

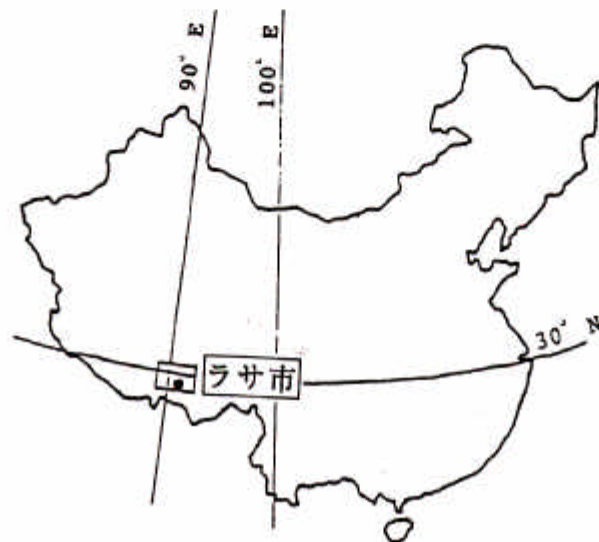
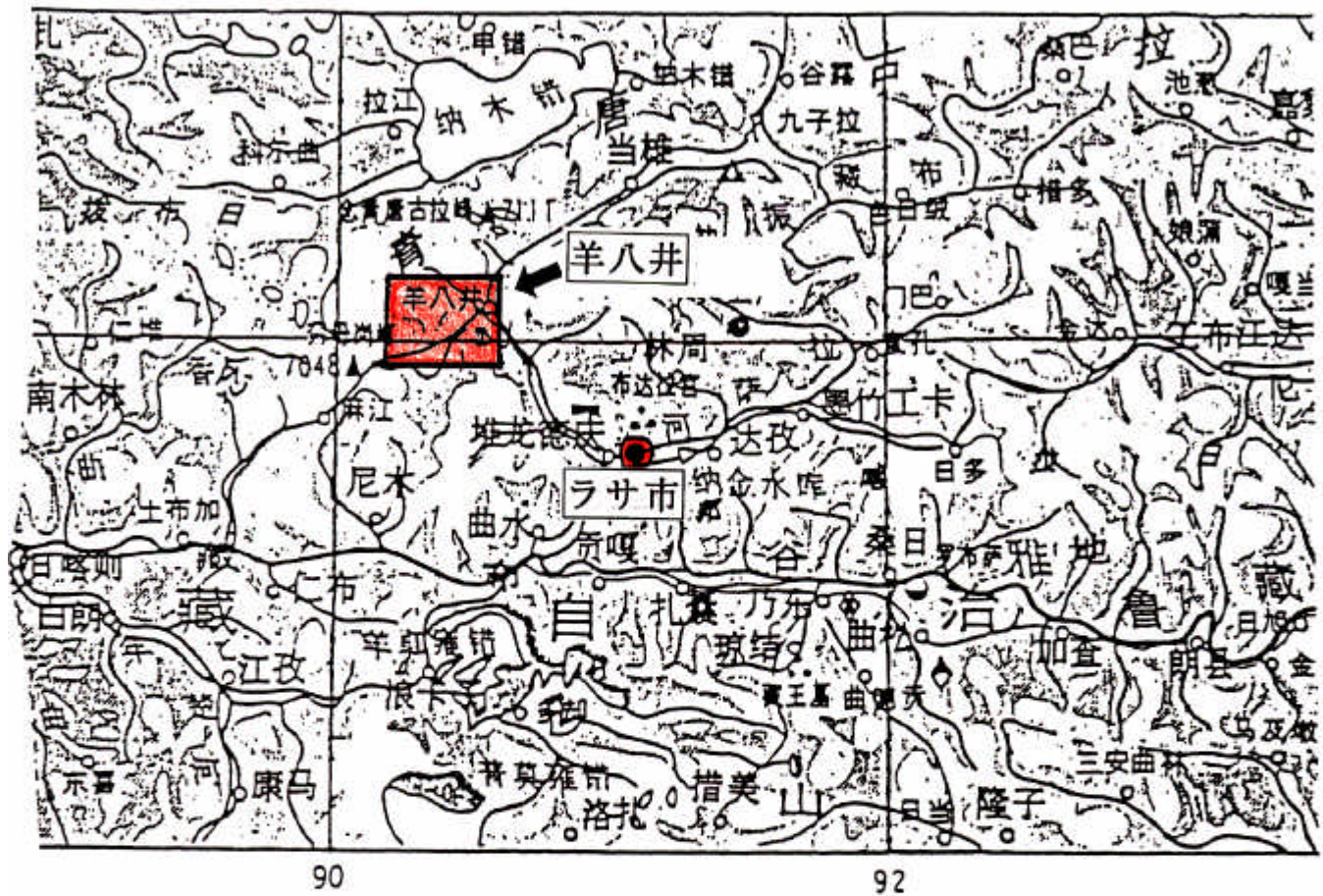
中華人民共和国
チベット羊八井地熱資源開発計画
予備調査報告書

平成13年2月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

羊八井地熱帯の位置

0 50 100 km



羊八井地熱帶

Distribution
of the drillholes and the manifestation subareas
in Yangbajain Geothermal field

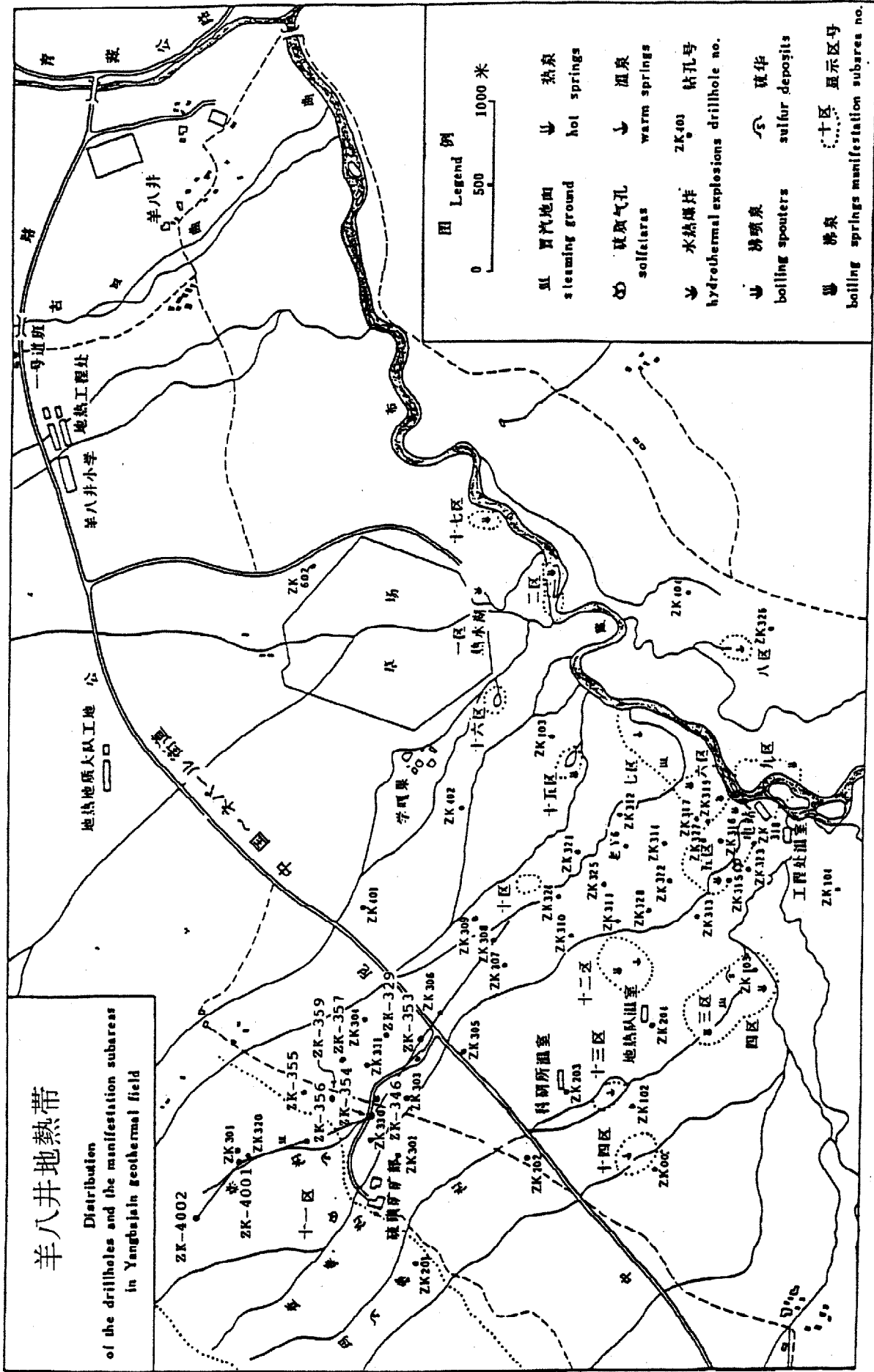


图 Legend

0 500 1000 米

- 蒸汽地面 steaming ground
- 热泉 hot springs
- 硫磺气孔 solfataras
- 温泉 warm springs
- 水热爆炸 hydrothermal explosions
- 钻孔号 drillhole no.
- 沸喷泉 boiling spouters
- 硫华 sulfur deposits
- 沸泉 boiling springs
- 显示区号 manifestation subarea no.



多吉チベット自治区
副主席との階段



電力工業局での協議



S/W 署名



羊八井地熱帯全景



ZK4001 井戸噴気状況



羊八井第2地熱発電
所制御室



発電所ゲストハウス
内部



発電所ゲストハウス
部屋

中華人民共和国チベット羊八井地熱資源開発計画予備調査報告書

目 次

第 1 章 調査団の概要

1-1 要請の背景・経緯	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	1
1-4 調査行程	2

第 2 章 協議の概要

2-1 団長所感	3
2-2 協議概要	4
2-3 署名した S／W、M／M	7
2-4 面談記録及び議事録	44

第 3 章 本格調査の実施方針及び留意事項

3-1 本格調査の概要	47
3-2 調査項目	47
3-3 調査工程	52
3-4 必要な資機材及び調達方法	52
3-5 留意事項	53

第 4 章 その他

4-1 収集資料リスト	55
-------------------	----

第 1 章 予備調査団の概要

第1章 予備調査団の概要

1.1 要請の背景・経緯

チベットは広大な面積（120 万km²）に人口 240 万人で、1km² 当たりの人口密度は 2 人と極めて希薄であり、大半は遊牧民で中国国内でも有数の貧困地帯となっている。現在のチベットの中央電力網の電力供給範囲は 2 市 11 県で、供給区域内の人口は 80 余万人、電力使用人口は 50 余万人となっている。供給区域内の 99 年度の年間発電量は 3.89 億 kWh であるが、域内の急速な経済成長により大幅な電力不足となっている。しかしながら、火力発電については燃料輸送に大幅なコストがかかるため、採算性の乏しい状況になっており、水力発電についても気候・地形・地質等の特質から、開発が困難な状況となっている。

こうした状況下で、チベット自治区では有望な電源の一つとして、1970 年代から地熱開発に積極的に取り組んでいる。最も有望な地熱地帯である羊八井については、1975 年以來の国連を初めとする援助機関からの協力を通じて探査・開発が行われてきており、これまでに第一発電所、第二発電所が建設された。これらの発電所はいずれも浅層地熱フィールドの井戸（殆ど深度 500m 以内）から得られる水蒸気を利用したもので、合計最大出力 25MW の実験的な発電を行ってきた。また、これらの発電所はチベット中部電力網によりラサ地区等の主要電源となり、同地区の電力不足に重要な貢献をしてきた。

しかしながら、現在は施設の老朽化、浅層部の地熱資源の減衰により最大出力 17MW と供給能力が減少している。また、今後は、電力網の拡大、人口増加、工業開発等により大幅な電力需要の伸びが見込まれており、さらに深刻な電力不足状況となることが懸念されている。

こうした背景のもと、中国政府より JICA へ深層部の地熱資源の探査及び評価を主目的に本件開発調査が要請された。本格調査では、物理探査、化学探査、過去の地熱ボーリングに関するデータの収集を行い、既存 4001 号井戸の噴気試等を通じ深層部の貯留層モデルの評価を行うことを目的とする。

1.2 調査の目的

JICA は 2000 年 7 月にプロ形調査団を派遣し、その結果、本案件の妥当性が確認され採択に至り、本予備調査団派遣となった。本予備調査では、本件開発調査の実施可能性を先方との協議及び現地踏査により確認し、可能であれば S/W を締結する。

1.3 調査団構成

- | | | |
|------------|---------|------------------------|
| (1) 団長／総括 | 長谷 尚武 | JICA 鉱工業開発調査部 資源開発課長代理 |
| (2) 技術協力行政 | 瀧川 利美 | 通商産業省 技術協力課 技術専門職 |
| (3) 調査企画 | 五十嵐 壮太郎 | JICA 鉱工業開発調査部 資源開発調査課 |
| (4) 地熱資源開発 | 藤枝 誠 | 東電設計（株） |
| (5) 通訳 | 田中 美佐子 | （財）日本国際協力センター |

1.4 調査日程

日付			調 査 工 程	宿泊 先
1	10月6日	金	移動 {成田→北京} 大使館表敬、JICA事務所打ち合わせ	北京
2	10月7日	土	資料整理、団内打ち合わせ	〃
3	10月8日	日	移動 {北京→ラサ} 関連機関打ち合わせ	ラサ
4	10月9日	月	関連機関合同協議 (S/W)	〃
5	10月10日	火	現地踏査 (羊八井地熱帯)	〃
6	10月11日	水	関連機関合同協議 (S/W)	〃
7	10月12日	木	関連機関合同協議 (S/W)	〃
8	10月13日	金	関連機関合同協議 (S/W)	〃
9	10月14日	土	情報収集、団内打ち合わせ	〃
10	10月15日	日	資料整理、団内打ち合わせ	〃
11	10月16日	月	午前：関連機関合同協議 (S/W、M/M確認) 午後：S/W、M/M署名	〃
12	10月17日	火	移動 {ラサ→北京}	北京
13	10月18日	水	JICA事務所、JBIC事務所報告	〃
14	10月19日	木	移動 {北京→成田}	

第 2 章 協議の概要

第2章 協議の概要

2.1 団長所感

本予備調査では、本年7月に実施されたプロジェクト形成調査での懸案事項を中心に中国側と協議を行い、S/Wを締結した。

1) プロジェクト実施の必要性

チベット地域における電力不足を解決していくためには、羊八井地域の地熱資源を開発することが最重要課題であることは言うまでもないが、再度、以下の観点から本プロジェクトの必要性について確認しておきたい。

(1) 政策面からの必要性

今後チベット地域は、中国政府による「西部大開発戦略」構想やそれを具体化させる「電力セクター開発計画」等により、より具体的な電力供給体制の構築が望まれており、こうした国の政策に反映させるために、羊八井地域の地熱資源評価を実施することは急務。

(2) 技術面からの必要性

これまで、中国においては地下浅層部の地熱開発の経験（羊八井における第一、第二地熱発電所の稼働）はあるが、地下の熱貯留層の状況を把握せず無理な開発を継続してきたため浅層部の地熱資源が枯渇しつつある。

従って、本プロジェクトで、我が国の地熱開発の技術移転が行われることにより、中国側の以上のような状況の改善が図られることは両国にとって有意義と考える。

2) 本格調査実施に向けてのポイント

(1) 地熱貯留層評価及びその技術移転について

中国ではチベット羊八井において、1975年以来、地熱発電を行っているにもかかわらず、地熱貯留層評価を実施する技術がないために、電力セクター開発計画における地熱発電に関する記述さえない状況である。

そのため、中国側は地熱開発に関して、斜め掘りボーリングや地熱貯留層評価技術を習得し、将来的には自らの力で地熱資源開発計画を策定し、政府に対する発言力を強めたいと考えている。

技術移転については、プロ形調査時点の中国側からの強い要望や、中国側からのシミュレーションに関する資機材（ハードウェア及びソフトウェア）の強い要望があったため、日本で行うカウンターパート研修だけではなく、チベットにおいて本格調査団によるオンザジョブトレーニング方式による研修も一部併せて行うこととした。これにより、機材面と研修面の効果が相まって、より効果的な技術移転が可能になると考える。

本格調査においては、この点に配慮し効率的な技術移転の実施をお願いしたい。

(2) カウンターパート機関について

本調査のカウンターパート機関はチベット自治区電力工業局であり、主に本調査の全体のマネージメント部分を担当する。また、追加ボーリング調査等の関係では、現地再委託先と予想される地熱地質大隊に対する斜め掘り及び検層等の技術移転も重要となってくる。

(3) 排熱水対策

ZK-4001 井の連続3ヶ月噴気試験による排熱水の処理方法については、今回の協議において合意に至っていない。当初中国側から提案された3つの案のうち、環境問題、還元井の問題等を考慮すると、今回中国側が主張した「排熱水は既存の生産井を絞り既設の発電所へ導くことで処理する」方法しかないことになる。

この案では、既存の発電所の入り口まで排熱処理パイプを敷設することで、環境対策も含めた排熱水対策は可能である。ただし、発電所内に入った排熱水は、中国側の既存の設備で処理されることとなるが、既存の生産井（浅層熱田）からの熱水よりも高温のため、既設設備の許容量を超えることになり、関係設備の調整を行うことが必要になる。その結果、現在の発電量にどのような影響を与えるかは予測計算を実施しなければ明確にならないため、今回の調査で

は中国側の提案に合意していない。基本的に本調査の排熱水対策の結果、既存の発電設備等のシステムに影響を及ぼさないのであれば、中国側の提案による方法は、実施可能と考える。

なお、3ヶ月間の噴気試験の後には、排熱水は供給されなくなり、またもとの浅層熱水による供給体制に戻すこととなる。

3) その他

本プロジェクトのカウンターパートである電力工業局は、本調査に真摯な態度で取り組んでおり、協議において詳細な説明を求められることも多かったが、熱心さ故であり、それにより協議が紛糾するようなことはなかった。

2.2 協議概要

(1) 追加ボーリング調査（傾斜掘）の実施体制の確認

追加ボーリング調査（傾斜掘）にかかる日本側及び中国側の作業分担について、日本側の費用負担で現地再委託により行い、中国側の費用負担で不足している資機材を確保することで調査団と中国側は合意した。

また、再委託先について先方に確認したところ、以下の内容の説明及び資料が提出された。

- ① 中国国内で深層高温ボーリング事業が存在するのはチベット自治区内のみで、同区内でボーリング作業が可能である業者はチベット自治区地熱地質大隊（以下地熱地質大隊）のみである。
- ② これまで羊八井地熱帯の開発に携わってきた実績、技術力といった点からも再委託先は地熱地質大隊が適切である。
- ③ 高温地熱ボーリング資機材が地熱地質大隊にはそろっている。
- ④ 他省（四川、青海、甘肅）に油田用ボーリング業者は存在するが、距離が遠いため資機材の運搬、人員の派遣の費用がかかるため、見積徴収業者として適当でない。

上記の説明に加え、他省のボーリング業者は油田採掘用のボーリング業者で高温地熱用ボーリング資機材の所持が不明確なこと及び高温地熱ボーリングの経験が浅いことと、傾斜掘の技術移転をC/P機関及びチベット自治区内にすることが本プロジェクトの目的の一端であることから、地熱地質大隊が再委託先に適切であることが確認された。

8月に日本側へ送付された見積額の妥当性を確認したところ、見積の単価は、これまで電力工業局と地熱地質大隊との関係で決められた単価であり、深層部への傾斜掘にかかる割増率は中国国内の石油採掘を行っている機関に相談して決定した率であるとの説明があり、見積資料も提出された。検討の結果、妥当性が確認された。

(2) 調査用資機材の供与について

①微小地震測定用資機材

調査団は検討の結果、微小地震のデータを地熱貯留層シミュレーションに用いるには長期にわたるデータが必要であり、本格調査期間では短すぎ、その有効でないとの旨を説明し、本格調査内容に微小地震観測を含めないことを提案し、中国側は合意した。

②廃熱水処理用資機材

当資機材は噴気試験時の廃熱水を処理するための配管である。廃熱水の処理の方法は前回プロ形調査時に以下の3通りが中国側から提案された。

- ア) 噴出した流体の温度と圧力を降下し、直接現在の第2発電所の発電システムに繋げ、発電所の発電に利用する。
- イ) 既存の廃棄した生産井または施工中の井戸より2～3井選び、浅層熱田に戻す。
- ウ) 直接地表に排出する。

これらの3案の内、周辺環境への影響、コストの点で一番現実的な方法と思われるものはイ)と調査団は提案したが、中国側より現状では既存の還元井の容量が足りないことと、環境面についても、発電所で処理した上で廃熱水を排出することが有効であるので上記ア)による方法を取りたいとの提案があった。

また、中国側が環境担当の部署に確認したところ、ウ)については法律上不可能で、イ)についても第一発電所か第二発電所の還元池を通し還元井に廃熱水を通すことになり、パイプ等の数量が増えることでコストがア)より高くなってしまうとのことであった。また、この方法だと空气中に蒸気を排出することになるので環境面からも好ましくないと考えられる。

費用負担については、日本側が廃熱水処理用のパイプ等の材料費を負担し、配管にかかる費用は中国側が負担することで合意した。

しかし、処理方法については環境面、チベット側の発電システムに及ぼす影響等を考慮し、本格調査時に十分な検討を行い決めることとした。

③オリフィス（差圧）流量計

中国側より要請されたものは蒸気の測定用のみであったが、検討の結果分離熱水についてもオリフィスで測定することが望ましいことを中国側へ説明し、日本側が2器用意することとで合意した。

④検層機器

現在、中国側が保有している検層機器は、耐熱性及び測定レンジから深部の検層ができないといった問題があるため、深部検層が可能なメモリー式 PTS 検層機器を使用することを提案し、日本側が既存 4001Z 用の検層、追加ボーリング調査井の検層用に2セットを用意することで合意した。

⑤地熱貯留層評価シミュレーション用のハードウェアとソフトウェア

前回のプロ形調査時に中国側より日本側に地熱貯留層評価シミュレーション用のハードウェアとソフトウェアの供与及びシミュレーションのノウハウの技術移転について強い要望があり、本予備調査でも同様に強い要望があった。

調査団は以下の項目について中国側に確認を行った。

ア)C/P 機関に地熱資源評価にかかる各分野（物理探査、地化学調査、検層、地質等）の技術者存在の有無

イ)ハードウェアの設置場所、メンテナンス等の保管及び維持管理体制の確保

ウ)メーカー及びサプライヤーの代理店の中国国内存在の有無

エ)現地調達の可能性

ア)については、具体的な名簿が提出され、その名簿の中にこれまでの経歴（発表論文、職務歴等）、専門分野、学位が記載されており、地熱資源評価にかかる分野の技術者の存在が確認された。イ)については、具体的な場所はまだ、決まっていないもののチベット自治区内では大型のコンピューターを導入している機関があり、電力工業局においても可能との説明があった。中国側がハードウェアの適切な設置場所を用意することを M/M において確認した。ウ)、エ)については、上海、北京、成都にメーカーの代理店が存在することが調査団、中国側の調査により確認され、成都の代理店においては契約後1ヶ月以内に設置作業を行えるとの情報もあった。

以上により、技術移転の可能性は確認された。

また、検討の結果、羊八井地熱帯の将来の発電計画を日本側と中国側で協議しつつ、貯留層評価を行うことが、より有効な調査になると調査団は判断し最終段階の貯留層挙動予測シミュレーションを現地で行うことを提案し、中国側は合意した。

3) 調査対象地域について

調査対象地域については、協議のうえ別添資料の署名した M/M に示す地域を評価対象地域とし、地質構造等の広域的な調査範囲は、本格調査時に日本側と中国側で協議の上、決定することで合意した。

1) 関連データの提供について

関連データの整備状況について、調査団は先方の資料室を訪問し、確認した。必要な関連データの提出については本格調査開始時に、日本側へ行われることを、S/W 及び M/M で確認した。

(5) 報告書の翻訳

報告書の翻訳については、日本語版と英語版の作成について前回プロ形調査時に確認されたが、中国側から最終報告書の要約版の中国語版作成について強い要望があり、最終報告書の要約版を中国語でも作成することで調査団と中国側は合意した。

(6) 作業分担及び費用負担の明確化

作業負担及び費用負担については、S/W において基本的に合意したが、細部（電話の使用料、車両の経費等）については中国側の要望もあり、M/M で確認した。

中国側は通訳の無償提供については、チベット自治区内に通訳の存在が少数で確保が困難になることが予想され、通訳が見つからない時は JICA 側に手配を頼む可能性がある旨が表明された。

(7) 上位計画との整合性

電力セクター開発計画については、現在策定中であり、策定後の報告書にしても外部へ公開の可否については、現在未確認であるとのことであった。もし、公開できないものであれば、電力工業局で中国の法律の範囲の中で公開が許される部分をまとめ、日本側へ提出すると説明があり、調査団も同意した。

(8) 調査対象地域の安全管理情報

現在のところ、調査対象地域における治安上に関連した危険情報には接していない。しかし、本格調査時には、本格調査団が長期滞在するため JICA 中国事務所、先方関連機関、安全管理課等に対し、本格調査団派遣前に安全管理情報の提供を今後求めることとしたい。

また、本プロジェクトの調査対象地域は標高約 4,300m の地点であり、高山病の危険が懸念される。この点に関しては調査対象地域内の地熱発電所に医療施設があり、医者及び看護婦も存在し、酸素吸入器等の設備もあるとの情報を得た。

中 華 人 民 共 和 国

チベット羊八井地熱資源開発計画調査

実 施 細 則

日本国

国際協力事業団

中華人民共和国

チベット自治区科学技術庁
チベット自治区電力工業局

次 }.

この実施細則は下記の三機関により合意されるものである。

日本国

国際協力事業団

中華人民共和国

チベット自治区科学技術庁

チベット自治区電力工業局

この実施細則は下記の三者の署名により確認されるものとする。

2000年10月16日

日本国

国際協力事業団

予備調査団長

長谷尚武

長谷尚武

中華人民共和国

チベット自治区科学技術庁

庁長

劉玉超

次多代

中華人民共和国

チベット自治区電力工業局

局長

楊海浜

楊海浜

※

日本国政府は、中華人民共和国政府の提案に基づき、チベット羊八井地熱資源開発計画調査の実施を決定し、2000年10月16日、本計画調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。

日本国政府による技術協力の実施機関である国際協力事業団は日本国において施行されている法律及び規則に従い本調査を実施する。

チベット自治区電力工業局は中華人民共和国政府の本調査の担当機関として、中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い中華人民共和国関係機関の調整を行うとともに国際協力事業団が派遣する調査団と協力して本調査の円滑な実施をはかる。

2000年10月16日、日本国政府が中華人民共和国政府へ発した口上書及び中華人民共和国政府の口上書による回答に基づき、日本国国際協力事業団と中華人民共和国チベット自治区電力工業局は協力の内容、範囲及び調査日程並びに協力を進めるに当たって両国政府がとるべき措置等の詳細について本実施細則を定めた。

1. 協力の内容及び範囲

(1) 本調査は、チベット自治区羊八井地熱帯の深層部の地熱資源モデルを過去の地熱ボーリングに関するデータの収集・解析、物理探査、化学探査、追加ボーリング調査等を通じ評価する。

(2) 日本側は本調査の期間中、調査に参画する中国側専門家に対し現地調査業務を通じ、技術移転を行う。

2. 調査の内容

(1) 調査対象地域

調査対象地域は、チベット自治区羊八井地熱地帯とする。

(2) 調査内容

1) 地質調査

①中国側が既に所有している資料の分析・検討

②調査対象地域およびその周辺の地質、火成活動、水理地質等の確認および補足調査・解析

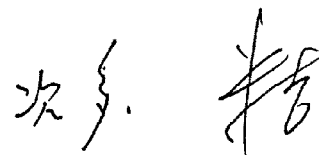
③岩石試料による鉱物学的、岩石学的分析・検討

2) 地球物理探査

①MT法探査・解析

3) ボーリング調査

①調査井掘削（傾斜掘）



②検層

4) 噴気試験

①検層

②長期連続噴気試験

③周辺坑井水位・圧力モニタリング

5) 地化学調査（噴気試験時の地熱流体試料を含む）

6) 地熱貯留層評価（3D モデル貯留層シミュレーション）

①貯留層数値モデル作成

②自然状態シミュレーション

③ヒストリーマッチング

④貯留層挙動予測シミュレーション（生産挙動予測シミュレーション）

7) 総合検討

－羊八井高温地熱資源の開発計画（概略計画）の策定

－将来の調査計画、生産井掘削計画の策定

3. 調査期間及び工程

調査の期間及び工程は別表1のとおり、概ね33ヵ月間とする。

4. 報告書

国際協力事業団は下記の報告書（日本語及び英語で作成）を別表1のスケジュールに従って、チベット自治区電力工業局に提出する。

（1）着手報告書（10 部）

（2）進捗状況報告書（10 部）

（3）中間報告書（10 部）

（4）最終報告書（案）と要約（各 10 部）

チベット自治区電力工業局は、最終報告書（案）を受領後1ヵ月以内に同報告書（案）に係る意見を国際協力事業団に提出する。

（5）最終報告書と要約（各 30 部）

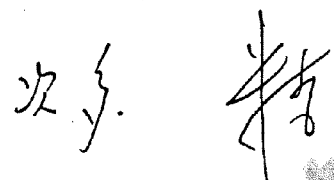
国際協力事業団は最終報告書（案）に係る意見を受けた後2ヵ月以内に提出する。

5. 中国側がとるべき措置

現地調査を円滑に実施するために、中国側は中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い以下の措置をとる。

（1）中国側専門家、事務職員及び作業員等の提供及びそれに係る全ての経費負担

（2）現地調査に必要な作業所及び机、椅子等備品の無償提供及び宿舍の斡旋（但し、調査サイトにおいて通常の方法で借り上げが困難な場合は宿舍の無償提供）



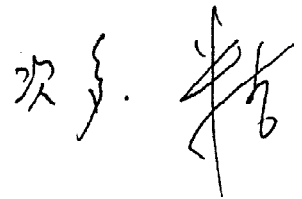
- (3) 現地調査のために必要な通訳の無償提供
- (4) 現地調査のために必要な航空機、鉄道、車両及び船艇等の手配（但し、通常の方法で借り上げが困難な車両及び船艇等については運転手を含め無償提供）
- (5) 現地調査のために必要な中国国内電話設備の提供及びそれに係る経費負担
- (6) 現地調査のために必要な諸許可の手続きの実施
- (7) 調査のために必要な資料及び情報の提供
- (8) 調査のために必要な資料の中国から日本への移送許可
- (9) 現地調査期間中、調査団員に病気、怪我が発生した場合の病院の手配
- (10) 現地調査期間中の調査団員の安全の確保
- (11) 日本から持ち込む資機材の中国国内輸送費の負担
- (12) 日本から持ち込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き
- (13) その他軽微な資機材等の一部経費の負担

6. 日本側がとるべき措置

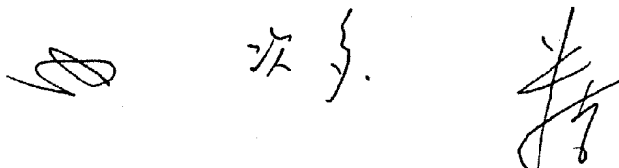
日本側は調査に当たって以下の措置をとる。

- (1) 日本側調査団員の技術費、渡航費、現地調査期間中の食費、旅費、宿泊費及び医療費等の経費負担（上記5.(2)、(4)の中国側が負担する場合を除く）
- (2) 日本から持ち込む機材の日本から中国の港までの往復輸送費の負担
- (3) 上記4.の報告書の作成

7. 本実施細則に定められていない事項については、本調査期間中両者協議して定めるものとする。



チベット羊八井地熱資源開発計画調査工程(案)



中国チベット羊八井地熱資源開発計画調査 調査項目および作業分担

調査項目	日本(JICA)側分担	中国(チベット)側分担
地質調査	資料分析・検討 現地調査・確認 岩石・変質鉱物分析(X線分析・岩石薄片作成・観察) データ解析	資料提供 現地調査支援
MT 法探査 (探査機器は持ち帰り)	計画立案(測線位置、測点数、計測仕様検討) 計測調査 データ解析	測線測量、測点設置 計測作業補助
調査井掘削(傾斜堀)	調査井掘削(現地再委託) 作業管理 技術指導	作業管理補助
検層	計画立案 検層業務技術指導 データ解析	検層実務全般 データ整理
噴気試験	試験計画作成 蒸気・熱水分離器、消音器、流量測定堰設計 排熱水処理パイプ(現地購入) 噴気試験実務技術指導 データ解析	蒸気・熱水分離器、消音器、流量測定堰製作設置 排熱水処理配管 坑井操作 噴気試験計測作業 データ整理
周辺坑井水位・圧力モニタリング	計測計画作成 計測技術指導 データ解析	計測システム設置 計測実務全般 データ整理
地化学調査	既存調査結果・資料検討 補足調査 流体サンプリングおよび技術指導 化学分析、解析	既存調査結果・資料提供 補足調査支援(現地案内、情報提供等) 流体サンプリング補助

50

次多 持

地熱貯留層評価(3D モデル貯留層シミュレーション)	既存調査結果・資料検討 貯留層モデル作成 自然状態シミュレーション ヒストリーマッチング 貯留層挙動予測シミュレーション(生産挙動予測シミュレーション)	既存探査データ(地質、地化学、地球物理、貯留層工学等)の提供およびデータ整理 既存発電所運転・経時変化データ(蒸気・熱水の生産・還元データ、発電所出力データ等)の提供およびデータ整理
総合検討	安定開発可能量の評価 概略発電開発計画の策定 将来調査計画、生産井掘削計画の策定	

2

次

精

中華人民共和国

チベット羊八井地熱資源開発計画予備調査

協 議 議 事 録

日本国

国際協力事業団

中華人民共和国

チベット自治区科学技術庁

チベット自治区電力工業局

中華人民共和国チベット自治区政府の申請に基づく同国国家科学技術部の要請に応じ、チベット羊八井地熱資源開発計画に係る日本国際協力事業団（以下「JICA」という）の予備調査団（以下「調査団」という）は、2000年10月6日から10月19日まで中華人民共和国を訪問し、本計画について中華人民共和国チベット自治区関係機関（以下「中国側」という）と一連の協議を行った。協議の結果は以下のとおりである。

1. 日本側及び中国側がとるべき処置に関する協議

（1）中国側がとるべき処置について

調査団は、実施細則に記載されている中国側がとるべき処置及び作業分担について、それらにかかる費用の負担を中国側が行うことを、中国側に説明し、中国側は合意した。

（2）調査用車両について

現地調査のために必要な車両について、日本側が使う車両にかかる費用は日本側が負担することとし、必要な手配は中国側が行うこととする。

（3）宿舎等

中国側は、羊八井地熱発電所内のゲストハウスを活用する等して、日本側の必要人数分の宿舎及び食堂等の生活関連施設を手配する。また、それら施設の日本側の使用期間中にかかる宿泊費、食費は日本側が負担する。

（4）執務室

オン・ザ・ジョブ・トレーニング（以下「OJT」という）による技術移転を効率良く行うために、中国側は日本側用の執務室を提供することについて合意した。

（5）通信費

日本側が現地調査中に使用した通信費の内、国際電話使用料は日本側が負担する。

（6）既存資料の提出について

調査団は本格調査に必要となる資料を本格調査開始時に提出することを中国側に要求し、中国側は合意した。

（7）報告書について

1）報告書の翻訳

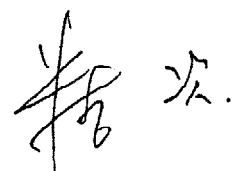
中国側から、最終報告書の要約版については中国語版も作成することが提案され、調査団はこれに合意した。

2）公開の範囲

本格調査の成果品として作成される報告書は、原則として日本において公開されるが、公開の範囲については本格調査終了の段階で日本側と中国側で協議のうえ決定することで調査団と中国側は合意した。

3）報告書の所有権

調査団から報告書の著作権はJICAが有するものであり、その内容について他に引用する場合は出典が本調査の報告書からである旨を明示することを説明し、中国側はこれに同意した。



2. 本格調査の内容に関する協議

(1) 調査対象地域について

調査対象地域について別添に示す地域を評価対象範囲とし、地質構造等の広域的な調査範囲については本格調査時に日本側と中国側で協議の上決定することを、調査団と中国側は合意した。

(2) 調査項目について

1) ボーリング調査

調査井の掘削（傾斜掘）については日本側の費用負担で現地再委託により行い、不足している資機材については中国側の費用負担で中国側が確保することで調査団と中国側は合意した。

2) 噴気試験

調査団と中国側は、噴気試験に関し以下の点について協議を行い、合意した。

- ① 蒸気・熱水分離器、消音器、流量測定堰の設計は日本側が行い、製作設置は中国側の費用負担で中国側が実施する。
- ② 蒸気及び分離熱水をオリフィス流量計で測定することとし、合計2ヶ所設置する。なお、オリフィス流量計は日本側が用意する。
- ③ 廃熱水の処理パイプは日本側が中国国内で調達することとし、配管は中国側の費用負担で中国側が実施する。

なお、現状では還元井の容量が飽和状態なので既存の生産井をしぼり、廃熱水は既設の発電所へ導くことで処理することを、中国側より強く要望された。

3) 検層

日本側がメモリー式 PTS（圧力、温度、流量）検層器を2セット用意する。

4) 地化学調査

地熱フィールド内の地表水及び周辺の冷水、雪水、地熱流体地球化学特性の調査については、中国側がこれまでに実施しているが、それら既存資料の分析・検討を行い、地熱貯留層評価に反映するような精度の高い地化学調査の実施を中国側から提案され、調査団はこれに合意した。

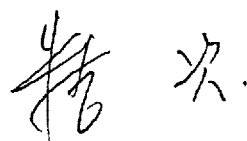
5) 地熱貯留層評価（3Dモデル貯留層シミュレーション）

調査団と中国側は、地熱貯留層評価に関し以下の点について協議を行い、合意に至った。

- ① 羊八井地熱帯の将来の発電開発計画を協議しつつ、地熱貯留層評価を行う必要があるため、最終段階の貯留層挙動予測シミュレーションを中国国内で実施する。
- ② 必要な資機材（ハードウェア及びソフトウェア）は日本側が用意し、中国側はハードウェア設置のための環境・設備の整った場所を提供する。

6) 微小地震観測

調査団は、微小地震観測は本格調査に含めないことを説明し、中国側はこれに合意した。



(3) 電波管理

中国側は、測定機器、トランシーバー使用に係る電波管理及び中国側関係機関への諸手続きを行う。日本側は使用する測定機器、トランシーバーの周波数、出力、台数について、事前に中国側に通知する。

3. カウンターパート機関

(1) チベット自治区電力工業局

チベット自治区電力工業局はカウンターパート（以下「C/P」という）機関として、本格調査実施に関連して生じる問題に対して日本側に協力する。また、チベット自治区電力工業局は、本格調査を効率的に実施するために必要な他機関等への調整業務を行う。

(2) チベット自治区科学技術庁

チベット自治区科学技術庁は日本側と中国側中央政府の間の窓口機関として、本格調査実施に関して積極的に協力を行う。

(3) 技術移転

調査に関連した技術移転は以下の方法で行うことを調査団と中国側は合意した。

1) C/P要員

技術移転を効率良く行い、本格調査の円滑な実施をはかるために中国側は必要なC/P要員を配置し日本側と協力して調査を実施する。中国側はそれらの要員を着手報告書提出時に決める。

2) OJT

日本側はチベット自治区滞在時に、深層ボーリング技術（傾斜堀）、地熱貯留層評価（3Dモデル貯留層シミュレーション）技術等についてOJTベースでC/P要員、C/P機関に対し本格調査終了後も根付く技術移転を行う。

中国側も技術移転のためにC/P要員の配置等を行う。

3) C/P研修

- ① 日本におけるC/P研修では、参加するカウンターパート要員に対して地熱貯留層評価（3Dモデル貯留層シミュレーション）技術を重点的に研修を行う。
- ② 中国側は、本格調査第2年次以降、日本におけるC/P研修に参加する。
中国側は、申請手続きの効率を高め、速やかにA2/A3フォームを提出できるようにするために、予めC/P研修員を確定しておく等の準備をしておく。

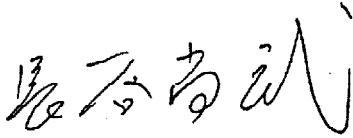
 次.

この協議議事録は、下記の3者の署名により確認されるものとする。

2000年10月16日

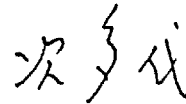
日本国
国際協力事業団
予備調査団長

長谷尚武



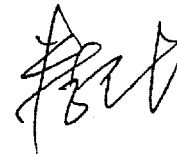
中華人民共和国
チベット自治区科学技術庁
庁長

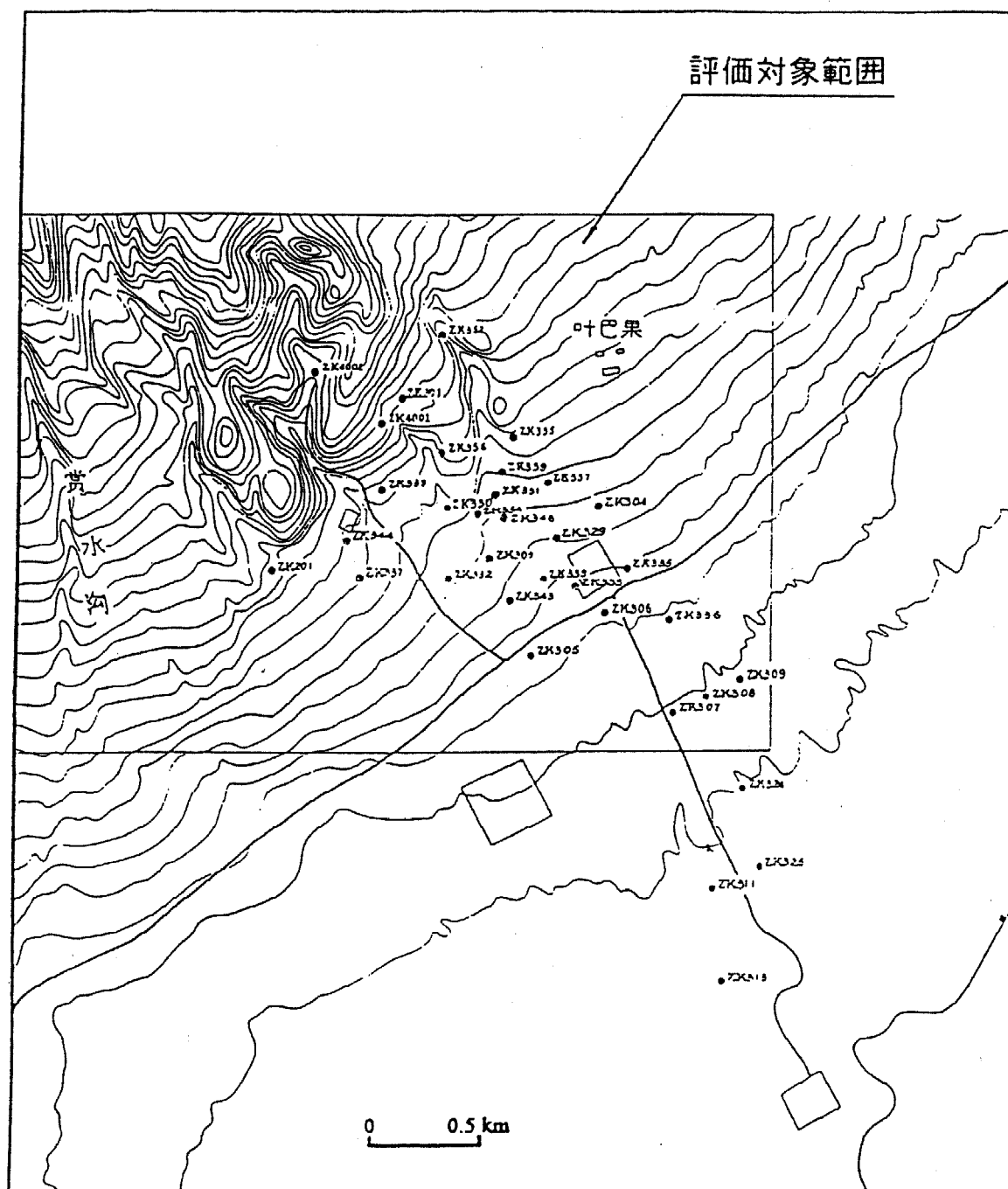
劉玉超



中華人民共和国
チベット自治区電力工業局
局長

楊海浜





4

精次

中 华 人 民 共 和 国

西藏羊八井地热资源开发计划调查

实 施 细 则

日 本 国

国际协力事业团

中华人民共和国

西藏自治区科学技术厅

西藏自治区电力工业局

本实施细则由下述三方达成协议:

日 本 国

国际协力事业团

中华人民共和国

西藏自治区科学技术厅

西藏自治区电力工业局

本实施细则经下述三方签署后, 得到了确认。

2000 年 10 月 16 日

中华人民共和国

日本国

西藏自治区科学技术厅

国际协力事业团预备调查团

厅长

团长

刘玉超

次多代

长谷尚武

長谷尚武

中华人民共和国

西藏自治区电力工业局

局长

杨海滨

杨海滨

次。

日本政府根据中华人民共和国政府建议，决定实施西藏羊八井地热资源开发计划，于 2000 年 10 月 16 日，与中华人民共和国政府交换了关于实施本计划调查的照会。

日本国政府技术合作项目的实施机构、国际协力事业团将根据日本国所施行的法规，实施本调查。

西藏自治区电力工业局作为中华人民共和国政府方面对本调查的负责机构，将根据中华人民共和国所施行的法规，在进行对中华人民共和国有关部门的协调工作的同时，与国际协力事业团所派遣的调查团相互配合，推动本调查得到顺利实施。

2000 年 10 月 16 日，根据日本国政府向中华人民共和国政府所提交的照会及中华人民共和国政府对照会所做出的回答，日本国国际协力事业团与中华人民共和国西藏自治区电力工业局就合作内容及范围、调查日程和两国政府为推进合作应采取的有关措施等详细事宜，制定了本实施细则。

1、合作内容及范围：

(1) 本调查工作，通过搜集和解析以往地热勘探钻孔有关数据资料 and 进行地球物理勘查、地球化学勘查、追加勘探钻孔等各项工作，对西藏自治区羊八井地热田深部地热资源模型加以评价。

(2) 日方在本调查期间，通过现场调查业务，对于参加本调查的中方专家进行技术转让。

2、调查的内容：

(1) 调查对象区域：

调查对象区域为西藏自治区羊八井地热田。

(2) 调查内容：

2

次

1) 地质调查

①对于中方已有的资料, 进行分析和研究。

②对调查区域地热田及其周边地区的地质、岩浆活动、水文地质等方面进行确认、补充调查和解析。

③对岩石试件, 进行矿物学、岩石学分析和研究。

2) 地球物理勘查

①进行 MT 法勘查和解析

3) 勘探钻孔

①施工探井(斜井)

②测井

4) 放喷测试

①测井

②进行长期连续放喷测试

③监测周边井的水位和压力

5) 地球化学调查(包括放喷测试中的地热流体试件)

6) 热储层评价(三维模型热储层模拟)

①建立热储层数据模型

②自然状态模拟

③历史拟和

④热储层动态预测模拟(生产动态预测模拟)

7) 综合研究

· 制定羊八井高温地热资源开发计划(概要)

· 制定下一步调查计划和生产井施工计划

87

精 次

3、调查期间及工程

调查期间及工程如附表 1 所示，大约为 33 个月。

4、报告书：

国际协力事业团将按照附表 1 日程，向西藏自治区电力工业局提出下列报告书（用日语及英文作成）

（1）着手报告书（10 份）

（2）进展状况报告书（10 份）

（3）中间报告书（10 份）

（4）最终报告书（草案）及其摘要（各 10 份）

西藏自治区电力工业局将在收到最终报告书（草案）后 1 个月之内，向国际协力事业团提出对该报告书（草案）的有关意见。

（5）最终报告书及摘要（各 30 份）

国际协力事业团将在收到中方对最终报告书（草案）的意见后 2 个月之内，提出最终报告书及摘要。

5、中方应采取的措施：

为使现场调查得以顺利实施，中方应根据中华人民共和国所施行的法规，采取下列措施。

（1）派遣中方专家、办公人员和工人等有关人员，并负担其所需全部经费。

（2）免费提供现场调查所需的工作场所及桌椅等各种备品，并安排宿舍（如在调查现场通过通常的办法租房有困难时，中方需免费提供宿舍）。

（3）免费提供现场调查所需翻译人员。

（4）安排现场调查所需的乘飞机、铁路、车辆和船舶等交通工具（如通

9

新次.

过通常的办法租赁车辆和船舶有困难时，中方需免费提供该交通工具和驾驶人员）。

- (5) 提供现场调查所需的中国国内电话设备，并负担其经费。
- (6) 办理现场调查所需的各种许可手续。
- (7) 提供调查所需的资料及信息。
- (8) 许可日方将调查所需资料从中国带回日本。
- (9) 如调查团团员在现场调查期间生病或受伤时，适当安排医院。
- (10) 确保调查团团员在现场调查期间的安全。
- (11) 负担从日本带进中国的器材中国国内运输费。
- (12) 办理从日本带进中国的器材进口及再出口所需手续。
- (13) 负担其它简易器材等的部分经费。

6、日方应采取的措施：

日方在进行调查之际，应采取下列措施。

- (1) 负担日方调查团团员的技术费、国际航空费、现场调查期间的伙食费、旅费、住宿费及医疗费等经费（上述 5. (2) (4) 所列中方负担时除外）。
- (2) 负担从日本至中国口岸的器材往返运输费。
- (3) 编写上述 4. 所列报告书。

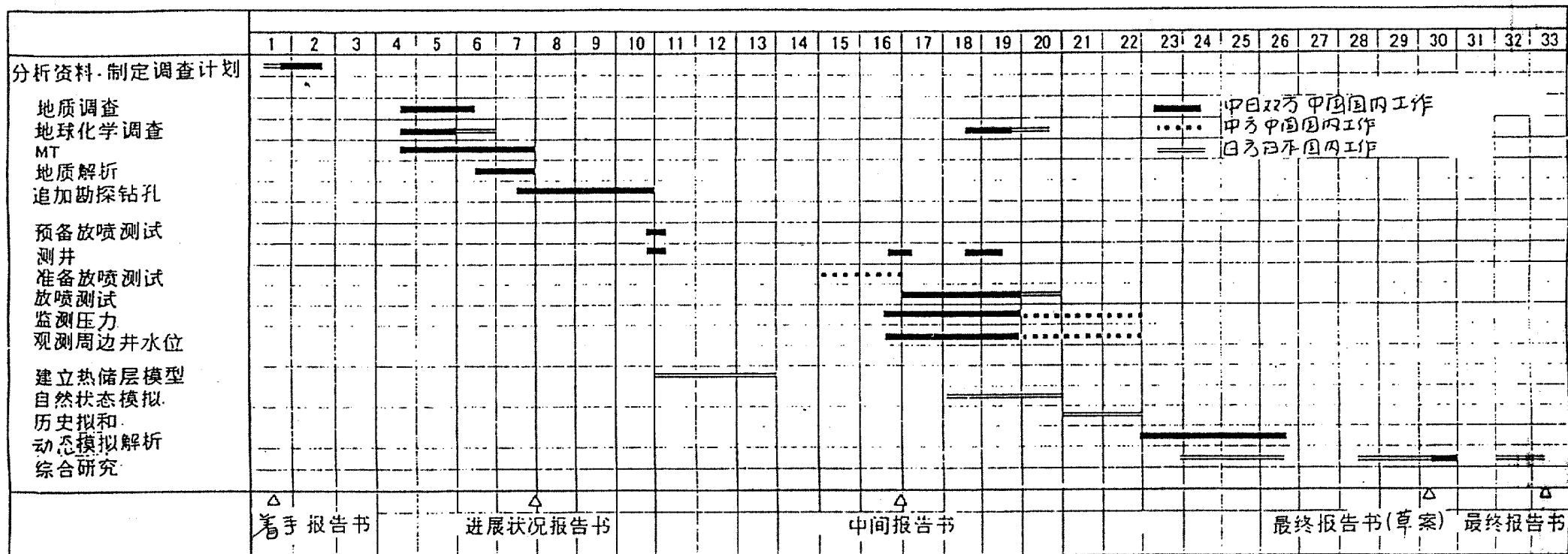
7、就本实施细则未尽事宜，在本调查期间应经日中双方协商决定。

日

次

附表一

西藏羊八井地热资源开发计划调查工程进度表(方案)



次

中国西藏羊八井地热资源开发计划调查 调查项目以及工作分担

调查项目	日方（国际协力事业团）承担部分	中方（西藏）承担部分
地质调查	资料分析和研究 现场调查和确认 岩石、蚀变矿物分析（X 光线分析、制作岩石显微薄片、观察） 数据解析	提供资料 支援现场调查
MT 法勘查 （勘查设备将带回日本）	制定计划（研究测线位置、测点数及测量规格） 测量调查 数据解析	测量测线，设置测点 协助测量工作
探井施工（斜井）	探井施工（再现场委托） 工程项目管理 技术指导	协助工程项目管理
测井	拟定计划 测井业务技术指导 数据解析	测井全般实务 整理数据
放喷测试	制定测试计划 设计汽水分离器、消音器、堰尾箱 热排水处理管道（就地采购） 放喷测试实际业务技术指导 数据解析	制作和安装汽水分离器、消音器、堰尾箱 铺设热排水处理管道 操作井孔 放喷测试测量工作 整理数据

精次

52

调 查 项 目	日方（国际协力事业团）承担部分	中方（西藏）承担部分
监测周边井水位和压力	制定测量计划 测量技术指导 数据解析	设置测量系统 测量全般实务 整理数据
地球化学调查	研究以往调查结果及资料 补充调查 流体采样及技术指导 化学分析和解析	提供以往调查结果及资料 支援补充调查（陪同赴现场、提供信息等） 协助流体取样
热储层评价 （三维模型热储层模拟）	研究已有调查结果及资料 建立热储层模型 自然状态模拟 历史拟合 热储层动态预测模拟（生产动态预测模拟）	提供和整理以往勘查有关数据（地质学、地球化学、地球物理学、热储层工学等） 提供和整理以往发电站运行和经时变化有关数据（蒸气热水的生产和还原数据、发电站输出数据等）
综合研究	稳定可开采量评价 制定发电开发计划概要 制定进一步调查计划和生产井施工计划	

次

中华人民共和国
西藏羊八井地热资源开发计划预备调查

会 谈 纪 要

日 本 国
中华人民共和国

国际协力事业团
西藏自治区科学技术厅
西藏自治区电力工业局

根据中华人民共和国国家科学技术部基于西藏自治区人民政府申请的要求，日本国国际协力事业团（以下称“JICA”）的西藏羊八井地热资源开发计划预备调查团（以下称“调查团”）自2000年10月6日至10月19日访问中华人民共和国，就本计划与中华人民共和国西藏自治区有关单位（以下称“中方”）进行了一系列会谈。

会谈结果如下所示：

1、关于中日双方应采取的措施：

（1）中方应采取的措施

调查团向中方说明实施细则所列中方应采取的措施和分担工作，并表示中方应承担其费用。中方对此表示同意。

（2）调查用车辆

关于现场调查用车辆，日方负担日方人员所使用的车辆费用，中方予以适当安排。

（3）住宿等

中方以利用羊八井地热电站宿舍等办法，适当安排日方人员所需宿舍、食堂等有关生活设施。日方在逗留期间应承担这些设施的房费和餐费。

（4）办公室

中方同意为使在岗培训（以下称“OJT”）式技术转让得以高效率地进行，为日方提供办公室。

（5）通讯费

 次

日方在调查期间所使用的通讯费，其中国际长途电话费部分由日方负担。

(6) 已有资料的提供

调查团要求中方在开发调查开始之际，向日方提供开发调查所需的有关资料，中方对此表示同意。

(7) 报告书

1) 报告书的翻译

中方建议最终报告书摘要亦以中文写制，调查团对此表示同意。

2) 公开的范围

调查团和中方同意：做为开发调查的成果而编制的报告书，原则上将在日本国内予以发表；关于其公开的范围，在开发调查结束之际，经中日双方协商决定。

3) 报告书的所有权

调查团说明：报告书的版权应归于 JICA，如将其内容引用于他处时，则需注明引用出处为 JICA 报告书，中方对此表示同意。

2、关于开发调查内容：

(1) 调查对象区域

关于调查对象区域，中日双方同意将以附件所示区域作为评价对象范围，而就地质构造等广域调查范围，在进行开发调查之际，经中日双方协商决定。

 次.

(2) 调查项目

1) 勘探钻孔

调查团和中方同意：探井施工（斜井）由日方负担费用并以现场再委托的方式进行；所缺乏之器材，由中方负担费用并予以安排。

2) 放喷测试

调查团与中方就放喷测试进行协商，达成下述协议：

①汽水分离器、消音器、堰尾箱均由日方进行设计，由中方负责制作安装并负担其费用。

②对蒸汽和分离热水，用差压流量计进行测量，共设 2 处。差压流量计由日方采购。

③热排水处理管道由日方在中国国内采购，由中方负责安装并负担其安装费用。

另外，中方强烈要求：鉴于现有还原井容量已处于饱和状态，因此将关闭现有部分生产井，并将热排水直接接至现有电站，以便处理。

3) 测井

日方采购存储式 PTS（压力、温度、流量）测井仪 2 套。

4) 地球化学测量

对热田内的地表水体及周边冷水、雪水、地热流体地球化学特征方面，中方已开展了一定的测量工作。中方要求对已有资料加以分析研究并进行能反映在热储层评价工作上的高精

 次.

度地球化学测量，日方对此表示同意。

5) 热储层评价（三维模型热储层模拟）

调查团和中方就热储层评价进行协商，达成下述协议：

①因有必要在羊八井地热田下一步发电开发计划进行研讨的同时，进行热储层评价，所以热储层动态预测模拟工作将在中国国内进行。

②所需器材（硬件及软件）由日方采购，中方为安装硬件，提供环境完善、设备齐全的机房。

6) 微地震观测

调查团说明开发调查不包括微地震观测项目，中国对此表示同意。

（3）电波管理

1) 有关手续

中方对测量仪器、对讲机的使用，进行电波管理并对中方有关部门办理手续。日方将所使用的测量仪器、对讲机的频率、输出功率、台数，预先告知中方。

3、对口单位：

（1）西藏自治区电力工业局

西藏自治区电力工业局作为对口（以下称 C/P）单位，协助日方解决开发调查中所发生的各种问题，并为使开发调查得以高效率地推进，对有关单位等进行必要的协调工作。

（2）西藏自治区科学技术厅

 次

西藏自治区科学技术厅作为中日两国政府之间的窗口机构，对开发调查的实施，予以积极合作。

(3) 技术转让

调查团和中方同意以下述方法进行有关开发调查的技术转让：

1) C/P 人员

中方为高效率地进行技术转让和使开发调查得以顺利进行，将配置所需 C/P 人员，协助日方进行调查。中方应在日方提出着手报告书之前，落实其名单。

2) OJT

日方在藏期间就深层勘探钻孔（倾井）、热储层评价（三维模型热储层模拟）等项目，以 OJT 的方式向 C/P 人员、C/P 单位进行技术转让，以便开发调查结束后，该技术在藏得以继续应用，中方为接受技术转让，进行适当配置 C/P 人员等有关工作。

3) C/P 进修

①在日本国内 C/P 进修中，对 C/P 人员以热储层评价（三维模型热储层模拟）技术作为重点，进行进修。

②中方在开发调查第二年度以后，将参加在日本进行的 C/P 进修工作，为了提高工作效率，及时报出进修人员，中方预先确定 C/P 进修人员名单，一旦接到日方对 C/P 进修通知，立即以预先准备好的 A₂/A₃ 格式提交 C/P 进修文件。

次

次

本会谈纪要经下述三方签署后，得到了确认。

2000年10月16日

中华人民共和国

西藏自治区科学技术厅

厅长：刘玉超 次多代

日本国

国际协力事业团

预备调查团团长

长谷 尚武

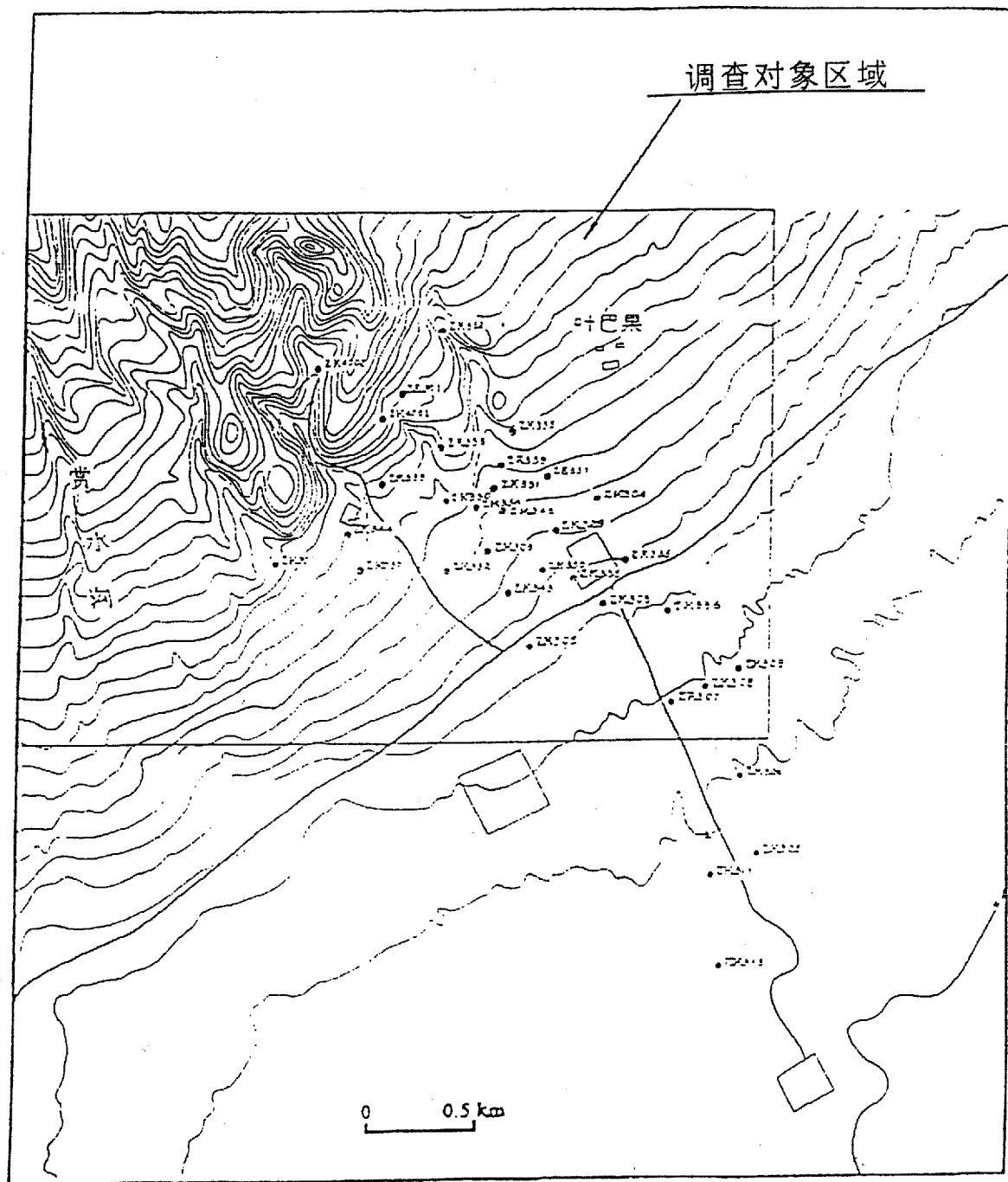
長谷尚武

中华人民共和国

西藏自治区电力工业局

局长：杨海滨

杨海滨



次

精

8

2.4 面談記録及び議事録

(1) 在中国日本国大使館

- 日 時 : 10月6日 15:00~15:40
- 出席者 : 秋庭 一等書記官、前川所員 (JICA 北京事務所)、調査団
- 主な協議事項

調査団より今回予備調査の対処方針について説明した後、出席者の間で以下のような質議応答が行われた。

(秋庭) 本件は、中国西部大開発戦略に沿ったもので、重要なものと認識している。

機材の供与についてだが、中国では現地調達割合が増えるに伴い、増値税免除の問題が浮上し、現在その免税手法についても協議を重ねている。

本件の機材供与の中に貯留層評価シミュレーション用の資機材があり、現地調達については、メンテナンス上の問題もあるが上記の問題もあるので良く検討してもらいたい。

(2) JICA 北京事務所

- 日 時 : 10月6日 16:00~17:30
- 出席者 : 前川所員、劉所員、調査団
- 主な協議事項

調査団より今回予備調査の対処方針について説明した後、出席者の間で以下のような質議応答が行われた。

(前川) 中国と日本は技術協力協定は締結していない。しかし、資機材を輸入する際の輸入関税の免税処置については口上書において確認される。

最終報告書の要約版の中国語版作成についてはできるだけ、前向きに対応してもらいたい。また、それだけでなく会議資料についてもできるだけ中国語版を用意して中国側の理解が深まるようにしてもらいたい。

(調査団) 報告書の件は了解した。調査団としても、できるだけ前向きにこの件について対応したい。

(3) JICA 北京事務所

- 日 時 : 10月18日 13:00~14:00
- 出席者 : 田中次長、前川所員、劉所員、調査団
- 主な協議事項

調査団より今回予備調査の結果、締結した S/W、M/M について説明した後、出席者の間で以下のような質議応答が行われた。

(調査団) 中国側より、チベット自治区内に通訳が少ないことが予想されるためインセプションの協議時の通訳の手配を JICA 側に頼むかもしれないとの話があった。もし、その時は事務所に通訳の手配をお願いしたい。

(前川) おそらく、そういった場合は先方が考えている通訳よりも単価が高いものになってしまうだろう (概ね 20,000 円/日)。その時、先方が最悪支払えないことが考えられるので、ある程度予算付けしといてもらいたい。

(調査団) 了解した。

(4) JBIC 北京事務所

- 日 時 : 10月18日 14:30~16:00
- 出席者 : 宮崎 代表、調査団
- 主な協議事項

調査団より今回予備調査の結果、締結した S/W、M/M について説明した後、出席者の間で以下のような質議応答が行われた。

(調査団) 第 10 次 5 カ年計画の中の電力セクター計画の中に地熱が盛り込まれていないという話であった。現在の段階では計画に盛り込むだけのデータ作りのノウハウが無いため、日本の協力でぜひその点をお願いしたいとの話があり、調査団としてもできるだけこれに答える形

で協議を終えてきた。

(宮崎) プレ F/S の要素が今回消えてしまったので円借款の対象からは一步引いてしまった感はあるが、技術協力といった側面からは純粋で素直で好ましい印象を受けた。

こちらの情報としては、年末には西部大開発戦略の概要が明らかになる見通しである。

(調査団) 今回のケースのように、JICA の協力で資源評価を行い、それを基に先方が F/S 等を実施した場合に円借款の対象にはなりやすいだろうか？

(宮崎) そういったケースであれば、直接というわけではないが日本の名前が非常に表に出てきて、当方との連携についても日本国内機関の連携ということで円借款の対象になりやすくなることは十分考えられる。

主要面談者リスト(中国側)

(1)チベット自治区副主席

多吉

(2)チベット自治区科学技術庁

次多 副庁長

曾普魯 副庁長

扎西朗杰 項目官員

(3)チベット自治区電力工業局(電力公司)

米吉 副局長

王紹停 副總經理

劉曉明 生産安全處處長

陳新民 科学教育處處長

頓主佳參 地熱開発総工程師

辺弥 工程師

(4)チベット自治区地質鉱山庁

肖潤 総工程師

范相徳 副処長

徐創祿 主任科員

(5)チベット自治区地熱地質大隊

索加 大隊長

靳宝福 高級工程師

除健 高級工程師

杜少平 高級工程師

丁春雨 福隊長

謝鄂牢 工程師

范小平 工程師

顔吉林 工程師

(5)チベット自治区地熱開発公司

曾毅 副經理

王慶和 副經理

黃小波 副經理

蔣勇 生技科長