

県による予備調査報告書＜自然環境調査/H25年度＞から抜粋

◆ILCトンネル建設について：関係機関との協議結果から

・「環境影響評価法」の適用は受けない

理由

- ①研究施設用途は、法アセスの対象事業ではない。
- ②開発面積が100haを超えない。

・県環境影響評価条例の適用は受けない

理由

- ①50ha以上の土地の改変を行わないため。
(加速器施設に限定した予備検討)

但し、中央キャンパスの開発面積は50ha以上となる可能性あり、
「県条例による環境アセスメント」の対象となるケースも想定する。

県による予備調査報告書＜自然環境調査/H25年度＞から抜粋

◆ILCトンネル建設に向けた今後の課題

・ 環境影響評価の必要性検討

- ・「条例による環境影響評価」の必要性をあらためて検討.

・ 土捨て場(ズリ仮置き場)に係る環境配慮

- ・ 学識者ヒアリング:「土捨て場の環境影響評価が必要」

・ 河川協議

- ・ 学識者ヒアリング:「トンネル湧水の公共用水域(河川・湖沼)への放流は大きな懸念」



- ・ 法アセスに則した「**自主アセスメント**」の実施により、地域住民(共同体)の理解と共感を得ることを目指す。

県による予備調査＜自然環境調査/H25-26年度＞から抜粋

◆ 猛禽類に関する生息調査結果と今後の課題

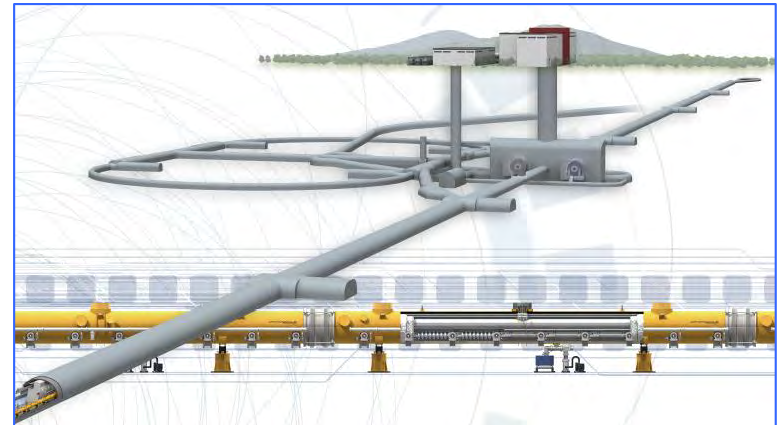
- ・ 予備調査の段階では、イヌワシ等9種の猛禽類生息が確認されたが、周辺地域での営巣繁殖は確認されていない。
- ・ 今後の留意点： 繁殖期での調査を継続し、当該地域における**希少猛禽類**に関する繁殖状況の確認が必要。

◆ ILC国際レビュー会議：ILC PAC@Paris(2015.4.15)での報告を引用

Order	Family Name	Species name	Important species selection criteria					
			I	II	III	IV		
Hawk	Osprey	Osprey			NT	B	6	
	Hawk	Honey buzz			NT	C	8	
		Sparrowhawk			NT	C	21	
		Goshawk		●	NT	B	14	
		SASHIBA			VU	B	18	
		Buzzard				D	230	
		Golden Eagle	●	●	EN	A	7	
		Bear Eagle		●	EN	A	3	
Falcon	Falcon	Falcon		●	VU	A	13	
2	3	9	1	4	8	9		

➤ Pilot Survey by Local Government

3. 法規制・リスク等の概要



ILC開発事業に係る土地利用規制の概要

立地区分	関連法	規制行為等	摘要
農業地域	農業振興地域の整備に関する法律	農用区域の指定解除	農林水産大臣、知事
	農地法	農地・放牧地の転用許可	大臣許可、知事許可
森林・防災地域	森林法	民有林の開発行為(1haを超える場合)	県知事、林野庁
		保安施設地区の立木伐採、土地形質変更	々
		保安林での開発行為(国有林・民有林)	農林水産大臣、知事
	国有林野法	国有林の借受・買収	林野庁(営林局)
	砂防法	砂防指定地の形状変更、工作物新設等	国交省
	地すべり等防止法	地すべり防止区域での開発行為	々
	急傾斜地の災害防止に関する法律	急傾斜崩壊危険区域での水の放流等の、崩壊を助長・誘発するおそれのある行為	々
自然公園地域	自然公園法	国立公園、国定公園、県立自然公園	環境大臣、県知事
自然環境保全地域	自然環境保全法	工作物の新增設、土地形質の変更等	環境大臣、県知事
	文化財保護法	史跡名勝天然記念物、埋蔵文化財の保全、文化財環境保全に影響を及ぼす行為	文化庁
	鳥獣保護及び狩猟等に関する法律	鳥獣確保特別保護区、鳥獣保護区での立木伐採、工作物の設置等	環境大臣、県知事
公共施設関連	河川法	土地専用、工作物の新設、土地の掘削等	河川管理者
	道路法	区域内の行為・工事	道路管理者
	建築基準法、消防法		国交省、特定行政庁



ILC建設に伴い想定されるリスク評価項目

区分	リスク項目	リスク評価対象事項・内容		
		評価対象事項	評価対象内容	関連法
自然環境条件	① 地質	不可視地質への対応	事前調査不足等による地質条件の乖離	
	② 気象	雨・雪・風・地震・雷	異常気象、突発的事象による影響	
	③ 自然環境保全	自然環境、景観保全	工事による自然環境の破壊、景観の損傷	環境基本法
		自然公園、森林保全	自然環境保全地域内の開発行為規制	森林法
		既存植生の保護	工事地域での希少植物・生物の保護	自然環境保全法
生活・社会環境条件	① 地下水・湧水	地下水による環境影響	湧水処理による水位、地盤変状への影響	水質汚濁防止法
	② 水質汚濁	周辺水域への水質保全	排水による周辺水域の水質汚濁への影響	土壌汚染対策法
	③ 土壌汚染	掘削ズリによる土壌汚染	自然由来の重金属による周辺土壌汚染	環境基本法
	④ 周辺環境保全	騒音・振動・粉塵など	工事に伴う騒音、振動、粉塵等の影響	騒音/振動規制法
	⑤ 現況道路利用	生活道路の環境保全	工事車両による専用、利用制限、保安など	道路法、道交法
	⑥ 地中障害物	障害物の撤去、保全	想定外の地中埋設物による工事遅延など	産廃処理法
	⑥ 埋蔵文化財	史跡、埋蔵文化財等	工事中の埋蔵文化財の発生による影響	文化財保護法
	⑦ 放射線管理	坑内からの排水処理	放射線モニタリング排水	放射線障害防止法
その他	① 用地	用地取得の遅延	用地取得の遅れによる工事着手の遅延	
	② 許認可関連	開発許可、住民訴訟等	許認可の遅れによる事業計画への影響	
	③ 労働災害	火災、事故など	坑内火災、事故等による工事休止	
	③ 不可抗力事象	地震(L2)、洪水など	不可抗力的な自然・社会事象による影響	

防災上のリスク想定・法規制など

土木学会：ILCの＜土木工事に関するガイドライン＞/H26年3月＞から抜粋

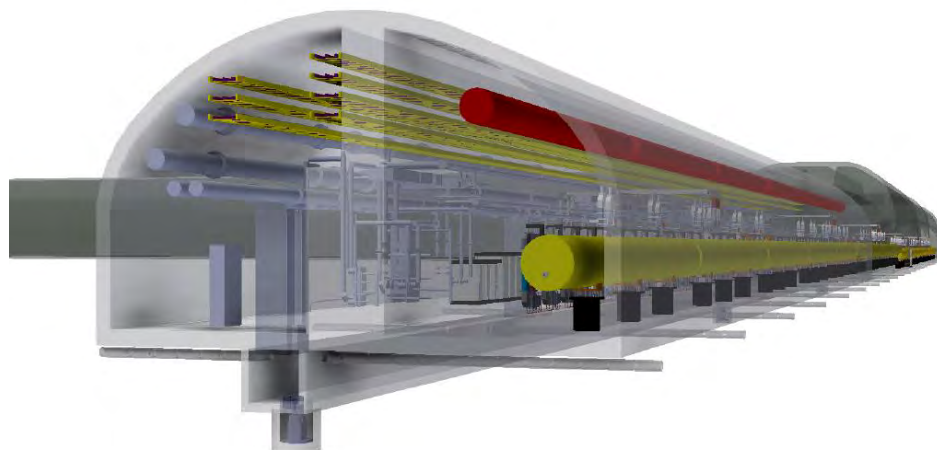
◆ 想定される災害リスクの整理

- ① 火災：トンネル内の可燃物より火災荷重を想定.
- ② 浸水：恒常湧水量を想定(土木学会標準;0.6t/min/km)
- ③ 停電：大規模地震時の商用電源の停電(3日間程度)を想定
- ④ ヘリウムGリーク：地下でのヘリウム貯蔵量(63kl/系統)などに対応
- ⑤ 地震：3.11大地震での地震規模(地表面での最大震度;7)を想定
- ⑥ その他の自然災害：雨、雪、風など立地地点での特性に対応

◆ 防災に関する法基準の制約

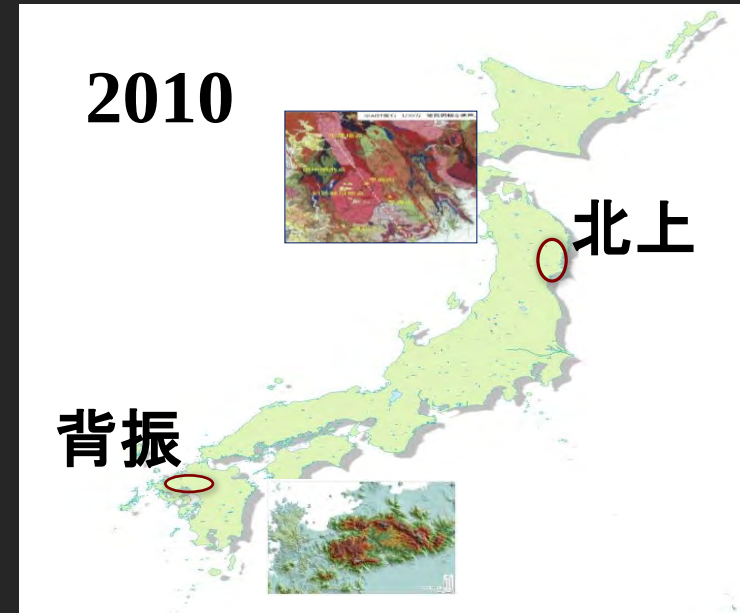
- ・ 建築基準法令による制約：
- ・ 消防法令による制約：
- ・ 地域条例・規則等による制約：
- ・ 自主規制による安全基準、制約
- ・ その他法令による制約：「労働安全衛生法」「環境保全関係法令」
「放射線障害防止法」「高圧ガス保安法」「自然保護関係法令」

Appendix



国内候補サイト選定の経緯

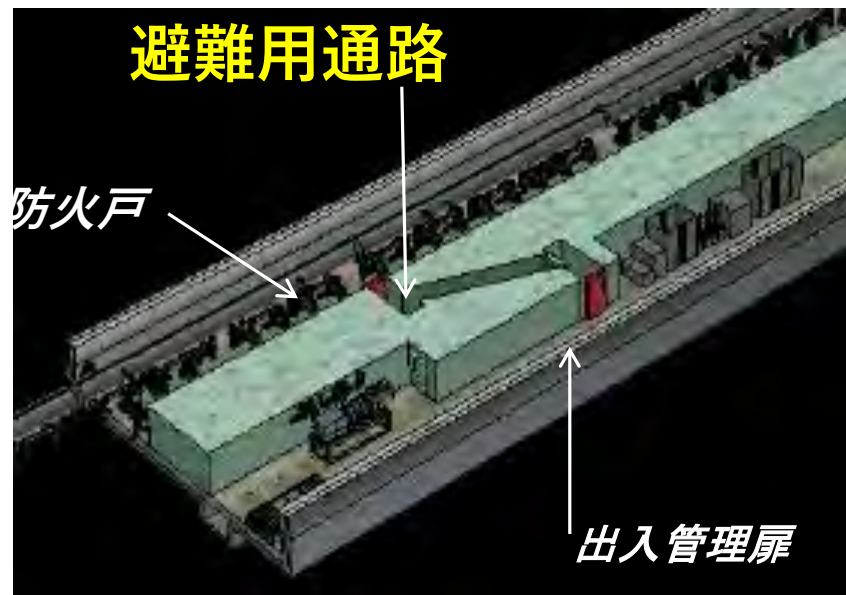
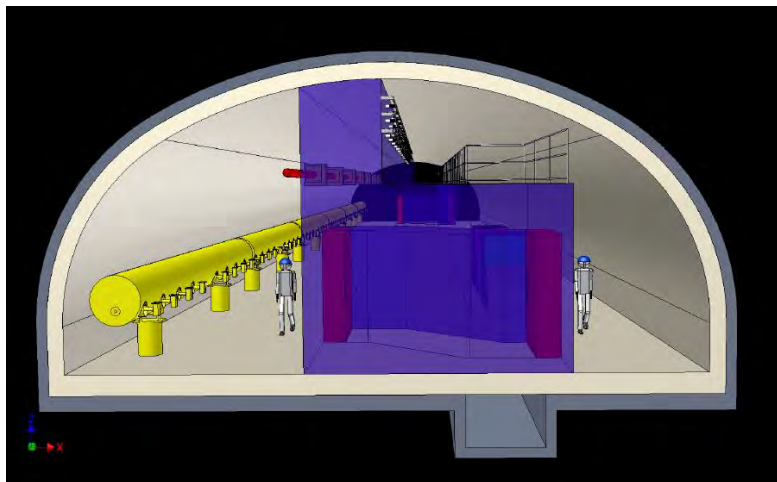
- 第一次調査:国内全域で立地可能なサイト調査開始 (1997~)
- 土木学会との連携開始 (第1次:2006~ 第2次:2010~)



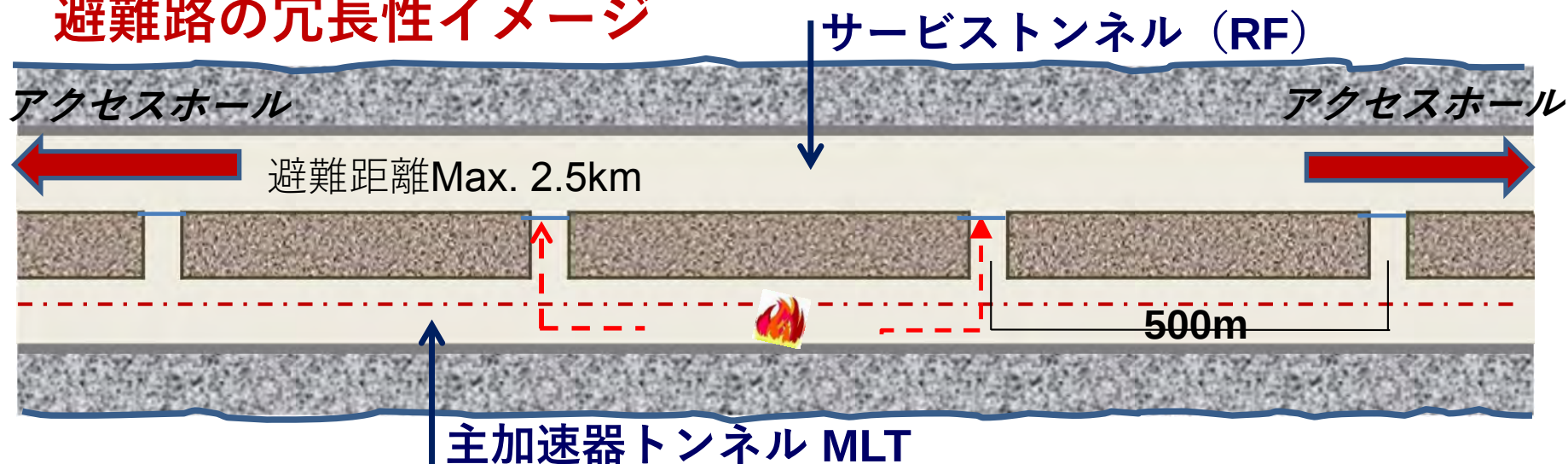
- 2候補地の公表 (日本物理学会領域シンポジウムにて) (2010.9)
- 地元大学・自治体等による新調査体制での地質調査開始 (2010~)
- 国の予算(平成23年度補正)による2候補地点での地質調査(2012~)

■ ILCコミュニティにより**北上サイトを最適**と評価 (2013)

ML 断面イメージ



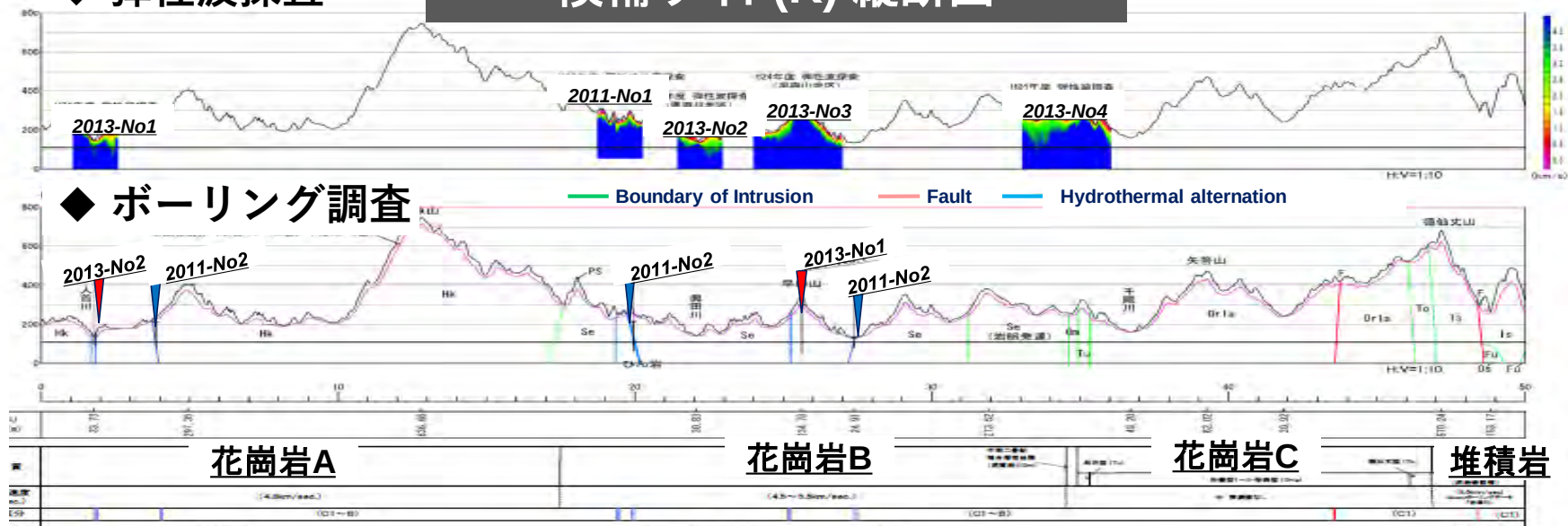
避難路の冗長性イメージ



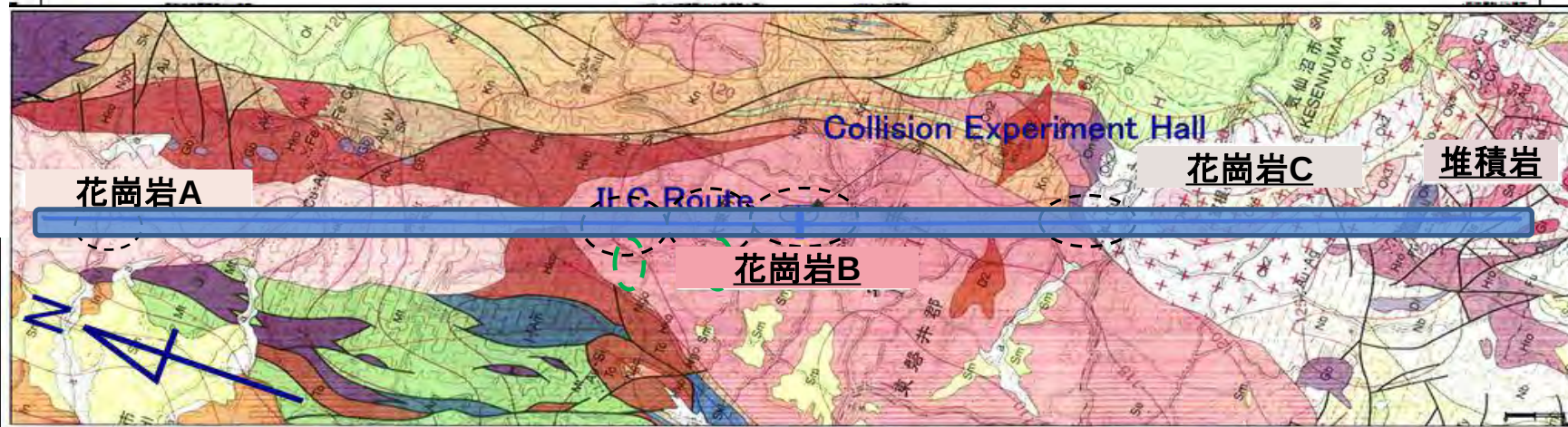
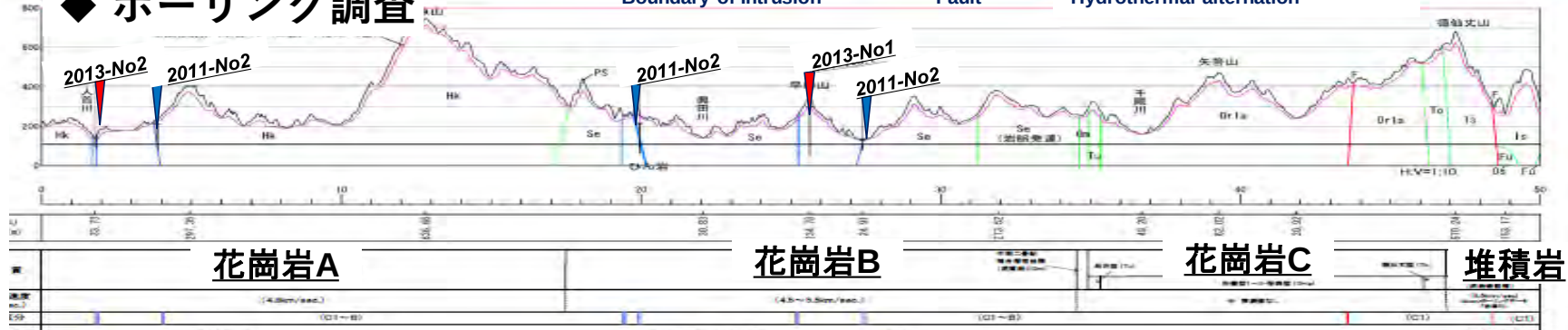
□ 候補サイトにおける地質図・地質調査の現況

◆ 弾性波探査

候補サイト(K) 縦断図



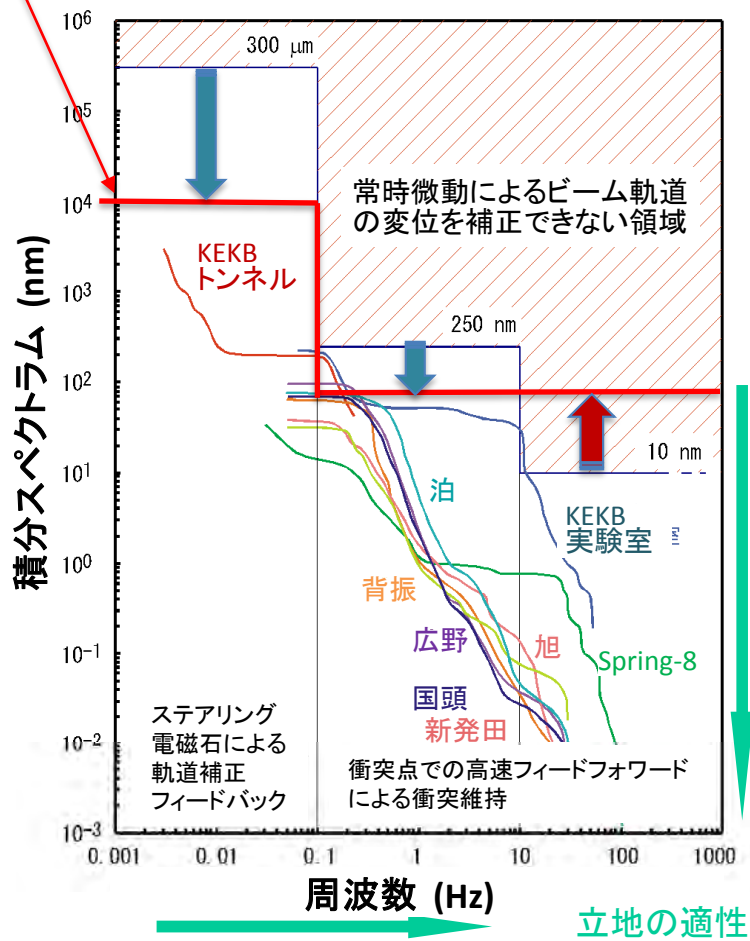
◆ ボーリング調査



常時微動とビーム軌道の安定性

土木学会Report /2008.3に加筆

最近の解析による
要求振幅限度:2014y



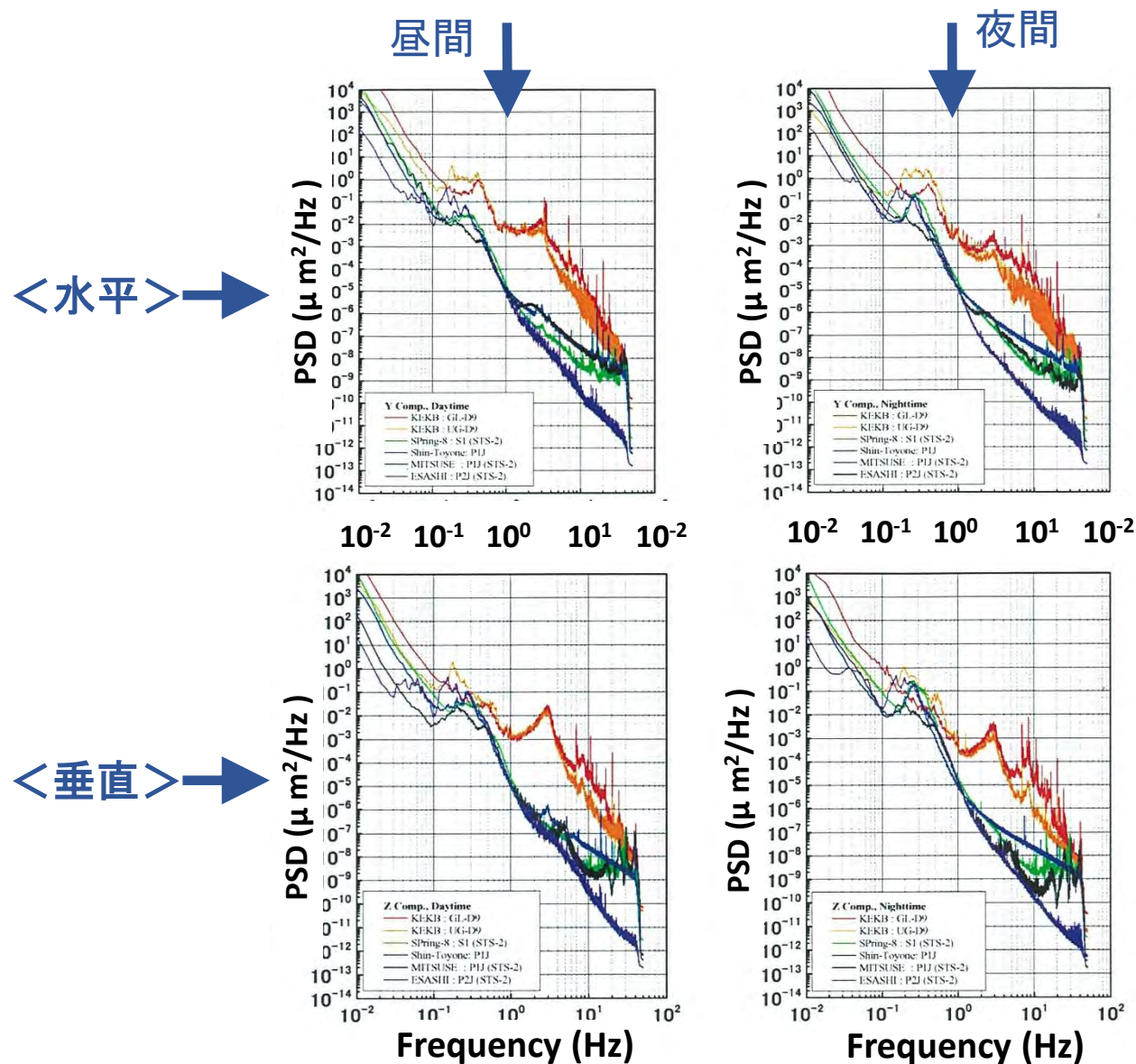
常時微動鉛直成分

常時微動観測点の地質条件

観測点	所在地	地質	土被り
KEKBトンネル	茨城	沖積層	<10 m
KEKB実験室	茨城	沖積層	<10 m
Spring-8	兵庫	変斑レイ岩	-
新発田	新潟	頁岩	25 m
広野	福島	花崗閃緑岩	-
朝日	愛知	花崗岩	50m
背振	福岡	変成岩	-
泊	青森	安山岩	14 m
国頭	沖縄	砂岩	30 m

- 花崗岩のような堅い岩盤に立地すれば常時微動は許容値を十分に下回ると予想。
- 地下構造物の計画・設計にあたっては、地質調査段階において現位置での常時微動測定の実施が求められる。

国内各地の地盤-常時微動 PSD

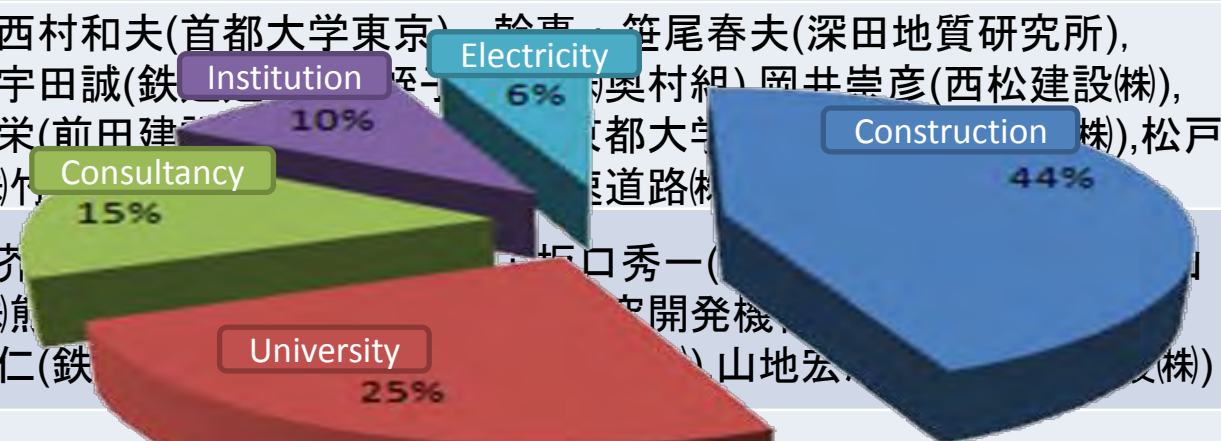


測定場所:

- KEKB:GL-D9 (茨城)
- KEKB:UG-D9 (茨城)
- Spring-8: S1 (兵庫)
- 新利根: (愛知)
- 三瀬: p2J (福岡)
- 江差: P2J (岩手)

土木学会ILCガイドライン部会・委員構成(51名)

部会, 氏名	幹事, 委員, 氏名	平成26年1月現在)
委員長, 企画運営部会 主査: 近久博志 (株)地盤システム研究所)	顧問: 坂口清敏(東北大学), 清木隆文(宇都宮大学), 三谷泰浩(九州大学), 幹事長: 宮原正信(高エネルギー加速器研究機構), 来山尚義(復建調査設計株), 部会主査幹事	
計画調査部会 主査: 真下英人 (土木研究所)	顧問: 市川康明(岡山大学), 幹事: 武内邦文(株)大林組), 委員: 金井和彦(八千代エンジニアリング株), 倉持秀明(パシフィックコンサルタンツ株), 津崎高志(株)開発設計コンサルタント), 西琢郎(清水建設株), 平川芳明(株)ニュージェック), 松下典史(応用地質株), 松田武(株)大林組), 村野清一郎(東北電力株), 安原英明(愛媛大学)	
大空洞部会 主査: 西本吉伸 (電源開発株)	顧問: 清水則一(山口大学), 幹事: 西村毅(株)安藤ハザマ), 委員: 池田博嗣(九州電力株), 関根一郎(戸田建設株), 松元和伸(飛島建設株)	
水平坑部会 主査: 岩尾哲也 (株)高速道路 総合技術研究所)	顧問: 西村和夫(首都大学東京), 幹事: 笠尾春夫(深田地質研究所), 委員: 宇田誠(鉄), 久慈雅栄(前田建設), 直人(株)竹中工務店), 奥村組), 岡井崇彦(西松建設株), 松戸	
特殊坑部会 主査: 秋田勝次 (鉄道建設・運輸施設整備 支援機構)	顧問: 芥, 坂口秀一(株)開発機, 政弘(株)熊, 舟橋孝仁(鉄), 山地宏(株)	
防災部会 主査: 岡部治正 (株)日建設計)	顧問: 川端信義(金), 堀内浩三郎(株)ロード・エンジニアリング), 幹事: 小林薫(神戸高等), 委員: 砂金伸治((独)土木研究所), 菊本智樹(株)エコプラン), 下河内隆文(株)竹中工務店), 西田幸夫(埼玉大学)	

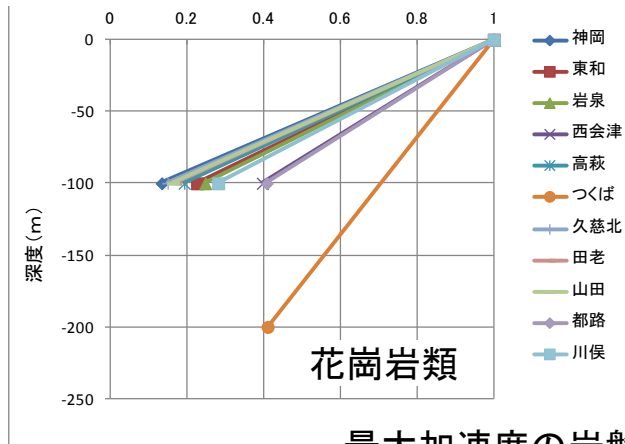


ILC施設に求められる耐震性能(2)

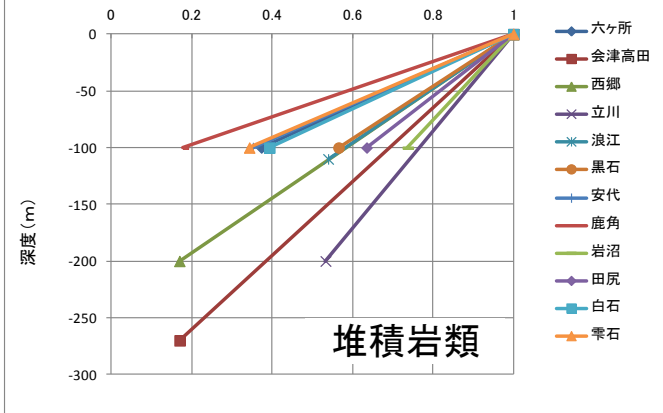
■ 東日本大震災で観測された最大加速度と地盤

＜引用： 防災科学研究所/KiK-net公開データから＞

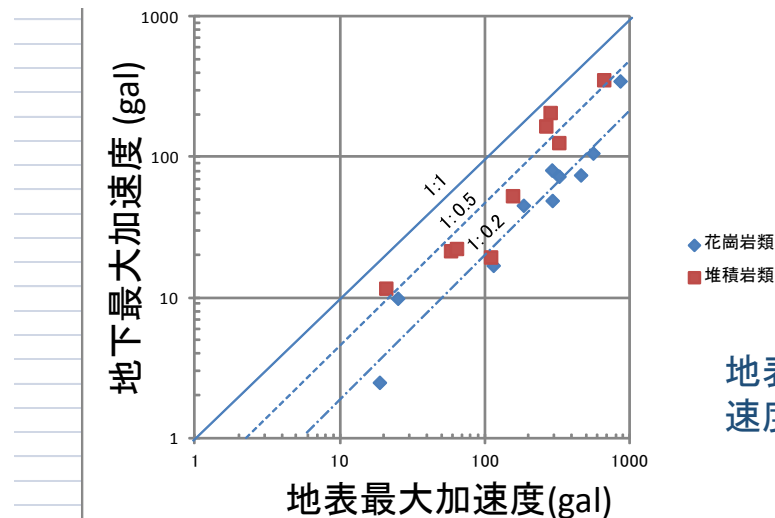
地下最大加速度/地表最大加速度



地下最大加速度/地表最大加速度



最大加速度の岩盤種別による比較



➤ 東北地域(岩手県6箇所を含む)を主とした地震観測データより、地下での最大加速度が地表に比べ大きく減衰している事例が示されている。

地表面と地下100m以深での最大加速度の比較データ

加速器施設の耐震性について:

● クライオモジュールの耐震性:

- ILC加速器のなかで、大量に使用され、断熱設計のため耐震性がもっとも弱いと考えられるクライオモジュールについてISO3010の加振スペクトラムを用い、筑波地区の地上地盤強度と100年に1度規模の加速度を想定した耐震計算・設計を行っており、ボルトのサイズアップと補強治具厚み増強という少しの改造で耐震性に問題がないことをLCC内で共有している。
- その他として、マグネットなどの加速器機器は海外のものであっても日本の耐震基準にそって設置・固定するので耐震性を持たせる事ができる。また、地下トンネル内では振動振幅が地上部の1/2から1/5に減少するので、大きな余裕度を持つことになる。
- 地上部に大規模に設置されるヘリウム施設は、高圧ガス設備であり、その設置には高圧ガス保安法にもとづく耐震設計が義務づけられているので、耐震性を持つことになる。

ガスリターンパイプとサポートポストの間の取付板がその最大許容応力200MPaを超えている。
この板の厚み（6mm）をサイズアップ、あるいは補強板を追加する事で耐震性を持たせる。

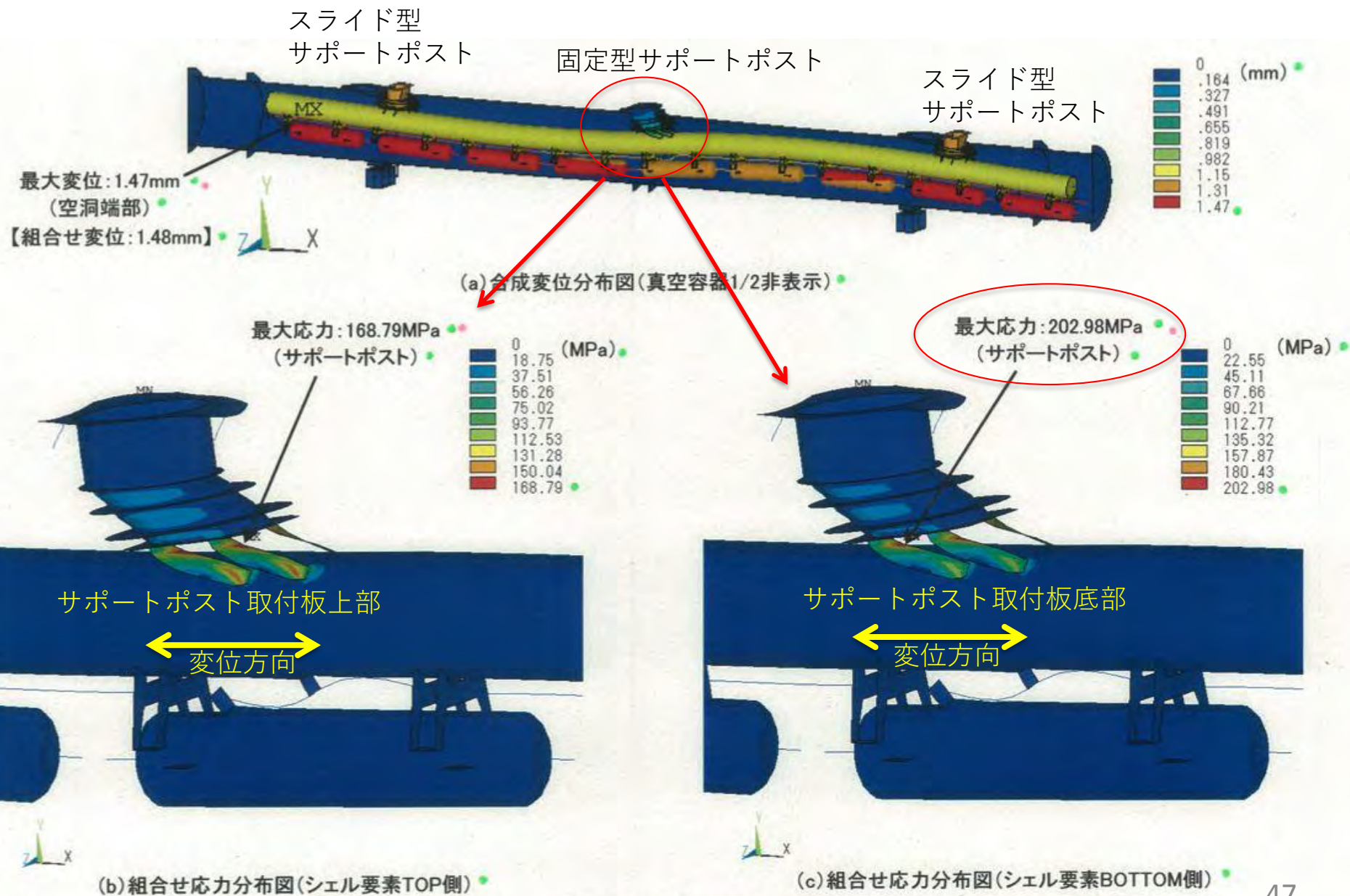


図5-4 第Ⅱ種地盤X方向応答スペクトル解析結果(X方向卓越モードである10.76Hzの単体解析結果)

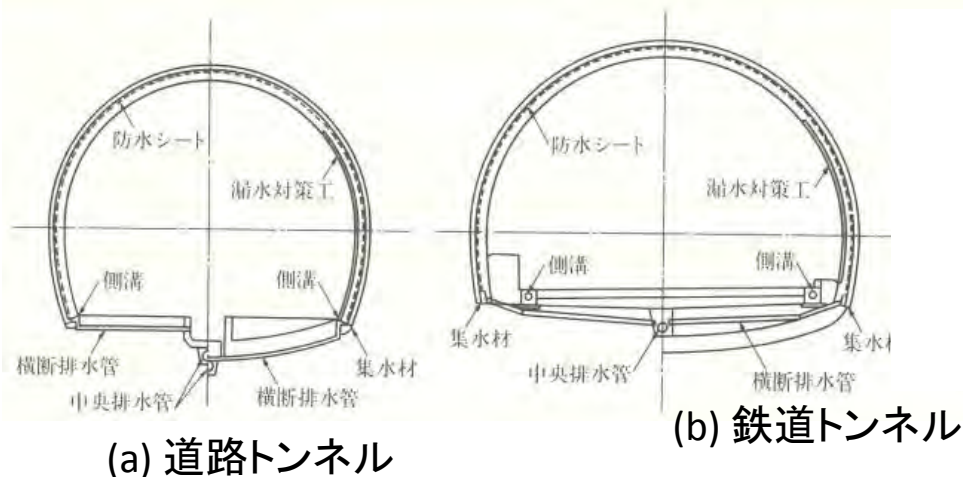
高圧ガス設備における耐震設計

- 高圧ガス保安法に基づき、経済産業省による政令「高圧ガス設備等耐震設計基準」によって、耐震設計が義務付けられている。
- 兵庫県南部地震での災害状況をもとに、1997年に2段階での耐震設計基準が導入された。
 - レベル1： 300ガル（1997年までの基準）
 - レベル2： 600ガル（新規導入・高振動基準）
- ILCでは、主線形加速器は全長に亘り、高圧ガス設備（超伝導クライオモジュール）が設置され、耐震設計が求められる。
- ただし、低温機器では、断熱性能と耐震設計のバランスの最適化が必要であり、実施段階で、対応するレベルを含んだ詳細設計が必要である。
- 定常的な耐震設計はレベル1基準に従い、レベル2となる大振動時には、通常は接触していないストッパーを機能させることで、レベル2対応の耐震性を（大きなコスト増なしに）実現することが可能となる。

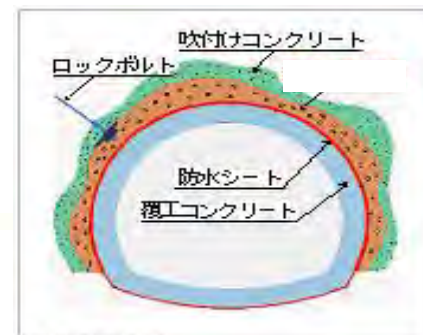
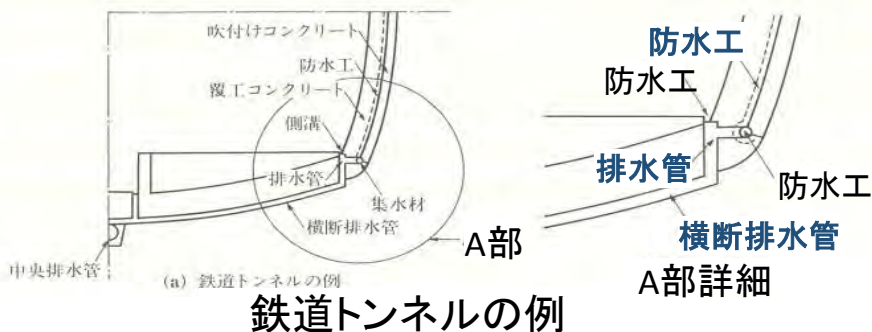
ILC地下構造物の地下水処理

排水処理工の基本概念

国内-山岳トンネル標準断面



排水設備詳細



▲工法概念図

類似トンネル施設工事状況

覆工コン打設前
(防水シート・鉄筋)

覆工コンクリート

覆工コン型枠



ILC地下構造物の地下水処理

<参考資料> 国内トンネルの湧水量実績例

岩種別トンネル湧水量一覧(工事中) /統計的予測 -日本トンネル技術協会調査1982y

岩種	坑口最大湧水量 (t/min)	貫通時の比湧水量 (t/min/km)	比湧水量の平均値 (t/min/km)
火山岩	9.0	1.7	0.6
深成岩	4.1	1.5	0.6
中・古成層	2.0	3.2	1.2
泥岩・砂岩	1.1	61.0	0.3
砂礫	0.6	1.4	-

- ILCサイト(花崗岩+堆積岩)での湧水量は、上表の工事中湧水量を参考にしつつ、土木学会等で推奨されている0.5t/min/kmに安全率2を乗じ、1t/min/kmと仮定し算出した。

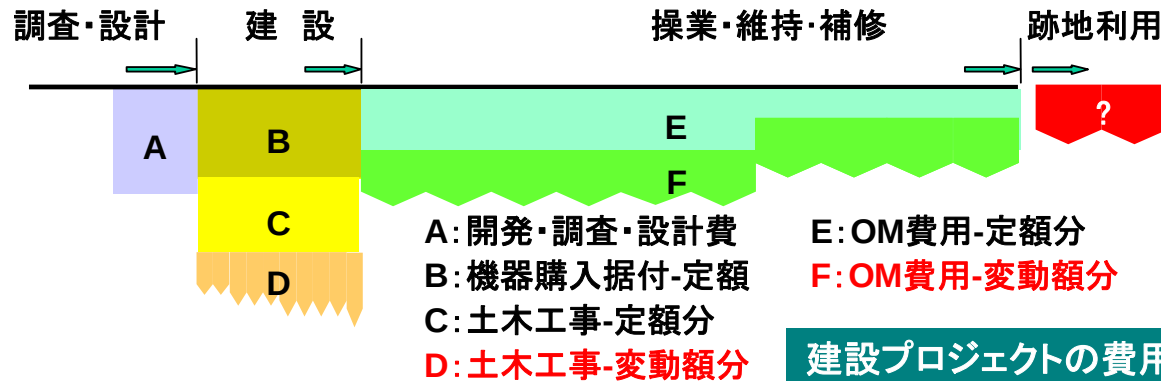
工事中と恒常的湧水量の比較事例 /主な鉄道トンネル事例 -JRTT調査

線区	延長 (m)	貫通時期 (年・月)	工事中湧水量 (t/min/km)	恒常的な湧水量 (t/min/km)
津軽海峡線 (青函トンネル)	53,850	S60.3	0.93	0.37
東北新幹線 (八戸-新青森)	26,455	H17.2	1.66	0.60
東北新幹線 (盛岡-八戸間)	25,808	H12.6	0.59	0.24
北陸新幹線 (長野-金沢間)	22,251	H19.12	1.15	0.62

約1/2以下に減

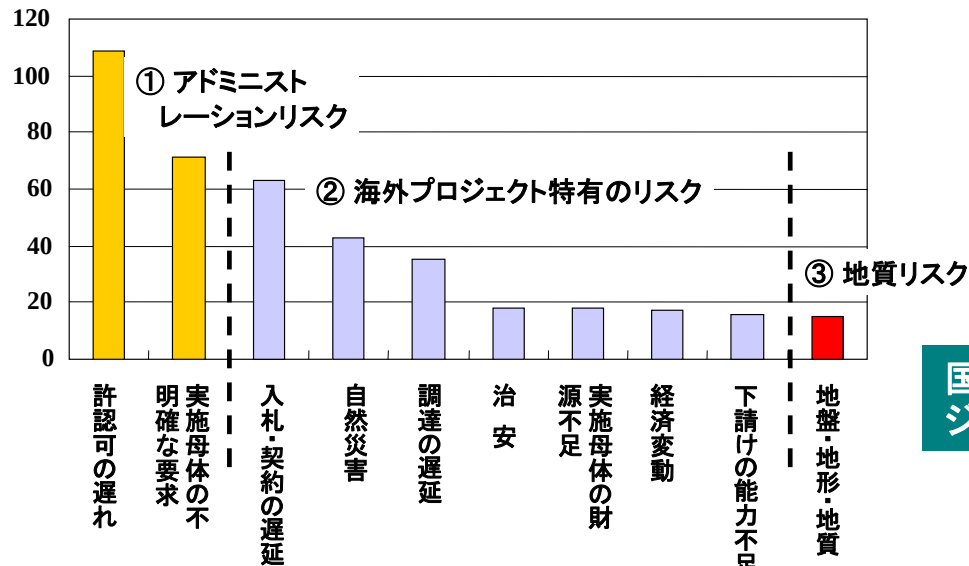
参考： 建設プロジェクトリスク要因の抽出

● リニアコライダー施設の建設・操業に関するプロジェクトライフ



➤ 引用資料:
土木学会: 加速器施設の
土木技術に関する調査
報告書(2008年3月)

● 円借款プロジェクトでの工事遅延に関するリスク要因



➤ 原典:
国際協力銀行(JBIC)実施
による「円借款事業377
事例」による事後評価
(200~2005年)

国内の山岳トンネル建設プロジェクトでの事後評価？