



夢はバラ色

レーザー核融合と光技術

中井 貞雄*

輝く太陽と青い空、緑の大地。自然の一構成員である人間が、この地球に生きてゆく。自然を大切に、共存してゆかずに未来がありえるはずはない。技術の進歩が、大規模化がともすれば自然の秩序を乱し、さらに自然そのものを破壊している。人間が、幸せな未来に生きる道をこれまでと異なる視点で真剣に考えるべきときに到達したようである。

ひところ、企業の倫理が問題にされ、論議を呼んだ。企業の社会的責任や使命が、社会的共存の枠内で見直された。企業は新しい価値観をみつけ、飛躍したのであろうか。現在我々が直面しているのはさらに根元的な問題のようである。それは技術の倫理ともいえるべきものであろうか。単なるテクノロジーアセスメントやアクセプタンスではない。技術が、その未熟性ゆえにもたらした社会の矛盾は、技術の成熟により解決しなければならない。人が生きるこの意味を根底から問い、その視点から技術の有るべき姿を問い直さなければならない。

人類の未来にとり、最大の課題はエネルギー問題である。20世紀もあと10数年となってきた。世紀末はともすれば人の心の荒ぶものである。これを乗り越え、平和な、人が幸せに生きる21世紀に向かってゆくには、人類生存の基盤であるエネルギー問題に関する見通しが確立していなければならない。

エネルギー源として社会に受容される要件は、①資源量、②環境保全性、③安全性である。このどの一つを欠いても人が生きてゆく社会には適合しない。そのうえで、④経済性、⑤エネルギーペイバック等が検討されねばならない。このような観点からみると、21世紀までを見通し

たエネルギー問題への取り組みの基本は次の2点に集約されるであろう。

- エネルギーの有効利用
- 核融合エネルギー開発

エネルギー戦略の短中期的な対応としては、技術の現状、我が国の特殊事情、経済性等を考慮して、もっと多様な方策があり、きめ細かく対処すべきであろう。太陽エネルギー、風力、潮力、地熱、原子力、バイオマス、ソフトパス等々、人のロマンをかりたて、それぞれの技術の段階で寄与する技術は、局面に応じて重視すべきである。

省エネルギーを含めて、エネルギーに対する慎重な態度、有効利用技術の開発、エネルギー社会システムとしての総合的体系的な検討等は、新エネルギーの開発と対をなす重要かつ有効な方策である。

新エネルギー源としての核融合が、資源量、環境保全性、安全性よりみて、人類究極のエネルギーと認められているのは広く知られている。これをレーザーにより実現しようとするのが、本学レーザー核融合研究センターの使命であり、我々の夢である。ばら色の夢か、みはてぬ夢か、研究の現状と、夢の実現へ向かっての研究進展の状況を紹介したい。

レーザー核融合発電所“千里1号”の中心部を図1に示す。コンクリートでできた密閉室の中央にある球形の容器が核融合反応チャンバーである。上部より直径1 cm程度の重水素・三重水素燃料ペレットを連続して入射し、これに同期して、右方のレーザーシステムよりのパルスレーザー光をペレットに集光投射する。強力なレーザー光の照射を受けたペレットは、その表面から高温のプラズマを噴出し、その反作用でもって圧縮される。これを爆縮という。(図2に

*中井貞雄 (Sadao NAKAI), 大阪大学レーザー核融合研究センター, センター長

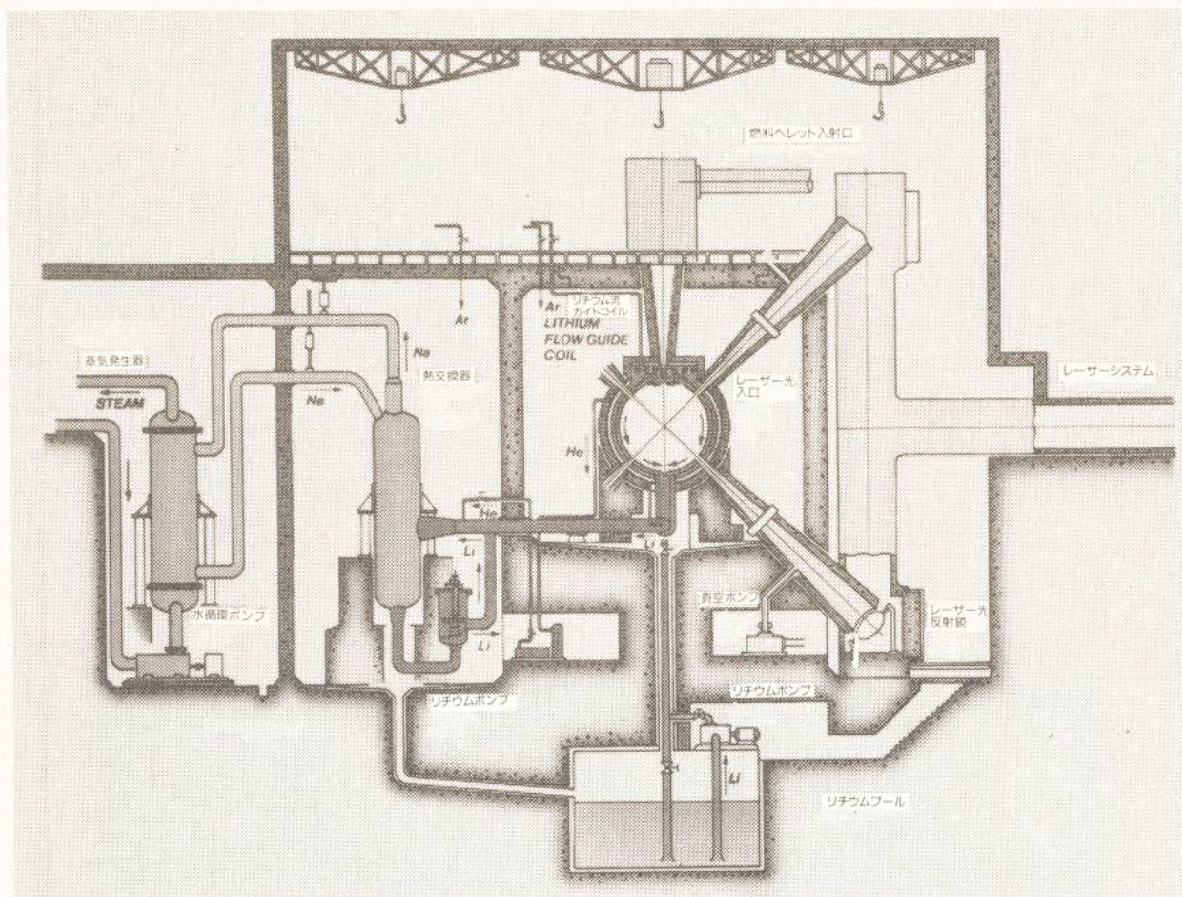


図1 レーザー核融合発電所“千里1号”の中心部

その様子を示す) 爆縮により高温・高密度になった中心部で急激な核融合反応が起こり、膨張により消失するまえに反応が完結し、核融合エネルギーを放出する。

球形の反応チャンバーの内面には、液体金属であるリチウムが流下しており、中性子、プラズマ流、X線等の核融合で発生したエネルギーを吸収するとともに、チャンバー壁を保護する。加熱されたりチウムは熱交換器を通り、チャンバー上部より再度流下され、循環する。このような液体金属ブランケットにより炉容器本体の内壁を保護する設計は、レーザー核融合炉において初めて可能であり、核融合炉の実現のために、工学的に最も厳しい炉壁の問題がなくなる。

これ以外にもプラズマ閉じ込め用大型超電導コイルが不要であり、超高真空も必要ないレーザー炉は、炉工学的にはその実現性は高いものと考えられている。夢はばら色なのである。

レーザー炉実現での最大の課題は、ハイパワーレーザーである。夢が実現するか否かは、ひとえにレーザー技術の進歩にかかっている。爆

縮の物理は、激光XⅡ号ガラスレーザーを用いた最近の研究により、かなり明らかとなってきた。燃料ペレットに投射したレーザーエネルギーに見合った核融合エネルギーを発生する条件をブレイクイーブン（ペレット利得 $Q=1$ ）というが、これの実現は、物理的にも、技術的にもほぼ確実な見通しが得られるようになった。現在の激光XⅡ号に大口径ブースターアンプを増設し、100kJに増力することにより可能である。しかも1時間に1回の照射でも、ブレイクイーブンの条件を達成し、レーザー核融合の物理的な可能性を実証するには充分なのである。

レーザー核融合炉に用いるレーザーとしては、ペレット利得 $Q=100$ を実現するため、パルス当たりエネルギーとして1～5メガジュールが必要である。しかも、これを高速（1～10Hz）で繰り返し、効率は5～10%が必要とされる。波長は3000～5000Å程度の短波長が適している。平均出力が数～数十メガワットの高効率短波長レーザーが必要なのである。

このあたりがレーザー核融合の夢の夢たるゆ

生産と技術

えんかもしれない。しかし夢を現実にしようとする努力が、新しい夢の技術分野を開くことにもなる。パワーレーザーと、レーザーを用いた先端技術の進展がめざましく、レーザー核融合の推進と相互に支えあいながら光技術の新分野を拓きつつある。

パワーレーザー装置についてみれば、エキシマーレーザーに代表される気体レーザー以外に自由電子レーザーや、半導体励起による新固体

レーザー等パワーレーザーの世界が大きく変わろうとしている。コヒーレントで単色の、望みの光を高効率・安価に発生できるようになると、レーザー核融合や溶接・加工・プロセス等のみならず、レーザー同位体分離にみられるような高度な技術が、工業技術として経済性をもって利用されるようになるだろう。光技術の今後に寄せられる期待は大きい。

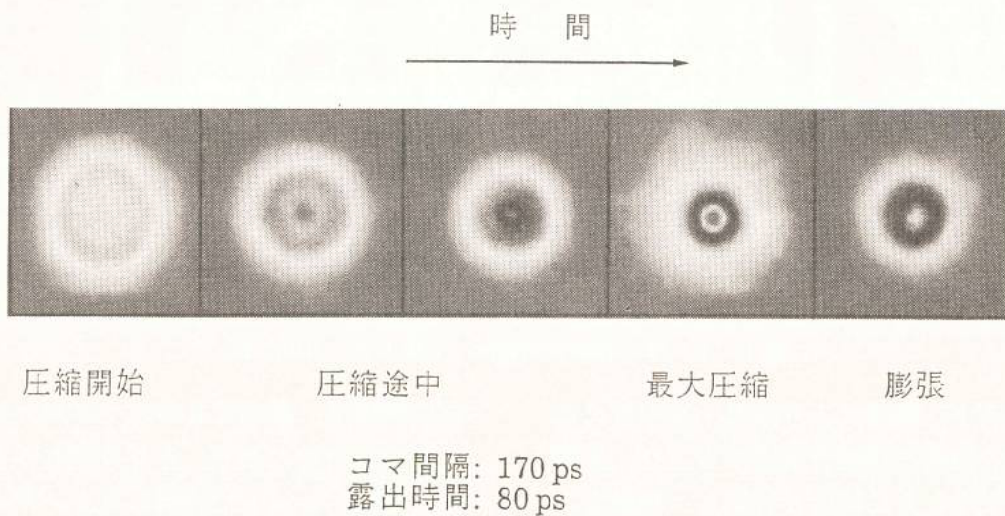


図2 燃料ペレット爆縮のX線コマ取り写真