

# 原子衝突ハンドブック

## 基礎篇

文部省科学研究費補助金特定研究

「原子過程科学の基礎」総括班

1980

本書は昭和54年度文部省科学研究費補助金特定研究「原子過程科学の基礎」  
総括班(代表者：東大宇宙研 高柳和夫)により刊行されたものである。

## 序 文

一つの実験装置を設計してみても誰しもが痛感することは、同類の装置と共通した部分がいかに多く、しかもそれらを最初から設計し直さなければならない歯がゆさであろう。ましてや、それらが総て自分の得意とするものばかりではないから、いきおい同じ原理の装置を作っても百人百様のものが出来上り、その装置固有の癖に悩まされる結果となる。これでは折角の苦勞談も互に咬み合わないのは当然であり、経験と技術を有効に生かすには至らない。他人の設計図を借用するにしても、多くの場合自分の装置に合わせるためには部分的な変更を余儀なくされる。しかも本質的ではないと信じて変えた部分が意外にも設計者でなければわからない秘訣であったりすることは、しばしば経験するところである。

元来、よく設計されている装置は性能がすぐれていて調整が簡単であることは云うまでもない。しかも製作上の段取りに細かい配慮がなされているので無駄がなく設計の上でも大変勉強になり、また製作費も意外と安く上るものである。このように性能のすぐれた装置の設計図だけでも利用し易くなれば、設計および性能試験に費やす多くの時間を節約できることになるし、技術水準の向上にもつながる。しかし、そのためには汎用性と互換性をもたせるように、ある程度の規格化をすすめておく必要がある。

ここまでは誰もが異論のないところであろう。しかしその反面、目的とする研究対象に応じてその実験に最も適した専用装置を製作することは重要なことであり、規格化の作業がそれを拘束することになってはならない。特に原子過程の研究では、取り扱う粒子種が多岐にわたり、対象となるエネルギー範囲も meV から MeV まで広範囲であるからその色彩は強い。そこで実際に規格化を、いつ、どのように、どこまで遂行するかとなると大変むずかしい問題である。

幸い昭和54年度から特定研究「原子過程科学の基礎」が認められ、既存の設備の充実を計るとともに、新しい計画も一斉にスタートすることになった。特定研究の性格上、いくつかの重要課題に研究費が重点的に配分され、大型装置の建設が進行している。研究の重複をさげ、研究者間の横の連絡を密にして有機的に研究を進めて行く上で、当然これらの装置は多くの人の共同利用の対象となる。これら柱となる主要装置の接続部分だけでも互換性をもたせるのみで著しい効果が期待できることになろう。性能の認められた汎用の光源、イオン源、電子源、ノズルビーム源や各種分析器の規格化をすすめておけば、協同研究者は必要に応じてそのユニットだけを持参すれば、短い調整時間でその日から実験を開始することも可能となる。

このような趣旨のもとに総括班の下部組織として規格化作業班を発足し、これまで

に7回の規格化作業班会議を開き、この1年間装置の規格化についての検討を進めてきた。本特定研究の初年度に当る昭和54年度は、規格化を進める上で重要と思われる各種粒子線源、分析器、検出器など7項目にわたり、現在国内で使用されている装置の図面集を企画し、規格化の資料に供することにした。図面には、設計・製作者、製作年月日、装置の特徴及び性能、製作上参考にした文献、製作目的、製作上の注意事項、使用上の注意事項、製造会社名およびその装置に関連した発表論文の各項目について現在その装置を使用している担当者に直接アンケートを実施し、ご解答を戴いたものを併記し、また各装置に関連した一般的な参考文献を巻末にまとめて利用者の便宜を計った。こころよく図面を提供しご協力戴いた皆様に感謝いたします。

なお、次年度以降も、原子過程に関連したビーム技術、散乱実験技術、検出技術、真空技術、工作技術などについてのデータ集取を中心にハンドブックとしての内容を高め巻を重ねて行く計画ですので、宜しくご協力をお願いする次第です。

昭和55年3月

高柳和夫  
蟻川達男

### 規格化作業班メンバー

高柳和夫 (代表者, 東大宇宙研)  
蟻川達男 (班責任者, 農工大工)  
小林信夫 (都立大理)  
近藤保 (東大理)  
桜井捷海 (東大教養)  
佐藤幸紀 (東北大科研)  
武部雅汎 (東北大工)

俵博之 (九大工)  
土屋荘次 (東大教養)  
鶴淵誠二 (阪大理)  
西村文男 (東工大原子炉研)  
菱沼直志 (東大教養)  
脇谷一義 (上智大理工)

## 目 次

序 文 .....	i
<b>1. イオン源</b>	
1-1. ガス及び金属原子線用電子衝撃ニアア型イオンソース .....	1
1-2. 光イオン化装置主チャンパー系 .....	5
1-3. 表面電離型イオン源 .....	7
1-4. イオン交換法によるアルカリイオン放出体の調製 .....	11
1-5. 低電圧放電イオン源 .....	13
1-6. Duoplasmatron ion source .....	15
1-7. デュオプラズマトロン形イオン源 .....	17
1-8. PIG イオン源(4MVバンデ・グラフ用) .....	19
1-9. RFイオン源 .....	23
<b>2. 電子線源</b>	
2-1. 電子銃(中・高エネルギー) .....	27
2-2. 電子銃 .....	29
2-3. 電子銃(高密度電子流用) .....	31
<b>3. 原子・分子線源, 速度選別器</b>	
3-1. 熱解離型水素原子源 .....	33
3-2. RF放電型水素原子源 .....	39
3-3. アルカリ蒸気電荷交換セル .....	41
3-4. Monoenergetic fast neutral alkali atomic beam source .....	45
3-5. 高励起原子・分子線源 .....	49
3-6. ノズルビームソース .....	51
3-7. 分子線源 .....	55

3-8. ノズル分子線源 .....	63
3-9. 超音速分子線源用パルス動作ノズル .....	67
3-10. パルス作動型分子線装置 .....	69
3-11. 衝撃波加熱分子線装置 .....	73
3-12. 分子線速度選別器 .....	79
3-13. 速度選別器 .....	83
<b>4. 光 源</b>	
4-1. He 共鳴線放電管 .....	85
4-2. ファラデーフィルタCW色素レーザー .....	87
4-3. 銅蒸気レーザー .....	89
4-4. TEA 炭酸ガスレーザー .....	93
4-5. N <sub>2</sub> レーザー .....	95
<b>5. エネルギー分析器</b>	
5-1. 平行平板型電子エネルギー分析器 .....	99
5-2. 90°円筒型電子エネルギー分析器 .....	101
5-3. 127°円筒型電子エネルギー分析器 .....	105
5-4. 電子衝突スペクトロメータ .....	107
5-5. 二段同心半球型電子エネルギーセレクター .....	111
5-6. 減速電界電子エネルギー分析器 .....	115
5-7. 半球型イオンエネルギー分析器 .....	119
5-8. 飛行時間分析装置 .....	123
<b>6. 質量・荷電分析器</b>	
6-1. 小型質量分析計 .....	127
6-2. 扇形60°型質量分析計 .....	129
6-3. ウィーン・フィルター .....	133
6-4. Wien-Filter 型質量選別器 .....	137

6-5. 四重極マスフィルター .....	139
6-6. ロケット搭載用四重極マスフィルター .....	143
<b>7. 検 出 器</b>	
7-1. 表面電離原子線検出器 .....	145
7-2. ZnO 水素原子線検出器 .....	147
7-3. ファラデーケージ .....	149
7-4. 二次電子変換型イオン・中性粒子線パルス計数検出器 .....	151
参考文献 .....	155