

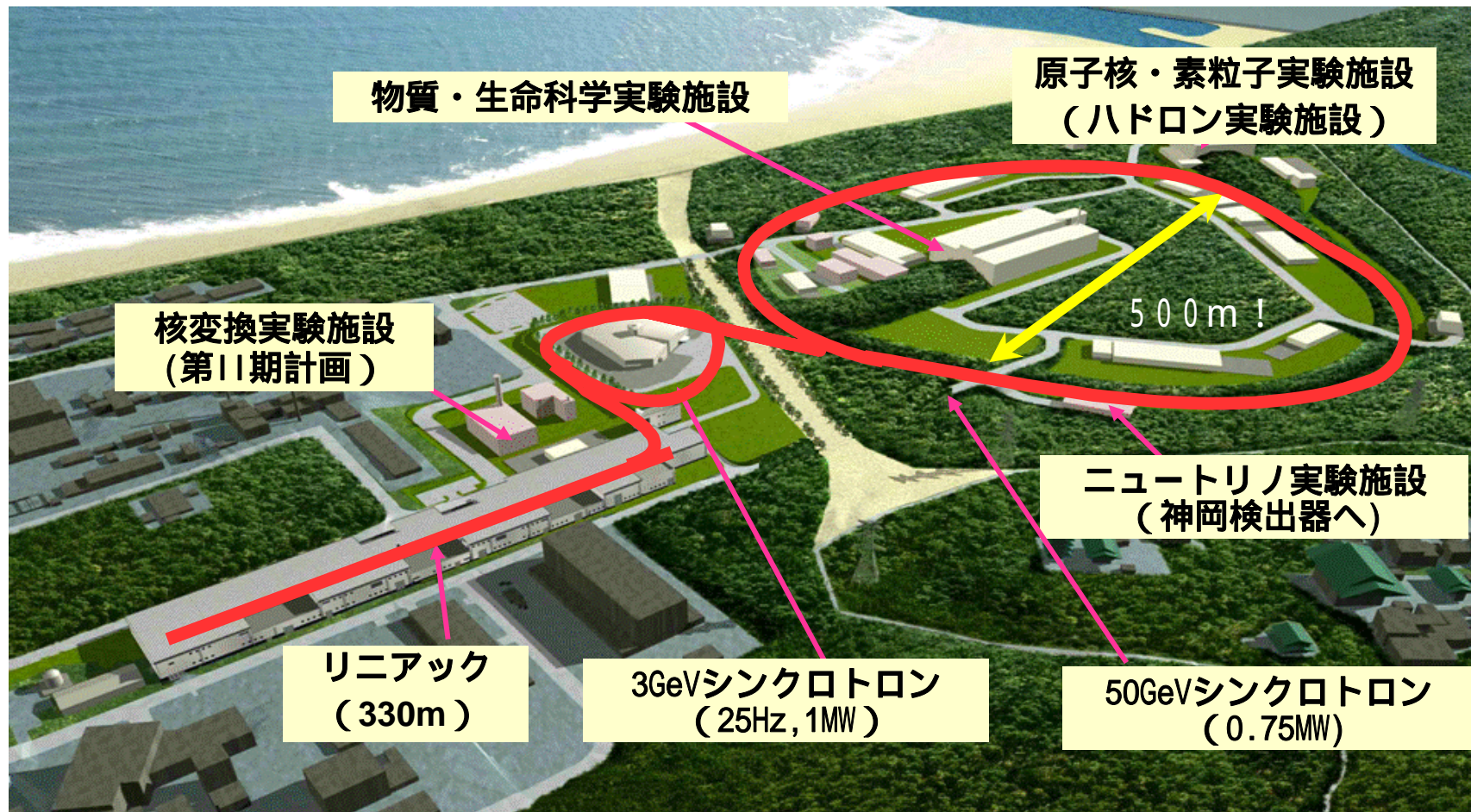
# J - PARCにおけるインド との協力について

## J-PARCセンター

日本原子力研究開発機構  
高エネルギー加速器研究機構

# J-PARC 大強度陽子加速器施設

世界最高レベルのビーム強度を有する複合陽子加速器施設を建設。**多彩な二次粒子を用いた新しい研究手段を提供することにより**、物質科学、生命科学、原子核・素粒子物理学など、基礎科学から産業応用までの幅広い分野の研究を推進。



日本原子力研究開発機構 と高エネルギー加速器研究機構の共同事業

## J - P A R Cにおけるインドとの研究協力の可能性

J - P A R Cは国際公共財として世界中の研究者に開かれた研究施設であり、課題を国内外に公募を行うため、インドからも研究者が応募してくることが予想される。

J - P A R Cにおける中性子利用研究、ハドロン研究、ニュートリノ研究、さらに加速器研究は、インドでも研究活動があり、基礎研究として共同研究を提案してくることが予想される。

課題公募では数週間、共同研究では数ヶ月単位での滞在と施設への出入が予想される。

# KEKにおけるインドとの研究協力例

## 原子核・素粒子研究

Belle検出器を利用した共同実験  
CP対称性の破れの実証など



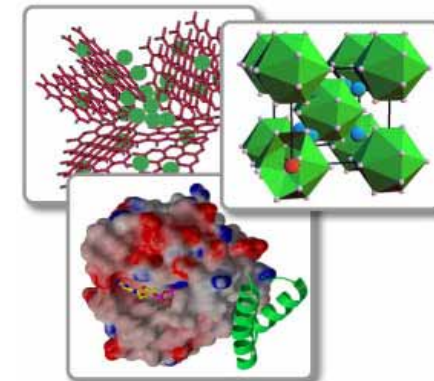
Belle検出器(全体)



(中心部)

## 物性研究

放射光施設を利用した共同実験  
X線回折実験、タンパク質結晶構造解析など



放射光を利用した構造解析例

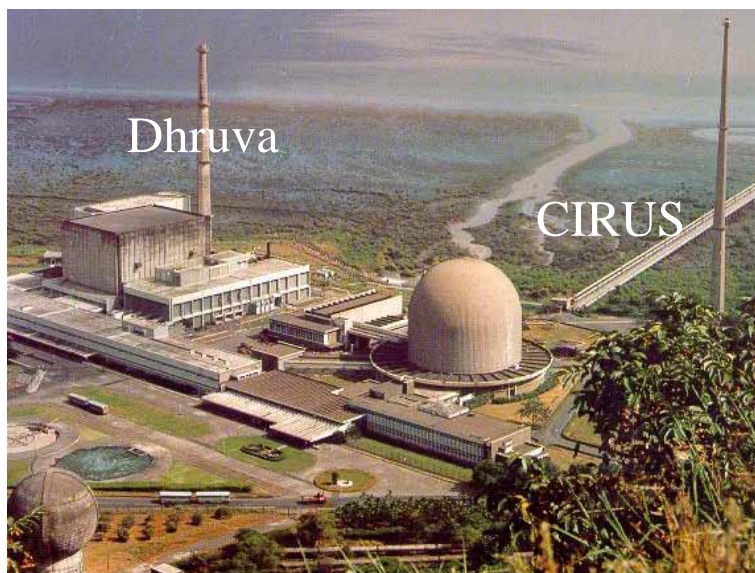
## 拠点大学交流事業

日本学術振興会の事業による学術交流として、加速器及び加速器を利用する研究に関して、アジア諸国の大学のうち拠点として定められた大学を中心として交流を行っている。

平成12年度から中国科学院高能物理学研究所との間で開始し、平成16年度途中から韓国・浦項工科大学付属加速器研究所が加わり、また平成18年度からはインド・先端技術センターが参加し多国間交流となった。



# インドにおける中性子利用 (1) 原子炉



BARC, Trombay にある研究用原子炉

Dhruva 100 MW (天然ウラン燃料)  
熱中性子ピークフラックスは  $1.8 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>/sec. (JRR3の半分程度)  
8台の実験装置が炉室に、  
4台の装置がガイドホールに稼動している。  
2007年には残留応力解析装置が設置予定  
CIRUS (40 MW) (1960) は2003年に改装された。

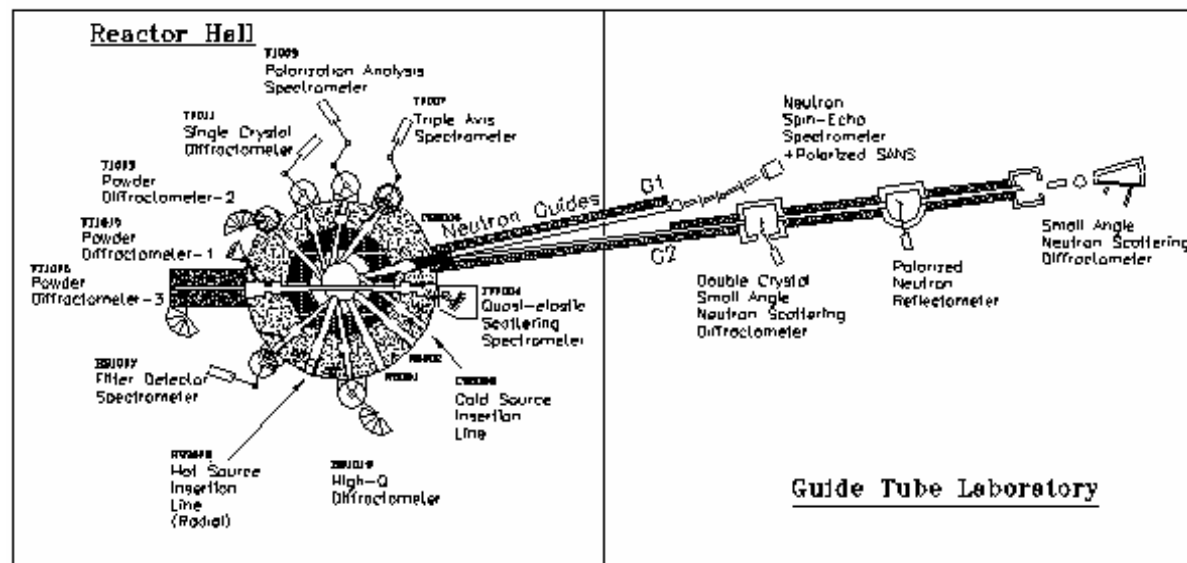
干渉計、小角散乱装置、ラジオグラフィー装置等が設置されている。

年間30件ほどの大学からの研究課題や、アジア圏の国際協力事業が進められている。フィリピン、インドネシア、バングラデシュ、韓国など

(100名以上の中性子利用研究者がすでに存在)



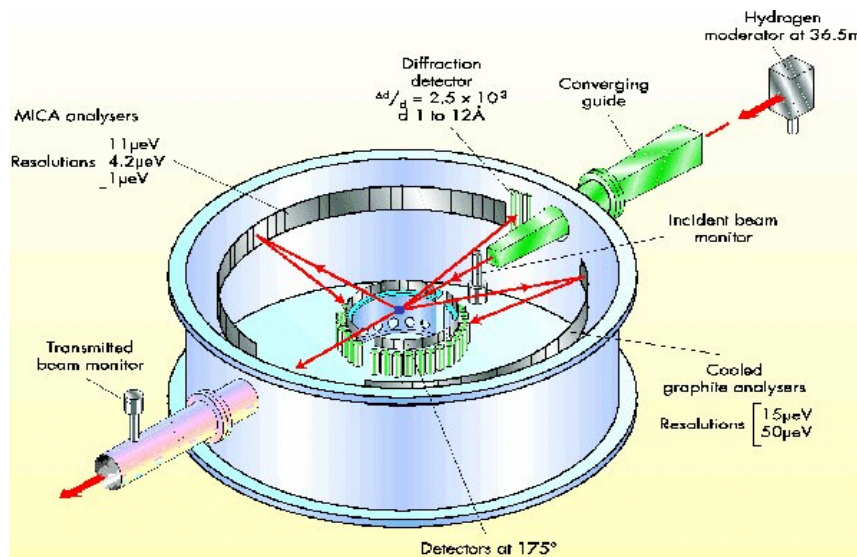
Dhruva 原子炉室内



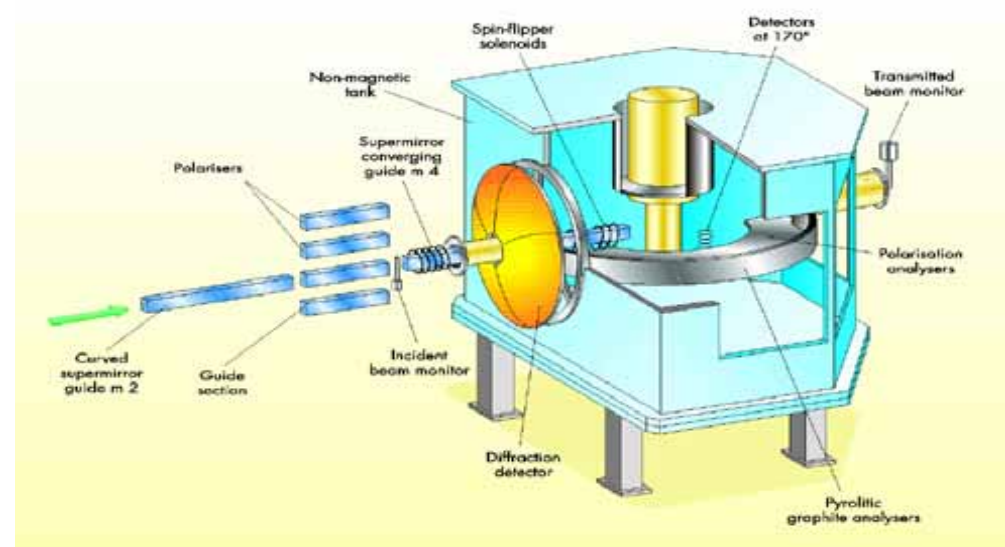
Dhruva に設置してある実験装置

## インドにおける中性子利用 (2) 加速器中性子源

- インドは早くより、英国ラザフォード・アップルトン研究所 ISIS施設 (J - P A R C 中性子源と同様な加速器中性子源) に中性子散乱実験装置の建設を進めてきた。
- 1990年ごろには英国と協力して準弾性散乱実験装置であるIRISを、2000年にはスペイン、スウェーデン、スイス、イタリア、英国と協力して偏局中性子を利用したOSIRISと言う実験装置を建設している。いずれも非常に高い性能を有している。



IRIS分光器



OSIRIS分光器

これらの装置は、ISIS施設の運営のもと、全世界からの利用者に  
供せられている国際的研究施設



# インドの加速器技術(放射光発生用電子加速器)

## 電子線加速器 INDUS - 1

- ・放射光利用研究に用いる加速器
- ・Raja Ramanna Centre for Advanced Technology に設置



### INDUS - 1 スペック

- ・1999年に完成
- ・電子エネルギー; 450 MeV
- ・ビーム電流;  $\sim 100$  mA
- ・ビームライン数; 5本(+1本建設中)
- ・臨界波長 61オングストローム  
(極端紫外光)
- ・直径; 18.96 m



INDUS - 1ストレージリングとビームライン

陽子加速器については研究開発段階である。

# インドとJ-PARCの協力に関する最近の動き

## インド視察団のJ-PARC来訪 2007年3月4日

来訪者: Dr.G.Sundararajan (インド物質科学国際先端研究センター所長)、 ビレンドラ・シャンガール (インド大使館科学技術部参事官)、日本学術振興会日印合同科学評議会より吉原経太郎委員長 (豊田理化学研究所)、堂山昌男 (東大名誉教授)、他

## 加速器科学分野における協力に関する訪印 2007年4月16日～19日

### (1) Indore Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (RRCAT) での会議

KEKとRRCAT間の加速器技術、放射光技術に関する協力と、総合研究大学院大学とインドの Core University (BARC、RRCAT、ITCF等の国立研究所の大学院大学) との間の連携について議論。

日本側説明: J-PARCの特に中性子実験施設・装置の紹介

インド側説明: 将来RRCATに核破砕型中性子源の建設を計画している。

出席者: Dr. V.C. Sahni (RRCAT所長)、Dr. P.D. Gupta (RRCAT, Laser Plasma Division 長)、Dr. S. Kotaiah (RRCAT, 放射光施設長)



# インドとJ-PARCの協力に関する最近の動き(続き)

## (2) Mumbai Bhabha Atomic Research Centre (BARC) における会議

(原子力エネルギー庁長官はじめインドの関係国立研究所からも要人が出席した会議。)

日本側: J-PARCとILC(国際線形加速器)の説明

インド側: インドの加速器科学(特に陽子加速器)の将来計画についての説明。

BARCが将来的に大強度陽子加速器によるADS(核変換炉)とThを使った未臨界炉の計画。

Core Universityとわが国の総合研究大学院大学との連携についての議論。

インド側出席者: Dr. Anil Kakodkar, (原子力庁(DAE)長官、原子力委員長)、Dr. S. Banerjee, (BARC所長)、Dr. V.C. Sahni, (RRCAT所長)、Prof. S. Bhattacharyya (TIFR所長)、Prof. T. Aziz (TIFR固体物理部長)、Dr. S.L. Chaplot (BARC固体物理部長)、Dr. R.K. Choudhury (BARC原子核物理部長)

## (3) インド科学技術庁(DST, Delhi)での会合

インド研究者コミュニティからDSTに対し、KEK放射光実験施設あるいはJ-PARC物質・生命科学実験施設に、独自実験装置設置の要望あり。

(先の3月4日のインドからのJ-PARC視察団はJ-PARCへの装置設置をDSTに助言した模様。また、6月にインドから再度訪日団を送る予定。)

インド科学技術庁(DST)出席者: T. Ramasami, (科学技術庁次官)、Y.P. Kumar (DST国際関連事業長)、R. Sharma (DST国際協力事業アドバイザー)、V.R. Aiyagari (DST科学分野長)

## (4) 在印日本大使館訪問

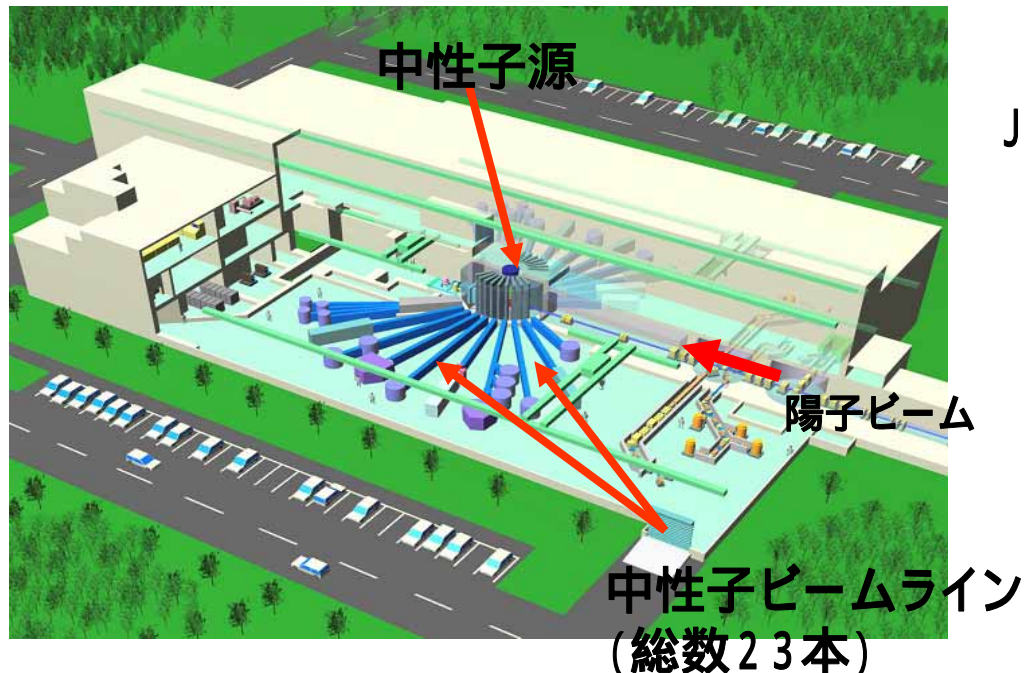
KEKのインド研究者のVISA発給に関する問題の改善にこれまで尽力された榎大使に今回の訪印について報告

日本大使館出席者: 榎泰邦(駐印日本大使)、瀬戸信太郎、古川易史(一等書記官)

# J - P A R Cにおけるインドとの研究協力の可能性の例

## 中性子ビームラインの設置

インドはすでに国内、あるいは海外の研究機関(英国のラザフォードアップルトン研究所)に中性子利用実験施設等を有しており、J-PARCにもビームラインを設置することをインドの研究者コミュニティが検討中。



## J - P A R C 物質・生命科学実験施設

陽子ビームによる核破砕反応で発生した中性子を、ビームラインにより各種計測装置へ導く

# 核不拡散の観点から見たJ-PARC利用

## 核不拡散に関して

- J-PARCは原子力機構原子力科学研究所敷地内にあること。
- 原子力科学研究所には原子炉などの核燃料取扱い施設があること。
- J-PARCの施設と原子力科学研究所はフェンスなどで隔離されていないこと。

## J-PARC利用に関して

- J-PARCは国際公共財として国内外に開かれた施設。
- 利用ポリシーにおいてはIUPAPのガイドライン「実験を行うチームの機関種別、地域種別または国の種別を選定基準としない。」に従い、どの国からの公募も受け付ける。



# 原子力科学研究所とJ - P A R Cの位置関係



- (1) J - P A R Cの利用実験施設は、原科研周辺監視区域外に設置される。
- (2) J - P A R Cエリアでも加速器エリアと実験施設エリアでそれぞれ独立に出入り管理を行う。
- (3) 原科研内の核燃料取扱い施設は、各施設毎に出入りが厳しく管理されている。

## J-PARCからの要望

1. J-PARCを国際公共財として、国による区別なく研究者を受け入れられる施設、としたい。
2. インドのみならず諸外国からの利用者について、VISAなどの受入手続きを簡略化、迅速化したい。
3. インドからビームライン設置などの協力の要望があれば、まずは、その有用性、必要性などについて検討したい。

## (参考) J-PARCに関連すると考えられるインドの主要研究機関

### Bhabha Atomic Research Centre (BARC) (Mumbai)

Bhabha Atomic Research Centre (BARC)はインドの主要な核研究施設であり、多くの原子炉を持ちインドの原子力と研究計画に使用されている。また、バイオテクノロジーの研究も行っている。発電のための液体金属電磁流体力学においてもすばらしい研究がなされている。

### Tata Institute of Fundamental Research (TIFR) (Mumbai)

Fundamental Research(TIFR)のTata Instituteは主として自然科学、数学、およびコンピュータサイエンスにおける研究を実施する高い研究水準を持つインドの研究所である。

### Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (Indore)

The Raja Ramanna Centre for Advanced Technology (RRCAT) はインド政府の原子力研究部門で、レーザーや粒子加速器そして関連する技術における非核の最前線の研究領域に従事している。

### SAHA Institute of Nuclear Physics (Calcutta)

SAHA Institute of Nuclear Physics は核物理学の研究と教育の施設である。1960年以降は実験プラズマ物理学を集中的に研究している。1970年以降はDAEのアドバイスにより、toroidal discharge experiment を準備し、核融合研究の実働となる科学者やエンジニアをトレーニングしている。