

会議のトピックス (I)

NRDC (核反応データセンターネットワーク) 2006 年会合 ～EXFOR と CINDA の現状～

日本原子力研究開発機構
核データ評価研究グループ
大塚 直彦
ohtsuka.naohiko@jaea.go.jp

1. 会議の概要

2006年9月25日(月)～28日(木)まで、ウィーンのIAEA本部でIAEA主催「核反応データセンターネットワーク(NRDC)会合」(IAEA Technical Meeting on Network of Nuclear Reaction Data Centres)が開催され、EXFOR(核反応実験データベース)とCINDA(核反応文献データベース)の構築に関する、センター間の協力関係、並びにデータの収集や処理の過程で生じた問題が議論された。本会合は採録実務者のみが集まる技術者会合(Technical meeting)と、これにセンター長が加わるセンター長会合(Full meeting)が隔年ずつ交互に行われており、今年はセンター長会合となった。過去に遡ると、中性子データセンターと荷電粒子データセンターの会合が合併した時に開催された1977年のキエフ会合が第2回とされており、そこから数えると今回はセンター長会合としては18回目の会合、実務者会合も合わせれば実に28回目の会合ということになる。

具体的には、EXFORへのデータの収集・蓄積統計のレビュー、センター間での採録の分担、採録の停滞、アジアでの最近の採録の動向、評価者側からのフィードバック、データの採録・公開に関するソフトウェア、CINDAの冊子体出版など、EXFORとCINDAに関する幅広い話題に関して話し合いがもたれた。

会合の出席者は6ヶ国2国際機関からの19人であり、その出席国/機関ごとの人数の内訳は、アメリカ(1)、ロシア(4)、日本(2)、韓国(1)、ハンガリー(2)、ウクライナ(2)、NEA-DB(2)、IAEA-NDS(5)である。今回出席者のなかったセンターも合わせ、NRDCを構成する13のセンターの所在地を図1に示す。

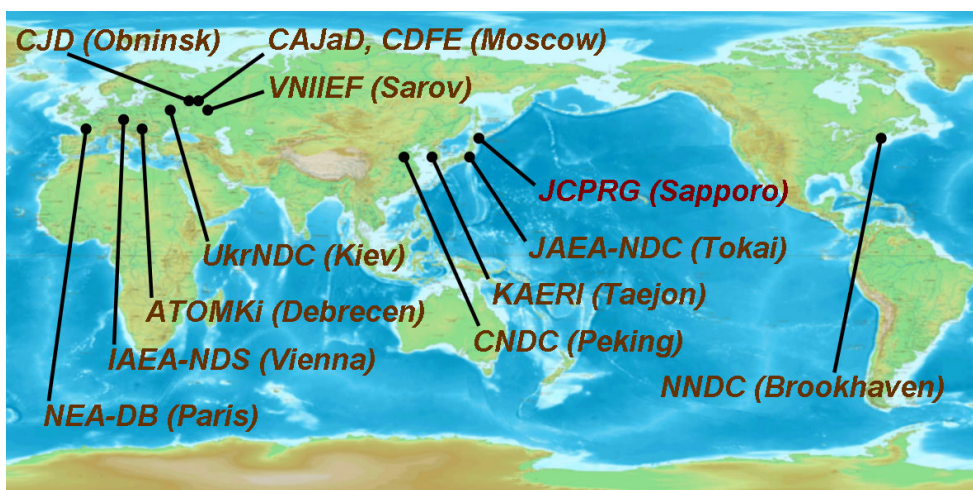


図1 核反応データセンターネットワークの各センターの所在地

本稿では、今回の会合で話し合われた事項の中から重要な議題、あるいは評価者等データの利用者側にとって関心が高いと思われる議題について、その概要をまとめることとする。なお、本ネットワークの機能と会合の概要については、長谷川明氏が本誌 No.84 (2006) に分かりやすくまとめておられているので、是非そちらもご一読いただきたい。

2. 会議のハイライト

1) EXFOR の収集・蓄積データの統計

IAEA-NDS から前回センター長会合以来の EXFOR の蓄積データ量の推移が紹介された。この2年間で論文件数は15%増加しており、これを入射粒子別では、中性子データが6%、荷電粒子データが32%、光核データが15%の増加であることが紹介された(図2)。荷電粒子データの増加は新規の測定が多いことと遡及採録が進んだことの結果であると分析された。EXFOR 全体では依然として中性子データが過半数を占めている。

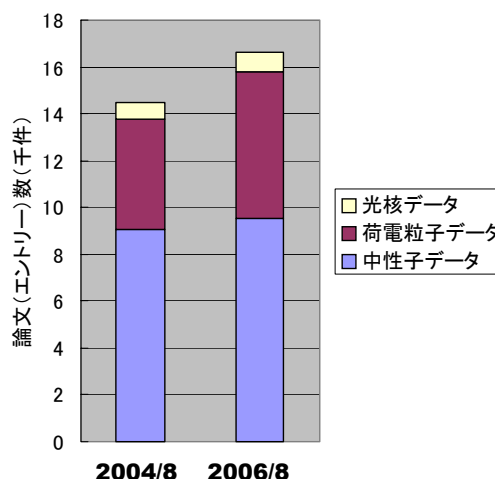


図2 過去2年間の EXFOR 蓄積件数の推移

2) EXFOR 採録の割り当ての見直し

本会合での最も大きな提案は採録の滞りを解決する方策としての、採録割り当ての見直しの提案であった。従来、採録のセンターごとの分担は測定施設の所在地で決められてきた。例えば日本で測定された実験データは、中性子データは NEA-DB (NEA データバンク) が、荷電粒子は JCPRG (日本荷電粒子核反応データグループ) がそれぞれ採録

を受け持ってきた。NNDC（米国立核データセンター）の提案はこれを論文掲載誌の発行国による割り当てに変更するというものであった。その理由として以下 4 つが挙げられた：1) 各センターがスキャンする雑誌を分担することで全体としてのスキャンの手間が減り採録効率が上がる、2) 相対的にマイナーな雑誌にまで目が行き届くようになる、3) センターごとにスキャンする雑誌を分担し、採録の必要な論文があればその測定施設の所在地を受け持つデータセンターに連絡することで採録漏れを防ぐ、という従来の取り決めは機能していない、4) 論文の著者と連絡が取りやすいから、という理由は、中国からヨーロッパまでですら 1 分あれば電子メールで連絡が取り合えるこの時代に、施設所在地による採録分担割り当ての理由をなさない。

これに対しては、1) グラフのみが掲載された論文から数値データを採録する場合に著者と採録者の緊密な関係は依然として重要、2) 同じ実験データが複数の雑誌に出版された場合、割り当てられた雑誌だけをスキャンしていたのでは双方に掲載されたデータの関連が追跡できない、3) 幾つかの国のセンターは自国のデータを自国のセンターで採録することを希望している、などの反論が出され、NNDC の提案は不採択となった。

実際に採録に携わっている立場から見ると、著者の顔を知っている、著者に気兼ねなく質問できる、ということは正確な採録をする上で、また数値データを提供してもらう上で本質的に重要であり、論文の出版地域による採録分担をしてしまうと Phys. Rev. C を抱える NNDC の採録率が下がることは明白と思われる。NNDC の提案（ここでは中性子データを扱う 4 センターのみで雑誌を分担することになっていた）が本当にバックログの解消とスピードアップを目指してなされたものなのか、理解に苦しむ。

3) EXFOR 採録のバックログ解消とスピードアップ

先の論文の採録の割り当て見直しの議論は採録の遅れの問題から生じたものであるが、長谷川氏による以前の会議報告にもあった通り、NDS (IAEA 核データセクション) による採録分担のコントロールの強化によってこの問題を解決しようという取り組みが進んでいる。その一環として、約 80 誌もの雑誌に NDS のスタッフが目を通し、見つかった要採録論文を担当センターに連絡するとともに専用データベースに登録し、採録・格納状況を論文単位で追跡するシステムを構築し、既に稼働させている (図 3)。このデータベースは論文ごとにその出版月、エントリー番号割り当ての有無、出版から採録までにかかった月数などが表示される仕組みとなっている。3 ヶ月たってもエントリー番号の割り当ての連絡を担当センターからこない“Reserve!”、6 ヶ月たっても採録されなければ“Compile!”というメッセージが表示されるようになっている。6 ヶ月以内に採録の責任を有するセンターが採録を行わなかった場合、その論文はどのセンターが採録しても良い、という方針が NDS の S. Dunaeva から示された。

EXFOR Compilation Progress.
Information updated: 15-Jan-2007, 12:26:37
Data Center: [JCPRG]
Japan Charged Particle Nuclear Reaction Data Group (Hokkaido University, Sapporo, Japan)

#1 (C,2004SANTA) Conf.on Nucl.Data for Sci.and Techn., Santa Fe 2004														
#	Volume	Issue	Page	Lab	Published	Scanned	CopySent	Status	Action	Compiled	dTime(Month)	CompilerName	ENTRY	Trans
1		1	1023	2JPNTOH	2004-09	2005-08-08	2005-09-16	Reserved	Compile!		Delay=17	Otsuka	E1956	
2		1	1568	2JPNTOH	2004-09	2005-08-08	2005-09-16	EXFOR		2006-02-06	17	data received	E1973	1001
3		1	207	2JPNFUK	2004-09	2005-08-08	2005-09-16	EXFOR		2005-09-08	12	Japan	E1936	1001
#2 (C,2005NOTRED) Symp.on Capt.Gamma Ray Spectroscopy, Notre Dame														
#	Volume	Issue	Page	Lab	Published	Scanned	CopySent	Status	Action	Compiled	dTime(Month)	CompilerName	ENTRY	Trans
4		1	535	2JPNOSA	2005-09	2006-05-02	2006-08-14	PRELIM		2006-08-14	11	Nao	E1995	E042
#3 (J,ARI) Applied Radiation and Isotopes														
#	Volume	Issue	Page	Lab	Published	Scanned	CopySent	Status	Action	Compiled	dTime(Month)	CompilerName	ENTRY	Trans
5	62	4	533	2JPNTOH	2005-04	2005-03-01		EXFOR		2005-06-29	2	Otsuka	E1927	1001
6	63	3	367	2JPNTOH	2005-09	2005-07-04		EXFOR		2005-08-17	-1	Otsuka	E1934	1001

図3 論文採録・格納状況データベースの一部（未採録の警告が1件見える）

4) アジアにおける EXFOR 採録活動の状況

従来アジアでは北大を中心とした JCPRG と CNDC（中国核データセンター）の2カ所がデータ採録活動を分担しているが、ここしばらく CNDC の採録活動は停滞ぎみであった。一方、インドではデータセンターの組織化の動きに併せて実験データ採録活動を開始する機運が高まってきた。このことから NDS では昨年9月に NRDC のコーディネーターである、O. Schwerer 氏をインドと中国に派遣して、採録に関するワークショップや議論の機会を持ったことが報告された。中国と同様にインドは自国で測定された中性子データと荷電粒子データを IAEA-NDS の最終校正を経て EXFOR に入れることとなった。中国は自国語で印刷された論文などに関して EXFOR に寄与すべき領域があるにもかかわらず、EXFOR に関しては専ら利用者でありそのデータ蓄積には寄与していない、という NNDC の P. Obložinský からの再三のクレームも今回の動きとは無縁ではなからう。

また、JCPRG は近年そのアクティビティが活発になっている日本の光核反応データを採録人員が確保できる限りにおいて実施することを提案し、了承された。これに関しては既に甲南大、原子力研究機構、理研、金沢大の協力を得ながら数エントリーのファイルが JCPRG で作成されつつある。また、これに関連して A. Mengoni 氏からも光核データの重要性が指摘され、従来は採録のプライオリティが低かった光核反応データのうち(γ,n)、(γ,f)、(γ,p)、(γ,α)に関しては完全性を求めることが確認された。

5) 評価者側からの EXFOR へのフィードバック

会合では、評価者側からの EXFOR へのフィードバックのレターが2件紹介された。一つはオランダ NRG（オランダエネルギー研究機構）の A. Koning 氏のものであり、EXFOR にはデータエラー（単位の間違いにより実際のデータよりも断面積が1000倍大きく採録されているなど）やコードエラー（間違った物理量コードの指定など）といった指摘がある。前者については「部分断面積が1 MeV 以上で4 barn を超えることは物理的にあり

得ない」という条件から、不当に大きな断面積を持った採録間違いと思われるエントリーのリストが提示された。また、エントリー個々のデータの品質を、他の測定結果との比較、あるいは用いられた実験施設や解析方法から評価し、一定の要件をクリアしたエントリーに対して“Quality Flag”を付与することについても提案がなされた。会合では、評価者サイドでそのような活動が組織化されたならば、ネットワークとしてこれに関わっていくべし、という確認がなされた。

もう一つは、イギリス UKAEA（英国原子力公社）の R. Forrest 氏から NEA-DB を通じて提出されたものであり、EAF（European Activation Files）を作成する途中で見つめられた縦軸、横軸の定数倍誤って格納がなされたデータのリストである。Koning のものと違って、これがどのような方法で作成されたのかは分からなかった。

EXFOR はその公開前に採録センターやネットワークの他のセンターによって、チェックプログラムや人の目により幾重にもチェックされている。しかし、個々の数値データの入力ミスは避けがたく発見も難しい。この点で、複数の測定値や計算値を比較する評価者からのフィードバックは極めて重要であり、JENDL の評価者の貢献も大きい。読者の中で採録ミスを発見された方は、1 行メールでも構わないので、是非その都度お知らせいただきたい。JCPRG では受け取ったコメントのリストとその後の担当センターの処理状況を一覧にして公開している（図 4）。

Japan Charged-Particle Nuclear Reaction Data Group (JCPRG)
Feedbacks on EXFOR

Please submit your comments (mistakes, requests etc.) to JCPRG!

Data #	Comments	Received at JCPRG	Corrected at JCPRG	Forwarded to responsible centre	Reply from responsible centre	Corrected in
13515.002	COMMON: "MEV" -> "KEV"	-	-	2007.01.19		
22089.064	9.6 mb -> 0.96 mb at 14.04 MeV	2007.01.18	-	2007.01.18		
MO632.001, MO673001	FACILITY: Add 1USABNL	-	-	2007.01.15		
MO626.001	INSTITUTE, FACILITY: 2JPNTSU -> 2JPNETL	-	-	2007.01.15		
D4161.001	REFERENCE: "1031" -> "1023"	-	-	2007.01.07		
13784.001	INSTITUTE: 2JPNKYU -> 2JPNKTO	-	-	2007.01.13		

図 4 利用者からのフィードバックとそれに対する対応状況の一覧の一部

(<http://www.jcprg.org/exfor/> を参照)

6) ソフトウェア開発に関する協力体制

本ネットワークでの協力の対象の中心は EXFOR や CINDA のコンテンツ自身の整備であるが、加えてデータ利用者あるいはデータ採録者向けのソフトウェアについての技術協力も行われている。利用者向けのソフトウェアの代表的なものはウェブや CD-ROM による検索・作図プログラムである。IAEA-NDS の V. Zerkin はこの分野での協力を進めよ

うとしている。彼が A. Trkov (元 NDS) とともに進めてきた実験データと評価データの比較ツール ENDVER やウェブシステムでの類似の機能の製作に当たっては、M. Herman や D.E. Cullen など評価側の開発者の協力を進めてきたということだが、同様の協力関係を本ネットワークでも進められないか、例えば、EXFOR を評価者向けに加工した C4 (Computational format) というフォーマットの開発と提供が NDS で行われているが、この開発を各センターの協力のもとに進めることが提案された。C4 に関しては日本でもこれを用いている利用者は少なくないと思うが、問題点も多いようである。バグの情報などは是非お寄せいただきたい。

利用者向けのソフトウェアと並んで採録者向けのソフトウェアに関する協力も話題にのぼった。その一環として今回は JCPRG が開発しているグラフ数値読取りシステム (GSYS) の最新版と VNIIEF (全露実験物理研究所、元 Arzamas-16) による EXFOR エディタの開発状況が紹介され、会合として同様のソフトウェアの相互利用などの協力を進めていくことが推奨された。

実験データは著者から直接得るのが数値の正確さからも採録ミスの回避からも一番であり JCPRG は既に国内の著者から多くの協力を頂いている。しかし、古い論文の場合や著者と連絡の取れない場合 (センターによってはそもそも著者と連絡を取ろうとしない) など、グラフからの読み取りを強いられることは珍しくない。JCPRG では核データ収集活動の副産物であるデジタイザを一般に提供している。マウスを極力使わない読み取りを可能にし、グラフの軸の自動認識を可能にするなどの改良が進められ、昨年末には最新版の GSYS Ver.2.2 を公開した。他センターからは歪んだ図の読み取り精度や読み取りに伴う誤差の評価を求められており、引き続き開発を進めているところである。

このようにデータの利用や採録に関してのソフトウェア整備が進められているが、ことデータの利用に関してはインターネットの存在を前提として進められている面が大きく、例えば CINDA の冊子体の出版が現状では難しくなっている。途上国のようにインターネットが十分に利用できない地域が情報から取り残されることはないか、気がかりである。

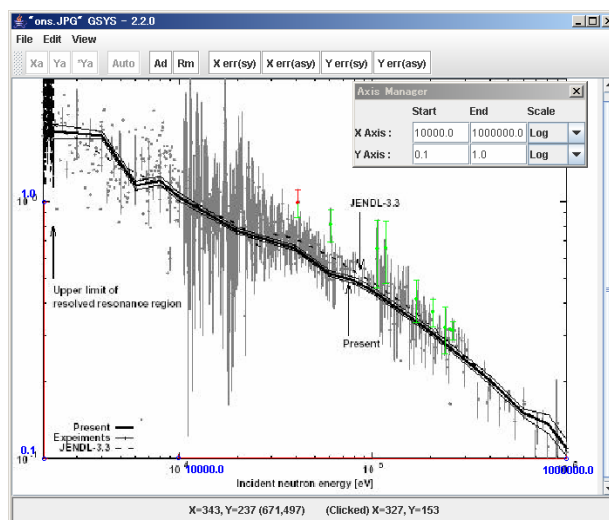


図5 グラフ数値読取りシステム GSYS Ver.2.2

<http://www.jcprg.org/gsys/gsys-j.html> を参照

7) EXFOR への採録に関する技術的な問題

新規の物理量の格納方法などについての技術的な議論は例年よりも少なかった。偏極物理量（偏極分解能、偏極移行など）は著者により記法に幾つもの規約があるために EXFOR でも一貫したコード化がなされてこなかった。この偏極物理量のうち偏極移行に関する過去の誤った採録に対する JCPRG の系統的な調査結果と修正提案は受け入れられた。

8) CINDA の現況

ここまで会合は EXFOR の話題を中心に進められてきたが、CINDA についても最終日に、CINDA の冊子体とマスターファイルの作成状況を中心に話し合われた。長年、中性子反応のみに限定された CINDA (Computer Index for Neutron Data) を荷電粒子反応や光核反応にも拡張した CINDA (Computer Index for Nuclear reaction Data) に拡張しようという“Super CINDA”構想は 1990 年代後半に NNDC によって発案された。2005 年には EXFOR からの変換により作成された荷電粒子・光核 CINDA ファイルに従来の中性子 CINDA ファイルがマージされたファイルセットがひとまず完成し、NDS、NEA-DB、JCPRG など CINDA のサービスを提供しているほぼ全てのセンターでこの Super CINDA のウェブ検索が利用可能となっている。

一方、冊子体の CINDA (イエローブック、図 6) については、1990 年に過去の全ての文献情報を網羅した版 (CINDA-A 1990) が、その後、2003 年に増補版 (CINDA 2003) が差分として出版された。従来からその存続が議論されながらも日本の希望などにより続けられてきた冊子体の発行であり、現在は光核反応を含め全ての文献情報を収録した CINDA Archive を出版するための準備が NEA-DB と NDS が中心となって進められている。ただ EXFOR から CINDA への変換作業や CINDA のレコードの中で同じ一連の研究に属するレコードをひとまとめにする作業 (ブロッキングと呼ぶ) の過程などに解決されていない問題があるようで、筆者のもとに時々届けられるドラフトのタイトルも“CINDA Archive 2005”、“CINDA Archive 2006”…と序々に変化している有様である。会合以前には盛んだったドラフトのやりとりがここしばらく途絶えているのだが、今年こそ出版が実現するようにと願っている。

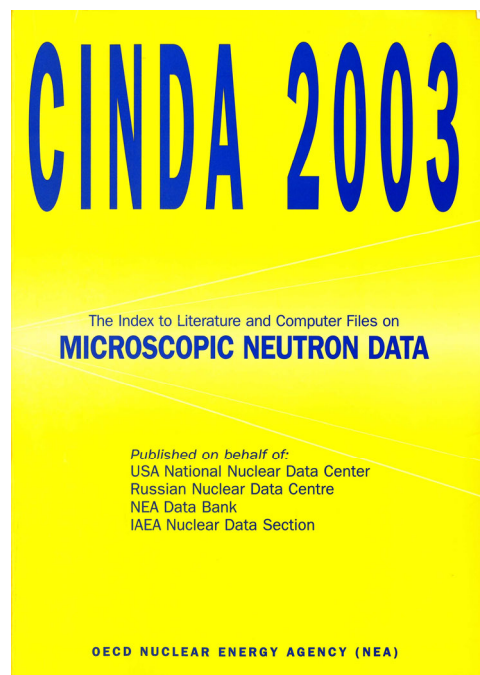


図 6 イエローブック (CINDA 2003) の表紙

最新のドラフトでは A4 版 5 分冊で各分冊およそ 1000 ページという構成になっている。序文には和訳も添えられる予定である。

ところで、Super CINDA を推進していたはずの NNDC は文献データベースを NSR に一本化する方向を強めており、その方針はセンター長が「米国での CINDA への需要は限りなくゼロに近い。次の冊子体の表紙や表題に NNDC の名前が出ることはまかりならん。」と発言するほどに強力である。NNDC は CINDA への採録を打ち切って久しい。

なお、日本では原子力機構核データ評価研究グループと JCPRG が日本で出版された中性子反応と荷電粒子反応の文献情報の CINDA への採録をそれぞれ継続している。

我が国では、核データ分野では CINDA がよく知られているが核物理では NSR の方がよく知られている。インターフェースや出力は CINDA の方が見やすいと思うので、例えば NSR のソースファイルを CINDA 書式に変換して CINDA 利用者に提供することも有意義だと思う。だが、NRDC のスコープの外にある NSR に関してそれが可能なかどうか、筆者には分からない。

3. おわりに

以上、NRDC 会合で話し合われた事柄からハイライトと思われる部分をまとめてみた。核データ関係のみなさんに関心が深いと思われる内容を記すように心がけたつもりではあるが、読み返してみると、やはり自身の関心に記述が偏っている感が拭えないし、長谷川さんがこの会合の出席の都度、核データニュースに寄せられてきた歯切れの良い報告に比べると何とも冗長で見劣りするが、どうぞその点をご容赦いただきたい。その代わりに、採録ミスに関する連絡はもちろん EXFOR や CINDA に関するどんな苦情や希望に対してもできる限りの対応をしたいので、なんなりとお寄せいただければと思う。また論文に受理された測定データを提供いただけると大変にありがたい（可能であれば出版時まで）。

EXFOR や CINDA の作成の中核を担ってきた本ネットワークの実働部隊は、ちょうど私がこの分野に関わり始めたころから世代交代の時期を迎えており、特に BNL-325 (バートンブック) や “Neutron cross section” の編集を行った NNDC の V. McLane の引退は大きな節目であった。EXFOR の採録で最も重要なことのひとつは (論文中の著者の用語法に依らず) 同じ定義の物理量には同じ物理量コードを当てはめることであり、これを守らずに、ただひたすらデータを蓄積していくと古今のデータを同じ土俵の上で比較することができなくなり、ひいては EXFOR が大きな ゴミ箱 になる危険性すらある。しかし、中性子反応、荷電粒子反応、光核反応の測定データを eV から GeV のエネルギー領域にわたって正確に採録できる人材を EXFOR の採録に割く余裕はどのセンターにもなかなかないようだ。新規のデータを見慣れたインターフェースで得られるように整備することは原子力にとって極めて基礎的なインフラの整備であるにもかかわらず。測定に割けるリソー

スが減少する中で、新しい測定、新しく定義された物理量を過去のものとは矛盾のないようにファイルや辞書に格納し、EXFOR が宝箱であり続けるよう、微力ながら尽していきたい。

メンバーの移り変わりが激しい中、今回は、長年にわたり中性子データと荷電粒子データを代表してこの会合に出席されている長谷川明 (NEA-DB)、加藤幾芳 (北大理) の両氏が顔を揃えられ頼もしいことこの上なかった。日頃から何かと励ましていただいているお二人と本会合報告の寄稿をお勧め下さった中川庸雄氏に謝意を表して本稿を括る。



図 6 参加者

(左列手前より加藤、A. Blokhin (IPPE)、S. Babykina (Kurchatov Inst.)…、
右列手前より長谷川、S. Dunaeva (NDS)、O. Schwerer (NDS)、A. Mengoni (NDS)…)