

会議のトピックス (IV)

第1回「加速器駆動型未臨界炉と原子核物理」

ワークショップサマリー

大阪大学核物理研究センター

永井 泰樹

日本原子力研究所

中性子科学研究センター中性子工学グループ

池田 裕二郎

1. はじめに

第1回「加速器駆動型未臨界炉と原子核物理」ワークショップが平成12年3月16、17日の2日間、高エネルギー加速器研究機構研究本館レクチャーホールにおいて核物理委員会、高エネルギー加速器研究機構及び日本原子力研究所中性子科学研究センターの共催で開催された。ワークショップには日本全国から100名を遙かに越えた関連する研究者が参加し、活発な議論が展開された。加速器駆動未臨界炉に対する高い関心があることが示された。

2. ワークショップ開催の経緯と趣旨

21世紀における生命・物質、原子核・素粒子等の基礎科学の飛躍的な発展、及び将来型原子力システムとしての加速器駆動変換技術の開発を主要な研究テーマとして原研とKEKの大強度陽子加速器施設計画(計画)が提案され、その実現を目指して準備が進められている。計画を推進する母体のひとつには、原子核物理グループ(実験)として全国の大学を含む諸研究機関から選出された委員から構成される「核物理委員会」がある。

これまで、原子力分野と核物理分野は歴史的な経緯からコミュニケーションは必ずしも良くはなかった。そのために核物理研究者にとって「核変換」の問題は重要としながらも具体的な問題意識は弱いと言わざるを得ないのが実情であった。しかしながら、本計画の核変換研究については核物理研究者にとって避けて通れない重要な部分があるとの認識により、核物理研究者が「核物理の観点からどのような貢献ができるか」を基調としたワークショップを開催すべきとの結論に至った。

以上の経緯の基に、核変換技術についての理解を深めるとともに、今後の原子力と核

物理コミュニティー間の交流を活発にすることを目的として標記ワークショップを開催することとした。

3. プログラムと講演の概要

ワークショッププログラムを以下に示す。はじめに、ワークショップの世話人を代表して阪大永井が開催趣旨と開催に至るまでの経緯の説明を行った。次いで、原研と KEK が共同で進めている大強度陽子加速器計画の概要、現状を計画リーダーの永宮が紹介した。続いて、加速器駆動未臨界炉研究の現状セッションで ADS の概念について基本的な考え方、成立する条件について柴田が分かりやすく解説した。原研の高野が ADS についてのこれまでの検討を踏まえ、世界各国での研究開発の現状、計画を報告した。駆動源の加速器について KEK 森、原研水本がそれぞれの立場で技術開発について述べた。続いて原研が提案している統合計画の中の核変換実験施設について考え方と現状の検討状況を、原研の池田、大井川、明午が紹介した。自由討論に続いて、その日は、懇親会があり、自由活発な話に花が咲いた。2 日目は、より科学的、技術的なサブジェクトについての講演と討論となった。ADS が必要としている核物理情報とその充足性の現状、精度の現状のレビューと、データファイル化の活動、核物理と核データとの接点と深い関わり合い、既に開始し得られている実験、データの現状、問題点、理研の RI ビームファクトリーで今後生産予定の重要な基礎データ等、核物理と核変換を直接結びつける研究領域について議論された。東大の中澤は、加速器駆動未臨界炉に関して、概念を発展させる方法、新たな発想の導入による展開、等、様々な切り口で紹介した。最後に、加速器駆動に起因する高エネルギー粒子に係わる物理の記述モデルと計算機シミュレーションの精度について数件の講演があった。原子力と核物理が実際に融合する若い世代の活躍が期待できる領域として具体的な成果があがっている。

4. 講演内容（セッション、講演題目、講演者）

3/16 PM 1:00

- | | | |
|---|--------------------|-------------|
| 0 | はじめに | 永井 泰樹 (阪大) |
| 1 | 統合計画 | 永宮 正治 (KEK) |
| 2 | 加速器駆動型未臨界炉研究の現状 | |
| | ADS とは | 柴田 徳思 (KEK) |
| | 世界の ADS 研究 | 高野 秀機 (原研) |
| | 加速器開発の現状 | 森 義治 (KEK) |
| | | 水本 元治 (原研) |
| 3 | 統合計画における加速器駆動核変換研究 | |
| | 施設概要 | 池田 裕二郎 (原研) |

核変換実験施設での炉物理
ビーム取り出しと2次ビーム利用

大井川 宏之 (原研)
明午 伸一郎 (原研)

4 自由討議

—— 終了後 懇親会 ——

3/17 AM 9:00

5 核変換研究と核物理情報

核物理情報のニーズ
0.1GeV中性子による反応断面積測定
核物理情報の評価
核物理情報と核物理
マイナーアクチナイドの中性子・陽子反応
核変換技術の基礎核物理情報

前川 藤夫 (原研)
織原 彦之丞 (東北大)
深堀 智生 (原研)
千葉 敏 (原研)
篠原 伸夫 (原研)
谷畑 勇夫 (理研)
中澤 正治 (東大)

6 加速器駆動核変換と核物理

PM 13:00

7 GeV陽子による核破碎反応

中性子生成断面積測定と中性子輸送
標的実験とシミュレーション
核破碎反応からの粒子・中性子・陽子反応
核破碎反応からのフラグメント生成

石橋 健二 (九大)
仁井田 浩二 (RIST)
大西 明 (北大)
平田 雄一 (北大)

8 全体討議

5. ワークショップ全体討議の内容

以下は、ワークショップの最後に設けた全体討論で交わされた意見、議論の要点を特に編集しないで記述した。それぞれの意図が十分伝わらない可能性があるが、メモをそのまままとめものである。

- 戦後1946年に物理の研究が日本で再会された時には学問の境は無かった。
- その後、様々な領域に分野が分化したことで言葉も異なってきた。つまり、共通する部分は根幹で存在し共通の理解はできるが強調するところが異なっているのが現状。
- 過去に物理研究で取得したデータは眠っているのではないかと。それを系統的に発掘、分類、ファイル化したら貴重なデータとなるのではないかと。そのような視点で今努力して行く価値はある。
- 学問間分野間の交流が如何に重要か強調したい。その分野のノウハウは異なる分野で生かされる。その最も良い例が計算機の利用である。ニーズを供給する原動力となる。
- Internal News Letter等を通じて世界に発信したらどうか？ 世話人で検討したい。
- 言葉が異なるという点で原子力側は核物理にたいして一般の理解を得る努力を欠いて

きた。

- ◆ 理想的な開発環境下で FFAG の実現には、目標として 10 年が 1 つの単位として想定できる。
- ◆ KEK プースターの医学利用施設の跡地利用で核データ測定に利用したらどうか？
- ◆ keff の精度が大事。断面積感度解析が有効である。
- ◆ エネルギー増倍としては加速器効率 3% ではペイしない。30% は必要。
- ◆ 中澤先生のアイデアを拡張して円盤に燃料を装荷して加速器と同期を取り keff が 0.99 で運転するのは魅力的と考える。
- ◆ keff の定義は加速器駆動の場合空間、エネルギー分布を考慮するとこれまでの定義と異なる。推定的に未臨界度を定義し直すことが必要。論文にある定式化を参考にして欲しい。
- ◆ Dubna のパルス炉は電子ライナックでまさにそれをやっている。参考にしたら？
- ◆ 統合計画の第 3 者評価では計画施設に夢が求められている。現状の核変換の概念では夢にならない。コスト面でも高価な技術は良くない。役所への説明でも研究者からの夢の発信が大事。今後計画を進めるためには不可欠な要素。
- ◆ たとえ数百年に短縮できるとするならばこれは夢ではないのか？ 地層処分して平気な顔をしてすましてしまうことに対して果敢に挑戦してゆくことに意義はないのか？ 研究者の英知を結集して少しでも付加を低減すること自体が価値があると信ずる。
- ◆ 核データは重要で特に MA に関して精度が必要。しかしながら測定、実験用のサンプル TRU(MA) の取り扱い規制が厳しい。現状ではマイクログラム程度が限度。
- ◆ 基礎研究で必要な量は容易に入手したい。サンプルの融通、交換は大事である。
- ◆ 現状の日本の規制はゆゆしき状況。これは日本だけの事情か？ 放射線ユーザーと基礎研究がしばられてはいけない。
- ◆ 原研に基礎的な MA 取り扱いラボが必要。
- ◆ L-3 実験のアプソーパーはロシアのウランを使っている。つまり、基礎研究で規制は無い。日本の核エネルギーでは、バランスを欠いている。
- ◆ エネルギーによって必要な量は異なる。 ^{237}Np 1g パックがあり、JNC と東工大で譲り合っている。実際には非常に高価で入手は困難。例えば ^{241}Am 1mg で 3000 万円。 ^{99}Tc 、 ^{129}I で入手できる量は 1g、0.5g。質が問題。国産が理想。サンプルは全日本的な問題。
- ◆ 原子力と原子核の関わり方をもっと真剣に考えて欲しい。現在考えている核変換にかんする核データは既に充足されている。これまでの開発整備型は必要でない。原子核物理には別の概念、パス、夢、つまり、既存の見方と異なるものを期待したい。このワークショップはその意味で価値が無い。
- ◆ 原子力と原子核物理の接点をどうして持つか、それぞれの立場で理解をしながら考えて行くことが大事で、このワークショップは手始め。現状として何が必要か出来るか

を考えることで価値はある。今後の展開の仕方、新しい概念については議論を深める。この場で、手始めとなる取りかかりについても否定するのは理解できない。発表にはそのような視点での発表もあったが、今回は敢えて前面に出していない。

- ◆ 加速器駆動炉、エネルギー生産はエネルギーに係わる国家プロジェクトであるとして大きく枠を外れることができないとするならば問題である。枠外のテーマも大事であり、大いに夢を語ることになる。
- ◆ MA の取り扱いについては、規制が問題でなく取り扱える施設がないことが問題でそのような施設が必要。本来的に今後燃やす対象の MA はどうするのか？ 基礎データが大事であることを最高責任者が認識すべき。
- ◆ 米国の場合 DOE は何も知らない。研究する立場の主張が大事である。
- ◆ 夢を語らないと計画から落ちる。現在の提案している予算枠 1500 億円は厳しい。
- ◆ 高いか安いかは社会からの声で決まる。地層処分は現時点での国の判断。コストは先進国が自前で果たす。ゴミを消すのは夢なのかそうでないのか？
- ◆ 10 万年が 1000 年になるのは夢ではない。いずれ地層処分は行き詰まるので 50 年にできるのなら夢である。
- ◆ 計画を推進したい立場は理解できるが、心ある研究者の主張を汲み取ることは大事である。きる、落ちるといふ議論は避けるべき。原子力研究がトップダウンであることが問題。
- ◆ 加速器駆動核変換を進める立場で 10MW なのか 20MW なのか？それがいつまで欲しいのか？ 50MW と言われたら、相当の R&D が必要。10MW は 500 億円程度かければ可能。本質的にはこのような大出力に於ける課題はビームトリップであろう。
- ◆ 燃料サイクルの開発の現状は如何か？次回以降に現状を報告して貰ったらどうか？
- ◆ MA に関する施設を統合計画に入れて欲しい？
- ◆ 今後の本ワークショップのテーマ設定として、核変換にエネルギー生産も含めたい。トリウムサイクルでも MA はでてくる。
- ◆ 京大炉として世話人に参加したい。人選は後ほど。

<今後の方針について>

- ◆ 既に成果を挙げている人がいる。これから取り組む人もいる。
- ◆ 本ワークショップは情報交換の場として大事。さらに、夢作りの発信基盤としたい。
- ◆ 国の規制を変えて行くべきであり、そのための意見集約をして行く場とするべき。
- ◆ ワークショップの基盤となるソサエティーとして、核物理談話会、炉物理委員会、炉物理部会、シグマ委員会、核データ部会等がある。
- ◆ 学会相互乗り入れ、トピカルセッション企画で機運を高めたい。

最後に、主催の1つである KEK の木村先生からの挨拶：

- 核変換研究計画は統合計画の一角を占めており、当事者の一方である KEK もその推進には責任があると考えます。
- 核変換で残されているのは工学的問題だけと言われることもあるが、実際には基礎的な研究課題がなお多くあると思われる。
- さらにこの計画は政治的な影響を受けることも考えられる。しかし先ず、専門家がきちんとした方向を示す事が重要であり、このような原子力と原子核合同の集まりでさらに検討を進めていただきたい。

6. 終わりに

以下に、今回議論があった項目、今後議論して行く項目を示す。

- 核変換の概念について
- 問題意識、認識について
- 統合計画について
- データニーズについて
- MA, LLFP サンプル、取り扱い施設について
- 加速器について
- HLW 燃料開発の現状、計画について

いずれにしても、戦後の日本の科学の歴史において原子力と基礎原子核物理の研究が分化し、積極的な交流が止まってしまっていた状況に終止符を打ち、21世紀を目前にして加速器駆動未臨界システムをキーワードに交流の扉をこのワークショップが開くことになった。まさに、歴史的な会合であったと考えている。第1回目の試みであり、プログラム編成や、発表内容に若干の不整合があった。また、全体討論においても「加速器駆動型未臨界炉」に対する考え方の差、また、このワークショップそのものに対する意義付けに温度差があったように思われる。しかしながら、率直な意見交換、この歴史的な会合への熱い思いも語られたと感じている。この流れは、大事にして行きたい。まだまだ、「加速器駆動型未臨界炉」の開発はその緒にたばかりである。第2回以降の計画は確定していないが、多くの方々の意見を反映させながら、技術の実現に向けた科学的な基盤として機能するよう企画して行きたいと考えている。

次回の開催については世話人会で検討することとした。

平成 12 年 5 月 18 日