



レーザーによる持続可能な社会に向けて

矢部 孝†

Toward the Sustainable Society by Lasers

Takashi YABE†

私たち人類は、化石燃料を燃やし、大気汚染を引き起こし、大気中に炭酸ガスを撒き散らして地球温暖化を促進させています。これを防ぐために京都議定書が調印され、今、実行されようとしています。わが国には、2010年までに、現在の炭酸ガス排出量を12%減らさなければならないという重い責務がのしかかってきました。太陽電池がこれを救えるかどうかは、現在、その製造に使われている莫大な電力をどう削減できるかとシリコン資源をどう確保するかにかかっています。燃料電池等も華々しく登場してきていますが、化石燃料から水素を作れば炭酸ガスが出ますし、水を電気分解するには電気が必要です。

東京工業大学は三菱商事と組織的連携を結び、大学の知識を集約し、このような究極的な人類の課題に挑戦すべく、「Entropia レーザー Initiative」(以下ELI)という研究組織体を発足させました。化石燃料を消費し、エントロピーを増加させる社会を改革し、低エントロピーの循環型社会を作ろうとするものです。EntropiaはEntropyとUtopia(理想郷)を組み合わせた造語です。

私達は、化石燃料から脱却する一つの方法として、マグネシウムと水との反応を提案しました。この反応により、水素が生成されると同時に水素燃焼の倍近い熱が放出され、反応は外からの熱なしに持続します。この水素は燃料電池や燃焼装置に使用できますし、反応熱により数百度の高温蒸気を発生させ、タービンを回し発電することもできます。反応生成物の酸化マグネシウムは、太陽光励起レーザーによって、プラズマ化され、磁場中を通すことによってマグネシウム単体に分離できます。荷電粒子の磁場中での運動により、電気も発生します。すなわち、マグネシウムの還元とレーザーの電気変換を一石二鳥で行うものです。

太陽光は昼間と晴天の時にしか使えず、安定した電力供給源にはならないと思われていましたが、私達の方式により、晴天の昼間だけマグネシウムの還元と電気変換を行い、マグネシウムを蓄積すれば、雨天・夜間にこれを燃やしてエネルギーと電気をいつでも得ることができます。マグネシウムがエネルギー貯蔵庫となるわけです。マグネシウムは危険だと思っている人がいますが、固体状態では安定で、表面に薄い酸化膜が出来たあとは、空気と接触せず、数年以上にわたってそのまま蓄積できます。マグネシウムは600度以上の高温で空気や水と接触しない限りは、極めて安全な固体です。私達は、このような固体の状態制御できる反応装置を開発し、実用化に大きく前進しました。

マグネシウムは海水中で2番目、地殻物質中でも8番目と無尽蔵に近い金属で、現在1kg100円程度の安いものですが、精錬するためにエネルギーを浪費しており、将来的には、太陽光励起レーザーによって精錬し、循環できるようにするでしょう。

レーザー学会の皆様には太陽光励起レーザーの話をする必要もないでしょうが、この実証実験は40年も前になされています。別に特別なものではなく、フラッシュランプ励起レーザー同様幅広いスペクトルを持つ励起光から、如何に効率良くレーザーを発振させるかの問題は共通です。私達は、1991年に世界で初めてセラミックレーザーの発振に成功した吉田 國雄、池末 明生らの協力を得て、わずか50 cmのフレネルレンズと二次集光系により、実際の太陽光の下でのレーザー発振にも成功いたしました。

余談ですが、太陽光励起レーザーは水冷されていますので、レーザーに変換されなかったエネルギーは熱水として回収でき、ほぼ100%太陽光を利用できます。今までの話でお分かりのように、私達のシステムは全要素がほぼ100%に近い効率で循環し、水と太陽だけしか使わず、従来のエネルギーシステムを全く変えるパラダイムを提供します。

†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)

†Tokyo Institute of Technology, Integrated Research Institute, 2-12-1 O-okayama Meguro-ku, Tokyo 152-8552

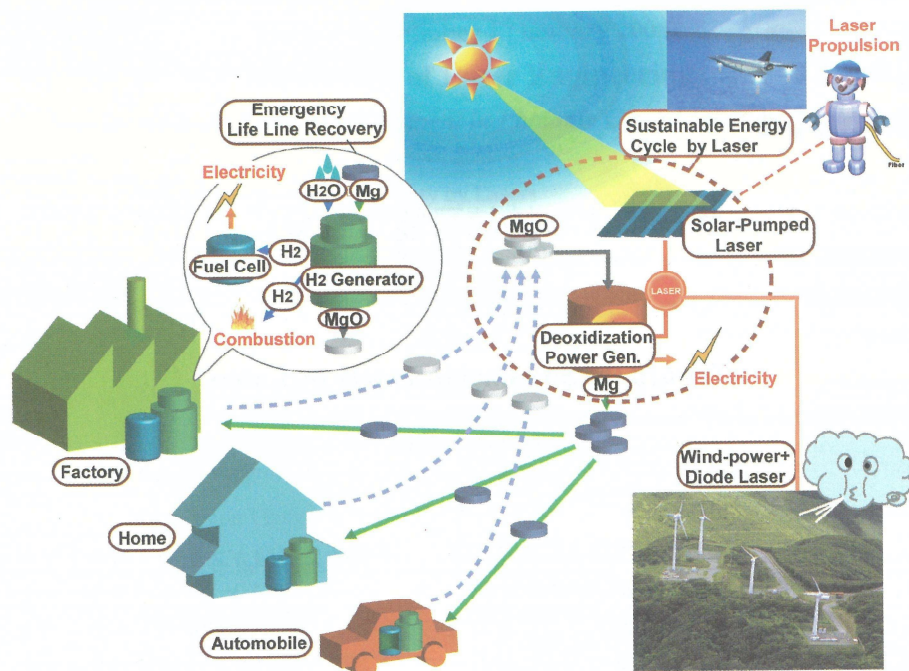


Fig. 1 The sustainable society free from fossil fuels is realized using lasers and magnesium. The solar energy and wind power are stored in the form of magnesium that generates large amount of heat and hydrogen usable for electricity and power plant.

以上の全体システムは10年のスケールで開発されますが、個々の要素でも、幅広い応用が期待できます。例えば、マグネシウム・水反応を用いたタービン発電機は、大震災時の緊急用電源として使用できるでしょう。35 cm角のマグネシウムを貯蔵しておけば、消火ポンプを6-8時間駆動しつつ、飲料の蒸留水800 kgが確保できます。また、一般家庭の2週間分の電気と温水を提供できます。技術的には、現状のタービン発電機そのものであり、信頼性は高く、バッテリーのように劣化することはありません。火災時にも、地中に埋めておけば、危険温度600度まで達しないようにできます。

もう一つの例として、風力発電のように安定供給できない電力源を半導体励起レーザーに変え、マグネシウムの還元を通して、エネルギーを貯蔵するものです。すでに高効率のレーザーが実現していますので、こうした技術は2, 3年後に実用化できるでしょう。他にも、数年後、10年後、20年後を目指したプロジェクトがありますが、ここでは省略します。

東工大では、これらの技術を集約して行うために、文部科学省戦略的拠点育成研究「統合研究院」を発足させ、私達は「地球開拓部門」として大きな予算を得、ELIと協力して、本年度中に実用化への大きな一歩を踏み出そうとしております。このような天の時に合わせて、全国から「知恵者」を募り、若い力と連合させる新しいシステムを作り上げました。この第一陣となったのが、内田 成明特任教授(東工大統合研究院)です。第2弾は、吉田 國雄特任教授(大阪工大併任)、第3弾が村原 正隆特任教授(東海大名誉教授)、生田 一成特任教授(河合石灰工業顧問)、吉田 実特任助教授(近畿大学)、池末 明生特任助教授です。これに、下河邊 明副学長、香取 和之本部長代理に率いられる産学連携推進本部の全面的な協力を得つつ、三菱商事からの岡本 崇史特任助教授が推進役を果たしています。紙面の関係で、詳細は述べませんが、これは大学としては全国にない全く新しいタイプの組織体であり、来るものは拒まぬ姿勢で多くの産業界、学术界との真の連携を進めてゆこうとしております。如何でしょうか、みなさん、ご一緒に歴史を作りませんか？