

レーザーコンパス

レーザー核融合研究15年を迎えて

山 中 千 代 衛*

Chiyoë YAMANAKA*

レーザーによる核融合反応研究の原点は、今から18年前、1968年ソ連レベデフ研究所のニコライ・バソフが、出力約100 MWのルビーレーザーで、LiDターゲットを照射し、中性子をわずかに検出した実験をもって嚆矢とする。筆者はこの年レベデフ研究所を訪問し10GW級のネオジウムガラスレーザーをつぶさに見学した。この辺のニュースは「超高温研究誌」6巻2号(1969)に掲載されている。レーザー核融合研究の神話の時代である。

1969年には大阪大学を中心にガラスレーザー激光Ⅰ号建設のため、大出力ガラスレーザー開発研究会が結成され、文部省特定研究科学研究費や科学技術庁の原子力平和利用委託費が投入され、白金フリーレーザーガラスやフラッシュランプの開発をはじめ、レーザー本体の設計が開始された。1971年には固体重水素をターゲットにして核融合中性子を検出すると共に、レーザーのパラメトリック異常吸収の現象が発見された。

常識的にレーザー爆縮核融合の幕明けは15年前の1972年とされている。エドワード・テラーがモントリオールの量子エレクトロニクス国際会議で慣性核融合の可能性について大演舌を打った年である。これは「レーザー研究誌」1巻1号(1973)に「新式内燃機関」という表題の速記録として報告されている。

ちなみにレーザー学会はこの年に発足したのである。大阪大学のレーザー工学研究施設も同

年創設され、本格的なレーザーエネルギー研究が開始された。

1972年、第1回日米セミナー「レーザーと物質との相互作用」が開催され、本格的な研究のスタートがきられ、この年がレーザー核融合研究元年なのである。

1973年には大阪大学でレーザーによる同位体分離の研究も開始され、また核融合燃料ペレットの開発もスタートした。

1975年は記念すべき年で、爆縮核融合に関し後年大阪大学を有名にしたターゲット設計「キャノンボール」が発案されている。

1976年、文部省学術審議会の「核融合研究の推進について」という答申にもとづき、大阪大学付置のレーザー核融合研究センターが発足した。この年レーザー光がある種の金属薄膜を異常透過する現象が発見され、「おおさか効果」と命名、その年のIAEA核融合国際会議に報告されている。また、第2回日米セミナー「レーザーと物質との相互作用」がロチェスター大学で開かれた。

1977年にはレーザー二段階電離の原子法を用いてウラン235の濃縮に成功し、また一流体二温度の一次元爆縮計算コードが完成した。CO₂レーザー烈光Ⅱ号も稼働をはじめている。

1978年には世界初のリン酸レーザーガラスを採用した激光Ⅳ号4ビームレーザーが完成し、出力4TW、100psを達成し、中型電算機が導入された。D₂充填アブレーション圧縮ターゲ

* 大阪大学レーザー核融合研究センター (〒565 吹田市山田丘2-6)

* Institute of Laser Engineering, Osaka University (2-6, Yamada-oka, Suita Osaka 565)

ットの製作を開始し、D-D反応中性子10万個を観測した。

1979年には、レーザーによるウラン235の電子遷移核励起を計測するとともに、激光IV号によるプラズマ圧縮密度 5 g/cm^3 、D-T反応中性子3000万個が達成された。レーザー核融合炉千里I号の概念設計も公表されている。この他パルスパワー粒子ビーム装置励電IV号、出力1MW、1MA、50nsが完成した。

1980年には、金剛計画が立案され激光VII号レーザーの建設が開始され、その試作機激光MII号ガラスレーザー、2ビーム出力7TWが完成、また烈光VIII号CO₂レーザー、8ビーム出力10kJが稼働をはじめている。

1981年、激光IV号は2倍高調波グリーン光へと波長変換が完了し、D-T中性子1億個を達成した。計算機コードも長足の進歩を示し、二次元流体粒子コード「IZANAGI」、ラグランジアン流体コード「飛翔」が完成している。

1982年には第3回日米セミナー「多荷電離プラズマの理論と応用」が奈良において開催されわが国の進歩を国際的に強く印象づけたのである。

1983年、ついに世界最大のレーザー激光VII号、出力12ビーム30kJ、55TWが完成し、12ビーム集光装置の建設により、名実ともに世界の研究センターに成長し、D-T中性子400億個を検出した。(挿絵参照)

1984年には、激光MII号レーザーは3倍高調波ブルー光に変換され、X線発生の実験に、激光IV号レーザーは4倍高調波紫外光に変換されX線レーザーの基礎研究に指向されている。

1985年、スーパーコンピューターSAP (RX-2) が導入され、計測用のS3300スーパーミニコンと共に計算機システムの完成をみた。長年の努力が結実して、波長変換用大型KDP結晶育成法が阪大で完成し量産化が始まった。激光VII号は全ビームのグリーン化を完了し、ペレットファクトリが建設されたのに伴ない、ロチェスター大学の24ビームレーザー「OMEGA-X」が年初に記録したD-T中性子記録4000億個を凌いで、世界記録1.25兆個の中性子発生を達成した。これは新型のD-T燃料ペレット「LHART」によるものである。この成果を評価して米国核融合協会からリーダーシップ賞が授与された。

1986年、米国のリバモア研究所は「ノバ」レーザーを用い、阪大の設計と同様のペレットターゲットを採用し、研究をすすめている。

前回、1974年に東京で開催されたIAEA核融合会議は、今回京都で11月に開催された。国際競争場裡に各国の研究成果が披露され、中でも大阪大学はD-T中性子10兆発生のスーパーショットの実験結果を発表し、IAEA会議のハイライトの一つに数えられた。

今やレーザー核融合の研究は、第二フェーズに突入した。いよいよブレイクイーブンが目標になってきたのである。ここでは15年の流れを回顧したが、金剛計画は当初にかかげたプラズマ実験の目標値ローソン条件(密度と閉じ込め時間積) $n\tau > 10^{14}\text{ cm}^{-3}\text{ 秒}$ 、燃料温度5keV、中性子発生量1兆個をすべて達成した。いよいよこれから本番である。関係者の皆さんの一層の精進をお願いしたい。