

インド国
パンジャブ州地下水開発計画
予備調査報告書

平成 18 年 5 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

無償
JR
06-175

インド国
パンジャブ州地下水開発計画
予備調査報告書

平成 18 年 5 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、「パンジャブ州地下水開発計画」に係る予備調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構は平成 18 年 3 月 11 日より 3 月 28 日まで予備調査団を現地に派遣しました。

今後、本報告書が基本設計調査の実施の可否を検討する上での参考資料として、関係者間で活用されれば幸いです。

最後に、本調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

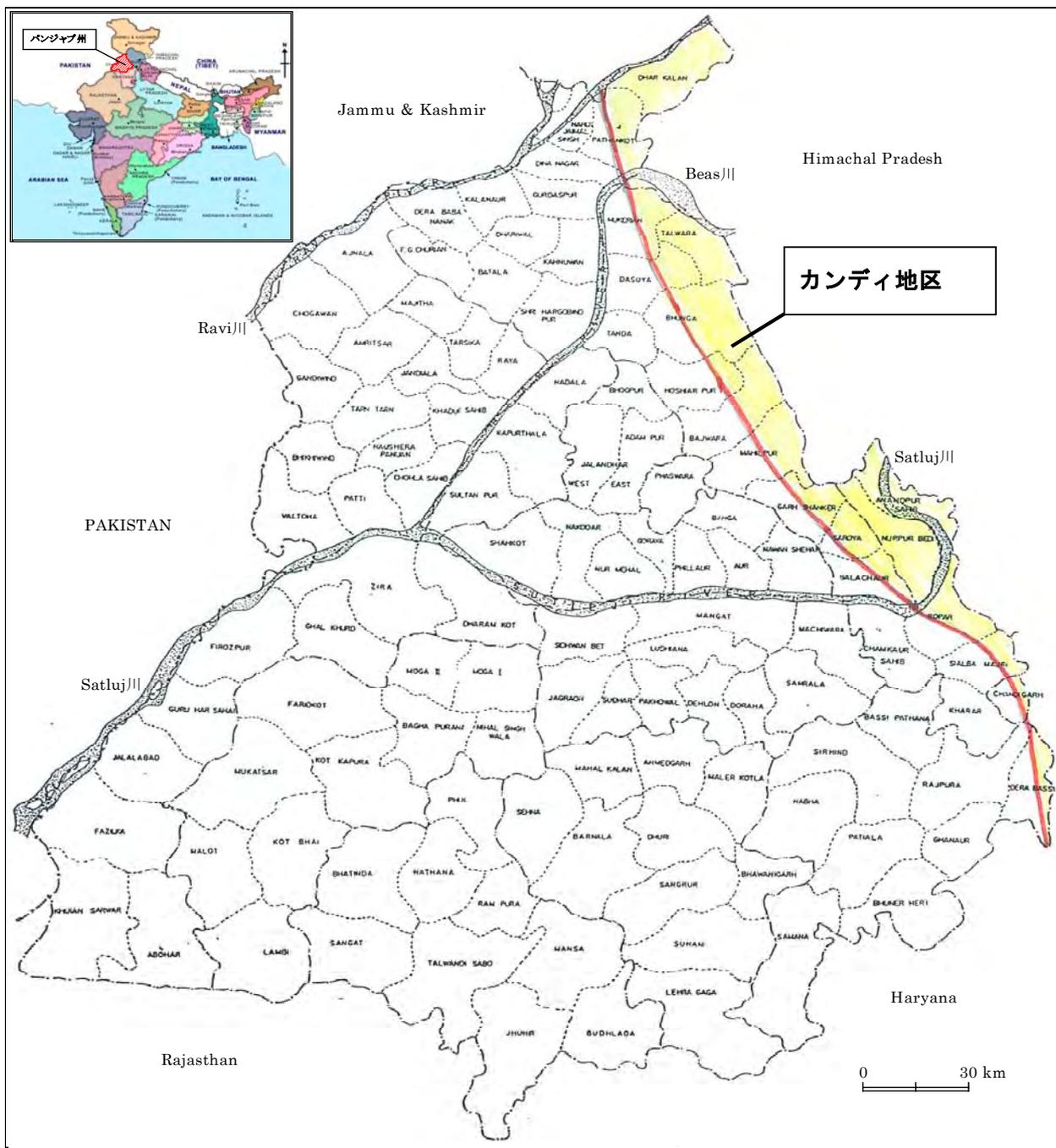
平成 18 年 5 月

独立行政法人国際協力機構

無償資金協力部

部長 中川 和夫

調査位置図



現 地 写 真



「イ」国水資源省次官（左端）協議



パンジャブ州灌漑電力省次官協議



パンジャブ州灌漑局水資源環境部協議



パンジャブ州農業局協議



PSTC 協議



パンジャブ農業大学ヒラ教授協議
(NHK・TVに出演した人物)



日本国が供与したパーカッション掘削機



PSTC の井戸掘削状況



CGWB が所有するロシア製の掘削機



世銀の援助で完成した灌漑用井戸



地下水による灌漑



表流水による灌漑



地下水灌漑による麦の生育状況



天水による麦の生育状況



地下水灌漑の必要性を訴える村人



灌漑用水の必要性を訴える女性村長



水資源省にて M/D 署名



日本大使館報告（公使出席）

目 次

序 文

調査位置図

現地写真

略語一覧

第1章 調査概要	1
1-1 調査内容	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査団の構成	2
1-4 調査日程	2
1-5 主要面談者	3
1-6 調査結果概要	5
1-6-1 先方との協議結果	5
1-6-2 現地調査結果	7
1-6-3 結論要約	11
第2章 要請の確認	13
2-1 要請の経緯	13
2-1-1 要請を取り巻く国際情勢	13
2-1-2 要請の経緯	14
2-1-3 要請の内容	14
2-2 要請の背景	16
2-2-1 当該セクターにおける本要請の位置付け	16
2-2-2 現状の問題点	17
2-3 サイトの状況と問題点	19
2-3-1 対象地域の自然条件	19
2-3-2 地下水バランス	26
2-3-3 対象地域の社会・経済状況	29
2-3-4 カンディ地区の灌漑の現況と灌漑計画	34
2-3-5 実施機関	48
2-3-6 地下水開発に関連する法規制と水料金体系	56
2-3-7 村落給水	58
2-3-8 民間井戸掘削会社	58
2-3-9 他ドナーやNGOの援助動向	59
2-4 要請内容の妥当性の検討	59
2-4-1 実施体制の妥当性	59
2-4-2 機材計画の妥当性	59
2-4-3 井戸掘削計画の妥当性	61

2-4-4	井戸掘削に係る予算措置の妥当性	63
2-4-5	地下水による灌漑農業に対する補助金給付政策	64
第3章	環境社会配慮調査	65
3-1	環境社会配慮調査必要性の有無	65
3-2	環境社会配慮調査のスコーピング	68
3-3	IEEレベルの環境社会配慮調査結果	70
3-4	国内解析結果に基づくIEEレベルの環境社会配慮調査結果	72
第4章	結果・提言	75
4-1	協力内容のスクリーニング	75
4-1-1	プロジェクトの内容	75
4-1-2	プロジェクトの目的と目標	75
4-1-3	プロジェクトの必要性、妥当性および緊急性	76
4-1-4	技術支援計画の検討	78
4-1-5	適切な協力内容、規模および範囲の検討	79
4-1-6	プロジェクトに期待される効果	79
4-2	基本設計調査に際し留意すべき事項等	80
4-2-1	基本設計調査の進め方	80
4-2-2	調査工程・要員構成・自然条件調査	84
4-2-3	基本設計調査を実施する上での留意点	85
添付資料		
1.	協議議事録	89
2.	詳細協議議事録	105
3.	質問票と回答	137
4.	Mid Term Report	161
5.	資料収集リスト	181
6.	要請書	187

略 語 一 覧

CGWB	Central Ground Water Board	中央地下水委員会
CPCB	Central Pollution Control Board	中央汚染防止委員会
DoEA	Department of Economic Affairs	(財務省) 経済局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MoF	Ministry of Finance	財務省
MoWR	Ministry of Water Resources	水資源省
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
PSTC	Punjab State Tubewell Corporation Limited	パンジャブ州井戸公社
SPCB	State Pollution Control Board	州環境汚染防止委員会
<u>単位</u>		
crore	1 千万	
cusec	Cubic feet/second、約 1.7m ³ /分	
ham	Hectare meter、10,000m ³	
lac	10 万	
MCM	Million Cubic Meter、100 万立方メートル	
Rs	インドルピー、1US\$=Rs43.50 (2006 年 3 月)、1 Rs は約 2.7 円	

第1章 調査概要

1-1 要請内容

農業灌漑が遅れているパンジャブ州ガンディ地域では、降雨量が農業振興には十分でない上、地質学的にも掘削が困難な玉砂利層に属し、深刻な水問題を抱えていると言われている。過去の類似案件（「地下水開発計画」（1989、1990年度）「第二次地下水開発計画」（1992年度））で連邦中央地下水開発機構（CGWB）に対して供与された掘削機（オープンホール工法）は、玉砂利層に対しても従来工法（ケーストホール工法）に比較して短時間で掘削が可能であることが確認されており、同地域での農業灌漑用水確保のための地下水開発を目的として、以下機材供与の要請がなされた。

（1997年）

<要請金額：7億円>

- （1）パーカッション型井戸掘削機（オープンホール工法が可能で掘削深度能力が300m）：2セット
- （2）関連機材（ケーシングパイプ等）
- （3）スペアパーツ

1-2 調査の目的

本調査の要請がなされた際には、実施機関が民間会社である可能性や世銀との連携による掘削計画が不明確であることが指摘されていたが、その後の追加情報により、これらの点を含めて先方の体制は一定の水準が確保されていることが明らかとなった。また、同州の別の地域（中央平原）では農業灌漑を目的とした地下水の過剰揚水により、既存井の水位が低下し、社会問題に発展していることが一部メディアでも報道（平成17年11月）されており、留意である。これらの背景に基づき本案件では、①先方の掘削計画の詳細を確認する必要があること、②先方の掘削計画を踏まえて地下水を利用した灌漑による既存井戸水位の低下や地盤沈下など負の環境影響について留意する必要があることから、予備調査を実施した。

本予備調査の目的は以下のとおり。

- （1）要請内容の把握と妥当性の確認
- （2）地下水開発の妥当性と環境社会配慮
- （3）先方実施機関の実施運営能力の把握
- （4）わが国による過去類似案件の状況把握と教訓の活用
- （5）他ドナー、NGOとの連携協調の可能性把握
- （6）民業とのデマケーションの把握

1-3 団員構成

表 1-1 調査団構成

No	名 前	担 当	所 属	現地調査期間
1	木野本 浩之	総 括	独立行政法人国際協力機構 無償資金協力部業務第三グループ 水資源・環境チーム チーム長	21/Mar-28/Mar
2	服部 修	計画管理	JICA 筑波国際センター業務第一チーム	21/Mar-28/Mar
3	佐々木 洋介	地下水利用計画	株式会社ソーワコンサルタント	1/Mar-28/Mar
4	杉野 晋介	水理地質/掘削機材	国際航業株式会社	1/Mar-28/Mar
5	川田 晋也	環境社会配慮	国際航業株式会社	1/Mar-28/Mar

1-4 調査日程

表 1-2 調査日程

		総括	計画管理	地下水利用計画	水理地質/掘削機材	環境社会配慮
3月1日	水			出国 (10:55 成田→15:55 バンコク JL717、19:50 バンコク→22:45 デリー TG315)		
3月2日	木			9:00 JICA インド事務所協議、10:50 在インド日本国大使館協議、12:20 財務省経済局協議		
3月3日	金			10:00 JICA インド事務所協議、13:15 水資源省対外援助局協議、14:05 水資源省政策計画局協議、15:00 CGWB 協議、16:30 JICA インド事務所協議		
3月4日	土			車輛移動(8:00 デリー→16:30 チャンディガール)、16:00 PSTC 調査行程協議		
3月5日	日			調査団打合せ、資料整理		
3月6日	月			10:00 PSTC 協議、11:45 CGWB 南西地域支局協議、12:20 DoI 協議、13:45 DoA 協議、16:00 DoIP 協議		
3月7日	火			現地踏査 (9:05 Satluj 川頭首口、10:20 PSTC の井戸掘削工事現場、11:40 Mehindpur 村、15:20 Thappal 村、16:15 Baruwal 村)		
3月8日	水			10:05 Rampur Workshop 訪問、現地踏査 (10:45 Rampur 村、11:30 Sirhind Canal)、14:50 PAU 協議		
3月9日	木			現地踏査 (9:05 PSTC の井戸掘削現場、12:30 Hoshiarpur 県、13:15 Kothi 村、14:05 Narangpur 村、16:00 Rajwal-I 村、16:30 Dhalal 村)		
3月10日	金			9:00 Mahipur Workshop 訪問、15:00 PSTC 報告		
3月11日	土			調査団打合せ、中間報告書作成		
3月12日	日			調査団打合せ、中間報告書作成		
3月13日	月			9:00 PSTC 資料収集	9:00 PSTC 資料収集、11:00 SPCB 協議	

Harbans Singh Pandher	Division Engineer
A. K. Sharma	Div. Engineer
Er. Surinder Singh	Sub Division Engineer
Ajeel Singh Saini	Research Assistant
Paramjir Rai	Superintending Engineer, Hosharpur Office
Harbhajan Singh	Divisional Engineer, Tubewell Construction Division, Hoshaurpur Office
Satish Parmar	Divisional Engineer, Hosharpur Office
Manjeet Singh	Sub-Divisional Engineer, Mahilpur
S.K.Bawa	Divisional Engineer
Inder Singh Matharu	Sub-Divisional Engineer
Rajinder Kumar Kundi	Assistant Engineer

(3) 中央地下水委員会 (Central Ground Water Board : CGWB)

Dr. Saleem Romani	Chairman
Shobhnath	Member
R. N. Singh	Regional Director, South Western Region
C. P. Srivastava	Sr. Scientist

(4) その他「イ」国関係者

1) 財務省 (Ministry of Finance : MoF)

Sreyasi Chaudhuri	Under Secretary, Department of Economic Affairs (DoEA)
-------------------	--

2) パンジャブ州灌漑電力局 (Department of Irrigation & Power, Punjab)

Gurinderjit Singh Sandhu	Principal Secretary to Government of Punjab
--------------------------	---

3) パンジャブ州灌漑局 (Department of Irrigation, Punjab)

K.S. Takshi	Director of Water Resources and Environment
A. S. Bedi	Chief Engineer of Water Resource
H. D. Singh	Executive Engineer of Water Resource
R. P. S Chopra	Senior Hydro Geologist of Water Resource and Environment
Kamaldit Singh	Senior Hydro Geologist of Water Resource and Environment

4) パンジャブ州農業局 (Department of Agriculture, Punjab)

B. S. Sidhu	Director
O.P. Chawla	Joint Director
Jogi Jagdeep Singh	Divisional Engineer

5) パンジャブ農業大学 (Punjab Agriculture University)

Dr. Gurdev S. Hira	Director of Research (Agriculture)
--------------------	------------------------------------

6) インド技術研究所 (Indian Institute of Technology, Delhi)

Dr. Ashok K. Keshari	Associate Professor, Water Resources Engineering & Geoinformatics
----------------------	--

7) 環境森林省パンジャブ州汚染防止委員会

(Punjab State Pollution Control Board, Nodal Office)

S.P. Garg	Environment Engineer
-----------	----------------------

う点を確認された。一方、CGWB はカンディ地区の6箇所のブロックでは懸念があるとしていることから、当該地区においては慎重な対応が必要である旨指摘し、インド側もこれに合意した。

(3) 債務救済無償による掘削機材の調達について (ミニッツ7-5)

機材はそれぞれ2000年4月、2001年5月にはPSTCに届けられおり、現在PSTCはこれらの井戸掘削機材を用いてカンディ地域での井戸掘削を行っている。機材調達後の各井戸掘削機の施工実績は、1999年度供与機材で7井、2000年度供与機材で5井と少なく、特に2002年度～2004年度については全く実績がない。PSTCの説明によると、この期間の予算配分がほとんどなく結果的に掘削が行えなかったとのことである。2005年度よりは予算配分が行われ、2005年度については2機で合計6井が掘削されている。また、調達した機材は300mまでの深度が掘削可能であるが、これまで掘削した井戸は110～150mまでであり、現場の技術者によれば特に200mを超える深度の井戸掘削は技術的に不安を有しているとのことであった。調査団からは、さらに2台の掘削機の供与を行うにはこれらの機材が十分に活用され実績を上げる必要がある旨説明を行ってきたが、これまでの実績が少なく及び以下に述べるとおり新規の掘削機材調達の必要性が必ずしも明確に説明されていない現状に鑑み、新規の調達を行う以前にまずはこれらの機材をフルに活用すべきである旨述べた。

(4) プロジェクトの計画について (ミニッツ2、3、7-2)

本件プロジェクトはパンジャブ州のカンディ地区において井戸掘削を行い地下水による灌漑を行うことを目的としている。同地区は地形上、表流水による灌漑が困難で、パンジャブ州の中では灌漑が行われていない数少ない地区であり、農民の貧困度は高くこの緩和が必要であることを背景としている。カンディ地区の地下水開発にはその地層(玉石層)からして、既存の機材での掘削が困難であるため新たにパーカッション式リグを調達することが必要とされている。現地調査の結果、こうしたカンディ地区の状況を確認するとともに、パーカッション式リグによる地下水開発という構想自体は理解し得るものと認められた。一方、新規のリグの調達に関しては、調査団から重ねてその必要性を合理的に説明するよう求め、そのベースとなる同地区における灌漑計画、井戸掘削計画の詳細を求めたが、結局のところ、説明があったのは今後15年間で740本の井戸を掘削し、そのうち100本(10本×10年)を新規の調達機材で掘削したいという点のみであった。特に掘削計画については、掘削対象地域、これによる灌漑面積、裨益人口等の情報が無く、従って井戸の深度や地層などからリグが不足し、新規の調達が必要であるとの理由付けは困難といわざるを得ない状況であった。このため、ミニッツにおいては調査団から、より詳細な計画の提出が無ければ協力の実施は難しいという点を述べることとなった。

(5) 予算措置について (ミニッツ7-3)

本件のベースとなるPSTCによる灌漑事業は、井戸建設(メインの配水路も含む)にかかるコスト、及び井戸の運転費用(主にポンプによる揚水に要する電気代)、維持管理費用(管理人の人件費を含む)を州政府が提供することになっており、受益者からは一定額の水料金を徴収するのみとなっている。従って、これらの予算が確実に措置されることが重要となる。

①井戸の新規掘削にかかるコスト

2002年度から2004年度にかけて予算措置がなされず、新規の井戸掘削が行われなかった点は上述したとおりであるが、先方は2006年度及びその後5年間（2007年～2012年）については、年間約3億ルピーの予算が配分されると説明している。2006年度に関しては、NABARD（国立農業開発銀行）による融資の最終年にあたり、右による資金提供があるものと思われるが、その後5年間については、5カ年計画において予算措置がなされることとあり、5カ年計画が策定される9月中旬にはその目処が明らかになるとのことであった。

②リカレントコストについて

リカレントコストとしては主にPSTCスタッフの person 費、電動ポンプの電気代、施設の修理費が措置される必要があるが、person 費を除き、井戸建設数の増加に比例して支出額が増えていくこととなる。特に、今後深度の大きい井戸を建設する場合にはポンプの電気代が今まで以上に必要となることが予想される。先方は、これらの予算措置は州政府の責任で行うこととされているので確実に措置されると説明している。一方で、これまで予算措置されていた修理費を徴収する水料金の範囲で対応すべきとの州政府の方針も打ち出されている由である。いずれにせよ、電気代を全て州政府が負担するとの政策のもとに灌漑事業が行われており、この政策が変更された場合には本計画の前提が崩れることになる点について、留意が必要である。

(6) 先方の実施体制について（ミニッツ4、7-4）

本件の実施機関がPSTCであり、PSTCはパンジャブ州が100%保有する機関であることを確認した。井戸掘削技術者を20名以上擁しており新規に2機の機材が供与されたとしても現状の人員で井戸の掘削は可能であり、人員不足が生じた場合においては新規技術者を雇用するとの説明があった。また、建設中の井戸掘削現場を調査した限りにおいては、技術力も（現在の掘削深度の範囲内では）十分に持ち合わせていると判断された。機材の修理等をPSTC自身が行っており、30年前の掘削機材が未だに稼働しているなど機材の維持管理能力は高いといえる。

(7) 要請の内容（ミニッツ5）

現地調査期間中、PSTCに現在の掘削機材保有状況を確認し、この点についてPSTCと一連の協議を行った結果、PSTCから要請機材の内容を変更したいとの要望があった。また、200m以上の掘削については現在の技術力では難しいと判断しており、日本人技術者からの大深度掘削に関する技術移転を要望している。

(8) 今後の予定について（ミニッツ7-6）

調査団は本調査の結果を日本政府に報告し、今後の対応は日本政府による検討を経て、なるべく通報される旨記述した。

1-6-2 現地調査（踏査）結果

現地での「イ」側との協議や現地調査の結果の概要を、以下に示す。

(1) プロジェクトの内容に関する調査結果

1) 要請内容

本プロジェクトの要請内容は、玉石層の厚く分布するカンディ地区を対象とし、このような玉石層での掘削に非常に効果的とされているオープンホール工法用ケーブルツールスパークッション井戸掘削機の供与である。

今回の調査で行った一連の「イ」側との協議により、要請時の状況の変化に伴い、「イ」側の要請内容が当初の内容から変化していることが確認された。表1-3に、「イ」側の変更要請の内容を示す。

表1-3 「イ」側の変更要請内容

機 材 名	数 量
1. 400m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツールスパークッション掘削機	1式
2. 300m掘削用車載型オープンホール工法用ケーブルツールスパークッション掘削機	1式
3. 4 t クレーン付きカーゴトラック	2台
4. 5 m ³ 給水車	2台
5. 車載型高圧エアコンプレッサー	1台
6. 揚水試験用機材	2式
7. 400m用井戸検層機	1台
8. 電気探査機	1台
9. 既存および新規機材用スペアパーツ	1式

井戸掘削機の能力に関しては、当初要請では300m級の井戸掘削機2台の要請であったが、標高の高い地域での深い井戸の掘削を考慮し、400m級の井戸掘削機への要請内容の変更依頼があった。また、当初の要請にあったケーストホール工法用の機材に関しては、PSTCとしてオープンホール工法の有効性を認めたため、必要ないとの判断であり、また原位置試験用の機材についても、PSTCは調査機関ではないため不要であるとの回答を得た。

2) 機材計画

本要請案件は、玉石層の厚く分布するカンディ地区を対象とするが、このような玉石層での掘削には、今回要請されている機種である「オープンホール工法用ケーブルツールスパークッション井戸掘削機」が非常に有効であることが現地で確認された。

3) 要請された井戸掘削機材の利用計画

「イ」側内部で、今回要請している2台のリグの利用計画について統一が図られておらず、井戸掘削計画がまだ策定されていないことが判明した。これについては、早急に具体的な詳細計画を策定するよう、「イ」側に要請した。

4) 技術支援

PSTC のドリラーは基本的な技術は習得しており、通常の井戸掘削作業には支障は無いが、経験不足のため個々の突発的な事態への対処方法を知らず、不測の事態への対応能力向上のために更なる技術習得が必要であると判断された。このため、PSTC から大深度掘削に必要な高い技術と知識、経験の習得のために、本プロジェクトのなかで日本人技術者による技術移転を行うよう求められた。

(2) プロジェクトの目的、目標、必要性に関する調査結果

1) プロジェクトの目的と目標

本プロジェクトの目的は、「イ」側が策定したカンディ地区での「740 本井戸掘削計画」の中の地質的に掘削が困難な井戸を、日本側に要請したオープンホール工法用ケーブルツールパーカッション掘削機 2 台を用いて掘削し、貧困農民のために灌漑給水施設を整備し、農作物の収量を増やすことにより、貧困農民の数を削減することであることが確認された。

しかし、「イ」側からは本プロジェクトの実施により何戸の貧困農民が削減され、対象地区の貧困率をどの程度までに下げるかといった、プロジェクトの目標は示されなかった。

2) プロジェクトの必要性

プロジェクトの対象地域であるカンディ地区の貧困家庭は、おおよそ 11 万世帯にも及ぶと推測される。カンディ地区の貧困層が占める割合は 39% から 43% と高く、インド国全体での村落部における貧困層の占める割合は平均で 27.1% であることから、インド国全体から見ても、カンディ地区の貧困は深刻な問題であることが確認された。

貧困の原因は、カンディ地区の農民の大半が、耕地面積が 0.8ha (2 エーカー) 以下の零細農民であることに加え、天水に頼った農業しかできないため、農作物の収量が著しく低いことに起因する。

本プロジェクトの目的は、このような貧困に苦しむカンディ地区の貧農を、灌漑施設を建設することにより農作物の収量を増やし、貧困から救済しようとするものであり、そのために必要な掘削機材を調達するものであることから、案件の必要性は理解できた。

(「イ」国第 10 次 5 ヵ年計画 (2002-2007 年) では貧困削減が最重要課題に掲げられている。)

3) 他ドナー、NGO の活動

対象地域であるカンディ地区において、これまでに世銀の融資による灌漑給水施設建設プロジェクトが実施されていたが、現在は終了している。現時点では、他のドナーや NGO の活動は無く、今後の活動計画も無いことが確認された。

(3) 実施機関の体制や維持管理等に関する調査結果

1) 実施機関の体制

本要請案件の実施機関である PSTC は、公共事業のみを行う「パ」州政府傘下の公益法人である。PSTC は現段階において既に 11 班分のドリラーを保有しており、要請されている 2 台分に対する人員配置に十分にも対応できると考えられる。更に PSTC は随時ドリ

ラーの養成を実施していることから、追加のドリラーが必要となった場合においても、常に新しいドリラーを育成する体制が整っていることが確認された。

2) 債務救済無償で日本から供与された掘削機械の利用状況

1999年から2000年にかけて債務救済無償で既に日本から供与された2台の井戸掘削機の状況を鑑みると、2001-2002年度から2004-2005年度の4年間は井戸の掘削実績が全くないことが判明した。この理由として、この期間「パ」州政府全体の税収が少なかったために予算が配分されなかった、との説明を受けた。

3) 灌漑農業に対する補助金政策

地下水による灌漑農業の水料金の82%を、パンジャブ州政府が補助している。このような農民に対する優遇政策は、現州政府になって導入された新制度であり、次回の選挙で政権が交代すれば廃止される可能性があると言われている。また、2005年には、州政府の電力局（Department of Power）に、農民の電気代に対する補助金制度を見直す動きがあったとされる。

灌漑に対する手厚い補助金給付政策には、こうした背景があり、かつこれを見直そうとする動きも州政府内にあることから、この補助金給付政策が今後とも続く保証は無い。もしこれが廃止あるいは縮小された場合は、本プロジェクトで供与される機材で掘削された灌漑用井戸の大半は、使用されずに廃棄されることが予想される。PSTCによれば、世銀は灌漑用水の水価に占める補助金の割合が異常に高いことを理由に、カンディ地区での灌漑給水施設建設事業から撤退したとされる。

(4) プロジェクト実施による影響に関する調査結果

1) 本プロジェクトに対する有識者の意見

NHKのテレビ番組に出演して、パンジャブ州の地下水枯渇問題に警鐘を鳴らしたパンジャブ州農業大学のDr. Gurdev S Hira教授の見解は、カンディ地区の地下水開発は未だ十分ではなく、貧しい農民にとって地下水開発による灌漑用水の供給は不可欠であること等の、本プロジェクトを推進すべきであるとの意見を得ることができた。

2) プロジェクトによる地下水開発の安全性

しかし、今回の調査で新たに「イ」側から提供されたデータを国内で詳細に検討した結果、本プロジェクトの対象地域であるカンディ地区では、地下水涵養量の76%が既に開発されていることが判明した。この状況が事実であれば、カンディ地区の地下水ポテンシャルの大半は開発され、多くは残されていないことが判明した。

3) プロジェクト実施による民業への圧迫

井戸掘削を日常業務としている企業は、パンジャブ州内に大手企業2社、零細企業100社余あるといわれている。後者の零細企業のクライアントは個人農家であり、その多くは手掘りで行われている。前者の大手企業の場合は、200mを超える深井戸も掘削対象にしているが、そのクライアントは民間大企業であり、カンディ地区の貧農を対象にはない

ない。したがって、民間井戸掘削業者と PSTC が競合することではなく、本プロジェクトで井戸掘削機材を PSTC に供与しても、民業を圧迫することにはならないことが確認された

4) 環境社会配慮

「イ」国においては、環境保護法をはじめ各種の環境関連の法令が整備されている。地下水開発については、法令上 EIA の対象とはされておらず、また今回の調査での関係者からの聞き取り調査の結果からも、プロジェクト実施に伴う負の影響は特に無いものと想定された。

1-6-3 結論要約

(1) 原要請 (1997 年) について

原要請で要請された機材については、既に債務救済無償を活用して先方が調達済みであり、この限りにおいて既に当初の要請の目的は達成されている。その後、需要の大幅な拡大や利用可能な掘削機材の減少といった状況の変化は認められない。従って、調達した機材を用いて確実に井戸掘削を進めることにより当初計画は達成し得るといえる。

(2) 要請機材による掘削計画

対象となるカンディ地区における灌漑の包括的な計画やニーズについて具体的な説明がない。また、掘削計画についても、15 年間で 740 本掘削するという点と新規のリグ 2 台で年間 10 本ずつ 10 年間掘削するという構想が示されるのみで、これ以上の詳細な計画を有していないように見受けられる。このため、10 年で 100 本を掘削することによってどの程度の効果が期待されるのかという点が明らかにならないのと同時に、対象となる井戸の深度、地層から必要な掘削機材の台数を割り出すことが困難である。従って追加のリグが必要な根拠を説明することが困難な状況にある。また、追加のリグを調達して灌漑を行わなければならないという緊急性についても説得力のある説明は困難である。

(3) 予算措置

先方からは、新規の井戸建設について 2006 年度以降年間 3 億ルピーが措置されるとの説明があった。しかしながら、これまで 2002 年度から 2004 年度にかけて全く予算措置がなされなかった経緯もあるとおり、さらに追加機材を投入するに見合う予算措置がなされるか明確ではない。また、先方が追加機材によって掘削したいとする 300m 超の井戸の掘削を行っていく場合、ポンプによる揚水に必要な電気代が大幅に増加していくと推測され、右に対する予算措置も必要となる。

(4) 現所有機材 (債務救済無償により供与) の現状

債務救済で調達した 2 台の掘削機材によってこれまで 7 年間で掘削された井戸は 12 本 (うち 2 本は掘削中) に留まっている。追加の機材を調達して計画通りに掘削が行われるとは考え難い。

(5) 灌漑事業の妥当性

PSTC 予算による灌漑事業は、掘削費用、維持管理費用の大部分を州政府予算で手当てしている。貧困対策という点では意義があると思料されるが、今後リカレントコストの増加が予想される中で、どの程度この施策が維持されるのか疑問のあるところである。

以上の点からして、当面、少なくとも現有の機材がフルに活用されるようになり、具体的な掘削計画が提示されるまでは、協力は差し控えるべきであると思料される。なお、先方は 150m 超の井戸掘削には技術的な不安がある趣であることから、短期専門家の派遣により技術協力を行い、現有機材がフル活用されるための協力をを行うことも一案ではないかと思料される。

第2章 要請の確認

2-1 要請の経緯

2-1-1 要請を取り巻く国際情勢

「イ」国は旧ソ連崩壊後、西側諸国との外交関係の強化に積極的に取り組み、その成果をあげている。特に米国との関係は、政治的・軍事的協力関係が急速に拡大し、活発な要人往来が続いているほか、各種対話と協議が実施されている。2003年にはハイテク貿易における協議が進展し、2004年1月には印米両首脳が「戦略的パートナーシップにおける次なるステップ：NSSP」を発表し、民生用の原子力活動・宇宙活動・ハイテク貿易に関する協力拡大とミサイル防衛に関する対話拡大に合意した。また、同年9月には、UPA 政権成立後初の印米首脳会談を実施し、NSSPの第1段階終了を確認するとともに、両国間の戦略的パートナーシップを一層発展させていくことで合意している。2005年3月には、戦略対話の実施、防衛協力の拡大、原子力エネルギーを含むエネルギー対話の実施、宇宙に関する作業部会の設置に合意するなど、戦略的関係を更に強めていく方針を打ち出している。

近隣諸国との関係では、1990年代までは、中国やパキスタンとの外交問題を抱えており、特にパキスタンとの関係では、カシミール問題を原因とした過去3度にわたる印パ戦争が勃発している。その後、「イ」国は1998年5月に核実験を実施し、これに対抗するようにパキスタンも核実験に踏み切るなど、両国の緊張は一気に高まった。更に、2001年12月には「イ」国会議事堂が武装グループに襲撃され、翌年5月にはカシミールの「イ」軍駐屯地も武装グループに襲撃され、「イ」国とパキスタンの緊張は極めて高まった。しかしながら2002年10月以降、両国は国境付近に展開させていた軍部隊を撤退させ、2003年4月以降には大使の交換や交通の再開等を発表し、関係改善に向けた前向きな動きが見られた。2004年1月には両国首脳による2年半ぶりの首脳会談が実現し、現在両国は本格的に対話を開始するに至っている。また中国との関係においても、2003年6月に「イ」国首相が中国首脳と公式会談を持つなど、近年は改善に向かっている。

このような国際情勢を背景に、我が国は、「イ」国が南西アジア地域において政治・経済上の重要国であること、我が国と伝統的に友好関係であること、人口の3分の1が貧困状態に置かれ、支援需要が高いこと、経済自由化に積極的に取り組み、市場志向経済の推進を図っていること等を踏まえ、従来から「イ」国に対し、有償資金協力を中心とする積極的な支援を行ってきた。

しかし、先に述べた1998年5月の核実験により、我が国は「イ」国に対し、新規無償資金協力の停止（緊急・人道的性格の支援および草の根無償を除く）、新規有償資金協力の停止、国際開発金融機関による対「イ」国融資への慎重な対応等の措置を決定した。その間、我が国は「イ」国に対して、核軍縮・不拡散に関する我が国の立場を繰り返し表明し、2000年8月には我が国と「イ」国両首脳による首脳会談が開催され、「21世紀における日印グローバル・パートナーシップ」の構築が合意された。これら外交努力の結果、「イ」国は、核実験モラトリアムの継続や核・ミサイル関連の物質・技術の輸出管理の厳格な実施を表明するに至り、我が国はこれら核不拡散上の取り組みを評価し、また今後のテロへの取り組み、および南西アジア地域の安定化に大きな役割を果たす「イ」国に積極的な関与が必要との立場から、2001年10月に各種支援停止の措置を解除することを発表した。更に、「21世紀における日印グローバル・パートナーシップ」の構築が合意されてから5周年を迎える2005年4月の両国首脳会談では、「アジア新時代」においてグローバル・パートナーシップに戦略的方向性を付加することで合意し、「日印グローバル・パートナー

シップ強化のための8項目の取組」が発表された。このような状況の下、我が国は「対インド国別援助計画」を2005年11月に取りまとめ、経済協力を我が国の「イ」国に対する外交戦略の一環として、明確に位置付けるに至っている。

2-1-2 要請の経緯

本要請は1996年に「パ」州政府より「イ」国政府に提出され、1997年に「イ」国政府から我が国政府に対し、無償資金協力の要請がなされた案件である。本要請案件の過去の類似案件としては、1989年度および1990年度に実施された「地下水開発計画」、および1992年度に実施された「第二次地下水開発計画」があり、いずれの案件も連邦中央地下水開発機構（CGWB）に対して支援されている。これらの案件では、比較的井戸掘削が困難な玉砂利層に対して、従来工法（ケーシング工法）よりも遥かに短時間で掘削できる工法（オープンホール工法）を採用できる井戸掘削機が供与されており、その有効性が認められて、本要請につながっている。

しかしながら本要請は、先に述べた1998年の「イ」国の核実験により、我が国は「イ」国に対する無償資金協力の停止を行なったため、本要請においても同様の措置が適用され、2001年の各種支援停止措置の解除後においても、本要請が無償資金協力の議論に上ることはなかった。

このような状況の下、2003年にJICAは、「イ」国における水資源・水管理（旱魃対策）分野の現状の把握、「イ」国政府や各機関の当該分野における動向の調査、および「イ」国の支援協力に対するニーズの把握等を目的とし、水資源・水管理（旱魃対策）分野の企画調査員を「イ」国に派遣した結果、当該分野における支援のニーズは、旱魃対策のみならず非常に多岐にわたっていること、実施機関も中央政府の水資源・水管理関係機関のみならず、各州政府が水資源の開発・利用・環境保全に関して、直接の責任を負っていることが判明した。そこで、同企画調査員のアドバイスにより、水資源省が関係中央機関と各州政府に対して、我が国による支援に対する要請のプロポーザルの公募を行なった。その結果、2003年度の当該分野における新規案件として34件、過去に要請がなされていた継続案件として、本要請を含む10件のプロポーザルが提出され、企画調査員による各要請案件の評価により14件に絞り込まれた。この14件について、JICAと水資源省の共催による「プロジェクト形成セミナー」の中で、要請提案者、水資源省、日本大使館およびJBICの関係者を招いて、要請案件ごとのプレゼンテーションと質疑を実施し、その後の日本国大使館、JBICおよびJICAによる内部事前評価会により、更に13案件に絞り込まれた。無償資金協力案件については、6案件に絞り込まれ、これら案件について、企画調査員による個別評価が行なわれ、本要請については、我が国の技術的優位性が生かせること、過去の類似案件で供与された機材と同型であり、機材の活用と保守に問題がないと判断されたことにより、採択に至った。

2-1-3 要請の内容

本要請案件は1996年に計画され、1997年に我が国に対して要請された案件であるが、2003年にJICA企画調査員により実施された調査により、本要請に関する補足情報が追加されている。以下にその要請内容を整理するが、今回追加された補足情報も合わせて記載する。

(1) 要請の目的

1997年の要請	2003年の補足情報
<p>短期目的 玉砂利層でのケーシング付き井戸の掘削能力を取得し、同層に賦存する地下水の水質評価を行なう。</p> <p>中長期目的 灌漑用水を地下水にしか求めることのできないカンディ地域およびその他の地域に対して、地下水を開発することにより、灌漑用水を提供することにより、農作物の生産力を向上させ、地方住民の社会的、経済的地位を向上させる。</p>	<p>玉砂利層でのケーシング付き井戸の掘削能力を取得することにより、玉砂利層の分布するカンディ地域やその他の地域で約 300 井のケーシング付き井戸を設置し、灌漑用水や飲料水を確保する。</p>

(2) 要請されている機材構成

機材名	仕様	数量
1. 車載型ケーブルツールパーカッション掘削機および標準付属品、オープンホール工法用掘削ツールズ、フィッシングツールズ、ケーシングツールズ、掘削用工具類、スペアパーツ等	深度 300m掘削能力	2式
2. ドライブパイプおよびケーストホール工法用掘削ツールズ		2式
3. 現位置試験用機材	透水試験、湧水圧試験等	2式
4. スペアパーツ		1式

(3) 裨益効果

1997年の要請	2003年の追加情報
<p>1) 供与される掘削機材を用いて、井戸を掘削することにより、カンディ地区の 1 万ヘクタールの農地に灌漑用水をもたらすことができる。</p> <p>2) 長期的には、カンディ地区の井戸掘削に新しい技術を導入することにより、民間でも同様の技術を導入することが期待できる。</p> <p>3) 間接的な裨益人口は、3～4 百万人（1 万世帯の農家）になると期待される。</p> <p>4) ロパール県、ホシャプール県およびグルダスプール県の丘陵地帯に裨益をもたらすと期待できる。</p> <p>5) 農作物の収穫量が増えることにより、カンディ地区の住民の経済的、社会的な地位が向上することが期待できる。</p> <p>6) カンディ地区の灌漑用施設が整い、同地域の約 1 万ヘクタールの農地への灌漑が期待できる。</p>	<p>期待される効果</p> <p>1) 年間 20 井の井戸を掘削することにより、12～15 年後にはカンディ地区で 1.5 万ヘクタールの灌漑が可能になる。</p> <p>2) 飲料水供給の難しい丘陵地帯では、これら灌漑用の井戸からの飲料水供給も可能になる。</p> <p>経済社会的効果</p> <p>1) 農作物の収穫量が増加することにより、カンディ地区の経済、社会保障が保証され、住民の社会経済的地位が向上する。</p> <p>裨益</p> <p>1) 多くの不毛の地に灌漑が施される。</p> <p>2) カンディ地区の約 40%の住民が貧困ライン以下の条件で生活しており、ケーシング付き井戸を掘削することにより、食糧生産が向上するほか、飲料水も供給することができ、健康被害から守ることができる。つまり住民の社会経済的地位が向上し、貧困ラインからの脱却ができる。</p> <p>3) カンディ地区の 1.5 万ヘクタールに灌漑すれば、3.78 億ルピーの食糧が生産でき、つまり住民の社会経済的地位が向上する。</p>

(4) 実施機関

パンジャブ州井戸公社 (Punjab State Tubewell Corporation Ltd. : PSTC)

(5) 要請金額

700 百万円

2-2 要請の背景

2-2-1 当該セクターにおける本要請の位置付け

(1) 「イ」国第10次5ヵ年計画（2002-2007年）

「イ」国の開発計画は2002年12月に第10次5ヵ年計画が策定され、国家開発評議会により承認された。同計画は「公平かつ持続可能な成長」をその理念に掲げるとともに、①保健・医療や教育などの社会福祉の向上、②労働生産性の向上、③指定カーストや少数部族の社会経済的地位の改善、④経済成長と環境保全の両立等を重点開発課題として掲げている。年平均成長率を過去の実績よりも高い8%と設定しており、この経済成長により、貧困率の削減、人口増加の抑制、保健医療の改善、安全な水の供給、森林被覆率の増加、主要汚染河川の浄化等を達成することとしている。目標とされている社会経済指標は、以下の通りである。

- 1) 貧困率を2007年までに少なくとも50%以下に引き下げる。
- 2) 計画期間中に少なくとも労働力が増大した分だけ雇用を創出する。
- 3) 2003年までに全ての児童が就学し、2007年までに全ての児童が5年間の義務教育を修了できるようにする。
- 4) 賃金の男女格差を2007年までに少なくとも50%以下に引き下げる。
- 5) 2001年から2011年の期間の人口増加率を年率1.62%に引き下げる。
- 6) 識字率を2007年までに75%まで引き上げる。
- 7) 乳幼児死亡率を2007年までに4.5%まで、2012年までに2.8%までに引き下げる。
- 8) 森林面積の比率を2007年までに25%に、2012年までに33%にまで引き上げる。
- 9) 2007年までに全ての村で安全な水の提供を可能にする。
- 10) 2007年までに主要な汚染河川を浄化する。

本要請案件を実施することにより、対象地域であるカンディ地区の農業生産性が向上し、地域住民の収入が増えること、地域住民に安全で安定した飲料水が提供できること、これらにより地域住民の社会経済的地位が向上することが期待されることから、「イ」国の国家開発計画の目標にも寄与すると考えられる。

また貧困削減においては、「Bharat Nirman Programme」が策定されており、「イ」国政府、各州政府および Panchayti Raj Institute により推進され、2005年～2009年を実施年度としている。具体的な対策としては、①灌漑分野、②地方給水分野、③地方道路分野、④地方住宅分野、⑤地方電化分野および⑥地方通信分野に予算を計上している。

(2) 「パ」州第10次5ヵ年計画（2002-2007年）

「パ」州における第10次5ヵ年計画は、「イ」国の第10次5ヵ年計画の方針を踏襲し、作成され、「イ」国政府計画立案委員会に承認された。本5ヵ年計画における重点目標としては、①電力、②社会事業、③運輸、④インフラ整備、⑤地方開発、⑥灌漑、および⑦農業の7分野に重点項目が設けられており、灌漑分野においては、以下の目標が設定されている。

- 1) 進行中の全ての事業の完了。
- 2) 古い灌漑施設の修復および近代化。
- 3) 水資源を最適に利用するための地下水と表流水の並行利用の促進と実施、およびその開

発と利用の加速。

- 4) 用水路のライニング、修理、改装、および灌漑能力向上のための用水路の建設。
- 5) カンディ地域でのケーシング付き井戸の建設、および既存のケーシング付き井戸の掘り直し、あるいは改修。
- 6) 河川沿いの治水工事と強化。
- 7) 灌漑施設の強化と末端部までの配水の確保。
- 8) 新規排水網の建設と既存排水網の浚渫

なお、次の5ヵ年計画である第11次5ヵ年計画（2007－2012年）については、2006年9月にそのドラフトが完成される予定である。

(3) 「パ」州年次計画（2006－2007）

「パ」州における年次計画は、その上位計画である第10次5ヵ年計画（2002－2007年）の具体的な実行計画であり、2006－2007年次計画は第10次5ヵ年計画の最後の年度となる。灌漑分野については、灌漑部門（Irrigation : IR）と小規模灌漑部門（Minor Irrigation : MI）に分割されており、それぞれの部門において、具体的な案件が計画されている。

本要請案件と関連する案件としては、「MI (I) 2.3 (A) Tubewell and other Schemes for Deep Tubewells in Kandi」および「MI (I) 2.3 (B) Replacement/Renovation of Existing Tubewells」が計画されている。「MI (I) 2.3 (A) Tubewell and other Schemes for Deep Tubewells in Kandi」については、NABARDの融資により実施されており、100井の新規井戸を掘削することにより、4,500haの耕地を灌漑する計画になっている。予算は第10次5ヵ年計画全体で3.85億ルピー計上されており、2006－2007年次計画においては3.27億ルピーが計上されている。また「MI (I) 2.3 (B) Replacement/Renovation of Existing Tubewells」については、既存井戸の掘り換えが主な事業内容となっている。その予算は第10次5ヵ年計画全体で2.25億ルピー計上されており、2006－2007年次計画においては1億ルピーが計上されている。しかしながら、第10次5ヵ年計画が2007年で終了し、次の第11次5ヵ年計画が未だ策定されていないため、2007-2008年度以降の計画についても具体化できていない。

一方、貧困削減の分野においては、「イ」国政府が主導する「Bharat Nirman Programme」の関連計画が策定されており、①灌漑分野、②地方給水分野、③地方住宅分野、および④地方電化分野にその予算が計上されている。しかしながら、本要請案件と関連する計画は策定されていない。

2-2-2 現状の問題点

(1) 対象地域住民の生活レベル

本要請案件の対象地域であるカンディ地域は、住民の生活レベルが「パ」州の他の地域住民の生活レベルと比較すると著しく低い。その理由としては、灌漑用水不足による作物の低い収穫量があげられる。同地域はその地形的な制約により、他の「パ」州全域に広がるような灌漑用水路網の整備が困難であり、従って地域住民は全ての水を地下水に頼らざるを得ない。しかしながら、同地域の特殊な地質的要因のため、地下水を開発が遅れているのが現状である。

(2) 対象地域の地質と掘削工法

本要請案件の対象地域であるカンディ地区は、玉石層が厚く分布している。「イ」国で普及している掘削工法は、ケーブルツースパーカッション井戸掘削機を用いたケースドホール掘削工法、ロータリーターンテーブル井戸掘削機を用いたダイレクトサーキュレーション掘削工法、あるいはリバースサーキュレーション掘削工法である。このような掘削工法は玉石層分布地域での井戸掘削に適しておらず、またその掘削工事には数ヶ月～1年も要してしまう。このようなことから、通常日本では玉石層の掘削においては、ケーブルツースパーカッション井戸掘削機を用いたオープンホール掘削工法が採用されているが、「イ」国やその周辺国には同掘削工法の技術がない。そのために、同国の井戸掘削事業のほとんどを担う民間井戸掘削会社は効率の悪い工法での井戸掘削を強いられている。また同地域は比較的高い位置に広がっているため、他の「パ」州の地下水位に比べ非常に深く、従って帯水層の深度も非常に深くなることから、大深度の掘削を余儀なくされる。

このように同地域は玉石層の分布する特殊な地質条件に加え、その井戸深度も通常よりも深くなってしまったため、容易には地下水の開発ができず、灌漑分野においては他の「パ」州に比べ、取り残された地域となっている。

(3) 「パ」州の地下水問題

昨今の「イ」国内外の報道では、「パ」州における地下水が危機的な状況にあることが伝えられている。その背景として、農民による無計画な地下水の揚水と工場からの汚染された廃水があげられ、地下水位の低下と地下水汚染が指摘されている。地下水汚染に関しては、本要請案件の対象地域であるカンディ地区とは全く別の地域であり、カンディ地区における地下水を開発しても、地下水汚染につながることは全くないと判断される。

地下水低下に関しては、地下水位低下が問題とされている地域はカンディ地区の下流域の中央平原にある。「2-3-1 対象地域の自然条件」で述べるように、カンディ地区の地下水は、中央平原に分布する第四紀堆積物との水理地質的な明瞭な連続性が見あたらないことから、カンディ地区において地下水を開発したとしても中央平原に影響を及ぼすことはない想定される。今回実施した、中央平原の地下水位低下問題を長年研究している、パンジャブ農業大学の Hira 教授へのインタビューでも、同教授はカンディ地区の地下水開発は十分に安全であり、推奨されるとの意見であった。従って、カンディ地区での地下水開発は、中央平原の地下水位低下に影響を与えることはないと考えられる。

しかしながら、カンディ地区における地下水開発が過剰揚水とならない安全な開発であることが前提条件であり、著しい過剰揚水を行った場合は、中央平原の地下水位に与える可能性がある。PSTC から示されたカンディ地区の 2005 年の地下水バランスによると、カンディ地区では地下水涵養量の 76%が既に開発されており、新規の地下水開発の余地はほとんど残されていないと言える（「2-3-2 地下水バランス参照」）。また、今後降水量が減少した場合には、地下水の涵養量が減少し、新たな地下水開発を行わなくとも、過剰揚水となることも懸念される。従って、カンディ地区で地下水を開発する場合には、過剰揚水にならないように、水理地質と地下水バランスの十分な検討が必要である。