No. 1

インド国
農業研究所優良種子開発計画
事前調査報告書

平成６年10月

国際協力事業団

無調一
CR(2)
94-176

インド国　農業研究所優良種子開発計画　事前調査報告書
平成６年10月
国際協力事業

JICA
107
241
GRF
LIBRARY

インド国
農業研究所優良種子開発計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY
1122497 [9]

平成６年10月

国際協力事業団

国際協力事業団
28437

序 文

日本国政府は、インド国政府の要請に基づき、インド農業研究所の優良種子開発計画に関する事前調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成６年８月２日から８月２２日まで、無償資金協力調査部　調査審査課長　大島　勝彦を団長とする事前調査団を現地に派遣しました。

調査団は、インド国政府の関係者と協議を行うとともに、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、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

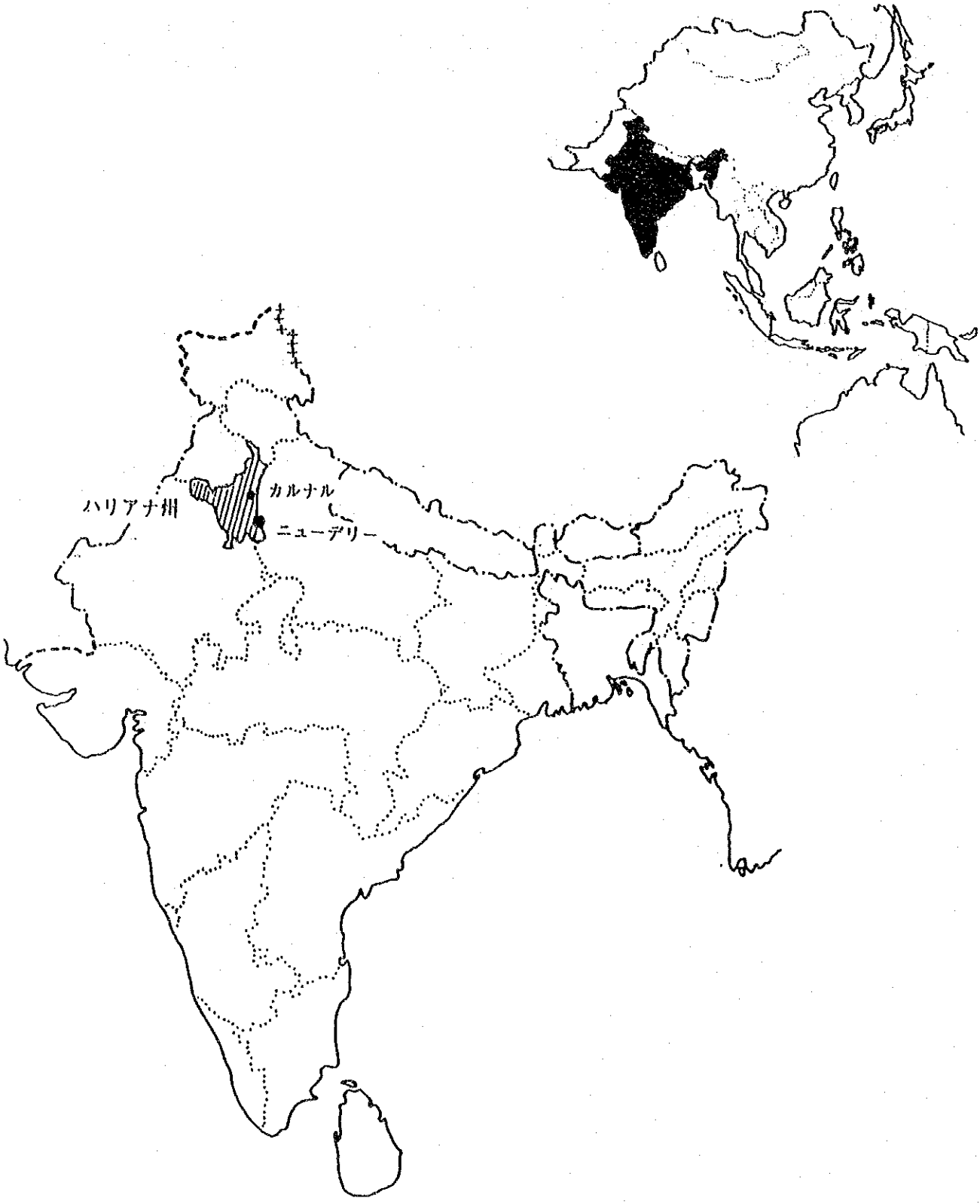
この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

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６年１０月

国際協力事業団

理事　　青木　盛久



調査位置図

要　約

農業はインド国のＧＤＰの33%を生産し、全就業者の59%が従事する最大の産業である。インド国政府は、食糧自給の達成、国民生活の向上・安定のため、第1次5ヶ年計画から現行の第8次5ヶ年計画（1992-93～1996-97年）まで、常に農業開発を重点項目とし農業生産の向上を図ってきた。特に、食糧自給の達成には最大の努力が払われ、1970年代には一応の食糧自給を達成し現在に至っている。しかしながら、高い人口増加は現在も続いており、増え続ける人口に対応するだけの食糧増産を行い、今後も食糧自給体制を維持することがインド国農業の最大の課題となっている。

インド国の食糧自給を可能とした増産は、主に”緑の革命”による高収量品種の導入・普及、かんがい等農業インフラの整備、肥料・農薬等の農業生産資材の投入によって実現した単位面積当たりの収量の増加によってもたらされたものである。今後の増産にも、耕地面積の拡大がもはや限界に近づいていることから、農業生産性の向上による収量の増大が大きな役割を果たすものと考えられている。インド国政府は、これまでの食糧増産に果たした優良種子の役割を高く評価しており、より一層の優良種子及び適切な栽培技術の末端農家への普及を優先とした増産戦略を立て、その実現のため、種子部門の強化政策を強く推進している。

インド国では、作物種子の増殖配布を、育種家種子（Nucleus Seed）、原原種（Breeder Seed）、原種（Foundation Seed）、検定種子（Certified Seed）の４つの段階で行っており、原原種の生産までを農業研究所、大学等の育種機関、それ以降の増殖配布を種子会社（公社及び民間）が行う体制となっている。現在の種子生産配布実績をみると、政府の種子部門強化政策にもかかわらず、農家の使用対象となる検定種子の生産量は、種子更新率を100%として計算した潜在需要量を大きく下回っている。本計画の要請書によると、全作物の種子更新率5%を当面10～15%にまで高めたいとしており、第8次5ヶ年計画では、1991-92年49万トンであった検定種子生産量を、70万トンにまで増加させる目標が立てられている。

このように種子の生産量が低迷を続けているのは、農家に検定種子を購入するだけの経済的インセンティブがうまく働いていないため、需要の伸びが抑えられていることが最大の原因と考えられ、魅力ある新品種の開発、種子の品質の向上、生産流通の合理化によるコストの削減等、総合的対策により農家の種子需要を喚起することが重要となっている。インド国政府は、これら問題の解決のために、他国および国際機関からの援助をも積極的に利用する方針であり、現在、国家植物遺伝資源局の植物生殖質保存体制の強化を目的としたＵＳＡＩＤの協力による「植物遺伝資源計画」、種子会社の増殖・配布体制の改善を主な目的とした世界銀行融資による「国家種子計画Ⅲ」を実施中である。

今回我が国に要請された計画内容は、農業省インド農業研究会議（ＩＣＡＲ：Indian Council of Agricultural Research）に所属する、インド農業研究所（ＩＡＲＩ：Indian Agricultural Research Institute）種子科学技術課の種子研究・増殖用の機材・施設を整備し、育種素材の保存、優良品種の開発、それら品種の育種家種子及び原原種の生産・保存を適切に行えるようにすることである。ＩＡＲＩは、インド国の育種・種子研究の中心的存在であり、原原種生産にも大きなシェアーを有しているにもかかわらず、必要とされる十分な施設・機材が整備されていないため、原原種の遺伝的純度、活性度を低下させずに生産し、以後の増殖用として配布することに問題を抱えている。インド国政府はこの計画を、ＵＳＡＩＤ、世界銀行プロジェクトの中間に位置付け、一連のプロジェクトの実施によって、有用植物遺伝資源の収集・保存、新優良品種の開発・保存、高品質種子の増殖・配布という重要な３つの過程の整備強化を実現しようとしている。

本計画で要請された施設・機材は、(1)種子保存貯蔵施設、(2)種子研究用機材、(3)種子処理用施設・機材に大別されるが、それらを活用してのＩＡＲＩの種子生産計画、種子保存計画、種子研究計画は以下のとおりである。

(1)　種子生産計画

現在の食糧作物、油料作物、野菜の原原種生産量は150～200トンであるが、2000年には主要穀物（コムギ、イネ、ソルガム）原原種の生産量を約240トンにする。ただし、全国的には主要穀物の原原種は、原種、検定種子の生産実績からすると需要を上回っていることから、単純な量的拡大よりむしろ、必要とされる品種を必要量生産することや、より高い品質の原原種を生産することに重点を置く。また、ハイブリッド（F1）種子や野菜の種子に対する需要が高まっており、それらの生産体制を強化する。

(2)　種子保存計画

1)生殖質

育種素材3トン（3～5年）及び真正種子1.5トン（7年）を保存する。

2)育種家種子／原原種保管

育種家種子5トン（数年）を保存する。

原原種の保管規模は約200トン、その内、繰り越し在庫用は65トンとする。

(3)　種子研究計画

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、油料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

以上の計画内容、他機関の援助動向、既存の施設・機材の状況を勘案のうえ、要請された施設・機材の妥当性の検討を行い、本計画で整備される資機材を協議議事録（添付資料－Ⅳ）において確認した。なお、ＩＡＲＩはカルナル向けの種子貯蔵施設、種子処理設備を拡大する計画を持っているが、より貯蔵効果を高めるためには、貯蔵機材のみの供与ではなく、種子貯蔵施設、種子処理設備との取り合いが重要となるため、建物の建設も今回の無償資金協力計画に含めることを提言したい。

ＩＡＲＩは種子研究・原原種生産能力強化のために、「国家種子計画Ⅲ」による世界銀行の支援を受けているが、「国家種子計画Ⅲ」は種子に関するほとんどすべての分野・機関を対象としているためか、施機材等のバラマキ援助の印象を拭い得ない協力内容となっており、今回要請されたようなまとまりのある強化計画が必要とされている。本計画によって、ＩＡＲＩにおける優良種子生産の環がより強力に繋がることになり、原原種生産の改善が図られるものと期待できる。本計画による種子研究の成果、精選・貯蔵施設の改善は、原原種の質的改善に直接大きな役割を果たすものであり、高品質種子の供給によって種子の潜在需要が大いに刺激され、優良種子の普及が促進されるものと期待される。ＩＡＲＩの原原種生産におけるシェアーの大きさからみても、本計画の実施によってインド国の優良種子生産配布体制が強化されることは確実である。以上から、本計画は、我が国の無償資金協力の対象として妥当性が高いと考えられる。

今回の計画の実施機関であるＩＣＡＲは、インド国の農業研究機関を統括する農業省の機関であり、また、直接の受益機関であるＩＡＲＩはそれを代表する機関であることから、多くの優秀な農業研究者を擁しており、本計画の実施体制には問題はないものと判断される。また、ＩＡＲＩにある既存の研究資機材の管理状況は概ね良好であることから、本計画によって整備される施設・機材の維持管理能力についても問題はないものと判断される。ただし、今回の計画実施に必要となる十分な予算が確保されるかについては、多少の心配が残る。1994年のＩＡＲＩの年間研究費予算は8,500万ルピー（約2億8,050万円）とかなりの金額ではあるが、ＩＡＲＩは莫大な組織であり多くの研究部門を抱えていることを考えると、十分な予算が充当されない恐れも拭いきれない。世界銀行の「国家種子計画Ⅲ」担当者も、一般に、農業省をはじめ各農業研究機関の対応が、予算の手当を含め必ずしも満足いかないことへのいらだちを表明しており、予算の十分な確保は今後の課題となりうる。

今後の基本設計調査団の派遣時期は、ＩＡＲＩが学会のため11月下旬までは非常にスケジュールが詰まっているとのことなので、それ以降の12月初旬が望ましいと考える。コンサルタント団員の構成は、①業務主任（種子保存）、②施設計画（倉庫・冷蔵庫設計）、③機材計画の構成が考えられる。

目　次

序文
調査位置図
要約

頁

第１章　緒論 …… 1
　１－１　要請の経緯 …… 1
　１－２　要請の概要 …… 2

第２章　計画の背景 …… 4
　２－１　インド国の概要 …… 4
　　２－１－１　国土及び人口 …… 4
　　２－２－２　気候 …… 4
　　２－１－３　社会、政治、経済の情勢 …… 5
　　２－１－４　産業構造 …… 5
　２－２　インド国の農業事情 …… 7
　　２－２－１　概況 …… 7
　　２－２－２　土地利用 …… 9
　　２－２－３　かんがい開発状況 …… １０
　　２－２－４　作物生産状況 …… １１
　　２－２－５　食糧事情 …… １３
　２－３　種子生産・研究の実態 …… １４
　　２－３－１　種子生産・増殖体制 …… １４
　　２－３－２　育種・種子研究体制 …… １８
　２－４　第８次５ヶ年計画 …… ２３
　２－５　当該セクターの開発計画 …… ２４
　　２－５－１　現在の農業開発計画 …… ２４
　　２－５－２　国家種子生産計画 …… ２６
　　２－５－３　国家育種・種子研究計画 …… ２６
　２－６　他の援助国、国際機関等の計画 …… ２８
　　２－６－１　国家種子計画Ⅲ …… ２８
　　２－６－２　種子科学技術計画 …… ２９
　　２－６－３　植物遺伝資源計画 …… ３０
　２－７　我が国の援助実施状況 …… ３１

第３章　計画の内容 …… ３２
３－１　プロジェクトサイトの状況 …… ３２
３－１－１　ＩＡＲＩ種子科学技術課 …… ３２
３－１－２　ＩＡＲＩカルナル農場 …… ３２
３－１－３　既存の施設・機材の状況 …… ３２
３－２　計画の内容及び検討 …… ３５
３－２－１　種子生産計画 …… ３５
３－２－２　種子保存計画 …… ３６
３－２－３　種子研究計画 …… ３９
３－２－４　施設・機材整備計画 …… ４０
３－２－５　施設・機材の仕様の検討 …… ４２
３－３　プロジェクトの実施体制 …… ４９
３－３－１　組織・要員 …… ４９
３－３－２　予算 …… ４９
３－３－３　維持管理計画 …… ５０

第４章　プロジェクトの評価と提言 …… ５１
４－１　援助効果 …… ５１
４－２　計画の妥当性に係る実証・検証 …… ５１
４－２－１　計画の妥当性 …… ５１
４－２－２　計画の課題 …… ５３
４－３　基本設計調査に対する提言 …… ５３

添付資料

第１章　緒論

１－１　要請の経緯

インド国は南西アジア最大の国土面積3,288千km²を有し、広大な国土は熱帯地域から寒冷地までを含んでいる。1991年において、総人口は約8.46億人で、全就業者数の59％が農業に従事し、ＧＤＰの33％を農業部門が占めている（以上数値は"INDIA　1993"より）。しかしながら、農業生産性は低く、インド国の大きな課題は増加する国民の食糧をいかに確保していくかにある。インド国政府は、第１次５ヶ年計画（1951-52～1955-56年）から現在の第８次５ヶ年計画（1992-93～1996-97年）まで、常に農業開発を重点項目とし農業生産の向上を図っており、1960年代後半より導入された高収量品種の普及もあり、1970年代には一応の食糧自給を達成し、現在に至っている。

一方、高い人口増加（1981～1991年増加率：2.1％／年）は現在も続いており、西暦2000年までにインド国の人口は10億人に達することが予測されている。そのため、1990-91年現在約176百万トン（ECONOMY SURVEY 1992-93より）である穀物生産量を、おおよそ250百万トンまでに増やさないと食糧自給は維持できないと見込まれているが、インド国では度重なる旱ばつ、洪水、異常気象による病虫害の発生により、毎年穀物生産量に大きな変動を生じており、今後も食糧自給を安定的に維持するだけの農業増産を続けるためには多くの困難な問題を抱えている。

このような問題を解決すべく、インド国政府は農業生産性の向上を重要な目標として位置付け、そのために高収量品種の優良種子を配布することを最優先課題としている。1988年インド国政府は、優良種子と適切な栽培技術の末端農家への普及を目的とした「種子開発に関する新政策」を策定し、1989年より実施に移している。また、他国および国際機関からの援助を積極的に利用し、種子部門の強化を図っている。現在、インド国ではＵＳＡＩＤの協力により国家植物遺伝資源局の植物生殖質保存体制の強化、世界銀行の融資により種子会社の増殖・配布体制の整備を主な目的とした「国家種子計画Ⅲ」が実施されている。

このような状況の下、インド国政府は効率的な優良種子の生産・保存・普及体制強化のため「種子研究・生産・貯蔵施設整備計画」を策定した。計画の内容はインド農業研究所、パント農業技術大学及びタミール・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及び原原種の生産・保存を適切に行えるようにすることである。これらの機関は、インド国の原原種生産に重要な役割を負っているにもかかわらず、必要とされる十分な施設・機材が整備されていないため、原原種の遺伝的純度、活性度を低下させずに生産し、以後の増殖用として配布することに問題を抱えている。インド国政府はこの計画を、ＵＳＡＩＤ、世界銀行プロジェクトの中間に位置付け、一連のプロジェクトの実施によって、有用植物遺伝資源の収集・保存、新優良品種の開発・保存、高品質種子の増殖・配布と

いう重要な３つの過程の整備強化を実現しようとしている。

しかし、インド国では高品質種子生産配布に必要となる、種子処理・品質管理・貯蔵環境制御機器の開発が十分でなく、また、十分な財政的裏付けがないため、独自に必要な施設・機材の整備を行うことが困難な状況にある。このため、インド国政府は、高度な種子技術を有する我が国に対し無償資金協力を要請してきた。今回の要請では、計画の第一段階として、インド農業研究所への協力が要請されている。

１－２　要請の概要

上記の経緯のもと、インド国政府は我が国政府に対し、本計画の実施に必要な設備及び機材の調達について無償資金協力を要請してきた。要請の概要は以下の通りである。

計画名　：　インド国農業研究所種子研究・生産・貯蔵施設整備計画
Development of Seed Research, Production and Storage Facilities for Indian Agricultural Research Institute(IARI)

実施機関：　農業省農業研究教育局／インド農業研究会議
Department of Agricultural Research and Education/Indian Council of Agricultural Research, Ministry of Agriculture

計画地　：　インド農業研究所種子科学技術課（ニューデリー）及びカルナル地域研究所
IARI, New Delhi and IARI, Karnal Regional Station

目的　　：　(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)　種子乾燥及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及び野菜種子生産技術の標準化
6)　種子技術研究、生産、調製、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及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

要請内容：　インド国が要請してきた施設・機材の概要は以下のとおりである。

(1)　インド農業研究所（ニューデリー）

1) 生殖質及び育種家種子の貯蔵設備

2) 種子研究、環境制御にかかる機材

(2) インド農業研究所、カルナル地域研究所

1) 原原種貯蔵設備

2) 種子処理設備

設備・機材の内容

(1) インド農業研究所（ニューデリー）

1) 生殖質及び育種家種子の貯蔵設備	1式
2) 種子研究、環境制御にかかる機材	
① グロース・キャビネット	2機
② 温室（温湿度制御式）	1棟（8インチ×18インチ）
③ 種子発芽室	1室（6インチ×8インチ）
④ 種子X線装置	1式
⑤ 電気泳動装置	1式
⑥ マイクロ冷凍遠心分離器	1機
⑦ 種子計数器	1機
⑧ 照度計	1機
⑨ 葉面積計	1機
⑩ シンチレーションカウンター	1機
⑪ 研究用種子処理機	1式
⑫ デジタル水分計	2機
⑬ 立体双眼顕微鏡（写真装置付き）	1機
⑭ 研究用顕微鏡（写真装置付き）	1機
⑮ エライザ装置	1式
⑯ ガスクロマトグラフ	1機
⑰ 赤外線温度計及び温湿度計	1機ずつ
⑱ 真空燻蒸庫	1機
⑲ 電子天秤	1機
⑳ 色彩選別機	1機

(2) インド農業研究所、カルナル地域研究所

1) 原原種貯蔵設備	1式
2) 種子処理設備	
① 穀物種子処理（乾燥、精選、袋詰め）設備	1式
② 野菜種子処理（乾燥、精選、袋詰め）設備	1式

要請金額： インド国政府の見積りによる要請金額は１．５４億円である。

第２章　計画の背景

２－１　インド国の概況

２－１－１　国土及び人口

インド国はアジア大陸の南部、北緯8度～37度10分、東経68度10分～97度30分に位置する南西アジア最大の国で、面積は日本の約9倍の3,288千km²である。

広大な国土は、北は世界の屋根と言われる万年雪と氷のヒマラヤ山脈から、南端は亜熱帯のコモリン岬、東は世界最大の降水量を誇るアッサム地方、西は乾燥した砂漠と、熱帯地域から寒冷地までを含んでおり、その気候風土は非常に多様である。

インド国の地質は、大きく分けて次の3つに分類できる。

① インド亜大陸と他のアジア地域を分断するヒマラヤ地帯

② 北インドの大部分を占めるガンジス河及びインダス河によって潤された、肥沃なインド・ガンジス平野地帯

③ 北はマハールナディ、ナルマダの２河川が流れる平野、東西は海岸沿いの平野に囲まれた海抜1,000m程度の高原であるデカン地帯

その変化に富んだ気候風土は、多種多様な植物、動物の生息域を含み、豊かな自然環境をもたらしている。

人口は、1991年現在で約8.46億人であり、世界第2位の人口を誇り、年率約2.1%で増加し続けている。

２－１－２　気候

インド国の気候は気温、降雨量ともに地域により著しく異なるが、今回のサイト地を含む肥沃な北インドの平野部においては季節は以下の3つに分けられる。

① 11月～2月末の寒冷期（平均気温14.2℃～17.2℃）

② 3月～6月中旬の酷暑期（平均気温22.7℃～33.8℃）

③ 6月下旬～10月中旬の降雨期（平均気温26.2℃～33.8℃）、この時期はモンスーン期で高温多湿である。

以下にニューデリーの月別平均気温及び降水量を示す。

表　2－1　ニューデリーにおける平均気温・降水量

（気温　℃、降水量　㎥）

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均気温	14.2	17.2	22.7	28.9	32.8	33.8	31.0	29.6	29.2	26.2	20.5	15.7
降水量	19.7	14.7	16.1	6.6	16.9	56.7	234.8	248.1	125.6	35.4	4.9	7.5

（出典　世界各国要覧　1990）

2－1－3　社会、政治、経済の情勢

インド人は民族的に先住民族、インド・アーリア族、ステト・ドラヴィダ族、アーリョ・ドラヴィダ族、モンドロ・ドラヴィダ族、モンゴロイド族、ドラヴィダ族の7種類に分類され、細かく言えば800余りの言語を有する多民族国家である。憲法で公認されている言語は15であるが、連邦公用語として認められているのはヒンズー語だけである。そのヒンズー語を総人口の約半数の人が使用し、その他ベンガル語、テルグ語、マラチィ語の使用人口が多い。

宗教は、ヒンズー教徒が最も多く約83%を占め、続いてイスラム教徒が11%、キリスト教徒2.5%、シーク教徒2%、仏教徒0.7%、ジャイナ教徒0.5%となっている。

政治体制は連邦共和制で、元首は任期5年の大統領である。大統領は国会両院と各州下院議員によって選出され、首相は大統領が任命する。行政的には23州と9つの中央政府直轄地からなり、州政府にはかなりの自治が認められている。

インド国政府は、1980年以来、経済自由化政策を推進し、国内産業の活性化、外資系・国内企業の活動範囲の拡大、輸入自由化等に努力を続けた結果、80年代の国内総生産年平均成長率は5.4%と、60年代の3.7%、70年代の3.4%から大きく上昇した（数値は、世銀WORLD DEVELOPMENT REPORT　1993による）。しかしながら、財政収支、国際収支の赤字拡大は続き、さらに1990年8月以降の湾岸危機による石油輸入価格の上昇、在湾岸地域出稼ぎ労働者からの本国送金の減少等により、甚大な経済的打撃を被った。その結果、1991-92年の経済成長率は2.5%と低いレベルに留まった。

1991年6月に発足したラオ内閣は経済改革を最優先課題として、特に規制緩和政策、緊縮財政予算などにより、双子の赤字の解消に向けて努力をしているが、多様な民族と宗教による、さまざまな内政問題の発生により、その前途は多難な状況にある。

2－1－4　産業構造

インド国の独立直後のＧＤＰ構成では6割近くを農業が占め、製造業は10%を占めるにすぎなかったが、1991年には農業が31%、製造業が18%、サービス業41%と農業の割合が低下し、製造業やサービス部門の割合が増加した（数値は、世銀WORLD DEVELOPMENT REPORT　1993による）。

しかし、産業別労働者数をみると農業従事者が全労働人口の58.8％を占め、農業が依然としてインドの主要産業であることがわかる。

2－2　インド国の農業事情

2－2－1　概況

インド国経済に占める農業部門の重要度は、年々相対的な低下傾向にあるものの、農業部門は依然国内最大の産業部門であり、労働人口の多くが本部門に従事している。農産品は国民の食料としてばかりでなく工業原料としても重要であり、輸出品も、綿製品、茶、皮革製品等の農産加工品が主力となっている。

インド国の農業は、その広大な国土に広がる多様な気候条件を反映し、地域により栽培作物、栽培形態の変化が大きい。気象上、インド国農業に大きく影響を及ぼしているのは、モンスーンによる降雨量とその時期であり、それらは年毎の変動が激しくまた地域による差も大きい。農業的には、南西モンスーンの影響を受け降雨量の多い雨期（カリフ期：6～10月）、乾燥し低温になる冬期（ラビ期：10～3月）に大別することができる。（比較的乾燥して酷暑の続く3～5月を夏期として加え3期とする場合もある。）

主な作物は、イネ、コムギ、雑穀類の穀物、雑豆類（インド国では穀物と雑豆類を糧食作物と規定している。）、ラッカセイ、ナタネ、カラシナ、ダイズ等の油料作物、その他換金作物としてのワタ、ジュート、サトウキビである。世界的にもインド国の農産物生産量は大きな位置を占めており、1990～92年平均で、コメ（籾）は110,655千トンで世界第2位、コムギは53,152千トンで世界第3位であり、この他ラッカセイ世界第1位、トウモロコシ世界第2位、ワタ（リント）世界第3位、ジュート世界第1位といった実績を示している（"Agricultural Statistics at a Glance 1994, Ministry of Agriculture"より）。

主要作物の中でも、国民の主食として欠かせない穀物と雑豆類を組み合わせた栽培形態は、インド農業を特徴付けるもので、それらは主に年間降雨量によって以下の地域別形態に大別することができる（図2－1、図2－2参照）。

(1)　稲作地域

降雨量がほぼ年間1,000mmを超える地域で、カリフ期の天水稲作、ラビ期の雑豆栽培が基本となっている栽培形態。インド亜大陸の東半分、南西沿岸部がそれにあたる地域である。

(2)　小麦作地域

降雨量が年間800mm前後の地域で、ラビ期のコムギ、コムギとの混作による雑豆栽培、カリフ期の雑穀、飼料作物が基本となる栽培形態。ただし、これら地域はかんがい設備の普及が進んでおり、それによって、ラビ期のコムギ単作、カリフ期のイネ、サトウキビ、ラッカセイ等の換金作物の栽培といった栽培形態への移行が進んでいる。パンジャブ州、ハリヤナ州、ウッタル・プラデシュ州西部がこの地域にあたる。

(3)　雑穀作地域

降雨量が少ない地域の栽培形態で、インドで完成した独自の慣行農業体系として注目を集めており、他地域の乾燥地農業への応用が期待されている。カリフ期を中心に雑穀（トウジンビエ、トウモロコシ、モロコシ、シコクビエ）が栽培され、雑豆類がそれらとともに混作・間作される場合も多い。雑穀類は食用ばかりでなく家畜飼料用としても重要となっている。

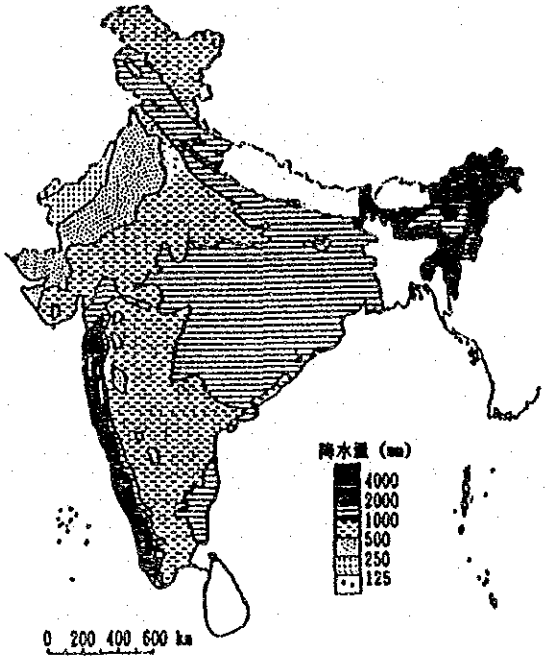


図2-1　平均年間降水量

出所：インドの農業（改訂版），AICAFより再引用。

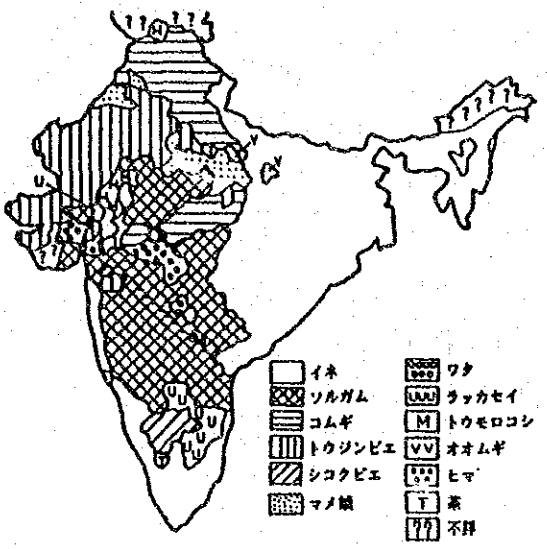


図2-2　主要作物の分布

出所：総合野菜・畑作技術事典IV，農林統計協会，P.59より再引用。

また、インド国の農業を大きく特徴付けるのが牛または水牛を畜力として利用する有畜農業を営んでいることであろう。" Agricultural Statistics at a Glance 1994, Ministry of Agriculture" によると、インド国の牛飼育頭数は1億9,587万頭、水牛7,677万頭で、これら以外に、ヤギ9,941万頭、ヒツジ4,484万頭、ブタ1,076万頭が飼育されている。

この数字は農村の2人に1頭の割合で牛か水牛がいる勘定で、牛や水牛は畜力としてだけなくミルクの供給源としても重要となっている。ベジタリアンの割合が多く、比較的肉食の少ない食生活を営んでいるインド国においては、ミルクは貴重な動物性タンパク源となっている。しかしながら、牛や水牛は各農家で1～数頭が飼育され、大規模な酪農経営は行われていない。その影響もあってか、飼育頭数に比較したミルクの生産量は低い数値を示している。

また、上記統計によると近年の卵の生産量の増加が目覚ましく、1982-83年度で約115万個だったものが、1991-92年度には約220万個と10年間でほぼ倍増している。

野菜、果樹の園芸作物は熱帯性のものから温帯性のものまで多種多様なものが栽培されており、

インド国政府は国民の栄養改善、作物の多様化による経営安定のため園芸作物の生産を奨励している。その結果、栽培面積、生産量とも近年大きな伸びを示しており、今後も発展が期待されている。現在の園芸作物の栽培面積は約1,200万haで全耕作面積の約7%（内、野菜が約2%）、年間生産量は約1億トンと推定されている（以上数値は"第8次5ヶ年計画書"から）。

2－2－2　土地利用

表2－2にインド国の土地利用状況を示す。

表2－2　土地利用状況

区分	1950-51		1970-71		1990-91	
	面積 (1000ha)	割合 (%)	面積 (1000ha)	割合 (%)	面積 (1000ha)	割合 (%)
国土総面積	328.73	－	328.73	－	328.73	－
調査総面積	284.32	100.0	303.76	100.0	305.02	100.0
森林	40.48	14.2	63.91	21.0	67.99	22.3
非農用地	9.36	3.3	16.48	5.4	21.22	7.0
荒れ地	38.16	13.4	28.16	9.3	19.66	6.4
永年牧草地	6.68	2.3	13.26	4.4	11.80	3.9
樹園地	19.83	7.0	4.30	1.4	3.70	1.2
不耕作地	22.94	8.1	17.50	5.8	15.01	4.9
休閑地	28.12	9.9	19.88	6.5	23.40	7.7
純作付面積	118.75	41.8	140.27	46.2	142.24	46.6
総作付面積	131.89	－	165.79	－	185.48	－
土地利用率	111.10%		118.20%		130.40%	

注：1990-91年度の数値はすべて暫定値
出典：Agricultural Statistics at a Glance, 1994, Ministry of Agriculture

インド国の国土総面積は328.73万km²であるが、これらの中には国境係争中の地域をも含んでいることから、土地利用の調査が行われているのはそれより少ない面積となっている。

表から見ると、最近の耕地面積は約1億4,200万haであり、総面積の47%近くを占めている。これに樹園地、永年牧草地を加えると、実に総面積の50%以上が農用地として利用されていることになり、他国と比較して非常に農地利用率が高くなっている。このことは、広大な平原からなる国土が農耕地として恵まれた条件にあったこと、人口増によって可耕地のほとんどが耕作されたことによるものと考えられる。

経年的変化を見ると、1970年代以降純作付面積の割合にはほとんど変化が無く、反面、土地利

用率の増加率に拍車がかかる傾向にあることから、耕作面積の拡大は面的な拡大が限界に達したため、土地利用の効率化に比重を移していることを読みとることができる。

また、耕地面積が多いことと対照的に、森林面積が約22%と少ないことがインド国のもうひとつの特徴となっている。上記表の数値では森林面積の割合が増加傾向にあるが、衛星による観察結果から年々森林面積が大幅に減少していることが報告されており、環境問題とも関連して森林の保護が今後の深刻な問題となっている。

2－2－3　かんがい開発状況

インド国の農業は、不安定なモンスーンに大きく依存しており、かんがいを中心とした水利基盤の整備は、インド国農業発展の最も重要な条件といっても過言ではない。ただし、水利に対する要求内容は地域毎に異なっている。

たとえば、年間降雨量の多い稲作地域では、雨期にあたるカリフ期には、かんがいよりも排水や洪水対策が重要となり、かんがいはラビ期に重要となる。これに対して小麦作地域ではカリフ期の補助的かんがい、ラビ期のかんがいが必要であり、雑穀作地域では通年かんがいが必要とされる。

表２－３にかんがい開発状況の推移を示す。

表２－３　かんがい面積の推移

項　　目	単位	1950-51	1960-61	1970-71	1980-81	1990-91
総作付面積(A)	1000ha	131.89	152.77	165.79	172.63	185.48
延べかんがい面積(B)	1000ha	22.56	27.98	39.19	49.78	61.78
かんがい率(A/B)	%	17.1	18.3	23.0	28.8	33.3

注：1990-91年度の数値は暫定値
出典：Agricultural Statistics at a Glance, 1994, Ministry of Agriculture

農業発展に対するかんがいの重要性をインド国政府も強く認識しており、かんがい開発に対する中央政府、州政府の投資額は歴代の公共投資額全体の約1割に達している。その結果、年々かんがい率が向上しており、特に、60年代以降の増加率は高く、そのことが後に述べる食糧の増産に大きな貢献を行っている。

しかしながら、かんがいの普及率は地域差が大きく、その結果、食糧生産量の大きな地域格差が生じ、今後の解決すべき課題となっている。かんがい設備は、前述の小麦作地域に属するパンジャブ、ハリヤナ、ウッタル・プラデシュ各州で普及率が高く、これは投資効率の良い大河川から分水する重力かんがい設備が古くから整備されていたこと、比較的水源が確保しやすい条件にあること、農家がかんがい設備への投資効果を十分理解していたこと等が理由として考えられる。

一方、稲作地帯ではビハール、アンドラ・プラデシュ、タミール・ナドゥ各州のかんがい率が比較的高いものの、一般にかんがい設備の普及率が低く、東部・中部インドにおける農業の停滞をもたらす主因となっている。このことは、雨期の天水によってある程度の収量が見込まれるため、農家にかんがい施設導入の強いインセンティブが働かなかったためと考えられる。また、雑穀作地域では水源の確保が難しくかんがい開発のポテンシャルが低いこともあり、普及率が低く、今後の開発も多くを望めない状況である。

以上の結果、作物別のかんがい率も大きく異なっており、糧食作物ではコムギへのかんがい率が突出しており、イネのかんがい率はコムギの約半分に止まっている（添付資料－A参照）。

2－2－4　作物生産状況

表2－4に1992-93年度の主要作物別生産目標・実績を示す。

表2－4　主要作物生産目標・実績（1992-93）

単位：百万トン

作　物	目　標	実　績	達成率(%)
米	77.25	71.90	93.1
コムギ	57.00	56.90	99.8
雑　穀	34.25	36.80	107.4
雑豆類	14.50	14.70	101.4
食糧計	183.00	180.30	98.5
油料作物	19.00	21.00	110.5
ワ　タ	12.00	11.96	99.7
ジュート類	9.20	7.62	82.8
サトウキビ	243.00	239.03	98.4

注：ワタ、ジュート類の単位はベール。
出典：Agriculture & Industry, Survey 1994, Vadamalai Media

1992-93年度の作物生産量は天候にも恵まれ、生産目標を僅かに下回るものの、ほぼそれに近い実績を上げている。前年度の生産量、特に食糧生産量が167万トンと不振であったこともあり、この豊作によって政府は食糧の安定供給に一息ついた格好である。1993-94年度の結果はまだ正式発表されていないが、全国的にみると降雨がほぼ順調であったことから、前年度に続いて豊作であったとされている。

インド国の農業の中心はイネ、コムギ、雑穀類に雑豆類を加えた糧食作物である。これら食糧作物の生産量は添付資料－B～Fに示すように順調な増加を示し、近年インド国は、ほぼ食糧自給を維持している。これらの増産は、主として60年代半ばから導入された高収量品種の普及、か

んがい設備の整備、肥料・農薬使用の奨励を組み合わせた政策によって達成された、単位面積当たりの収量（以下収量とする）増加の成果と見られており、”緑の革命”の成功例の一つとして世界的な評価を受けている。しかしながら、作物全体の収量レベルは依然として低く、今後の改善の余地は大きい。

表２－５は、1949-50～1992-93年度の食糧増産に対する栽培面積の拡大と収量の増加の寄与度を示したものである。表から、糧食作物全体では栽培面積、収量とも増加しており、その結果、平均年率2.7％の高い増産率を達成したことを見ることができる。高収量品種が導入される前（1964-65年度以前）とそれ以降を比較すると、増産率に大きな差はないが、明らかに増産の内容に違いがあることが見て取れる。高収量品種導入前は、栽培面積の増加と収量の増加の増産への寄与率がほぼ同じであったが、それ以降は栽培面積の増加が停滞傾向を見せており、生産量の増加のほとんどは収量の増加に依存している。以上からも、増産に対する高収量品種導入の効果の大きさが明らかに示されている。

表２－５　主要作物の作付面積、収量、生産量の増加率

（基準年：1969-70年）　　（単位：％）

作　物	1949-50～1992-93			1949-50～1964-65			1967-68～1992-93		
	面積	収量	生産量	面積	収量	生産量	面積	収量	生産量
イネ（米）	0.81	1.81	2.63	1.33	2.13	3.49	0.57	2.28	2.83
コムギ	2.38	3.23	5.69	2.68	1.27	3.99	1.66	3.16	4.88
雑穀類	-0.32	1.38	1.19	0.90	1.29	2.23	-1.13	1.72	0.66
穀類計	0.60	2.04	3.00	1.30	1.68	3.24	0.09	2.46	2.98
雑豆類	0.26	0.38	0.50	1.90	-0.22	1.39	0.29	0.72	0.95
糧食作物計	0.53	2.03	2.70	1.41	1.43	2.93	0.14	2.73	2.79

出典：Agricultural Statistics at a Glance, 1994, Ministry of Agriculture

しかしながら、作物別の検討を行ってみると、コムギ以外の作物では1964-65年度以前とそれ以降で収量の伸び率に大きな差が生じておらず、高収量品種導入効果はコムギのみが非常に大きいことが明らかで、”緑の革命”の恩恵はコムギを中心に与えられたといっても過言ではない。さらに、1964-65年度以降では雑穀類の生産面積が減少し、その他の作物でもほとんど生産面積の増加が見られないのに対し、コムギのみが大きく生産面積を伸ばしている。

このことは、小麦作地帯のかんがい設備の整備が進んだことと大きな関係があるものと考えられる。かんがいの整備によってコムギの栽培面積が増加し、高収量品種の安定的な栽培が可能になったことにより収量も大きく増加したものであろうし、また、それまで雑穀を栽培していた農家が、かんがいの整備によってより有利なコムギの栽培に移行する現象が起こったものであろう。

以上のように、インド国では高収量品種の導入によって大きな食糧増産効果を上げたにもかかわらず、その裨益効果は小麦作地帯に偏り大きな地域的アンバランスを生じさせており、今後、

作物全体の収量レベルの向上及び地域格差の是正が、同国の農業開発の重要な課題のひとつとなっている。

２－２－５　食糧事情

食糧の増産によってインド国の食糧事情は大きく改善され、近年はほぼ自給を維持している。一般に、インド国は1970年代に食糧自給を達成したと言われている。ちなみに、1992年現在の人口は約8億7,800万人と見られており、それを養うのに必要な食糧生産量は約1億8,600万トンと計算されているが、1992-93年度の食糧生産実績は1億8,030万トンでほぼ需要量と生産量が均衡している。そのため、近年の食糧輸出入量もインド国全体の生産規模からすると僅かとなっている(添付資料－Ｇ参照)。

しかしながら、一人当たりの食糧消費可能量（添付資料－Ｈ）の推移を見ると、食糧生産量全体の大きな伸びと比較して、それほど大きな伸びを示しておらず、近年は停滞傾向にある。このことは、とりもなおさず人口増加に食糧生産量が追いつくのがやっとという状況を示している。ちなみに、ＦＡＯの報告では、インド国の一人一日当たりのカロリー供給可能量（1988～90年平均）は2,229kcalであり、政府が設定している農村レベルの貧困ライン2,400kcalを未だに下回っている。

また、食糧消費可能量の内容を見てみると、米、コムギが大きく増加しているのと比較して、雑穀、雑豆類の減少傾向が明らかになっている。ここでも、先に述べたように近年の増産がコムギを中心に行われ、その影響もあってか、雑穀類、雑豆類の生産が伸び悩んでいることが如実に示されている。雑豆類は肉食を余り行わない国民のタンパク源として非常に重要であることを考えると、インド国の近年の食糧事情は、絶対量はともかくその内容は悪化しているとも考えられる。

人口予測によると、インド国の人口は2000年には10億人を超え、その後15億人ぐらいで安定すると見られており、少なくとも2000年には約2億3,500万トンの食糧需要が予測されている（Agriculture & Industry Survey 1994, Vadamalai Mediaより）。この数字は、現在の生産レベルより約5,500万トン多く、1990-91年度までの過去30年間の増産実績が約9,000万トンであったことを考えると、今後の食糧自給状況を維持するためには非常な増産努力が必要となる。

２－３　種子生産・研究の実態

２－３－１　種子生産・増殖体制

(1)　種子生産・増殖制度

インド国では、作物種子の生産体制は育種家種子（Nucleus Seed）、原原種（Breeder Seed）、原種（Foundation Seed）、検定種子（Certified Seed）の4つの段階に分けられており、以下のような流れで増殖配布が行われている。

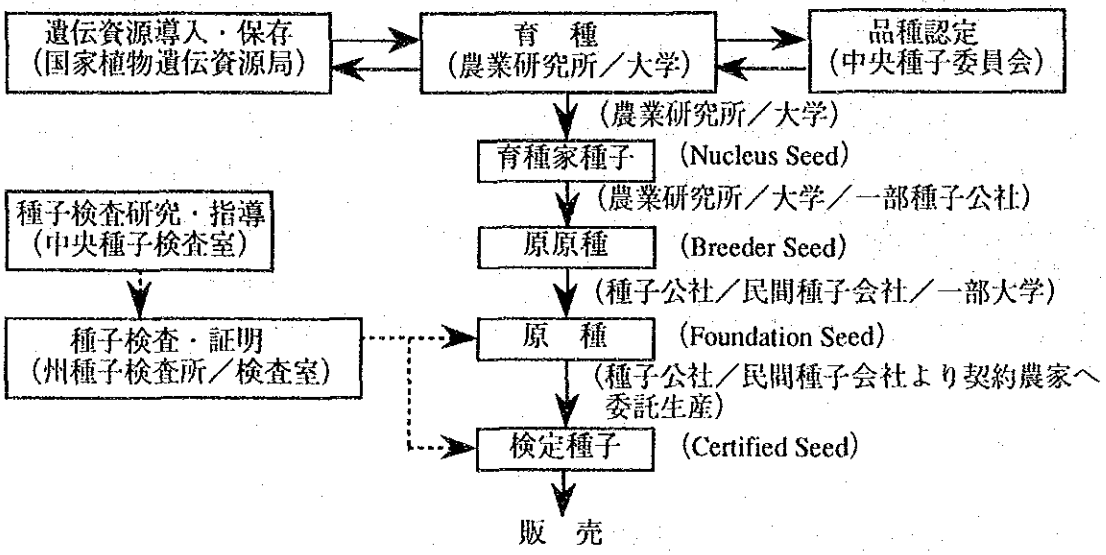


図２－３　種子増殖体制

インド国の場合、育種から原原種の増殖配布までは、主に、育種を行う農業研究所、州立農業大学が責任を負っているが、それ以降は種子公社、民間会社によって増殖配布が行われる体制となっている。種子産業も長い社会主義的経済体制から公営部門を中心に発展してきた経緯もあり、民間の力は余り強くなく、種子生産の多くのシェアーは種子公社が握っている。

種子公社は中央レベルに2社、州レベルに13社、計15社（添付資料－Ｉ参照）あるが、いずれも経営状態が悪く膨大な赤字を抱え、それぞれ、中央政府、州政府から財政的支援を受け続けているため、早急な経営の改善が望まれている。これらの中でも、国家種子公社（ＮＳＣ：National Seeds Corporation）は1963年に同国で最初に設立され、指導的な役割を果たしている。

近年は、経済の自由化、また、その一環として種子の輸入が原則自由化されたため、野菜、ハイブリッド（F1）種子の生産を中心に民間の参入が激しく、民間種子会社が導入したり、育成した品種のシェアーが高まっている。現在、民間の種子産業への参入が奨励されているが、政府から財政的・その他援助を受けている公社と民間の間の役割分担が明確にされておらず、民間は付

加価値の高い種子の生産販売に特化することで経営を安定させている。

種子検査証明は全国的に定められた品質基準に則り、各州に設置されている種子検査所／検査室が実施している。ただし、このような検査証明は原種、検定種子に対してのみ行われ、育種家種子、原原種に対しては、育種家、その他関係者で構成した検査委員がモニターを行う体制となっている。検査機関による種子証明は任意性であり、証明を受けない種子であっても販売は可能であるが、販売者は品質基準に定められた品質以上の種子しか販売できず、販売種子の品質に対する表示を適正に行う義務を負っている。インド政府は、優良種子の普及促進のために種子品質管理を非常に重視しており、種子検査体制の強化に力を入れる政策をとっている。

(2) 種子生産状況

近年の種子生産状況（育種家種子、原原種、検定／優良種子）を添付資料－Ｊ～Ｌに示す。原種の生産量についてのデータは入手できなかった。インド国では1,822品種が作物の品種として認定されており（1992年現在）、それらの内、約800品種の種子が体系的に増殖されているが、種子の生産量が必要量をどれだけ満たしているかをみるため、種子生産の大部分（重量比で全生産量の約64%）を占めデータも揃っている以下の主要穀物について、潜在需要量（更新率100%とした場合）とそのカバー率を試算してみた。

表２－６　種子需要試算と生産量比較（1992-93年）

作　物		育種家種子 (kg)	原原種 (ﾄﾝ)	原　種 (ﾄﾝ)	検定／優良種子 (ﾄﾝ)
コムギ	潜在需要(a)	305,375	6,107.5	122,150	2,443,000
	生産量(b)	38,540	962.6	－	176,100
	ｶﾊﾞｰ率(b/a)	12.6%	15.8%	－	7.2%
	試算条件	栽培面積：24,430千ha、播種量：100kg/ha、増殖率：20倍			
イネ	潜在需要(a)	2,440	195.2	15,615	1,249,200
	生産量(b)	826	123.9	－	172,100
	ｶﾊﾞｰ率(b/a)	33.9%	63.5%	－	13.8%
	試算条件	栽培面積：41,640千ha、播種量：30kg/ha、増殖率：80倍			
ﾄｳﾓﾛｺｼ	潜在需要(a)	120	12.0		120,400
	生産量(b)	110	10.9	－	16,000
	ｶﾊﾞｰ率(b/a)	91.7%	90.8%	－	13.3%
	試算条件	栽培面積：6,020千ha、播種量：20kg/ha、増殖率：100倍			
ソルガム	潜在需要(a)	157	15.7	1,573	157,320
	生産量(b)	99	9.9	－	38,800
	ｶﾊﾞｰ率(b/a)	63.1%	63.1%	－	24.7%
	試算条件	栽培面積：13,110千ha、播種量：12kg/ha、増殖率：100倍			
ﾄｳｼﾞﾝﾋﾞｴ	潜在需要(a)	5	1.1	212	42,320
	生産量(b)	－	3.4	－	18,400
	ｶﾊﾞｰ率(b/a)	－	309.1%	－	43.5%
	試算条件	栽培面積：10,580千ha、播種量：4kg/ha、増殖率：200倍			

注：1)栽培面積は"Agricultural Statistics at a Glance, 1994, Ministry of Agriculture"、
播種量、増殖率は"Proceedings Group Discussion on Management of Change in All India Coordinated Crop Improvement Projects, Indian Council of Agricultural Research"の数値をあてた。
2)優良種子（Quality　Seed）とは、検定種子のように原種から直接増殖された種子ではないが、品質的に種子として使用するのにさしつかえないとされたもの。

表からも分かるように、検定／優良種子の生産量は潜在需要量と比較してかなり低くなっている。経済的、技術的観点から、一般作物の種子更新率は、F1品種でない限り100％である必要はなく、数年に一度の更新で十分とされているが、日本の場合イネ・麦類は3年に一度（33％）が一応の基準となっている。要請書によれば、種子の更新率を15％程度に上げたいとのことであるが、それを上回っているのはソルガム、トウジンビエのみで、作付け面積の多いコムギとイネはそれを下回り、主要作物全体としては計算上10.5％の更新率と見られる。

インド国の食糧増産はコムギ、イネの優良品種の導入普及によって達成されたことを考えると、これら二大作物の種子更新率がこのように低いことは奇妙に思われるが、コムギ、イネは 比較的自家採取が容易であり、農家が自家増殖した種子に多くを依存しているためと考えられる。その背景としては、種子公社が生産販売している種子に、農家が経済的なメリットを感じていない(価

格の割に品質が良くない）ことが考えられる。また、育種を行っている研究所や大学から、新しく育成した品種の普及を目的として、かなりの量の新品種の原原種が直接農家に配布（販売）されており、農家がそれらの種子に依存している実態もある。

各段階の種子の生産量を比較してみると、育種家種子、原原種の生産量の需要に対する割合と、検定／優良種子のそれとに大きな差が生じている。要請にあるように、当面の目標種子更新率を15%としてみると、コムギ以外は原原種までは明らかに作り過ぎであり、更新率33%としても、やはりコムギ以外は十分過ぎる量の種子が生産されていることになる。関係者の意見によると、このような大きなギャップが生じている原因として以下の事が考えられる。

1) 育種家種子、原原種の作り過ぎ

添付資料に示した生産実績からも明らかなように、育種家種子、原原種の生産量は常に生産目標（注文量）以上となっている。このことは、育種家種子、原原種生産から検定種子生産まで数年の時間差があるため、注文量と実際の需要量に差が生じる可能性があること、災害等で生産量が大きく落ち込む可能性があることにより、実際の需要量より余裕を持たせて生産をしているためである。

2) 育種家種子、原原種を生産する、農業研究所／大学とその後の種子の増殖を行う種子生産会社の間の生産調整がうまくいっていない

インド国では農家レベルへの種子の供給は州政府が責任を負っており、全国の州政府が作成した種子生産計画に則って、中央政府レベルで原原種生産計画が立案（添付資料－M参照）されているが、広大な国土に様々に異なる農業条件を有するインド国において、しかも約800品種の種子について、中央政府レベルでそれらを的確に把握し、生産量の調整を行うことはかなり難しい実態にある。

3) 種子公社の生産計画が実需を反映していない

州の種子生産計画が実需を反映していないため、必要量以上の注文が行われている。農家からの需要は生産計画よりかなり低い実態にある。

以上のように、インド国の種子生産全体をみると原原種までの生産量はどうにか確保されており、それ以降の種子の生産量を増大させることが第一に必要となっている。しかしながら、検定種子の生産量を増加させるためには、単に現在の生産量を増やすのではなく、農家の需要が低い現状を打破することが先決であり、魅力ある新品種の開発、種子の品質（育種家種子～検定種子）の向上、生産流通合理化によるコストの削減等、農家の種子購入インセンティブを高めるための総合的なアプローチが求められている。

特に、流通している種子の品質問題は国会でも取り上げられるなど改善が求められており、また、種子公社側からは原原種の品質向上に強い要望が示される等、種子の品質向上が最も重要な課題と考えられる。

２－３－２　育種・種子研究体制

インド国の農業研究はインド農業研究会議（ＩＣＡＲ：Indian Council of Agricultural Research）によって統括されている。ＩＣＡＲは農業省に属する独立した機関であり、農業大臣を総裁、農業研究教育局長を理事長とし、全ての国立研究機関、特別研究計画を管轄し、インド国農業研究の最高組織と位置付けられている。ＩＣＡＲの組織図は添付資料－Ｎに示す。

ＩＣＡＲの活動目的として以下の4つが挙げられている。

(1) インド国とその保護領における農業、畜産業の研究、教育とその応用に関し、適切な方法を用いてそれらの企画、支援、促進、調整を行う。

(2) 研究に関する事項のみならず、農業、家畜衛生の全般に関し、中央情報機関としての役割を持つ。

(3) 書籍、総説、雑誌、新聞、その他の刊行物を提供し、図書室を運営する。

(4) 農業及びそれに関連する応用科学に関する教育・研修の場で、コンサルタントサービスを行う。

ＩＣＡＲの傘下には42の研究所、4つの国家研究局（National Bureau）、22の研究センターがある（添付資料－Ｏ参照）。また、以上の研究機関での研究の他、全国で71の特別研究計画（All-India Coordinated Research Projects）を所管実施中である。加えて、地方の農業研究能力向上のため、全国27の州立大学（添付資料－Ｏ参照）に対して援助を行っている。

以上の研究機関の中で、作物品種育成は以下の研究機関及び教育機関で行われている。すなわち、インド農業研究所（ＩＡＲＩ：Indian Agricultural Research Institute）、中央稲研究所、ジュート繊維農業研究所、中央タバコ研究所、インド草地飼料作物研究所、中央サトウキビ育種研究所、中央ワタ研究所、中央プランテーション作物研究所、インド園芸研究所、中央バレイショ研究所、中央地下作物研究所、国立ソルガム研究センター、国立ダイズ研究センター、国立ラッカセイ研究センター、国立柑橘研究センター、国立香辛料研究センター、国立カシューナッツ研究センター、野菜研究理事会、油糧作物研究理事会、イネ研究理事会、豆類研究理事会、コムギ研究理事会及びアンドラ・プラデシュ農業大学ほか26の州立農業大学で行われている（添付資料－Ｏ参照）。特に、ＩＡＲＩは多くの育種単位を有し、研究組織としては最も大きい。ＩＡＲＩ以外はいわゆる単科作物研究所である。各育種単位の要員は今回の調査では明らかにはならなかった。

ＩＣＡＲ傘下の機関で育成されている作物及び育種目標は以下のようである。

表２－７　ＩＣＡＲで育種されている作物

穀類	イネ、コムギ、トウモロコシ、ソルガム、トウジンビエ、アワコド
雑豆類	キマメ、ケツルアズキ、リョクトウ、ラッカセイ、ヒヨコマメレンズマメ、エンドウマメ、ラセラスマメ
油料作物	ナタネ、ヒマワリ、ゴマ、ニガーシード、アマニ、ベニバナ、ヒマ、ダイズ
地下作物	バレイショ、キャッサバ、カンショ、ヤム
甘味作物	サトウキビ、テンサイ
特用作物	タバコ
繊維作物	ワタ、ジュートなど
飼料作物	テオシント、ササゲ、アルファルファ
野菜	トマト、ナス、カリフラワー、オクラ、メロン、タマネギなど
花き	バラ、キク、グラジオラス、マリーゴールドなど
果樹	柑橘、マンゴー、ブドウ、グアバ、パパイヤ、サポジラなど
プランテーション作物	ココナッツ、アブラヤシ
香辛料作物	コショウ、ミント、レモングラス、バジル
その他	ケシ、カシューナッツなど

出典）ICAR Annual Report,1992-93 及びIARI Annual Report,1990-91より抜粋

表２－８　ＩＣＡＲの作物別育種目標

作　物	育　種　目　標
コムギ	各農業気象への適応品種育成、塩類集積土壌耐性
イネ	極早生、天水田用、いもち病・白葉枯病抵抗性、ハイブリッド育種
トウモロコシ	早生、中生、三系交雑ハイブリッド育種
ソルガム	多収性、耐病虫性、さび病抵抗性、耐倒伏性
トウジンビエ	多収性、ハイブリッド育種、うどんこ病抵抗性、早生
アワ	多収性、いもち病抵抗性
コド	多収性、黒穂病抵抗性、早生
キマメ	ハイブリッド育種、ハモグリバエの一種に対する抵抗性
ケツルアズキ	多収性
リョクトウ	多収性、イエローモザイクバイラス抵抗性
ヒヨコマメ	多収性、萎凋病・根腐れ病抵抗性
レンズマメ	多収性、さび病抵抗性
エンドウマメ	多収性、うどんこ病・さび病抵抗性
ナタネ	多収性、低エルシン酸、黒斑病・さび病抵抗性
ヒマワリ	ハイブリッド育種、さび病・うどんこ病抵抗性
サトウキビ	早生、中晩生、再生力旺盛、機械化適性、アルカリ土壌抵抗性
ワタ	ハイブリッド育種、角点病・黒斑病抵抗性

出典）ICAR Annual Report,1992-93 及びIARI Annual Report,1990-91 より抜粋

我が国の農林水産省や都道府県の農業試験場で実施している作物育種に比べると種類が多く、また、日本ではなじみのうすい作物も多い。さらに、野菜や花きの育種は日本では民間会社が主に行っているが、インド国では公的機関のほうが主流である。

インド国の種子生産に関する研究の中心はＩＡＲＩの種子科学技術課（Seed Science & Technology Division）である。当課は1968年に種子技術課として設立され、1984年に現在の名称となった。現在その下に中央種子検査室（Central Seed Testing Laboratory）を持つ（添付資料－Ｐ）。当課はＩＡＲＩが育成した各種作物品種の原原種の生産、配布、種子貯蔵技術の開発、種子検査技術の開発、種子生産技術に関わる大学院生の教育、研究者への研修、普及活動などを担当している。その活動内容は以下のとおりである。

(1)　種子技術に関する研究

1)　種子生産

2)　種子貯蔵

3)　種子病理

4) 種子検査

(2) 大学院生の教育（修士課程及び博士課程）

(3) 技術訓練

1) 種子検査

2) 品種同定

3) 種子証明

4) 種子健全度検定

(4) 州種子検査所の指導、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

1) 種子生産機関の連携

2) 新しい品種の配布

3) 農家への技術指導

(7) 国家レベルで行っている種子研究（20カ所）の調整

(8) インド種子技術協会（ＩＳＳＴ：Indian Society of Seed Technology）本部機能

種子技術に関する研究では、トウジンビエF1種子生産のための尿素追肥による両親の出穂同調、ソルガムF1種子生産のための窒素追肥及び播種期移動による開花同調、ヒマワリF1種子生産のための最適播種期の検討及び早播きによる開花同調、トウジンビエF1種子生産のための効率的父母本栽植密度、種子タンパク質の分析によるトウモロコシ品種、ヒマワリ品種及びヒヨコマメ品種の判別、可溶性タンパク質及びエステラーゼによるトウジンビエの雑種性の判定、種子蛋白グリアジンによるインド産パン小麦品種の識別、主要作物及び野菜における種子含水率と発芽率の関係、作物の色の変化による成熟期の判定、種子発芽力に及ぼす燻蒸剤の影響、発芽率の低下が収量に及ぼす影響などの研究を行っている。研究内容は、概観するとF1採種の効率化、遺伝生化学的手法による遺伝子型の識別が多い。

また、カルナル農場（Kamal Regional Station）では、コロハ種子生産のための効率的栽法、野菜種子選別における篩い目の検討、種子繁殖野菜における雑草制御、ヒヨコマメ食害昆虫に及ぼす生育抑制剤の効果、ヒマワリF1品種上の蜜蜂の行動、ヒマワリＦ1種子生産に及ぼす追加受粉の影響、イネ花粉の飛散距離の推定、イネF1採種における効率的栽植法などの研究を行っている。いずれも応用研究であり、採種の効率化に関するものが多い。

種子科学技術課、カルナル農場ともに応用研究が多いが、等電点電気泳動法によるアイソザイムを用いたF1種子の純度検定やSDS-PAGEによる種子タンパク質を用いた品種同定の研究はレベルとしては高い。生産量の飛躍的増大を目指して、トウジンビエ、ワタ、ヒマ、キマメ、ソルガム、イネ、野菜などの作物でF1品種の育成が活発に行われているが、インド国が研究及び普及を先駆けたトウジンビエ、ワタ、ヒマ、キマメなどは特筆すべきである。しかし、イネのように研究が

後発の作物では効率的採種法の研究に主力が置かれており、最先端のレベルとは言えない。F1品種同定にRAPDマーカーやPCR多型などDNA技術を用いた分析を導入しようとする研究員もおり、学問のレベルは高いと判断される。

２－４　第８次５ヶ年計画

1951年に第1次5ヶ年計画がスタートして以来、インド国は7次に及ぶ5ヶ年計画を実施している。第5次までの5ヶ年計画では政権交代や国内外の紛争の勃発などにより、必ずしも満足な成果を上げることができなかったが、第6次（1980-81～1984-85年）、第7次（1985-86～1989-90年）の5ヶ年計画では、貧困層の生活向上を目的とした経済成長の促進を行った結果、年平均5％以上のＧＤＰ成長率を記録し、目標をほぼ達成した。

第8次5ヶ年計画立案直前に湾岸危機が勃発しインド国経済は大きな影響を受けた。特に石油輸入価格の上昇によるインフレ及び在湾岸地域出稼ぎ労働者からの本国送金の減少が原因となり、1992-93年の経済成長率は2.5％に留まった。1991年6月に発足したラオ内閣は、従来の計画の再考、政策の変換を迫られ、ようやく1992年1月になって経済再建を骨子とする第8次5ヶ年計画（1992-93～1996-97）を策定した。計画の中で、インド国政府は、国民の生活レベルの向上、健康・教育環境の充実、完全雇用の確保、貧困の除去及び人口の計画的増加を再優先課題と位置付けている。

第8次5ヶ年計画の焦点及び目標は以下の通りである。

(1)　焦点

①　財政、貿易、工業、人的資源開発等に係るプロジェクトの円滑な実施

②　優先プロジェクトの効率的な実施

③　教育機会の提供、雇用促進、保健サービスの提供等による社会的安全の確立

④　便益の適正なる社会への分配

(2)　目標

①　雇用機会の創出

②　人口の抑制

③　識字率の向上及び初等教育の完全実施

④　飲料水の確保、プライマリーヘルスケアーの実施

⑤　農産物の自給及び輸出

⑥　インフラストラクチャーの整備

以上の課題の中にもある通り、農業分野においては、農産物の自給だけでなく、農作物及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、現在の生産量を維持した上で、さらなる生産量の増加を図るため、農業生産性の向上を最重点目標としている。生産性の向上は、農家の収入の増加ばかりでなく、最終的には農作物の輸出につながり、インド国の国力の増強にもつながると考えられている。

２－５　当該セクターの開発計画

２－５－１ 現在の農業開発計画

現在、第8次5ヶ年計画（1992-93～1996-97年）が策定され実行に移されているが、同計画書の農業計画の概要は以下の通りである。

第8次5ヶ年計画の中の農業開発基本戦略は以下の3点に絞ることができる。

①人口増加に伴う需要の増加に見合った増産の継続

②農家の収入の拡大

③農産物輸出の促進

これらの中でも、増産の継続による食糧自給体制の維持は最も優先的な課題とされており、第７次５ヶ年計画までの開発計画実施において明らかになってきた、地域間の農業生産力較差、作物別の生産性較差（時として両者は同じ意味となる）等の問題の解決によって、増産を目指す方針を立てている。そのための基本的施策は以下のとおりである。

(1) 天水栽培地域の栽培システムの改善を行い、土地・水資源の適正利用、農家の収入増を目指す。特に、栽培作物の多様化を行い、土壌保全、水資源の有効利用を促進する。

(2) 小農に対して現金収入の増大を目指した農業の多様化（家畜飼育、園芸作物栽培、養蚕、淡水養殖等）を推進する。また、事業形態によっては協業化も促進する。

(3) 天水地域流域開発・保護事業（畑地整備、水利施設建設、果樹園開発、植林等）を実施することで、それら地域の自立環境を整備すると共に地域内の雇用を創出する。

(4) かんがい地域における栽培技術の改善をより促進し、作物の有する最大限の収量を上げることを目指す。また、かんがい水の共同利用を促進する。

(5) 環境に配慮した農業開発を推進する。具体的には、流域管理による山間地の土壌浸食等の防止、化学肥料と有機質肥料の組み合わせによる継続的な栽培技術の開発、化学農薬になるべく頼らないＩＰＭ（Integrated Pest Management）の推進等が上げられる。

(6) 農産物流通のインフラを整備し、合理化を推進する。特に腐りやすい、野菜、果樹等の施設に配慮を行うことで農家の生産意欲を刺激し、農業生産物の多様化を促進する。また、流通には農業協同組合組織の参入を推進する。

(7) 農産物加工場の農村部への進出を促進し、農村における雇用機会を増大するとともに、農家の生産 物多様化の意欲を刺激する。特に、果樹、野菜、ミルク、食肉の加工場の整備を行う。製品は国内市場ばかりでなく海外市場をも目指したものとする。

(8) 農産物の輸出を促進する。特に、種物輸入の自由化政策によってまったく新しい農作物(花き、野菜等）の導入栽培も可能になり、新しい輸出品目の創出を促進する。

(9) 高品質な農業投入資材が必要量、適当な価格で、しかも適期に農家に渡るように監視、流

通制度の改善を行う。事業計画に裏打ちされた農業金融を行う。

(10) 民間活力によって農業開発を推進する。特に協同組合化、ＮＧＯの参入を促進し、受益者自らの参加を促す。

(11)多くの個別計画が前5ヶ年計画より継続しているが、その見直しを行い、より大きな効果を上げることを目指す。

(12) 土地制度改革（土地保有、小作）を推進する。

(13) 重要作物の政府買い上げ制度を継続し、農家の経営の安定、食糧安全保障を図る。買い上げ価格は生産費、一般市場価格等を十分考慮して専門家の意見を反映して決定する。

以上の政策によって、主要作物の生産量を表２－９に示す数字にすることが目標とされている。糧食作物生産量は、計画最終年（1996-97年度）には2億1,000万トンが計画されている。計画によると、糧食作物栽培面積は1991-92年度の1億2,700万haから1億3,000万haへと僅か2.4％しか増加しないにもかかわらず、生産量は1億7,250万トンから2億1,000万トンへと21.7％も増加させるとなっている。インド国政府は、近年、栽培面積の拡大がほとんど限界に達している現状から、収量の増加による増産戦略を立てているものと考えられ、それに必要となる農業投入資材（種子、肥料、農薬、農業機械）の安定供給、それらを生かすための基盤（水利、圃場、農道）整備・技術開発普及、それらのために必要となる農業金融の充実等が重要な施策となっている。

表２－９　第８次５ヶ年計画主要作物生産目標

作　物	1991-92年実績			1996-97年目標		
	面　積（百万ha）	生産量（百万トン）	収　量（kg/ha）	面　積（百万ha）	生産量（百万トン）	収　量（kg/ha）
米	40.50	72.50	1,706	43.50	88.00	2,023
コムギ	23.50	56.00	2,383	24.25	66.00	2,722
雑穀類	37.50	30.00	800	37.75	39.00	1,033
雑豆類	23.50	14.00	596	24.50	17.00	694
糧食作物計	127.00	172.50	1,358	130.00	210.00	1,615
油料作物	23.50	17.50	744	24.50	23.00	939
サトウキビ	3.70	235.00	63,514	3.90	275.00	70,513
ワタ	7.40	10.50	241	7.50	14.00	317
ジュート類	1.00	9.00	1,620	1.00	9.50	1,710
その他作物	19.60	－	－	23.70	－	－
全作物	182.20	－	－	190.60	－	－

注：ワタ、ジュート類の単位は百万ベール
出典：Eighth Five Year Plan 1992-97, Planning Commission

2－5－2　国家種子生産計画

農業開発計画の中で農業投入資材の安定供給の必要性が言及されているが、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。" M.Rai, Nucleus and Breeder Seed Production, Management of Change in All India Coordinated Crop Improvement Projects, ICAR" によれば、現在使用している種子を優良種子に置き換えるだけで、10%以上の増産が期待できると報告されている。

第8次5ヶ年計画の中でも、優良種子増産の必要性が記されており、特に、高付加価値種子（F1種子、野菜種子等）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、検定種子配布量を1991-92年度の49万トン（ただし、それに優良種子も加えると60.3万トンであった）から、計画終了年（1996-97年）には70万トンにまで42.9%増加させるとしている。

2－5－3　国家育種・種子研究計画

西暦2000年には少なくとも2億3,500万トンの食糧需要が見込まれ、それらの生産量を確保するため、インド国政府はイネ、トウジンビエ、ソルガム、トウモロコシ、ワタ、キマメ、ヒマワリ、ヒマ、野菜などの主要な作物についてF1品種育種を行う計画に着手した。1986年から着手された油糧作物におけるF1品種育成が期待された成果を収めたので、油料作物と同じように他の作物についても研究が着手されている。最近、イネについてはアンドラ・プラデシュ農大で2品種、タミール・ナドゥ農大で1品種F1品種が育成され、インド国におけるハイブリッド品種育成は着実に前進している。

現在、インド国における作物の種子更新率は低く、作物生産を高めるためには新品種の普及を2～3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。F1品種の場合、種子更新率は100%でなければ生産性の維持は不可能であるから、全体の種子更新率を高めるという点においてもF1品種は大きく貢献すると期待されている。したがって、優良品種の育成及び農家への迅速な普及を図るため、遺伝資源研究、品種育成、種子研究、育種家種子及び原原種の生産に関する以下の研究強化計画が立てられている。

(1)　植物遺伝資源

1)　重要穀物、油料作物、園芸作物、森林作物、飼料作物及び探索中の植物遺伝資源の収集、保存交換

2)　国内植物遺伝資源情報ネットワークの開発及び植物検疫体制の強化

3)　乾燥地雑豆の高収量・耐病性品種、現在育種研究中、探索中の植物の多様な利用法の開発

(2)　ハイブリッド（F1）研究、種子開発

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、冬期作ソルガム及び早生

中繊維ヒルスタムワタの高収量F1、高い適応性を持つ在来ワタ及びヒマワリの有望F1の開発

2) トウモロコシの冬期作用高収量品種及び雨期作用早生種、乾燥地／半乾燥地向けのトウジンビエ耐麦角病及び耐黄化萎縮病F1、耐病性を持つヒマF1早生種の開発

3) 種子技術研究、育種家種子及び原原種生産、農場試験・研究の強化

(3) 種子技術研究及び原原種生産

1) 穀物の十分な量の優良な育種家種子及び原原種の生産（遺伝的純度検定、活性度試験による評価）

2) 種子生産地（種場）及び種子生産費の確認

3) 病害のない種場の特定

4) 雑豆類、油料作物、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

5) ロット単位で見た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、それらを救う方法の確立

6) 適正な種子保存及び包装方法の開発、保存中の害虫防除方法の開発、種子の低温保存の研究

2－6　他の援助国、国際機関等の計画

インド国は農業開発のための大きな柱として優良種子の生産配布を重視しており、海外からの援助も積極的に受け入れ、その体制強化に多大な努力を払っている。要請された計画と直接的な関係を有する実施中の計画は以下の3つである。

2－6－1　国家種子計画Ⅲ（National Seed Project Phese-Ⅲ）

世界銀行の借款によって実施されている計画で、第1次計画が1969年に開始され、現在、第3次計画を実施中である。プロジェクトの題名が示す通り、一連の計画はインド国の種子生産・配布体制を総合的に強化しようとするもので、種子会社の種子増殖・配布能力の強化、経営改善を主目的としながらも、種子生産・配布に関わるほとんどの分野が協力対象となっている。同国の種子生産・配布に関わる基本政策は本計画によって実行に移されているといっても過言ではなく、まさに国家の種子関連政策の柱として位置付けられている。

第3次計画は、総額1億5,000万ドルの予算で1989年から開始され、1995年6月に終了する予定となっているが、ディスバースメントが遅れており多少の延長が考えられている状況にある。計画の目的としては以下の3つが上げられている。

① 必要時に必要な品種の検定種子／優良種子が適当な価格で供給される体制を整えることで農家を支援する。

② 国家レベル、州レベルの種子公社を商業的に存続可能とするため、経営効率を強化する。

③ 民間セクターの成長を促すための金融制度を整える。

計画は実行部分（Project Component）と調査立案部分（Programme Component）とに大別され、それらの内容は以下の通りである。

(1) Project Component:

1) 種子公社、民間種子会社に対する設備投資のための金融を、国立農業地域開発銀行（ＮＡＢＡＲＤ:National Bank for Agricultural and Rural Development）を通して行う。

2) ＩＣＡＲ傘下の62の研究機関／大学に育種、原原種増殖に必要となる施設機材、管理のために必要となる機器・費用を整備する。

3) 種子検定所（Seed Certification Agencies）、種子検査室（Seed Testing Laboratories）の機能を強化するため、検査用資機材、圃場、移動手段、コンピュータ等の整備を 行う。

4) 移動式種子精選機を州種子公社に整備する。

5) 機構的改革、訓練を実施する。

(2)Programme Component:

国家・州レベルの種子公社の経営的自立を促進するための投資の前提となる、経営的、技術的改善を目指した見直し調査を実施する。

要請された計画では、上記(1) 2)ＩＣＡＲ傘下の62の研究機関／大学に対する支援が関連を有するが、その内容は以下の通りである。

(1) 7つのセンターを対象とした、世代促進用のオフシーズン種場（Off-season nurseries）のための施設整備（予算：1,900万ルピー）

(2) 育種研究と種子生産を効率的に行うために必要な圃場機械整備（予算：970万ルピー）
ＩＡＲＩ本部を含む26センターが対象。

(3) 重点研究所（Hot Spot Locations）の強化（予算：600万ルピー）
ＩＡＲＩ本部を含む18センターが対象。

(4) 原原種（Breeder Seed）生産強化（予算：4,300万ルピー）
ＩＡＲＩ本部を含む8研究所、22大学が対象。

(5) 種子精選包装機材整備（予算：300万ルピー）
10センターが対象。

(6) 主任研究員の出張費支援（予算：800万ルピー）
14センターが対象。

(7) ＩＡＲＩ種子科学技術課中央種子検査室の機材整備（予算：400万ルピー）

(8) 生殖質保存（Working Collection）施設整備。
11センターが対象。

(9) 事務機器、訓練用機材整備、出張旅費支援（予算：4,000万ルピー）
ＩＡＲＩ本部を含む約50センターが対象

以上の中で要請された計画と直接的な関連を有するのは(4)と(7)で、(7)で支援される中央種子検査室は、今回の計画の直接的な受益者であるＩＡＲＩの種子科学技術課に属する研究室であり、また、同課の管理下にあり原原種を生産しているカルナル農場には(4)によって、かんがいポンプ及びトラクターが整備されている。その詳細については、”３－１－３　既存の施設・機材の状況”の中で述べる。

２－６－２　種子科学技術計画（Indo-British Project on Seed Science & Technology）

イギリス海外開発庁（ＯＤＡ）の援助で1990年8月より4ヶ年計画で実施されており、本調査期間が丁度協力が終了する時期にあたっている。計画の援助総額は278,900ポンド（他にインド側負担額が70,000ルピーある）で、ＩＡＲＩ種子科学技術課の研究能力強化を目指し、以下の3つが目的として上げられている。

(1) 研究室レベル品種同定技術の標準化

(2) 種子貯蔵に適した包装素材の研究

(3) 種子検定技術の標準化

協力内容は技術研究協力が中心であり、ＩＡＲＩ研究者のイギリスでの訓練、イギリスからの専門家派遣、ワークショップの開催、研究資機材・書籍の供与が含まれている。供与された機材については、”３－１－３　既存の施設・機材の状況”の中で述べる。

２－６－３　植物遺伝資源計画（The Plant Genetic Resources Project）

ＵＳＡＩＤの援助で1988年より10年間の予定で実施されており、援助総額1,870万ドル（他に925万ドル相当のルピーでのインド側負担分がある）が予定されている。計画はインド国家植物遺伝資源局（ＮＢＰＧＲ:National Bureau of Plant Genetic Resources）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、業務能力の強化を目的としたもので、機材の供与、施設建設、訓練が主な内容となっている。それらの概略は以下の通りである。

(1) 施設建設

1995年を目処に、ＮＢＰＧＲ本部と中央遺伝子銀行（National Gene Bank）が建設され、遺伝子銀行は100万点（長期・中期保存）の種子の保管能力を有することになる。それに加えて超低温貯蔵、組織培養保存のための施設も付属させる。また、植物防疫のための施設を全国4カ所に建設する。

(2) 機材整備

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・交換を行うコンピューターシステムの整備を行う。

(3) 訓練

ＮＢＰＧＲの科学者達に対して、遺伝資源保存研究に関わる専門的な訓練を、インド国内やアメリカにおいて実施する。

(4) 共同探索収集

インド国やアメリカにおいて、インド側とアメリカ側の科学者達が合同で植物遺伝資源の探索収集を実施する。

2－7　我が国の援助実施状況

我が国は、南西アジア地域におけるインド国の政治的・経済的な役割の重要性と両国の伝統的な友好関係から、同国を我が国援助の重点国として、同国の経済開発計画に対応した計画的な援助を実施してきている。特に1989年の経済協力総合調査団の派遣以来、以下の6分野を重点分野として協力を推進している。

(1)　経済インフラの整備

(2)　工業生産性の向上

(3)　農業生産性の向上

(4)　環境の維持・改善

(5)　保健医療・社会サービスの充実

(6)　人的資源の開発

農業分野では、上記(3)の農業生産性の向上を目標に、食糧自給維持のため、農業インフラ、肥料工場建設などの援助を継続して実施している。同国農業省に対する最近5年間の協力形態別援助実績は以下の表のとおりである。

表２－１０　協力形態別我が国の援助実績

協力形態	案件名	協力期間	案件の概要	協力額（千円）
単独機材供与	遺伝子研究用機材	平成3年度	機材供与	20,497
無償資金協力	食糧増産援助	平成元年度	肥料の供与	60,000
	食糧増産援助	平成2年度	肥料・農機の供与	60,000
	食糧増産援助	平成3年度	肥料の供与	60,000
	食糧増産援助	平成4年度	肥料の供与	60,000
	食糧増産援助	平成5年度	肥料の供与	60,000
円借款	インディラガンジーナハール農業開発	平成元年度	幹線水路の修復、水路内の水草及び砂の除去	84,000

（出典：国際協力事業団　国別協力情報ファイル　インド）

本計画の受益機関であるインド農業研究所及び対象分野の種子開発に関する我が国の援助は、過去に実施されたことはない。

第３章　計画の内容

３－１　プロジェクトサイトの状況

３－１－１　ＩＡＲＩ種子科学技術課（ニューデリー）

インド農業研究所（ＩＡＲＩ）は、ニューデリの中心部より西方約8kmに約500haの敷地を有しており、各研究室、学校、職員宿舎、付属農場が敷地内に散在している（添付資料－Ｑ）。今回の協力対象となる種子科学技術課も同敷地内にあり、添付資料－Ｑの⑮の場所に位置する。

種子科学技術課は鉄筋4階建ての建物（総床面積約1,500㎡）を有し、同課に所属する研究室がそこに入っている。建物内には電気、水道が設備されているがガスの供給はない。各研究室内は空間的余裕があり、要請された研究機材を設置するスペースの確保に問題はないものと判断された。

３－１－２　ＩＡＲＩカルナル農場

正式には、ＩＡＲＩカルナル地域研究所（IARI Karnal Regional Station）と呼ばれ、育種家種子、原原種生産及びそれに付随する農場レベルでの研究が主な活動内容である。組織上はＩＡＲＩ種子科学技術課に属している。

カルナルの町はニューデリーの北約120kmに位置しハリアナ州に属する。カルナルには本農場以外にも多くの研究機関が設置されており、研究学園都市の性格を有する。カルナル農場は敷地約100haを有し、事務所棟、種子調製・貯蔵棟、野菜種子調製・貯蔵棟、農業機械ガレージ、ワークショップ、圃場、かんがいポンプ・水路、職員宿舎等が整備されている（添付資料－Ｒ）。

敷地内にはガスの供給は無いものの、給水施設（井戸）、配電施設が完備されており、非常用ディーゼル発電器（63KVA, 415V/3ph/50Hz）も設置されている。

計画では種子（育種家種子、原原種）貯蔵施設、種子（糧食作物、油料種子）処理設備、野菜種子処理設備がカルナル農場に設置されることとなっているが、ＩＡＲＩはそれら施設設置のため、既存の種子調製・貯蔵棟（添付資料－Ｓ参照）を自身の予算で増設する計画を有している。しかしながら、そのための設計作業、予算処置等、建設計画への具体的な取り組みはこれからの状況である。

３－１－３　既存の施設・機材の状況

”２－６　他の援助国、国際機関等の計画”で説明した通り、ＩＡＲＩ種子科学技術課及びカルナル農場は、現在、世界銀行、イギリス海外開発庁（ＯＤＡ）から施設機材の援助を受けてお

り、また、過去に自身の予算や他の援助機関からの援助で調達した施設機材も多数所有している。現在、ＩＡＲＩ種子科学技術課及びカルナル農場が保有する研究資機材のリストを以下に示す。

表３－１　既存の施設機材の状況

＜ＩＡＲＩ種子科学技術課＞

NO.	品　目	数　量／調達源				特記事項
		世　銀	ＯＤＡ	IARI／その他	合　計	
1	電子天秤	4	1	4	9	
2	分光光度計	0	1	1	2	
3	導電率計	0	1	1	2	
4	ｐＨメーター	1	0	1	2	
5	電気泳動装置	0	2	0	2	
6	Isoelectric focussing unit	0	1	0	1	
7	冷却式遠心分離器	0	1	1	2	
8	卓上遠心分離器	1	1	0	2	
9	ジェルドライヤー	0	1	0	1	
10	恒温器	0	4	0	4	
11	ガスクロマトグラフィー	0	1	0	1	
12	ＢＯＤ恒温器	2	0	5	7	
13	超低温庫	2	0	1	3	
14	クリーンベンチ	1	0	1	2	
15	双眼式顕微鏡	5	0	11	16	
16	顕微鏡	1	0	4	5	
17	顕微鏡写真撮影装置	0	0	1	1	
18	グロースチャンバー	2	0	1	3	
19	種子サンプル均分器	2	0	8	10	
20	拡大鏡	5	0	12	17	
21	種子発芽試験器	2	0	0	2	
22	トロリー（発芽試験用）	6	0	0	6	
23	加湿器	1	0	1	2	
24	乾燥器	2	0	1	3	
25	湯煎器	0	0	1	1	
26	ｶｰﾈﾙﾌｨｯｼｬｰ式水分計	1	0	0	1	
27	電動式粉砕器	1	0	1	2	
28	オートクレーブ	1	0	1	2	
29	自動サンプラー	1	0	0	1	
30	殻刺し	2	0	0	2	
31	透視鏡	1	0	0	1	
32	種子風選器	2	0	0	2	
33	発芽試験室	2	0	0	2	
34	温度勾配盤	1	0	0	1	
35	種子計数器	2	0	0	2	
36	種子水分計（電気式）	1	0	0	1	
37	種子水分計（ｴﾆﾊﾞｰｻﾙ式）	1	0	0	1	
38	電気式分析用天秤	1	0	0	1	
39	温室	1	0	0	1	
40	防湿サンプル貯蔵庫	1	0	0	1	

注：世界銀行の援助による機材は一部がまだ調達されていない物がある。

<カルナル農場>

NO.	品　目	数　量／調達源				特記事項
		世　銀	ＯＤＡ	IARI／その他	合　計	
1	種子精選ライン（0.5t/hr）	0	0	1	1	ｸﾘｰﾅｰ,ｸﾞﾚｰﾀﾞｰ,ｲﾝﾃﾞﾝﾄｼﾘﾝﾀﾞｰ,比重選別器,薬剤処理機。1983年に購入された物で老朽化が進み作業効率悪い。
2	編目選別器（100kg/hr）	1	0	0	1	ｲﾝﾃﾞﾝﾄｼﾘﾝﾀﾞｰ付
3	ﾗﾎﾞﾀｲﾌﾟｲﾝﾃﾞﾝﾄｼﾘﾝﾀﾞｰ	0	0	1	1	
4	ラボタイプ比重選別器	0	0	1	1	
5	種子乾燥機（バッチ式）	0	0	2	2	老朽化激しく使用不可。
6	袋縫い器	0	0	1	1	
7	野菜用精選器(80kg/hr)	0	0	1	1	
8	野菜用比重選別器(80kg/hr)	0	0	1	1	現在壊れており使用不可。
9	種子抽出機	0	0	2	2	
10	野菜用乾燥機	0	0	2	2	老朽化激しく使用不可。
11	トラクター（作業機付き）	1	0	5	6	
12	かんがい用ポンプ	1	0	?	?	
13	自動気象観測装置	0	0	1	1	

出典：質問書回答、ＩＡＲＩ種子科学技術課

３－２　計画の内容及び検討

本計画の目的は、今後の食糧自給体制を維持し、国民の大多数を占める農家の収入増加を最大の優先課題としているインド国の農業政策の中で、政策推進に必要不可欠な同国の優良種子の生産配布能力の増強を行う一環として、優良種子生産の元種となる原原種の生産体制を強化することである。計画対象となるＩＡＲＩは、インド国の原原種生産体制の中で研究面、実際の生産面をリードする重要な役割を果たしており、今回の要請ではＩＡＲＩの原原種生産・保管能力、種子研究能力の向上を目指している。

３－２－１　種子生産計画

ＩＡＲＩでは種子科学技術課に属するカルナル農場で育種家種子、原原種の生産を行っている。また、生産した原原種の一部（全生産量の約20％）をその後の増殖のために種子会社等に配布するのではなく、品種普及の迅速化を目的として直接農家に販売しており、それらはＩＡＲＩ種子と呼ばれている。それらの生産実績（1993年）は以下の通りであり、その詳細は添付資料－Ｔに示す。

表３－２　ＩＡＲＩカルナル農場種子生産実績（1993年）　　単位：100kg

作　物	品種数	育種家種子	原原種	ＩＡＲＩ	合　計
コムギ	20	26.48	922.34	144.70	1,093.52
イネ	8	－	18.10	111.10	129.20
トウモロコシ	3	－	1.01	0.80	1.81
トウジンビエ	2	－	1.25	0.54	1.79
ソルガム	3	1.08	27.53	17.40	46.01
穀類計	36	27.56	970.23	274.54	1,272.33
カラシナ	4	0.12	5.10	21.43	26.65
ヒヨコマメ	7	0.95	98.24	41.15	140.34
エンドウ	1	－	3.20	1.00	4.20
ヒラマメ	2	－	1.00	4.53	5.53
リョクトウ	2	－	8.45	－	8.45
キマメ	3	－	5.20	11.22	16.42
ダイズ	2	－	－	2.55	2.55
ササゲ	3	－	18.42	－	18.42
雑豆・油料計	24	1.07	139.61	81.88	222.56
野菜類	32	2.23	38.95	3.94	45.12
合　計	92	30.86	1,148.79	360.36	1,540.01

出典：Annual Report 1993, IARI Karnal Regional Station

カルナル農場では、毎年150～200トンの種子が生産されており、作物の種類も、穀物、雑豆類、

油料作物、野菜と多岐に渡っているが、生産量の大半は穀物種子であり、しかもその大部分はコムギが占めている。

カルナル農場で生産された主要穀物原原種の全国生産量に占める割合は、1992年現在、コムギ11.8%、イネ3.9%、トウモロコシ1.4%、ソルガム6.4%であり、かなり高いシェアーを有しており、原原種生産に占めるＩＡＲＩの重要度を窺うことができる。

カルナル農場における2000年の主要穀物種子生産計画を見ると、将来の需要増を見込んで生産量のレベルを現在より約6割増加させることになっている。

表３－３　カルナル農場主要穀物種子生産実績及び将来計画　　単位：トン

作　物	1989	1990	1991	1992	1993	2000
コムギ	115.50	94.16	104.64	152.88	109.35	185.00
イネ	26.59	11.09	23.91	22.40	12.92	39.13
ソルガム	0.45	74.21	3.92	7.32	4.60	12.15
計	142.54	169.46	132.47	182.60	126.87	237.28
1989～1993年平均を基準とした増加率（%）						57.4

注：生産量は育種家種子、原原種、ＩＡＲＩ種子生産量の合計。
出典：質問書回答、ＩＡＲＩ種子科学技術課

しかし、現在のインド国の種子生産事情をみると、主要作物の原原種は推定需要量を上回る生産量があることから、今後は単純な量的拡大よりむしろ、必要とされる品種を必要量生産することや、より高い品質の種子を生産することに重点が置かれるものと考えられ、カルナル農場における種子生産量も当面現状程度で推移するものと判断される。また、経営の効率化を迫られている種子公社の付加価値の高い種子生産への移行、国の作付けの多様化や農産物輸出振興政策の影響から、Ｆ1種子や野菜種子に対する需要が高まっており、それらの生産体制強化が重要な課題と考えられている。

３－２－２　種子保存計画

要請では、生殖質／育種家種子の保存施設をニューデリーＩＡＲＩ本部内の種子科学技術課研究室に、また、原原種の保管施設をカルナル農場に整備する計画となっていたが、それぞれの計画内容について現地研究者と協議確認を行った結果は以下の通りである。

(1)　生殖質／育種家種子の保存

調査団が先ず確認したのは、現在、ＵＳＡＩＤの援助で建設中のＮＢＰＧＲとの機能の重複が生じないかということであった。ＩＡＲＩの説明によるとＮＢＰＧＲで貯蔵している遺伝資源

（生殖質）は、採集した長期保存材料（Base　Collection）とそれらを純系分離した中期保存材料（Working　Collection）が中心であり、育種家が日常的に利用する育種素材は各研究所の育種部門が維持管理しているとのことで、今回の要請では育種素材の保存を目指しており、ＮＢＰＧＲの機能との重複が生じないことが確認された。

ＩＡＲＩでは種子科学技術課がそれら育種素材としての生殖質を集中的に保存管理する役割りを担っているが、それに必要となる適当な施設を有していない。そのため、現在は各研究者が毎年自身で更新し保存管理を行っているが、毎年の更新であるため、品種の交雑、劣化の恐れが高くなり、それを防ぐための時間や手間が非常にかかっている。育種素材の保存期間は3～5年が考えられている。

現在、ＩＡＲＩの研究者が保存管理している育種素材は約2万点とみられており、それらの平均重量は150g程度であることから、全体として3トンの貯蔵容量が必要と考えられる。

また、インド国では品種同定のため、新品種の真正種子（Authentic Seed）を品種登録後7年間保存する義務を育種家に課す制度が新たに開始されることになり、ＩＡＲＩでは種子科学技術課がそれら真正種子もまとめて保存管理する計画である。それらの必要貯蔵容量は以下のように約1.5トンと見積もられている。

表３－４　ＩＡＲＩ本部生殖質保存計画

育種素材（３～５年保存）	真正種子（７年保存）		
150g×20,000点＝3 ton	1.普通作物（普及種）	1kg × 500品種	＝500kg
	2.普通作物（その他）	500g × 1,000品種	＝500kg
	3.野菜	200g × 200品種	＝ 40kg
	4.野菜（育種素材）	20g × 1,100品種	＝ 22kg
	5.今後の増加見込み		400kg
	合計		1,462kg

出所：ＩＡＲＩ種子科学技術課

種子科学技術課に育種素材保存庫を設置することで、ＩＡＲＩ内のそれぞれの育種単位が現在独自に維持管理している育種素材を一括管理することが可能となり、施設の効率的利用を促進する。これにより、毎年種子更新していた育種素材が数年に一度増殖するだけで安全に保存・利用ができることになり、人為的ミスによる貴重な遺伝子の損失や種子更新栽培中に発生する自然災害による大切な資源の滅失を未然に防ぐことが可能となる。さらに、同課内に真正種子保存庫を設け、育種単位が育成した新品種の種子を中期的（7年間）に保存し、その種子を使用して新たに育成された品種と比較栽培することにより品種間の識別・同定が容易に行えるようになる。

当初要請された育種家種子保存施設は、育種家種子の生産、その後の原原種増殖がカルナル農場で行われていることから、同農場に整備することが適当と考えられる。

(2) 原原種の保管

ＩＡＲＩカルナル農場の現在の種子生産量は150～200万トンで、このうち約80%が原原種として生産配布されている。現在、ＩＡＲＩカルナル農場には約100トン容量の既存の種子保管用倉庫があるが、生産量の増加によって倉庫容量が不足しており、収穫ピーク時にはビニールシートを掛けて倉庫の軒先に仮保管する状況にある。また、緊急災害用の備蓄、年間栽培品種を少なくし手間や交雑の機会を少なくする目的での数年分の種子生産、売れ残り等の理由から、毎年60～70トンが翌年まで繰り越し在庫として保管されており、それらの保管のために、既存の倉庫に冷房装置を設置し低温貯蔵庫として利用している。しかしながら、倉庫の貯蔵能力が小さく、しかも、倉庫構造上外気から密閉できないため、倉庫内の湿度が上昇し易く貯蔵中の種子水分が上昇するため、品質の劣化や病害虫の発生が起こりやすい状況にある。病害虫対策として燻蒸を実施しているが、燻蒸剤（燐化アルミニウム）に抵抗性を示す害虫が増加しており、繰り越し在庫種子用の低温倉庫の整備が必要になっている。

原原種保管に必要な倉庫の貯蔵容量を検討するのに、年間のピーク時の貯蔵量を見るため、貯蔵種子の月別入出庫状況に関するデータを求めたが入手できなかった。代わりに、添付資料－Ｕに示す作物別（野菜は含まれていない）年間入出庫状況（1991-92年度から1993-94年度の3年間）のデータが入手できたので、これを基に必要貯蔵量の検討を行った。カルナル農場の研究者によると、種子貯蔵量はラビ期作物（コムギ、カラシナ、ヒヨコマメ、ヒラマメ、エンドウ)の収穫・調製が終了した直後の8月前後にピークを迎えるとのことであった。そのため、当該年度のラビ期作物の総入庫量とカリフ期作物（トウジンビエ、トウモロコシ、イネ、ソルガム、キマメ、ササゲ、リョクトウ、ダイズ）の繰り越し在庫量の合計がその年の最大在庫量に近いと考えられ、以下の計算によって必要倉庫容量を算出した。

年　度	ラビ期作物 総入庫量	カリフ期作物 繰り越し在庫量	合　計（単位：トン）
1991-92	146.61	35.71	182.32
1992-93	203.10	45.70	248.80
1993-94	163.21	42.85	206.61
平均	170.97	41.42	212.39

212.39ﾄﾝ × 80%（全種子生産量に対する原原種の割合）＝169.91ﾄﾝ

以上のように、現在、原原種貯蔵のために必要な倉庫容量は170トンと計算されたが、これ以外に野菜の原原種の貯蔵（1993年生産実績約4トン）、年間変動、今後の生産量の増加を考慮に入れ、約200トンが必要であろうと考えられた。現在、既存の倉庫容量が100トンであることから、新規に約100トンの倉庫の整備が必要となる。

また、新規100トンの内訳は、繰り越し在庫貯蔵用として60～70トン分の低温貯蔵庫が必要となり、さらに、育種家種子用貯蔵施設もカルナルに整備する計画であることから、そのための低温

貯蔵庫も必要になってくる。1993年のカルナル農場で生産された全作物の育種家種子は約3トンであり、2000年の生産計画（主要穀物のみ）では約5トンとなっている。育種家種子は数年間貯蔵する種子があるため倉庫容量の設定が難しいが、カルナル農場の科学者との打ち合わせにおいて、経験上1年分の生産量に相当する貯蔵容量で規模を設定することとした。

以上の検討から、カルナル農場に整備する倉庫は以下のように計画された。

原原種用常温倉庫	３０トン
原原種用低温倉庫	６５トン
育種家種子用低温倉庫	５トン
合　計	１００トン

ＩＡＲＩは以上の倉庫容量は、既存の種子調製・貯蔵棟を自身の予算で増設して確保する計画であり、低温倉庫用の施設機材について我が国の協力を求めている。

カルナル農場に、本計画で原原種の保管施設を整備することで、原原種の品質を高く保つことが可能となる。また、育種家種子保存施設は育種素材保存庫同様、これにより、毎年種子更新していたものが数年に一度増殖するだけで安全に保存・利用ができることになり、人為的ミスによる貴重な遺伝子の損失や種子更新栽培中に発生する自然災害による大切な資源の滅失を未然に防ぐことが可能となる。

３－２－３　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つの研究課題に取り組む計画を立てている。これら4つの課題に対するインド側の予算総額は年間300万ルピーであり、担当研究員の合計は23名である。

計画されている4つの研究課題はいずれも応用研究であり、目的が達成されれば優良種子の生産に大きく貢献し、農家への技術の波及効果も高いと判断される。対象となるＩＡＲＩ種子科学技術課へは、現在、世界銀行からの援助で中央種子検査室への協力が継続中であるが、4つの研究課題はいずれも中央種子研究室以外での実施を考えており、世界銀行の協力との重複はないものと判断される。

(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

目的：品種同定のための主要な形態的特性及び生化学的特性の確定

：品種識別技術の策定

インド側予算：年間100万ルピー

担当研究員：7名

(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

目的：農家レベル、流通レベルでの貯蔵中における発芽力低下の原因究明

：高発芽力を維持できる包装材料・包装法の改善

：生産力に及ぼす発芽力低下の影響

：貯蔵中に発生する細胞遺伝学的変化の研究

インド側予算：年間70万ルピー

担当研究員：5名

(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

目的：糸状菌、細菌、ウィルスなどの種子伝染性病害の特定

：種子伝染性病害の検査技術の策定

：原種生産における種子伝染性病害予防法の開発

インド側予算：年間30万ルピー

担当研究員：4名（内1名はカルナル試験場から）

(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

目的：穀類、雑豆類、油糧作物、野菜の種子選別のための穴の形、サイズの標準化

：選別調製方法の最適化

：トマト、ナス、トウガラシ、スイカ、メロンにおける種子抽出技術の標準化

：イネ、ソルガム、トウモロコシの機械乾燥における最適温度・時間の設定

インド側予算：年間100万ルピー

担当研究員：7名（内4名はカルナル試験場から）

3－2－4　施設・機材整備計画

要請された施設・機材の詳細は”１－２　要請の概要”に示してある。

これら要請された施設・機材の本計画における妥当性を以下の基準に基づき検討し、本計画で整備される資機材のリストを作成し、協議議事録（添付資料－IV）で確認を行った。

＜施設・機材選定基準＞

(1) 説明された種子生産計画、種子保存計画、種子研究計画に必要と考えられる物であること。また、要請されていなくても必要と思われる物であれば追加を認める。

(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物、汎用性が高いなど複数台数の必要性が確認されたものは供与対象とする。

(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）。

以上の検討結果を表３－５に示す。

表３－５　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＞			
生殖質及び育種家種子貯蔵施設	可	生殖質とは育種素材のことをさし、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	既存の物もあるが、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	既存の物もあるが、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	既存の物もあるが、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。	1
研究用種子処理機	可		4
デジタル水分計	可	既存の物もあるが、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	既存の物が多数有る。	
研究用顕微鏡（写真装置付）	可	既存の物もあるが、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。	
温室度計	可		2
真空燻蒸庫	不可	カルナル農場に設置。	
電子天秤	可	既存の物もあるが、追加の必要が認められた。	2
色彩選別器	可		1、2

施設・機材名	結果	理由／備考	研究課題
非常用発電器	追加	種子貯蔵施設用として。	
コンピューターセット	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		

注：研究課題の番号は”３－２－３　種子研究計画”に記した研究課題の番号と符合する。

３－２－５　施設・機材の仕様の検討

検討の結果、本計画に含まれることとなった施設・機材の概略仕様について、ＩＡＲＩ種子科学技術課から意向聴取を行ったので、簡単なコメントと共に以下に示す。もちろん、これらはあくまでＩＡＲＩ側の意向であり、基本設計調査時に更なる検討を行い、最適な仕様の最終決定を行う必要がある。

＜ＩＡＲＩ種子科学技術課＞

(1)　生殖質貯蔵施設

種子保存計画でも検討したように、生殖質として育種素材3トン、真正種子1.5トンを保存する計画である。それぞれの保存期間に応じた貯蔵条件は以下のように考えられている。

1)　育種素材（3～5年保存）：温度15℃、湿度35～40%

2)　真正種子（7年保存）　：温度5℃、湿度35～40%

以上から、1.5トン容量、温度5～15℃、湿度35～40%の基本モジュールを設定し、それを3つ設置することが現実的対応と思われる。また、湿度制御は保存される生殖質が密閉されれば行う必要はなく、それだけ消費電力も低く抑えられる。基本設計時にインド側と包装形態について検討を行い、現地で入手可能な資材を使って経済的な密封が可能となるようであれば、温度制御だけ

とすることも可能と考える。

(2) グロースキャビネット

容量：300ﾘｯﾄﾙ

温度制御：5～50℃

湿度制御：50～90% ＲＨ

光源：側壁

照度：0～23,000 lux（スライドダイヤル制御）

(3) 温室

寸法：8’ x 18’

素材：アルミ材

温度制御：外気温-5℃（ファン＋パッドシステム）、ヒーター加熱

光源：自然光（日長制御可能）

その他：水タンク（1,000 ﾘｯﾄﾙ）、可動式鉢用棚、カート（1台）

要請では、かなり厳しい温湿度制御、ガス制御の可能なものを要求していたが、ランニングコスト、実験目的等を勘案し、上記のような仕様となった。温度制御のファン＋パッドシステムとは、水を染み込ませたスポンジ状のパッドを通して外気を室内に取り込むことで、気化熱の利用によって温室内の温度を下げる方式のことである。

(4) 種子Ｘ線装置

(5) 電気泳動装置

システム：スラブ装置、4ゲル／槽

電源：1,000V, 500mA

(6) マイクロ冷凍遠心分離器（卓上式）

回転数：15,000rpm

温度：-20℃

ローター：以下各1（1.5ml x 24, 15ml x 12, 50ml x 8）

(7) 種子計数器（真空式）

計測数：100個

(8) 照度計

(9) 葉面積計

(10) 研究用種子処理機

以下の単体の機械を各1台設置。

粗選別器、厚さ選別器、比重選別器、インデントシリンダー、スパイラル選別器、種子処理機、種子ペレット成型器

(11) デジタル水分計

測定範囲：6～14%

精度：±0.2％

対象：穀類、雑豆類、油糧作物、野菜種子

(12) 研究用顕微鏡（写真撮影装置付き）

光源：12V/100W

Universal Condenser 対物レンズ

自動写真撮影装置、顕微鏡カラーテレビ装置付き

(13) エライザ装置

ホモジナイザー、搾汁プレス、振とう器、自動分注器、マイクロピペット各種、プレート洗浄器、マイクロプレート、エライザリーダー（340-750 nm, 0-4,300 OD, コンピュター:40MB ハードドライブ）

(14) 温湿度計

温度：0～50℃（精度±0.2℃）

湿度：0～100％（精度±1％）

デジタル表示

(15) 電子天秤

秤量：100 g

最小目盛り／精度：共に0.1mg

デジタル表示、風袋自動補正機能

(16) 色彩選別器

現在実用化されている色彩選別器は、一定の速度で流れる穀粒表面の色の濃淡（明暗）をセンサーが感じとり、予め設定してある標準色彩濃度より色が濃かったり淡かったりした穀粒を、空気噴射器によって流れから取り除くシステムとなっている。対象作物（品種）が異なると、それぞれの作物（品種）に応じた標準色彩濃度、センサーが関知してから空気噴射器が作動するまでのタイミング、穀粒流量等の調整を行わなければならない。そのため、色彩選別器は同一な物質を大量に処理する工場（精米所等）等で活用されている。

しかしながら、今回ＩＡＲＩが研究対象としている作物は”３－２－３　種子研究計画”で示したように多種類に渡っており、色彩選別器を導入しても作物毎に以上のような煩雑な調整を頻繁に行うようでは、余り実用的な利用はできないのではという懸念が残る。研究用に簡単な調整で様々な作物の種子に対応可能な機械を作ることは理論上は可能と考えられるが、日本ではそのような研究用としての機械は作られていないとのことである。医薬品等高価な物の検査のために、そのような色彩選別器が作られている可能性もあるが、いまのところ既製品があるとの情報を得ていない。

ＩＡＲＩの研究者には以上の色彩選別器の特質とともに、研究用としての使用に当たっての限界を説明しておいた。ＩＡＲＩでは基本設計調査時までに情報を収集し、色彩選別器の導入の可否も含めて検討を行うとのことであったが、日本側も調査団派遣時には色彩選別器のより

詳細な情報を収集し、ＩＡＲＩ側との協議に備える必要がある。適当な既製品が無い場合には、対象作物を絞り込みそれらへの利用のみを考えることも一案であろう。なお、色彩選別器を使用したい作物の優先順位は以下のとおりとの説明を受けた。

①イネ②ソルガム③コムギ④キマメ

(17) 非常用発電器

(1)の生殖質貯蔵施設のバックアップとする。

(18) コンピュータセット

本体：ＩＢＭコンパチ

16 MB RAM/512 KB

525 MB ハードディスク

14インチカラーモニター（4台）

キーボード（4台）

プリンター：レーザージェットカラープリンター

メモリー 4 MB RAM

コンピュータディスプレイ装置付き

以上の資機材を設置するスペースは既存の建物の中に十分あり（温室は屋外設置）、それらの設置計画は添付資料－Ｖのようになっている。

＜カルナル農場＞

(1) 育種家種子／原原種貯蔵施設

”３－２－２　種子保存計画”で検討したように、カルナルでは新たに育種家種子（5トン）、原原種（常温：30トン、低温：65トン）、計100トンの増設が必要と考えられる。本計画で要請されている低温貯蔵施設の条件は以下のように考えられる。

1) 育種家種子（数年貯蔵）　：温度20℃、湿度45～50％

2) 原原種低温貯蔵（1年貯蔵）　：温度20℃

生殖質貯蔵施設でも説明したように、経済的な育種家種子の密封包装が可能なら、温度制御だけとすることも可能と考える。

(2) 穀物種子処理（乾燥、精選、袋詰め）設備

カルナル農場年次報告によると、1993年に処理した野菜以外の作物の種子量は159,699kgであり、その内131,658kgがラビ作（乾期作）作物となっている。これらの処理を1.5カ月で行うとすると、休日（日曜）を考えた場合39日の稼働日数となり、一日3.4トンの処理量となる。一日8時間労働であるが、作物・品種が変わる毎に機器の掃除、調整が必要となるため労働時間の半分（4時間）を機械の稼働時間とすると、必要とされる処理能力は0.85トン／時と計算される。将来の生産量の増加、多少の余裕を持たせ1トン／時の能力が適当と判断される。

表３－６　カルナル農場種子処理量（1993年）

作　物	品種数	ロット数	全処理量 (kg)	平均ロット重量(kg)
コムギ	２４	３５	106,519	3,043.4
イネ	１５	１７	16,089	946.4
ソルガム	4	8	4,807	600.9
トウジンビエ	3	3	344	114.7
トウモロコシ	3	5	113	22.6
オオムギ	1	1	1,305	1,305.0
ライムギ	1	1	535	535.0
ヒヨコマメ	１２	１６	16,111	1,006.9
エンドウ	7	9	3,705	411.7
キマメ	3	8	3,152	394.0
ササゲ	5	5	1,850	370.0
リョクトウ	2	8	745	248.3
ヒラマメ	5	5	553	184.3
カラシナ	2	3	2,930	293.0
ダイズ	4	4	591	174.8
Dhaincha	－	1	350	350.0
合　計	９１	１２９	159,699	1,238.0

出典：Annual Report, 1993, IARI Karnal Regional Station

処理を行う対象作物は、表に示したすべての作物ではあるが、処理量の大部分がコムギであり、その他、処理量・ロット重量が大きいのは（処理量１トン以上かつロット重量500kg以上で線引きしてみると）、イネ、ソルガム、オオムギ、ヒヨコマメでしかなく、機械の構成はこれらを処理する前提で設計することで十分と考える。ＩＡＲＩ側も基本的には同じ考えを持っており、可能なら他に需要の多いエンドウ、キマメ、ササゲ、カラシナの処理も行いたいとの要望を持っている。

乾燥機は主に雨期処理時の補助乾燥用としての要求であり、その容量を考えた場合、一つの処理ロットの平均重量が約1.3トンではあるが、実際に1トン以上となっているのは、コムギ、ヒヨコマメ、オオムギのみであることを考え、1トン容量の物を2台設置することが適当と考える。

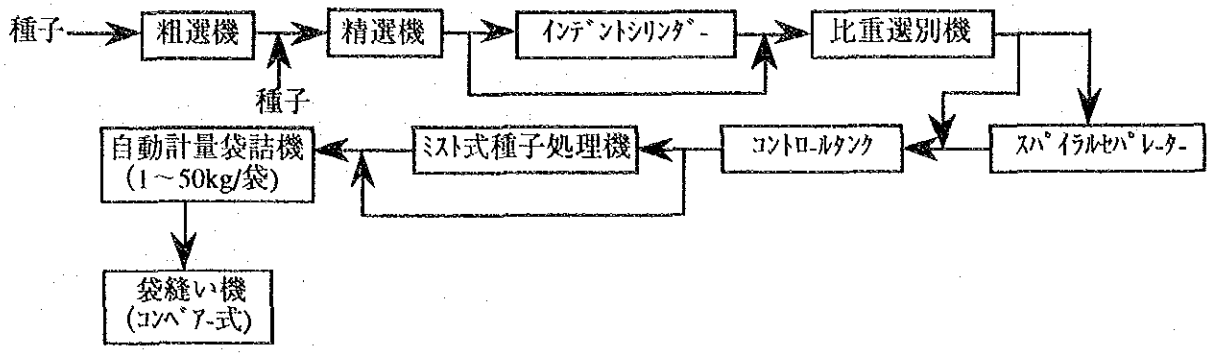
ＩＡＲＩが考えている処理施設の内容は以下のようになっている。

（乾燥機）

乾燥容量：2トン

乾燥方式：循環式

（精選・袋詰めライン）



(3) 野菜種子処理（乾燥、精選、袋詰め）設備

野菜は、種類が多く一品種当たりの処理量が多くても数十キロと少ないため、穀物用のようなラインを組むのではなく、小型機の単体を並べ、それぞれの作物・品種特性に合わせて、それら機械を使用する計画である。

現在、野菜種子用の精選機があるため、それ以外の以下の機器を調達したい意向である。

1) 低温乾燥機（容量：30～50kg）
2) インデントシリンダー （能力：100kg／時）
3) 種子処理機（容量：20kg）
4) 自動計量包装機
   ① 10～100gアルミ袋用
   ② 1 ～10kg布袋用
5) 種子抽出機（ナス用、投入容量：5kg）
6) 色彩選別機

上述したように、色彩選別機の導入は少量多種類の種子を扱う目的には適当でないと考えられるため、更なる検討が必要である。ＩＡＲＩは主にカリフラワーの種子の選別に使用したいとの意向を持っている。

(4) 研究用種子処理機

以下の単体の機械を各1台設置。

編目精選機、ｲﾝﾃﾞﾝﾄｼﾘﾝﾀﾞｰ、ｲﾝﾃﾞﾝﾄﾃﾞｨｽｸｾﾊﾟﾚｰﾀｰ、比重選別機、ｽﾊﾟｲﾗﾙｾﾊﾟﾚｰﾀｰ

(5) 真空燻蒸庫

処理容量：2トン

(6) 温湿度計

温度：0～50℃（精度±0.2℃）

湿度：0～100％（精度±1％）

デジタル表示

(7) 種子サンプル均分器

容量：2kg

(8) 発芽試験器

容量：200～250ﾘｯﾄﾙ

照度制御可能な物

(9)　水分計

赤外線式

これら、資機材の調達についてはスペアパーツの入手、故障時の対応等を考え、可能な限り現地に代理店を有するメーカーの物を調達することが望ましい。ＩＡＲＩの研究者によると、主に欧米系を中心に理化学機器メーカーの代理店があり、日本のメーカーの代理店も幾つかあるとのことであった。基本設計調査では、それら代理店の信頼度、対象となる資機材・スペアパーツの調達の可能性等についての市場調査が必要と考える。また、ＩＡＲＩは非常用発電器とコンピューターセットについては、インド製の調達としたい希望を持っている。

3－3　プロジェクトの実施体制

3－3－1　組織・要員

要請によると本計画の実施機関は、農業省農業研究教育局／インド農業研究会議（ＩＣＡＲ）となっているが、実際に現場でカウンターパートとなるのは、直接の受益機関であるＩＡＲＩ種子科学技術課である。ＩＡＲＩはいうまでもなく、ＩＣＡＲに所属する研究機関のひとつであり、その歴史・実績からしてＩＣＡＲを代表する機関となっている。”ＩＡＲＩはＩＣＡＲの長男である”との現地研究者の言葉がその実態を端的に表しているものと考えられる。ＩＡＲＩ及び種子科学技術課の組織図は添付資料－Ｐに示してある。

ＩＡＲＩ種子科学技術課の職員数はカルナル農場を含めて227名であり、その内訳は以下となっている。

表３－７　ＩＡＲＩ種子科学技術課職員

分　類	人　数
博　士	２０
修　士	８
大学卒	－
技術者	３１
その他	１６８
計	２２７

出典：質問書回答、ＩＡＲＩ種子科学技術課

本計画の現場レベルでの責任者は種子科学技術課長であり、本調査の具体的計画内容も同課長が中心となって取りまとめている。ただし、今後本計画が具体化する過程で、本計画推進のための委員会を設置し、本来の研究活動の負担とならないよう専任の委員を置きたいとの案がＩＡＲＩ所長より示された。この委員会がいつ設置されるか明らかではないが、基本設計調査以降は、この委員会を中心とした実施体制が整えられている可能性がある。ただし、その場合でも種子科学技術課長はキーパーソンとして委員会に参加するものと考えられ、本計画の実質上のカウンターパート責任者としての役割を負うものと考えられる。

3－3－2　予算

過去５ヶ年のＩＣＡＲとＩＡＲＩの予算額を以下に示す。

表３－８　ＩＣＡＲとＩＡＲＩの予算　　単位：百万ﾙﾋﾟｰ

機　関	1990	1991	1992	1993	1994
ＩＣＡＲ	2527.12	3005.51	3220.19	3554.60	4287.80
ＩＡＲＩ	270.00	287.80	285.00	328.70	390.12
(研究費)	40.00	57.70	50.00	53.10	85.00

出典：質問書回答、ＩＡＲＩ種子科学技術課

ＩＡＲＩの予算規模は、毎年、ＩＣＡＲのそれのほぼ9%程度を占めており、数多くの研究機関を傘下に持つＩＣＡＲの中でも、最も重要な機関であることが予算上からも窺うことができる。1994年のＩＡＲＩ予算額は約3億9,000万ﾙﾋﾟｰであり、これは日本円換算で約12億8,700万円となる。その内、研究費に充てられた予算は8,500万ﾙﾋﾟｰ（約2億8,050万円）であり、予算全体の約2割強を占めているが、他の年は2割を割り込んでいる。

ＩＡＲＩ種子科学技術課の年間予算に関するデータを以下のとおり入手したが、379万5,000ﾙﾋﾟｰ（約1,252万円）とＩＡＲＩの予算規模に比べて余りにも少なく（約1%）、その信頼性に疑問が残り、基本設計段階での確認が必要と思われる。参考のため、その内訳を見てみると、人件費が全体の約9割を占め、研究に必要な消耗品等の購入、機器の維持管理に回せる予算金額は余り多くない実態となっているが、これも基本設計時での確認が必要と考える。

表３－９　種子科学技術課予算（1994年）

項　目	金額(ﾙﾋﾟｰ)
人件費	3,400,000
薬品・消耗品	317,000
事務用品	33,000
その他（電話・車輌維持等）	45,000
計	3,795,000

出典：質問書回答、ＩＡＲＩ種子科学技術課

３－３－３　維持管理計画

現在、具体的な機器の維持管理計画は無いが、既存の機器類の維持管理は、種子科学技術課の場合、ＩＡＲＩの機器維持管理システムによって行われており、また、カルナル農場には、電気技術者、機械技術者、機器専門技術者が各2名配置されている。現在の機器の維持管理状況は、ＩＡＲＩの他の研究部門も含めて概ね良好であり、要請された機器の維持管理能力は十分あるものと判断される。

ＩＡＲＩ所長の話によると、新しい機器類に対処するためにさらにメインテナンス体制を強化する計画を有しているとのことであり、特に、冷蔵庫機器関係の技術者の訓練はすでに開始しているとのことであった。加えて、本計画が実施された場合、日本側より機器類の維持管理訓練、スペアパーツの供給を是非ともお願いしたいとの強い要望が示された。

今回の場合、維持管理上問題となるのは、現地技術者のレベルよりむしろスペアパーツの供給（予算上の問題も含めて）のほうと考えられる。機器の調達については、なるべく現地でスペアパーツが手に入ることが考慮に入れられる必要がある。

第４章　プロジェクトの評価と提言

４－１　援助効果

インド国政府は、農業振興政策における種子の重要性を強く認識しており、海外援助を積極的に活用しながら、種子生産配布に関する分野の改善強化に力を入れてきた。特に世界銀行の協力によって行われている国家種子計画（現在第3期目）はその柱となっており、インド国の種子政策がそのまま反映されていると見ることもできる。現在実施中の同計画は、育種・原原種生産能力強化、種子増殖配布を行う種子会社の機能強化、種子検査体制の強化と、幅広くほとんどの分野をカバーしており、インド国の優良種子生産配布体制が多くの分野で様々な問題を抱えていることを見て取ることができる。

本計画は、ＩＡＲＩの種子研究・原原種生産能力強化を目指したものである。ＩＡＲＩはインド国を代表する農業研究機関であり、主要穀物原原種の全国生産量に占める割合をみると、1992年現在、コムギ11.8％、イネ3.9％、トウモロコシ1.4％、ソルガム6.4％とかなり高いシェアーを有している。もちろん、ＩＡＲＩにも世界銀行の援助が行われているが、国家種子計画は様々な分野をカバーしているため、ともすれば総花的な内容となっており、きめ細かな援助が行われ難くなっている。本計画の対象となるＩＡＲＩ種子科学技術課には、中央種子検査室の機材整備、カルナル農場の井戸とトラクター整備に世界銀行の融資が行われているが、その他の分野の研究機器、種子精選・保存施設への協力は行われていない。

本計画によってそれらの施設・機材が整備改善されるならば、ＩＡＲＩにおける優良種子生産の環がより強力に繋がることになり、原原種生産の改善が図られるものと期待できる。現在、全国的な原原種の生産量は、量的には需要を上回るレベルにあるものと推測されるが、質的な改善の必要性は多くの関係機関からも望まれており、本計画による種子研究の成果、精選・貯蔵施設の改善は、原原種の質的改善に直接大きな役割を果たすものである。高品質種子の供給は、種子の潜在需要を多いに刺激するものであり、優良種子の普及にとって最も大切な要因である。ＩＡＲＩのシェアーの大きさからみても、本計画の実施によってインド国の優良種子生産配布体制が強化されることは確実である。

４－２　計画の妥当性に係る実証・検証

４－２－１　計画の妥当性

(1) インド国における食糧自給率は近年ほぼ達成されていると見なされるが、旱ばつ等の条件により、年毎の生産量にばらつきがあり、また、中長期的には、2000年までに10億人に達する

と予測される人口による食糧需要（約2億5,000万トンと見込まれる）に見合った増産が必要とされている。1988-89年の生産レベルは約1億7,500万トンであり、高収量を期待できる優良種子の生産配布は、安定的な食糧増産を維持するために極めて重要な課題となっている。また、第8次5ヶ年計画（1992-93～1996-97年）の農業セクターにおける重要分野においても、ハイブリッドの研究を含む新品種開発及び各種作物の優良な育種家種子・原原種の生産拡大を含む種子技術研究開発の重要性が謳われている。

(2) かかる重要サブ・セクターにおける要請にもかかわらず、実質上の実施機関たる農業省のインド農業研究所（ＩＡＲＩ）において、今回の要請に当たり必ずしも明確なプロジェクト・コンセプトが示されていなかったが、本調査期間に以下の4つの研究テーマが提示された。

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、油料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

これらは、基礎研究というよりは、種子生産農家や種子会社での優良種子生産増大に直接役立つ応用研究の性格を有し、末端農家に対する優良種子普及への裨益効果が期待できる研究テーマとなっており、本計画の対象として妥当なものと判断できる。研究スタッフについては一応の技術レベルを有しているものとみられ、各研究テーマの主任研究者をはじめ実施体制も決められている。

(3) 種子生産に関わる計画については大きく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段階から成るが、①についてはＵＳＡＩＤが100万点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計画について協力を行っている。③については従来より世界銀行が国家種子計画を3次にわたり実施し、種子公社や民間種子会社へのてこ入れを行ってきているが、第3次国家種子計画において、世界銀行は一部②の分野へも協力範囲を拡大すべく方針転換を行っていることが判明した。この転換は、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、同じく②の強化を目的とした本計画のアプローチの妥当性が裏付けられる結果となっている。とはいえ、世界銀行の②に係る協力は、種子公社、大学、各種研究機関を対象とした機材等のバラマキ援助(総額約7億円）の印象を拭い得ない内容となっており、今回の様なまとまりのある計画の実施が求められている。

4－2－2　計画の課題

調査時における協議、要請した資料とりまとめ等への対応はかなりの程度のパフォーマンスが示され、研究者の能力、組織の計画推進実施能力は或る程度のレベルにあるものと判断される。

あえて計画実施上の課題を探るとすれば、上記4つの研究テーマに要する研究費が毎年3百万ルピー（約1千万円）向こう5ヶ年必要と見積もられており、十分な予算の確保ができるかという心配が残る。1994年のＩＡＲＩ年間研究費予算8,500万ルピーからすれば、以上の金額は十分賄えると考えられるが、ＩＡＲＩは膨大な組織であり多くの研究部門を抱えていることを考えると、十分な予算が充当されない恐れも拭いきれない。世界銀行の国家種子計画担当者も、農業省をはじめ各種農業研究機関の対応が、予算の手当を含め必ずしも満足いかないことへのいらだちを表明しており、予算の十分な確保は今後の課題となりうる。

4－3　基本設計調査に対する提言

本計画の基本設計調査実施にあたり、以下の事項を提言する。

(1) ＩＡＲＩは既存の種子調製・貯蔵棟を自身の予算で増設し、必要となる種子処理設備及び種子保存施設（低温倉庫施設機材）を本計画で整備する計画である。しかしながら、種子調製・貯蔵棟の増設計画は未だ具体的な検討段階に入っておらず、本計画による施設・機材の納入に合わせて建設が確実に行われるのか今のところ確かでない。また、種子保存施設・種子処理設備とも、建屋との取り合いが重要となることから、設計段階での綿密な打ち合わせが必要になってくる。

以上から、インド国側が計画している種子調製・貯蔵棟の増設も、今回の無償資金協力計画に含めることを提言したい。

また、建物の増設が本計画に含まれなくても、基本設計段階でインド側の建築計画の確認、建物の基本設計に対する施設との取り合いに関する提言等が必要となるため、そのような能力を有する調査団員の調査への参加が不可欠である。

(2) ＩＡＲＩ種子科学技術課の予算内訳に関する信頼性のあるデータの入手ができなかったが、基本設計ではこれを明らかにし、十分な維持管理費が確保されるようインド側に要望するとともに、本計画に対する予算処置計画を確認することが望まれる。

(3) 本無償資金協力で調達する施設・機材の品目についてのインド側の要望は協議議事録に示したとおりであるが、それらの数量については確認を行っていない。基本設計においては、研究計画内容、既存の資機材の状況等を検討のうえ、それら数量の確定を行うとともに、仕様についても”３－２－５”での検討結果を参考に、十分な意見の交換を行うことが望まれる。

(4) 温湿度を制御しなければならない施設・機材が多く含まれており、維持管理予算を圧迫する大きな原因ともなりかねない。インド側の要求はともすれば理想的なものとなり、かなり厳しい温湿度設定条件となる恐れがある。本調査では維持管理費のことを考え、できるだけ現実的な温湿度設定条件とするよう要望しておいたが、基本設計でもそのことに十分注意を払う必要がある。また、施設・機材の設計にあたっては、維持管理費の少ないシステムとすることはいうまでもない。

(5) ＩＡＲＩ側も、施設・機材の維持管理の重要性は認識しており、維持管理能力の更なる強化を計画している。現在の維持管理状況を見ると、技術者はある程度のレベルにあるものと判断され、納入時の訓練、マニュアルの整備等で対処できるものと考えられる。ただし、開発途上国の通例として、維持管理費に充当される予算がそれほど多くないと考えられることから、資機材の調達にあたっては、なるべく、インド国内でスペアパーツが手に入ることが考慮される必要がある。

ＩＡＲＩ研究者によると、欧米系を中心に日本の会社も含めて幾つかの理化学機器メーカーが、代理店をインド国内に有しているとのことであり、それら代理店の信頼度、対象となる資機材・スペアパーツ調達の可能性についての市場調査を、基本設計で行うことが必要である。また、幾つかの資機材については、ＩＡＲＩはインド製品の調達も希望しており、それらに対する市場調査も併せて行うことが必要である。

(6) 基本設計調査の派遣時期は、ＩＡＲＩが学会のため11月下旬までは非常にスケジュールが詰まっているとのことであるので、それ以降、12月初旬が望ましい。コンサルタント団員の構成は、①業務主任（種子保存）、②施設計画（倉庫・冷蔵庫設計）、③機材計画の構成が考えられる。

― 添付資料〈一般資料編〉 ―

添付資料－Ⅰ：調査団員氏名

添付資料－Ⅱ：調査日程

添付資料－Ⅲ：インド農業研究所種子保存研究計画事前調査面会者リスト

添付資料－Ⅳ：MINUTES OF DISCUSSION PRELIMINARY STUDY ON THE PROJECT FOR DEVELOPMENT OF QUALITY SEED AT THE INDIAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

添付資料－Ⅴ：収集資料リスト

写 真 集

写真説明－１

写真１	ＩＡＲＩ種子科学技術課実験室
写真２	ＩＡＲＩ実験室
写真３	組織培養実験（ＩＡＲＩ）
写真４	電気泳動装置による品種同定実験（ＩＡＲＩ）
写真５	種子発芽試験（ＩＡＲＩ中央種子検査室）
写真６	中央種子検査室（ＩＡＲＩ）

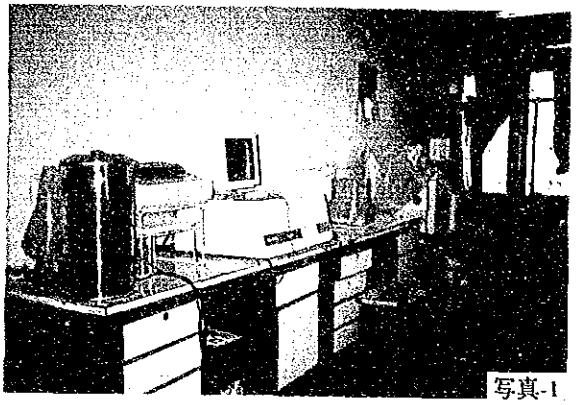


写真-1

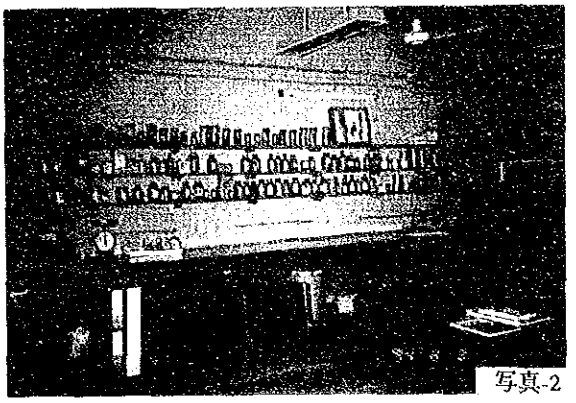


写真-2

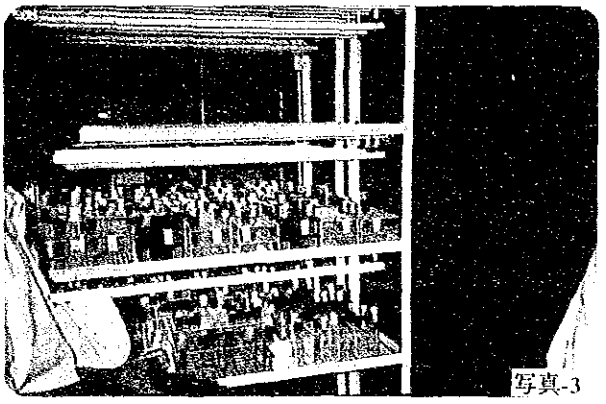


写真-3

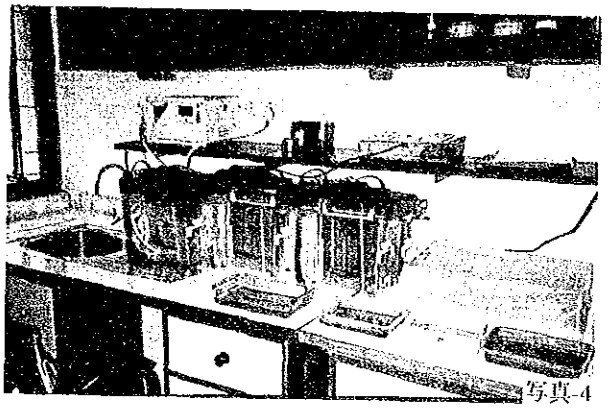


写真-4

写真-5

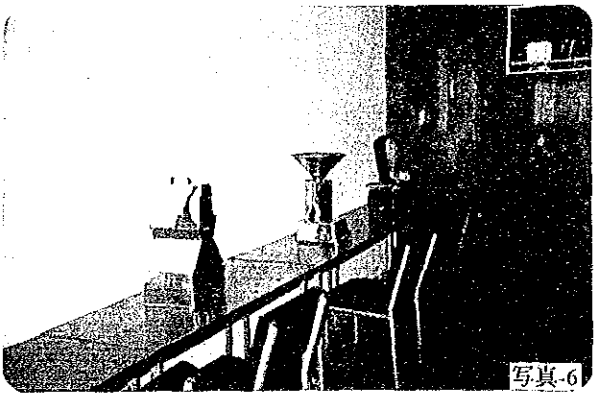


写真-6

写真説明－２

写真７　　種子農場（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真８　　種子農場（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真９　　食用作物種子調製貯蔵棟（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１０　　野菜種子調製貯蔵棟（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１１　　バッチ式種子乾燥機（ＩＡＲＩカルナル農場）　　現在は使われていない。

写真１２　　穀物種子精選機（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１３　　穀物種子用インデントシリンダー（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１４　　穀物種子比重選別機（ＩＡＲＩカルナル農場）

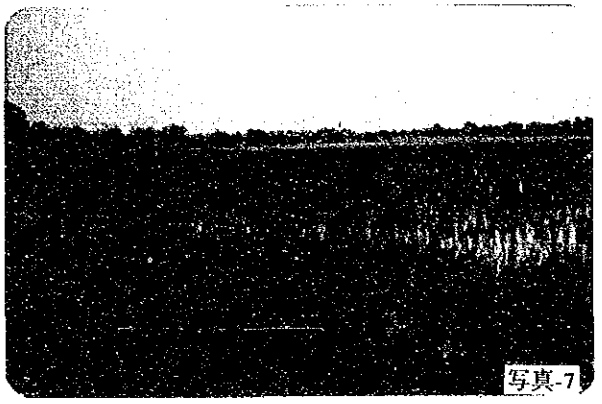


写真-7

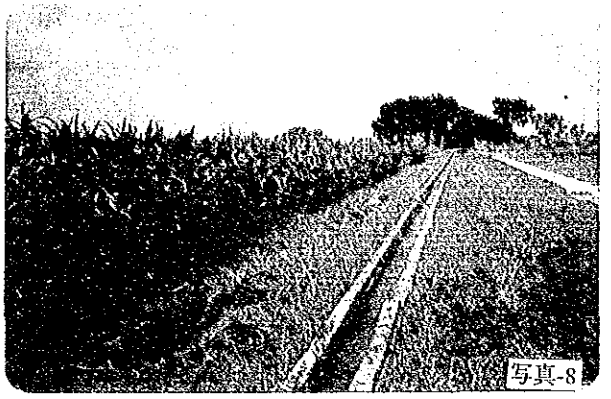


写真-8

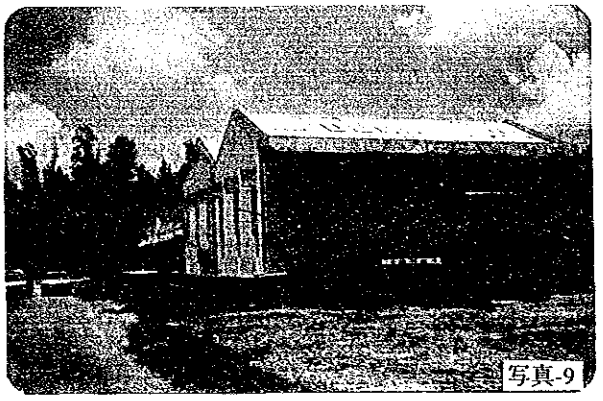


写真-9

写真-10

写真-11

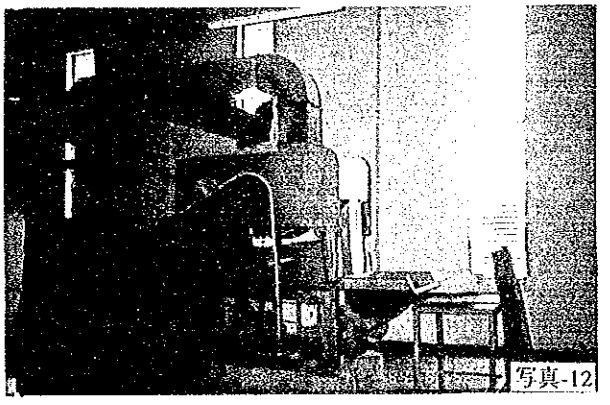


写真-12

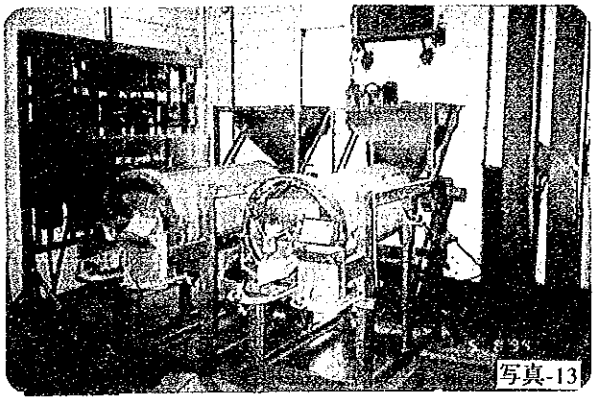


写真-13

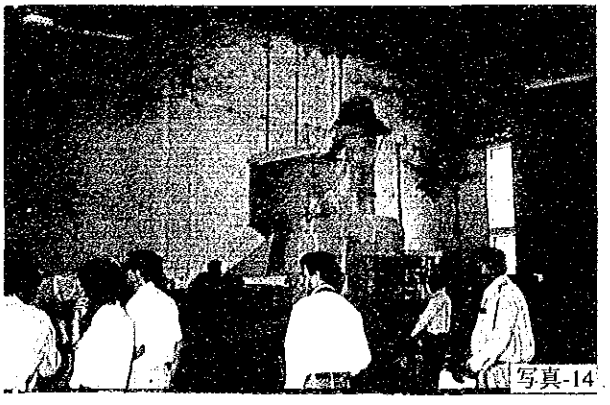


写真-14

写真説明－３

写真１５　　穀物種子用薬剤処理機（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１６　　イネ原原種（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１７　　野菜種子用精選機（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１８　　穀物種子用貯蔵庫（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真１９　　倉庫容量不足のため軒下にて貯蔵中の種子（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真２０　　貯蔵中の野菜種子の原原種（ＩＡＲＩカルナル農場）

写真２１　　野菜のＩＡＲＩ種子（ＩＡＲＩカルナル農場）

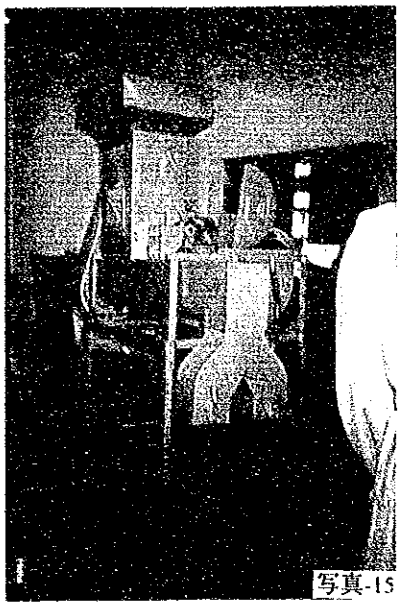


写真-15

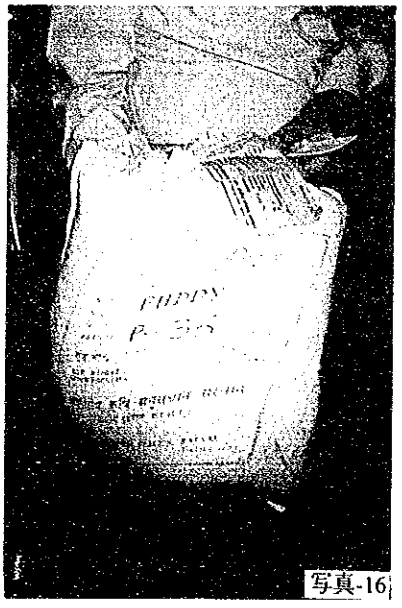


写真-16

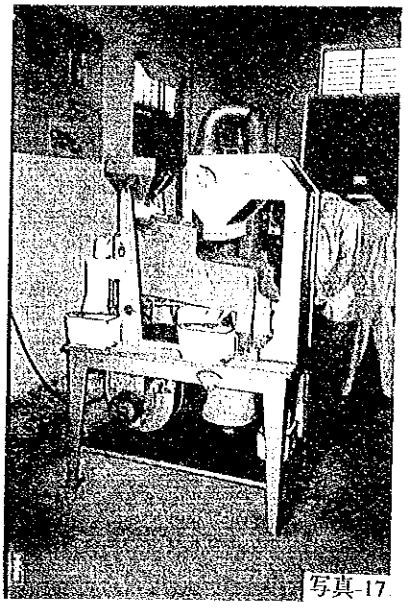


写真-17

写真-18

写真-19

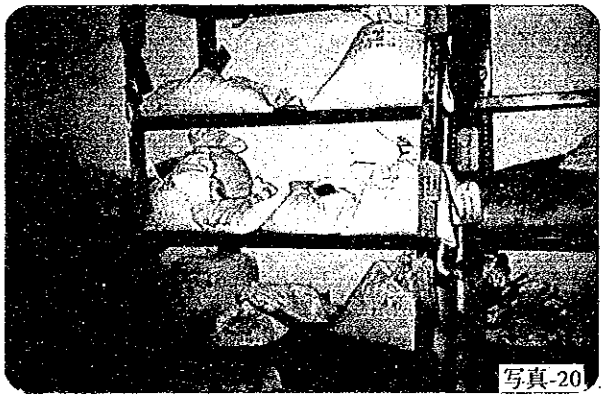


写真-20

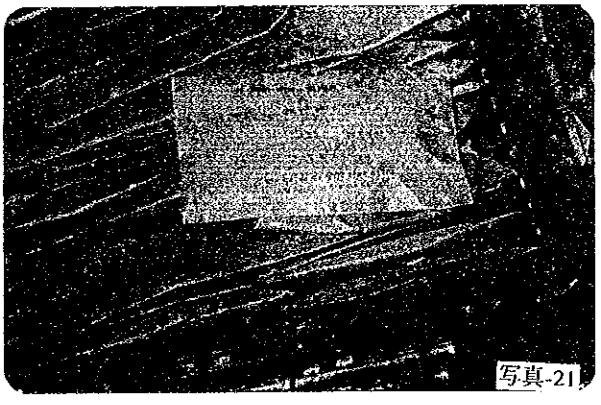


写真-21