

道園真一郎・宮原正信

LCC (Linear Collider Collaboration)

KEK加速器研究施設

- ・ ビームダンプ
- ・ 建設候補地のアクセス
- ・ 環境評価

【さらに確認すべき点】

<加速器>

- ・陽電子源の選択はどの時点でどのような基準でなされるのか。
- ・2つの検出器が本当に必要か。それらのタイムシェアリングはどうするのか。
- ・ビームダンプの健全性のモニター、遠隔操作による窓の交換はどのようにするつもりか。
- ・第2ビームダンプは有効か。
- ・ビームダンプ異常時のセパレーションのためのゲートバルブが誤作動して閉まった場合、ビームが直撃することになるが、その場合に何が起るのか。
- ・巨大総合システムとしてのILC
- ・インターロックの体系と、それらの相互タイミング設定。
- ・トリチウム等放射性物質を含む一次冷却水の漏水が起こった場合の対処法。
- ・周囲の地下水の放射化の可能性とその対策。
- ・ILCを他の用途にも使うということをどの程度本気で考えているか。廃止措置経費も国際分担としないのか。

<人材>

- ・巨大総合システムとしてのILC全体を俯瞰する指導的人材。

<経費>

- ・予算計上に含まれていない項目およびその必要額のリストアップ。
- ・コンティンジェンシーの考え方。

<土木工事>

- ・地下水の出水とその対策。
- ・活断層や破碎帯など工事困難箇所に遭遇した場合の対策と追加費用。
- ・ILCのトンネルには、通常のトンネル工事より厳しい仕様が求められる点がないか。

<不測の事態>

- ・電源喪失が生じた場合の対策。非常用電源の持続時間。
- ・電源喪失や誤作動が起こった場合に安全サイドに流れるか。

<地域住民への説明>

- ・土地収用の方法と権利関係。
- ・生態系も含む周辺環境への影響評価。
- ・放射化物の生成とその処理法。
- ・プロジェクト終了後の処理とその経費。

P.4ビームダンプ

特に、窓材の健全性モニタリングと遠隔操作による交換作業の詳細や、高エネルギービームと水との反応で起こる事象について、これまでの説明では不安を拭えない。

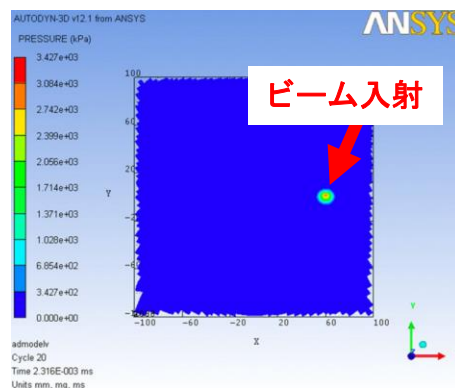
キャビテーション(圧力差により泡が発生する現象)については、シミュレーションでは発生しないと評価されているが、水圧を上げる、ビームサイズを大きくするなどにより尤度を上げることが可能である。また、ビームダンプの振動や外部温度をモニターすることで事前に異常を察知し、ビーム停止および安全対応策を徹底する。

ビームダンプにおけるキャビテーションの評価

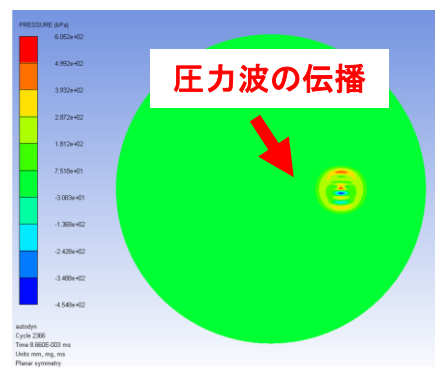
キャビテーション: 液体の流れの中で圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる(空洞)現象

- ILCビームダンプ(1TeV)の設計において、衝撃問題解析ツール(ANSYS-autodyn)にて評価した。
- 250GeVの場合、ビーム入射時の最大負圧は2.6気圧、元の水圧3気圧とすれば水圧0.4気圧(沸点76℃)となる。入射ビームによる水の最高温度は73℃であるが、水圧を上げる、入射ビームを大きくするなど、尤度を上げることが十分可能である。

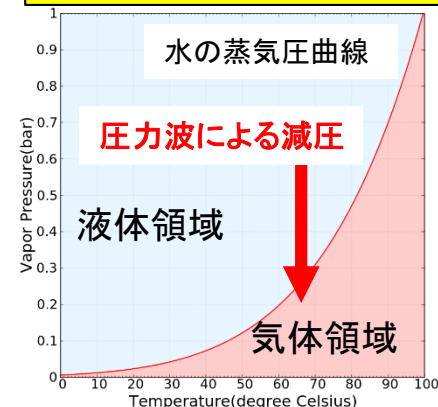
ビーム入射
瞬間的水温上昇(圧力)



圧力伝播により
負圧領域の発生



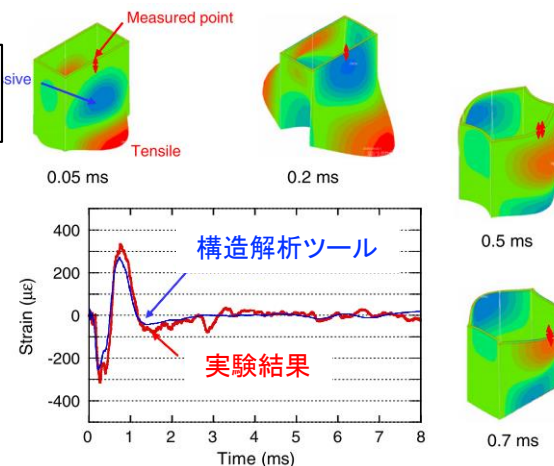
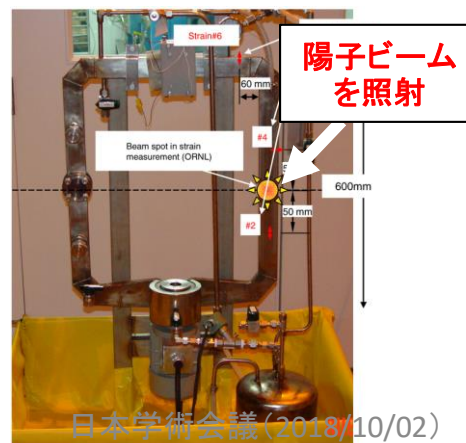
条件によって
キャビテーション発生



構造解析ツールの検証(JAEA) J-PARC水銀ターゲットでの圧力波の実験的評価

- 容器に密封された水銀に陽子ビームを入射し、容器の振動を計測、構造解析ツールと比較。
- 非常に良い一致を得ている。

H. Kogawa et al., "Numerical study on pressure wave propagation in a mercury loop", Journal of Nuclear Materials 377 (2008) 195-200



P.9建設候補サイト

大型重量物の搬入が必要となることを考慮すると、既存の道路では建設サイトへ近づくことができないであろう。アクセス道路や、海外からの施設搬入港湾の改修整備費用は特に高額になることが予想されるので、現状で想定されていない費用の明示は不可欠であろう。

想定されている有力な候補サイトは、概ね既存の幹線道路沿線に近接して立地できる見通しを得ており、アクセス道路建設のための山林開発の規模は比較的小さいものとなる見通しを得ている。

ILC トンネルおよびアクセス点の配置最適化

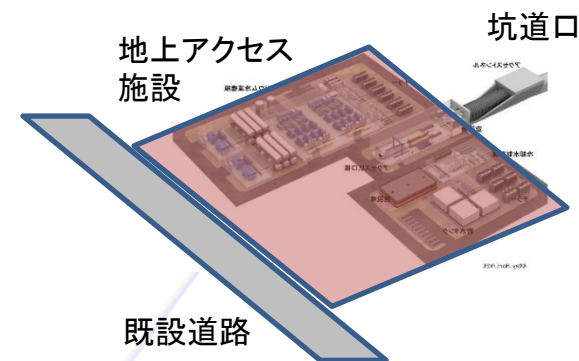
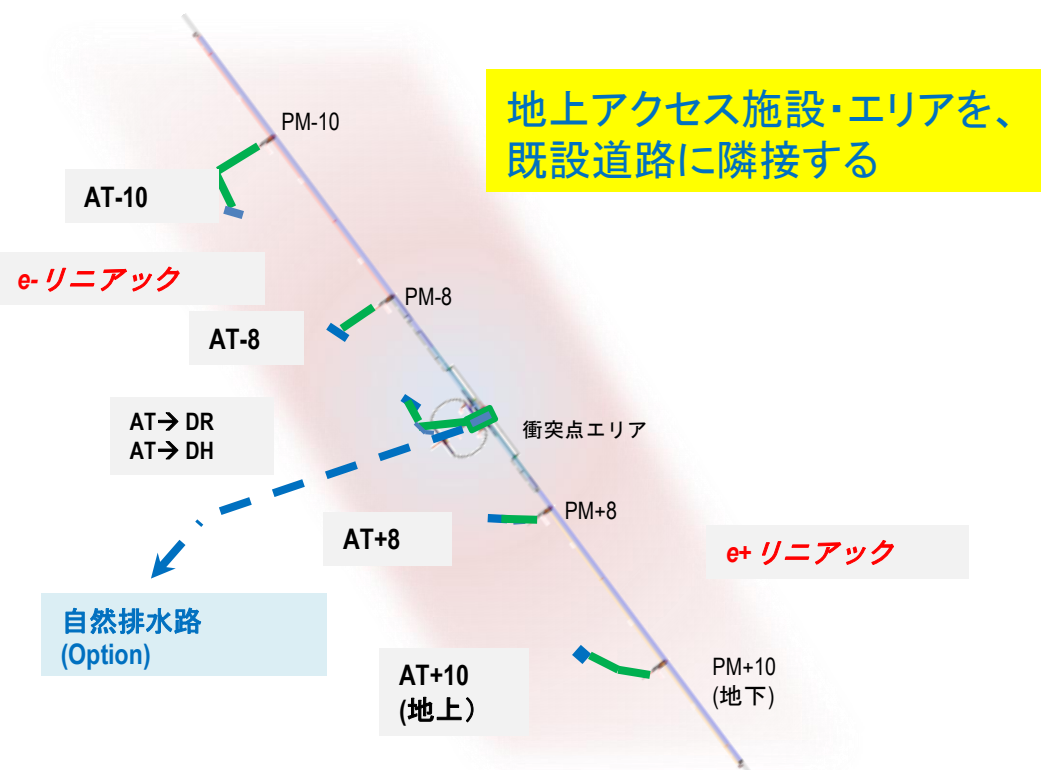
調査検討：東北地域

- **ILC想定ライン周辺で航空レーザー測量を実施**
 - 詳細な地形図と立体斜度図・立体航空写真を作ったことが非常に役立つ
- **TOT*により可能性のある範囲を定量的に評価・検証**
 - 注) 参照
- **立体斜度図・立体航空写真を使って坑口候補地をピンポイントで絞り込み**
 - 航空レーザー測量では、1m間隔の格子点の標高が非常に高い精度(公称数cm)で得られ、絞り込み作業に大きく貢献
- **最適候補地点を現地にて確認**

注： Tunnel Optimization Tool (TOT): 地域の地形、地質、周辺情報(国土地理院公開情報)とILC加速器条件をインプットし、トンネルおよび地上へのアクセスの最適解を求める計算機プログラム(CERN/ARUP-KEK-東北の協力により開発)。 精度の高い最適化解が、効率よく検証された。

ILC加速器地下トンネル・アクセスの最適化

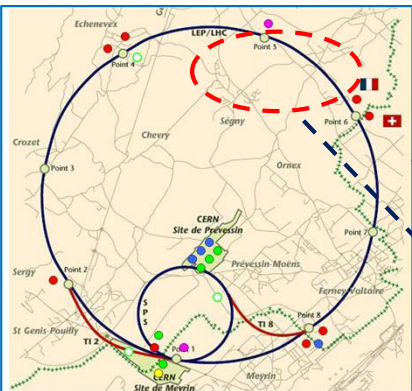
トンネル	長さ (m)	既設道路→ 地上アクセス ポイント
加速器トンネル		
e ⁻ : RTML-turn (水平)	2,438	
ML (水平)	4,950	
BDS (勾配)	3,489	
e ⁺ : BDS (勾配)	2,361	
ML (水平)	4,795	
RTML-turn (水平)	2,516	
{合計}	{20,500}	
アクセストンネル: (w=8 m, h=7.5 m)		
AT-10	1,503	隣接
AT-8	691	~50 m
AT→DR	763	隣接
AT→DH	693	隣接
AT+8	283	隣接
AT+10	943	隣接
{合計}	{4,876}	
自然排水路(Option)	4,335	
注:トンネルおよび地上アクセスエリア位置最適化:		
- トンネルを良質な岩盤、自然排水可能な標高に、 - 坑口を安全に設定できる地形、既存道路に隣接 - アクセストンネル長を短く - アクセス下り傾斜: <10% (平均 <9%) (上り傾斜は、トンネル長、配管長等に難) - トンネル最適化プログラム(TOT)による最適化支援 (CERN-KEK-東北協力)		



参考資料

- CERN-LHC における地上アクセスポイント (LHC-P4)における施設配置・安全・環境対応 (協力:CERN)
- ILC 大型機器輸送経路の検討 (協力:東北地域)

自然環境と調和する CERN-LHC 地上アクセス施設 (P4)



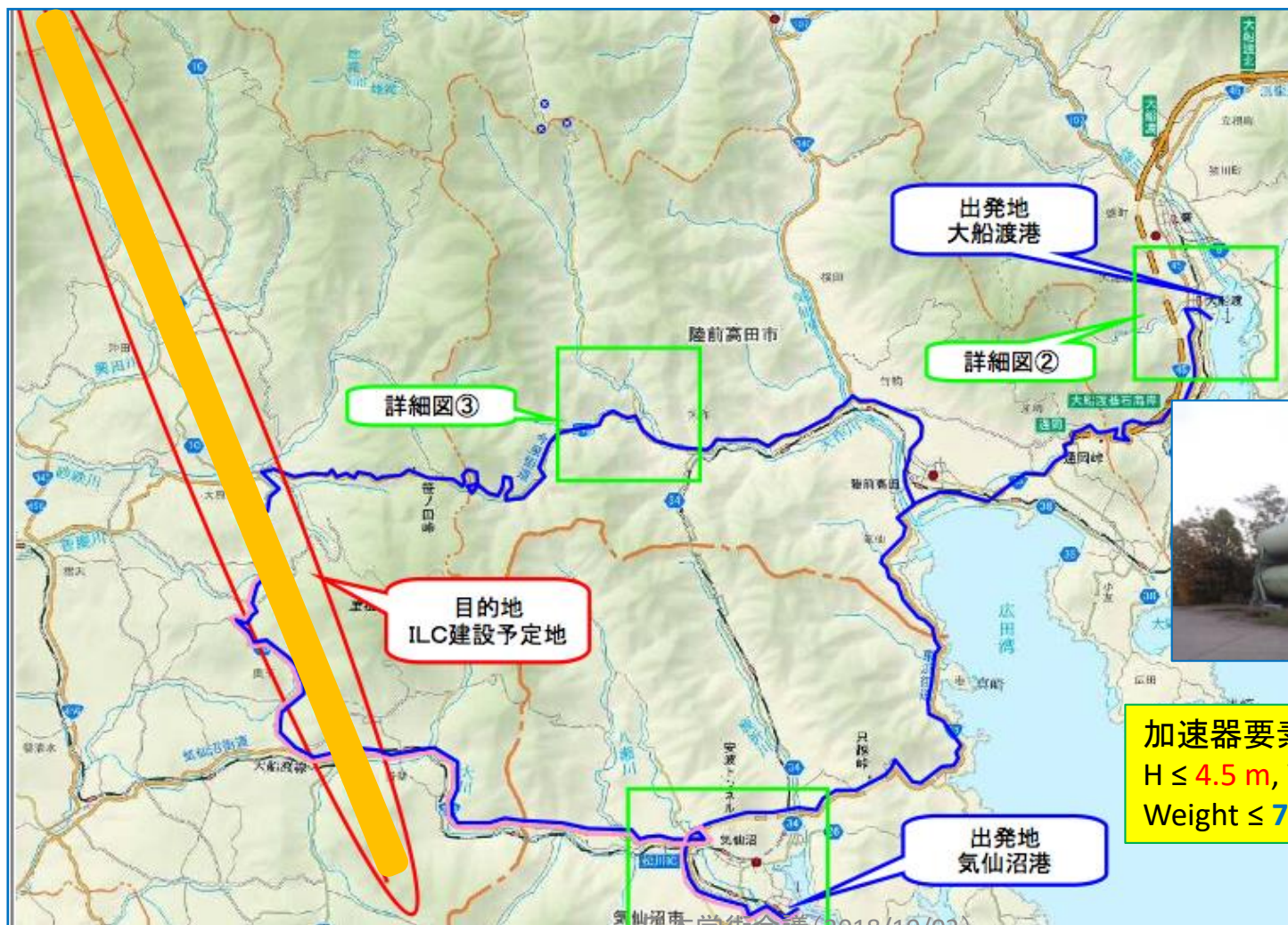
- ・ 斜面切取窪地に地上施設を配置。安全、環境、景観に効果的に対処
- ・ ILCでの地上施設(アクセスポイント)での構想として参照



ILC・大型機器輸送経路の確認

- ILC 加速器で輸送する機器要素は既存道路(ブルー)で搬送可。
- 大型機器(Heガス圧力容器等)は、既存道路(ピンク)の詳細図エリア内道路標識等の一次的な取り外しで対応可。

調査: 東北地域
(2012, 2014, 2015)



加速器要素・輸送寸法:
 $H \leq 4.5 \text{ m}$, $W \leq 4.5 \text{ m}$, $L \leq 24 \text{ m}$
Weight $\leq 70 \text{ ton}$

P.9環境影響評価

掘削に伴って発生する土砂(ズリ)の保管および再利用法、ならびに掘削土砂に含まれる重金属類が基準値以上の場合の処理など。

掘削ズリは路盤材・コンクリート骨材としての活用のほか、周辺地域での防災基盤整備用の資材としての活用等も模索する。最終的な処分については、土壤汚染対策法などに則して土壤汚染調査の上で適切な処理を行い、活用・処分する。なお、これらの土砂が安全基準を満たし良質である(主として良質な花崗岩)と認定された場合は、様々な目的に循環再利用可能な貴重な資源ともなる。このため、土砂を工事管理用地内または、使用権を持った近隣箇所に保全することも長期的に大切な展望である。