

話 題 (そのII)

核データセンターにおける原子分子データ活動

原研・核データセンター 白井 稔 三

1. はじめに

核データセンターに原子分子データ部門が設置されてから、丁度10年が経過した。「もっとPRを」と思っているが、これまで果せていない。今回編集部の方からお話があり、紙数をさいて戴いた。これを機会に原子分子データ活動を紹介します、核データコミュニティの方々にも関心を持って戴ければと思う。

以下では、原子分子データ部門設置の経緯、原子分子データ活動、国際協力の現状について簡単に紹介する。

2. 原子分子データ部門設置の経緯

核融合研究開発の進展にともなって、トカマク放電における不純物の影響、たとえば不純物イオンによるプラズマ温度の低下、のより深い理解、あるいはプラズマ診断のために原子分子データの整備が望まれた。原研では、当時JFT-2、JFT-2aによる実験が行われていた。

昭和49年11月の第5回国際核融合研究協議会(IFRC)会合で、原子分子データの重要性が強調され、データの必要と現状についての調査を世界的規模で行うべきことをIAEAに勧告することが決った。昭和52年にIAEAの核データ課(NDS)に原子分子データ部門が新設され、上記調査とCIAMDA(核データにおけるCINDAに相当する文献集)の作成を開始した。同年原子分子データ研究委員会が原研に設置され、組織的なデータ活動を行うことになった。同委員会の下に原研内外の研究者からなる原子分子データ収集評価専門部会が置かれた。この専門部会には分野別にプラズマ-壁相互作用、原子衝突、原子構造データに関するワーキンググループが設けられた。

3. 原子分子データ活動(JEAMDLの作成)

昭和55年度から評価済み原子分子データライブラリーJEAMDLの整備を開始した。58年度に第1巻JEAMDL-1が完成し、第2巻JEAMDL-2は62年度末に完成の予定である。

数値データの収集評価活動は、早くから世界各国の研究機関で行われてきた。米国ではORNLとNBS(国立標準局)、英国ではJETのあるCulham研究所、またわが国では名古屋大学プラズマ研究所がある。これらの研究機関のデータ活動と我々のデータ活動については、IAEAが主催する原子分子データセンターネットワーク会議で情報交換がなされ、互に重複がないように調整されてきている。既に多くのデータ集が出版され核融合コミュニティでは利用されている。

もしデータ集に関心のある方がおられたら、詳細な情報を提供できる。

JEAMDL の作成では、特に JT-60の開発及びプラズマ分光計測に必要な原子分子データを対象にしてきた。ここで二、三具体例をあげて、原子分子データ活動の成果を紹介する。

第一例は中性粒子入射加熱におけるプラズマ中の不純物イオンによる水素のトラッピングの断面積を評価したことである。この評価は、今年9月に他界された龍福廣氏(元 保健物理部線量計測課)によって行われ、一連の論文(Phys. Rev. A18, 2005 (1978), A19, 1538 (1979), A20, 1828 (1979), A21, 745 (1980), A25, 720 (1982))に発表されている。評価法については割愛するが、得られた結果は、当時の中性粒子入射加熱法において深刻だった加熱効率問題に一応の終止符を打った。

第二例は、中性粒子入射加熱装置の負イオン源の設計において中性化効率の計算に JEAMDL のデータが役立ったことである。図1に水素負イオンの水素分子による電子脱離断面積を示した。実線の評価済み断面積は経験式で与えられていて応用には都合がよい。評価済み原子衝突データについては、順次経験式の形に表わす作業を進めている。

第三例は、JT-60プラズマ分光計測により得られた不純物イオンからのスペクトル線の同定作業の迅速化、信頼性向上を計ることができたことである。混入した不純物イオンからのスペクトル線は、プラズマのイオン温度決定、不純物輸送などプラズマ閉じ込め性能を評価するための情報を与えるので、スペクトル線のイオンの種類、電離度を確定する必要がある。図2の(a)に観測されたスペクトル、(b)に評価済みデータによるスペクトルを示した。これらのスペクトルは、極めてよく対応しており、同定結果に信頼性があることが分る。

4. 国際協力

原子分子データの場合には、核データコミュニティにおけるような国際的データバンクがなく、リクエストを出せば実験データが入手できる程度にまで国際協力が発展しているわけではない。しかし、IAEAが主催する原子分子データセンターネットワーク会議がセンター間の相互協力と情報交換の場として毎年開かれており、文献情報についての国際協力はかなり進展してきている。例えば原研では、プラズマ-壁相互作用に関する国内文献の調査を分担している。文献集としては、CIAMDA-80, -87, また四半期毎の Bulletin が IAEA から発行されていて利用できる。

数値データの交換については、推奨データを対象に一部テストケースとして実施される予定がある程度で今後課題を残している。

核データセンターの原子分子データ部門では日米核融合研究協力の一環として、原子構造データの評価研究を NBS の研究者と共同で進めている。これまでに、JT-60の不純物原子 Ti,

Ni, Moについて波長, エネルギー準位, 遷移確率などのデータ評価を完了した。

5. おわりに

雑ばくな紹介になったが, 核融合研究開発における原子分子データのニーズ, あるいはデータの評価法を紹介することは本誌の趣旨でもないので割愛した。

原子分子データの整備は, 核融合からの要請が一つの契機になっているが, 最近では原子力を含めた広い科学技術の基礎として必要になっているように思う。本稿が他分野の方々と情報や意見交換の契機になれば幸いである。

6. 最近の出版物

1. 森, Wiese, 白井, 中井, 小沢, 加藤,

Atom. Data Nucl. Data Tables 34, 79-184 (1986); "Spectral Data and Grotrian Diagrams for Highly Ionized Titanium, Ti V-Ti XXII".

2. 白井, 中井, 小沢, 石井, Sugar, 森,

J. Phys. Chem. Ref. Data 16, 327-377 (1987); "Spectral Data for Molybdenum Ions, Mo VI-Mo XLII".

3. 中井, 白井, 多幡, 伊藤,

Atom. Data Nucl. Data Tables 37, 69-101 (1987); "Cross Sections for Charge Transfer of Hydrogen Atoms and Ions Colliding with Gaseous Atoms and Molecules".

4. 白井, 森, Sugar, Wiese, 中井, 小沢,

Atom. Data Nucl. Data Tables 37, (1987) in press; "Spectral Data and Grotrian Diagrams for Highly Ionized Nickel, Ni IX-Ni XXVIII".

5. 舟竹, 白井, 中井,

JAERI-M 87-053, (1987); "Grotrian Diagrams for the Hydrogen I isoelectronic Sequence, HI through Kr XXXVI".

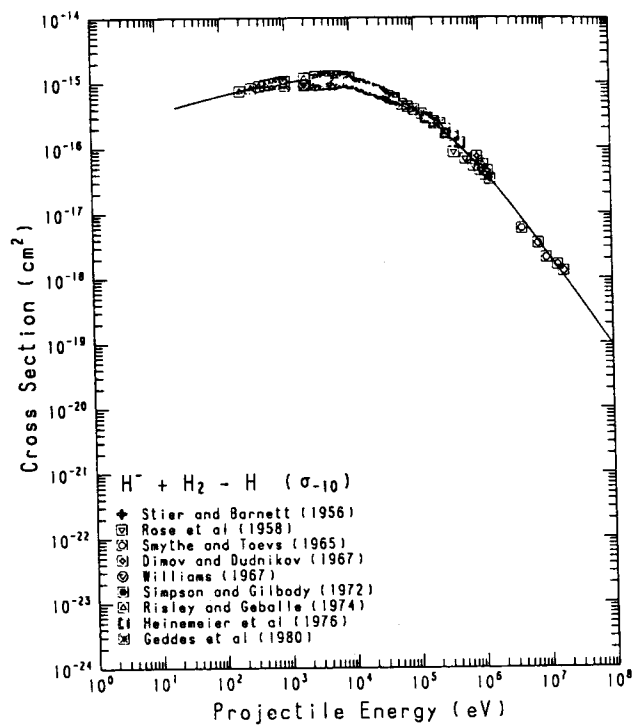
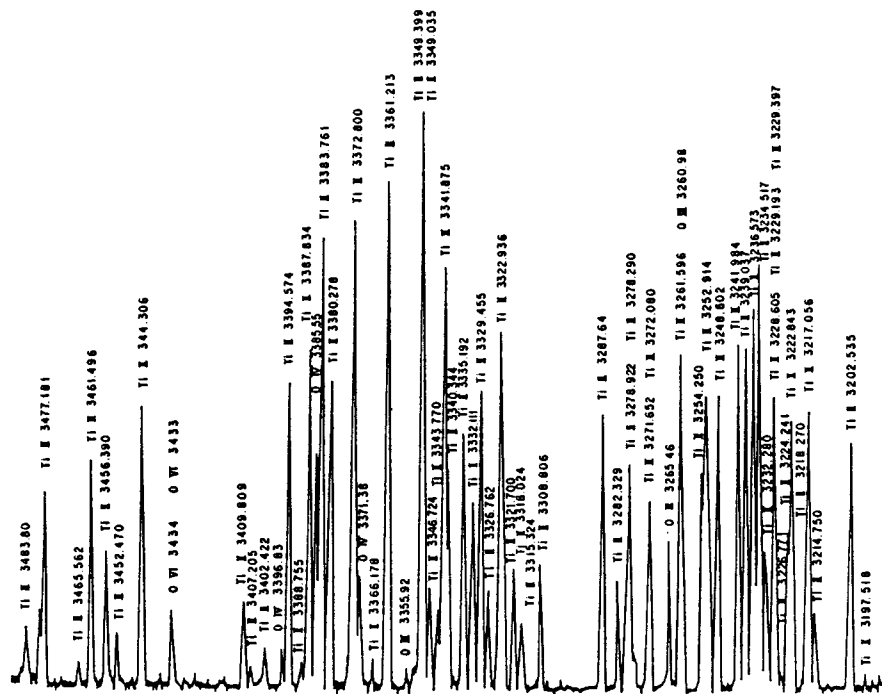
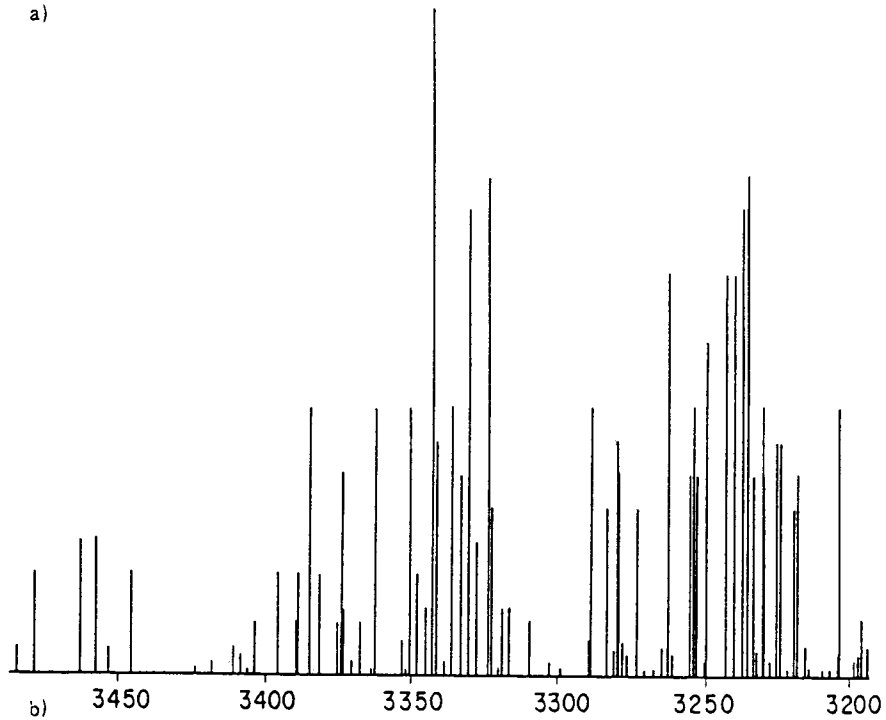


図1 水素分子による水素負イオンの電子脱離断面積



a)



b)

図2 写真乾板の(a)マイクロフォトトレースと(b)計算機によるスペクトラム(Ti II)出力図
(設定波長 3200 Å, 拡大率 10)