

インド国
インド農業研究所優良種子開発計画基本設計調査
基本設計調査報告書
平成7年4月
JICA LIBRARY
1123408(5)
国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

インド国

インド農業研究所優良種子開発計画基本設計調査


基本設計調査報告書

平成7年4月

JICA LIBRARY

1123408(5)

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

無調一

95-181



1123408 [5]

インド国

インド農業研究所優良種子開発計画基本設計調査

基本設計調査報告書

平成7年4月

国際協力事業団
株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、同国のインド農業研究所優良種子開発計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成7年1月22日から2月20日まで当事業団北陸支部長の小野英男を団長とし、パシフィックコンサルタンツインターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インド国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が本計画プロジェクトの推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、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7年4月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、インド国におけるインド農業研究所優良種子開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成6年12月20日より平成7年4月28日までの4ヶ月間にわたり実施して参りました。今回の調査に際しましては、インドの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めて参りました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成7年4月

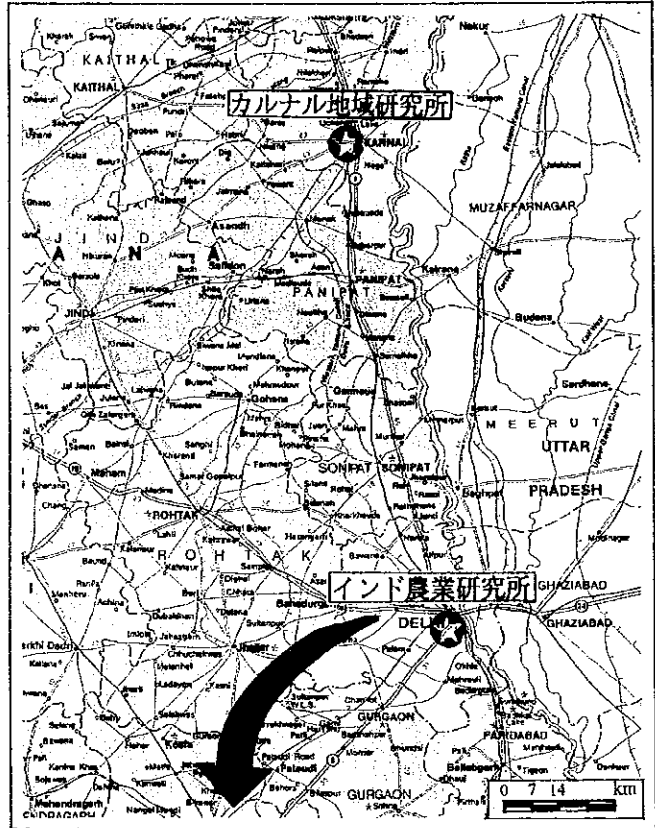
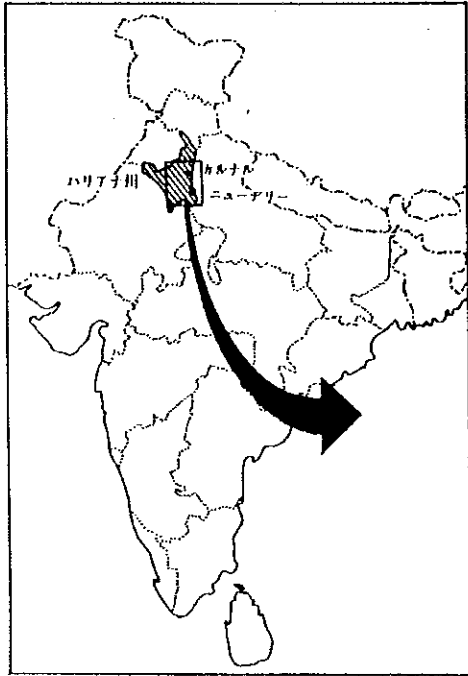
株式会社 パシフィック コンサルタンツ
インターナショナル

インド国

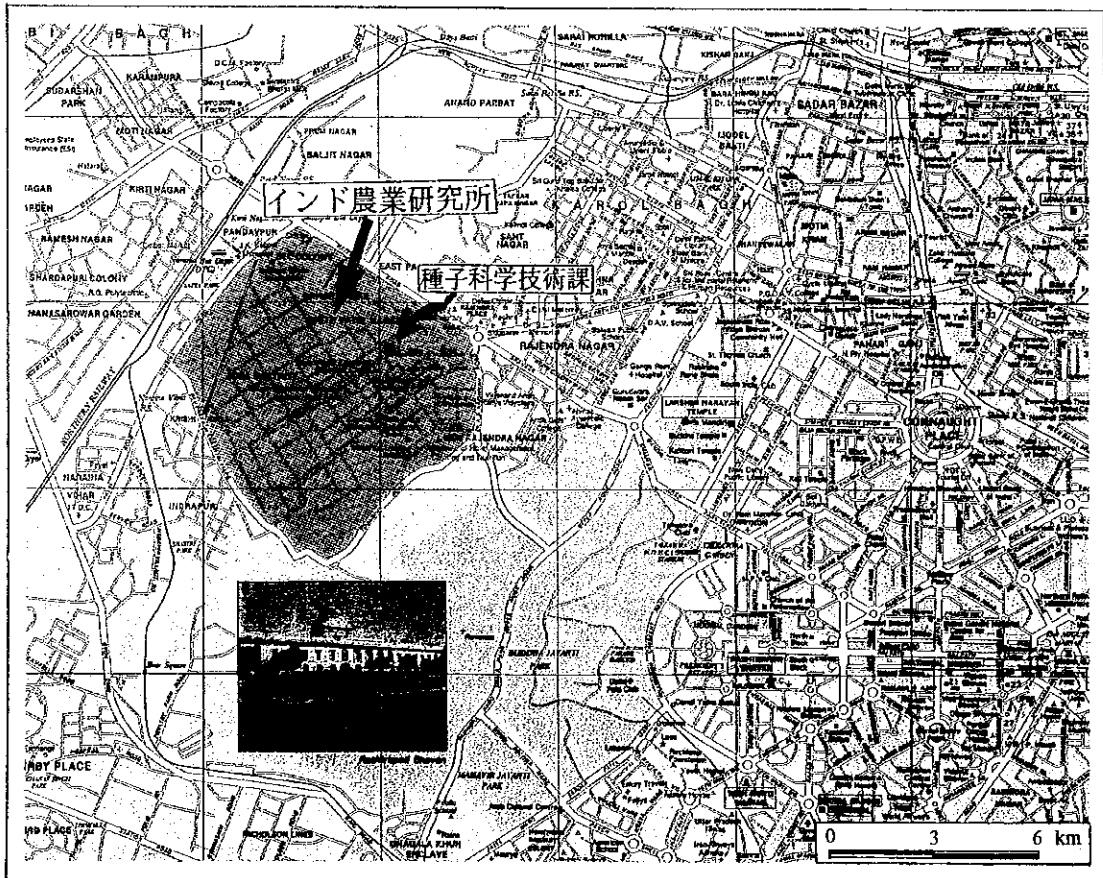
インド農業研究所優良種子開発
基本設計調査団

業務主任 城戸 智

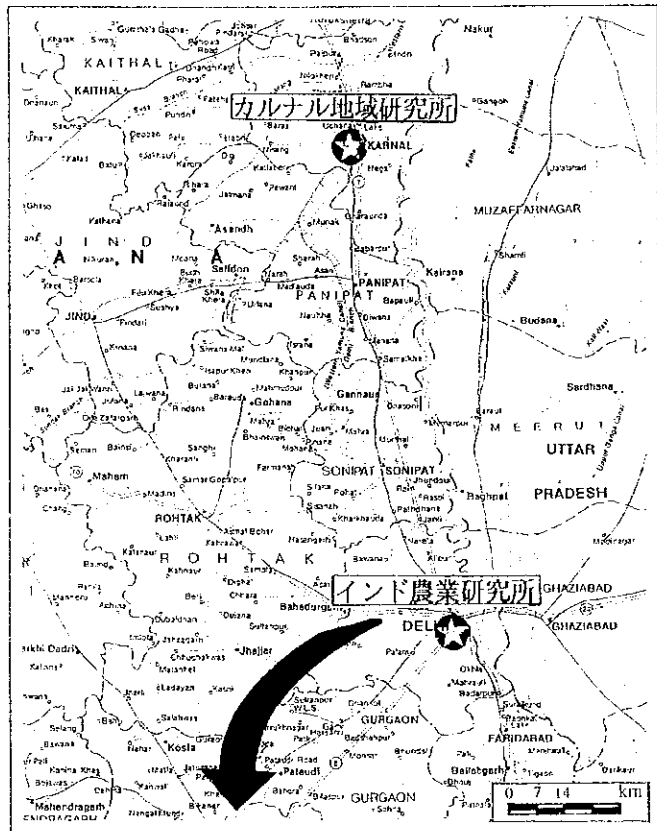
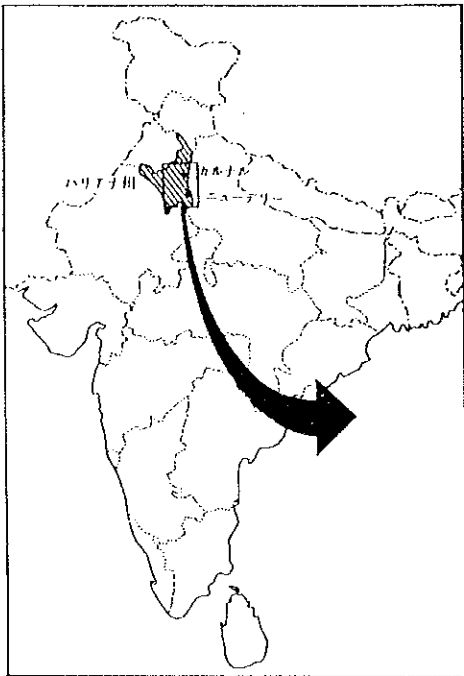
計画対象位置図



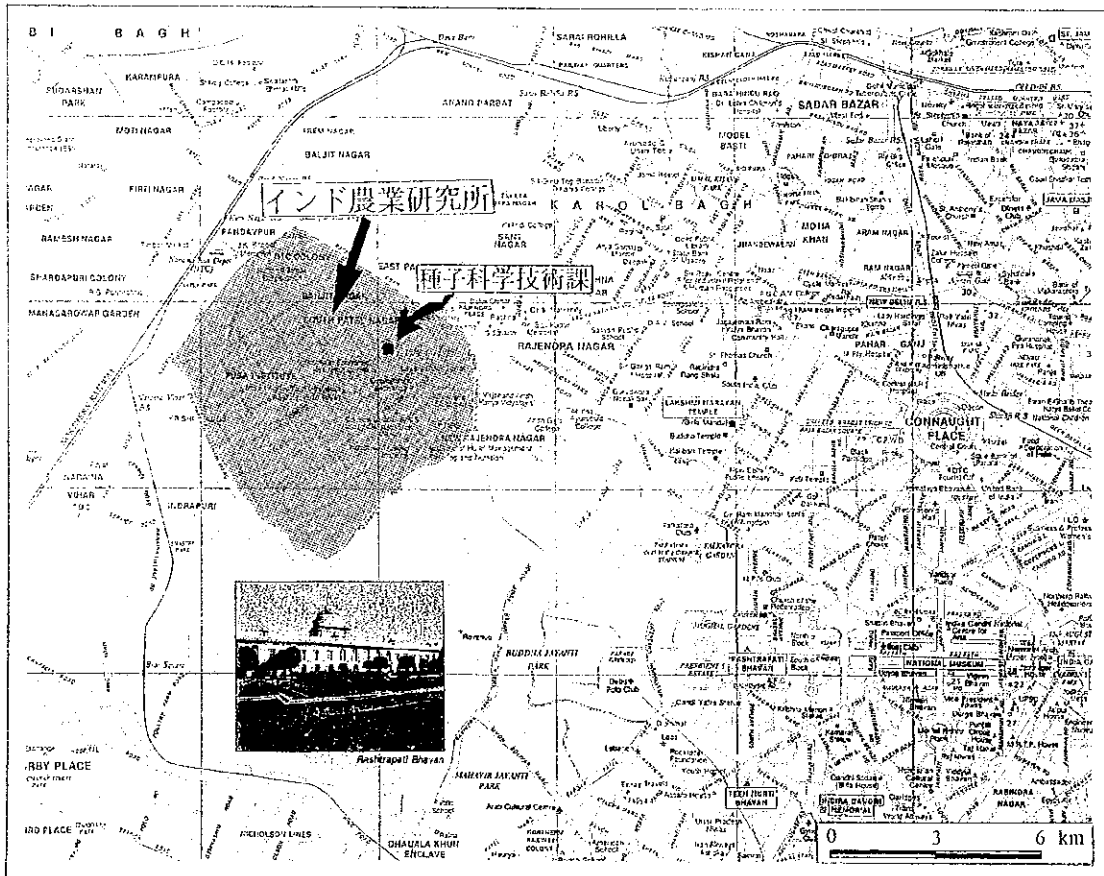
インド農業研究所 位置図



計画対象位置図

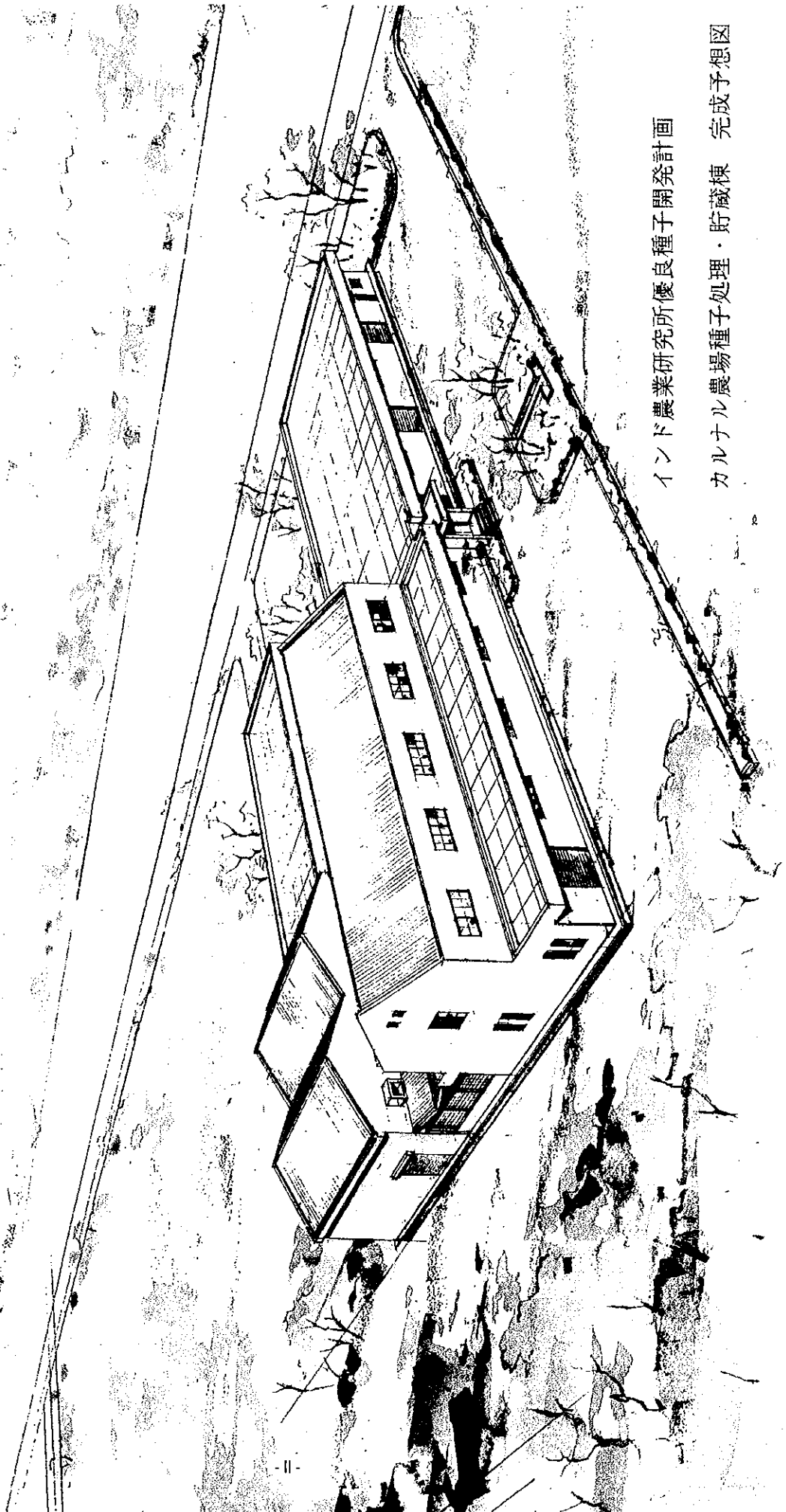


インド農業研究所 位置図

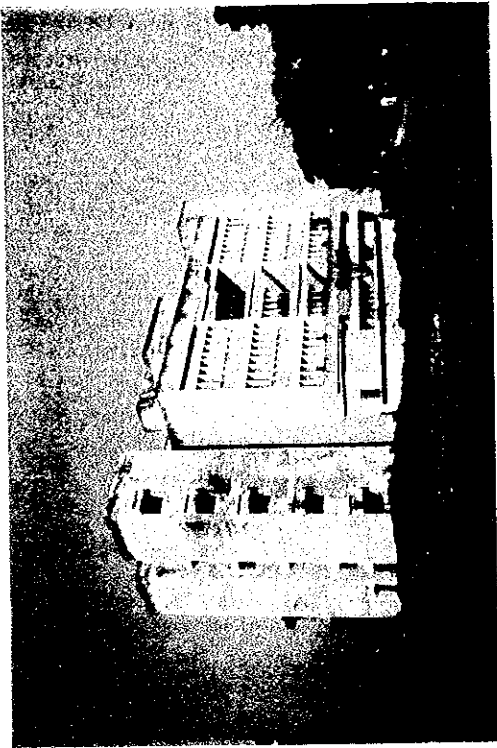


インド農業研究所優良種子開発計画

カルナル農場種子処理・貯蔵棟 完成予想図



現況写真 (1)



インド農業研究所種子科学技術課



温室建設予定地 (ビニールハウス手前)

インド農業研究所種子科学技術課



機材供与予定研究室



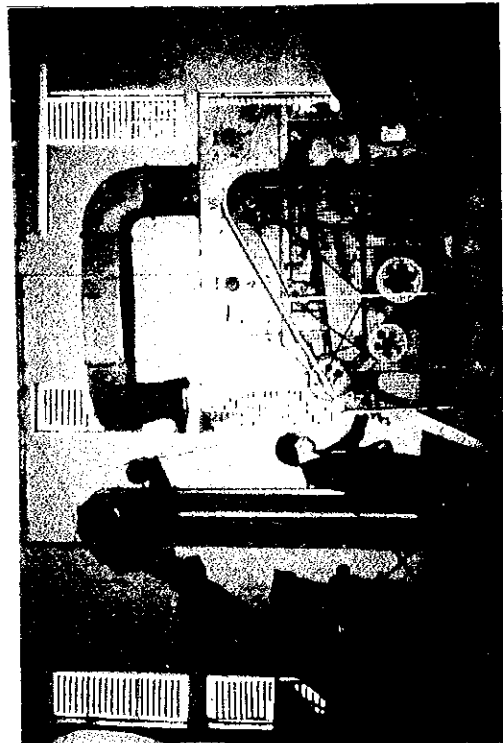
低温貯蔵庫設置予定室



既存種子処理・貯蔵施設(南西面)



建設予定地(既存種子処理・貯蔵施設前面)



既存種子処理・貯蔵施設内部(種子処理室)



既存種子処理・貯蔵施設(北面一渡り廊下接続部)

目 次

序 文
伝 達 状
計画対象位置図
カルナル農場種子処理・貯蔵棟完成予想図
現況写真
目 次
表 一 覧 表
図 一 覧 表
略語一覧表
要 約

	頁
第1章 要請の背景	1- 1
1-1 要請の経緯	1- 1
1-2 要請の概要・主要コンポーネント	1- 2
1-2-1 要請の概要	1- 2
1-2-2 主要コンポーネント	1- 3
第2章 プロジェクトの周辺状況	2- 1
2-1 当該セクターの開発計画	2- 1
2-1-1 国家開発計画	2- 1
2-1-2 農業開発計画	2- 1
2-1-3 種子生産計画	2- 4
2-1-4 育種・種子研究計画	2- 7
2-1-5 種子研究・生産計画の課題と本計画の関連	2-11
2-1-6 財政事情	2-11
2-2 他の援助国・援助機関等の計画	2-13
2-3 我が国の援助実施状況	2-14
2-4 プロジェクトサイトの状況	2-15
2-4-1 IARIニューデリー	2-15
2-4-2 IARIカルナル農場	2-20
2-5 環境問題	2-25
第3章 プロジェクトの内容	3- 1
3-1 プロジェクトの目的・対象	3- 1
3-1-1 プロジェクトの目的	3- 1
3-1-2 プロジェクトの対象	3- 1

3-2	プロジェクトの基本構想	3- 1
3-2-1	協力の方針	3- 1
3-2-2	要請内容の検討結果	3- 3
3-3	プロジェクトの最適案に係る基本設計	3-25
3-3-1	設計方針	3-25
3-3-2	設計条件の検討	3-25
3-3-3	基本計画	3-28
3-4	プロジェクトの実施体制	3-52
3-4-1	組 織	3-52
3-4-2	予 算	3-53
3-4-3	要員・技術レベル	
第4章	事業計画	4- 1
4-1	施工計画	4- 1
4-1-1	施工方針	4- 1
4-1-2	施工上の留意事項	4- 2
4-1-3	施工区分	4- 2
4-1-4	施工監理計画	4- 3
4-1-5	資機材調達計画	4- 4
4-1-6	実施工程	4- 5
4-2	概算事業費	4- 6
4-2-1	概算事業費	4- 6
4-2-2	運営・維持管理費	4- 7
第5章	プロジェクトの評価と提言	5- 1
5-1	妥当性にかかる実証・検証および裨益効果	5- 1
5-2	技術協力・他ドナーとの連携	5- 2
5-3	課 題	5- 2
[資 料]		
1.	調査団員氏名、所属	資1- 1
2.	調査日程	資2- 1
3.	相手国関係者リスト	資3- 1
4.	当該国の社会・経済事情	資4- 1
5.	そ の 他	資5- 1
5-1	図 面 集	資5- 1
5-2	主要害虫防除計画	資5- 9
5-3	種子研究課題	資5-13
5-4	参考文献リスト	資5-18

表 一 覧 表

	頁
表 S - 1 主要施設・機材一覧表	5
表 1 - 1 要請施設・機材の検討	1- 4
表 2 - 1 食用穀物の生産推移	2- 3
表 2 - 2 農業予測	2- 4
表 2 - 3 種子生産状況	2- 6
表 2 - 4 財政状況	2-12
表 2 - 5 部門別投資額	2-12
表 2 - 6 農業関連機関予算	2-13
表 2 - 7 形態別援助の実績	2-15
表 2 - 8 気象データ（ニューデリー）	2-16
表 2 - 9 D S S Tニューデリー施設機材リスト	2-19
表 2 -10 気象データ（カルナル農場）	2-20
表 2 -11 カルナル農場施設機材リスト	2-24
表 3 - 1 2000年の主要種子生産計画	3- 5
表 3 - 2 作物別・種子種類別の1989～1993年の生産実績と 2000年の生産計画	3- 7
表 3 - 3 2000年の種子処理対象量	3-10
表 3 - 4 2000年の種子生産量	3-15
表 3 - 5 主要作物の生殖質保存量	3-19
表 3 - 6 要請資機材検討一覧表	3-22
表 3 - 7 作業面における目標照度	3-38
表 3 - 8 低温貯蔵施設の設計条件	3-40
表 3 - 9 低温貯蔵施設仕様	3-41
表 3 -10 制御条件	3-41
表 3 -11 環境制御機材	3-42
表 3 -12 主要構造部材	3-43
表 3 -13 外部仕上材	3-43
表 3 -14 内部仕上材	3-44
表 3 -15 機材の概略仕様比較表	3-50
表 3 -16 D S S Tニューデリー予算	3-54
表 3 -17 カルナル農場予算	3-54
表 5 - 1 計画実施による効果と現状改善の程度	5- 3

図 一 覧 表

	頁
図2-1 種子生産・配布体制	2- 5
図2-2 インド農業研究所（IARI）敷地見取図	2-17
図2-3 DSST組織図	2-18
図2-4 IARIカルナル農場敷地見取図	2-21
図2-5 カルナル農場組織図	2-22
図3-1 主要種子生産推移（カルナル農場）	3- 4
図3-2 作付体系および種子入出庫時期	3- 8
図3-3 主要種子の月末在庫状況	3-14
図3-4 DSST本部施設図	3-29
図3-5 DSST機材配置図	3-30
図3-6 カルナル農場施設・機材配置図	3-31
図3-7 機能レイアウト	3-32
図3-8 穀物種子処理フロー図	3-47
図3-9 穀物種子処理機材レイアウト	3-48
図3-10 プロジェクト組織図	3-53
図4-1 事業実施工程	4- 6
資料 5.1 図面集	
図-1 カルナル農場位置図	資-16
図-2 カルナル農場、種子処理・貯蔵棟配置図	資-17
図-3 " 1階平面図	資-18
図-4 " 2階平面図	資-19
図-5 " 断面図	資-20
図-6 " 立面図(1)	資-21
図-7 " 立面図(2)	資-22
図-8 温度制御温室	資-23

略語一覽表

B/A	銀行取極	Bank Arrangement
DARE	農業省農業研究教育局	Department of Agricultural Research and Education, Ministry of Agriculture
DSST	種子科学技術課	Division of Seed Science and Technology, IARI
DUS	品種の識別性、均一性、安定性試験	Distinctness, Uniformity and Stability Test
E/N	交換公文	Exchange of Notes
IARI	インド農業研究所	Indian Agricultural Research Institute
ICAR	インド農業研究会議	Indian Council of Agricultural Research
IS	インド規格	Indian Standards
JICA	国際協力事業団	Japan International Cooperation Agency
NBPGR	国立植物遺伝資源局	National Bureau of Plant Genetic Resources
NGO	非営利団体	Non-Governmental Organization
ODA	英国海外開発庁	Overseas Development Administration
ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
USAID	米国国際開発庁	United States Agency for International Development

要 約

要 約

インド国の人口は、西暦2000年には10億人に達すると予測され、その人口に対応する食糧需要は2.35億トンとされている。この食糧需要量は現在の食糧生産量1.8億トンから約30%の増産を必要としている。食糧増産の方法としては、栽培面積の拡大および単位収量の増大が考えられるが、インド国は農地面積拡大の余地が少ないため、単位収量の増加を図ることに主眼を置かざるを得ず、そのためには農業投入資材の一つである高収量・高品質の種子の導入と普及が不可欠となっている。

インド国政府は、食糧自給の達成を重点目標の一つとした国家開発計画を推進しており、その実現のためには、優良種子の安定供給を最重要視し、高収量・高品質の優良種子の農家への普及を目指している。優良種子の開発から普及までは、有用植物遺伝資源の収集・保存、種子開発・研究（原原種生産を含む）、増殖・配布の3段階からなるが、このうち植物遺伝資源の収集・保存は、USAIDの援助によるプロジェクトが実施中である。また、種子の増殖・配布については、世界銀行による数次にわたる計画が実行され、現在第3次の種子増殖・配布体制強化計画が実施中である。しかしながら、種子の一連の流れに重要な地位を占める優良種子の開発・研究（原原種生産）については未整備の状態にあり、その整備が緊急の課題となっている。

このため、優良種子の開発・研究体制強化を図る必要があり、インド農業研究所等の種子研究・増殖用機材・施設を整備する計画を策定したが、種子処理・品質管理技術、貯蔵環境制御技術の不足および施設・機材を整備する財政的な裏付けがないことなど、困難な状況である。このような状況のもとで、インド国政府はインド農業研究所の種子の開発・保存のための機材整備を図り、優良種子の研究増殖・配布体制を強化する目的で、我が国に対して無償資金協力を要請してきた。

要請に基づき国際協力事業団は、1994年8月に事前調査団を派遣し、要請内容の確認、妥当性、実施体制等の確認を行なった。事前調査団はインド国側関係者との協議により、本計画のプロジェクトコンセプトを明確にするとともに、インド国の種子開発・研究・生産・増殖・配布の現状と計画、計画対象施設の現状、実施機関の実情等を把握し、要請された施設・機材の内容の検討を行なった。

検討は、種子研究・生産・保存計画に必要であるもの、既存施設・機材および他の援助機関の協力分野と重複しないこと、また要請になくとも必要と認められる機材であること等を選定基準とし、実施した。その結果、インド国側と確認された内容は以下のとおりである。

(1) インド農業研究所種子科学技術課

- 1) 生殖質貯蔵施設の新設
- 2) 種子研究、環境制御にかかる機材
グロース・キャビネット、温室、種子X線装置、電気泳動装置、マイクロ冷凍遠心分離器、種子計数器、照度計、葉面積計、研究用種子処理機、デジタル水分計、研究用顕微鏡、エライザ装置、温湿度計、電子天秤、色彩選別機、コンピューターセット、非常用発電機

(2) インド農業研究所カルナル農場

- 1) 育種家種子および原原種貯蔵施設の新設
- 2) 種子処理設備（穀物種子）の新設
- 3) 種子処理設備（野菜種子）の新設
- 4) 種子研究・検査にかかる機材
研究用種子処理機、真空燻蒸庫、温湿度計、発芽試験器、種子サンプル均分器、水分計

事前調査時において、インド国側はカルナル農場の既存の種子処理・貯蔵棟を自身で増設し、要請の施設・機材を収納するとしていた。しかしながら、インド国側の増設計画が具体的な検討段階にないこと、施設・機材の納入時に合わせて建屋の建設がなされるかどうか確かでないこと、種子貯蔵施設、種子処理設備とも建屋とのとり合いが設計段階より必要であること等から、事前調査団はインド国側が計画している種子処理・貯蔵棟を、今回の無償資金協力計画に含めることを提言した。この提言により、カルナル農場の種子処理・貯蔵棟の建設も本計画に含まれることとなった。

調査の結果、本計画の実施によって優良種子配布体制が強化され、無償資金協力として妥当性が高いと判断され、基本設計調査実施の必要性が確認された。

事前調査団の確認に基づき、国際協力事業団は、1995年1月22日から2月20日まで基本設計調査団を派遣して現地調査を実施した。本調査団は、インド国政府関係者との協議および現地調査を行ない、要請内容の妥当性、必要性を確認した。

本調査団は、帰国後の国内解析作業において現地調査の結果を基に計画の妥当性を検証し、施設・機材の選定を含めた基本設計を行ない、基本調査報告書を作成した。

本基本設計調査は、事前調査団とインド国が確認した施設・機材状況に基づき、加えて本調査時におけるインド国側関係者との協議、新たに入手した情報・資料を解析し、計画を策定した。施設・機材の選定にあたっては、インド農業研究所種子科学技術課の予算状況、現有機材の数量および能力、維持管理の容易さと維持管理費用の低減を考慮に入れ、新たに検討を行なった。結果は表S-1に示すとおりである。

本計画はニューデリーの種子科学技術課およびその支所であるカルナル農場に、種子の研究、処理、貯蔵用の施設機材を供与し、優良種子の研究、増殖および保存能力の向上を図るものである。

本計画の実施機関はインド農業研究会議であるが、実施の担当はインド農業研究所、現場での運営は種子技術課が行なうものである。インド農業技術会議はE/N締結後、その負担において必要な要員を確保し、この施設・機材を運用して生殖質の保存、種子研究、育種家種子・原原種の生産と貯蔵を行なうとともに、施設・機材の維持管理を行なうものとする。

実施工程は、実施設計および入札図書作成に3ヶ月、施設建設、機材の調達・作製・輸送・設置引渡しまでに12ヶ月となる。全体の事業費は6.63億円でこのうち日本国側6.62億円、インド国側140万円の負担となっている。

計画実施にあたっては、基本設計調査時の協議議事録で双方で合意された事項を、本計画関係者が確実に実行することに加え、計画をスムーズに運営していくうえでの提言として以下のものがあげられる。

- (1) 本プロジェクトの実施により、原原種の質的な向上が図られるが、この形質が原種および検定種子にまで波及するためには種子公社、農業大学、民間種子企業等の種子増殖・配布体制の強化を図る必要がある。
- (2) 食糧増産のためには、作物の種子更新率を高めることが重要である。このためには評価の高いインド農業研究所種子を増産して、農家へ直接配布する。このことは優良品種の普及と優良種子の需要を喚起するには有効な手段であるので強化する必要がある。
- (3) プロジェクトで建設された施設や設置された機材が十分な機能を発揮し、所期の目的を達成するためには、維持管理体制の強化と十分な予算の確保が不可欠である。
- (4) 本プロジェクトによって、種子の育種・研究の部門が強化されるが、遺伝資源の収集・保存に係わる米国国際開発庁の植物遺伝資源計画や種子の増殖・配布に関する世界銀行の第3次国家種子計画との連携を図り、優良種子の一貫した開発・生産体制の整備・拡充を図ることが重要である。

- (5) 本プロジェクトは原原種の処理・貯蔵に関して、インドでは最新鋭の施設であり、他の種子生産関連諸機関のモデルとなるので、本施設を利用した研修プログラムを策定して、種子処理・貯蔵技術の向上、普及に努める必要がある。

本計画が実施されると、優良種子の増殖配布体制のうちの上流部分である原原種の遺伝的純度、活性度が高く保持され、次世代の原種、さらには農民へ普及する検定種子にまで、好影響を及ぼし、国家政策の一つである食糧増産に寄与するのみでなく、農家の収入拡大につながり農家生活の向上に貢献するものと期待される。

以上のことから、本計画が日本国政府の無償資金協力案件として実施されることは、十分な妥当性を有すると判断できる。また、本計画の運営・管理の面でも、インド国農業研究所側の実施体制に大きな問題はないと判断される。

表S-1 主要施設機材一覧表

A. 種子科学技術課、ニューデリー

番号	品 目	単位	要請数	調達数
1	生殖質貯蔵施設	式	1	1
2	グロース・キャビネット	機	1	1
3	環境制御温室	棟	1	1
4	種子X線装置	式	1	1
5	電気泳動装置	式	1	1
6	マイクロ高速遠心器(冷却式)	機	1	1
7	種子計数器	機	1	1
8	照度計	機	1	1
9	葉面積計	機	1	1
10	研究用種子処理機	式	1	1
11	水分計	機	2	2
12	研究用顕微鏡システム	式	1	1
13	エライザキット	式	1	1
14	温湿度計	機	2	2
15	電子天秤	機	1	1
16	色彩選別機	機	1	-
17	非常用発電機(生殖質貯蔵施設用)	機	1	1
18	コンピューターシステム	式	1	1

B. カルナル農場

番号	品 目	単位	要請数	調達数
1	種子処理機材・貯蔵用建物 (建物内に育種家種子/原原種貯蔵施設を含む)	棟	1	1
2	穀物種子処理(乾燥、精選袋詰め)機材	式	1	1
3	野菜種子処理(乾燥、精選袋詰め)機材	式	1	1
4	研究用種子処理機	式	1	1
5	減圧燻蒸庫	機	1	1
6	温湿度計	機	2	2
7	種子均分器	機	1	1
8	発芽試験器	式	1	1
9	水分計	機	2	2

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯

インド国の人口は約8.5億人と世界第2位であり、人口増加率も2.1%と高い値を示しており、西暦2000年には総人口が約10億人に達すると予想されている。現在インド国の食糧生産量は約1.8億トンとされているが、2000年の食糧需要が約2.35億トンと予測されており、現在より5,500万トンの増産が必要とされている。インド国の食糧自給は、緑の革命による高収量品種の導入・普及、農業インフラの整備、農業生産資材の投入によるコムギを中心とした穀物増産によって成り立ってきた。食糧増産には栽培面積の拡大および単位収量の増加が考えられるが、インド国の全国土に占める農用地の割合は65%を示していることから、これ以上の農用地面積の拡大は非常に困難となっている。したがって、食糧増産を達成するには、単位収量の増加を図ることに主眼をおかねばならず、高生産性の品種の導入と普及が不可欠である。

インド国政府は、食糧自給の達成、国民生活の向上・安定を目標の一つとした数次に亘る5ヶ年計画を策定し、現在第8次5ヶ年計画（1992/1993年～1996/1997年）を実施中である。農業分野においては、農産物の自給だけでなく、農作物および農産品の輸出を重点目標に据えている。特に、人口増加による食糧需要の増加に見合うだけの食糧生産を確保するために、農業生産性の向上を最重点目標としている。増産のための具体策として、農業投入資機材（種子、肥料、農薬、農業機械）の安定供給、基盤（水利、圃場、農道）整備、技術開発・普及、農業金融の充実をかかげている。農業投入資機材の安定供給の中では、優良種子の供給を最重要視し、高品質種子と適切な栽培技術の農家への普及を目的とした「種子開発に関する新政策」を実施している。

種子開発・生産には、インド国の研究機関の他、外国援助としてUSAID援助による国家植物遺伝資源局の植物遺伝資源の保存、情報処理、植物防のための施設整備と業務能力の強化および世界銀行融資による種子増殖・配布体制の総合的強化が実施中である。

インド国での一連の種子開発・生産・普及の流れは、有用植物遺伝資源の収集・保存、種子開発・研究（原原種生産を含む）、優良種子の増殖・配布の重要な3つの過程からなるが、このうち、優良種子の開発・研究（原原種生産）体制強化のためインド農業研究所、パント農業技術大学およびタミール・ナドゥ農業大学の種子研究・増殖用機材・施設を整備し、育種用生殖質の保存、優良品種の開発、それら品種の育種家種子および原原種の生産・保存を

適切に行なえるようにした。これらの研究所・大学は、種子の長期保存のための十分な品質管理技術、貯蔵環境制御技術がなく、また、十分な財政的裏付けもないので、独自に保存研究機材・施設を整備することは困難な状況にある。このため、インド国政府は、この計画の第1段階として、インド農業研究所の機材整備を強化する目的で我が国に対して無償資金協力を要請してきた。

要請に基づき、国際協力事業団（JICA）は、1994年8月事前調査団を派遣し、本計画の背景、必要性、妥当性、内容、実施体制および他機関の援助情勢等を確認した。事前調査団は、インド国側関係者との協議により、本計画のプロジェクトコンセプトを明確化するとともに、インド国の種子開発・研究・生産・増殖・配布の現状と計画、計画対象施設の現状、実施機関の実情等を把握し、要請された施設・機材の内容の検討を行なった。調査の結果、本計画の実施によって、優良種子の増殖配布体制が強化され、無償資金協力として妥当性が高いと判断され、基本設計調査実施の必要性が確認された。

事前調査団の確認に基づき、国際協力事業団は無償資金協力による基本設計調査を行なうことを決定し、1995年1月から2月にかけて調査団をインド国に派遣した。

本基本設計調査報告書は、現地調査の結果を踏まえ、国内解析、検討によって本計画の妥当性およびその効果を明確化するとともに、調達施設および機材の最適規模および内容を検討し、基本設計、調達計画、概算事業費積算を行ない、それをとりまとめたものである。

1-2 要請の概要・主要コンポーネント

1-2-1 要請の概要

インド国の要請は、インド農業研究所（IARI）の種子研究・生産・貯蔵施設の整備を図るものであり、その実施機関は農業省農業研究教育局（DARE）／インド農業研究会議（ICAR）となっている。計画実施の対象地は、インド農業研究所種子科学技術課（DSS Tニューデリー）およびIARIカルナル農場（カルナル農場）の2ヶ所である。

本計画の短期および中期目的は以下のとおりである。

(1) 短期目的

- 1) 育種家種子、原原種の生産拡大

- 2) 育種家種子、原原種の適切な保存・管理
- 3) 種子の劣化に対する研究
- 4) 種子乾燥および密閉容器での包装（特に野菜種子対象）
- 5) ハイブリッド種子生産および野菜種子生産技術の標準化
- 6) 種子技術研究、生産、調整、保存に従事する科学者、技術者の訓練

(2) 中期目的

- 1) 中期保存（5～10年）種子の遺伝的形質変化の確認
- 2) 原種、検定種子を生産する種子会社および農家に対する高品質な育種家種子、原原種の生産、配布
- 3) 種子科学技術の系統的な訓練による科学者の能力の向上

インド国が要請してきた施設・機材には、D S S Tニューデリー用に ① 生殖質および育種家種子の貯蔵設備と ② 種子研究、環境抑制にかかる機材整備があり、カルナル農場用として① 原原種貯蔵設備と ② 穀物種子・野菜種子処理設備の整備がある。

1-2-2 主要コンポーネント

事前調査において、本計画のプロジェクトコンセプトとして、次の4つの研究テーマが明確化され、本計画の対象として妥当なものと確認された。

- ① コムギ、イネ、ダイズ、カラシナ等の品種同定のための品種特性の確定
- ② イネ、ダイズ、タマネギ、トウモロコシ等の種子貯蔵性の改善
- ③ イネ、コムギ、トウジンビエ、ダイズの種子伝染性病害に関する研究
- ④ 穀類、雑豆類、油糧作物における優良種子生産のための収穫後処理技術の開発

事前調査団は要請された施設・機材の本計画における妥当性の選定基準として、① 種子生産計画、種子保存計画、種子研究計画に必要なもの、または要請になくとも必要と思われるもの、② 既存の施設・機材と重複しないこと。ただし、老朽化が激しく更新が必要なもの、汎用性が高いなど複数台数の必要性が確認されたもの、③ 世界銀行の協力分野と重複しないこと（中央種子検査室用の研究機材は除外）を用いて検討を行なった（事前調査報告書「3-2-4 施設整備計画」より引用）。

以上の検討結果を表1-1に示す

表 1 - 1 要請施設・機材の検討

施設・機材名	結果	理由 / 備考	研究課題
〈IARI 種子科学技術課〉			
生殖質および育種家種子貯蔵施設	可	生殖質とは育種素材のことを指し、NBPGRとの機能の重複がないことが確認された。育種家種子貯蔵施設はカルナル農場に設置。	
グロースキャビネット	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	1
温 室	可	温湿度制御可能な物が要請されていたが、湿度制御は行なわないことを確認した。	1
種子発芽室	不可	中央種子検査室用の機材のため削除。	
種子X線装置	可		3、4
電気泳動装置	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	1
マイクロ冷凍遠心分離器	可	既存の冷却遠心分離器があるが、要請にある微量用の物は無い。	1、2
種子計数器	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	3、4
照 度 計	可		1
葉面積計	可		1
シンチレーションカウンター	不可	研究計画からは必要性が認められない。	
研究用種子処理機	可		4
デジタル水分計	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	2
立体双眼顕微鏡 (写真装置付)	不可	既存の物が多数ある。	
研究用顕微鏡 (写真装置付)	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	3
エライザ装置	可		3
ガスクロマトグラフ	不可	研究計画からは必要性が認められない。	
赤外線温度計	不可	研究計画からは必要性が認められない。	
温湿度計	可		2
真空燻蒸庫	可	カルナル農場に設置。	
電子天秤	可	既存のものもあるが、追加の必要が認められた。	2
色彩選別器	可		1、2
非常用発電機	追加	種子貯蔵施設用として。	
コンピュータセット	追加		
〈カルナル農場〉			
原原種貯蔵施設	可		
穀物種子処理 (乾燥、精選、袋詰め) 設備	可	既存の物は老朽化が激しく、更新の必要が認められた。	
野菜種子処理 (乾燥、精選、袋詰め) 設備	可	既存の単体機械があるが、壊れている物が多く、更新が必要と認められた。	
研究用種子処理機	追加		
温湿度計	追加		
種子サンプル均分器	追加		
発芽試験器	追加		
水分計	追加		

(事前調査報告書「3-2-4 施設機材整備計画」より引用)

検討結果に基づき、インド国側と協議の結果、確認された施設・機材の内容は以下のとおりである。

(1) D S S Tニューデリー

1) 生殖質貯蔵設備の新設

2) 種子研究、環境制御にかかる機材

グロース・キャビネット、温室、種子X線装置、電気泳動装置、マイクロ冷凍遠心分離器、種子計数器、照度計、葉面積計、研究用種子処理機、デジタル水分計、研究用顕微鏡、エライザ装置、温湿度計、電子天秤、色彩選別機、コンピューターセット、非常用発電機

(2) カルナル農場

1) 育種家種子および原原種貯蔵施設の新設

2) 種子処理設備（穀物種子）の新設

3) 種子処理設備（野菜種子）の新設

4) 種子研究・検査にかかる機材

研究用種子処理機、真空燻蒸庫、温湿度計、発芽試験器、種子サンプル均分器、水分計

事前調査時において、インド国側はカルナル農場の既存の種子処理・貯蔵棟を自身で増設し、要請の施設・機材を収納するとしていた。しかしながら、インド国側の増設計画が具体的な検討段階にないこと、施設・機材の納入時に合わせて建屋の建設がなされるかどうか確かでないこと、種子貯蔵施設、種子処理設備とも建屋とのとり合いが設計段階より必要であること等から、事前調査団はインド国側が計画している種子処理・貯蔵棟を今回の無償資金協力計画に含めることを提言した。この提言により、カルナル農場の種子処理・貯蔵棟の建設も本計画に含まれることとなった。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 国家開発計画

インド国政府は1951年より順次5ヶ年計画を策定し、現在第8次5ヶ年計画（1992/93年～1996/97年）を実施中である。その重点項目として、財政、貿易、工業および人的資源開発の分野における政策のイニシアティブと、その実施を容易にするためのセクター／プロジェクトの明確な優先順位づけを行ない、優先セクターが計画通り完成するための財源の確保を図ることとしている。また、雇用の促進、保健・衛生の改善および全国的な教育施設の拡充を通しての社会保障網を確立し、社会セクターの投資利益が受益者に確実に渡るような適正な組織と配分システムの創設を目指している。

この重点項目達成のためには、20世紀末までに完全雇用の達成のための適正な雇用の創設を図り、人口圧力を軽減するための人口増加の抑制を実施し、初等教育の普遍化と15才～35才の文盲の完全撲滅を計画している。また、保健衛生の面で安全な飲料水と初期医療施設の確立を図るとともに、農業の面では、人口増による食糧需要の増大に対応するために、農業の生長と多様性による食糧自給の達成と輸出の創設を目指している。一方、社会インフラ（エネルギー、運輸、通信、灌漑）の整備を目標としている。

農業開発分野においては、食糧自給の達成のみではなく余剰農産物の輸出も目標としているが、増大する人口に伴う食糧需要に対応するには、農業の生産性向上が重要であるとしている。その実現のためには、高収量・高品質の優良種子の普及が不可欠であるとし、優良種子の研究開発、生産、普及を最重要課題としている。

2-1-2 農業開発計画

(1) 5ヶ年計画における農業開発計画

1) 開発戦略

現在実施中の第8次5ヶ年計画の中で、農業開発計画の戦略として、以下があげられている。

- 人口増加による食糧需要増大に合致する生産性の向上と増産の継続
- 農家所得の拡大
- 農産物輸出の実現

食糧増産に関しては、7年次までの5ヶ年計画によって実施され、数種の作物においては、飛躍的な増産をみせている。しかしながら、自然条件やインフラ整備水準の差等による農業生産の地域格差が生じており、第8次計画ではその解消によって生産の拡大を意図している。

天水栽培地域では栽培システムの改善を行ない、土地・水資源の適正利用と農家所得の増大を図るため、農業生産の多様化の実施と、土地の科学的管理、土壤保全、土壤水分保持の実現を図るとともに、本地域の未熟練労働者が働ける園芸プランテーション、アグロフォレストリー等の導入が企てられている。また、インド国で圧倒的多数を占める小農が自立するために、高収益をもたらす農業の多様化を推進するとしている。

一方、灌漑農業地域では、農民組織を通じての改良農業技術の普及と用水管理の合理化を図り、水の有効利用を図るとともに、環境に配慮した流域管理を行なう。また、持続性のある農業開発のために化学肥料と有機肥料の有効利用はもちろん、IPM（総合病害管理）の導入で、薬剤使用を抑えることにより、農家の経営に資するとともに環境保全に寄与させるものとしている。

農産物の流通加工に関しては、農業の多様化に対応した農産物流通施設の整備を行ない、生産者の流通への参加を奨励し、最新の技術を伴った農産加工業を地方に誘致し、農産物の付加価値化、雇用の拡大を図るとともに輸出を目指している。農産物輸出には、伝統的製品の輸出拡大を図るとともに、新種子政策にあるように、花卉や新品種野菜等の非伝統的作物の種子を導入し、その輸出を計画する。また、流通機構の改善により、高品質の農業投入資材が適正な価格でかつ適期に農家に渡るよう計画し、その監視と保証を図るとともに、農業融資の充実を図るとしている。

計画の多くが従前の5ヶ年計画より引き継がれたものであるが、これらを定期的に見直し、農業開発計画を修正する。その手始めとして、農業多様化の推進の見直しあげられる。また、引き続き、農地改革の推進を意図している。

農産物価格政策は農業の市場化、食糧安全保障の達成、余剰製品の輸出等を考慮に入れ見直しを行ない、重要作物の買い上げ価格と支持価格を設定する。

農業開発行政の地方分散化に伴ない、NGOの活用や農民をはじめとする受益団体の参加を促す施策を講じる方針である。

2) 生産目標

インド国の食用穀物の生産は順調に増加しており、近年食糧自給を達成しそれを維持している。この増産の主要因は60年代半ばから導入された高収量品種の普及、灌漑施設の整備、肥料・農薬使用等による単位収量の増加によるもので、いわゆる緑の革命の成功例として評価を受けている。

食用作物の栽培面積と収量の推移を表2-1に示すが、栽培面積は1949/1950から1970/1971年へは25%の増加をみたが、1970/1971より1992/1993はほとんど伸びておらず、栽培面積の増加はほぼ頭打ちの状態となっている。このことは食用作物の増産の要因が高収量品種の導入によるものであることが明らかである。

生産量全体に占める各作物別の割合を見ると、米がほぼ40%前後を示しているのに比し、小麦がそのシェアを伸ばしており、その分、雑穀/雑豆類の割合が減じている。単位収量でみると、小麦の伸びが顕著であり、高収量品種の導入効果が大きいと言える。

表2-1 食用穀物の生産推移と予測

作物	1949/1950			1970/1971			1992/1993			1996/1997		
	作付面積 百万ha	収量 百万トン	単位収量 トン/ha	作付面積 百万トン	収量 百万トン	単位収量 トン/ha	作付面積 百万ha	収量 百万トン	単位収量 トン/ha	作付面積 百万ha	収量 百万トン	単位収量 トン/ha
コメ	30.52 (30.7)	23.52 (42.8)	0.76	37.59 (30.2)	42.22 (38.9)	1.12	41.64 (33.4)	72.61 (40.3)	1.74	43.50	88.00	2.02
コムギ	9.76 (9.8)	6.39 (11.6)	0.66	18.24 (14.7)	23.83 22.0	1.31	24.43 (19.6)	56.76 (31.5)	2.32	24.25	66.00	2.72
雑穀類	38.83 (39.1)	16.83 (30.7)	0.43	45.95 (37.0)	30.55 (28.2)	0.66	34.77 (27.9)	37.04 (20.6)	1.07	37.75	39.00	1.03
雑豆類	20.17 (20.3)	8.16 (14.9)	0.41	22.54 (18.1)	11.82 (10.9)	0.52	23.74 (19.1)	13.60 (7.6)	0.57	24.50	17.00	0.69
食料穀物計	99.28 (100.0)	54.90 (100.0)	0.55	124.32 (100.0)	108.42 (100.0)	0.87	124.58 (100.0)	180.01 (100.0)	1.44	130.00	210.00	1.62

出典：Agricultural Statistic at a Glance, Ministry of Agriculture 1993.Eight Five Year Plan(1992~1997) Planning Commission

1996/97の生産目標は灌漑面積、総作付面積、肥料消費量、雨量分布等を考慮に入れて算出されたものである。計画によると、食糧作物の栽培面積は1992/93年度の1.25億haから1996/97年度の1.253億haと4.3%の増であるのに対し、生産量は1.8億トンから2.1億トンへと16.7%の増加となっている。

このことは、栽培面積の拡大がほぼ限界に達していることから、単位収量の増加により食糧増産を図ろうとするものである。この目標達成のためには、種子、肥料等の農業投入資材の安定供給、灌漑施設・農道等の農業基盤整備、農業技術の開発とその普及、農業金融の充実等の施策が総合的に機能することが重要な課題である。

なお、第8次5ヶ年計画とその前後の数ヶ年における農業予測は次のとおりである。

表2-2 農業予測

	1984/1985	1991/1992	1996/1997	2001/2002	2006/2007
1. 農用地 (百万ha)					
栽培面積	176.4	182.2	190.6	197.2	203.4
うち穀物	126.7	127.0	130.0	132.6	135.0
2. 灌漑面積 (百万ha)					
穀物	44.2	53.8	62.3	70.2	77.7
その他	16.3	21.9	27.0	31.8	36.3
計	60.5	75.7	89.3	102.0	114.0
生産量 (百万トン)					
-ワタ	8.5	10.5	14.0	18.0a	23.0a
-サトウキビ	170.3	235.0	275.0	335.0b	408.0b
-穀物	145.5	172.5	210.0	245.0	285.0
-油糧作物	13.0	17.5	23.0	29.0c	37.0c

注 : ワタは百万レーベル

出典 : Eighth Five Year Plan 1992~97, Planning Commission

2-1-3 種子生産計画

(1) 種子生産の状況

1) 優良種子の生産配布体制

インド国の優良作物種子は育種家種子 (Nucleus Seed)、原原種 (Breeder Seed)、原種 (Foundation Seed)、検定種子 (Certified Seed) の4段階に分けられ、以下のような体制で生産配布が行なわれている。

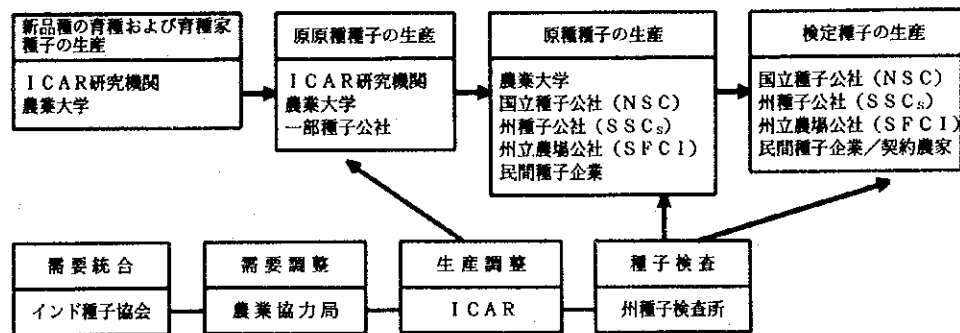


図2-1 種子生産・配布体制

育種から原原種の生産配布は、ICARおよび各州立農業大学が担当しており、その一部分をIARIのDSSSTとその附属機関であるカルナル農場他3農場が実施している。原種および検定種子は種子会社や民間種子会社によって生産配布がなされており、そのシェアの多くを種子会社が持っている。種子会社は全国に15社を数えるが、いずれも経営状態が悪く、早急な改善が望まれている。

1988年より始めた種子開発に関する新政策の一環として、種子の輸入が自由化されたため、民間種子会社による野菜等のハイブリッド(F1)種子の生産が行なわれている。

種子検査・証明についてみると、育種家種子はその品種を育種した機関が行ない、原原種はIARIのDSSSTを中心とした検査委員が実施している。原種および検定種子は国定の品質基準に則り、各州の種子検査所/検査室が行なっている。検定種子の販売は、品質表示の義務をもっており、この品質基準以上の種子しか販売できない仕組みとなっている。インド国政府は、優良種子の普及促進のために種子品質管理を重視しており、種子検査体制の強化に力を入れている。

2) 種子の生産状況

1992/93年度における主要作物の種子生産状況は下表のとおりである。

表 2 - 3 種子生産状況

作物		育種家種子 (kg)	原原種 (トン)	原種 (トン)	検定種子 (トン)	
イネ	目標	497	74.4	}	-	
	実績	826	123.9		172,100	
コムギ	目標	22,540	563.5		}	-
	実績	38,540	962.6			25,200
トウモロコシ	目標	47	4.7		}	-
	実績	110	10.9			16,800
雑穀類	目標	-	265.0	-	-	
	実績	-	269.5	3,500	44,700	

出典：原種はAnnual Report 1993/94, Department of Agriculture and Cooperation
 その他はIARI、DSS T資料

育種家種子および原原種の生産実績は目標値を上回っているが、これはインド国の施策により次年度の災害（旱魃・洪水等）に対処するための備蓄用として、目標値の25～50%を目途に生産するためである。

(2) 種子生産計画

農業開発計画の中で農業投入資材の安定供給が強調されているが、その中でも優良種子の供給は、その効果に比して農家の財政的負担、環境への影響が比較的少ないことから、最も重要視されている。第8次5ヶ年計画の中でも優良種子の生産と配布の継続はうたわれている他、地方における優良種子配布に占める州の役割は重要であるとしている。特に、高収量、高品質または耐病虫害種子の開発と在来種との交替が強調されている。また、高付加価値種子としての野菜、ワタ等のF1種子生産への民間部門の参入が期待されている。計画の中では、検定種子使用量を1991/92年度の49万トンから1996/97年は70万トンへと約43%増加させるとしている。

(3) 国家種子計画Ⅲ

世界銀行の融資による本計画は1969年に第1期計画が開始され、現在第Ⅲ期計画が実施中である。本計画は、インド国の種子生産・配布体制の総合的な強化を図るものである。

第Ⅲ期計画は1990年3月より世界銀行の融資額1.5億ドルおよびインド国内貨23.6億ルピーの予算で開始され、1995年6月に終了を予定しているが、貸付実行の遅れにより期間の延長が考えられている。

計画の目的として、農家の支援のために適正価格で適当な品種の検定種子／優良種子を適期に必要な量確実に供給することを図り、国および州レベルの種子公社を経済的に存続させるための作業効率の改善と、民間種子業育成のための適切な金融制度の整備があげられている。

本計画は事業部門とプログラム部門の2部門から構成され、事業費の内訳は事業部門に8.75億ルピー（世銀分は4千万ドル）、プログラム部門に14.85億ルピー（世銀分は1.1億ドル）となっている。

事業部門としては、① 国立農業・地域開発銀行による公立および民間種子会社への投融资、② ICARによる品種開発と原原種生産、③ 種子検定機関および種子検査室の強化、④ 移動式種子処理施設の整備、⑤ 機構改革と訓練の実施が計画されている。

一方、プログラム部門には国立および州立の種子公社の経営的自立を図るために、財務的改革と要員のレベルアップを目的とした各種子公社の機構見直しのための調査と具体策の実施が計画されている。

このうち、事業部門の中にはICARによる品種開発と原原種生産が上げられ、ICAR所属の62の研究機関および州立大学を対象としたものである。

これらのうち、今回の無償案件対象機関に関するものは、原原種生産強化として、カルナル農場に原原種生産用灌漑ポンプおよびトラクターの整備、および種子検定強化のためIARIのDSST中央種子検査室の機材整備が含まれている。

（以上事前調査報告書「2.6.1 国家種子計画Ⅲ」より抜粋、詳細については同報告書を参照）

2-1-4 育種・種子研究計画

(1) 種子の育種・研究体制

1) 国内体制

インド国の農業研究は農業省農業研究教育局（DARE）に属するICARによって統括され、農業大臣を総裁、DARE局長を理事長として、全国の国立研究機関、

特別研究計画を管轄している。I C A Rの活動目的として、次のものがあげられている。

- ① 農業、畜産、水産、家庭科学その他の科学の研究、教育とその応用に関する企画、支援、促進、調整を行なう。
- ② 農業、家畜衛生、水産、家庭科学その他の科学に関し、出版、情報システム、技術移転を通じ、中央情報機関としての役割を担う。
- ③ 農業、家畜衛生、水産、家庭科学その他の科学の情報に対する教育・研究・研修についてのコンサルタントサービス
- ④ 各種研究機関との協同開発によるポストハーベスト技術を含む農業を主体とした地域開発に関する問題の研究を行なう。

I C A Rは、59の研究所、30の研究センターを所管している他、地方の農業研究能力の向上のため各州にある28の州立農業大学に対して援助・指導を行なっている。これらの研究機関のうち、作物品種の育種・研究は、I A R Iを含む24の研究機関と24の農業大学で実施されているが、I A R Iを除く他の研究機関が単科作物のみの育種・研究であるのに比し、I A R Iは多くの育種単位を有しており、I C A Rの育種・研究機関としては最も大きく、かつ重要な地位を占めている。

2) I A R Iの種子研究

I A R Iの中で種子生産に関する研究は、D S S Tが中心となって実施しており1968年に種子技術課として設置され、1984年に現在の名称となった。D S S Tは各種研究室の他、中央種子検査室があり、種子検査の機能も併せ持っている。

D S S Tは種子に関する以下の活動を行なっている。

① 種子に関する研究

- 種子生産
- 種子貯蔵
- 種子病理
- 種子検査

② 大学院生の教育（修士課程および博士課程）

- ③ 国内および海外研修員の受入れ
 - 種子検査
 - 品種同定
 - 種子証明
 - 種子健全度検定
- ④ 州種子検査所の指導および種子検査（中央種子検査室）
- ⑤ 原原種生産の計画立案、監督指導
- ⑥ 普及指導
 - 種子生産機関との連携
 - 最新優良品種の配布
 - 農家への技術指導
- ⑦ 国家レベルで行なっている20の種子研究機関の調整
- ⑧ インド種子技術協会本部機能

種子研究はD S S Tの研究室および付属施設であるカルナル農場においても行なわれており、研究内容としては、いずれも応用研究に関するものが多く見られる（詳細は事前調査報告書「2-3-2 育種・種子研究体制を参照」）。

(2) 育種・種子研究計画

現在、インド国における種子更新率は低く、食糧の増産を図るためには新品種の普及を2年～3年に早め、少なくとも種子更新率を10～15%に高めたいとしている。優良品種の開発および普及を図るため、植物遺伝資源研究、種子開発研究、原原種を生産等は以下のとおりである。

1) 植物遺伝資源

植物遺伝資源計画には、重要食用作物、油糧作物、園芸作物、森林作物、飼料作物、探索中の植物遺伝資源の収集、保存および交換の他、国内植物遺伝資源情報ネットワークの開発、植物検疫体制の強化ならびに現在使用されている種子や探索済の植物遺伝資源を用いての乾燥地雑豆類の高収量・耐病性品種の開発が計画されている。

植物遺伝資源計画への海外からの協力としては、米国国際開発庁（USAID）の援助による1988年から10年間の予定で実施中の計画があり、その事業費は援助額1,870万ドル（インド国側負担分925万ドル相当ルピー）である。計画はインド国立植物遺伝資源局（NBPGR）の植物遺伝資源の保存、情報処理、植物防疫のための

施設整備、業務能力等の強化を目的としたもので、施設建設、機材の供与、訓練が主な内容となっている。

このうち、施設建設は、NBPGR本部と国立遺伝子銀行用の建物施設が1995年中の完成予定で建設中であり、この遺伝子銀行は100万点（長期・中期保存）の種子の保管能力を持つことになっている。その他、超低温貯蔵、組織培養保存のための施設も含まれている。また、ここに植物防疫の本部機能施設を備える他、全国4ヶ所に植物防疫施設を建設する計画である。

また、機材整備として、遺伝資源保存研究に必要となる実験研究機材、遺伝資源に関する情報処理・交換を行なうコンピュータシステムの整備を行なうこととなっている。

この他NBPGRの科学者に対して、遺伝資源保存研究に関する研修をインド国内や米国において実施する他、共同探索収集として、インド国や米国において、両国の科学者が合同で植物遺伝資源の探索収集を行なう計画となっている。

2) 種子開発研究

種子開発研究は主としてハイブリッド（F1）の開発研究を計画実施しており、その内容は次のとおりである。

- ① 北部インド地方向けの、イネ、ヒヨコマメ、ナタネ／カラシナ、冬期作ソルガムおよび早生中繊維ヒルスタムワタの高収量F1の開発、および農業気象条件の変動に適応性をもつ在来ワタおよびヒマワリの有望F1の開発
- ② トウモロコシの冬期作用高収量品種および雨期作用早生種、乾燥地／半乾燥地向けのトウジンビエ耐麦角病および耐黄化萎縮病F1、耐病性を持つヒマF1早生種の開発
- ③ 種子技術研究、育種家種子および原原種の生産、農場試験・研究の強化

3) 種子技術研究および原原種生産

優良種子生産技術の開発と研究のために以下のものを計画実施している。

- ① 遺伝的純度検定、活性度試験による評価を通じた穀物の優良な育種家種子および原原種の十分な量の生産
- ② 種子生産地（種場）および種子生産費の確認

- ③ 病害のない種場の特定および雑豆類、油糧作物、野菜の種子発病性病害の病原となる、ウィルス、バクテリアの同定、防除方法の確立
- ④ ロット単位による種子発病性病害発生を予測するための種子汚染度の限界特定およびその対処法の確立
- ⑤ 適正な種子保存および包装方法の開発、保存中の害虫防除非伝統的な方法の開発、種子の低温保存の研究

2-1-5 種子研究・生産計画の課題と本計画の関連

種子研究・生産に関わる計画について大きく、①遺伝資源の収集・保存、②育種・研究（インド国では原原種の生産までが研究部門の役割となっている）、③種子増殖・配布の3段階から成っている。このうち①についてはUSAIDが100万種もの植物遺伝資源保存が可能な保存庫を中心とした施設の建設、機材整備等の計画について協力を行なっている。③については従来より世界銀行が国家種子計画を3次に亘り実施し、種子公社や民間種子会社へてこ入れを行なってきたが、第3次国家種子計画において、既に述べたように世界銀行は一部②の分野への協力も含んでいる。これは、③のみを強化しても、良質な原原種の生産等②の分野の拡充が図られなければ十分な成果が得られないとの認識に基づくものであるが、この協力は、種子公社、大学、各種研究機関を対象とした機材等のパラマキ援助（総額約7億円）の印象を拭い得ない内容となっており、今回のようなまとまりのある計画の実施が求められている。（以上事前調査レポート「4-2-1 計画の妥当性（3）」より引用）

以上のように、種子研究・生産計画の3段階のフローのうち、②の育種・研究の段階の整備・強化が急務となっている。この段階は、優良種子の形質を保持した原原種を開発・生産する役割をもち、この段階の良否は後に続く原種・検定種子の品質に大きく影響を及ぼすことになる。また、生産された原原種が良好な環境で保存されることにより、形質の劣化や発芽率の低下等を防止することは、優良種子の増殖・普及に多大な貢献をするものとなる。したがって、本プロジェクトの内容がIARIの種子開発、原原種の生産・保存と一貫したコンセプトを含んでいることから、インド国の優良種子の開発・生産・増殖・配布の体制に大いに寄与するとともに、本計画の実施によって種子の研究・生産に係る3段階が充実されることとなる。

2-1-6 財政事情

(1) 国家財政

インド国の国家財政は慢性的な財政難にあり、近年財政赤字幅も拡大し、経常支出も賄いきれていない。また、歳入に占める海外からの借入金も30%前後を占めている。

表2-4 財政状況

(単位：億ルピー)

区 分 \ 年	1989/1990	1990/1991	1991/1992	1992/1993
1. 歳 入	5,229.6	5,495.4	6,604.7	7,827.9
2. 資本受入	3,002.0	3,899.7	3,852.8	3,924.5
- 返済収入その他	498.0	571.2	905.8	972.5
- 海外借入金他	2,504.0	3,328.5	2,947.0	2,952.0
3. 総 収 入	8,231.6	9,395.1	10,457.5	11,752.6
4. 歳 出	6,421.0	7,351.6	8,230.8	9,497.6
5. 資本支出	2,869.8	3,178.2	2,912.2	2,974.7
6. 総 支 出	9,290.8	10,529.8	11,143.0	12,472.6
7. 経常収支 (3.-6.)	-1,059.2	-1,134.7	-685.5	-720.2

出典：India 1993

(2) 農業部門投資計画

第8次5ヶ年計画における各部門別の投資額は下表に示すとおりである。農業部門は第7次計画でシェアが落ちたものの、第8次計画では18.65%と工業、サービスに次ぎ第3位を占めている。

表2-5 部門別投資額

部 門	第8次5ヶ年計画		部門別シェア (%)		
	投 資 額 (億ルピー)	投資に占める民 間の割合 (%)	6次計画	7次計画	8次計画
1. 農 業	14,880	34.95	15.24	11.23	18.65
2. 鉱 業	3,960	71.97	6.06	6.70	4.96
3. 工 業	18,840	25.00	23.60	26.00	23.61
4. 電力、ガス、水	10,212	90.09	12.07	13.65	12.80
5. 建 設	2,054	16.07	2.73	1.86	2.57
6. 運 輸	8,791	55.97	9.42	9.93	11.02
7. 通 信	2,600	96.15	1.50	2.03	3.26
8. サービス	18,463	34.61	29.38	28.60	23.13
計	79,800	45.24	100.00	100.00	100.00

注：額は5年間の累計額

出典：Eighth Five Year Plan 1992~1997, Planning Commission

(3) 農業関連機関の予算

I C A RおよびI A R Iの年次別予算は下表に示すとおりである。

表2-6 農業関連機関予算

(単位：百万ルピー)

機 関	1990/1991	1991/1992	1992/1993	1993/1994	1994/1995
I C A R	2,527.12	3,005.51	3,220.19	3,554.60	4,287.80
うちI A R I分	270.00	287.80	285.00	328.70	390.12
割 合 (%)	(10.7)	(9.6)	(8.9)	(9.2)	(9.1)

出典：IARI, DSST資料

2-2 他の援助国・援助機関等の計画

インド国の国家政策の一つである食糧の自給達成のためには、優良種子の生産と配布が重要な課題であるとし、海外援助も積極的に受け入れ、その体制強化を図ってきている。種子に関する海外からの援助計画には、世界銀行、USAIDのプロジェクトが実施中で、最近、英国開発庁(ODA)のプロジェクトが終了した。世界銀行、USAIDのプロジェクトは「2-1-3(3) 国家種子計画Ⅲ」および、「2-1-4(2) 1)植物遺伝資源」で概要を述べているので、省略する。

種子科学・技術計画は英国海外開発庁(ODA)の援助で1990年8月より4ヶ年計画で実施されたものであり、援助総額は278,900ポンド(他にインド国側負担額が70,000ルピー)で、IARIのDSSTの科学技術強化と研究施設整備を図るため、以下の3分野を対象としている。

- (1) 品種同定技術の標準化
- (2) 種子検定技術の標準化
- (3) 種子貯蔵および包装の研究

本計画は技術研究協力が中心で、IARI研究者の英国での研修、英国からの専門家派遣、ワークショップの開催、研究用資機材・書籍の整備が含まれている。

2-3 我が国の援助実施状況

南西アジア地域においてのインド国の政治的・経済的な役割の重要性と伝統的な友好関係から、我が国は、インド国を援助の重点国として積極的な援助を実施してきている。インド国に対する援助方針として、以下の分野を重点分野としている。

- (1) 経済基盤の整備
- (2) 工業生産性の向上
- (3) 農業生産性の向上
- (4) 環境の保全・改善
- (5) 保健医療・社会サービスの充実
- (6) 人的資源の開発

我が国のインド国に対する1993年までの実績をみると、インド国は我が国ODAの第5位の受取国である。インド国にとっては、1986年以降は1990年を除き我が国が最大の二国間ODA供与国となっている。

農業分野における援助実績についてみると、無償資金協力では、食糧増産援助が1978年に開始されて以来現在まで継続されている他は、1987年に農業機械検査・普及センター整備計画があるのみである。一方、有償資金協力としては、数件の肥料工場計画および灌漑計画が数件見られるのみである。また、技術協力案件としては、プロジェクト方式によるものが1960～70年代に実施されたが、1980年代はなく、1991年に入って1件実施されているのみである。

我が国の農業分野での援助実績は次のとおりである。

表2-7 形態別援助の実績

形態別	案件名	年度	案件の概要	金額(億円)
単独機材供与	遺伝子研究用機材	1990年	機材供与(中央綿花研究所用)	0.084
	"	1991年	"(")	0.205
無償資金協力	食糧増産援助	1978~1980年	肥料の調達	7.0~10.0
	"	1985~1987年	"	6.0~12.0
	農業機械検査・普及センター機材整備計画	1987年	機材調達	3.71
	食糧増産援助	1988~1992年	肥料調達(1990年は農機含む)	各年共6.0
"	1993年	肥料調達	7.0	
有償資金協力	アオンラ肥料工場計画	1985年	工場建設	95.0
	"	1986年	"	58.0
	ゴーラクブル肥料工場近代化計画	1987年	工場施設整備	26.35
	コラブ上流灌漑計画	1988年	灌漑施設整備	37.69
	インドラヴァティ上流灌漑計画	"	"	37.44
インディラガンジーナハル農業開発計画	1989年	用水路リハビリのE/S	0.84	
プロジェクト方式技術協力	農業技術センター(1,2次)	1962~1968年	農機具利用による水稻の模範栽培	
	農業普及センター(1,2次)	1968~1975年	日本式稲作技術の模範演示	
	タンダカラニア農業開発	1970~1975年	難民救済のための圃場整備と技術指導	
	農業研究協力	1971~1976年	病虫害の研究および園芸作物の栽培研究	
二化性養蚕技術開発計画	1991~1996年	養蚕の実用技術の開発研究		
開発調査方式技術協力	シャルダ灌漑排水事業整備計画	1990~1991年	75万haより代表地区を選定し、その灌漑排水計画の検討	

出典：我が国の政府開発援助ODA白書1994、外務省他

2-4 プロジェクトサイトの状況

計画対象地は、ニューデリーに所在するIARI本部とハリアナ州カルナル町にあるIARIカルナル農場の2ヶ所があり、以下にその位置、自然条件、社会基盤整備および組織の状況について述べることにする。

2-4-1 IARIニューデリー

(1) 位置

IARIはニューデリーの商業中心地コンノットプレースより西方へ約8kmの地点にあり、プサ研究所の別名で呼ばれている。約500haの面積を有し、各種の研究施設、試験

圃場等が所在している。計画対象となるD S S Tは敷地内の北端にある鉄筋コンクリート4階建、床面積約1,500㎡の建物を有し、北側を圃場に接するが、他は研究施設に隣接している。

プロジェクトサイトは図2-2に示すとおりである。

(2) 自然条件

地形は平坦で、特に問題となる障害物はない。I A R Iの気象観測に基づく気象条件は以下のとおりである。

表2-8 気象データ

観測地：ニューデリー

項目 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
温度 (°C)												
最大	20.7	23.5	28.7	36.1	39.5	39.5	35.0	33.7	34.1	33.0	28.4	22.8
最低	6.6	9.2	13.3	18.9	23.7	26.8	26.5	25.8	23.6	16.9	11.1	7.1
平均	13.7	16.4	21.3	27.2	31.5	33.1	30.7	29.9	28.8	24.7	19.8	15.0
関係湿度 (%)												
(1)	92.5	88.3	79.7	63.0	56.0	61.6	80.5	84.7	82.1	83.4	87.5	92.4
(2)	48.1	44.5	36.2	24.7	29.0	35.3	60.3	65.7	54.5	33.0	34.2	45.1
平均	70.4	66.8	58.2	43.8	42.3	48.8	70.8	75.1	68.4	58.5	61.0	69.0
降雨量 (mm)	17.1	22.4	12.9	6.9	19.4	50.4	185.3	213.3	93.8	8.6	6.1	9.9
降雨日	1.4	2.7	1.7	1.2	2.3	3.9	10.9	9.8	5.8	0.8	0.7	1.5

注(1) : 1985~1994年の平均値

注(2) R. H. (1) = 7 : 20 A.M.

(2) = 14 : 20 P.M.

(3) 社会基盤整備状況

1) 電力

I A R Iはデリー電力公社より7ヶ所の受電設備に11KV架空線で電力供給を受けている。対象施設であるD S S Tには、900m離れた受電設備より440V 3相4線で供給され、その最大受電容量は1,000KVAである。電力供給の問題点としては、時折りの停電と電圧の上昇降下の頻発であり、電気機器には電圧調整器が必需品となっている。また、非常用電源として63KVAの自家用発電機を有している。

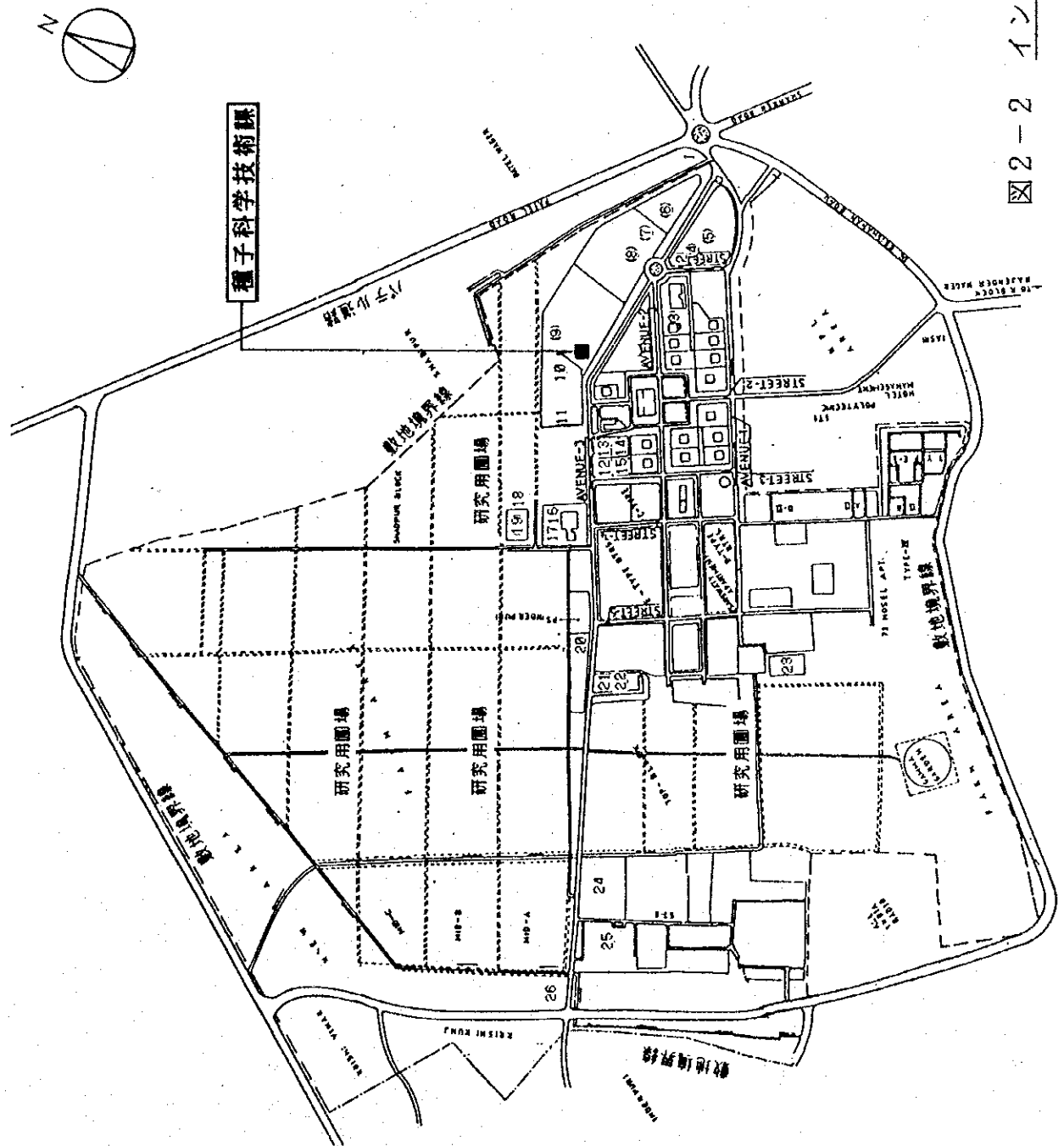


図2-2 インド農業研究所 (IARI) 敷地見取図

2) 給 水

I A R I の西約20kmにあるデリー給水・排水公社のワジラバード給水場から水道水を受水している。この水源はヤムナ川およびハリアナ州からの導水によっている。この他、圃場灌漑用として、敷地内に3本の深井戸がある。対象施設への給水はD S S T に隣接した容量80㎡の半地下水槽より供給されることとなる。

3) 排 水

I A R I の各研究施設よりの雑排水および汚水は、敷地の西方に設置された下水処理場に集められ、処理後敷地外のデリー市の公共下水溝に放流されている。

(4) 組 織

D S S T はニューデリーに本部を置き、カルナル農場を含む4農場を所管している。ニューデリー本部組織は以下のとおりで6つの研究部門に分かれている。

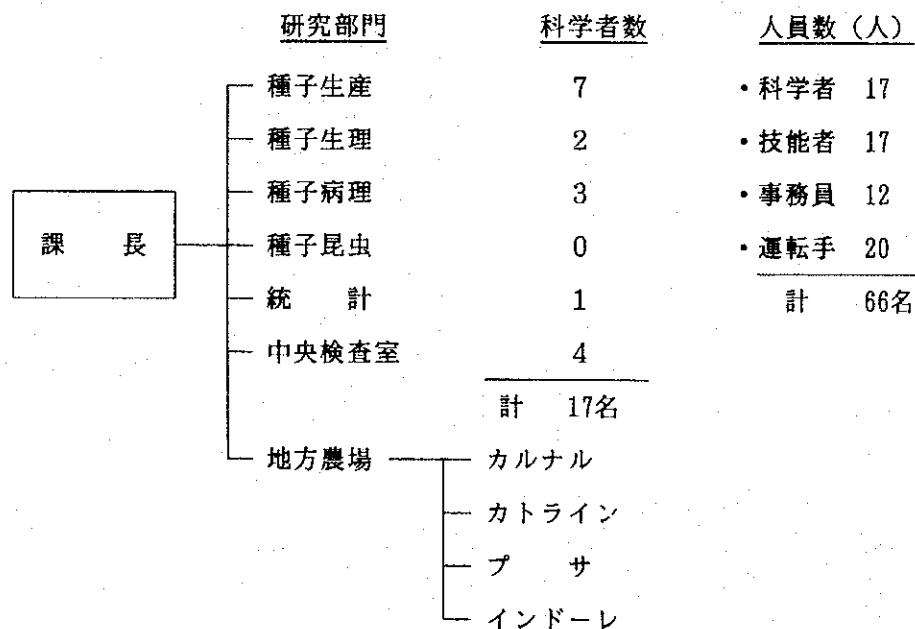


図2-3 D S T T 組織図

(5) 施設・機材の状況

D S S Tの保有する主要機材は表2-8のとおりである。

表2-9 D S S Tニューデリー機材リスト

ニューデリー・D S S T

No.	既存機材名	数量	配置 室NO	要 と 請 の 機 重 材 複	要請機材		特記事項
					研究 課題	配置 計画	
1.	電子天秤	1 2	106 108	☆	②	104	汎用機器であり、配置室が異なる
2.	分光光度計	1 1	106 104				
3.	電導率計	2	104				
4.	PHメーター	1	104				
5.	電気泳動装置	2	8	☆	①	8	要請とは泳動方式が異なる
6.	isoelectric focussing unit	1	8				
7.	冷却式遠心器	2	104	☆	①	104	要請とは処理容量、回転数が異なる
8.	卓上型遠心器	1	104				
9.	ゲルドライヤー	1	8				
10.	恒温器	4	8				
11.	ガスクロマトグラフィー	1	106				
12.	BOD恒温器	3 4	104 4				
13.	超低温庫	2	104				
14.	クリーンベンチ	2	108				
15.	双眼実体顕微鏡	11	108				
16.	生物顕微鏡	4	108	☆	③	108	要請とは観察方式が異なる
17.	顕微鏡写真撮影器	1	108	☆	③	108	他機種との相互性がない
18.	グロースチャンバー	1	6	☆	①	6	要請とは照度条件等が異なる
19.	パーソナルコンピュータ	1 1	3 9	☆	①④	3	情報処理量が大きく増大するため必要となる

- (注) 1. 研究課題の番号は、表3-6に示す番号と対応する。
 2. 部屋No. は図3-5に示す番号と対応する。
 3. 本計画対象外の中央種子検査所(3F)の機材は含まない。

2-4-2 IARIカルナル農場

(1) 位置

カルナル農場は、首都ニューデリーから北へ延びる大幹線道路（グレートトラックロード）の約120km地点のハリヤナ州カルナル市に所在し、敷地の西側はこの大幹線道路に接している。敷地面積は107haで、うち種子生産研究用圃場が90haを占めている。敷地の東側に小麦研究所がある他、大幹線道路をはさんだ北東側に、国立動物遺伝子研究所がある。

本農場内には、圃場の他事務所棟、種子処理・貯蔵棟、野菜種子処理・貯蔵棟、農業機械格納庫、職員・従業員宿舍等の建築施設がある。本計画の建物建設予定地は、既存の種子処理・貯蔵棟の北側に位置し、用地として東西80m、南北60mの長方形の約4,800㎡である。この用地は現在種子生産圃場として使われている。

プロジェクトサイトは図2-4に示すとおりである。

(2) 自然条件

対象地の地形はほぼ平坦であり、特に問題となる障害物はないが、用地は周辺の建物敷地の地盤高に比し、約50cm低いため、建設に当たっては盛土が必要となる。カルナル農場の気象観測に基づく気象条件は以下のとおりである。

表 2-10 気象データ

観測地：ニューデリー

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
項目												
温度(°C)												
最大	20.7	23.5	28.7	36.1	39.5	39.5	35.0	33.7	34.1	33.0	28.4	22.8
最低	6.6	9.2	13.3	18.9	23.7	26.8	26.5	25.8	23.6	16.9	11.1	7.1
平均	13.7	16.4	21.3	27.2	31.5	33.1	30.7	29.9	28.8	24.7	19.8	15.0
関係湿度(%)												
(1)	92.5	88.3	79.7	63.0	56.0	61.6	80.5	84.7	82.1	83.4	87.5	92.4
(2)	48.1	44.5	36.2	24.7	29.0	35.3	60.3	65.7	54.5	33.0	34.2	45.1
平均	70.4	66.8	58.2	43.8	42.3	48.8	70.8	75.1	68.4	58.5	61.0	69.0
降雨量(mm)	17.1	22.4	12.9	6.9	19.4	50.4	185.3	213.3	93.8	8.6	6.1	9.9
降雨日	1.4	2.7	1.7	1.2	2.3	3.9	10.9	9.8	5.8	0.8	0.7	1.5

注(1)：1985 - 1994年の平均値

注(2)：R.H. (1) = 7:20 A.M.

(2) = 14:20 P.M.

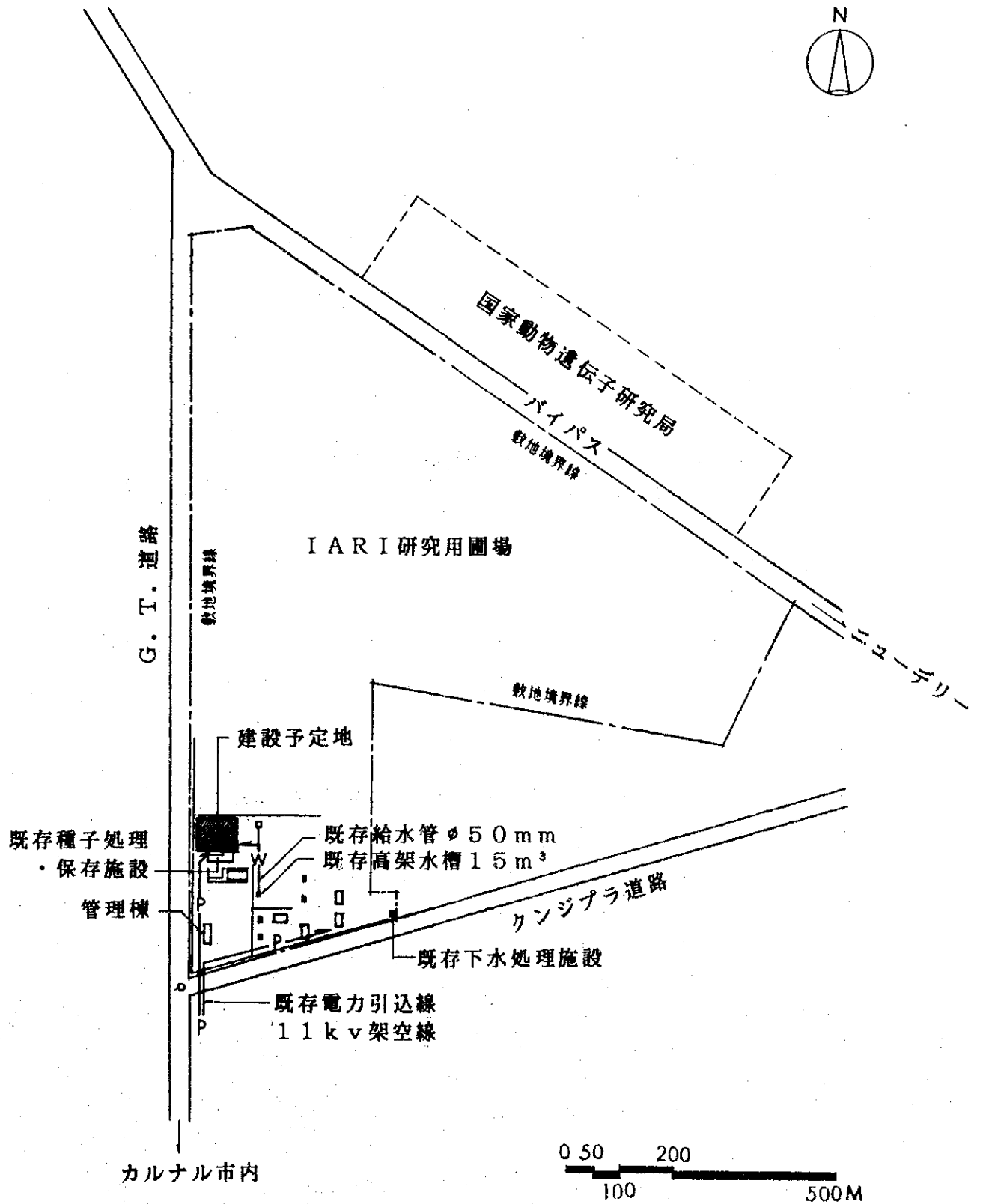


図2-4 IARIカルナル農場敷地見取図

(3) 社会基盤整備

1) 電 力

農場へはハリアナ電力庁より11KV架空電力線で敷地内の2ヶ所受電設備に電力供給がなされており、うち1本は種子処理貯蔵棟への専用線となっている。この受電設備より440V 3相4線で各建物に供給されている。電力供給の問題点としてはIARRニューデリーと同様、時折りの停電と電圧の上昇降下の頻発であり、ここでも電圧調整器は必需品となっている。本農場も非常用電源として63KVAの自家用発電機を有している。

2) 給 水

本農場には公共上水道による外部からの給水がないため、農場敷地内に5本の深井戸を持ち、うち本4を灌漑用、残る1本を施設用として15㎡の高架水槽に揚水し、使用している。

3) 排 水

農場周辺には公共下水溝がないため、敷地内の雑排水と汚水は、敷地南端の下水施設に集められ、処理の後地下浸透処理をしている。

(4) 組 織

カルナル農場は場長以下12名の科学者の他、事務員や種子生産関係者を合わせて総勢160名となっており、その組織は次のとおりである。

		部 門	科学者数	人 員 数
場 長	—	種子生産	7	・科学者 13 (含場長)
	—	種子処理	1	・技術者 20
	—	昆 虫	1	・事務員 11
	—	農業機械	1	・運転手他 7
	—	病 理	2	・労務者 109
		計	12名	計 160名

図2-5 カルナル農場組織図

(5) 施設・機材の状況

既存貯蔵施設としては、80～100トン容量の貯蔵庫（70㎡×4庫）があり、処理～出荷までの短期貯蔵および緊急災害用の備蓄、売れ残り等の繰り越し在庫の貯蔵に用いられている。高温高湿な現地の気候条件に対し、貯蔵条件を種子に適したものとするため、各庫に1台ずつ小型空調機を設置している。しかし、倉庫構造上外気から密閉できないため、効果は薄く、種子発芽率の低下、貯蔵害虫の繁殖を招いている。また、種子処理施設（355㎡）内では機械類周辺のスペースが処理前種子の一時保管に用いられているが、種子処理作業の最盛期となるコムギ収穫後にはスペースが足りず処理作業の妨げを招いている。

カルナル農場の保有する施設、機材は表2-11のとおりである。

表2-11 カルナル農場施設・機材一覧表

No.	機材名	数量	概略仕様	特記事項
A. 穀物、豆、油糧作物の種子処理用機材				
1.	揺動選別機	2	0.5~1.0ton/hr 2 screen+ 1 Aspirator	1982年、1984年製 老朽化のため故障が頻発し、作業効率が低い。
2.	長さ選別機	1	インデントシリンダー型 0.5~1.0ton/hr 500kg/hr×2 cylinder	1983年製 老朽化のため異常音が発生中。処理能力の低下も著しい。
3.	比重選別機	1	0.5~1.0ton/hr 1.5ton surge bin サイクロン集塵	1984年製 老朽化のため故障が頻発しており、作業効率が悪い。 選別ベッドの老朽化がひどく、選別精度が悪い。
4.	バケットエレベーター	2	1.0ton/hr	年式不明 老朽化のため作業効率が悪い。種子の機械的損傷が発生している。
5.	薬剤処理機	1	0.5~1.0ton/hr Slurry type	1985年製 老朽化のため作業効率が悪い。また、薬剤の均一な塗布処理が難しい。
6.	袋縫い器	2	ポータブルタイプ シングルスティッチ	1982年製 老朽化が激しい。
7.	台秤	1	500kg、機械式	
8.	ハンドブローワー	1		ヘアードライヤーに似た非常に小型の送風機で、処理機械の清掃に必要な風力を得られない。
9.	小型精選機	1	80~100kg/hr 揺動選別機とインデント シリンダーの組み合わせ	1980年製 老朽化が激しい。
10.	種子乾燥機	1	バッチ式 バッチ容量 2,500×1,800×900	年式不明 老朽化が激しく使用不可能。
11.	運搬用台車	2	200~400kg	
B. 野菜種子処理用機材				
12.	揺動選別機	1	100~120kg/hr 2 screen+ 1 Aspirator	1982年製 老朽化のため作業効率が低い。
13.	比重選別機	1	100~120kg/hr	1982年製 現在壊れており、使用不可。
14.	長さ選別機	1	インデントシリンダー型 100kg/hr	1982年製
15.	種子乾燥器	1	バッチ容量 100kg 電気ヒータータイプ	1972年製 老朽化が激しく使用困難。
16.	種子乾燥器	1	バッチ容量 100kg シリカゲルタイプ	1983年製 老朽化のため使用不可。
17.	種子抽出器	1	湿式(チリ・トマト用) 処理果実量100~150kg	1994年製
18.	スカルパー (プレクリーナー)	1		年式不明
C. その他				
19.	種子サンプル均分器	2	ポータータイプ×1 ガジェットタイプ×1	老朽化と元来の品質が悪いため、均一にサンプルが分割できない。

2-5 環境問題

本プロジェクトの実施によって、大気汚染、水質汚濁、騒音等の発生はほとんどなく、周辺環境に与える影響はないと判断される。カルナル農場の種子処理施設では、種子処理作業中に埃の発生があるが、これは集塵機によって処理される他、処理機械より騒音が若干発生するが、建物が農場内に独立してあることから周辺には影響を及ぼさない。その他、本プロジェクトによって整備する研究用機材の使用による環境への影響はないと考えられる。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的・対象

3-1-1 プロジェクトの目的

インド国は、増大する人口への食糧自給を国家政策の重要課題としており、そのための食糧生産の拡大が急務となっている。食糧生産拡大のためには、60年代の緑の革命の成功例で見られるように、多収量・高品質の優良種子の普及によるところが大きく、優良種子の生産・保存・配布に係る関係機関の体制・機能強化が望まれている。本プロジェクトの目的は、優良種子の研究・生産に携る I A R I に対して、優良種子生産・配布の上流部門である新品種の研究、育種家種子・原原種の生産拡大と生産された種子の適切な保存・管理による種子の品質向上等を図るために、建物施設の建設と機材の調達を行ない、多収量・高品質の優良種子の生産・配布・普及に寄与するものである。

また、本プロジェクトの実施によって種子の生産・調製・保存に関する教育・訓練を通じ、種子科学技術の向上を図ることが可能になるとともに、種子研究の機能・体制強化に結びつくものである。

3-1-2 プロジェクトの対象

本プロジェクトの対象地は、ニューデリー I A R I 本部の種子科技術課（D S S T ニューデリー）と、ハリアナ州カルナル市にある I A R I カルナル農場の2ヶ所である。対象施設・機材は、D S S T ニューデリーが種子研究用の機材と育種素材・真性種子の保存に関するものであり、カルナル農場は穀物・野菜の育種家種子、原原種の種子処理・貯蔵用設備とそれらを収容する建物施設である。

3-2 プロジェクトの基本構想

3-2-1 協力の方針

プロジェクトの意図している目的達成のために、インド国側より要請のあった施設・機材が果たして適合しているかどうかの検討を行なった。インド全国の原原種生産に占める I A R I のシェアは、コムギ11.8%、イネ3.9%、ソルガム6.4%と重要な地位を占めており、その施設・機材の整備による生産拡大による波及効果は高いものといえる。

2000年にインド国の人口が10億人に達すると予想されており、その人口を養うための食糧生産量とその生産に要する優良種子量が推測されている。この推計に基づき、作物別、種子別および生産者別に種子生産プログラムが作成され、カルナル農場における育種家種子、原原種の生産目標も設定されている。この生産量には、世界銀行による生産機材の整備も予定されており、十分に達成できるものと判断され、本プロジェクトの種子処理・貯蔵設備の規模設定に用いることとした。

現在、カルナル農場にある穀物および野菜種子の処理機材は老朽化が著しく、全機種とも更新が必要とされている。穀物種子処理設備の検討にあたっては、原原種の収穫期が限定されており、品質保持のために作業がスムーズに一定期間内に終了することが必要であるため、検討の結果、1～1.5トン/時の処理設備ラインが適切規模とされた。また、野菜種子処理設備は処理量も小さいため、小型機械を個別に設置するのが適当との結論を得た。

種子貯蔵施設は、カルナル農場とD S S Tニューデリーの両者に要請されている。カルナル農場の現況の貯蔵施設は、容量の不足および倉庫条件の不適性により、早急な増設と改善を必要とされている。要請のカルナル農場の種子貯蔵庫は、越年貯蔵用の空調施設を有するものと短期間用の常温庫の2種類となっている。その保存種子量は、2000年の種子生産量を基準として算出し、低温貯蔵庫の保存量は、緊急用備蓄用、繰越し在庫用として、それぞれ32トン、12トンの規模とした。また、常温貯蔵庫は、種子の調整後から出荷までの数ヶ月の貯蔵期間とし、その貯蔵量を、穀物用80トン、豆・油糧作物30トンの規模とした。

一方、野菜種子の貯蔵は一部作物の3年分の生産量、緊急備蓄用および将来の需要増加分を加味した4トンの種子を、貯蔵性も考慮して全量を低温貯蔵する。また、育種家種子の貯蔵は、2000年の生産目標値に施設整備による貯蔵期間の延長がもたらす将来の増加分を加味し、10トンの量を低温貯蔵庫に保存することとした。

D S S Tニューデリーの生殖質保存用施設は、育種素材種子を約2万点(3.3トン)の他、7年間の保存が義務づけられている新品種の真性種子保存量が700kgと見積られ、これらをD S S Tの研究室を改造し、低温貯蔵庫を設置し、保存管理することとなる。

インド国より要請のあった種子研究用機材は、研究課題としてあげられた4課題に対して、目的の適合性、既存機材との整合性、必要試薬の現地での調達可能性等について検討した結果、色彩選別機を除いて適正であると判断された。

カルナル農場における建物施設の規模選定については、穀物種子の処理設備ライン、野菜種子処理設備、育種家種子・原原種の低温および常温貯蔵庫の他、事務所、機械室、部品・機材格納室等を加え、さらに、研修者・見学者用のスペースも考慮して検討した結果、平屋建床面積1,125㎡の建物規模となった。

本プロジェクトの実施については、本案件が上位計画である5ヶ年計画に沿ったものであり、その必要性および妥当性が確認され、さらに実施期間の維持管理能力を検討した結果、現実性、相手国の実施能力が確認されたこと等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。

本案件ではインド国の育種家種子、原原種、原種、検定種子の一貫した優良種子生産・配布体制において、IARIが生産する育種家種子・原原種を対象に、建物建設および資機材の調達を行ない、種子処理・貯蔵の機能強化、モデル化を図り、その成果を優良種子生産配布に寄与するとともにIARIが行なう優良種子生産に関する研究活動の強化を図ることにより、優良種子生産配布に貢献するものである。

よって、日本無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。ただし、計画の内容については、要請の一部を変更することが適当であることは、主要機材の数量および機種を選定に述べるとおりである。

3-2-2 要請内容の検討結果

(1) 種子生産計画の検討

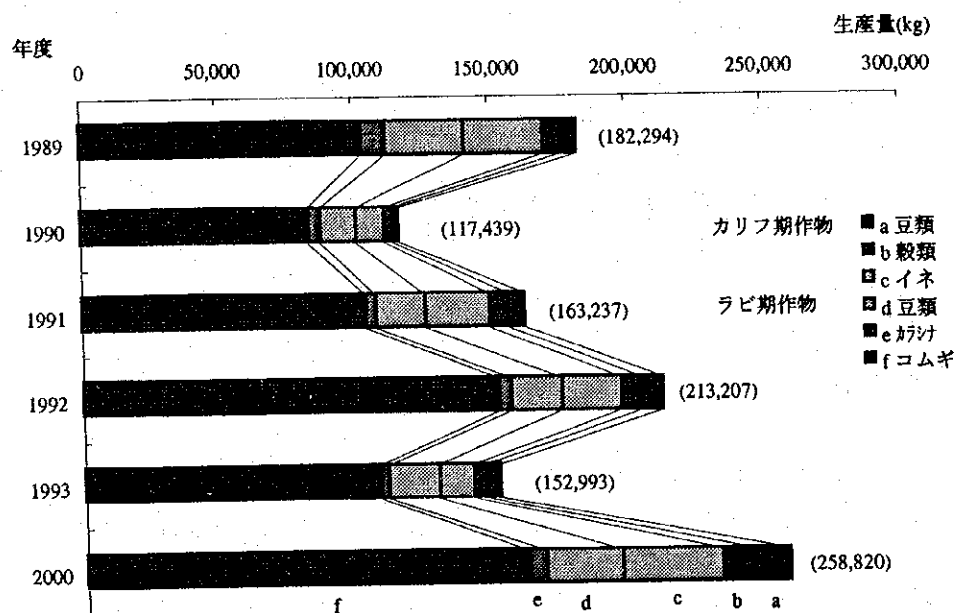
カルナル農場における1989～1993年の主要作物種子の生産実績および2000年の生産計画量を図3-1、表3-1に示す。1989～1993年では毎年40～60トンの生産変動幅が見られるが、コムギ以外の作物では比較的一定した生産量を保っており、コムギ生産量の変化が全体量の変動に大きく影響している。また、1989～1993年の平均生産量に対して、5～6割の生産増加が計画されている。これらの生産量には、育種家種子、原原種種子の他、IARI種子が含まれている。

IARI種子とは、品種普及の迅速化を目的として生産されるもので、原原種種子とはほぼ同様の高い品種形質を持つ種子である。IARI種子の生産は、IARI種子委員会(IARI SEED COMMITTEE)が毎年設定する生産目標に従って行なわれ、カルナルにおける全生産量の約20%を占めている。

このIARI種子の利点は、育種家⇨原原種⇨原種⇨検定種子という通常の増殖方式で農家レベルが入手する検定種子よりも、品種固有の形質を高く保持しており、しかも発芽率等の種子品質も優れていることその他、新品種の場合には途中の増殖過程を経由しないため、通常よりも3年早く入手できることである。

また、種子検査機関による品質検査を受ける検定種子（Certified Seed）に対し、IARI種子はIARIの責任において種子品質を管理しておりラベル種子（Labelled Seed）とも呼ばれている。

さらに、生産計画に含まれていないが、カルナル農場においては、新育成品種種子の増殖を迅速に行なうため、育種評価の最終段階として、育種機関が行なう特性検定・奨励品種決定試験（Advanced Varietal Trial）と平衡して、リリースが有望視される品種種子をあらかじめ増殖する生産プログラムが実施されることがある。



出典 : Annual Report 1989~1993, IARI Regional Station, Karnal

図3-1 主要種子生産の実績と計画

表3-1 2000年の主要種子生産計画

	育種家種子		原々種種子			IARI種子		合計	
	(kg)	(品種数)	※1 (ton)	※2 (ton)	(品種数)	(ton)	(品種数)	※2 (ton)	(区分数)
コムギ	5,000	10	110.0	88.0	20	70.0	15	163.00	45
イネ	125	5	8.0	7.2	4	30.0	10	37.33	19
メイズ	—	—	0.5	0.4	4	0.5	4	0.90	8
ソルガム	150	4	4.5	3.6	4	7.5	3	11.25	11
トウジンビエ	—	—	0.2	0.16	2	0.1	2	0.26	4
ライムギ	—	—	0.2	0.16	1	0.5	1	0.66	2
ヒヨコマメ	150	3	15.0	12.0	8	6.0	2	18.15	13
エンドウ	300	3	7.0	5.6	3	3.0	3	8.90	9
キマメ	150	3	1.0	0.8	3	3.0	3	3.95	9
ササゲ	50	1	3.0	2.4	3	1.0	2	3.45	6
リョクトウ	100	2	5.0	4.0	3	3.0	2	7.10	7
ヒラマメ	—	—	0.5	0.4	2	0.6	2	1.00	4
ダイズ	—	—	0.5	0.4	2	0.5	2	0.90	4
カラシナ	20	2	0.7	0.6	2	5.0	3	5.62	7
合計	6,045	33	157.1	125.7	61	130.7	54	262.47	148

※1 緊急用備蓄量(25%)を含む

※2 緊急用備蓄量(25%)を含まない

出典：IARIカルナル農場資料

表3-2は、作物別・種子種類別の1989～1993年の生産実績と2000年の生産計画である。これによると、2000年の計画では、コムギ・イネのIARI種子の生産がかなり増加されることとなっている。また、原原種については、生産量の大部分を占めるコムギ種子は現状程度の生産を維持し、他の作物種子はそれぞれの需要に応じた生産増加が計画されている。

インド国では、主要作物の種子更新率は10%程度と見られている。特に、自家採取の容易なコムギ・イネは種子更新率が低い状態にあり、同国の食糧増産を押し進めるには、この二大作物の種子更新率を高めることが重要とされる。したがって、優れた品質で評判の高いIARI種子の生産を増加し、農家レベルへ直接的に優良品種の普及と優良種子の需要を喚起するのは、有効な手段と判断される。

また、生産計画量としては、1989～1993年の平均生産量に対して5～6割の増加であるが、近年で最も多い1992年生産量を50トン程度上回るもので、世界銀行による圃場作業機械・灌漑器材の整備も予定されていることもあり、その実現は無理のないものと判断される。

表3-2 作物別・種子種類別の1989~1993年の生産実績と2000年の生産計画

作物名	年	青種家種子 (kg)	原原種子 (ton)	IARI種子 (ton)	合計 (ton)	
コムギ	1989	2,173	51.578	50.140	103.891	
	1990	1,960	58.322	23.885	84.167	
	1991	2,645	49.139	52.848	104.632	
	1992	4,005	113.355	35.520	152.880	
	1993	2,648	92.234	14.470	109.352	
	2000	5,000	88.000	70.000	163.000	
イネ	1989	90	2.450	25.990	28.530	
	1990	45	0.505	10.530	11.080	
	1991	85	2.705	21.110	23.900	
	1992	73	4.870	17.529	22.472	
	1993	---	1.810	11.110	12.920	
	2000	125	7.200	30.000	37.330	
メイズ	1989	---	0.528	0.650	1.193	
	1990	---	0.660	---	0.660	
	1991	---	1.002	---	1.002	
	1992	---	0.150	0.047	0.197	
	1993	---	0.101	0.080	0.181	
	2000	---	0.400	0.500	0.900	
トウモロコシ	1989	---	---	0.073	0.073	
	1990	---	---	---	---	
	1991	---	0.948	0.720	1.668	
	1992	---	---	0.097	0.097	
	1993	---	0.125	0.054	0.179	
	2000	---	0.160	0.100	0.260	
ソルガム	1989	18	2.455	2.175	4.678	
	1990	41	1.165	0.725	1.931	
	1991	---	1.550	2.370	3.920	
	1992	---	0.628	6.688	7.316	
	1993	108	2.753	1.740	4.601	
	2000	150	3.600	7.500	11.250	
カラシナ	1989	---	0.380	8.310	8.690	
	1990	---	0.180	4.106	4.286	
	1991	---	0.575	2.945	3.520	
	1992	---	0.275	4.295	4.570	
	1993	12	0.510	2.143	2.665	
	2000	20	0.600	5.000	5.620	
ヒヨコマメ	1989	382	7.300	12.553	20.235	
	1990	195	2.384	3.923	6.502	
	1991	100	7.830	0.761	8.691	
	1992	---	7.855	2.145	10.000	
	1993	95	9.824	4.115	14.034	
	2000	150	12.000	6.000	18.150	
キマメ	1989	---	0.200	1.390	1.697	
	1990	107	0.280	3.510	3.904	
	1991	114	0.235	2.075	2.310	
	1992	---	0.520	1.122	1.642	
	1993	---	0.800	3.000	3.950	
	2000	150	0.800	3.000	3.950	
リュクトウ	1989	43	---	2.435	2.478	
	1990	20	1.835	0.920	2.775	
	1991	48	0.815	5.448	6.311	
	1992	---	1.300	0.444	1.744	
	1993	---	0.845	---	0.845	
	2000	100	4.000	3.000	7.100	
ヒラマメ	1989	---	---	1.858	1.858	
	1990	---	---	---	---	
	1991	---	0.515	0.014	0.529	
	1992	---	0.400	1.058	1.458	
	1993	---	0.100	0.453	0.553	
	2000	---	0.400	0.600	1.000	
ダイズ	1989	---	---	---	---	
	1990	---	---	---	---	
	1991	---	---	---	---	
	1992	---	0.794	---	0.794	
	1993	---	---	0.255	0.255	
	2000	---	0.400	0.500	0.900	
エンドウ	1989	Field	---	0.980	---	0.980
		Vege.	---	---	---	6.222
	1990	Field	---	---	---	---
		Vege.	---	4.700	1.522	6.222
	1991	Field	---	0.510	---	0.510
		Vege.	430	6.515	1.330	8.275
	1992	Field	---	0.500	0.520	1.020
		Vege.	127	4.835	0.625	5.587
	1993	Field	---	0.320	0.100	0.420
		Vege.	222	2.675	0.230	3.127
	2000	F & V	300	5.600	3.000	8.900
	ササゲ	1989	Field	---	4.425	1.273
Vege.			---	---	---	---
1990		Field	---	1.000	---	1.000
		Vege.	---	---	0.285	0.285
1991		Field	---	2.000	0.350	2.350
		Vege.	---	0.300	0.605	0.905
1992		Field	---	0.200	1.056	1.256
		Vege.	---	0.100	0.510	0.610
1993		Field	---	1.842	---	1.842
		Vege.	---	0.248	---	0.248
2000		F & V	50	2.400	1.000	3.450

(注) Field: 主食用途品種
Vege: 野菜用途品種

出典: Annual Report 1989~1993, IARI Regional Station, Karnal

以上の考察から、2000年の種子生産計画量は妥当なものと判断され、本計画における種子貯蔵施設および種子処理機材の規模設定に際しては、この2000年における種子生産量をベースに用いる。

(5) 種子処理計画の検討

本調査では、要請機材の妥当性および適正規模について、下記の点に留意して検討を加えた。

- 一 種子品質の向上を図る。
- 一 既存機材と重複しないこと。ただし、老朽化が激しく更新が必要と認められたものは計画対象とする。
- 一 過去の生産データを参考に、2000年における種子生産計画に基づいた適切な規模とする。

1) 既存機材の検討

事前調査で確認されたとおり、穀物種子の既存処理機材は、壊れていて使用不可もしくは老朽化のため全機更新が必要と判断された（詳細は「表2-11 カルナル農場施設機材リスト」参照）。

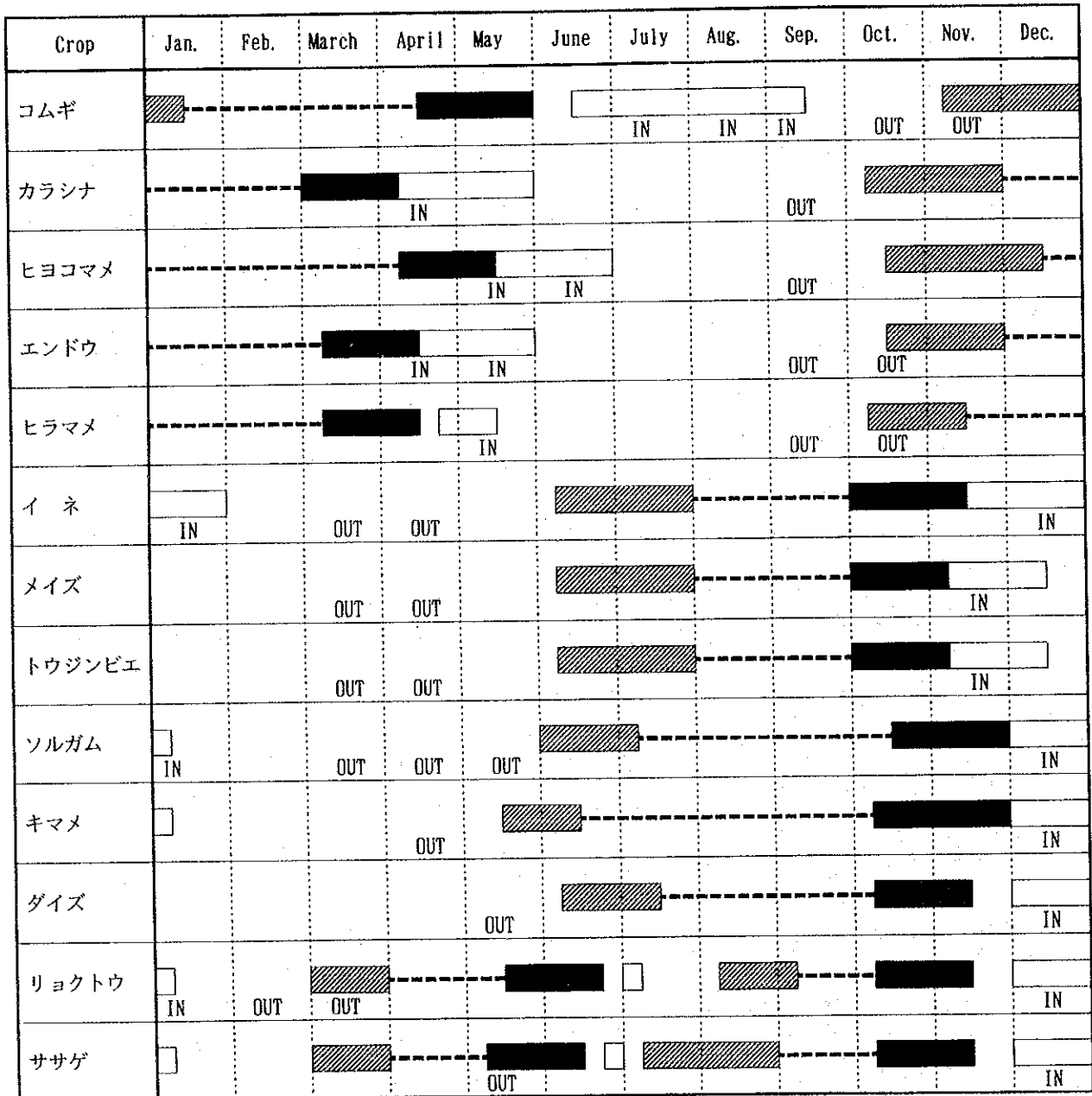
また、野菜種子の既存処理機材も老朽化機材が多く、ほとんどの機材が、更新が必要と判断された。




2) 適正規模の検討

① 穀物種子処理

カルナル農場における主要作物の作付体系、種子処理時期および入出庫時期を図3-2に示す。これらから明らかなように、種子生産量の約60%を占める小麦の処理時期と重複するのは、ヒヨコマメ、リョクトウの一部のみであり、小麦種子をスムーズに処理できる設備規模が適正と判断される。

小麦の収穫期は4月中旬～5月末である。小麦の収穫期以前にはカラシナ、エンドウ、ヒラマメが収穫され、ヒヨコマメはほぼ小麦と同時期に収穫される。また、リョクトウのラビ期作分は5月～6月にかけて収穫される。これらの豆類は、小麦に比べて日持ちが悪いこと、圃場で害虫が加害していることが多いことなどの理由から、早く種子処理を終える必要があり、小麦に先立って処理が行なわれている。また、これら豆類の中で少し収穫期の遅いヒヨコマメとリョクトウは、小麦（A品種）⇄豆⇄小麦（B品種）と



 播種
  収穫
  調整処理

出典：カルナル農場資料

(注)：IN/OUT は過去の月末在庫データに基づく入出庫を示す。
 IN = 入庫時期
 OUT = 出庫時期

図3-2 作付体系および種子入出庫時期

いうように、小麦と交互に処理を行ない、処理機材の掃除の不完全による品種の混合を防ぐ工夫がなされている。

既存の選別ラインは揺動式篩い選別機、長さ選別機（インデントシリンダー）、比重選別機の3機のみで、処理能力は小麦で1トン/時程度である。この選別ラインを用いてPHASE-Iとしてクリーニング・グレーディングが行なわれ、出荷前に薬剤処理機（1トン/時）、合秤、小型袋縫器等を用い、PHASE-IIとしての種子消毒・計量・袋詰めが行なわれる場合が多い。これは出荷用包装サイズがPHASE-Iの段階でわからないことが多いためである。

また、現在の小麦処理は、機械の老朽化、作業スペース・保管スペースの不足による荷役の低効率などの理由により、PHASE-I作業に8月下旬までかかっている。しかし、9月～10月に出荷するラビ期作豆類のPHASE-II作業と10月～11月に出荷する小麦のPHASE-II作業をスムーズに遅れなく行なうには、8月上旬には小麦のPHASE-I作業を完了させることが必要とされている。なお、既存の選別ラインは1トン/時の規模であるが、ロットとして500kg程度のものまでも処理対象としている。

2000年の種子生産計画において、小麦の種子生産目標値は合計で163トン、処理区分（品種数）は45とされている（表3-1参照）。

1993年の小麦種子生産データを用いて、2000年における処理対象種子量を次のように算定する。

- 処理対象 : 品種あたり500kg以上のロット
- 1993年における品種あたり500kg以上のロットが全生産量に占める割合 : 109/110トン=99%、27/32区分=84%
- 処理対象種子量 : 163ton×99%=161トン、45区分×84%=38区分

処理対象となるコムギ（161トン、38区分）を6月中旬から8月上旬までの1.75ヶ月間に行なう場合の必要処理規模は以下のとおりである。

- 稼働日数 : 45日
- 施設の掃除・調整 : 3時間（既存の掃除用機材は小型の送風器（ヘアードライヤーに類似）のみで、約4時間かかっている。エアコンプレッサー、バキュームクリーナーを導入することで、1時間の作業時間短縮が十分に見込まれる）
- 1日当たりの稼働時間 : 6時間

□ 処理規模 : $161 \text{トン} / \{ (45 \text{日} \times 6 \text{時間}) - (3 \text{時間} \times 38 \text{区分}) \}$
 $= 161 / 156 = 1.03 \text{トン/時}$

処理能力の余裕を見て、1～1.5トン/時が適切な規模と判断される。

本計画での種子処理施設の規模は、上述のように小麦種子によって定められるが、小麦以外でも、ロット重量500kg以上の全作物とするのが、機材有効利用の点から妥当とされる。よって、過去の種子生産実績および2000年の種子生産目標値から、イネ、ソルガム、ライムギ、ヒヨコマメ、エンドウ、キマメ、ササゲ、リョクトウ、カラシナが処理対象として計画される。1993年の生産実績を参考にして算定される処理量を下表3-3に示す。

表3-3 2000年の種子処理対象量

	生産計画量		処理対象量	
	(ton)	(区分数)	(ton)	(区分数)
コムギ	163.00	45	161	38
イネ	37.33	19	35	13
メイズ	0.90	8	—	—
ソルガム	11.25	11	10	5
トウジンビエ	0.26	4	—	—
ライムギ	0.66	2	—	—
ヒヨコマメ	18.15	13	18	10
エンドウ*	8.90	9	7	2
キマメ	3.95	9	2	2
ササゲ*	3.45	6	3	5
リョクトウ	7.10	7	6	4
ヒラマメ	1.00	4	—	—
ダイズ	0.90	4	—	—
カラシナ	5.62	7	4	2
合計	262.47	148	246	81

* : 野菜用途の品種を含む。

出典 : カルナル農場資料

② 野菜種子処理

種類・品種ごとの1989～1993年の生産実績を見ると、野菜種子は種類が多く、一品種当たりの処理量は数十キロ以下と少ないため、小型処理機械を各種、個別に配置して、種子特性に合わせて利用する計画とする。

適正と判断された機材内容は以下のとおりである。

□ 穀物種子処理機材

対象種子：ロットサイズ500kg以上の穀物、豆・油糧作物種子

規 模：1～1.5トン/時

機材形式：ラインタイプ

□ 野菜種子処理機材

対象種子：全野菜種子

規 模：100kg/時

機材形式：単体タイプ

(6) 種子貯蔵計画の検討

本調査では、カルナル農場で生産される種子を対象とした貯蔵施設の妥当性および適正規模について下記の点を留意して検討した。

- － 動力費の低減を図る。
- － 種子品質の向上を図る。特に問題となっている貯蔵害虫の防除に留意する。
- － 災害、異常気象等に対する緊急用備蓄量を確保する。
- － 種子貯蔵の目的と貯蔵条件が適合していること。
- － 過去の入出庫データを参考にし、2000年における種子生産計画に基づいた適切な規模とする。

1) 種子貯蔵の問題点と対応策の検討

現在の貯蔵施設の不整備に由来する問題点は以下のとおりである。

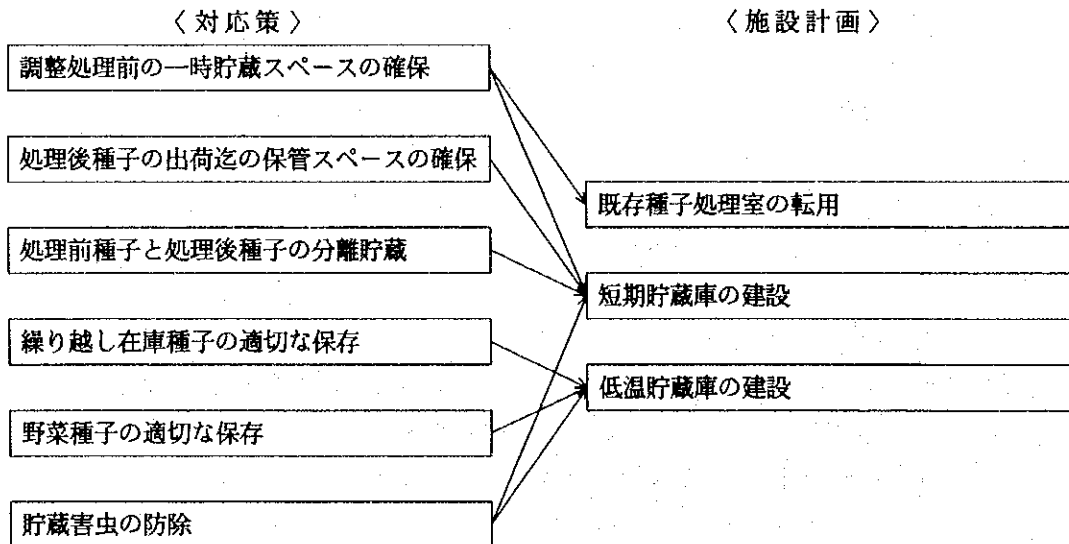
① 貯蔵容量の不足

- 保存種子量が最大となる小麦収穫・調整時には、倉庫軒先にビニールシートを掛けて仮保管しなければならない。この時期は雨期にあたり、種子品質への影響が大きい。また、害虫の加害機会が高い。
- 保存種子量が最大となる小麦収穫・調整時には調整処理機械の周囲が、処理待ちの種子で埋まり荷役・処理作業の妨げとなっている。
- 調整処理前の種子と調整処理後の種子を分離できないため、害虫が伝播してしまう。

② 貯蔵条件の不適合

- 小型冷房機を用いて、低温・乾燥条件としようとしているが、倉庫の構造上の原因で密閉できないため、雨期には庫内の温度・湿度が上昇し、種子水分の上昇、害虫の繁殖を招いている。
- 繰り越し在庫種子が貯蔵害虫の発生源となっている。
- 野菜種子も小型冷房機を用いた小部屋に保管されているが、密閉性が悪くあまり効果がない。一般に穀類に比べ寿命の短い野菜種子の保存には適していない。

以上の問題点について、次の対応策並びに施設計画が策定される。



2) 適正規模の検討

① 保存種子量の算定

a. 算定条件

- 2000年の種子生産計画をベースに、栽培・種子処理の作業暦、過去の月末在庫データ等を考慮して、保管種子量を算定する。
- 自然環境の変動による生産過剰、需要者ニーズの変化がもたらす引取り拒否（売れ残り）等により発生する、繰り越し在庫を計画生産量の10%とする。
- 緊急用備蓄を計画生産量の25%（穀類、豆・油糧作物）、50%（野菜）とする。

(注1) 現在は年間150~200トンの種子生産量に対して、自然変動、緊急用備蓄、売れ残り等による繰り越し在庫量は60~70トンと、やや過大な量となっている。インド国全体でも育種家種子・原原種は生産過剰となっている（詳細は事前調査報告書「2-3-1(2)」参照）。この問題に対し、農業省は引取り拒否に対して、注文量の全量を引き取らない場合は、今後の種子供給を停止するという強い行政指導を行ない、売れ残り量の削減と需要者の注文精度向上を図る方針であり、カルナル農場でも売れ残りによる繰り越し在庫は大きく減少すると予想されている。

(注2) 種子政策は、生産者が以下の種子備蓄を行なうとしている。

原原種種子 (Breeder Seed) ×50%

原種種子 (Foundation Seed) ×25%

検定種子 (Certified Seed) ×10%

しかし、本計画では保存にかかる経費や繰り越し在庫の発生を考慮して、穀物・豆類については、緊急用備蓄量を25%として設定する旨、実施機関から要望があった。

- 2000年の種子生産計画から算出される年間の最大保存種子量について、さらに将来の種子生産動向を鑑み、以下の調整を行なう。

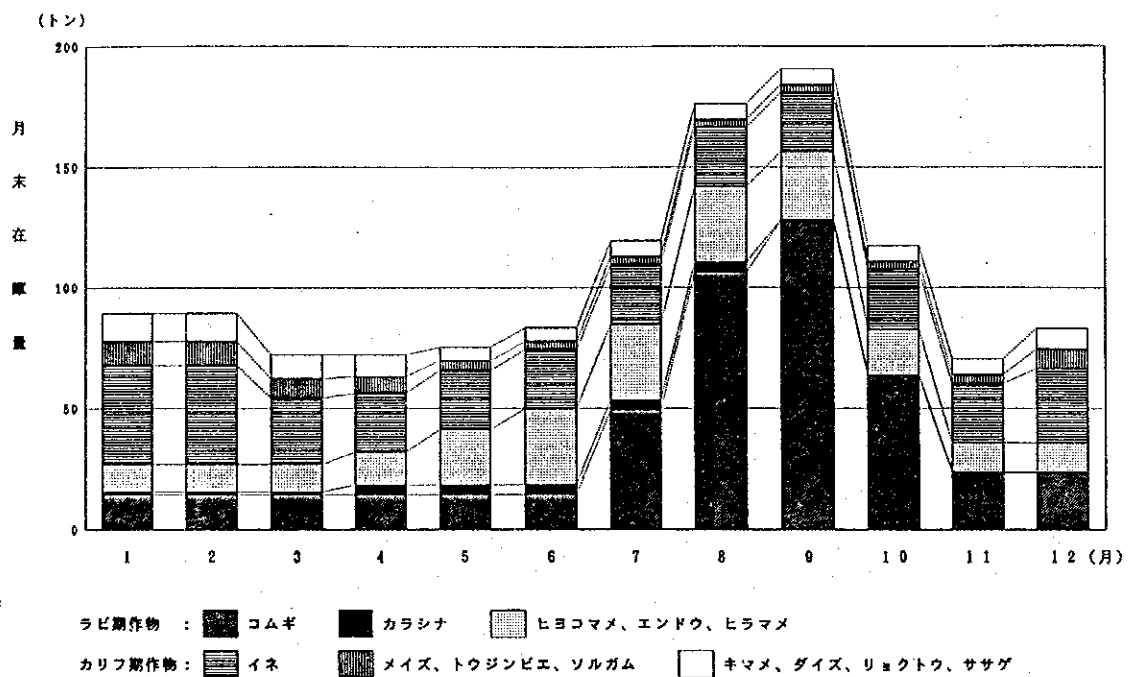
原原種種子 : コムギ・豆類 -10%

野菜類 +10%

育種家種子 : 全作物 +10%

b. 調整後～出荷までの短期貯蔵

下図3-3主要種子の月末在庫状況に示されるように、一年間で在庫量が最大となるのは、コムギ種子の調整処理の終了時期である。



出典：カルナル産種資料

図3-3 主要種子の月末在庫状況

その他の作物種子の入在庫時期を踏まえ、短期貯蔵における最大在庫量は以下のように算出される。

最大在庫量 = 小麦種子生産量 + ラビ期作物（カラシナ、ヒヨコマメ、エンドウ、ヒラマメ）種子生産量

(注) 小麦 : 7～9月入荷 / 10～11月出荷

ラビ期作物 : 4～7月入荷 / 9～10月出荷

これらの種子の2000年の計画生産量は、以下のとおりである。

表3-4 2000年の種子生産量

	原原種種子	IARI種子	合計
コムギ	88.0	70.0	158.0
ヒヨコマメ	12.0	6.0	18.0
エンドウ	5.6	3.0	8.6
ヒラマメ	0.4	0.6	1.0
カラシナ	0.6	5.0	5.6
(豆・油糧作物小計)	(18.6)	(14.6)	(33.6)
合計	106.6	84.6	191.2

出典：カルナル農場資料

既存倉庫は小麦のIARI種子(70トン)の貯蔵に用いられるので、小麦88トン、豆・油糧作物33.6トンが貯蔵容量が不足する種子量となる。

さらに将来の種子生産動向を鑑み、小麦80トン、豆・油糧作物30トンとする。

c. 繰り越し在庫の保存

原原種種子の緊急用備蓄分25%と生産変動・売れ残りの繰り越し分10%を、全体の繰り越し在庫量とする。

小麦	88.0	}	穀類 $99.36 \times (25+10) \%$ =34.8トン (35トン)
イネ	7.2		
メイズ	0.4		
ソルガム	3.6		
トウジンヒエ	0.16		
ライムギ	0.16		

ヒヨコマメ	12.0	}	豆・油糧作物 $26.2 \times (25+10) \%$ =9.17トン (10トン)
エンドウ	5.6		
キマメ	0.8		
ササゲ	2.4		
リョクトウ	4.0		
ヒラマメ	0.4		
ダイズ	0.4		

d. 野菜種子の保存

2000年における品種別の生産計画が未定のため、過去数年間の生産量をベースに2000年における種子生産量を3トンと設定する（緊急用備蓄を含む）。

また、タマネギ、ニンジン、カリフラワー、ダイコンは、貯蔵施設の整備後は3年分の種子を一度に生産する計画である。1993年の生産データを参考にして3年分の種子量を0.5トンと設定する。

さらに将来の野菜種子の需要増分を考慮し、野菜種子の保存量を4トンとする。

e. 育種家種子の保存

2000年における生産計画は6,045kg（緊急用備蓄を含む）である。

将来の生産増加と貯蔵施設が整備されることで数年分の種子を一度に生産・保存することが可能となることを考慮して、育種家種子の保存量を10トンとする。

3) 貯蔵条件の検討

要請された貯蔵温度・湿度条件について、種子貯蔵に関する各種データや日本における類似施設の条件を参考に、対象作物、貯蔵目的・期間を検討して、貯蔵条件を設定した。さらに、動力費削減を目的とした防湿密閉容器の導入については、貯蔵量と防湿容器封入前の乾燥作業量の点から、その可能性を判断した。

上述の規模・条件の検討の結果、最適と判断された施設内容は以下のようにまとめられる。

□ 育種家種子貯蔵施設

貯蔵種子量 : 10トン

貯蔵条件 : 15℃、RH30%

種子容器 : 紙袋、布袋、防湿フィルム袋（一部のみ）

最長貯蔵期間 : 3年（作物により異なる）

□ 原原種種子貯蔵施設

－ 短期貯蔵

貯蔵種子量 : コムギ 80トン

豆・油糧作物 30トン

貯蔵条件 : 常温
種子容器 : 布袋
最長貯蔵期間 : 6～7ヶ月

— 繰り越し在庫貯蔵

貯蔵種子量 : 持越在庫 13トン
備蓄 32トン

貯蔵条件 : 20℃、RH40%

種子容器 : 布袋

最長貯蔵期間 : 1年

※ 持越在庫量 : 生産量×10%、備蓄量 : 生産量×25%

※ 野菜の原原種種子は含まず

— 野菜種子貯蔵

貯蔵種子量 : 4トン

貯蔵条件 : 15℃、RH30%

種子容器 : 紙袋、布袋

防湿フィルム製 (一部のみ)

長期貯蔵期間 : 3年 (作物により異なる)

なお、短期貯蔵に貯蔵害虫の活動・繁殖抑制を目的として、20℃、RH40%の貯蔵条件が要請された。しかし、種子処理前駆除作業の強化や本計画で短期貯蔵施設を整備することで種子処理前の一時貯蔵スペースが十分に確保され、収穫ピーク時に倉庫軒先に仮保管しなくてすむこと、さらに、持越在庫、備蓄種子用の低温貯蔵庫が整備されることで貯蔵施設区域から害虫発生源が解消すること等が予想され、それらの結果として、短期貯蔵期間中の害虫被害はこれまでよりも大きく軽減すると考えられることから、常温貯蔵施設で妥当と判断された。

4) 燻蒸機材

本計画で要請のある臭化メチル用減圧式燻蒸庫は、リン化水素燻蒸剤に対する抵抗性個体が増加しているコナナガシクイの駆除を主目的としている。1～2回のリン化水素燻蒸処理で駆除できなかった種子ロットのみを処理対象とし、一回あたりの処理量は1.5tonと限定されたものであり、妥当と判断される。

前掲(6)の「種子貯蔵の問題点と対応策の検討」に述べたように、カルナル農場での貯

蔵害虫の問題は、貯蔵施設条件と大きく関わっている。害虫の伝播様式は様々であり、収穫後から処理・貯蔵・出荷に至る一貫した対策については資料5-2に詳しく述べる。

(7) 生殖質保存計画

ニューデリー／種子技術課本部で行なわれる生殖質保存計画は次のとおりである。

1) 育種素材保存

現在、IARI内の各育種単位が独自に維持管理している日常的に使用する育種素材 (Active Sample) 約2万点を、種子科学技術課が適切な条件の下で一括保存管理し、栽培更新に伴う遺伝形質の劣化防止、貯蔵管理の不備による損失防止、および貯蔵施設の効率的利用を目的としている (以上事前調査報告書「3-2-2 種子保存計画(1)」より引用、詳細は同報告書を参照)。

2) 真性種子保存

インド国では、これまでの品種公示制度に変わり、品種育成者の権利保護を目的とした公的リストへの品種登録制度を整備中である。品種登録時には、公的機関により識別性・均一性・安定性 (DUS) が試験されることになり、IARIはDSSSTを含めて、この試験の実施機関の一つとして地域特性に適した作物 (コムギ、エンドウ等) の試験を担当する予定である。

類似品種との比較栽培試験のため、新育成品種については真性種子 (Authentic Seed) を品種登録後7年間保存する義務が育種家に課せられることになり、IARIでは種子科学技術課が一括して保存管理する計画である。

事前調査で既に確認されているが、生殖質保存計画はNBPGRが行なう遺伝資源保存とは機能・目的が重複せず、本計画の対象として妥当と判断される。

表3-5 主要作物の生殖質保存量

	作物名	保存量	
育種素材保存	コムギ	5,000種×100g	500kg
	イネ	2,000 ×100g	200kg
	メイズ	4,000 ×250g	1,000kg
	ソルガム	50 ×100g	5kg
	トウジンビエ	500 ×100g	50kg
	豆類	6,000 ×250g	1,500kg
	野菜類	1,100 × 10g (5-25g)	11kg
	油糧作物類	1,000 × 50g	50kg
	合計	(19,650種)	(3,316kg)
真性種子保存	作物類	300-500×1kg	500kg
	野菜類	200-250×200g	50kg
	今後の増加見込み		150kg
合計	(500-750種)	(700kg)	

出典：IARI、DSST資料

3) 貯蔵条件の検討

要請された貯蔵温度・湿度条件について、種子貯蔵に関する各種データや日本における類似施設の条件を参考に、対象作物、貯蔵目的・期間を検討して、貯蔵条件を設定した。さらに、動力費削減を目的とした防湿密閉容器の導入については、貯蔵量と防湿容器封入前の乾燥作業量の点から、その可能性を判断した。

検討の結果、最適と判断された施設内容は以下のようにまとめられる。

□ 育種素材種子貯蔵施設

- 貯蔵種子量 : 2万点, 3,500kg
- 貯蔵条件 : 15℃、RH30%
- 種子容器 : 紙袋、布袋
- 最長貯蔵期間 : 5~7年(作物により異なる)

□ 真性種子貯蔵施設

貯蔵種子量 : 700点、700kg

貯蔵条件 : 15℃

種子容器 : 防湿密閉容器

最長貯蔵期間 : 3～5年（作物により異なる）

(8) 種子研究計画

IARI 種子科学技術課では、カルナル農場とともに1995年から5ヶ年計画で種子生産に関する下記の4つの研究課題（資料5-3参照）に取り組む計画である。

- ① コムギ、イネ、カラシナ、トウジンビエ、ダイズ、ヒマ、リョクトウ品種同定のための特性評価
- ② イネ、ダイズ、ヒマワリ、タマネギ、トウモロコシ、アブラナ科作物種子の貯蔵性の改善
- ③ イネ、麦類、トウジンビエ、ダイズの種子伝染性病害に関する研究
- ④ 穀類・雑豆類、油糧作物における優良種子生産のためのポストハーベスト技術の開発

（以上、事前調査報告書「3-2-3 種子研究計画(1)」より抜粋。詳細については同報告書「3-2-3 (1)」およびミニッツを参照。）

本調査では、要請機材の妥当性および最適仕様について下記の点を留意して検討を加えた。

- － 研究内容と機材の使用目的が適合していること。
- － 既存機材と重複しないこと。ただし、老朽化が激しく更新が必要と認められたもの、汎用機器で配置計画の点から必要性が認められたものは計画対象とする。
- － 使用目的に合致した仕様とする。
- － 機材使用に必要な試薬が現地で調達可能であること。

この検討において、研究内容と機材の使用目的が合致しないと判断された色彩選別機は、本計画から除外することとした。

色彩選別機は、研究課題4「優良種子生産のためのポストハーベスト技術の開発」において、「種子色の違いを利用した不良種子の除去方法の確立」を目的としている。しかし、色彩選別機の使用にあたっては、種子色と種子優劣に明らかな相関が認められていることが前提となり、色と優劣の相関を研究するには色彩選別機は何ら必要がないと判断される。

次に、種子色の違いが色彩選別機によって識別可能であることが、使用にあたって前提となるが、センサー感度、バックグラウンド色、空気噴射器能力、落下種子の整列程度等の種子色識別と除去に関するノウハウはメーカー独自のものが多い。したがって、もし色彩選別機を導入して除去方法の研究を行なったとしても、得られるデータは特定メーカーの機械による除去方法のデータとしかなり得ない。

種子色と種子優劣の相関が確認されており、色彩選別機による識別・除去の可能性を確認する時には、メーカーにサンプルテストを依頼するのが最も妥当な方法と判断される。

その他の要請機材は、4つの研究課題に必要と判断された。

(9) 種子検査機材

インド国側より要請された機材内容は、カルナル農場で生産される種子の品質検査に最低限度必要なものであり、既存機材との兼ね合いからも妥当と判断される。

以上の検討の結果は表3-6にまとめた。

表 3 - 6 要請資機材検討一覧表

活動内容	研究課題・目的	対象作物	施設・機材名	施設・機材の機能/使用用途
研究	① 品種同定のための特性評価 -形態的特性の研究 -科学的特性の研究 -品種識別技術の確立	コムギ イネ カラシナ ダイズ リュウトウ トウジンビエ ヒエ	グロースキャビネット 環境制御温室 電気泳動装置 マイクロ高速遠心器 (冷却式) 照度計 葉面積計 温湿度計	芽生/植物体形質の環境(日長、温度、養分、薬剤等)への反応を調べるための環境調整、DUSテストの実施 種子中/植物体のタンパク質およびDNAのザイモグラムの調査 種子細胞物質の分離、電気泳動のサンプル処理 環境制御温室内の照度測定 品種識別データ(葉面積)の調査 環境制御温室内の温湿度測定
	② 貯蔵性の改善 -流通中の発芽力低下の原因研究 -包装材料・方法の改善 -種子活力低下が生産量に及ぼす影響 -細胞遺伝変化の研究	イネ ダイズ トウモロコシ ヒマワリ タマネギ アブラナ科作物 (カラシナ、キャベツ等)	種子水分計 温湿度計 電子天秤	種子水分含量の測定 貯蔵温度、相対湿度の測定 汎用機器
	③ 種子伝染病害に関する研究 -種子伝染性病害の同定 -種子伝染性病害の検査技術の確立 -種子伝染性病害の予防法開発	イネ 麦類 トウジンビエ ダイズ	研究用顕微鏡システム エライザキット	糸状菌の形態観察と同定 ウィルスの検出・診断、同定・定量
	④ 優良種子生産のためのポストハーベスト技術の開発 -種子選別用スクリーン/メッシュのサイズの標準化 -選別調整方法の最適化 -トマト、ナス、スイカ等の果菜種子の抽出方法の標準化 -イネ、ソルガム、トウモロコシの機械乾燥温度と時間の設定	穀類 雑豆類 油糧作物 野菜類	種子X線装置 真空式種子計数器 研究用種子処理機	軟X線による種子内部の透視検査 微小種子の数量計数作業の効率化 選別用スクリーン・インデント、種子消毒剤の使用濃度・量、風選別部の風量等の最適な種子選別方法の調査 研究用種子サンプルの選別
	①~④		パーソナルコンピューター ネットワークシステム	貯蔵種子データベースの作成 品種の特性データベースの作成 研究データの解析・記録

活動内容	目的	対象種子・作物	施設・機材名	施設・機材の機能/使用用途
種子貯蔵	-種子寿命の維持 -質的・量的損失の低減 -災害等緊急時への対応 -栽培更新にかかる作業の軽減、遺伝形質変化の防止	育種家種子・各種 原々種種子・野菜 原々種種子・穀物、豆・ 油糧作物の繰り越し在庫	低温貯蔵施設 (カルナル農場)	1～数年間にわたり実用的な発芽率を維持できる貯蔵条件の創出
		原々種種子/IARI種子・ 穀物、豆・油糧作物	常温貯蔵施設 (カルナル農場)	種子処理後～出荷までの期間(4~6ヶ月)中の降雨、湿気、貯蔵害虫などによる品質悪化・量的損失の防止
		育種素材用種子・各種 真性種子・各種	低温貯蔵施設 (ニューデリー・DSST)	最大で5～7年間にわたり実用的な発芽率を維持できる貯蔵条件の創出 最大で3～5年間にわたり実用的な発芽率を維持できる貯蔵条件の創出
種子処理	-種子品質の向上	穀物、豆類・油糧作物 野菜類	穀物種子処理機材 野菜種子処理機材	ゴミ・砂・ワラ・異種種子等の夾雑物の除去、不整形・未熟・病害虫被害等の不良種子の除去、種子伝染性病害に対する薬剤処理、計量・袋詰め
		穀物、豆類・油糧作物	真空燻蒸庫	リン化水素燻蒸剤に耐性を示す害虫の駆除
検査	-種子品質の向上	全種子	温湿度計 種子均分器 発芽試験器 水分計	貯蔵温度・相対湿度の測定 種子サンプルの無作為、均一な抽出 種子発芽力の試験 種子水分量の測定

3-3 プロジェクトの最適案に係る基本設計

3-3-1 設計方針

本計画における施設、建物、機材の計画策定にあたっては、インド国の自然・社会条件、建設・調達条件、実施機関の維持管理能力、無償資金協力に基づく建設工期、本計画の特徴等を勘案し、以下の基本方針に基づいて行なうものとする。

- ① ニューデリーおよびカルナル地域の自然条件に適合した計画とする。
- ② 施設・機材のメンテナンスについては、現地の技術レベルに適合した計画とする。
- ③ 種子処理施設の規模は、設置される機材規模に基づき、適切な作業スペースおよび研修スペースを確保する。また、同時に将来の機材更新にも対応できる計画とする。
- ④ 種子貯蔵施設の規模は、2000年の種子生産計画に基づいて算定し、適切な作業スペースを確保する。
- ⑤ 種子処理および種子貯蔵施設内の各室の配置は、作業の動線、作業員と製品種子の管理監督業務および貯蔵庫への外気温の影響を勘案した計画とする。
- ⑥ 種子貯蔵施設（建物）については、外部から貯蔵庫内部への熱・湿気の伝搬を防止する対策をたてる。
- ⑦ 種子処理および種子貯蔵施設は、既存施設の有効利用を前提とした規模・機能レイアウトを検討する。
- ⑧ 種子処理および貯蔵施設については、害獣・貯蔵害虫の侵入を防止する対策をたてる。
- ⑨ 建設工事が現場労務者により施工されることを前提とし、現地の技術レベルにて施工可能な計画とする。
- ⑩ 建設材料の選定にあたっては、現地産品を使用することを前提とし、安価で且つ供給量・品質に問題のないものとする。
- ⑪ 機材調達については、維持・管理費が最小で賄える計画とする。

3-3-2 設計条件の検討

(1) 建設

- 1) 本計画における施設の各機能別の主要室は以下のとおりである。

① カルナル

- i. 種子処理施設 : 穀物種子処理室、野菜種子処理室、集塵室、倉庫、研究検査室
- ii. 種子貯蔵施設 : 低温種子貯蔵庫、常温種子貯蔵庫(1)・(2)、機械室、出入庫管理室
- iii. その他 : 電気室、事務室、便所、廊下、渡り廊下

② ニューデリー

- i. 種子貯蔵施設 : 育種素材貯蔵庫、真性種子貯蔵庫、予備室
- ii. 環境制御温室

2) 規模設定の条件

施設各室の規模を算出するにあたり、以下の方法に沿って行なう。

① 収容人数等から規模設定が可能な各室の面積算定については、以下の参考資料をもとに行なう。

- 建築設計資料集成（日本建築学会編）
- 建築学体系（日本で採用されている設計基準）
- インド国側の要望面積

② 収容人数から規模設定が困難な各室については、設置機材および収容量を明らかにして、必要規模を算出する。

③ 種子貯蔵庫の床面積は、算定された貯蔵対象種子量について、以下の設定条件に従い算出する。

- 見かけ比重 : コムギ0.7、豆・油糧0.6、野菜類0.5、穀物、豆・油糧作物の製品
種子の包装重量は40kg、30kg、10kg、5kg、3kg、2kg、1.5kg、1kgと多様である。

現地での実際の貯蔵では、1～5kgの小さい袋は、40kg袋にまとめて詰めるため、かさばる。また、豆・油糧作物、野菜は作物種類も多く種子形態も異なる。見かけ比重の設定においては、これらを勘案し、やや余裕をみた設定とする。

- 積み上げ高さ : 2m（常温貯蔵庫内のコムギ、豆・油糧作物）
1.5m（低温貯蔵庫内のコムギ）

現地の作業慣行から最大の積み上げ高さを2mと設定する。さらに、低温貯蔵庫内に貯蔵されるコムギ種子はロット当たりの種子量が小さいことを勘案し、1.5mと設定する。

- ー 通路スペース : 種子占有面積×100%、保管棚占有面積×100%
実際に袋詰種子を積上げた場合の袋間空隙、品種ごとに分別するため、一部積み上げが低くなること等を勘案し、さらに十分な荷役・運搬スペースを確保するため、やや余裕を見込んだ設定とする。
 - ー 種子保管用棚 : カルナル農場の貯蔵施設においては、品種あたり重量500kg以下のロットを棚保管する。ニューデリーの貯蔵施設については、少量多種類の種子保存を行なうため全量を棚保管するものとする。
- また、上記条件により算出した貯蔵庫床面積について、各室のレイアウトに応じた調整を行なう他、低温貯蔵庫は90cm定尺パネルを使用するとしてサイズを調整する。

3) 施設設計の条件

① 設計基準

建築計画はインド規格 (I S) に定められた建築基準に準拠する。
設備計画も同様 I S に定められた規格を適用する。

② 自然・地理条件

温度条件 : 設計外気温度 乾球温度 35.0℃

設計室内温度 乾球温度 26.0℃

湿度条件 : 設計外気湿度 相対湿度 65%

設計室内湿度 相対湿度 実況湿度

建設予定地は地理的に南西アジアモンスーン地域にあるため、特に北東～南西方向の季節風が発生し、摂氏50度近くに達する最高気温と大きな気温日較差、多湿・乾燥といった年間を通しての湿度変化など気候変化が大きく、自然条件は厳しい。それらの条件を考慮し、以下の対策を行なう。

- i. 北東～南西方向の季節風は自然換気に有利な反面、雨水を呼び込むので深い庇やルーバーを用いる。
- ii. 強烈な日射による種子貯蔵庫内の気温の変化を最小限に抑えるため、熱容量の多い鉄筋コンクリート製の屋根構造とし、断熱材を使用する。
- iii. 温度変化による建物の運動量を吸収させるため、エクспанションジョイントを設置する。
- iv. アルミニウム・ステンレスなどの耐候性のある資材を使用する。

③ 貯蔵庫内への熱・湿気の伝搬防止対策

- i. 低温貯蔵施設は、施設中央部に配置する。
- ii. 床面基礎にポリエチレンシートを埋設する。