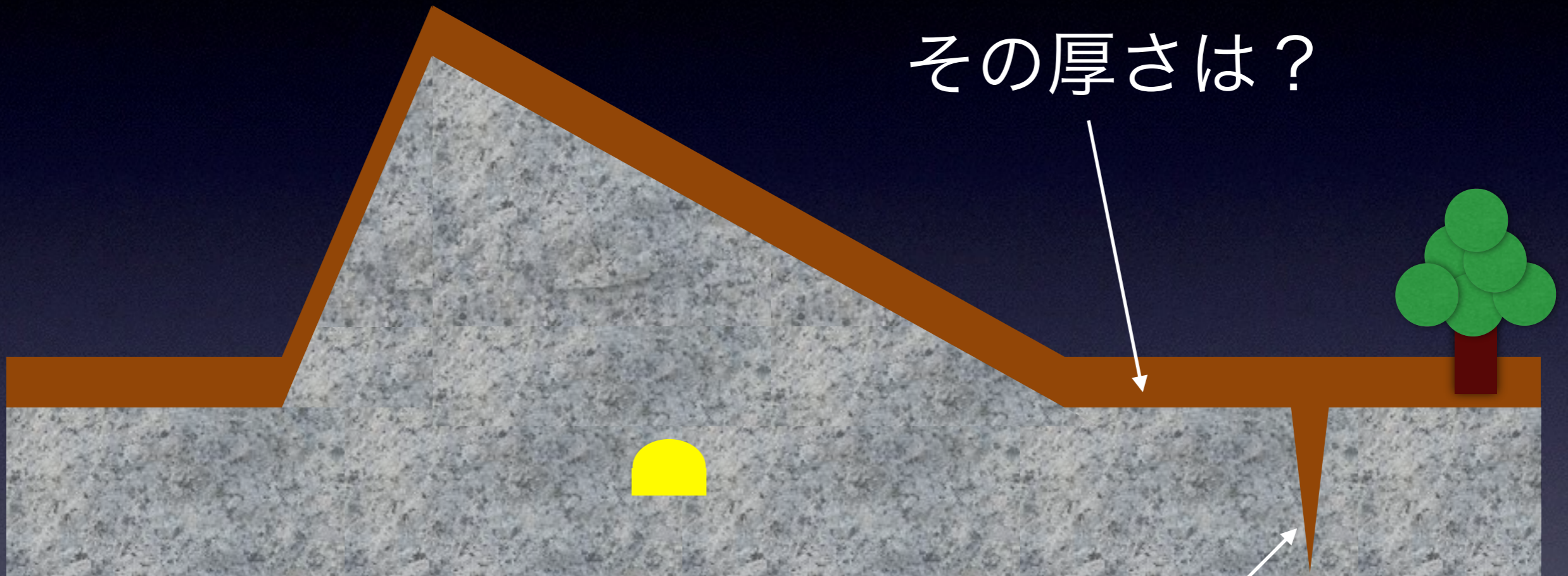
IP (~10km away)





aerial photograph

地表付近は風化している
その厚さは？



深層まで風化している箇所はないか？

Technical Design Phase の

地質調査

-
- 東北大学＋岩手県共同研究 (2010-2011) ;
北上サイトで初めてのボーリング調査
- KEKから東北大学への委託研究 (2012-2013)
- 岩手県から地盤工学会への委託研究 (2013)
- 東北大学ILC推進会議 (2014-)

東北大学の体制

東北大学ILC推進会議：立地課題専門委員会
(素粒子実験メンバー以外に)

- 理学研究科 地球物理学専攻
 - 今泉俊文 (変動地形学, 活断層)
 - 長濱裕幸 (岩石破壊力学, 地球連続体力学)
- 理学研究科 地震・噴火予知研究観測センター
 - 松澤暢 (自然災害科学, 固体地球惑星物理学)
- 工学研究科 土木工学専攻
 - 京谷孝史 (地盤工学, 岩盤力学)
 - 風間基樹 (地盤工学, 地震工学)
 - 河井正 (地盤工学, 耐震工学)

調査結果の現状

主な調査方法・項目

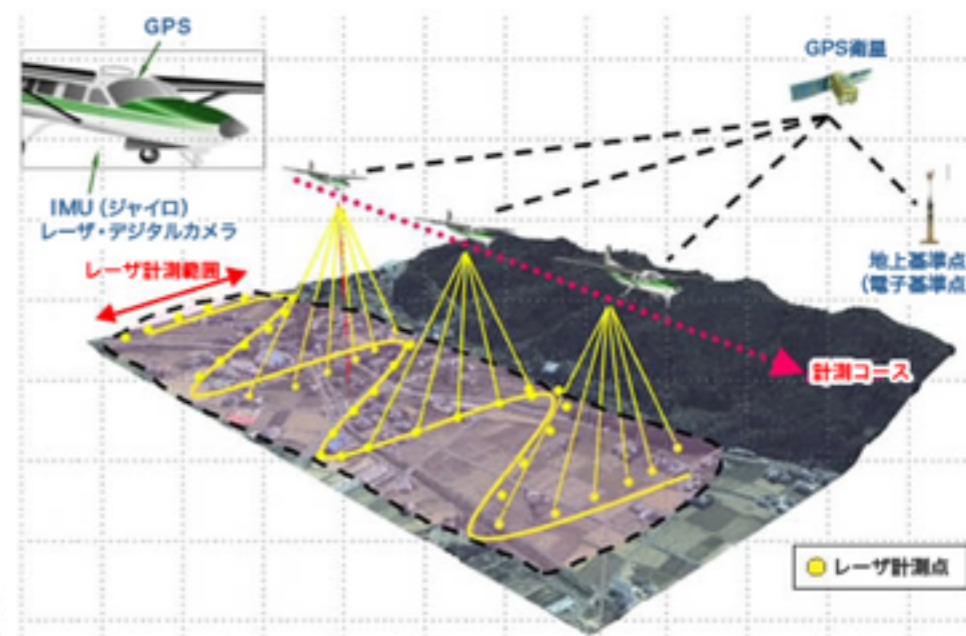
- 航空レーザ測量 → 詳細な地形図 (1mメッシュ)
- 地表地質踏査 → 地質図
- 弾性波探査 → 岩の硬さ
- 電気探査・電磁探査 → 割れ目の頻度
- ボーリング調査 → 岩の直接観察
- ボーリング孔に於ける試験 (速度・電気検層)
- 室内試験 → 物性値 (密度等)
- トンネル坑内湧水の予測

詳細な地形図 (1m LP-DEM)

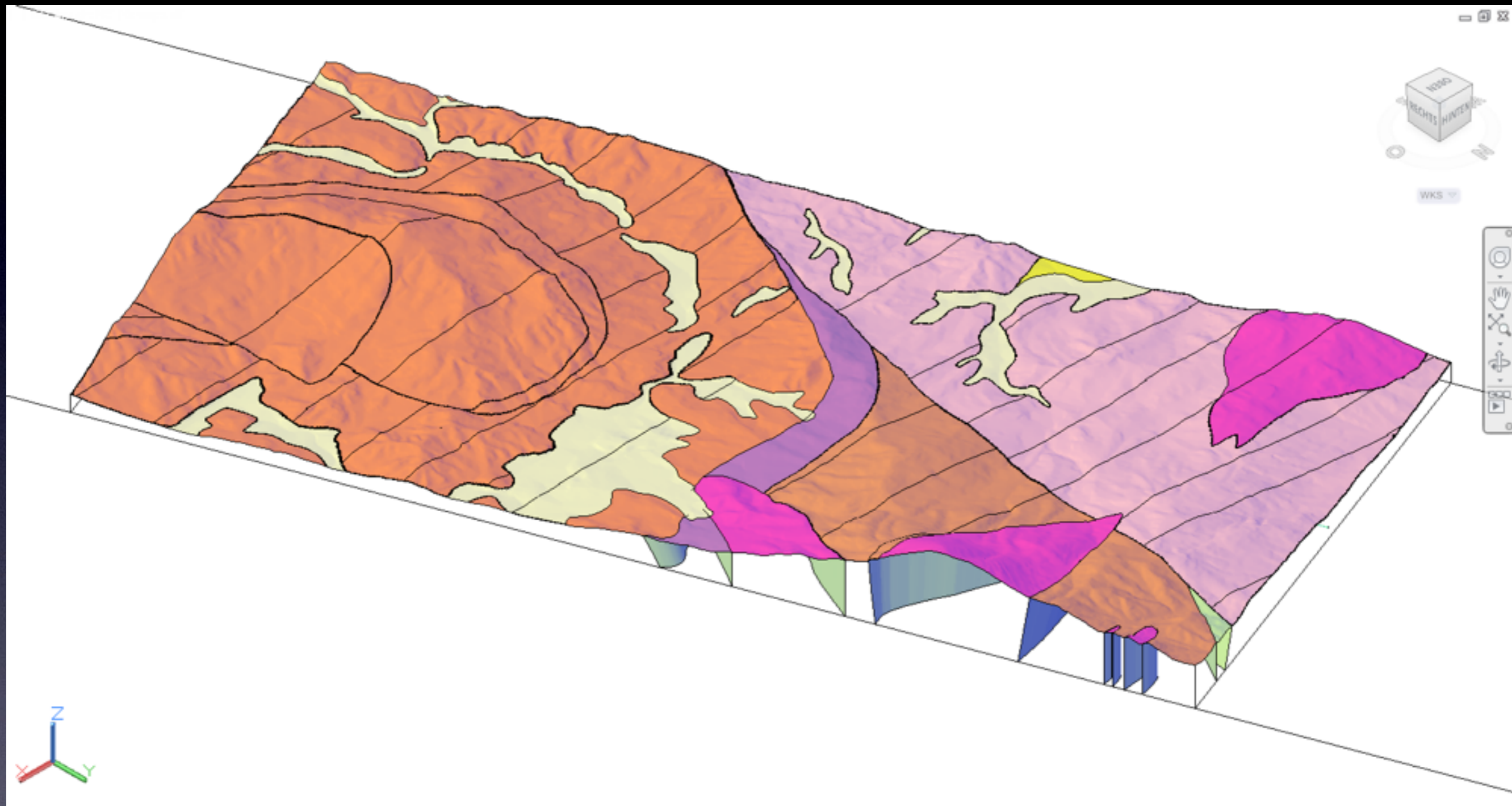
航空写真では得られない微地形まで分かる

2km

地上施設を設置可能な場所を絞り込むには十分な情報



地表地質図 (1:50,000) + 地質の3次元的な構造

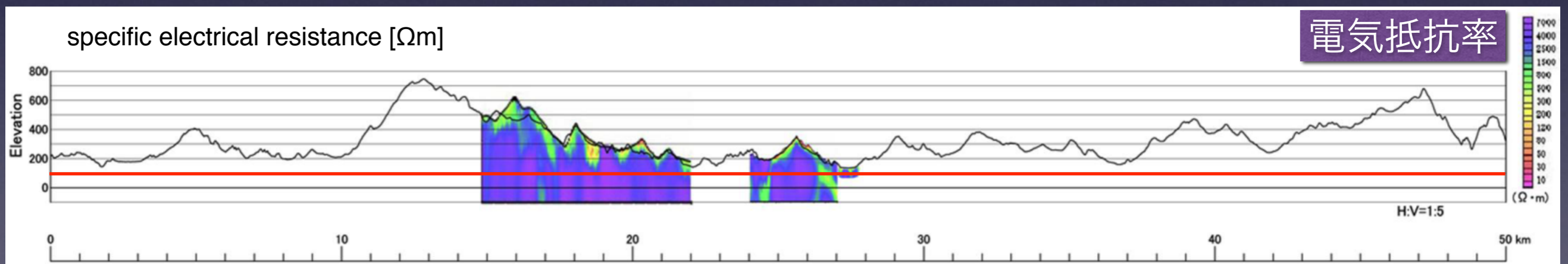
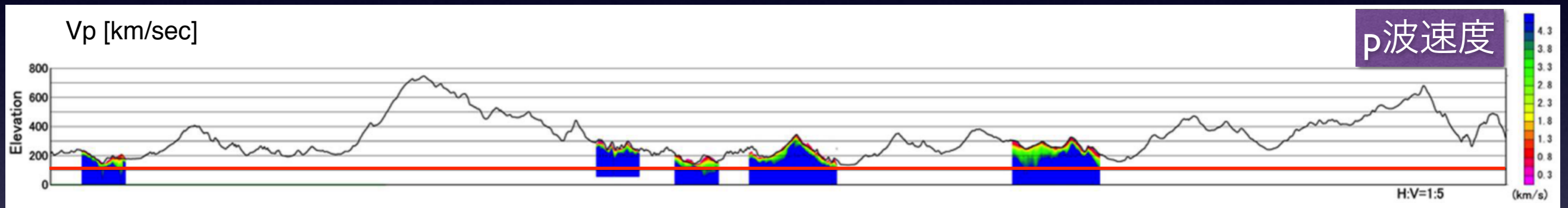


全体の1/5の範囲を示している

弾性波探査・電磁波探査の概要

North

South

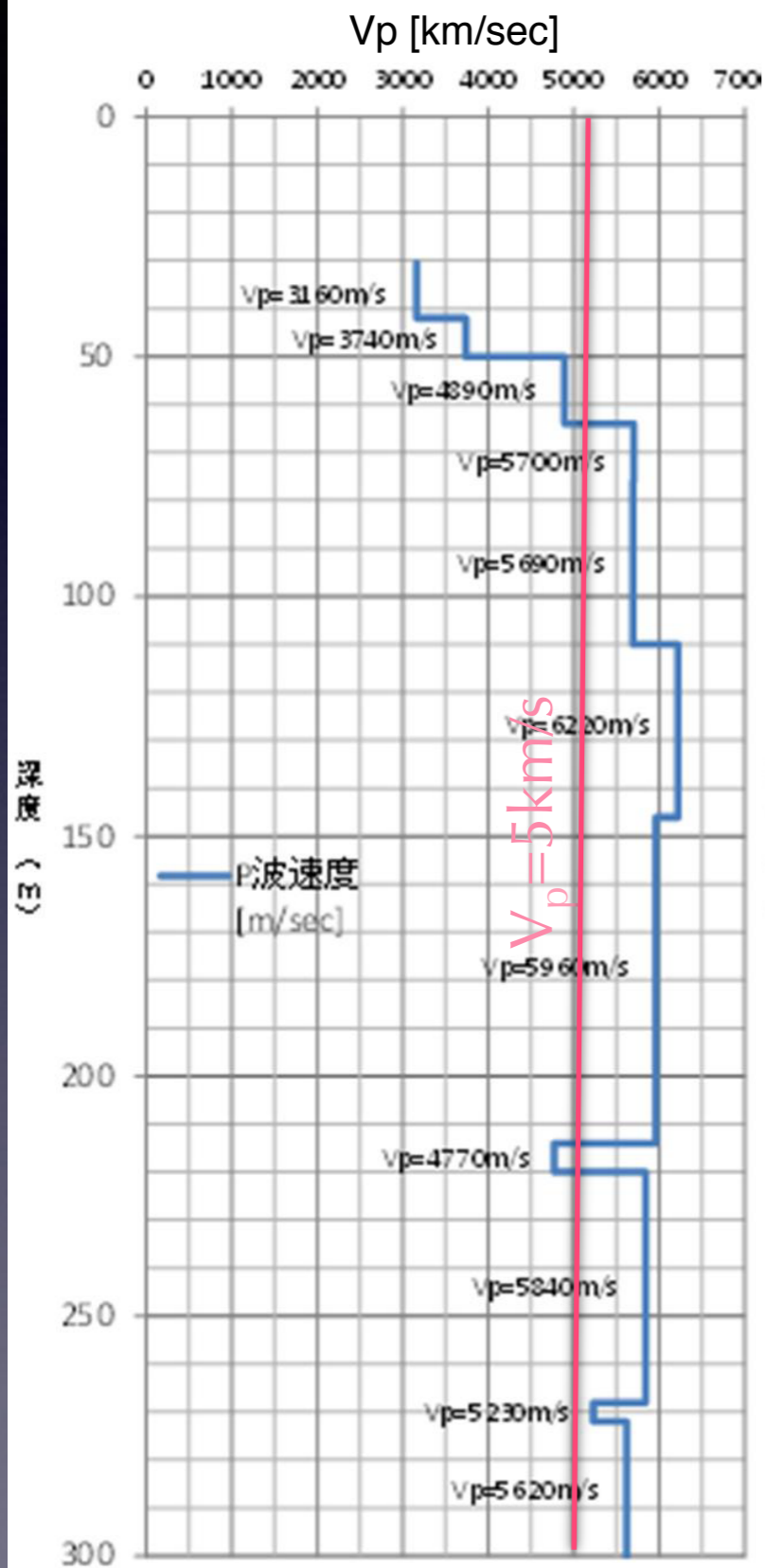


← 3 km →

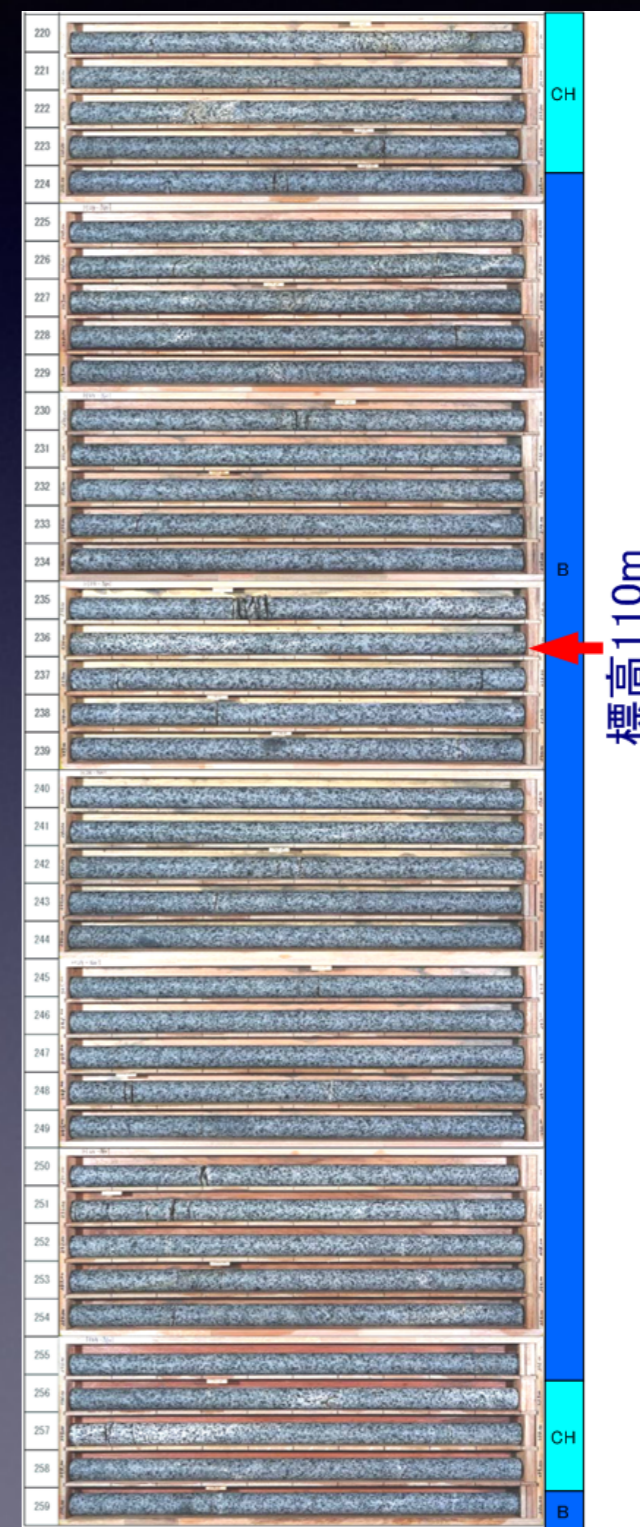
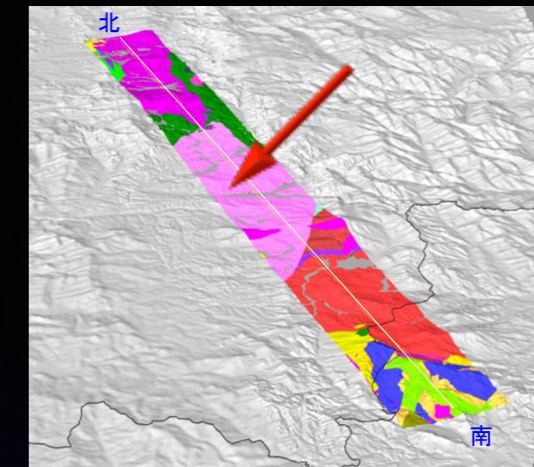
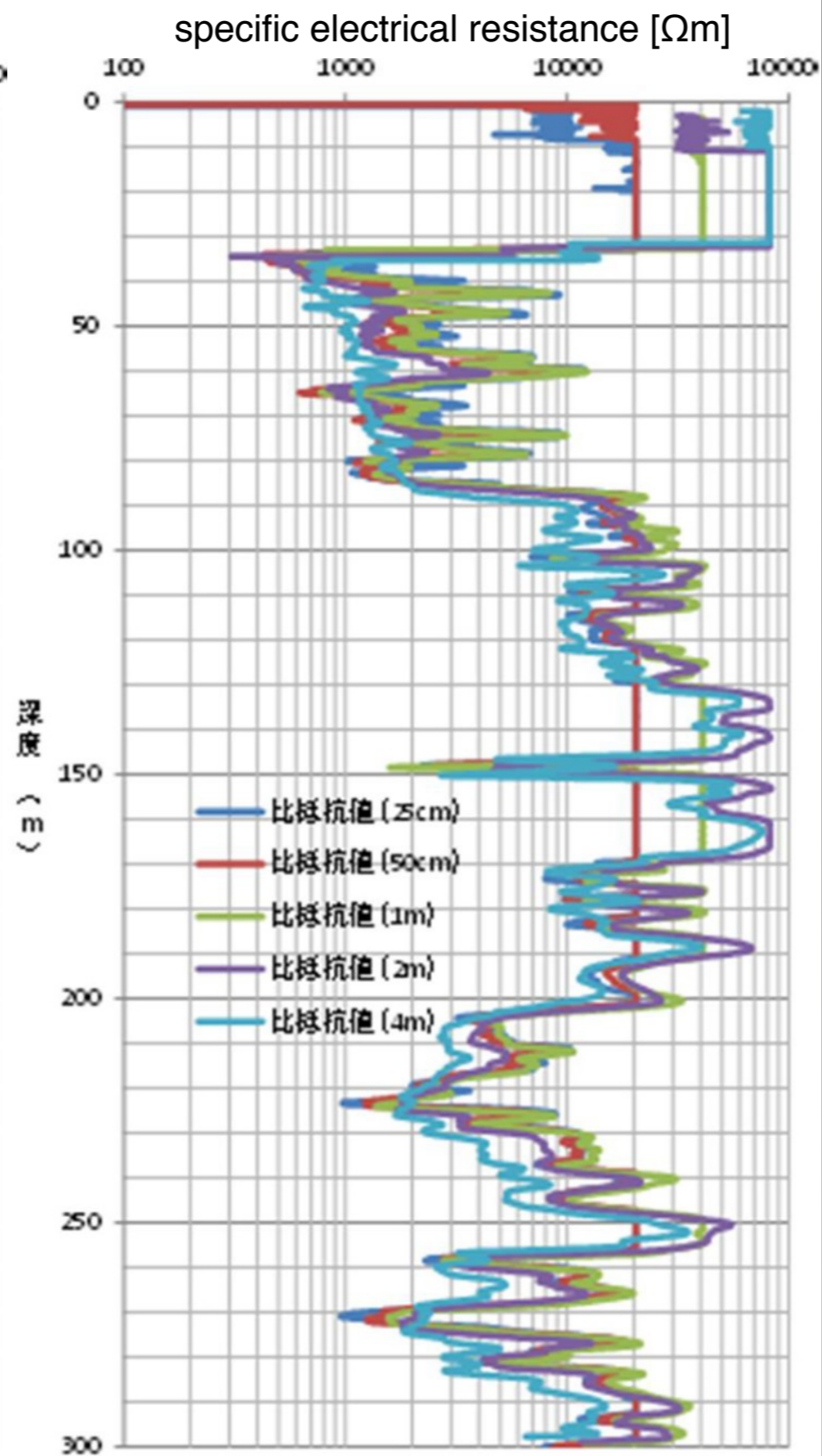
弾性波探査・電磁探査とともに~1/3をカバー

IP area studied during TDR phase

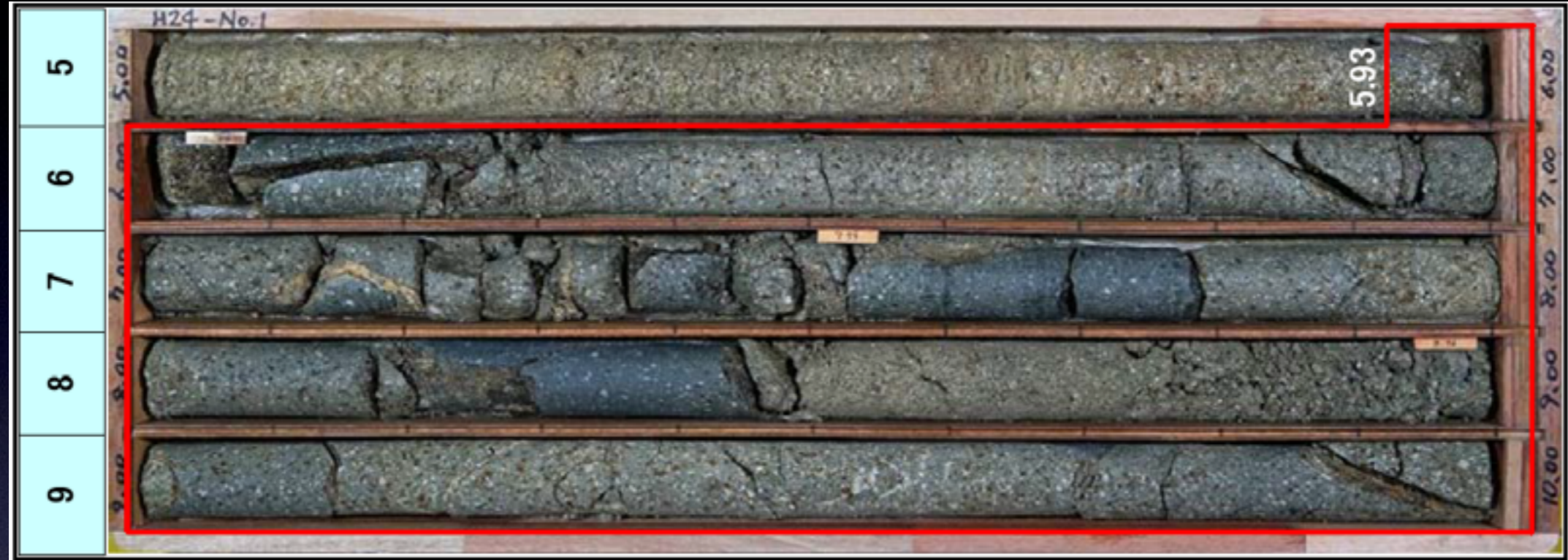
速度検層結果 (H24-No.1孔)



電気検層結果 (H24-No.1孔)



ボーリングコア



坑口標高346m

調査結果の概要

- 弾性波探査（総延長10km）
- 電磁探査（総延長10km）
- ボーリング（6箇所）
 - 地表付近には風化が見られる
 - トンネル計画高には、硬く、割れ目の少ない花崗岩が分布すると考えられる
 - 深層風化（熱水変質）が疑われる箇所もある

深刻な問題は見つかっていない

施設配置案

施設配置案の検討

- 衝突点付近に良好な地質を期待できること
- ほぼ全施設が花崗岩体に入ること
- 低土被り部で地上に市街地がないこと

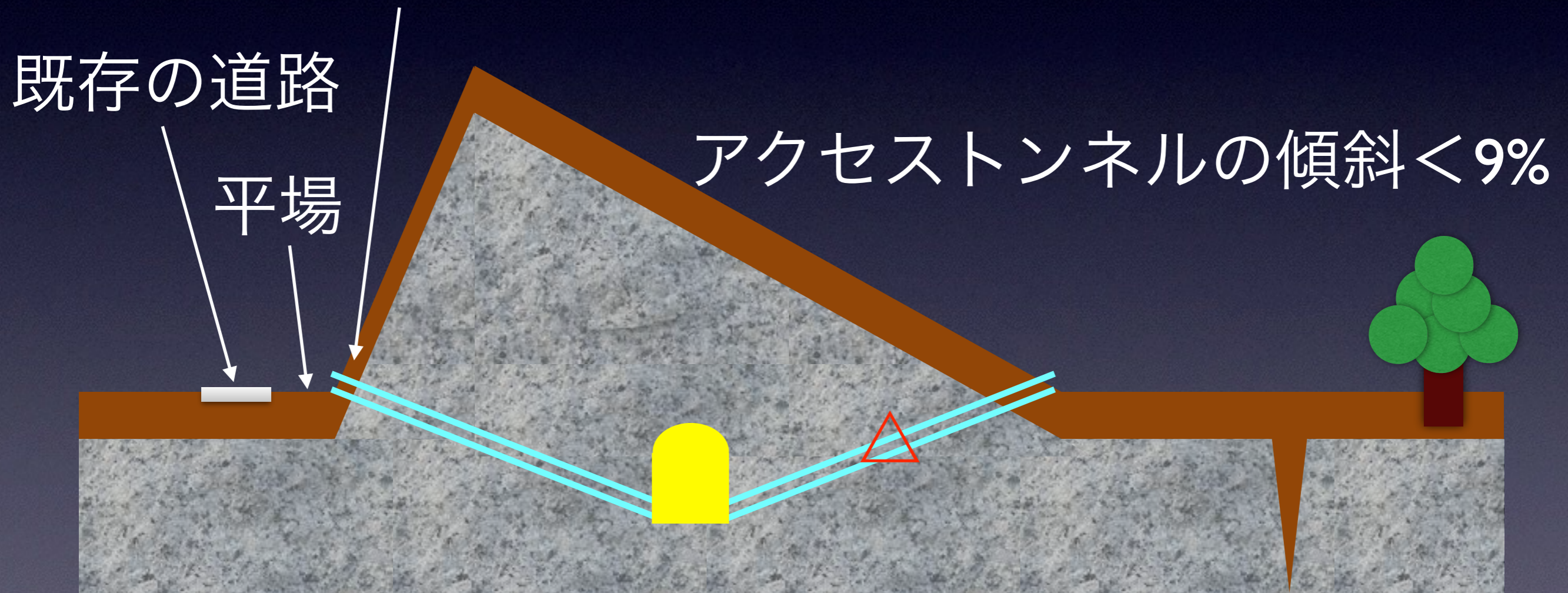
この条件で主線形加速器の配置を絞り込む

施設配置案の検討

アクセストンネルの配置

坑口に適した地形

(通過する風化層が少ない)



地下ホールに近いこと (<~1km)

施設配置案の検討

アクセストンネルの配置

- **アクセストンネルの坑口に適した地形**
 - 坑口付近に平場（工事用ヤード・クーリングタワー用地）を取れること
 - 既存の道路に近いこと
 - アクセストンネルをできるだけ短く
 - アクセストンネルの傾斜 $< 9\%$

施設配置案の検討

- 地形図・航空写真での検討
- 現地調査（延べ1ヶ月ほどの時間をかけた）
- 埋蔵文化財・土地利用制限等がないことを
確認

今年度の地質調査

Change Request - 0003

実験室空洞へは立坑で
アクセスしたい

~ ϕ 18m/L100m



~W11m/L1km

巨大な立坑を確実に建設
可能な条件（小土被り・
良好な地質）を満たす箇
所を探す調査が必要



LINEAR COLLIDER COLLABORATION
Designing the world's next great particle accelerator



CHANGE REQUEST NO. ILC-CR-0003	EDMS No: D00000001084745	Created: 16-09-2014
		Last modified: 7-10-2014

DETECTOR HALL WITH VERTICAL SHAFT ACCESS

Change the underground experimental hall to a design that has a large vertical shaft and allows for the “CMS style” assembly of the detectors.

RATIONALE

Introduction

The baseline (TDR) design of the interaction region (IR) for the ILC in Japan foresees an underground experimental hall that can be accessed only via a horizontal O(1km) long tunnel of ~11m width and a slope of O(7%). This has been defined before the Kitakami site has been selected for the ILC in Japan under the assumption that any Japanese site would be in a mountainous area that does not allow to have an assembly and maintenance area directly on top of the underground IR. The Kitakami site, however, allows to find a position for the IR that has a reasonably flat area above the IR and where a vertical shaft of O(70m) length could be built to access the underground areas.

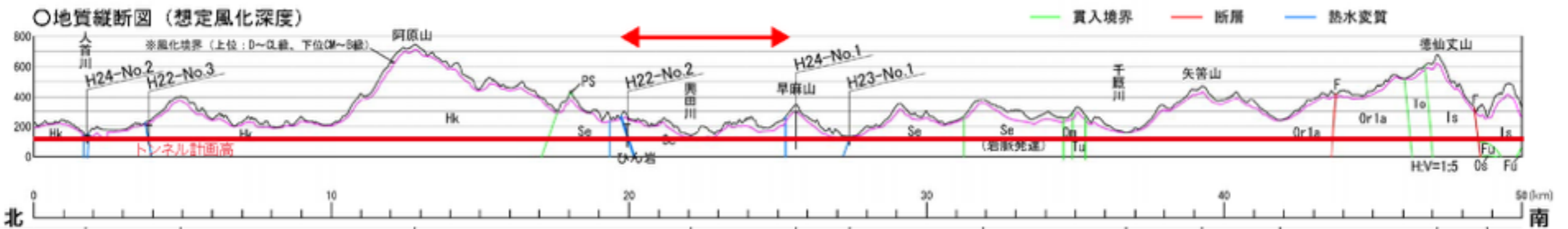
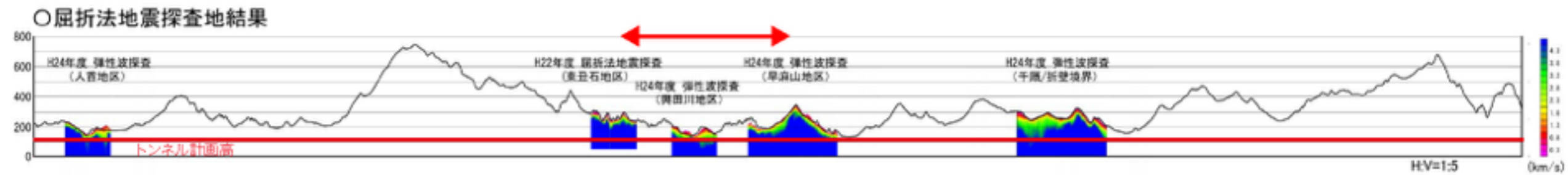
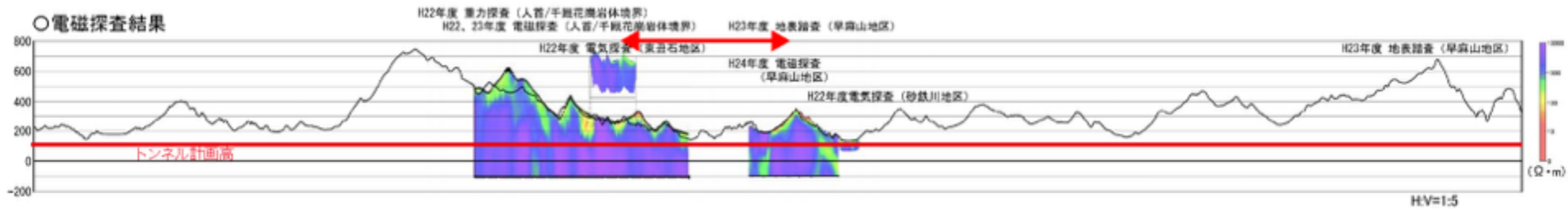
Detector Assembly and Timelines

In the “CMS assembly style”, both detectors will be assembled and tested mainly on surface. This is especially of significance for the detector magnet systems (solenoids and yokes). The large pre-assembled pieces will be lowered via the vertical shaft into the underground hall using a temporary gantry crane that can lift O(4000t). The lowering of the detector parts happens rather late in the ILC construction schedule, about 1-2y before the start of beam commissioning. In the baseline version that allows only access via a horizontal tunnel, the detectors need to be assembled from smaller pieces. This requires a longer underground assembly time (~3y) and more underground assembly space. The vertical access design therefore decouples to a larger extent the time lines for the CFS work and the installation of the machine and the detectors. This

TDR後

- 立坑アクセス可能な衝突点
- MLT +1.5km延長
- ...

施設配置を再検討



土振り EL. (+m)	33.73	297.35	636.66	30.83	234.78	24.91	273.52	49.20	362.02	130.92	570.24	153.17
地質	人首深成岩体 (Hk)			千歳深成岩体 (Se)				折壁複合深成岩体		前~中期三疊紀 粗粒岩類		
弾性波速度 (km/sec.)	(4.8km/sec.)			(4.5~5.5km/sec.)				H 実測値なし		(3.0km/sec.) ※※※※※※※※※※※※※※※※		
地山区分	(C1~B)			(C1~B)				(C1)		(C1)		
断層 変質帯	-屈折法地震探査から推定			-H22-No.2で確認 (D人首岩体界上端) -屈折法地震探査から推定				-H23-No.1で確認		-既得資料より推定		
既往調査 結果	<ul style="list-style-type: none"> H22-No.2速度検層 Vp=4.8km/sec. H22-No.2岩石試験 $q_u=121\sim194MN/m^2$ $E=68,700\sim77,800MN/m^2$ $V_p=5,670\sim5,780m/sec.$ H22-No.2透水試験 $k=8.17E^{-9}\sim5.11E^{-11}m/sec.$ (割れ目を対象) 			<ul style="list-style-type: none"> 屈折法地震探査 $4.5 < V_p < 5.5km/sec.$ H22-No.2速度検層 Vp=5.5km/sec. H22-No.2岩石試験 $q_u=129\sim253MN/m^2$ $E=80,400\sim82,200MN/m^2$ $V_p=5,310\sim5,770m/sec.$ H22-No.2透水試験 $k=2.37\sim4.08E^{-9}m/sec.$ (割れ目を対象) 				<ul style="list-style-type: none"> H22-No.1速度検層 $5.2 < V_p < 5.5km/sec.$ H22-No.2岩石試験 $q_u=189\sim170MN/m^2$ $E=80,600\sim64,700MN/m^2$ $V_p=4,830\sim5,240m/sec.$ H22-No.2透水試験 $k=5.18E^{-9}\sim1.90E^{-9}m/sec.$ (割れ目を対象) 				

弾性波探査・電磁波探査で適地を絞り込む
適地を思われる箇所でもボーリング調査を実施する

今年度の地質調査

- 弾性波探査・電磁波探査で適地を絞り込む
- 適地と思われる箇所ボーリング調査を実施
- 東北大学・岩手県の共同研究

- 弾性波探査（総延長10km → 12.5km）
- 電磁探査（総延長10.5km → 12.5km）
- ボーリング（6本 → 7本）

調査項目	2015年						
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
打合せ		■	■	■		■	■
①既往調査結果のコンパイル							
既往調査結果のコンパイル		■	■				
②物理探査による実験室空洞の最適地の検討		物理探査					
用地交渉		■	■				
準備(発破孔掘削など)		■	■				
弾性波探査(屈折法)(1.2km×2測線)			■	■			
電磁探査(2.0km×1測線)			■	■			
探査解析				■	■		
③ボーリング調査による実験室空洞の最適地の確認				ボーリング調査			
用地交渉				■			
準備・撤去				■			■
オールコアボーリング(140m×1孔)				■	■	■	■
ボアホールカメラ				■	■		
速度検層						■	
電気検層						■	■
室内岩石試験(密度、一軸圧縮、超音波)						■	■
ボーリング調査解析						■	■
④ILC中央部地上施設周辺の地表地質調査				地表踏査			
用地交渉				■			
準備(地形調査)				■			
地表地質踏査(500m×500m)				■	■		
踏査解析				■	■		
⑤三次元総合解析							
解析取りまとめ						■	■
三次元総合解析						■	■
報告書作成						■	■

まとめ

- 北上エリアにおいては、地質の概要がかなり分かってきた
- 深刻な地質的問題は見つかっていない
- TDRへ向け、技術的に実現可能な施設配置案を作った
- より具体的な検討をするため今年度も地質調査を実施する
- CR-0003 に関係する地質調査の結果が出てくるのは11月か？