

◁海外情報▷

発展途上国 SRS 国際会議報告 と INDUS 訪問記

分子科学研究所 渡辺 誠

1992年2月3日から2月6日までの4日間、インドのマジャプラデジュ州インドール市にある国立先端技術センター (Centre of Advanced Technology: CAT, 所長 Bhawalkar 氏) において発展途上国のシンクロトロン放射研究を盛り上げるための "International Conference on Synchrotron Radiation Sources" が開催された。CATでは現在 INDUS と呼ばれるシンクロトロン放射施設 (施設長, Ramamurthi 氏) が建設中である。本報告ではこの会議と INDUS 計画の要約を述べる。

この会議の第一回目は1989年中国の合肥市にある中国科学技術大学で開催された。本会議は二回目である。発展途上国で国際会議を開くことにより、国内外の研究者の発表、討論、情報交換の場を作り、発展途上国での研究を支援するものである。ユネスコの支援を受けている。

会議はボンベイにある BARC (Bhabha Atomic Research Centre) の前所長である Iyenger 氏のあいさつで始まった。続いて SSRL の Winick 氏が世界におけるシンクロトロン放射光源の概観を行なった。Winick 氏によれば稼働中、建設中および計画中のすべての光源を合計すると、会場で追加されたルーマニアの計画を含めて世界中で53台になるとのことである。そのうち発展途上国のものは中国、台湾、インド、韓国およびブラジルのものである。初めの3日間は招待講演といくつかの口頭発表があった。招待講演は加速器・施設の現状14件、加速器・施設の設計7件及び利用研究6件であった。そのうちインド国内からの講演は4件あり、INDUSとそのビームラインの現状および分光と表面の研究についてであった。最後の日はパラ

レルセッションとなり、加速器と利用の二つに分れた。午前中は主としてインドの研究者による口頭発表で、午後から1件10分のポスターの説明があり、夕刻にポスターセッションがあった。加速器の分野ではCAT職員によるINDUSの設計および製作した各部の性能評価等についての発表が主であった。各部の設計・製作が着実に進んでいる印象を受けた。利用の分野の発表は大きく分けて INDUS-I (VUV用) に接続するビームラインの具体的な設計、外国で行った実験の報告および INDUS-I, INDUS-II (X線用) が完成した時の実験の提案であった。両会場ともCAT職員を含むインド国内の参加者が活発な議論を行い、INDUSの完成を待ち焦がれている熱気を感じた。ついでながら、Garg氏らは神戸で開かれる XAFS の国際会議のサテライトミーティングを8月19日から21日にジャイプールで開くとのことであった。インド国外からの参加者は37名で、その内訳は日本5、アメリカ6、イギリス6、フランス1、ドイツ2、スウェーデン1、デンマーク1、イタリア1、スイス1、ルーマニア1、中国4、韓国1、マレーシア1、インドネシア1、バングラデシュ1、スリランカ2、パキスタン1、シリア1であった。日本からの参加者は、佐々木寛氏 (高エ研名誉教授)、冨増多喜夫氏 (自由電子レーザー研)、山下広順氏 (宇宙研)、春日俊夫氏 (広島大理) および筆者であった。インド国内の参加者はCAT職員55名を含む約150名であった。そのうち女性研究者は10名ぐらいである。

会議は午前9時から始まり、昼食の時間は1時から2時であった。午後7時から9時には種々の催し

ものがあった。ハイデラバードの伝統民謡および舞踊やCATの職員によるチェーホフの劇(せりふ、英語)が上演された。残念ながら旧ソ連からの参加予定者は、航空運賃値上りのため会議には出席できなかった。夕食は9時からであった。現在インドでは通常夕食は9時からということで少々とまどった。インドではアルコール類を飲む人、たばこを吸う人は非常に少ない。また大多数の人が菜食主義者(vegetarian)である。食事は生野菜や生野菜のヨーグルト合えの他は大半カレー味のどろっとしたものとごはん又はチャパティーであった。カレー味といっても、辛い色々なスパ

イスが入っており、慣れるのに少々時間を要した。

CATは、原子力省の管轄下にあるBARCで進んでいた加速器およびレーザーの研究を発展させるために設立された。1979年Iyenger氏が座長である委員会がシンクロトロン放射施設の建設を原子力省に勧告した。それを受けて1984年から建物の建設が始まった。研究者の第1陣がボンベイから移ったのは1986年である。現在CATはシンクロトロン放射とレーザーの研究センターとして活動している。センター内には機械関係や電気関係の工場、液体窒素供給装置、廃棄物処理装置、計算機センター、図書室等が完備している。また92人

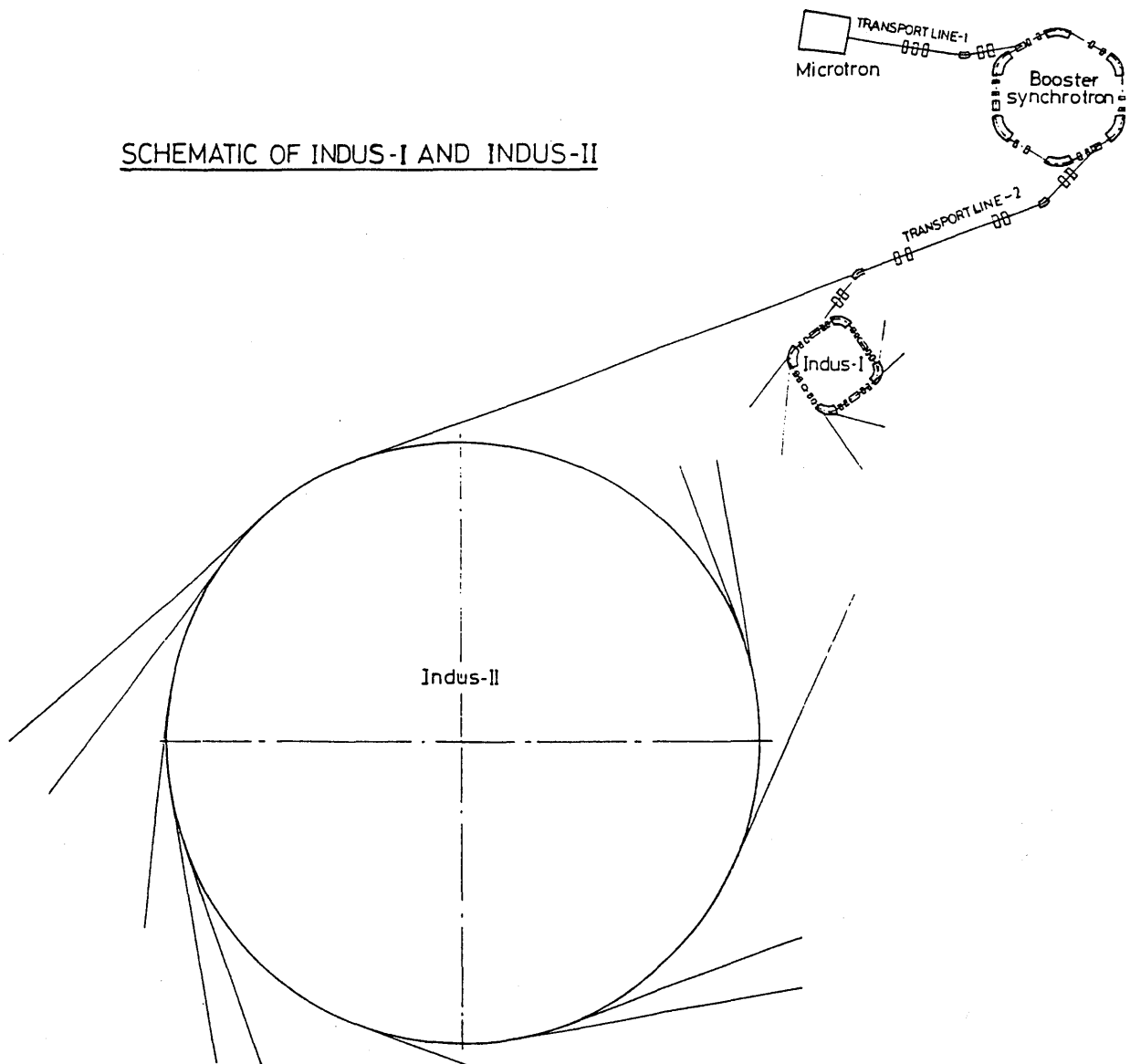


Fig.1 Schematic of INDUS-I and INDUS-II.

宿泊できるゲストハウスもある。CATには現在研究者と技術者の合計200人を含む800人の職員がいる。敷地内には約400戸の住宅があり、約半分の人達が住んでいる。職員家族のために小学校過程から高等学校過程まで教育する学校、診療所、売店、厚生施設等がある。学校の先生、診療所の医師も敷地内に住んでいる。CATの敷地はインドール市のはずれにあり、旧藩主の別荘あとで、面積は760ヘクタールで、その中に大きな池がある。池のほとりの建物が所長、施設長の事務棟である。そのあたりは大きな木が繁り、多くの鳥がいて美しい所である。60～70年前まで、このあたりは森林で虎がいて、藩主が虎狩をしたとのことである。実際インドール市内の旧藩主の館（現在、博物館）には藩主がしとめた虎の剥製が3匹も陳列されている。

CATは現在INDUSと呼ばれるシンクロトロン

放射施設を建設中である。INDUS-Iは450 MeV、INDUS-IIは2GeVの電子ストレージリングである。INDUSは有名なインダス川のインダスである。先に名称が決まったらしい。INDUS-IはIndian Ultraviolet Synchrotron Radiation Sourceとあてはめることもできるが、INDUS-IIは2GeVのX線光源であり、うまくあてはまらない。しかしあまり気にしていないようである。INDUS計画の平面図を図1に示す。700MeVのブースターシンクロトロンがINDUS-IおよびINDUS-IIに電子を供給する。INDUS-I、IIおよびブースターシンクロトロンの諸元を表1～3に示す。ラティスの設計はSingh氏を中心にして進んでいる。現在図2の写真に示すように、シンクロトロンの電磁石とドーナツを丁度並べたところである。正確な設置や、配線工事などはまだなされていない。ほとんどの部品はCAT製である。電磁石

Table 1 Parameters of INDUS-I

Energy	450 MeV
Current	100 mA
Life time	2 ~ 4 h (at 100 mA)
Critical wavelength	61 Å
Circumference	18.9664 m
Superperiods	4
Dipole strength	1.5 T
Dipole length	1.5708 m
Field index	0.5
Quadrupole length	0.2 m
Operating points	
1. Tune (Q_x, Q_z)	(1.88, 1.22)
Emittance	7.0×10^{-8} m·rad
2. Tune (Q_x, Q_z)	(1.55, 1.56)
Emittance	2.13×10^{-7} m·rad
Energy spread	3.8×10^{-4}
Energy loss per turn	3.6 keV
Revolution frequency	15.82 MHz
Harmonic number	2
Vacuum	10^{-6} Torr

Table 2 Parameters of INDUS-II

Energy	2 GeV
Current	300 mA
Bending field	1.2 T
Critical wavelength	3.87 Å (BM)
	0.93 Å (5T W)
	2.59 Å (1.8T W)
Circumference	173.8 m
Tune (Q_x, Q_z)	(9.2, 6.2)
Emittance	4.0×10^{-8} m•rad
Energy spread	7.22×10^{-4}
Revolution frequency	1.726 MHz
RF frequency	189.8 MHz
Harmonic number	110
Power loss	76.3 kW (BM)
	7.6 kW (5T W)
	5.2 kW (1.8 T W)

Table 3 Parameters of Booster Synchrotron

Energy	700 MeV
Current	30 mA
Circumference	28.44 m
Superperiods	6
Dipole strength	1.32 T
Dipole length	1.887 m
Quadrupole length	0.25 m
Tune (Q_x, Q_z)	(2.25, 1.22)
Revolution frequency	10.55 MHz
Harmonic number	3
Repetition rate	1 ~ 2 Hz
Injector	20 MeV microtron

の鉄芯は、日本から硅素鋼を購入し、これを打ち抜き組み上げられていた。またコイル用の中空銅線はスウェーデンから輸入したとのことで、これを巻いてエポキシで固めていた。工場ではシンクロトロン電磁石電源のモデル機や、各種ポンプ、バルブ等、さまざまなものが製造されていた。Ramamurthi氏の話によれば、シンクロトロンの前段

加速器である20MeVのマイクロトロンは4月に、シンクロトロン本体は8月に、INDUS-Iは11月に試運転を行うとのことであった。INDUS-IIは1996年に完成予定とのことである。INDUS-Iには現在7本のビームラインが予定されている。表4にそれらのリストを示す。各ビームラインの先端部はCATが担当し、その責任者はNandedkar氏で

Table 4 List of Beamlines at INDUS-I

No.	Name of beamlines	Monochromator	Experiments
CAT/BARC beamlines			
1	Metrology	1.4 m TGM	Reflectivity, calibration of detectors, etc.
2	High resolution spectroscopy	6.6 m NIM	Atoms and molecules
3	Photoelectron spectroscopy	1.4 m TGM	Angle resolved and angle integrated
4	Soft x-ray spectroscopy	Plane grating (SX-700 type)	
5	Photophysics	1 m Seya-Namioka	Absorption and fluorescence of atoms, molecules and solids
Inter-university consortium beamlines			
6	Photoelectron spectroscopy	2.5 m TGM	
7	Soft x-ray spectroscopy	Plane grating (SX-700 type)	

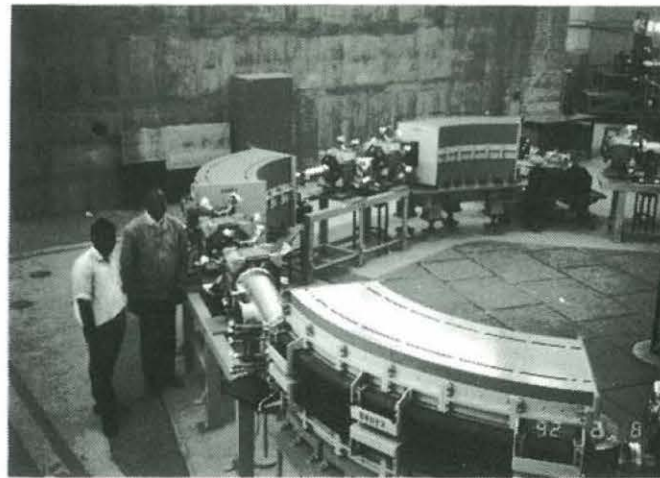


Fig.2 Booster Synchrotron (700MeV).
Right, Dr.Ramamurthi. Left, Dr.Lodha.

ある。利用グループの主力は BARC の分光部門 (責任者 Kartha 氏) であり, CAT の協力を得て, 気体および固体の, 分光および光電子分光のビームラインの設計を行っている。CAT では機器校正のビームラインを 1 本建設する予定である。また Inter-university Consortium (IUC, 大学連合?) という組織があり, 2 本のビームラインを建設する予定である。プーナ大学やバンガロール大学の人

達が参画しているようであり, BESSY の Schäfers 氏は会議後, それらの大学をまわってビームラインの討論をするとのことであった。

以上会議および INDUS 計画の概要を報告した。インドにおける計画も着実に進行しており, インドがシンクロトン放射の研究分野に参入するのは, そう遠くない日であろう。なお, 次回の開催国は韓国である。