

# サイトスタディーグループ報告書

長谷川琢哉 (東北大学), 野崎光昭 (神戸大学), 山下了 (東京大学)  
青木臣史、伴秀一、榎本収志、藤井恵介、窪田秀正 (KEK)  
松田武、生出勝宣、菅原龍平, 田内利明, 竹田繁, 横谷馨、吉岡正和 (KEK)

平成 14 年 10 月

本グループは、サイト検討委員会報告書に基づきサイト候補地の科学的な調査と複数の候補地の選定を行い 本報告書にまとめた。

## 提言

- 本報告書に挙げられた候補地自治体にリニアコライダー計画を周知し，確度の高い情報を得るとともに，建設に向けた具体的な検討を開始すべきである。
- 地質、土木、建設、社会・自然環境、防災等の専門知識を有する有識者・学識経験者を含むサイト評価委員会を設置し，候補地の絞り込みを行うべきである。
- KEK(東大通り沿い)での振動調査を速やかに行ない，地盤振動面でのKEKサイトの適否を今年度中に確定するべきである。

# 目次

1	本グループの目的	1
2	活動経過	1
3	私有地の地下利用	1
4	候補地としての条件	3
5	候補地の選定	3
5.1	選定の手順	3
5.2	地質・地形に重点	5
5.2.1	日高山地	11
5.2.2	北上山地	12
5.2.3	村上山地	13
5.2.4	阿武隈山地	13
5.2.5	北茨城山地	14
5.2.6	愛知・岐阜山地	14
5.2.7	高松山地	15
5.2.8	広島山地	15
5.2.9	背振山地	16
5.3	研究開発拠点・国家プロジェクト拠点から	17
5.3.1	沖縄	18
5.3.2	播磨（播磨科学公園都市）	19
5.3.3	筑波研究学園都市における候補地	20
5.3.4	むつ小川原	22
6	今後の候補地選定	23
7	まとめ	24
8	提言	25
9	付録1（表）：候補地の特徴	28
10	付録2（図）：全国の地質図と候補地（ルート）	33
11	付録3（表）：候補地の要調査項目	35

## 図目次

1	トリスタントネルと Spring8 の建物での地盤振動 . . . . .	6
2	F-net 利用の振動測定 . . . . .	7
3	地質・地形の観点から選ばれた候補地 . . . . .	9
4	今後の予定 . . . . .	23

## 表目次

1	グループ会議経過 . . . . .	2
2	現地調査 . . . . .	3
3	サイト条件 . . . . .	4

## 1 本グループの目的

本グループ結成以前の2000年夏、JLCサイト条件の検討のためサイト検討委員会がLC推進会議（第一期会議議長：岩田氏）のもとに作られた。科学的な観点から地盤振動・変動をはじめ建設地が満たすべき条件、建設地選定にあたって考慮すべき項目を明らかにし、2001年8月報告書（高エネルギーニュース 8月号 号外参照）を推進会議に提出し解散した。その直後の2001年9月、KEKのLC推進委員会発足にともない、これまでのサイト検討委員会のメンバーに加速器、ファシリティ、放射線の専門家を加えたサイトスタディーグループが推進委員会のもとに結成された。

本グループの目的は、サイト候補地の科学的な調査と国内のLC建設候補地（複数）の選定である。JLCでは、ナノメートルレベルでの衝突を確保し、主リニアックでのエミッタンスの増大を押さえるためサブマイクロレベルで主リニアックを制御しなければならない。したがって、地盤の安定した場所がサイトとしては最も望ましい。また、候補地周辺のインフラストラクチャー（研究環境、地元誘致、交通機関（国内、国外）、文化施設などの生活環境）も重要な要因である。

サイトスタディーグループは、サイト候補地を、地質・地形から選ばれる地域と全国研究開発拠点および国家プロジェクト拠点などの地域の2つのカテゴリーに分類し、調査・検討を行うこととした。

## 2 活動経過

これまでの活動のまとめを表1に示す。2001年（平成13年）9月26日に第一回ミーティングを開き、以後、月に1回ほど合計11回のミーティングそして3回の報告書完成のための作業会を行った。

各地域の地質・地形図そして活断層等の文献調査、そしてインターネットを利用した調査を行い、それぞれの地域での代表的な想定ルートおよびアクセスポイントの緯度・経度を求めた。このうち幾つかの候補地については、地質の専門家を伴い、岩盤の様子（岩質、亀裂の有無、風化の具合など）、トンネルルートに沿った地表の様子（土地の利用状況、民家の有無、交差する河川・道路の状況、など）、20-30kmのトンネルを仮定したときのアクセス道路確保の容易さ、衝突点候補地の様子、JLCと干渉しうる産業や他の開発計画の有無、文化財・希少生物の存在、などを調べるための現地調査を行った（表2参照）。

この他、私有地の地下利用に関する法制的調査も行った。

## 3 私有地の地下利用

トンネルルート上は、人里離れた山地といえどもすべてが国有地などの公有地ではなく、また、人家も存在しているところもある。このような私有地の利用について法律や判例などがその対象となった。トンネルを私有地の地下に建設するとき、一般に区分地上権の設定をし、その利用価値にしたがって補償しなければならない。ただし、「補償すべき損失が発生しない」十分深い場合、補償対価は不要である。補償損失のない深度限界は、高度利用区域で40m、低利用地域では20mである。したがって、JLCトンネルを40m以深で建設する上では、補償対価を支払う必要はなく、地権者に対して説明し、承諾を得るだけでよいことが分かった。具体例は、霞ヶ浦導水用の水戸トンネル（内径4.5m）で水戸市街地の地下50mにすでに無補償で建設されている。これは、特に、『大深度地下利用法』の適用を受けない大都市圏以外の地域に適用される。

第1回	2001年9月26日	メンバー紹介と目的、活動場所と今年度の予算 サイト検討会報告書に基づく選定項目の確認、今後の予定
第2回	2001年10月10日	阿武隈サイト現地調査報告(山下)、候補地選定作業報告(野崎) 候補地評価表ドラフト、今後の現地調査等予定
第3回	2001年11月16日	土地利用権等中間報告(吉岡)、サイト選定条件について(吉岡、竹田) 『ITER サイト適地調査の結果について』(伴)、冷却システム(吉岡) 阿武隈サイトおよび夕張、日高サイト現地調査(菅原) 北上サイト現地調査(竹田)、必要十分な事前調査項目(山下)
第4回	2001年12月19日	村上山地サイト現地調査(山下)、KEK 現サイト決定までの経過(吉岡) KEK サイト案(松田、藤井)、選定の評価1次案(菅原、野崎、山下)
第5回	2002年1月11日	KEK ボーリング調査・振動解析中間報告(内田) サイトの法律関係調査第2報(吉岡)、日高ルート設定(菅原) ITER サイト選定条件(伴)、DESY 訪問記(田内) 熊谷組技術研究所訪問記(藤井、松田、菅原、田内)
第6回	2002年1月30日	文献調査:愛知・岐阜ルート(田内)、四国ルート(竹田) 北茨城・八溝山地ルート(松田、野崎)、六か所村ルート(伴) 九州・沖縄ルート(菅原)、Spring8 ルート(菅原) 候補地評価について(議論)
第7回	2002年2月21日	LC 0 2 報告(菅原、松田、田内)、KEKB での相対長期変動(菅原) ルートの曲率の許容値(横谷)、広島ルート現地調査(吉岡) 文献調査:四国ルート(竹田)、愛知・岐阜(田内、藤井) 北方領土(田内、松田)、候補地評価について(議論)
第8回	2002年3月20日	現地調査:愛知・岐阜ルート(田内)、背振ルート(菅原) 北茨城ルート(松田)、CERN での聞き取り調査報告(吉岡、菅原) 候補地評価のまとめ方について(議論)
第9回	2002年4月10日	特高送電線(吉岡/竹田)、各ルート報告書の状況 トンネルの事前地質調査(松田)、候補地評価のまとめ方(議論)
第10回	2002年5月14日	各候補地の進捗状況の確認(菅原)、ルート調査まとめの表(菅原) 報告書の表紙と目次(田内)
作業会: 第1回	2002年8月2日	骨子の作成、候補地のまとめの表の大幅な更新
作業会: 第2回	2002年8月25日	候補地ルートの最終調整、『提言』の作成
作業会: 第3回	2002年9月25日	『今後の候補地選定』の作成、報告書ドラフトの完成
第11回	2002年9月30日	KEK サイトの検討経過(松田)、電力供給の詳細状況(吉岡) KEK での振動調査予定(田内)、報告書の最終確認

表 1: グループ会議経過

日程	場所	調査者
2001年8月17日	筑波山	駒宮、山下、田内、竹田
2001年9月28～30日	阿武隈山地	竹田、菅原、野崎、吉岡、山下、稲葉/三枝（清水建設）
2001年10月13～15日	夕張・日高山地	菅原、吉岡、山下、西原/竹林（応用地質）
2001年10月26～28日	北上山地	長谷川、野崎、吉岡、小西/寺井（竹中工務店） 下河内/滝澤/西原（応用地質）
2001年11月16～18日	村上山地	菅原、山下、滝澤（応用地質）
2002年2月13～15日	広島	吉岡、窪田、伴、山下、西原/平松/菅原（応用地質）
2002年2月22～24日	四国	長谷川、竹田、西原、滝沢、竹林（応用地質）
2002年3月7～8日	愛知・岐阜	藤井、田内
2002年3月7～9日	背振山地	菅原、横谷、野崎、西原/滝沢/竹林（応用地質）
2002年3月19日	北茨城山地	松田、菅原、藤木/飯酒盃（熊谷組）
2002年4月20日	北茨城山地	松田、藤井
2002年4月6,8日、5月3日	つくば（KEK サイト）	松田、藤井
2002年7月30～31日	沖縄	吉岡、菅原、伊藤/多田（電源開発）、高野（アジア航測）
2002年8月2～4日	むつ小川原	吉岡、伴、柳元/星野（電源開発）
2002年12月26日	筑波山	田内、松田

表 2: 現地調査

## 4 候補地としての条件

選定のための条件はサイト検討会報告書のまとめとして明示されている。表3のように、大きな項目として、地盤・地質、施設・設備、自然・社会環境の3項目がある。本グループは次節以降で説明されるように、各項目をさらに細分化しそれぞれについての調査・検討を行うこととした。特に、考慮したことを簡単に説明する。

トンネル全長はビームエネルギーそして加速周波数などによって、14km（重心系エネルギー（ $E_{cm}$ ）＝500GeV、x-band）から27.2km（ $E_{cm}$ ＝1000GeV、x-band）の広い範囲が考えられる。この最長の約30kmを確保できればよいが、実際の全長はJLCプロジェクトの決定（その予算規模にもよる）を待たなければならない。このスタディーグループとしては、少なくとも重心系エネルギー350GeVから500GeVを達成できる候補地を排除しないように選定を行うこととした。その基準として20km以上を確保できることとした。また、トンネル上の全幅については、提案されている2トンネル構造や放射線管理からの再検討が必要であるが、少なくともトンネル外径+両脇50cm幅は区分地上権等の観点よりルート設定上考慮されなければならない。

自然・社会環境の生活環境保護の項目の中で、トンネル掘削による残土処理で作られるズリの量は、120万～130万 $m^3$ にもものぼる。これは、KEKの敷地（約200ha）すべて数10cmほどの厚さで覆われるくらいの量である。これら大量のズリはサイト近辺で処理されることが望ましい。

## 5 候補地の選定

### 5.1 選定の手順

リニアコライダーのサイトが満たすべき条件は、サイト検討委員会の答申にあるように大きく分けて2つに分類される。つまり、30kmに及ぶ地下トンネルを建設、加速器を設置し30年近くの長い年月にわたって安定な運

項目	判定基準	重要度
[ 地盤・地質 ]		
地盤振動・変動	<p>主リニアック ( pulse-to-pulse FB ): 10Hz 以上の積分振幅が 10nm 以下</p> <p>主リニアック ( simple correction ): 約 10 秒でランダムな振幅が 250nm 以下</p> <p>最終収束システム ( dispersion-free-orbit-correction ): AT が約 <math>10^{-12}</math>m 以下</p> <p>相対距離 30m の 2 点間の 3ヶ月間変動が約 300<math>\mu</math>m 以下</p>	
地質	均質な硬岩が望ましい	
地形	アクセストンネル・連絡孔の配置	
地震	極端に多くないこと	
活断層	できるだけ少ないこと	
[ 施設・設備 ]		
トンネル	全長約 30km	
地上施設・設備	機械棟・研究棟 などの用地確保	
電力供給	高圧送電線 ( 275 kV ) 約 300MW	
冷却システム	十分な冷却水の確保	
気温	夏の平均気温が高くないこと	
[ 自然・社会環境 ]		
環境保護	希少動植物、文化財	
生活環境保護	水脈・景観・残土処理	
地元の受け入れ体制	地方自治体の協力	
研究基盤	近隣の研究施設・交通・通信網・支援業者	
生活基盤	住居・健康・教育・救急施設等	
文化基盤	外国人受入・文化施設等	

表 3: サイト条件 ( サイト検討委員会報告書よりに転載 )、ここで は必須、 は満たすべき条件、 は望ましい条件を示す。

転が行えるという技術的な側面と、最先端の物理学を遂行するために世界中から結集する研究者及びこの研究施設を有することになる周辺地域に対する社会的な側面である。特に加速器の運転に影響の大きい地盤振動と地元の自治体との協力体制が重要な項目として挙げられている。最終候補地を選定するには、地盤振動は個々の土地におけるボーリング調査など詳しいデータを取る必要があり、地方自治体の協力体制も今後自治体と直接議論していくべき重要課題である。

今回の選定は、これらの最終選定に至るための候補地の絞り込みを目的とし、地質、地形、交通、電力等膨大な量の文献による調査、更に候補地の現地調査を行った。

候補地を選定するにあたり、大きく二つの方向から選定を進めた。

1. 地盤、地質、地形を重視し、全国から条件にあてはまる土地を絞り込む。
2. 国または自治体が既に計画中 / 開発中の全国の研究開発拠点

## 5.2 地質・地形に重点

リニアコライダーの運転には安定な地盤そして自然振動および人工振動が少ないことが必要である。一般に、岩質の地質は泥や砂などからなる未固結のものと比べ地下構造物が自立すること、地下水位による地盤変動、そして自然の振動（常微振動）・変動が少ないことなどのため、加速器の安定性及びコストの面で有利である。トリストラン（KEKB）トンネル内（地下約 10m に開削法で建設されたトンネル）[1] そして SPring 8 でのコンクリート建物床上（細かいクラックのある古生代の変斑れい岩に岩着されている）[2] の 2 箇所竹田（繁）等によって測定された常微振動の結果を図 1 に示す。図中にはランダムな振動振幅の大きさの許容値も示されている<sup>1</sup>。0.1 - 数 Hz の周波数領域で、前者の振幅は後者のものよりも 100 倍程度大きくなっているが、ともに許容値よりは小さい。硬い岩盤の SPring 8 でのものは許容値を大きく下回っているが、未固結の比較的浅い地盤中である KEK トリストラントンネルでは許容値とほぼ同等の大きさを示している。したがって、KEK サイトのような未固結の地盤でより深い深度で振動振幅がどの程度であるかは重要な調査項目であり、現地での測定は必須となる。

硬い岩盤中での地盤振動としては、防災科学技術研究所が整備・運用を行っている広帯域地震観測網（F-net）の測定データを利用することができる。この観測地点は日本全国に及んでおり、すべての観測地点の測定データをインターネット上いつでも利用することができる。後で詳しく述べる候補地に近い 6 つの地点の振動（2002 年 6 月 3 日午後 2 時ころ）の解析結果を図 2 に示す。観測点それぞれは砂岩、頁岩、花崗岩、変成岩、安山岩質集塊岩などの異なった地質中にあるが、すべて許容値を大きく下回っている。

したがって、地盤振動としては十分に許容値を下回ると考えられる硬い岩質を持つ領域を選定することにした。硬い地質のトンネルの掘削は近年の TBM（Tunnel Boring Machine）工法の進歩により安価にしかも短期間の掘削が可能となってきている。硬い均質な岩盤であれば TBM でトンネルを掘り、トンネル内壁はコンクリートを吹きつけるだけで済むものと思われる。一般に、未固結の土壌中のトンネル掘削のためのシールド工法と比べてコンクリートセグメント等不必要のため安価である。但し、硬い岩盤でもクラックが多く、岩の剥離の恐れがある場合は、コンクリートによる覆工が必要になり、その分費用がかさむことがある。掘削速度という点では、花崗岩のような硬い岩帯でも月進 300~500m である。つまり 1 台の TBM で年間 5km 程度を掘削できる。これはシールド工法でもほぼ同じ程度である。トンネル工法としては、他に火薬による発破を使った NATM（New Austrian Tunneling Method）があるが、工期がかかること、トンネル内壁に約 1m の深さでクラックをつくること、人手に頼る部分が他の工法より多いこと、などの理由により、一部、実験室および搬入坑などの拡張工事以外では使われないと思われる。

長い年月にわたって研究が続けられるために重要な条件として、活断層が付近にないこと、巨大地震の震源地

<sup>1</sup>許容値はランダムな振動に対するものであるが、測定値には 2 点間相関のある、いわゆるコヒーレントな振動成分も含まれている。一般に、1Hz 以下の低周波数領域で地盤振動はコヒーレントな成分が大きくなっている。

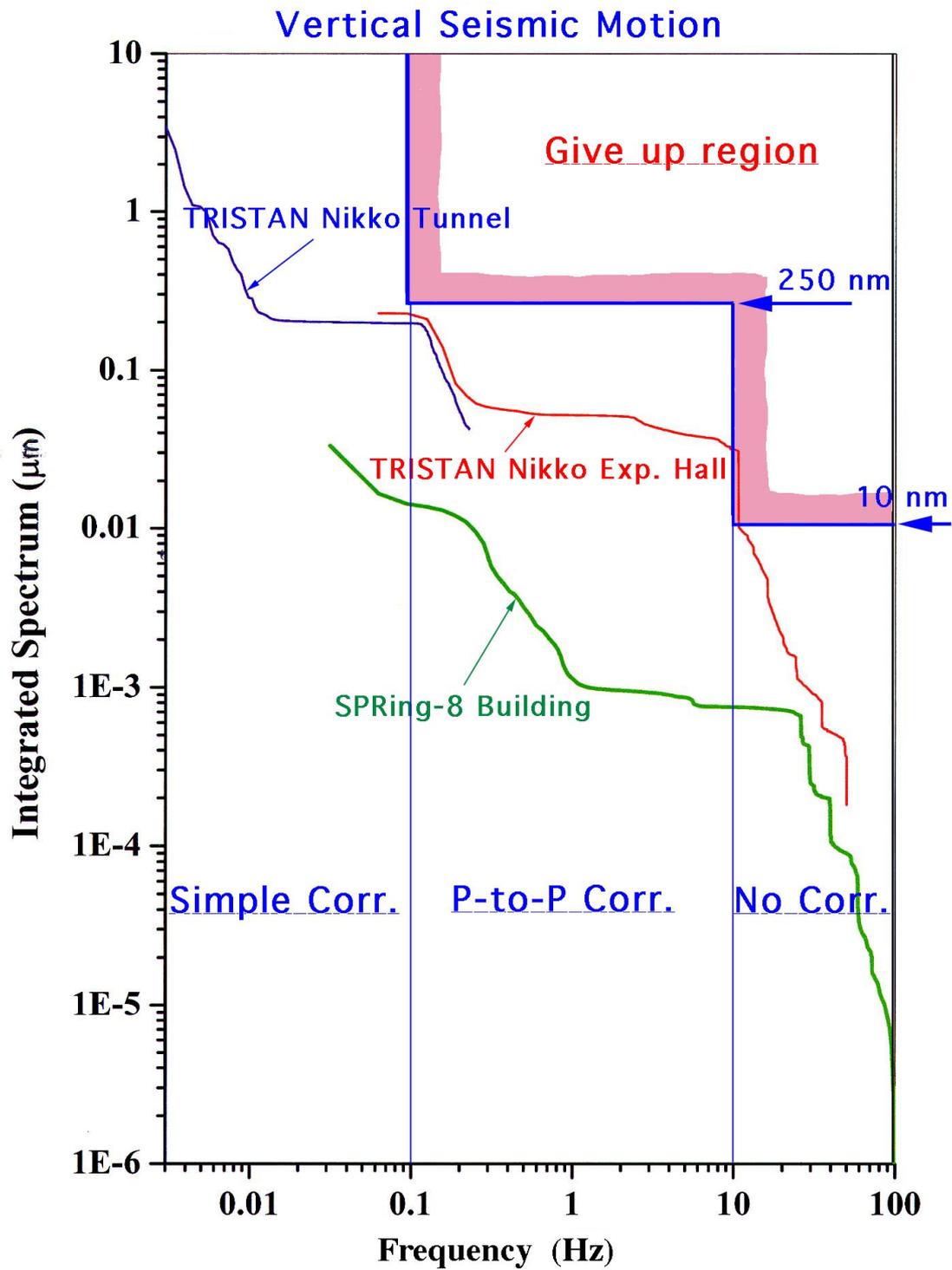


図 1: 竹田等によるトリスタン北 (KEKB) トンネル、日光実験室 [1] と SPRing-8 でのコンクリート建物 [2] での常微振動の測定値。実線は振動のパワースペクトラムを高周波側より積分し、その平方根として計算された積分スペクトラムである。また、ランダムな振動振幅に対する許容値を階段関数 (周波数  $f=10\text{Hz}$  以上で  $10\text{nm}$ 、 $0.1 < f < 10\text{Hz}$  で  $250\text{nm}$ ) として示してある。

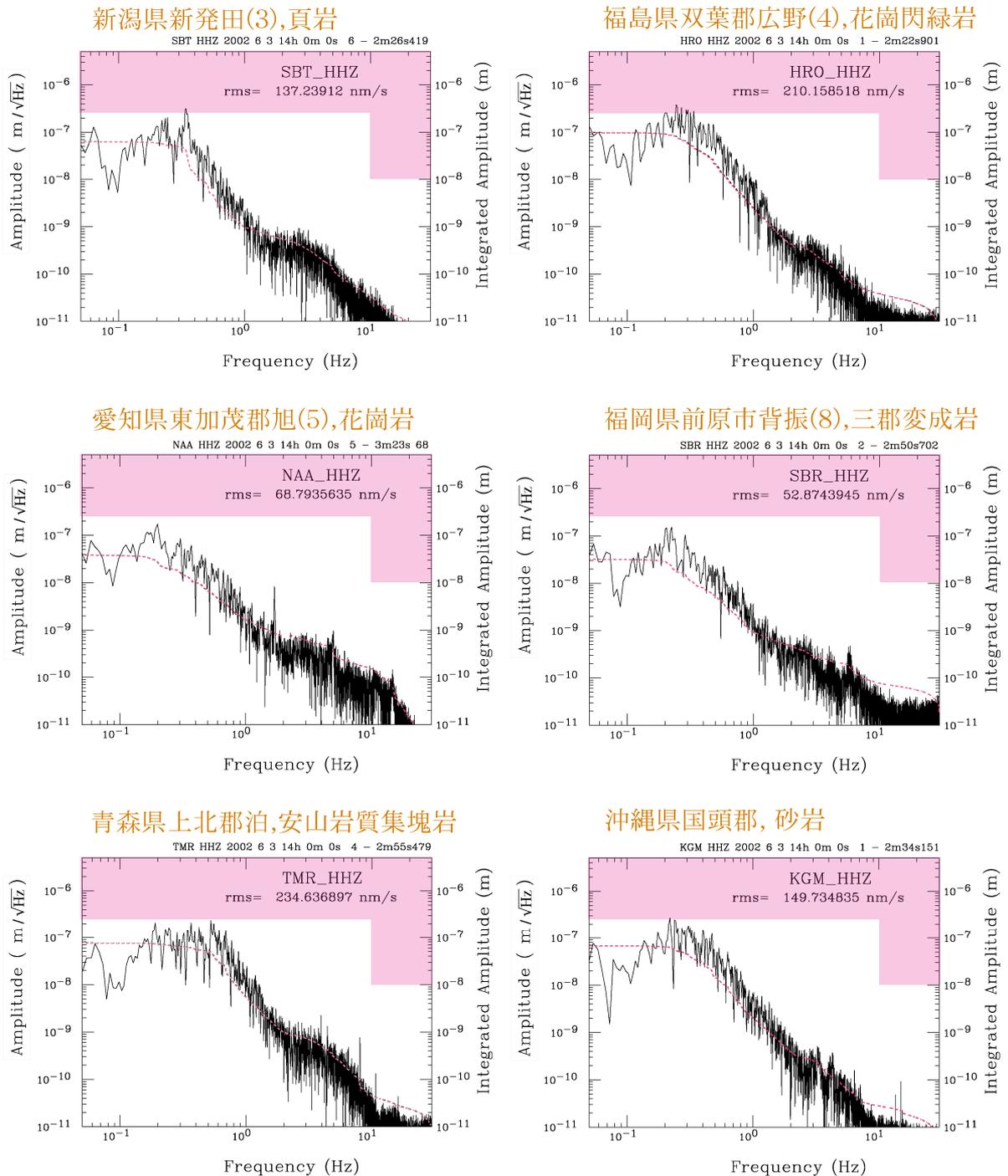


図 2: 図 3 で示された候補地に近い 6 つの F-net 上の観測点での常微振動振幅のスペクトラム。実線 (折れ線) はパワースペクトラムの平方根で単位は  $m/\sqrt{Hz}$  で、ダッシュ線はその積分スペクトラムである。ランダムな振動振幅の許容値を階段関数で示してある。この許容値はダッシュ線と比較されるものである。

から外れていること、トンネル掘削の際頻繁に問題となるような複雑に地質が入り交じるところで無いこと、そして、火山活動が付近にないことは必須である。更に、硬い均質な岩盤での TBM 工法によるトンネル構築で注意すべきことは、破碎帯の存在である。TBM 工法の特性上、破碎帯にかかった場合掘削機のつっぱりが効かず、前に進むことが出来なくなる。このために、場合によっては半年から 1 年もの工期の遅れにもなる。従って、活断層でなくとも、破碎帯の恐れのある大きな断層は避けるべきであり、特に断層と並走するル - トの設定は避けなければならない。また、TBM 工法は大量の地下水の湧水に弱い。一般的にクラックの多い岩帯では地下水が出やすいため、候補地を選定するにあたり断層はやはり極力避けなければならない。

更に、トンネル建設の技術的困難さ及びコストから地質だけでなく地形にも制限がつけられる。人工震動源の影響のうち最も大きい鉱山、石切り場、鉄道、基幹道路との位置関係、国立公園や希少動植物なども文献調査の重要項目となる。

具体的な選定手順は以下の通りである。

- 1 . 地質の選定；地質調査所作成の全国地質図（主に 1/100 万地質図）を用いた。地質は、砂などが堆積してできる堆積岩、火山の溶岩が地表付近で固まった火山岩、溶岩が深いところで固まった深成岩、更に長い年月で変質を遂げた変成岩などができた年代により細かく分類されている。このうち、最も新しい新生代第四紀の堆積層は泥や砂を主な成分とし、圧縮されていてもまだ砂岩化していないと推定されるので、これを除外する。更に火山岩質のうち、安山岩質で年代の新しいものも付近に火山活動が進んでいたり、地質がまだ安定していないことが多いので除外する。これ以外、深成岩、玄武岩系の火山岩、新生代第三紀以前の堆積岩及び安山岩は総べて候補地と残し、以下の作業に続く。この段階で全国 70 ケ所以上の候補地が列挙された。
- 2 . 活断層地帯の除外；[新編]日本の活断層（活断層研究会編、東京大学出版会出版）を用いた。活断層は地震の際トンネルを破壊する可能性があるためこれは極力避けなければならない。活断層と確定している箇所及び活断層と推定されている箇所を取り除いた。
- 3 . 断層および地質が複雑に入り組む箇所を排除；トンネル掘削がスムーズに行われるためにはある程度均質な地質であることが重要である。断層や地質の境は破碎帯となり難工事の主な要因となることが多いのでこのような地質は除外する。
- 4 . 急峻な山岳地帯や 1000 メートルを超える高地は除く。

図 3 に選ばれた領域を示す。白く残る領域が絞り込まれた領域である。この部分を一つずつ仮想ルートを想定し詳しく調べた。地質に関しては、更に詳しい地質図、断層マップ、火山、地震多発地帯等の文献を調査し問題のあるルートを削除した。過去の付近のトンネル工事履歴などを元に蛇紋岩など難工事が予想される箇所も排除した。人工振動源の大きなものである鉄道、高速道路との交差は避けなければならない。更に、仮想ルートの設定においては、地形、交通、地質、電力などのインフラを考慮して行った。地形に関しては、トンネル掘削工事のアクセスが困難でないこと、冷却水の圧力からくる高低差の条件が満たされることが要求される。

仮想ルート設定には以下の条件がかせられた。

- 最低 20km の直線トンネル区間がとれること。
- 火山が付近にないこと。
- 断層または断層とおぼしき箇所をまたがないこと。
- ルート内で地質がなるべく均一であること。
- 地表の高低差が 300m 程度以内であること。

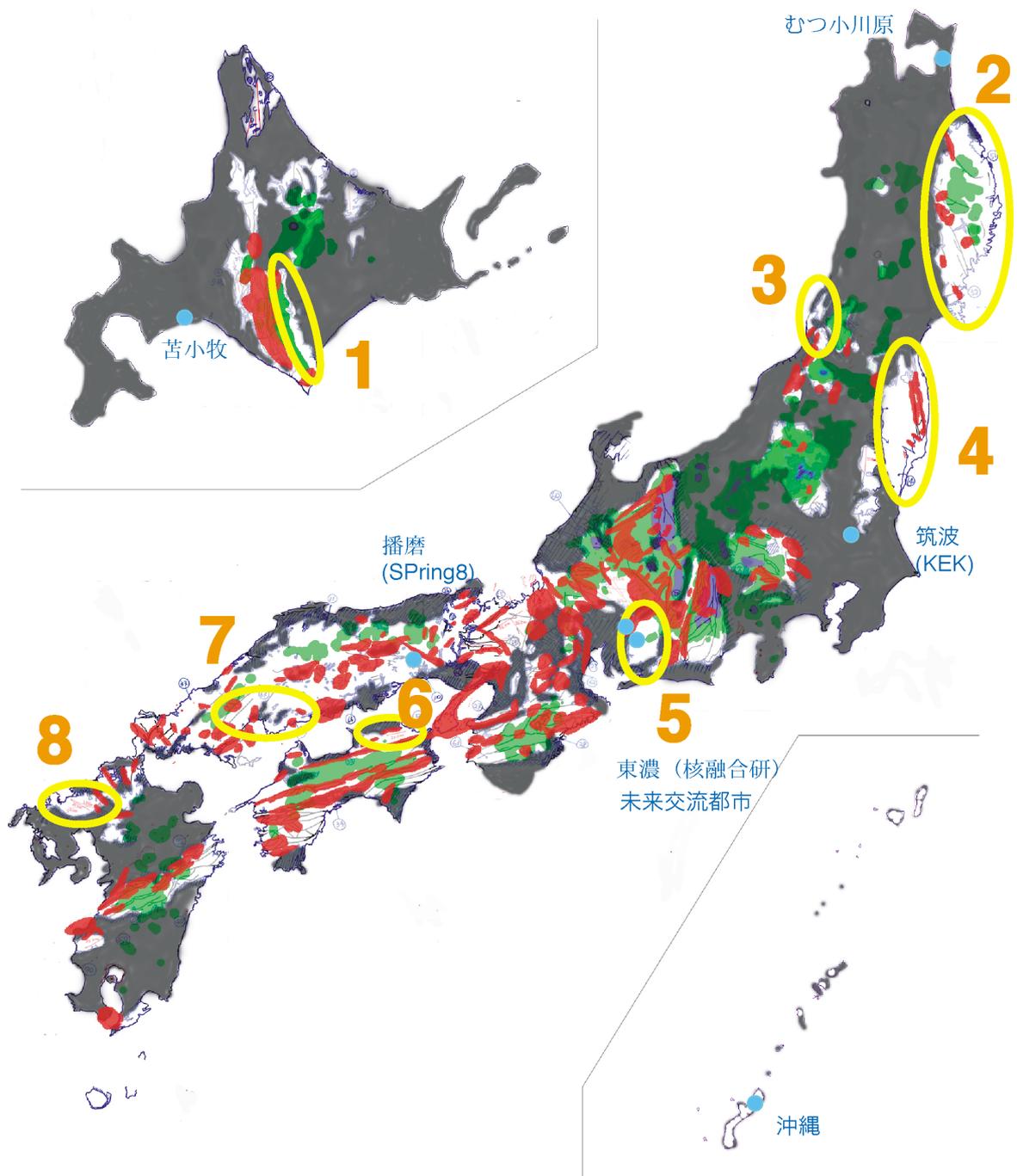


図 3: 图中的のグレー部分は地質条件の悪い地域、赤い部分は断層などが多い部分、緑色の部分は標高が 1000m 以上の山岳地帯を示しており、サイト候補地としては避けたい地域である。白色の部分がサイト候補地として調査の要する地域である。

- 幹線鉄道をまたがないこと。
- 高速道路をまたがないこと。
- 飛行場や高速道路などアクセス利便性がある程度確保されること。

この結果、大きく分けて8つの領域が残ることとなった。

1. 北海道（日高地方）
2. 三陸地方（宮城、北上）
3. 新潟村上付近
4. 福島、北茨城地方
5. 愛知東
6. 高松付近
7. 中国地方
8. 北九州

結果として、該当する地域は主に花崗岩を代表とする深成岩や中生代の古い地層となっている。ここまでで選定された地帯は山間地帯が多い。日本においては川を中心に土砂の土地に都市が形成されている場合が多い。山間部であり、川の前となる断層が少ないこれら候補地域の岩質の土地は人工密集地域が少ない。この場合、一般に民家が少ない。したがって、トンネル建設および地上施設用地の確保において一般的に有利である。場所によっては過疎地帯であって、地域興隆のために本プロジェクトが地方自治体および地元住民に歓迎されるという場合も想定される。むしろ、こういった地方自治体の協力、地元住民からの歓迎がなければ、本プロジェクトのような長距離直線トンネルの構築は困難と思われる。地下の利用にあまり価値が見い出せないような硬い岩の40mを越す地下のトンネル工事では、一般に地表住民への保証金などは必要無いことが多いが、彼らの承諾は得なければならないことになっている。ある公共事業での長距離トンネル工事が、住民を説得できず難航している例を聞く。従って、地元住民にとって不利益になるようなことは避けねばならない。例えば、トンネル工事によって、地元住民が使っている地下水脈を枯らしたり、温泉産業がある場合には、温泉源に影響を与えることがあってはならない。また、地元観光名所に影響を与えることも避けねばならない。

一方、山間部であるがために、一般にル - トへのアクセスのための道路を新たに作ることは困難である。従って、あまり山奥でなく、アクセスのために利用できる道路が既存する場所を選ぶ必要がある。また、機械棟の設置場所、衝突点での地下実験ホ - ル工事場所も、適当な場所が見つからない場合があるので、ル - ト上または近辺でこういった場所が確保できることを、確認しておく必要がある。他に、加速器の場所に至るまでの交通の便、現場での生活の利便性、という点でも一般的に不利である。また、花崗岩地帯の場合は一般的に花崗岩石の採掘場があるので、ル - ト近くにこの工事現場がないか注意する必要がある。

上記の考察から、仮想ルート設定には更に以下の条件がかせられる。

- 工事車両のアクセスが可能であること。
- 付近に温泉産業がないこと。
- 国立公園を含まないこと。
- 主な採石場がルート付近にないこと。

- 付近に都市があること。

日本国内の北から南まで調べた結果、硬い均質な岩盤地帯での候補地として、次の9箇所が選定された。北から順に箇条書きにすると：

1. 日高山地 北海道日高山脈東側山麓
2. 北上山地 岩手県北上山地
3. 村上山地 新潟県北部 - 山形県南部
4. 阿武隈山地 福島県阿武隈山地
5. 北茨城山地 茨城県北部、海岸線から10km程度入った山地
6. 愛知・岐阜山地 愛知県豊田市の北東部山地
7. 高松山地 四国香川県南部
8. 広島山地 広島市北東の山地
9. 背振山地 佐賀県北部の山地

以上の候補地の特徴の一覧表を付録1に載せる。各候補地の現地調査を含めた詳細報告は別途まとめているので、詳細についてはそちらを参照して欲しい[4]。

以下にこれらの候補地の特徴を概観する。

電力供給能力については、一般に北海道、東北地方は非力である。これらの地方において300MWクラスの電力の供給を受けるには、自家発電を行い、負担を半分ほどに軽減する、などの工夫をしなければならないと思われる。

### 5.2.1 日高山地

北海道・帯広市西約29kmの日高山脈東側山麓の南北に伸びる28kmのル-トである。地質は山麓の花崗岩帯と谷川の扇状地をル-トは交互に通る。扇状地の下には花崗岩または花崗岩による熱変成を受けて硬くなった堆積岩（ホルンフェルス）があると思われるが、実際にトンネルの深度でこのような硬岩帯になるかどうかの調査が必要である。ルート沿いの山麓は国有保安林、そして、扇状地は開けた私有の放牧場である。ル-ト南部の1.4kmの地帯には会社関係の保養別荘が散見され、民間の分譲別荘開発がある。民家は、この一部を除いてル-ト上には無い。地上施設の構築は容易と思われるが、ル-トを南北および東西にあまり動かせず、衝突点の土被りが160m以下にはできない。したがって、地下実験ホ-ルへのアクセスは2.2kmの斜坑による。大きな川との交差は無いが、国道274号線がル-トを横切る。この国道は夕張・千歳を通過して帯広と札幌・苫小牧を結ぶ幹線道で交通量は多く、大型トラックも多く走る。この国道交差によるトンネルへの振動は調査を要する。現地への交通アクセスは、帯広市まで道東自動車道（高速道）および根室本線があり、帯広市には帯広空港がある。ル-トにほぼ平行に国道38号線が走っており、トンネルルート上のアクセスポイントへの交通利便性は良好である。但し冬期には山麓地帯では2mに近い積雪がある。帯広市にはロケット発射基地の誘致運動がすでにあるため、LCプロジェクトに対する理解は得られやすいと思われる。電力線については、ル-ト北端近くを狩勝幹線（187kV, 526MW）が走っている。この幹線は275kWに昇圧して700MW程度にはできるとのことであるが、ここから300MWを取ることは困難と考えられるため、要検討事項である。

## 5.2.2 北上山地

岩手県・北上山地は、盛岡市から南東方向に早池峰東縁断層が走っているが、これより北が広大な中生代ジュラ紀の堆積岩帯で出来ており、海岸沿いに花崗岩帯が点在する。この断層線より南では北東から南西に向かって順に、栗橋、五葉山、遠野、気仙川花崗岩帯があり、日詰 - 気仙沼断層を挟んで更に南西に折壁、人首、千厩といった大きな花崗岩帯があり、この間を古生代から中生代の古い堆積岩帯が埋めている。ただし、これら花崗岩帯の風化は進んでおり注意を要する。

北の広大な堆積岩帯は標高が高く比較的険しいので、トンネルル - ト候補地を捜すのは難しい。一方、南の花崗岩帯は比較的なだらかである。この中でも比較的長いトンネルル - トが設定でき、しかも、東北自動車道（以下、東北道と言う）に近く、北上市を始め幾つかの都市が東北道に沿っており、交通アクセスも良い人首および千厩花崗岩帯に3本のル - トを設定して文献調査と現地調査を行った。

東北道・水沢インタ - から南東へ約24kmの所を南端として北北西に2本のル - ト、すなわち阿茶山ル - ト（Aル - ト、全長27km）と人首ル - ト（Kル - ト、全長31km）、そして、同所を北端として南南東に千厩ル - ト（Sル - ト、全長26km）の3ルートを設定した。但し、阿茶山ル - トと人首ル - トは近接したル - トであるので、阿茶山ル - トについては省略する。人首ル - トは人首花崗岩帯に、千厩ル - トは千厩花崗岩帯に属する。人首および千厩花崗岩帯は互いに接しているが、接点では細くくびれており、周りは古生代の堆積岩帯である。人首ル - トはこの堆積岩帯を通過して、南の千厩花崗岩帯に入りこんでいる。両ル - トともに、付近に活断層はなく、また交通の頻繁な道路が交差することもない。また、両ルート全体の標高は比較的低く、人首ル - ト上の阿原山付近での標高700m（土被り約600m）が最高である。西側15～30kmに東北道、国道4号線および東北新幹線、JR東北線が走り、また国道、地方道が適当にあって、トンネルル - トへのアクセス状況は良好である。また、国道4号線に沿って北から北上市、江刺市、水沢市、一ノ関市など人口3～9万人の都市があり、生活の利便性は確保できると思われる。人口28万人の盛岡市までは北上市から北へ約50km、北上市から北へ20kmの花巻市には花巻空港があり、大阪他の国内主要都市への便が1～3便/日程度ある。但し、東京への便は無い。ルート付近の土地利用は、川沿いに水田および町があり山麓には牧場が多くある。しかし、地上施設建設にとって問題となることはないと思われる。積雪は最大で60cm程度であり、冬期の工事の妨げにはならないであろう。年間平均気温は10で、地中温度もこの程度である。

以下、注意すべき点を挙げる。

- 電力供給は、人首ル - トに沿って南北に早池峰幹線（275kV, 746MW）が通っている。さらに、南端近くの水沢変電所（275kV, 送電容量は不明）からの電力補給も考えられる。千厩ル - トでは、その北端は早池峰幹線および水沢変電所まで20km程度である。これらからの約300MWの電力供給の可否は明らかでないため、調査・検討を要する。
- 人首と千厩花崗岩帯の接点付近で古い断層（南南西方向）が地質図で見られる。詳しい調査が必要である。
- 人首と千厩花崗岩帯の接点付近の堆積岩帯でのTBM掘削上の問題の有無を調査する必要がある。特に、その硬さと亀裂の具合などの岩質などが調査項目である。
- 人首川、興田川、砂鉄川、千厩川がル - トと交差する所には沖積層があるので、この深さに注意する必要がある。特に砂鉄川との交差点は土被りが最少であるので要注意である。
- 南北両ル - トとも衝突点での土被りが100m以上あり、斜坑によってアクセスが行われる。それぞれ1.35kmおよび1.8kmとアクセス坑長が長い。これら衝突点への斜坑は測定器などの搬入のため大口径になり、長い坑道はコスト高になる。
- 本設定ルートでは斜坑によるアクセスが多く、そして一般的に坑長が長い。特に、人首ル - トではほとんどの斜坑が1km以上の長さを持っている。コストパフォーマンス向上のため、斜坑総延長をできる限り短くするように、ルートを南北に動かしながらルート設定の最適化が必要である。

- 千厩ル-トは南端から 9km の所で JR 大船渡線と交差する。この鉄道線は一時間に 1 本程度の口-カル線ではあるが、人工震動源となるのでこれとの交差は好ましくない。したがって、人首と千厩花崗岩帯の接点付近の堆積岩帯の TBM 掘削に問題がなければ、人首ル-トの南端を千厩花崗岩帯中、JR 大船渡線手前まで延長することができる。この延長されたル-トの長さは鉄道を横切らず最大で 44km となる。東西方向には西側に 2km 程度しか動かさないが、南北方向は 44km の長さの中で動かすことができ、衝突点位置の最適化をより広くに行えるなどル-ト設定上の柔軟性が増す。

### 5.2.3 村上山地

JR 村上駅より北へ 3.5km を南端とし、日本海海岸線から 1~2km 東に入った所をほぼ南北に走る 22km のル-ト (ル-ト 1) と、海岸線から約 7km 入り新潟県北部から山形県南部にまたがった南北方向の 30km のル-ト (ル-ト 2) の 2 つを検討した。しかしながら、ル-ト 1 は、すべて国道 345 号線から JR 羽越本線を越えてのアクセスになること、大型トラックの通行ができるアクセス用の道路がほとんどないこと、などの理由により候補地から外すことにした。

ル-ト 2 は、ほとんどが花崗岩帯にあるが、ル-ト南部で 7km に渡りマイロナイト地帯 (断層活動により破碎されたが、地中の熱と圧力のためそのまま固まり岩となったもの) を通過する。マイロナイト地帯の南 1km は中生代白亜紀の安山岩溶岩・火砕岩である。また、南部で長さ 1km の新生代第 3 紀の堆積岩帯も通過する。このように異質な地質での TBM 掘削について調査・検討が必要である。ル-ト南端には旧葡萄鉷山跡地があり、これら鉷山跡地には有毒物質以外にもいくつか注意する点がある。ル-ト南端からマイロナイト地帯に入るまでの約 9km の区間で、ル-ト両側を確実度 III の断層が走っているため、慎重な調査が必要である。地表は杉の山林と山間畑地が交互に現れる高原地帯である。民家はル-トが道路と交差する所だけにあり、地上施設の構築は容易と思われる。特に、衝突点付近は国道 345 号線沿いの広い水田地帯であり、土被りは 71m と立坑によるアクセスが容易であり、地下実験ホ-ルの構築には絶好である。ル-トを国道 7 号線と 345 号線が横切る。国道 345 号の交通量は少ないが、国道 7 号の交通量は多く大型トラックも頻繁に通過する。この交通からのトンネルへの振動ノイズの調査が必要である。トンネルへのアクセスは、トラックが入れる地方道が多くあり、ほとんど心配ない。しかしながら、近くに大きな町がなく生活利便性はよくない。最も近い都市は新潟市であり、ル-ト南端から南へ 70km の距離である。また、近くの電力線は 154kV 線で 300MW の電力を取ることはできない。電力幹線は新潟 (東新潟火力発電所、275kV) まで行かねばならない。更に、このル-トは新潟県と山形県にまたがるため、工事の許認可を得る作業、そして地元との交渉が複雑になる可能性がある。

### 5.2.4 阿武隈山地

阿武隈山地は、福島県を中心に宮城県南部から茨城県北部に至る、最大幅 100km の広大な中生代白亜紀の花崗岩地帯である。南部には同時代の低・中圧の変成岩帯がある。そのほぼ中央部の花崗岩帯に全長 27km のル-トを設定し、文献調査と現地調査を行った。

ル-トの北端付近の国道 114 号線はかなりの交通量があり大型トラックも通るので、交差することを避けた。南端から南は石灰岩地帯となり、南約 6km の所には阿武隈鍾乳洞がある。したがって、南北方向にこれ以上延長することはできない。ル-ト全体は花崗岩帯であるが、ル-ト上の地表付近はかなり風化・真砂化が進行しているため、その深度測定のための地質調査が必要である。ル-トを横切る鉄道はない。国道 288 号線と 459 号線が横切るが、交通量は多くない。ル-ト沿いの土地利用は山林そして田畑である。国道および主要県道との交差点付近には民家があり、それ以外では民家が散見される程度であり、地上施設の建設は問題ないと思われる。山間部では放棄された田畑および民家が見られた。林業以外には大きな産業 (放牧など) は見られなかった。衝突点の候補地は県道 50 号線に近く、土被りも 50m で、緩やかな丘陵地で畑となっている。衝突点には非常に適している

と思われる。磐越自動車道・船引三春インタ - から国道 288 号線で東へ約 15km 行けば、ルート南端から約 4km の所に至る。また、国道 349 号線がル - ト東側 5~7km の所を並走しているため、自動車による交通アクセスには特に問題はない。例えば、郡山市から国道を使って約 25km で国道 349 号線に達する。福島空港（須賀川市）から郡山市までの所要時間は連絡バスで 40 分である。ロ - カル線ではあるが JR 磐越東線・大越駅がル - ト南端から 3km の所にある。電力線はル - ト北端の所で相福幹線（275kV, 962MW）が交差している。また、北端から西 24km の所に福島変電所（275kV, 容量不明）があり、300MW の電力供給は可能のように思われるが調査・検討を要する。現地調査中にル - ト北端付近でイヌ鷲と思われる大型鳥類が目撃されている。このような大型鳥類の営巣地がル - ト近辺にないか、慎重に調査する必要がある。

また、ルート全体を東へ約 2km 移動し石灰岩（堆積岩）地帯を避けると、より長いル - トが設定できる。例えば、東側約 7km の所で全長 36km のル - トを設定することができる。

### 5.2.5 北茨城山地

茨城県北部、太平洋海岸線から 10km 程度西に入った多賀山地の、北北東に伸びる全長 30km のル - ト（第 1 ル - ト）である。また、ほぼ同じ長さで平行して走る海岸線に近い第 2 ル - トも検討したが、民家はかなりありアクセス坑の構築そして衝突点候補地の選定が困難であった。したがって、ここでは第 1 ル - トについて述べる。

このル - トは、西側の国道 118 号線、東側の常磐道および国道 6 号線に挟まれた山間地にある。ほぼ全体が白亜紀の阿武隈花崗岩帯中にあるが、南端は石炭紀 - ジュラ紀の日立変成岩帯に、北端は同時代の竹貫変成岩帯に入り、異なった地質を貫くため、TBM 掘削等に関する地質調査が必要である。ル - ト上には民家はほとんどなく、ゴルフ場、牧場、畜産団地などが散在する。地上施設建設にとって障害となるものは無いと思われる。山間地ではあるが、東西方向に走る国道 461 号線の他に地方道があり、交通アクセスは良い。トンネル標高を南端で 210m、北端で 310m とし、全体を南北に傾斜させ、トンネル内湧水を側溝により北から南へ自然に流すことができる。土被りは最大 330m そして最少 40m である。ただし衝突点での土被りが 133m とやや深い。南端から約 11km の所を確実度 III の断層（関口 - 米平リニアメント）が横切るので、調査を要する。ル - トを横切る鉄道や大きな河川は無い。ただし、花園花貫および高鈴県立自然公園を通るので、環境保全などに注意を要する。電力線については、ル - トの東側約 5km の所を阿武隈線（275kV, 1138MW）が走っているので問題ないと思われる。

ル - トから海岸側に行った所には、南端付近に日立市（人口 19 万人）、衝突点付近に高萩市（人口 3.4 万人）、北端付近に北茨城市（人口 5.2 万人）といった都市があり、生活には便利と思われる。また、東京および KEK からのアクセスも便利であり、常磐道を使って、高萩市まで東京から 140km、KEK から 100km である。

### 5.2.6 愛知・岐阜山地

愛知県北東部の山地に猿投ル - トと足助ル - トの 2 本のル - トを検討した。猿投ル - トは東名高速道・名古屋インタ - から東へ 12km の地点を南西端にして、北東へ伸びる 25km のル - トである。しかしながら、確実度 I の猿投・境川活断層がルートを横切り、その他にも確実度 III の断層（リニアメント）が複数横切り、このル - トが複雑に断層および褶曲した地形を通っていることが予想され、候補からは外すことにした。

足助ル - トは東名高速道・豊田インタ - から東北東へ 8.9km の地点を南西端とし、猿投ル - トとほぼ平行に東北に伸びる 22km のル - トである。南西端では東海環状道路（高速道路）の建設が予定されており、これを避けるためには南西端を 1.5km 短縮しなければならない。この場合、北東端を 1km 伸ばすと全長は 21.5km になる可能性がある。ルート全体は、白亜紀の花崗岩地帯（伊奈川花崗岩帯および小原花崗岩帯）にある。南西端より約 5km の間、確実度 III の断層（リニアメント）が東側に 400m から 1km の距離で並走しており、破碎帯の進入程度などについての調査が必要である。北東端を越えるとリニアメントがあり、また、第 3 紀後期の堆積岩帯となっているため 1km 以上の延長はできない。付近の地形は北東に向かって徐々に高度を増す比較的なだらかな山地で

ある。トンネル標高を南西端で 20m そして北東端で 265m と傾けると、トンネル内湧水を自然に南西端へ流すことができる。このとき、土被りの最大は 200m 程度である。ルート全体がなだらかなためにトンネルへのアクセスはほとんどが立坑となる。衝突点も深さ 100m 程度の立坑によるアクセスとなる。ル - トを横切る大きな川は無く、道路も国道 153 号線を初めいくつかの県道および主要地方道が横切るが、いずれも交通量はそれほど多くなく、これらの地理的環境は良い。ル - ト全体で民家の密集地帯などはないが、南西端付近では市街化が急速に進んでいるので今後注視しなければならない。電力供給は東部幹線（500kV, 2788MW）がル - トと交差しており問題ないと思われる。名古屋空港が近く、東名高速道が南西端近くを走っている。また、南西端は豊田市内であり名古屋市も近く、現地への交通アクセスおよび現地での生活・研究活動は問題ないと思われる。ル - トは愛知高原国定公園を通るので、景観・環境保全に十分努めなければならない。

### 5.2.7 高松山地

香川県高松市から南へ約 11km の所を東北東に走る全長 30km のル - トである。互いに 400m 離れたほぼ平行な 2 本のル - トを検討した。アクセス坑口の設定が容易であること、そしてトンネルを傾けて排水を自然に西へ流すことができることなどの点で南側のル - トの方が有利である。両ル - トは、香川県南部を東北東に走る幅約 7km の白鳥花崗岩帯（中生代白亜紀後期）のほぼ中央にある。表層の風化はあまり深く進行しておらず、ル - トを横切る断層やリニアメントはない。しかしながら、確実度 I の活断層が北側 3km をほぼ並走し、南側 13km には中央構造線（確実度 I の活断層）が並走している。西端から約 10km の所で香東川を横切る。この川沿いには第 4 紀の段丘堆積層が表層を覆っている。川床を見ると花崗岩が散乱しておりこの堆積層は薄いことが想像される。しかしながら、ここでの土被りは 27m と比較的少ないので、この堆積層の厚さ等の調査が必要である。ル - ト設定の柔軟性では、花崗岩帯をはみ出すために、ル - トを東西に動かすことはできない。南北方向には、花崗岩帯を南北に挟んでいる上記の活断層付近まで動かすことは可能である。

以下南側ル - トについて記述する。ル - トは標高 150m~500m のなだらかな山地である。ルートは大きな河川そして交通の頻繁な道路を横切っていない。ただし、この一帯は良く管理された田畑が多く、山深い中にも民家が点在するため、地上施設用地を慎重に選定する必要がある。電力供給は本四連系線（500kV, 2788MW）が西端付近で交差しているので問題ない。ル - トへの交通アクセスは、国道、地方道を利用することができる。また、ルート中央から北 6km の所に高松空港がある。ただし鉄道は近くに無く、ここでは車社会となる。生活・研究支援面では北 11km の所に高松市があり問題ないと思われる。

このル - トで他に注意を要するのは、

- この地帯が墓石の産地であるため、鉱山（採掘）権に関する調査が必要である。ただし、最高級墓石として有名な庵治石（あじいし）の産地は高松市の北にありルートより遠く離れている。
- 名水と称される湧水がいくつかあり、またル - ト東端から 4km 地点の北へ 2.5km の所にカメリア温泉（鉱泉）があり、また、衝突点より西へ 1.7km 地点の南 2.5km の所に塩江温泉があり、トンネル掘削工事のこれらへの影響を評価しなければならない。

### 5.2.8 広島山地

広島市の山側は中生代白亜紀後期の広島花崗岩帯が広がっている。広島市を挟んで西側の山地では南西から北東の方向に何本もの確実度 III の活断層（リニアメント）が走っている。この花崗岩帯はかなり風化が進んでいるためか、名水と呼ばれている花崗岩地帯特有の湧き水が多くある。また、土石流による災害が報告されている。この西側の山地に 1 本（西ル - ト）、東側の山地に 1 本（東ル - ト）を設定した。両ルートともに、ル - トに沿って民家は散見する程度である。また、トンネル搬入坑口および地上施設建設候補地への交通アクセスは国道・県道・

地方道が利用できるため問題ない。両ル - トを交差する河川および道路で問題になるものは無いと思われる。

西ル - トは、山陽自動車道・広島ジャンクションから北北西へ約 9km の所を北東端とし、南西に伸びる全長 32km のル - トである。北東端より 3km ほどが中生代ジュラ紀の泥岩帯を通るが、その他は広島花崗岩帯である。この泥岩帯では TBM 掘削する上での地山の自立性、岩盤強度などについての調査が必要である。ル - トの南東側 1.5~2km の所、そして北西側約 5km の所を確実度 III のリニアメントが並走している。南東のリニアメントの更に東側に確実度 II の活断層（五日市断層）が北北東に走り、北東端で距離約 3km と最も近づく。最も低い標高は北東端近くの宇賀峡との交差点で 276m であり、最高点は東郷山付近で 742m である。ルート全体はなだらかな山地にある。トンネル標高を南西端で 260m、北東端で 170m とし傾ければ、排水を北東方向へ自然に流せる。ただし北東端では排水はポンプ汲み上げとなる。最低土被り 50m、最高土被り 560m であり、特に問題ない。衝突点候補地での土被りが 300m 程度であるので、地下実験室へは斜坑によるアクセスになる。ル - トの柔軟性という点では、北東端部の泥岩帯が良好であれば、更に 3km ほど伸ばせる。南西および南東方向へは動かせない。北西方向へはこの方向のリニアメントに注意しながら 2km ほどは動かすことができると思われる。広島ジャンクションから広島インタ - までは山陽自動車道で 8km の距離であり、広島インタ - から更に東へ 44km 行った所に広島空港がある。生活、研究活動での利便性では特に問題ない。

東ル - トは、山陽自動車道・広島東インタ - から北東へ約 17km の距離の地点を西端とし、東へ 29km 伸びるル - トである。これを更に東へ伸ばして 30km とすることは可と思われる。ル - トのほとんどは広島花崗岩帯を通るが、西端から 3.5km の所から 800m にわたり中生代白亜紀初期の流紋岩溶結凝灰岩地帯と接する。この付近のすぐ南に打坂川が作ったと思われる沖積層があるので、詳細な地質調査が必要である。西端から 12km の所で、再び流紋岩溶結凝灰岩地帯と接する。また、椋梨川との交差点には沖積層があり、土被りも 50m 程度と小さいので、TBM 掘削時には地山の自立性・岩盤強度などについて調査をしなければならない。ル - ト選択の柔軟性としては、西端を北に 1.5km ほど振ることはできるが、それ以外は沖積層があるため動かすことは好ましくないと思われる。トンネル標高は西端で 310m、東端で 240m とすれば、排水は西から東に自然に流すことができる。但し東端ではポンプによる汲み上げとなる。最大土被りは西端から 3.5km の鷹の巣山の山裾を通る所で 400m 程度であり、最少土被りは椋梨川との交差点で 50m 程度である。比較的起伏の小さいル - トで、地形上特に問題となる点はないと思われる。衝突点候補地での土被りは 150m 程度で、立坑または斜坑による実験室へのアクセスとなる。衝突点を東へ 2km 程度動かせば、そこでの土被りは 50m 程度になり、立坑でのアクセスが容易になると思われるので更なる検討が必要である。西端付近で確実度 III のリニアメントを横切るので、トンネル掘削上の問題の有無を調査する必要がある。電力供給に関しては、西ル - トは東山口幹線および新西広島幹線（共に 500kV、4444MW）と交差しており、また東ル - トは電発竹原火力線（500kV、1748MW）と交差しており、問題ないと思われる。ル - トの南約 12km の所を山陽自動車道がほぼ並走しており、東端付近には南 11km の所に広島空港がある。アクセス、生活、研究活動での利便性はついては問題ないと思われる。

### 5.2.9 背振山地

佐賀県北部の山地で、東西に伸びる 38km のル - トである。ルート全長は中生代白亜紀の花崗岩帯にあるが、東側半分では 20~30m の深さまで風化が進んでいる。そのため、TBM によってトンネル掘削するためにルート上での実際の風化深度などの調査が必要である。また、ル - トは 4 本の確実度 III のリニアメントを横切るので、それらの地点での破碎の程度を調査しなければならない。トンネル標高は西端で 230m、そして東端では 110m とし、この傾斜を利用してトンネル湧水を自然に西から東に流せるように計画した。東南東 1.5km の所を流れる安良川は標高が低く、ここまで導水坑を掘れば、この川に自然に排水を落とすことができる。ル - トは山林と水田を交互に通る。また、ル - ト上に民家はほとんどない。ル - ト西端から 13km 程度では標高が 500m 以上と高いため、進入勾配を 10 度以下にすると西端および P 7 の TBM 搬入坑の長さはそれぞれ 1.2km および 1.4 km になる。最大土被りは 600m であり、最小土被りは 60m である。衝突点は国道 263 号線沿いの広い水田地帯にあり、土被りは 130m である。地下実験ホ - ルを構築する上で特に問題はない。実験室へのアクセスは勾配 2% の斜坑で、その坑

道長は1kmである。3本の国道がル-トを横切るが、いずれも交通量は少なく、また、ル-トを横切る大きな河川はない。電力は佐賀幹線(500kV, 2788MW)がル-トに至近距離で並走しており、問題ない。ル-ト南10~2kmの所を長崎自動車道およびJR長崎本線が走っており、福岡空港から衝突点まで、50km(高速道)+10km(国道263号線)である。博多から衝突点まで、国道263号線を使って約40kmである。また、JR鹿児島本線に沿って九州新幹線の鹿児島ル-トの建設が始まっており、JR長崎本線に沿って、長崎ル-トの建設申請が出されている。他に衝突点から佐賀市まで12km、東端から久留米市まで10kmと、アクセスおよび生活の便に問題はない。国の特別天然記念物かさざぎ(朝鮮半島から持ち込まれたとするカラス科の鳥)は、ルートが設定されている山間部には生息していないようである。

以下にその他の問題点および注意すべき点を列挙する。

- 山地は概ね「地域森林計画対象民有林」に指定されているので、自由に森林以外の用途に転用することはできない。
- 衝突点から西4kmのアクセス点P8から北へ800mの所に嘉瀬川ダム(治水ダム、現在工事中)の堰堤がある。ダム放水時の振動ノイズの影響を調査しなければならない。また、トンネル建設時に干渉がないようにダム工事の進捗状況に注意する必要がある。
- ルート近辺に採石場があり、採掘権等の調査が必要である。ただし、この地方の花崗岩は真砂化が進んでいるためか、真砂の中から花崗岩の塊を掘り起こして行う採石がほとんどである。そのため、これら採石場からの振動の影響は小さいと考えられる。
- 衝突点から西4kmのP8から南1kmの所に古湯温泉が、同じく西2kmのP9から南2kmの所に熊の川温泉がある。これらへのトンネル工事の影響を調査する必要がある。

### 5.3 研究開発拠点・国家プロジェクト拠点から

本項では、研究開発拠点として指定されている地域或いは国の大型地域振興開発計画が進められている地域の中から候補地を選定する。その選定基準は前章の地質・地形に重点を置いたものに準ずるが、硬い均質な岩盤という地質条件を大幅に緩和したものである。

対象となる候補地は、国土交通省等によって研究開発拠点に指定されている地域や国家プロジェクトとして地域振興開発が進められている地域である。これらの地域では、振興開発の趣旨に基づいて国際的な教育研究機関や大型研究プロジェクトを誘致する可能性があり、また既に研究所キャンパスとして使用可能な敷地開発や生活・教育環境の整備が進行していて誘致に有利な条件も整っている場合がある。JLCのような国際的な大型研究プロジェクトの誘致に対する熱意が高いと期待出来る地域である。

研究開発拠点に指定されている地域は全国に48ある。しかし、その多くは昭和63年に施行された頭脳立地法で促進されたもので開発規模が小さい。JLCの研究所中央キャンパスを十分に取り込める拠点地域として総面積が1000ha以上のものを選定すると、国際的な研究都市として既に名高い筑波研究学園都市、核融合研究所のある東濃研究学園都市及び愛知万博開催地のある交流未来都市、SPring8のある播磨科学公園都市の4か所となる。

一方、大規模な国家プロジェクトが推進されている地域としては、「沖縄の特性を生かしつつ、本土との格差を是正し、自立的発展の基礎条件を整備して日本の経済及び文化の発展に寄与し、世界に開かれた個性豊かで文化の薫り高い地域社会の形成を目指す」沖縄振興開発が推進されている沖縄、「多様な機能を併せ持つ国際的な科学技術都市の形成」を目標とするむつ小川原開発が進められていて、既に核燃料サイクル施設等が建設され更にITERの候補地ともなっているむつ市、横浜町、六か所村等を含むむつ小川原地区、そしてITERの候補地であった苦小牧を挙げることが出来る。

これらの地域のうち、東濃研究学園都市・交流未来都市の地域は前章の岩盤トンネルの候補地（愛知・岐阜山地）として検討することし、本項で改めて記述することはしない。苫小牧については、文献調査の結果、岩盤トンネルが建設可能な地域は活動中の火山に近いことが判明し現地調査を行うに至らなかったため、本報告書では取りあえず除外することとした。

結局、候補地として、南から、（１）沖縄、（２）播磨科学公園都市（Spring 8 地区）、（３）筑波研究学園都市と（４）むつ小川原地区（むつ市、横浜町、六ヶ所村等）を選定した。この中で（２）を除く３つの候補地について、JLC トンネルのルート想定して現地調査を行った。

これら４箇所の候補地のうち、（１）、（２）及び（４）の地域のトンネル・ルートは開発拠点内又は近接する地域の岩盤地帯にある。従って、トンネル及び実験室の設計並びに工法は前節で述べた山岳トンネル候補地と同様である。但し、これらの地域の岩盤は、岩盤の質を第１条件として選んだ前節の山岳候補地における花崗岩を主とする中・古生代の岩盤ほど強固で良質でない場合がある。トンネル掘削においては TBM 又は NATM 等の山岳トンネルの基本的工法に加えて、地盤改良・覆坑などの補助的工法も適用する必要が生じ、工事費の増加要因となる可能性がある。

（３）の筑波研究学園都市は、他の全ての山岳トンネル候補地及び開発拠点候補地と比較して、以下の際立った特徴を有する：

1. 現高エネルギー加速器研究機構（KEK）が存在する。新研究所のキャンパスの相当部分は KEK の既存施設を転用して使用することが可能と考えられる。また、現 KEK に既存の人的・物的資源を最大限に活用できる可能性がある。
2. 筑波研究学園都市には既に多数の国公立・民間研究所が設立されていて研究環境に優れている。また、30 年の歴史を経て大規模な国際的研究機関に不可欠な生活・教育環境においても、交通アクセスの点でも際立って優れている。
3. 筑波研究学園都市地域におけるトンネルのルートとして、筑波山ルートと KEK ルートの２ルートを検討する。筑波山ルートは、中・古生代の山界である八溝山地に属する筑波山系の良質の花崗岩と変成岩（ホルンフェルス）を基盤岩とする山岳トンネルである。KEK ルートは、現 KEK サイト（及び隣接保留地）内に前段加速器と衝突点を設定するルートで、洪積台地である筑波台地の深部（深度 50m 以上）地下に都市型トンネル（シールド・トンネル）を建設する。準市街地の堆積地層での地上生活振動（主に交通）の影響、シールド・トンネル工法に適したトンネルの配置・設計など、山岳トンネルの場合とは検討する事項が大きく異なる。

次節では、この４箇所の研究開発拠点の候補地について概要を述べる。詳細は本報告書に添付されている夫々の候補地の報告書を参照されたい。また、候補地の特徴は、山岳トンネルの候補地とともに、付録 1 に掲載されている。

### 5.3.1 沖縄

沖縄では国の大規模な沖縄振興開発が推進されている。沖縄振興開発は、「沖縄の特性を生かしつつ、本土との格差を是正し、自立的発展の基礎条件を整備して日本の経済及び文化の発展に寄与し、世界に開かれた個性豊かで文化の薫り高い地域社会の形成を目指す」ものである。平成 14（2002）年 4 月に施行された沖縄振興特別措置法案は、沖縄における科学技術の振興を図り国際的に卓越した教育研究を行う研究教育機関の整備にも言及している。実際、新研究機関や大学院大学（沖縄における新しい大学院大学のあり方に関する調査として予算化）の構想も存在する。国際的で大規模な研究プロジェクトである JLC 計画が沖縄に実現するとなれば、沖縄振興開発に広く寄与することは明白である。従って、建設候補地としての諸条件を十分に検討しておく必要がある。

沖縄ルートは、沖縄本島北部のほぼ中心を西南から北東に縦断する全長 24km のルートである。想定するルートは、沖縄本島が塩屋湾付近で縊れる国頭郡大宜味村付近の地方道 331 号線を南西端、沖縄県国頭郡国頭村伊江付近の海岸を北東端とする。トンネル高度は標高 50m 程度を想定する。

なお、標高の低い地方道 331 号線を越えて、ルートを全長 30km 程度に延長するためには、トンネル標高を標高 0m 又はそれ以下とすることが必要となる。この場合に、海岸部において風化した岩盤の亀裂等を通じて海水が侵入する危険性があるかどうか、海岸に近い地域を避けてルートを南に移動することが可能かどうか等を更に検討する必要がある。

沖縄ルートの大部分は沖縄県国頭郡の低い（標高 100 m ~400 m）の亜熱帯山林を通過する。ルートの全長にわたって北東側には沖縄最大の米軍北部演習地が展開する。地質的には薄層理砂岩・泥質千枚岩を主とする名護層と砂岩を主体とする嘉陽層からなる広域変成岩帯で、砂岩と千枚岩が分布するやや複雑な地質構造を有する。地上ではかなり風化が進んでいるので、トンネル掘削において補助工法が必要となり、工費の増加につながるかどうか詳細な地質調査が必要である。地下の千枚岩は亀裂もなく十分な強度がある可能性（やんばる海水揚水発電試験所発電ホール及び放水口連絡坑）もある。ルート最南端で近接する 2 本の断層（活断層ではない）と直交する。本島北部には辺野喜ダムなど 6 箇所の利水ダムがあるが、ルートがその直下を通過することはない。想定されるアクセス地点への道路はよく整備されていて通行量も少ない。衝突点の深度は 180 m 程度となり、立坑のみでアクセスするには少し深いので斜坑とする（又は併用）ことになる。

那覇空港からルート南西端までの所要距離は約 110km 強であり、約 60km の沖縄自動車道を含めて約 2 時間の自動車走行である。小・中学校はルート周辺にあるが高校はルート南西端に最も近い名護市（約 25km）にある。国際的な研究機関となる新研究所中央キャンパスの立地については、生活・教育環境の整備を含めて十分に検討する必要がある。また、沖縄固有の希少野生動物、特に、国指定天然記念物のヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ヤンバルテナゴコガネの 3 種などの自然環境アセスメントは必要である。JLC は 200~300MW 程度の電力を使用するが、現状での沖縄の電力供給は不足で発電・送電設備の新設が必要となる。また、平均気温（22）が高いことや米軍演習地との関係なども慎重に検討する必要がある。

国際的で先端的な大型基礎科学プロジェクトである JLC 計画が沖縄で実現すれば、沖縄の振興開発に大きく寄与することは明らかであるので、更に詳細な検討を行うべきである。

### 5.3.2 播磨（播磨科学公園都市）

兵庫県南西部では、姫路市を母都市として 4 市 10 町にまたがる西播磨テクノポリス計画が推進されている。姫路市の北西約 30km の播磨科学公園都市はその拠点都市として、「学術研究機関の集積と国際的な都市の形成」を目指している。既に姫路科学技術支援センターや大型放射光施設（SPring8）が設立され、複数の民間研究所も設置されている。

播磨ルートは、東端を兵庫県揖保郡新宮町栗町付近、西端を岡山県英田郡美作町三倉田付近とする東西約 30 km のルートである。ルートの西半分は東半分と比較して地質的には複雑である。東端約 5km 程度が播磨科学公園都市に属し、ルートは Spring8 地下を通過する。トンネル標高は 40m を想定する。

東端は栗栖川と国道 179 号線、JR 姫新線の西側でこれらを越えない。播磨科学公園都市の西側から吉野川手前のルート西端まで、大小の 7 つ程の川（千種川、佐用川、秋里川、大日山川）と谷を通過する。これらの谷は田畑地であるがルートの他の部分は山林である。ルートは兵庫県佐用郡上月町久崎で相生～鳥取間の智頭急行線、国道 373 号線と千種川を横切る。トンネルの深度はこの付近が最も浅くなる（約 30m）。他に県道 28 号線（角亀トンネル）など 6 つの地方道を横切る。衝突点は千種川西方の佐用郡上月町の山中に想定しているが、この付近は標高が 300 m に達するので斜坑（長さ約 700 m）によるアクセスが必要となる。なお、ルートとは直接干渉し

ないが SPring8 近辺で金出地ダムが建設中である。久崎付近や兵庫県佐用郡三日月町大畑東大畑（衝突点より東 7.5km）近辺では地上に住居が散在するので詳しい調査を要する。

播磨ルートの地質は、衝突点までのルート東側半分（約 15km）は古生代の上郡変斑レイ岩岩体（オフィオライト）に属し、岩質は堅固で良質である。ルート西半分の岩質がかなり入り組んでいるが、中生代の粘板岩、砂岩、塩基性火山岩、チャート及び石灰岩よりなる。衝突点近辺は局所的に花崗岩になっている。いずれにせよ今後詳細な地質調査が必要であるが、東側の良質の岩盤地帯のみを選択すると播磨ルートの全長は約 10km に制限される。ルート東半分の北側には西暦 868 年の播磨地震の震源となったと考えられている山崎断層（活断層）が知られている。正確には山崎断層系とよばれ、長さ 20km 未満の 7 つの活断層からなる活断層群である。総延長は 100km 近くに達するが、播磨ルートがこれらの活断層を横断することはなく、近接点は断層が中国自動車と並走するルート東端で最短距離は約 9km である。他にルートは 6 つの古い断層を横断する。

交通アクセスの点では、山陽新幹線相生駅（バス 30 分）、中国自動車道、山陽自動車道（それぞれ車で 20~30 分）に近く、播磨科学公園都市には小学校から高校の教育機関があり、生活・教育環境が整備されつつある。

### 5.3.3 筑波研究学園都市における候補地

国際的にも有名な筑波研究学園都市には既に多数の国公立・民間研究所が設立され、国際的にも研究・生活・教育環境が最も優れた地域の一つである。更に筑波研究学園都市にはわが国とアジアにおける高エネルギー・加速器研究のセンターとも言える高エネルギー加速器研究機構が現存し、国際的な大型研究プロジェクトとなる JLC 計画を立ち上げる諸条件が揃っている。筑波研究学園都市周辺の候補地としては、(A) 洪積地層における都市型シールド・トンネルによる KEK ルートと (B) 山岳トンネルによる筑波山ルートを検討する。

#### KEK（筑波研究学園都市）

KEK ルートは、現 KEK サイト及び隣接する保留地に JLC の衝突点と実験室を設け、洪積台地（筑波台地）の地下 50 m 以上の深度に全長 22km のトンネルを建設する案である。茨城県真壁郡明野町大字赤浜の小貝川河川敷をトンネル北西端、つくば市大字上ノ室付近の常盤自動車道手前をトンネル南東端としている。個人所有地の通過を最小限とするため、南東方向では東大通地下（衝突点より南西 4~5km まで）とその先は花室川河川敷等を通り、北西方向では北部工業団地、東急ゴルフ場（北西約 5 km まで）を通過するルートである。トンネルを更に延長して全長 30km 程度とする場合も、地形と地質には大きな変化はなく問題はないと考えられる。しかし、北部で下館市街に近づき、南部では常盤自動車道と JR 常磐線を越えるので、これらの影響について更に調査が必要となる。

筑波台地は、筑波山地を形成する領家変性岩類・花崗岩類の深い基盤岩（KEK 付近では深度 500 m 弱）の上に堆積した陸成 気水成堆積層と海成堆積物（砂及び泥層）からなる洪積地層で、地層構造は比較的一様である。トンネル深度に対応する下総層群は 15~70 万年に形成され、同じ堆積地層ではあっても新しい沖積層などに比べるとかなり硬い地層である。2001 年度に行われた現 KEK サイト内での 100m ボーリング調査によれば、地盤は十分な強度（N 値 20~50：N 値測定の上限值は 50）を持ち、通常のトンネル工事の条件としては全く問題はない。地下水は存在するが、シールド工法によるトンネル建設上の問題とはならない。但し、以下に述べるが、地下実験室建設の技術的検討が必要である。地上の生活振動、特に東大通りの交通による振動の地下への伝播とシールド・トンネルの安定性 [O(1mm)] は不可欠な調査項目である。

ルート南部は東大通り直下と花室川河川敷を通過するので、筑波研究学園都市の準市街地を通過する割には民家直下の通過はそれほど多くはない。しかしながら、過疎地である山岳地帯における候補地と比較して、地上権者の同意は重要な検討事項となる。この点も考慮して、トンネル深度は、地上構造物と地上生活への影響が少なく、通常の公共事業では特別の場合を除き地上権者への補償を行わない深度（40m 以上）を想定する。本検討では深度 50 m 以上とし、トンネル工法の検討等では暫定的に深度 80m を想定した。

KEK ルートでは、前段加速器のダンピング・リング等は KEK サイト内に集中して、地上設備（深度 10 m 程度の半地下）として建設する。ダンピング・リングから出るビームは斜坑を経て深度地下の主線型加速器トンネル内に併置される第 1 ビーム・コンプレッサーまで導かれる。このような加速器の配置と、シールド・トンネルの部分的拡幅、トンネルの地中接合工法の採用、加速器トンネルと電源（クライストロン）トンネルでの立坑の共用などによって、現 KEK サイト外での地上施設は最小限としてトンネル建設が可能である。

シールド・トンネル建設について技術上の特別な問題はない。シールド・トンネルの建設単価は、現状でも可能と思われるコスト・ダウンの方法を採用することにより、理想的な岩盤における山岳（TBM）トンネルの建設単価の約 1.5 倍（仕上内径 3 m）～2 倍（仕上内径 4.5 m）程度と推定される。また、衝突点の地下大実験室の建設は、従来の一般的工法（地中連壁工法等）では推定建設コストは高く、実験室の規模が制限される可能性が高い。コストダウンのためには新工法も含めて詳細な技術的検討とともに、実験室の最適化が必要である。このような堆積地層の大深度地下における大規模ホールの構築は、土木建設という観点では先端的で技術的に興味がある課題である。

KEK ルートは現 KEK のサイトと既存の人的・物的資源を最大限に有効活用できる際立った特徴を有する。ダンピング・リングの集中地上（半地下）配置によって研究所中央キャンパス外の地上設備を最小限として、シールド工法によるトンネル建設が可能である。但し、堆積地層での地上生活振動の大深度地下への伝播の実測が不可欠の課題であり、コスト的には、実験室建設の費用を含めて、山岳トンネル候補地での総建設費との慎重な比較が検討課題の一つである。

#### 筑波山（筑波研究学園都市）

現高エネルギー加速器研究機構（KEK）の北約 10km にそびえる筑波山（標高 876m）は、北北東につながる足尾山（628m）、加波山（709 m）等とともに、八溝山地に属し、中・古生代の花崗岩と変成岩からなる山塊である。KEK から至近距離にあり、筑波研究学園都市の優れた研究・生活・教育環境を享受し、且つ堅固な岩盤に山岳トンネルによる JLC を建設出来る可能性のある候補地であるので詳細な検討に値する。

ルートは、KEK から東方約 4km の茨城県つくば市大字小田付近をルート南端とし、筑波山の東側山麓、足尾山直下、加波山の東山麓を経て、仏頂山北 3.4km の栃木県芳賀郡茂木町大字小貫付近の北端に至る約 30km のルートである。ルートは西茨城郡岩瀬町との境界に近い笠間市福原で国道 50 号線及び JR 水戸線を横断する。交通による振動の影響を懸念し、ルートをこの国道 50 号線と JR 水戸線の手前までとすると、筑波山ルート全長は 20km 程度に制限される。なお、ほぼ同じ所に北関東自動車道も計画されている。

筑波山ルートの大部分は筑波山系の山中であるが、上記岩瀬町・笠間市福原付近とルート北端の芳賀郡茂木町大字小貫付近は比較的開けた地域で道路にそって民家も散在する。トンネル標高を標高 40m と想定すると、トンネル最深部は足尾山下で土被り約 500m となり、最浅部は国道 50 号及び JR 水戸線との交差点で約 30 m である。衝突点は加波山東斜面に位置し、土被りは約 400m であるので斜坑（1km）によるアクセスとなる。衝突点を北へ約 1.5km 動かせば、そこでの土被りは 50m 程度となり立坑でのアクセスが可能となるため、更なる検討が必要である。その他のトンネル・アクセス点へのアクセスは国道、県道、広域農道を利用できるので問題はない。

地質図によれば、筑波山ルートの地質は、ルート南端から約 4km とルート北端 3 km は筑波変成岩帯（粘板岩・片麻岩・ホルンフェルス等）、その他のルート周辺は中生代白亜紀以前の花崗閃緑岩地帯であり、ルート全般に涉って地質的には良好である。花崗閃緑岩地帯のうち、筑波山麓の花崗岩は筑波 I 型と呼ばれて粗粒であるが、足尾山以北は筑波 II 型と呼ばれ中粒の黒雲母花崗岩で、加波山周辺では細粒となり良質の建材が取れ、更に国道 50 号を北に越えると稲田型花崗岩と呼ばれる中粒の黒雲母が入る白色系の美しい花崗岩地帯となり、採石・加工が盛んに行われている。筑波山系全般にわたってルート周辺の採石所の存在には十分な注意を要する。また筑波山系には、東の新治郡八郷町と西の真壁郡真壁町を結ぶ上曽トンネル（計画中）や筑波第 1（導水）トンネルのトンネルがある。これらの標高（80～100 m）は筑波山ルートの標高よりも高いが、干渉について慎重な検討を要する。

筑波山地区は奈良時代以来の歴史を有する地域で、神社や祠が散在する。ルートに最も近い著名な神社は加波

山神社でルートから約 1km の距離である。また、泉水、霊水や鉱泉も散在し、ルートから約 3km の筑波山西麓には筑波山温泉があるので、トンネル工事の影響を事前に十分に調査する必要がある。ルートのかなりの部分は水郷筑波国定公園内となるので、工事中及び完成後の景観の保持には細心の配慮を要する。

明らかな問題点は、ルートがこの地域の主要幹線である国道 50 号線と JR 水戸線と交差し、現在計画されているトンネル標高ではこの地点の土被りが浅い (30m) ことである。交通に起因する振動の影響について、実測を含む検討が必要である。

#### 5.3.4 むつ小川原

青森県下北半島のむつ市、横浜町、六ヶ所村を含む 3 市 10 町 3 村では国の大型開発である「むつ小川原開発」が行われている。開発計画の歴史は古く戦中に及び、当初は大規模工業基地の建設を構想する開発であり、戦後国家石油備蓄基地等が建設され、石油危機の際には活躍した。最近の経済環境の変化とともに、原子燃料サイクル施設の建設、(財)環境科学技術研究所等の立地を経て、平成 10 (1998) 年以後は「多様な機能を併せ持つ国際的な科学技術都市の形成」を目標とする開発となっている。ITER の誘致はこのような方針に基づくものと考えられる。JLC の誘致もこの方針にそうものと考えられるので、候補地としての諸条件を慎重に検討する必要がある。因みに「むつ小川原開発」の第 1 期は 2010 年まで、第 2 期は 2010~2020 年とされている。

地質図によれば、核燃料サイクル施設や石油備蓄施設のある六ヶ所村地域は第 4 紀野辺地層に属する礫岩・砂岩・砂泥互層・シルト岩および粘土からなるとされる。地表の地層の下には、地下 10~20 m に新第三紀中新世鷹架層の基盤岩が存在し、日本原燃 (株) 六ヶ所再処理施設や ITER 候補地を越えて広がっている可能性もある。

この鷹架層の基盤岩の分布と性質については不明な点があるので精査を要する。そこで、むつ小川原ルートは、泊安山岩質集塊岩として知られている六ヶ所村北東の下北半島山間部に設定した。むつ小川原ルートとして幾つかのルートを想定することが可能であるが、以下では、山岳トンネルに限定して、冬季アクセスの点で相対的に有利な吹越烏帽子山の西側のルートを検討する。都市型トンネル (シールド・トンネル) 又は山岳トンネルとのハイブリッド工法を採用するものとするれば、南部の平野部でのルート選択が可能であると考えられるが、現時点では詳細を検討していない。

むつ小川原ルートは、青森県北上郡横浜町明神平の県道 24 号線 (横浜六ヶ所線) 付近から、下北半島中央に位置する吹越烏帽子山、八郎烏帽子山、金津山の西側山麓を経て、県道 7 号線 (むつ市近川 冷水峠 東通村大字 小田野沢) を越え、青森県むつ市大字奥内近辺に至る約 20km のルートである。県道 7 号線はルートを越えて東西の海岸部を結ぶ道路としては冬季にも閉鎖されない唯一の道路である。ルート南端でトンネル標高を 70m、北端で標高 90m とすると、トンネル土被りは最大 220m となる。衝突点はルート南端から約 10km の桧木川上流とし、標高は 118m、土被りはルート最小で約 35m である。新たなアクセス道路を建設して衝突点を北へ約 1km 移動すれば、ルート全長は 22km となる。

ルート付近の地質は大部分が泊安山岩質集塊岩であるが、下北半島の西側海岸部の砂子又層 (砂岩、シルト岩を伴う) 及び猿ヶ森層 (礫岩・砂岩・凝灰質シルト岩、亜炭を伴う) との境界に近いのでトンネルルート決定には詳細な地質調査が必要である。青森県北上郡六ヶ所村大字尾駈のむつ小川原石油備蓄基地の西側に当たる地域 (青森県北上郡横浜町字雲雀平付近) の表層は第四紀の野辺地層であるが、この下の比較的浅い地下に新第三紀中新世代鷹架層の安定な岩盤が広がっている場合には、県道 24 号線を南に越えて 30km 程度のルートを設定することも可能であると考えられる。但し、岩盤の硬度については調査を要する。

むつ小川原ルートで最も問題があると考えられるのはルート各地点への冬季アクセスである。電力は、東北電力 275kV 送電線がルートに平行に敷設されているほか、東通原子力発電所からの 500kV むつ幹線が 2005 年に運用予定である。交通アクセスは、三沢空港からルート南端に近い六ヶ所村までは約 40km (所要時間 50 分)、東北自動車道八戸 IC からは約 60km (所要時間 80 分) である。東北新幹線の盛岡 ~ 八戸間の開通は 2002 年に予定されている。

## 6 今後の候補地選定

本サイトスタディーグループの活動を受け、JLC 建設に向けて今後想定される作業の流れを以下に示す（図 4 を参照）。

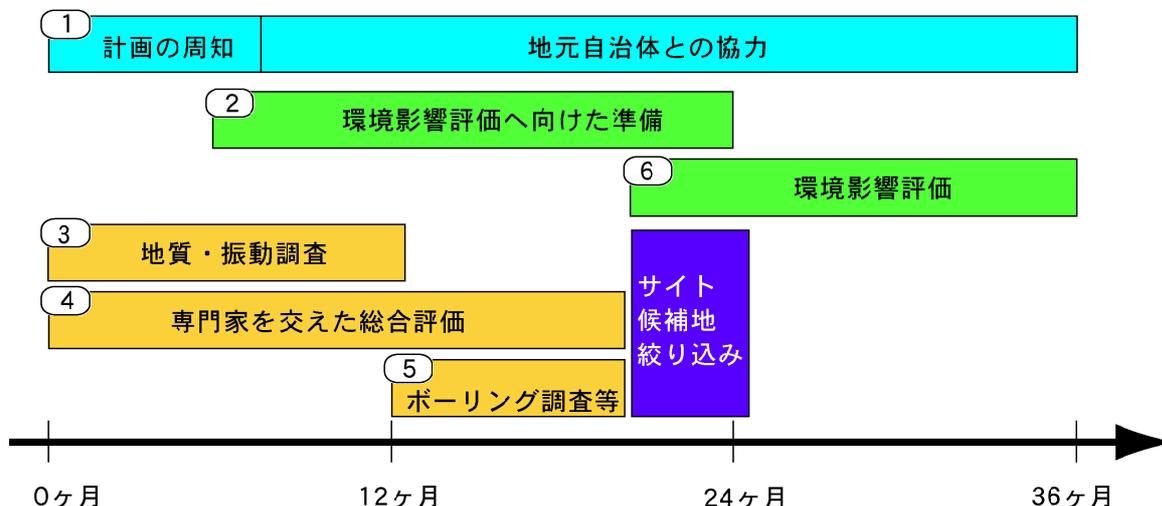


図 4: サイト決定までの今後の流れ。

- 候補地の自治体に計画を周知し、
  - ボーリング調査やトンネル工事記録など、他の事業に関連して地元自治体が所有している可能性のある候補地周辺についての情報提供を依頼する。これらは、今後の本計画推進のために貴重な資料となる。
  - 地元自治体の中長期事業計画について実際の担当者から情報を収集し、加速器建設ならびに長期にわたる運転に支障の可能性がある事業計画の有無を確認し、これまでの文献調査の内容とあわせて吟味する。

このことにより本計画に関する地元自治体との協力体制を確立する。
- 環境影響評価へ向けた準備の一環として、保護すべき自然環境、文化財等について地元自治体の担当者から情報を得て、本スタディーグループの検討結果を確認する。環境評価を進める上で問題となりそうな事項について地元自治体から指摘をうけることは、候補地を絞り込むためにも重要な判断材料となる。環境影響評価にいたるプロセスとしては以下のものが考えられる。
  - 環境に影響を与える行為、要因の抽出
  - 地域概要把握
  - 事後予測と評価項目選定
  - 現地調査と予測評価に基づく環境影響評価案作成
  - 環境影響評価準備書作成
- 候補地の中から典型的な地盤をもつ地域を選んで実際に振動調査を行い、振動レベルが加速器の運転に支障がないことを確認する。長期にわたる振動調査または地盤の安定性を測定することは、仮に調査地域が最終候補地とならなくても、加速器設計（特に支持構造や制御システム）を進める上で重要なデータとなる。

4. 本報告書に挙げられたルートに関して、地質、土木、建設、環境、防災等の専門家を交えた更なる検討を行い、問題点の有無を詳細に吟味し、ルートの最適化を進めるとともに、候補地の更なる絞込みを行う。
5. 候補地が2~3ヶ所に絞り込まれた段階で、自治体と協力の上で、候補地において実際にボーリング調査を行う。文献から予想される地質を確認するとともに、文献調査や現地踏査だけでは判断のつかないトンネル深度での風化の程度や破碎帯の有無などを調査する。具体的には、
  - 現地調査、踏査、物理探査、ボーリング調査
  - 地質構成、変動、振動特性の把握、物理・化学的特性の把握
  - 坑道、主要施設等設置場所の地形、地質断層、湧水、地圧等の把握
6. 最終的な候補地絞込み及び環境影響評価審査を行う。具体的には、
  - ルート微調整と確定
  - 候補地の詳細比較・検討
  - 候補地の最終絞込み
  - 関連機関、住民への説明
  - 環境影響評価最終審査

上記プロセスを経て候補地の最終決定を行ない建設開始に至る。

## 7 まとめ

日本全国の地質、地形、自然保全、天然記念物、そして研究開発拠点などの文献調査（インターネット上の情報も活用）に基づいて候補地として適合するであろう地域を選んだ。実際には、3章で述べられている候補地としての条件の中で、地質条件を第一に考え硬い均一な岩盤地域として8つの地域（日高、北上、村上、阿武隈（北茨城を含む）、愛知・岐阜、高松、広島、背振の山地）を選定した。また、この地質条件を大きく緩和し研究開発拠点として開発の進んでいる地域の中から4つの地域（沖縄、播磨、つくば（KEK、筑波山）、むつ小川原）を選定した。これら地域のそれぞれに少なくとも一つのルートをその代表例として想定した。それぞれのルートに対して、トンネルへのアクセス地点（TBM や地上施設のための進入口）及び衝突点の位置を地形図（立坑の深度、斜坑の傾斜角）、道路地図（交通アクセス）などを利用して求めた。この案を基に現地調査を行いルート上のいろいろの障害の有無を確かめルート設定の調整を行った。

付録2に日本全国の地質図と14の代表ルート（候補地）を図で示した。地質条件を第一として選ばれた地域の地質はほとんどが中生代以前の古い花崗岩を主体としている。特に、阿武隈は広大な花崗岩地帯であり、愛知・岐阜、広島そして背振が比較的大きな花崗岩地帯となっているのがわかる。これに対して、研究開発拠点より選ばれた地域の地質は筑波山を除き花崗岩以外のものとなっている。KEK ルートの地質は、これら14の代表ルートの中で唯一未固結の第四期・洪積層である。

すべての候補地は未調査の項目を除き選定条件を満たしている。今後、さらに候補地の絞り込みを行うために必要な調査項目を付録3に示し、また、以下のようにまとめた。

重心系エネルギー 500GeV の場合、ルート全長は20km あれば十分である。しかしながら、重心系エネルギー 1TeV の場合には30km 必要になる。したがって、今回検討された代表ルートの中で全長30km を満たしていない日高、愛知・岐阜、沖縄、KEK、むつ小川原の5つのルートではエネルギー増強時の拡張性の検討が必要になる。

TBM 工法によるトンネル掘削を採用する場合、硬い岩盤上の風化・表層（未固結）の厚さをルート全長にわたり詳細に調査しなければならない。特に土被りが最少となる地点（沢や川などを横切る所）での調査が優先され

る。また、地質の異なる地点や活断層近くでの破碎の状況の調査も必要である。特に、村上ルートのみクロナイト地帯、高松ルート北 3km にある活断層、播磨ルートの異質の地層の境、そしてむつ小川原ルートの安山岩質集塊岩地帯はボーリング調査、物理探査などの地質調査が必要である。未固結の洪積層である KEK サイトでは、シールド工法によるトンネル掘削の検討の他、大深度での実験ホール建設工法の検討が必要である。

加速器環境として特に重要な項目は候補地での電力供給能力と人工震動源の影響である。現在の電力供給能力では約 300MW (重心系エネルギー 1TeV 時) を賄うことができない候補地は、日高、村上そして沖縄である。したがって、これらの地域は新たな発電所の建設または遠い変電所からの送電が必要と思われる。また、間近の送電線から直接供給は困難で近くの変電所から供給が期待できるが、送電線の潮流条件<sup>2</sup>の調査が必要な候補地は、北上、阿武隈、北茨城である。その他の候補地は問題ない。

人工震動源の地盤振動への影響が心配されるのは、交通量の多い幹線道路や鉄道の交差、そして隣接する市街地の生活振動である。日高ルートでは国道 274 号線、愛知・岐阜ルートでは東海環状道路と市街地(豊田市)、播磨ルートでは私鉄・智頭急行線、KEK ルートでは東大通りと市街地(つくば市)、そして筑波山ルートでは国道 50 号線、上曽トンネルと北関東自動車道(案)が調査の対象となる。特に、KEK ルートでは未固結の地盤中の深度方向に対して道路交通や市街地の生活振動がどのように伝搬されているのかの調査が最重要である。

そのほか、積雪や気温などの気象の影響も考慮されなければならない。日高、村上そしてむつ小川原ルートでは積雪が 1m を越えるので冬期の加速器のメンテナンス・サービスの方法を検討しなければならない。沖縄ルートでは年平均気温すなわち地中温度が 22 と高くトンネル内冷却設備が高価になるとと思われる。

候補地の多くは山地にあるため、一般に希少動植物の生息・群生地に影響を与えないように注意しなければならない。加速器のほとんどの部分は表層土より深い岩盤中のトンネル内に建設されるので、トンネルルートに 2~3km ごとに設置される TBM 搬入口や冷却・電源施設などの地上部分での詳細な調査が必要となる。現地調査等で確認されているのは、阿武隈でのイヌワシ、愛知・岐阜でのオオタカ、広島でのシャクナゲ群落、そして、沖縄での希少野生動物(ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ヤンバルテナガコガネ)である。また、愛知・岐阜ルートは愛知高原国定公園内、筑波山ルートは水郷筑波国定公園、北茨城ルートでは県立花園花貫自然公園内を通過するので景観等を損なわないように特に注意を払わなければならない。

花崗岩地帯の候補地の多くでは、ルート上にはないが近くに採石場(村上、阿武隈、北茨城、愛知・岐阜、背振)や石切り場(筑波山)がある。この場合、採掘権がそれら周辺一体に及んでいる可能性があるので十分慎重な調査が必要である。また、温泉は地元の重要な観光資源であるのでトンネル掘削の影響のないことを確かめなければならない。特に、村上、愛知・岐阜、背振、播磨そして筑波山では近くに温泉地が確認されているので綿密な調査が必要である。

日本国中を始め世界中から集まってくる研究者とその家族の生活環境も重要な候補地条件の一つである。その大きな判定条件は、候補地より半径約 30km 以内に(日本における通常の生活圏)人口 10 万人以上の都市(福祉、文化、教育施設がよく整備され、家族一人一人に十分な就職の機会のある)の存在である。北上、村上、沖縄そしてむつ小川原の候補地の近隣にはこのような大きな都市がないので、地元の生活環境・基盤強化への国家的な投資が強く望まれる。

## 8 提言

本スタディーグループでは、文献調査および現地調査に基づき、リニアコライダー建設およびその安定した運転に適した複数のサイト候補地を選定した。今後さらに具体的な検討を進めるためには、候補地を絞り込まなくてはならない。そのためには、以下のことを順次進める必要がある：

<sup>2</sup>潮流条件とは、一般に電圧低下を伴う電力取得の場所が既存のもの上・下流のいずれであるかなどの条件のことである。電力容量が十分な送電線でも JLC のために電力低下が基準値以下となる場合、そこから電力供給を受けることはできない。

- 候補地の自治体に計画を周知し、ボーリング調査やトンネル工事記録など、他の事業に関連して地元自治体が所有している可能性のある候補地周辺についての情報提供を依頼する。これらは、今後の本計画推進のために貴重な資料となる。
- 地元自治体の中長期事業計画について実際の担当者から情報を収集し、加速器建設ならびに長期にわたる運転に支障の可能性がある事業計画の有無を確認する。既に公表されている事業に関しては、文献調査によってある程度把握できるが、地元自治体で検討中の事業に関しては、これまでの調査では不十分である。
- 保護すべき自然環境、文化財等について地元自治体の担当者から情報を得て、本スタディーグループの検討結果を確認する。環境評価を進める上で問題となりそうな事項について地元自治体から指摘を受けることは、候補地を絞り込むためにも重要な判断材料となる。
- 研究者およびその家族の生活環境の整備について、地元自治体の協力体制を確認する。
- 候補地の中から典型的な地盤をもつ地域を選んで実際に振動調査を行い、振動レベルが加速器の運転に支障がないことを確認する。長期にわたる振動調査または地盤の安定性を測定することは、仮に調査地域が最終候補地とならなくても、加速器設計（特に支持構造や制御システム）を進める上で重要なデータとなる。
- 本報告書に挙げられたルートに関して、地質、土木、建設、環境、防災等の専門家を交えた更なる検討を行い、問題点の有無を詳細に吟味し、ルートの最適化を進めるとともに、候補地の更なる絞り込みを行う。
- 候補地が2～3ヶ所に絞り込まれた段階で、自治体と協力の上で、候補地において実際にボーリング調査を行う。文献から予想される地質を確認するとともに、文献調査や現地踏査だけでは判断のつかないトンネル深度での風化の程度や破砕帯の有無などを調査する。

上記の作業を進める上で最も重要なことは、リニアコライダー計画を候補地自治体に周知するとともに、これら自治体の協力が得られるように万全を尽くすことであろう。産業振興、地域の国際化等、本計画がホスト自治体にもたらすであろう利点について理解を得るよう努力しなければならない。地元自治体の協力なしには、本計画のような大規模事業を実現することは不可能である。また、外部の専門家を加えた評価委員会を発足させ、候補地の地元自治体の協力体制も勘案して、更に候補地を絞り込む作業を早急に進める必要がある。

本報告書では、「研究支援基盤の充実」という観点から、KEK サイト（東大通沿い）が候補地のひとつとして挙げられている。もとより KEK は日本の高エネルギー物理学の唯一の研究拠点であり、現存のインフラストラクチャーを最大限に有効に活用できるという点において、大きな利点を持つことは言うまでもない。しかしながら、リニアコライダー建設および長期にわたる安定した運転のために要求される地盤振動・変動条件が KEK サイトにおいて満たされていることを証明するデータが存在しない。したがって、他の候補地と同様の検討項目について調査を進めることは勿論であるが、まず KEK サイト周辺での振動調査を速やかに行なうべきである。このことは、KEK に設置されたキャンパス委員会からの要請でもあり、リニアコライダー建設・安定運転に関する適否を今年度中に確定することを望む。

これらのことを踏まえて、本スタディーグループは以下のことを提言する：

- 本報告書に挙げられた候補地自治体にリニアコライダー計画を周知し、確度の高い情報を得るとともに、建設に向けた具体的な検討を開始するべきである。
- 地質、土木、建設、社会・自然環境、防災等の専門知識を有する有識者・学識経験者を含むサイト評価委員会を設置し、候補地の絞り込みを行うべきである。
- KEK（東大通り沿い）での振動調査を速やかに行ない、地盤振動面での KEK サイトの適否を今年度中に確定するべきである。

## 参考文献

- [1] 竹田繁ほか、トリスタン北トンネルと日光実験室で 1997 年 7 月 27 日曜日の午前 4 時～6 時に測定した。KEKB 建設時であったが、早朝のため作業は行なわれていなかった。使用した振動計は、ストレッカイゼン社の STS-2 で、有効周波数帯域は 1mHz～200Hz、そして、 振幅の大きさの測定限界は 10mHz で 10nm および 1Hz で 0.1nm である。
- [2] 竹田繁ほか、2001 年 6 月 8 日金曜日に SPring8 の組み立て調整実験棟の床面で測定した。このとき、SPring8 は運転中で、且つニュースバルも運転中、変圧器の振動が検出されている。使用した振動計は STS-2 である。
- [3] 「JLC 推進会議、サイト検討委員会報告書」高エネルギーニュ - ス号外 Vol.20, Aug. 2001
- [4] サイトスタディーグループ、「JLC 候補地文献調査および現地調査メモ」、2003 年 1 月に部数限定で出版予定。

## 9 付録 1 (表) : 候補地の特徴

各候補地の特徴などをルート設定の自由度、地質、地形、加速器環境、文化財、土地取得、社会基盤、生活基盤の項目に大きく分類し、さらにそれぞれ細目ごとにまとめた。大きな項目ごとに同一色で示されているが、要調査項目はすべてピンク色に塗られている。

付録1-1/4：候補地の特徴

候補地	ルート			地質					地形				
	全長	ルート設定の柔軟性	都道府県	岩質	表土・風化	交差する活断層	付近の活断層	その他の断層	地形概要	土地利用	トンネル標高土被り	衝突点：土被り(立坑)又、斜坑延長	IP地上施設
日高山地	28 km	ほとんど動かさない。土被りを大きくすればルート全体を南に移し、アクセス坑長は短縮できる。	北海道	山(花崗岩質)と扇状地(表層堆積物)を交互に通過。扇状地のトンネル深度でホルンフェルス化(硬化)しているか、表層堆積物であるか、確認する必要がある。	表土1m程度で極薄く、風化はほとんどない	なし	北端から5km北西に確実度3群(L=18km)。	なし	日高山脈の東側山麓	山裾は国有保安林 扇状地は牧草地 一部1.4kmの長さで会社関係の保養施設地域あり。	270 m 最小：38m 最大：499m	160 m 斜坑：2170 m	問題なさそう
北上山地(人首東)	31 km	北限：JR釜石線。南に延長して44kmまで延ばせる。この中で衝突点の位置、導坑長の最適化を計ることができる。	岩手	花崗岩(ほぼ全域)+粘板岩(南端の一部)。南端で2つの花崗岩帯が接続しているが、境界に不連続は認められない。	花崗岩の深層風化はやや進んでいる。	なし	北東1kmに確実度3(L=2km)	なし	北上高地；500-800mの山が連なる	山林、放牧場	100 m 最小：80 m 最大：600 m	330 m 斜坑：1350 m。	問題なさそう
村上山地(温海)	30 km	ほとんど動かさない	山形、新潟	花崗岩(ほぼ全域)長さ7kmのマイロナイト地帯。南端は葡萄鉾山跡地。南部の勝木川との交差点に表層堆積があり、ここから南1kmの所にL=1kmの堆積岩帯がある。	風化は少ない。	なし	南端から9kmにわたり左右に確実度3の断層。最北部で左右の断層の間隔が500mと狭まる。	なし	標高500m以下の高原地帯	山林(杉林)と山間田畑地が入り交じる。	5~70m 最小：36m 最大：563m	立坑：75 m	国道345号線沿いの広い田園地。衝突点としては良好。
阿武隈山地	36 km	東西両方向に数kmは移動可能。	福島	花崗岩(ほぼ全域)+斑れい岩(一部)。南端付近に石灰岩。	表土10m程度でマサ化している。古い地層であるため風化が激しい。	確実度3(L=4km)	なし	なし	阿武隈高地 全体に緩やかな山、丘陵地。	山林、耕地 休耕地が多い	390 m 最小：30m 最大：300m	立坑：50 m	周囲は緩やかな丘陵地であり、畑が広がる。ここを研究拠点とすることも可能と思われる。
北茨城山地	30 km	ほとんど動かさない。	茨城	花崗岩(ほぼ全域)+南北端に変成岩	北端から8.5kmの地点近くの小山ダムサイトで25~30mある。	確実度3；関口-米平(L=10km)	なし	なし	なだらかな高地	山林、ゴルフ場、畜産団地	210-310 m 最小：40 m 最大：330 m	立坑：130 m	水田、十分な広さ アクセス良好
愛知・岐阜山地(足助)	22 km	ほとんど動かさない。北：奥矢作湖(ダム湖)、南：東海環状自動車道、市街地	愛知	花崗岩(全域)：白亜紀の伊奈川花崗岩(粗粒)	風化のどあい低い	確実度3(L=13km)	なし	なし	なだらかな山地	田畑	20-265 m 最小：20 m 最大：200 m	立坑：100 m	問題なさそう(山林)
高松山地	30 km	南北方向に約500m、東西方向に1km動かせる。	香川	花崗岩(全域)：白亜紀花崗岩地帯 沢部の詳細調査で節理を調査する必要あり。	表層土は極薄く、従って低木や竹が多い。厚いところでも10m以下。マサ部は少ない。	なし	確実度1：北3kmに鮎滝(L=4km)、北3kmに長尾(L=23km)、南13kmに中央構造線(L=95km)	なし	讃岐山脈と讃岐平野の境。大部分が緩やかな斜面	主に森林、一部農業用地と保安林。	100-200 m 最小：30m 最大：370m	200 m 斜坑：1400 m	問題なさそう
広島山地(東)	30 km	ほとんど動かさない。東：川、西：JR芸備線、南：ダム建設中	広島	花崗岩(全域)：白亜紀後期の広島花崗岩類(中粒)。2ヶ所で流紋岩溶結凝灰岩地帯をかすめる。	マサ化が進む	確実度3(L=6 km)	なし	なし	緩やかな丘陵地帯	山林、田畑	250-300 m 最小：50 m 最大：400 m	立坑：130m	水田、十分な広さ アクセス良好
背振山地	38 km	ほとんど動かさない。北側800mにダム建設中	佐賀	花崗岩(全域) 西：深江・佐賀花崗岩(細粒) 東：糸島花崗岩(粗粒)	西半分ではマサは薄い、東半分では20-30mか？	確実度3：小ヶ倉(L=13km)、田中-松隈(L=12km)、板屋峠(L=11km)	なし	なし	筑紫山地。なだらかな山地	山林と山間水田。山林の多くは「地域森林計画対象民有林」に指定。	110-230 m 最小：60 m 最大：600 m	130 m 斜坑：800 m	搬入口は国道263号線沿いの広い田地。
沖縄	24 km	できるのは南西端を少し西に振ることぐらい。	沖縄	古第三紀の堆積岩が低度の変成を受けた広域変成岩帯：千枚岩および薄層理の砂岩。	表層は亜熱帯性ラテライト(赤土)。風化は5-10m。	なし	南端付近に確実度3が2本ほぼ直交。	なし	与那覇岳(標高503m)を最高峰とするなだらかな山地	海岸近くにパイナップル畑を散見。ルート全て山地。但し東側ほぼ半分が米軍訓練地。	50 m 最小：47m 最大：326m	326 m 斜坑+立坑	衝突点への搬入口の標高が高いので再検討する必要あり
播磨(Spring8)	30km	南に1km程度。鉄道との交差を避けると約10km	兵庫、岡山	東側は変ハンレイ岩(オフィオライト)；西側は粘板岩、砂岩、塩基性火山岩、チャート、石灰岩。	少ない。	なし	北側9-18kmに山崎断層(確実度1)	6つの断層を横切る(地質の境界に相当する。1/200,000地質図)	丘陵地帯(100-400m)	山林、低地は田、畑。	40 m 最小：29m 最大：335m	270 m 斜坑：700 m	問題なさそう(山林)
KEK	22km	ほとんど動かさない	茨城	第4紀堆積層の下総層群上泉層(Km)下部、敷層(Yb)	数メートルの関東ローム層	なし	なし	なし	平坦な洪積台地(筑波台地)	北半分は耕作地、工業団地、ゴルフ場；南半分は東大通、市街地	"-50 m 最小：70m 最大：80m"	立坑：80m	KEK敷地内
筑波山(仏頂山)	31 km	ほとんど動かさない、水戸線を北端とすると23km	茨城	花崗岩(ほぼ全域)+ハンレイ岩(筑波山付近)+南端(~5km)と北端(~3km)部分は変成岩	未調査	なし	東3kmに確実度3(吾国山付近東西方向：L=5.5km)	なし	なだらかな山地	山林	40 m 最小：30m 最大：500m	400 m 斜坑：1000 m	問題なさそう(山林)
むつ小川原(六ヶ所村-西)	22 km	より海岸寄りに移動可能だが、砂子又層(砂岩、シルト岩を伴う)、及び猿ヶ森層(礫岩・砂岩・凝灰質シルト岩。亜炭を伴う)が多く混ざってくる	青森	安山岩質集塊岩・凝灰角礫岩および溶岩(中新世の泊累層)が主で、砂子又層(砂岩、シルト岩を伴う)、及び猿ヶ森層(礫岩・砂岩・凝灰質シルト岩。亜炭を伴う)が一部にある	地表面は安山岩が風化残留土になっている場所が多い	確実度3	なし	なし	山の西側斜面。「むつ小川原開発」地域の北側の山間部。	山林	70~90m 最小35m、最大220m	立坑：35 m	松木川の上流で広い場所がある。標高は118 m。

付録1-2/4：候補地の特徴

候補地		加速器環境														文化財	
	トンネルへのアクセス	付近の河川	電力供給能力 電力容量とルートとの距離	付近の幹線道路	付近の鉄道	積雪量	ずり 処理	最高気温 30℃以上 の日数	冷却水	地中温度 (年平均 気温)	地下水量	トンネル内湧 水の処理	火山 (50km 以内)	地震回数(半径 100km、M6以上、 西暦1600以降)	落雷	人工的震動源 (工場等)	国立・国定公園
日高山地	国道38号線から放牧場への地方道が利用可。アクセスは全般に良好。	沢が20本近くある。気にすべきは芽室川であるが、川床の浅い小さな川である。	187 kV-526 MW (1.2km) 275kVに昇圧して700MWまで増強可能。Pmin(北海道5月)=3000 MW	IPの北2.8kmで交通量の多い国道274号と交差。道東自動車道がトンネルの東側1kmを5km併走し北端の北側を通過予定。	北端部3kmの長さで、東へ約1kmの所を根室本線が走る	200cm程度	未調査	10日未満	未調査	7℃	未調査	湧水は北から南へ自然に流れるようにできる。	なし	8回。50km以内に4回(震源は日高山脈)。	未調査	なし	近くに日高山脈襟裳国定公園があるが、ルートは圏外。
北上山地 (人首東)	国道または十分に道幅の広い道路沿いに アクセスポイントを設定可能。	人首川など 中小河川のみ	275 kV-746 MW (0km) 潮流条件に注意。水沢変電所からの受電の可能性も要検討	国道107,397号(交通量は少ない)	北端の北側4kmにJR釜石線	50cm以下	未調査	10日程度	未調査	10℃	未調査	トンネルを傾けて自然に端へ流す可能性を探るべく要検討	なし	7回。50km以内では2回。	未調査	なし	南端の南に室根高原県立自然公園(ルートを南へ延長すると通過)
村上山地 (温海)	国道、県道を利用可。アクセスは全般に良好。	7本の中級の河川が横切る。最少土被りの五十川交差点は要注意。温海川ダム。	154 kV-154 MW (15km) LCの全電力を供給は不可能。新潟から受電する必要あり、東新潟火力発電所(50km)。	国道7号(交通量が多い)と345号。県道249, 248, 52, 348, 44, 61号。	西側7kmにJR羽越本線	100cm程度	未調査	10日程度	未調査	12℃	未調査	北から南へ自然に流れるようにできるが、南端で揚水する必要あり。	なし	10回。(震源は主に日本海) 50km以内では2回。平均8.4年に1回 M>5の地震が近隣で起きている。	未調査	なし	近くに磐梯朝日国立公園があるが、ルートは圏外。
阿武隈山地	国道288,459号線、県道50号線が交差。北端には国道114号線もある。農道他多数。アクセス具合は良好。	小さい小川が多数存在する。川床は浅く流量も少ない。排水に使用できるものが多い。	275 kV-962 MW (0km) 潮流条件要調査 福島変電所(24km)	南から国道288号、県道50号、国道459号である。交通量は少ない。北端の北800mの国道114号はトラックの通行が多い。	(ルートの南5kmにわたり) 磐越東線まで5km	20cm以下	自然公園内のため公園外での処理が望まれる。	20日程度	未調査	11℃	未調査	湧水は自然に流れるようにできると思われるが、今後の検討課題。	なし	5回。50km以内に震源はない。	未調査	なし	ルート南端の大滝根山付近が阿武隈高原中部県立自然公園
北茨城山地	国道、県道を利用可。アクセスは全般に良好。	2級河川4本 水量は少ない 大北川に小山ダム建設中(1km)	275kV-1138 MW (0km) 潮流条件要調査	国道461号：通行量は少ない	常磐線まで10km	10cm以下	未調査	20日程度	未調査	13℃	未調査	トンネルを傾けて南端へ自然に排水できる。	なし	9回。50km以内では2回。	未調査	なし	花園花貫自然公園を横切る；高鈴県立自然公園の付近を通る
愛知・岐阜山地 (足助)	舗装道路、公道を利用可。	北に矢作川が平行 南巴川に平行2km	500 kV-2788 MW (0km)	国道153号。他県道数本。東海環状道路(建設中)と交差。	(ルートの西6kmにわたり) 名鉄まで4km	10cm以下	未調査	60日程度	未調査	15℃	未調査	トンネルを傾けて南西側へ自然に排水できる。	なし	50km以内に6回。	未調査	西端に市街地に近接	足助町付近で愛知高原国定公園を通る
高松山地	国道、県道、農林道を利用可。アクセスは全般に良好。	小さな川が11本。沢は浅く流量もわずか。香東川との交差点で土被りが30m。	500kV-2788MW (2km)	国道193号、県道2,3,17,30,39,42,43,263,264号がほぼ等間隔に南北に走る。	東端から4kmに高德線	10cm以下	未調査	60日程度	未調査	15℃	未調査	トンネルを傾斜させて西側の川に放流可能。	なし	2回。(震源は徳島南部)	未調査	なし	なし
広島山地(東)	国道、県道を利用可。	小さい川が2本。	500 kV-1748 MW (0km) 潮流方向問題なし	国道375,432,486号、県道49,60,80号があるが、交通量は少ない	JR山陽本線が南6km。	10cm以下	未調査	50日程度	未調査	13℃	未調査	西側へ流す。	なし	18回。(震源は主に安芸灘) 50km以内では6回。	未調査	なし	なし
背振山地	国道、県道を利用可。	11本の河川を横切る。嘉瀬川以外は小さな沢。ルート上流にダム建設中の嘉瀬川は要注意。	500kV-2788MW (0km)	国道323,263,385号、県道278,275,273,51,21,305,46,136号線。交通量は多くない。	JR長崎本線@東端の東2km。東端から2-3kmに九州新幹線が通る予定。	10cm以下	未調査	50日程度	未調査	16℃	未調査	東側に流れるようにトンネル標高を設定。	なし	12回。(震源は主に阿蘇) 50km以内では2回。	未調査	なし	なし
沖縄	ほぼルート沿いに大国林道があり、他にも舗装された林道が発達しているため、アクセスは良好	全て小さな川	ほとんどが火力発電、沖縄県の総発電量1,456MW。JLCの300MWを賄うのは苦しい。	西海岸に国道55号。島北部中央に大国林道、東海岸に県道70号線あり	沖縄に鉄道はない	なし	未調査	70日程度	未調査	22℃	未調査	未検討	なし	2回	未調査	なし	なし
播磨 (Spring8)	地方道を利用可。	久崎付近で千種川、その支流の佐用川、秋里川と交差。東を栗柄川、西を吉野川に挟まれている。	500 kV-6712 MW (0 km)	久崎付近で国道373号線を横切る。県道28号(角亀トンネル)、県道46号そしてその他の地方道6つを横切る。	久崎付近で智頭急行線と交差。	10cm以下	未調査	60日程度	未調査	14℃	未調査	未検討	なし	8回。(最近では阪神・淡路大震災、鳥取震源が半数)	未調査	智頭急行線、久崎トンネル(鉄道、150m)、角亀トンネル(県道28、200m)	なし
KEK	県道(東大通り)、地方道	東に桜川、西に小貝川。ルート南に花室川。ゴルフ場内で池の下を通過	500kV-2788MW (10km) 500kV-4149MW (8km)	東大通り、国道409号、常磐自動車道	常磐線、常磐新線(つくばエクスプレス)の駅まで1km。	10cm以下	未調査	30日程度	未調査	14℃	未調査	シールドにより防水。	なし	29回。(震源は主に関東南部) 50km以内では5回。	未調査	市街地	なし
筑波山 (仏頂山)	国道、県道、広域農道を利用可。アクセスは全般に良好。	小さな沢のみ。南側の途中筑波山第1トンネル(標高80m、筑波山用水事業)と交差。	500kV-2788MW (2.5km) 500kV-4149MW (10km)	国道50号、県道19号線で上曾トンネル(標高80~100 m)建設中(H15-18)。JR水戸線との交差点付近で北関東自動車道が横切る予定。	JR水戸線と交差。	10cm以下	国定公園内のため公園外での処理が望まれる。	30日程度	未調査	14℃	未調査	未検討	なし	15回。(震源は主に関東南部)	未調査	加波山西側山麓に石切り場(真壁町)、上曾トンネル	水郷筑波国定公園に指定されている。
むつ小川原 (六ヶ所村-西)	国道279号から沢に沿った県道・林道を登る。冬期閉鎖される道も多い。	小さな川が多数。武ノ川、北川台沢、平山沢、松木川、滝ノ沢。沢を避けて標高の高い場所に設定するとアクセスが困難。	154kV-292MW (0km) 平成17年に下北原原発(1100MW)が稼働予定	国道 279, 388 があるが、ルートとは交わらない。	なし	100~200cm	未調査	10日未満	未調査	9℃	未調査	未検討	北に恐山	付近の陸地の震源は無い。大きな揺れの頻度は少ない。	未調査	衝突点付近に採石場	なし。ルートより北に下北半島国定公園

付録1-3/4：候補地の特徴

候補地					土地取得							社会基盤		
	保護地形・景観	保護動植物	神社・仏閣	遺跡等	施設用地の取得可能性	ルート上の地代公示地価(千円/m <sup>2</sup> )	ルート上の民家(1/25,000地図で確認)	地元の誘致	近隣の開発拠点(構想等)	温泉	採石場(採掘権等)	空港	港湾(重量物搬入用)	現地への鉄道
日高山地	なし	未調査	南端から5km北の所で、ルートから約300m離れて剣山神社(無人)、隣接して高王山神社(新興宗教)の社あり。	なし	未調査	10-30(清水町)	南端より5~6.4kmで保養別荘や分譲別荘開発がある。他では民家は無い。	未調査	北海道航空宇宙産業基地構想(札幌-苫小牧-帯広):ロケット打ち上げ基地	ルート北端から東へ約7kmの所に新得温泉。ここから北に温泉が点在し、温泉源は北方の十勝火山脈のよう。問題無いと思われる。	花崗岩の採石跡地あり。	帯広空港まで約30km(帯広市の南36km)	十勝港(帯広から南90km、大型貨物船用埠頭あり)。	帯広市から根室本線:特急で十勝清水まで34分、新得まで42分。
北上山地(人首東)	なし	未調査	なし	なし	未調査	10-20(東和町,大東町)	ほとんどない。	未調査	未調査	なし	アクセス地点には花崗岩採石場あり。ルート周辺に複数。	花巻空港からルート北端まで約20km	人首(千蔵)ルートの南(北)端から東に約30kmの距離に釜石、大船渡港、南東26kmに気仙沼港。	東北新幹線:新花巻、北上、江刺水沢から10~15km。
村上山地(温海)	なし	未調査	なし	なし	未調査	10-30(温海町,山北町)	道路との交差点以外にはない。	未調査	未調査	県道61号線とルートの交差点から東1kmの所に湯の瀬温泉、県道44号線との交差点から西に5kmの所に温海(あつみ)温泉。	県道61号線との交差点から東へ1kmの所に花崗岩の石切り場あり。	庄内空港まで約30km	岩船港	羽越本線から約8km。衝突点へはJR鼠ヶ関駅から国道345号線で東へ8km。
阿武隈山地	なし	イヌワシを視察中視認。ここ数年来民家付近に飛来してきているらしい。	なし	ルート南端より約5km(滝根町)に寺畑遺跡(縄文)	未調査	10-30(東和町,葛尾村,都路村,常葉町)	ルート上に民家が点在。大きな集落が少数であるが国道沿いにある。	未調査	郡山ウエストソフパーク,国会等移転候補地	岩代町に鉱泉(名目津温泉)。温度17-18℃湧水量15リットル/分程度の非常に小さいもので、観光に使われていない。	南端付近に石灰または花崗岩の採石地あり。ルートからははざれているが、要注意。	福島空港からルート南端まで25km	付近に港なし。三陸海岸、小名浜などが最も近い港湾となる。	東北新幹線:郡山から30km。
北茨城山地	なし	未調査	花園神社(500m)	なし	未調査	10(十王町山部)	民家は点在。	未調査	茨城県・サイエンスフロンティア21構想(東海村,那珂町,ひたちなか市)	大菅温泉(5km)横川温泉(8km)	砂採取所:数ヶ所。	成田空港まで約100km。	日立港	平行する常磐線から10km。日立から10km。
愛知・岐阜山地(足助)	香嵐溪まで約1km。旭町は国土庁指定の「水の郷」	第2東名工事中にオオタカが確認された	足助八幡宮(重要文化財),香積寺	なし	未調査	10-60(足助)80(豊田市岩滝)	民家は点在。	未調査	東濃研究学園都市,国会等移転候補地	IP付近の南2kmに足助温泉,白鷺温泉。榑野温泉まで2km。	ルート南側の県道487沿いに採石場あり。	名古屋空港から約40km。	名古屋港	名鉄豊田市から4km。
高松山地	虹の滝まで2km,不動の滝まで1km	古木、保存木程度ルート近くには県指定の古木や保存木が多く見られる。	お遍路さんの歩行用道路程度	なし	未調査	20-30(大川町,塩江町)	両端を除いて問題なし。	未調査	香川インテリジェントパーク	北2kmにカメラア温泉,北3kmに空港温泉,南3kmに塩江温泉。	ルート上にはないが有名な墓石の産地が近くにある。	高松空港から衝突点まで6km	高松港、衝突点から15km程北に位置する。	JR高松駅から車,バス(約20km)。
広島山地(東)	なし	ルートの南1kmにツクシシャクナゲ群落(県指定文化財)	なし	ルートの北1kmに黒谷古墳(県指定文化財)	未調査	10-20(福富町,大和町)	民家は点在。	未調査	未調査	なし	なし	広島空港から10km。	広島港、呉港	山陽新幹線東広島から20km。
背振山地	なし	千石山サザンカ,平野沼湿原,カササギの生息地	なし	ルートの南6kmに吉野ヶ里遺跡	未調査	10-20(浜玉町,巖木町,背振村,東背振村)	ほとんどない。	未調査	鳥栖北部丘陵新都市	P8の南1kmに古湯温泉,P9の南2kmに熊の川温泉。	小規模な採石場は多い。	福岡空港からルート東端まで15km,佐賀空港からルートまで30km	博多港	博多,鳥栖からルート東端まで15km。JR唐津線浜崎からルート西端まで5km。佐賀から衝突点まで20km。
沖縄	IP南に与那覇岳天然保護区域(国の天然記念物)、P5(#5ポイント)がこの中	希少野生動物種ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ヤンバルテナゴコガネ、他多数	なし	なし	未調査	10-20(国頭村)	なし	未調査	沖縄大学院大学構想	なし	なし	那覇空港(IPまで高速道60km+普通道44km)	金武湾港(ルート南端から高速道27km+普通道33km)。	鉄道なし
播磨(Spring8)	なし	未調査	衝突点より東8.2kmに寺(北50m)、祠(北150m)。東10kmに万勝院(南1.4km)。	なし	未調査	10-30(上月町,上郡町)、40(美作町)	久崎と東大畑付近に点在。	未調査	播磨科学公園都市	西端の美作町に湯の郷温泉;久崎温泉(衝突点より東2.2kmで北600m(円光寺))	なし	岡山空港まで40km、関西国際空港	岡山港,神戸港	山陽新幹線の相生駅よりバス30分。北2-5kmを姫新線が並走。
KEK	なし	未調査	ルートより200m以内に6つある(一ノ矢神社(200m))。	なし	市街地	10-300(つくば市)	数10軒程度(土浦学園線沿いが最も多い)。	未調査	筑波研究学園都市	なし	なし	成田空港から約40km。	東京港、土浦港	土浦から5km。つくばエクスプレス。
筑波山(仏頂山)	冷水、霊水と呼ばれるわき水。付近に球状花崗岩(県指定天然記念物)	未調査	加波山神社:1km,坂本観音:0.2km,祠(足尾山):0.3km,木植付近:0m,御手洗付近:0.2km,新地付近:0.1km,山口付近:0.2km,終点:0.2km)	北条付近に中台遺跡	未調査	10-50(岩瀬町,大和村,真壁町,八郷町)	水戸線沿線に民家有り。	未調査	筑波研究学園都市	筑波山中腹・筑波山神社脇に筑波山温泉(泉温25.7℃)。地下1700メートルからPH値10.18のアルカリ性温泉。	加波山西側山麓に石切り場(真壁町)。ルート東側3kmの稲田にも石切り場あり。	成田空港から約50km。	東京港、土浦港	土浦からルート南端まで10km。水戸線岩瀬と交差。
むつ小川原(六ヶ所村-西)	ルートの西側の横浜町の菜の花畑は、日本一の作付け面積(200ヘクタール)である。	北側の左京沼には、南隈とされる天然記念物ヒメマリモが生息していると考えられる	なし	なし	未調査	10-20(六ヶ所村,横浜町)	なし	未調査	核燃料サイクル機構	JRむつよこはま駅近くに温泉「ふれあいセンター」があるが、ルートからは遠い。	なし	三沢空港から40km(所要時間50分)、青森空港から80km(所要時間100分)である。	むつ小川原港:国の重要港湾指定、第9次港湾整備計画が実施中。八戸港には国際コンテナ便も就航。	JR東北本線野辺地駅から35km(所要時間40分)。東北新幹線・盛岡~八戸間は平成14年12月に開通予定。

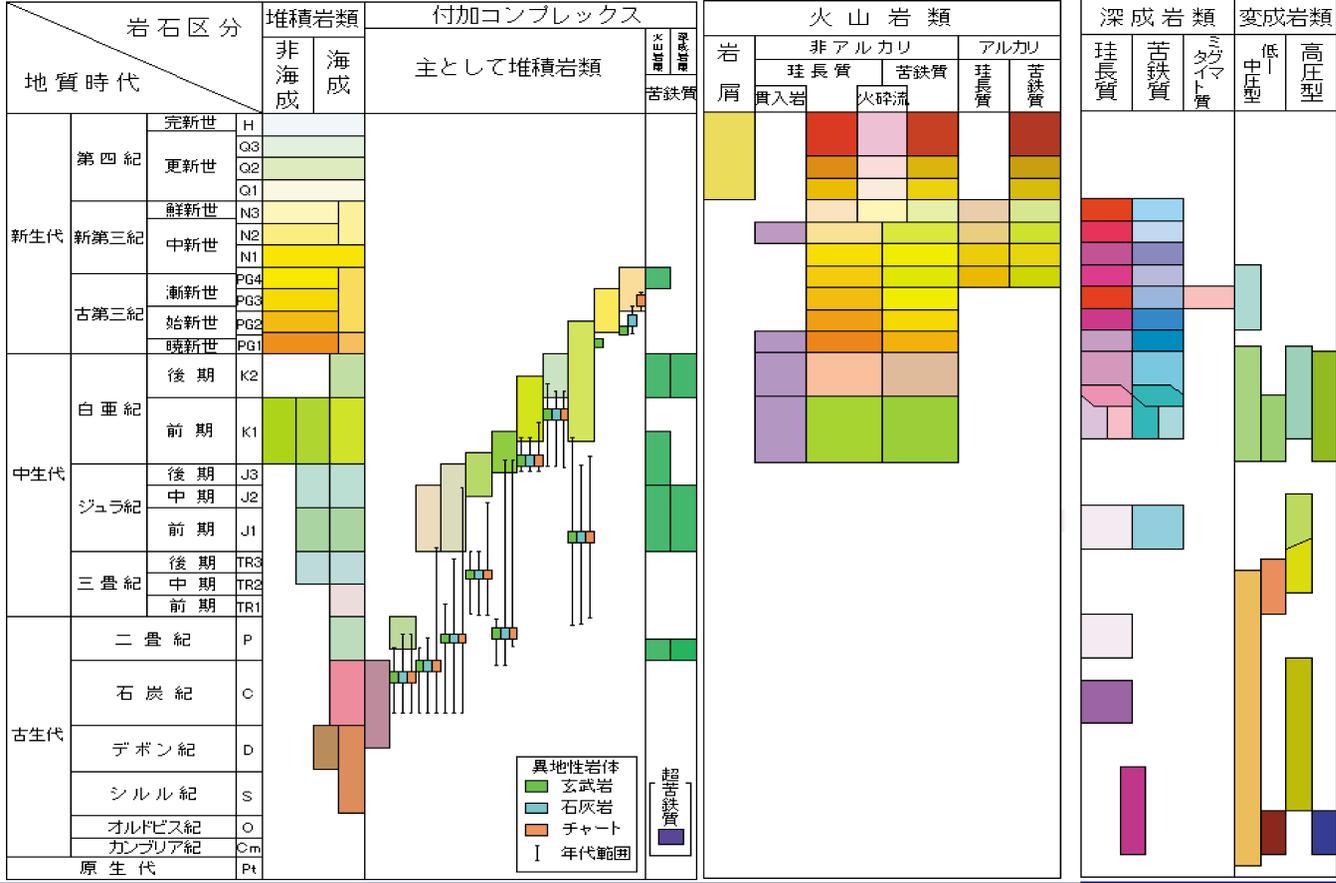
付録1-4/4：候補地の特徴

候補地	生活基盤			生活基盤					
	現地への幹線道路	KEKまでの距離	近接研究施設	近隣都市（外国人居住条件） （30km圏内）	近隣のインターナショナルスクール	文化・娯楽・厚生施設	居住用地	健康・福祉施設（病院等）	警察・消防等救急対応
日高山地	帯広から十勝清水まで道東自動車道で29km。ルート東側7kmを平行に国道38号線。	遠い	帯広畜産大学（帯広市）、北海道大学（札幌市）	十勝清水町（1.1万人、ルート中央部）、新得町（7.5千人、ルート北部）帯広市（17万人、29km）。	札幌市にインターナショナルスクール。	町の公民館、図書館。帯広には美術館、文化ホール等あり。リゾート地（サホロ、トマム）、新得温泉。	取得容易と思われる	日赤病院（十勝清水町）、他	地元自治体にあり
北上山地（人首東）	東北自動車道・国道4号線	遠い	東北大学、岩手大学	北上市（9万人）、花巻市（7万人）、江刺市（3万人）、水沢市（6万人）	なし	花巻市にスポーツ施設主要文化施設は盛岡市。	取得容易と思われる	北上市、花巻市、江差市、千厩町等に県立総合病院	地元自治体にあり
村上山地（温海）	新潟から国道7号線または345号線を使う。国道7号線で70km北上して、ルート南端に至る。	遠い	新潟大学	温海町（1万人、西8km）、山北町（8千人、西8km）、村上市（3万人）、新潟市（51万人）まで70km。	なし	湯の瀬温泉、温海温泉。温海町の公民館。	取得容易と思われる	大きな病院は近くにない	地元自治体にあり
阿武隈山地	磐越自動車道、東北自動車道があり、アクセス便利。	常磐自動車道から磐越自動車道に入り、車で約3時間半程度。	日本大学工学部、福島大学	郡山（33万人、25km）、二本松市（4万人）、須賀川市（7万人）	なし	町の公民館、図書館。娯楽施設もあり。	取得容易と思われる	地元病院多数	地元自治体にあり
北茨城山地	常磐自動車道高萩インターから10km。	車で1.5時間（100km）	日本原子力研究所（東海村、約20km）	日立市（20万人）、常陸太田市（4万人）、高萩市（4万人）、ひたちなか市（15万人）、東海村（3万人）、水戸市（25万人、30km）	なし	日立市に多数あり	取得容易と思われる	日立市に多数あり	地元自治体にあり
愛知・岐阜山地（足助）	東名高速豊田ICからルート西端まで10km。	遠い	名古屋大学、核融合研究所、超深地層研究所	瀬戸市（13万人）、土岐市（6万人）、瑞浪市（4万人）、多治見市（11万人）、豊田市（34万人）、名古屋市（210万人）	名古屋市内にインターナショナルスクール。	近隣都市に多数あり	取得容易と思われる	近隣都市に多数あり	地元自治体にあり
高松山地	高松より国道193号、高松自動車道（高松-鳴門）白鳥大内ICからルート東端まで4km。	遠い	香川大学工業技術院研究所	ルート中央の北側に高松市（33万人）、その側に坂出市（6万人）、丸亀市（8万人）があり、全て高速道路で結ばれている。瀬戸内海側が仕事場で、南側が居住地といった様子	なし	瀬戸内海の観光地、図書館、公民館、文化ホール、栗林公園	取得容易と思われる	高松市に多数あり	地元自治体にあり
広島山地（東）	平行する山陽自動車道から10-12km。	遠い	広島大学	東広島市（12万人）、広島市（111万人）、三原市（8万人）、尾道市（9万人）	広島市にインターナショナルスクール。	広島市に多数あり	取得容易と思われる	広島市に多数あり	地元自治体にあり
背振山地	長崎自動車道・佐賀大和インターから国道263号線で8km。福岡市街から国道263号線で30km。	遠い	佐賀大学、放射光施設	福岡市（130万人）、佐賀市（17万人）、鳥栖市（6万人）、唐津市（8万人）	福岡市にインターナショナルスクール。	近隣都市に多数あり。	取得容易と思われる	近隣都市に多数あり。	地元自治体にあり
沖縄	那覇空港からは高速道60km、普通道44kmで南端またはIPに至る。時間的には2時間程度。	遠い	琉球大学（那覇市）、沖縄大学院大学構想（2007年開学予定）	名護市（5.6万）まで南端から25km、この南に複数の都市がある。最大は那覇市（30万）。	読谷村にインターナショナルスクール。	名護市に多数の観光施設	取得容易と思われる	名護市に総合病院あり。	地元自治体にあり
播磨（Spring8）	北：中国自動車道（山崎35分、佐用20分、美作IC）、南：山陽自動車道（龍野、龍野西25分、赤穂IC）。	遠い	播磨科学公園都市	姫路市（47.6万人、30km）、龍野市（4.1万人、15km）、相生市（3.4万人、16km）、赤穂市（5.3万人、22km）、津山市（8.9万人、16km）	神戸市にインターナショナルスクール。	上郡町に公民館、スポーツセンター	取得容易と思われる	相生市に市民病院	地元自治体にあり
KEK	常磐自動車道。	至近距離	筑波大学他多数の研究機関	つくば市（16万人）、土浦市（13万人）	つくば市にインターナショナルスクール。	町の公民館、図書館。娯楽施設もあり。	取得容易と思われる	つくば市に多数あり	地元自治体にあり
筑波山（仏頂山）	常磐自動車道。北関東自動車道。	近距離（20km程度）	筑波大学他多数の研究機関	つくば市（16万人）、土浦市（13万人）、石岡市（5万人）、笠間市（3万人）	つくば市にインターナショナルスクール。	町の公民館、図書館。娯楽施設もあり。	取得容易と思われる	つくば市に多数あり	地元自治体にあり
むつ小川原（六ヶ所村-西）	東北自動車道八戸ICから57km（所要時間80分）である。	遠い	（財）環境科学技術研究所。原子燃料サイクル3施設、放射光施設の誘致。	六ヶ所村（1.1万人）、三沢市（4.4万人）、むつ市（5万人）	なし	図書館、「国際会議場スワニー」。	取得容易と思われる	六ヶ所村に尾駈診療所、千歳平診療所、防災技術センター	地元自治体にあり

## 10 付録2 (図): 全国の地質図と候補地 (ルート)

全国の地質図は、産業技術総合研究所・地質調査総合センターがインターネット上で公開している「日本地質図データベース」([URL=http://www.gsj.go.jp/PSV/Map/mapIndex.html](http://www.gsj.go.jp/PSV/Map/mapIndex.html))を利用した(承認番号:第75300-20021108-001号)。地質・地形より選定された候補地は、北より、日高、北上、村上、阿武隈(北茨城を含む)、愛知・岐阜、高松、広島、背振の山地である。また、研究開発拠点から選定された地域は、同じく北より、むつ小川原、つくば(KEK、筑波山)、播磨、沖縄である。各候補地の代表ルートは黒い直線で示されている。

# 付録 2 全国地質図と候補地 (ルート)



## 11 付録3(表): 候補地の要調査項目

付録1の『候補地の特徴』の表よりそれぞれの項目ごとに要調査事項を抜き出しまとめた。

### 付録3：候補地の要調査項目

候補地	全長	ルート	地質	地形	加速器環境		環境保護	土地取得	生活基盤 (30km以内に人口 10万人以上の都市)
					電力供給能力	送電線の潮流条件			
日高山地	28 km		扇状地の表土の厚さ		電力供給能力 (526MW)	国道274号と交差積雪 2m		別荘地	
北上山地 (人首東)	31 km	トンネル標高を下げれば44kmは可能			送電線の潮流条件			採石場	近隣に大きな都市がない
村上山地 (温海)	30 km	山形・新潟両県にまたがる。	マイロナイト地帯(7km)、旧鉱山		電力供給能力 (154MW)	積雪1m		湯ノ瀬温泉、採石場	近隣に大きな都市がない
阿武隈山地	36 km				送電線の潮流条件		イヌワシを視認；南端付近に寺畑遺跡（縄文）	採石場	
北茨城山地	30 km				送電線の潮流条件		花園花貫自然公園を通過	採石場	
愛知・岐阜山地 (足助)	22 km					西端に東海環状道路；市街地が近接	豊田市丘陵にオオタカ；愛知高原国定公園を通過	足助温泉、白鷺温泉、榊野温泉、採石場	
高松山地	30 km		北3kmに確実度1の活断層が2本						
広島山地(東)	30 km						黒谷古墳, シャクナゲ群落(1km, 県指定文化財)		
背振山地	38 km			ルート上流にダム建設中(嘉瀬川)。		嘉瀬川ダム(1km)；九州新幹線(2km)	南6kmに吉野ヶ里遺跡	古湯温泉、熊ノ湯温泉、採石場	
沖縄	24 km				電力供給能力 (1,456MW)	年平均気温22℃	与那覇岳天然保護区域を通過；ヤンバルクイナ、ノグチゲラ、ヤンバルテナゴコガネ他、希少野生動物種多数	付近に米軍演習地	近隣に大きな都市がない
播磨 (Spring8)	30km	智頭急行線(久崎)を東端とすると約10km；兵庫・岡山両県にまたがる。	異なる岩質が混在	久崎付近で千種川、佐用川、秋里川と交差。		智頭急行線と交差		久崎温泉、湯の郷温泉	
KEK	22km		第4紀堆積層(未固結)			東大通り、市街地		市街地	
筑波山 (仏頂山)	31 km	JR水戸線を北端とすると23km		筑波山第1トンネル(標高80m、用水)と交差。		国道50号線, 上曾トンネル, 北関東自動車道と交差	水郷筑波国定公園、中台遺跡(北条付近)	石切り場(加波山)、筑波山温泉	
むつ小川原 (六ヶ所村北西)	22 km		安山岩質集塊岩・凝灰角礫岩			積雪1~2m, 冬期道路の通行止			近隣に大きな都市がない