

## レーザーによる持続可能な社会に向けてII

内田 成明<sup>†</sup>

## Toward the Sustainable Society by Lasers (II)

Shigeaki UCHIDA<sup>†</sup>

太陽励起レーザーをパワー変換機として利用するマグネシム(Mg)エネルギーサイクル開発プロジェクト。その発案者である東工大矢部 孝教授が本欄(レーザー研究34巻1号)に寄稿してから、まだ二年足らずであるが、プロジェクトが解決しようとしている化石燃料に頼らない持続性あるエネルギー源確保の緊急性は我々の予想を遥かに上回る速さで強まってきたように感じる。それは最近のガソリンをはじめとする石油製品や各種輸送コスト(そして物価)の上昇や地球の温暖化が影響しているとされる自然現象などを見聞きするにつけ実感される。一方、切り札である太陽光を社会の基盤エネルギー源として大規模に利用するには、広く薄くかつ不安定に偏在する太陽パワーを掻き集めて貯める必要がある。太陽電池に代表される実用済みの持続可能エネルギー技術はほとんどが電力に直接変換してしまう形態で、供給地(砂漠など人間のいないところ)と需要地を結ぶ手段が手薄である。米国の政策に翻弄されている感のあるバイオエネルギーは蓄積型であるが、植物が太陽光を蓄積するパワー密度は平米当りマイクロワット程度である。真夏の日本での太陽パワー密度800 W/m<sup>2</sup>程度と比較すると土地利用効率は非常に低い。これでは日本はおろか世界中を見渡しても十分な畑や植林の土地を確保することは至難の事業であろう(植林のおかげで砂漠化や温暖化は緩和するかもしれないが)。これに対して本プロジェクトが目指すのは水蒸気中のMgの酸化反応でエネルギーを取り出し、太陽励起レーザーでエネルギー(Mg)再生を行うところであり、太陽エネルギーの偏在性や不安定性をカバーできる。

この二年弱でプロジェクトは産学官からの多大な支援に恵まれ研究が急速に進展した。サイクルを構成する基本技術は太陽レーザー、Mgからのエネルギー(水素)発生、そして“灰”である酸化マグネシムのレーザー還元(エネルギー再生)の三つである。前二者は既存の技術であるので、研究当初から装置を手作りし、パワー規模を上げてきた。特に太陽励起レーザーは数ミリワットの装置から始まり、一年半後には20 W超の装置に進化した。この夏から千歳市、千歳科技大の協力を得ながら、当地工業団地の一角で200 W超を目指す本格的な太陽励起レーザー試験装置を稼働させている。これは将来の太陽励起レーザープラントの基本装置開発用プロトタイプで、その試験結果を基に実証プラントを設計しアラブ首長国に建設する構想である。このように短期間でプロトタイプの製作にまで辿り着けたのは小回りの利く中小企業群のネットワークの協力があつたからである。また、試験装置は主として東工大発ベンチャーである(株)エレクトラを開発母体として進めているが、ここでは研究者と資金提供者が直接対話を通じて迅速に意思を決定できたことも寄与している。エレクトラを通じては太陽の国アラブ首長国連邦との繋がりもでき、将来のプラント建設への期待が膨らむ。

ところでエネルギーとならんで将来深刻となるのは水供給である。20数年後には世界人口の半分が水不足になると「気候変動に関する政府間パネル(ICPP)」で報告された。水供給の問題はすなわち食糧供給の問題である。肉や農作物の生産には大量の水が使われており、例えば牛丼並盛り一杯分の材料を生産するのに2000 l程の(仮想)水が使われているという。平均すると日本は食料輸入を通じて一人当たり1500 l程度の水を毎日消費していることになる。日本は水問題に深刻でないと思っているが、世界が水不足になると日本に食料が入ってこなくなるのである。Mgは海水に大量に含まれているため、エネルギーサイクルは海水の淡水化と表裏一体の関係にある。プロジェクトでは大量の電力に依存する現在の淡水化技術を効率化する技術も開発中である。アラブ首長国連邦との関わりは太陽光源の確保だけでなく、「石油を湯水のように燃やして」海水の淡水化を行なっている中東の国々を日本発の新しい淡水化技術と持続可能エネルギー技術で支援し、将来の食料とエネルギーの安全保障を確保する方向に繋げたい。

サイクル完成の鍵を握る三番目の基本技術であるレーザー還元はレーザープラズマの局所性に起因する非平衡状態を利用して通常(平衡状態)では困難な反応(金属酸化物の還元など)を巧みに実現しようというものである。この技術がものになれば、エネルギー問題だけでなく材料資源の再生にも道が開け、素材資源の枯渇問題が解決する。「非平衡プラズマ化学」という領域が開かれる可能性もある。

<sup>†</sup>東京工業大学統合研究院(〒152-8552 東京都目黒区大岡山2-12-1)

<sup>†</sup>Integrating Research Institute, Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8552