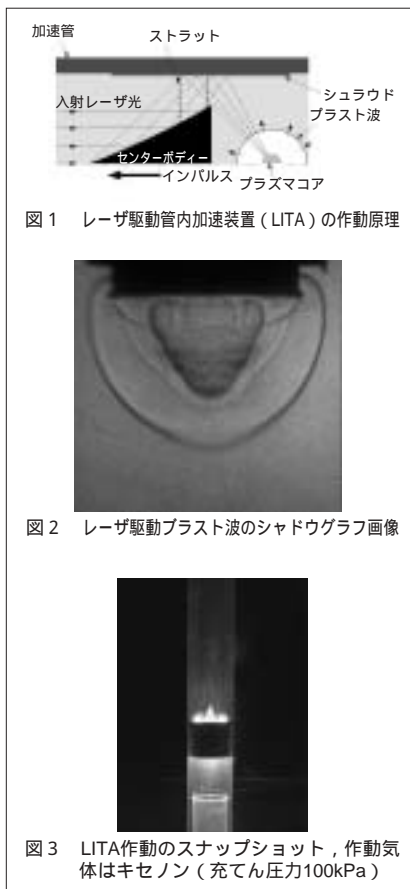


# レーザーエネルギーによる宇宙エレベータの遠隔駆動



## 1. はじめに

我が国の宇宙開発は、現在さまざまな面で問題を抱えている。これを打破するためには、各要素開発もさることながら、より大所高所からの見直しが必要だと感じている。たとえば、宇宙への打上げは果たしてロケットが唯一の手段なのだろうか？年々増えつつけるスペースデブリ(宇宙塵)を、根本的に出さないようなシステムは存在しえないのかなど。本稿では、何も責任のない立場からではあるが、最近の研究成果をもとに、こういった事柄を考え直す機会を提供してみたい。

## 2. レーザ推進

レーザー推進は、レーザーのエネルギーによって推進力を得る方法で、Kantrowitz (1972)<sup>(1)</sup>の論文以来、学術的な議論が開始された。レーザーを利用すれば、遠隔からエネルギーを供給することができ、推進のコストを抜本的に下げることが可能である。推進には、運動量を担う(排気)

質量も必要であり、大気中の空気<sup>(2)</sup>や水<sup>(3)</sup>を有効に利用すれば、大きな推力を得ることも可能である。

レーザー推進には、CW(Continuous Wave)レーザーを用いて定常的に作動流体にエネルギーを入力するものと、繰返しパルス作動によって間欠的にインパルス(力積)を発生し、その時間平均として推力を得るものの二つのタイプがある。現在のところ、後者によって51gのものを71mの高さまで打ち上げることにアメリカで成功している<sup>(2)</sup>。

## 3. 管内レーザー加速の実験

図1は東北大学流体科学研究所で考案、試作された「レーザー駆動管内加速装置(Laser-driven In-Tube Accelerator; LITA)」<sup>(4)</sup>の作動原理を示している。プロジェクトイル(加速する物体)を加速管内におき、管端の窓からレーザー光を導入、プロジェクトイルに照射する。どちら側からレーザー光を導入してもよいが、図1では進行方向側から導入している。加速管の中には、あらかじめ作動気体を充てんしておく。プロジェクトイル後方で、レーザー光が集光し、閾値を超えると絶縁破壊が起こる。このとき放出された自由電子がレーザー光のエネルギーをさらに吸収し、結果として集光点(領域)付近に高温高压のプラズマコアができる。これは、火薬のエネルギーが解放されたのと同様、膨張に伴って周囲にプラスト波を駆動する(図2)。このプラスト波がプロジェクトイル後面で反射して、高压領域が形成され、プロジェクトイルにインパルスを及ぼす。管内で加速する場合、加速管壁で反射したプラスト波が中心部分に再び高压領域を形成することができるため、より高いインパルスを得ることが可能である。このようにして、パルスレーザー照射を繰り返すことによって、推力(インパルスの時間平均)を得ることができる。また、LITAでは、レーザーのパワーだけでなく、作動気体の化学種、

充てん圧力を変化させることによって、推進性能の調節が可能である。

## 4. 展望：どんなところで利用できるか？

LITAには、上記の閉じ込め効果による推進性能の向上だけでなく、他のレーザー推進にないさまざまな特長がある。まず、作動気体を含めて、完全に再使用が可能なシステムであること、プロジェクトイルの追尾や姿勢制御が不要であること、作動の騒音を低く抑えることができること、レーザー光線が自由空間を伝ばしないので、安全であること、打上げに失敗しても周囲へのハザードが回避できることなどが挙げられる。

現在NASAでは、「宇宙エレベータ(あるいは軌道エレベータ)」の開発研究が進んでいる<sup>(5)</sup>。カーボンナノチューブを使うことで、高比強度の仕様は満足されるとされているが<sup>(6)</sup>、それをどうやって駆動するかということが、もう一つの大きな課題である。われわれは、LITAの実験でプロジェクトイルが遠隔的に(現在では加速管高さ4mまで)上昇していく目の当たりにして(図3)、この問題の解決に無関係とはとても思えない。何も捨てないで宇宙に行く、この近未来の「乗り物」は、スペースデブリなど他の問題についても、包括的に解決してくれることも期待できるのではないだろうか。

(原稿受付 2004年2月26日)

〔佐宗章弘 東北大学〕

## 文 献

- (1) Kantrowitz, A., Propulsion to Orbit by Ground-Based Lasers, *Astronautics and Aeronautics*, (1972), 74-76.
- (2) Myrabo, L. N., AIAA paper, AIAA (2001), 3798.
- (3) Yabe, T., Phipps, C., Yamaguchi, M., Nakagawa, R., Aoki, K., Mine, H., Ogata, Y., Baasandash, C., Nakagawa, M., Fujiwara, E., Yoshida, K., Nishiguchi, A., Kajiwara, I., Microairplane Propelled by Laser Driven Exotic Target, *Applied Physics Letters*, (2002), 4318-4320.
- (4) Sasoh, A., Laser-driven In-tube Accelerator, *Review of Scientific Instruments*, (2001), 1893-1898.
- (5) [http://flightprojects.msfc.nasa.gov/fd02\\_elev.html](http://flightprojects.msfc.nasa.gov/fd02_elev.html)
- (6) 石原藤夫・金子隆一, 軌道エレベータ 宇宙へ架ける橋, ポピュラーサイエンス 165, (1997), 装華房。