

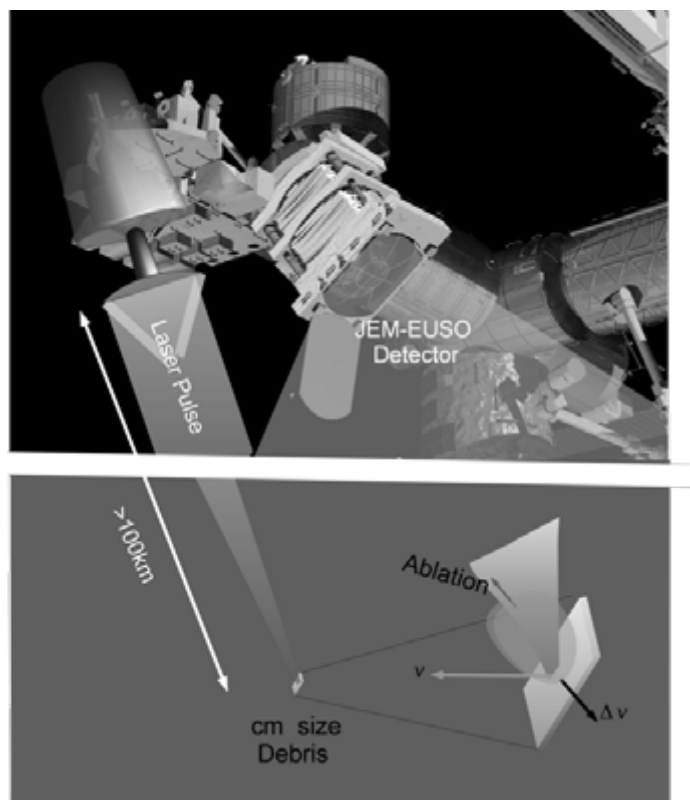
P06

レーザーアブレーションによる宇宙デブリ除去システムの研究 Study of the removal of the space debris by the laser ablation

戎崎俊一、○滝澤慶之、大森整 (理化学研究所)
Toshikazu Ebisuzaki, ○Yoshiyuki Takizawa, Hitoshi Ohomori (Riken)

宇宙デブリの除去のために、超広視野望遠鏡と超高輝度宇宙レーザーを組み合わせたシステムを構想している。最近のオプトエレクトロニクス的发展により、広範囲をもれなく走査してデブリの位置決定ができるようになってきた。超広視野望遠鏡として、宇宙から飛来する超高エネルギー宇宙線の検出用に開発しているEUSO望遠鏡の利用を検討している。EUSO望遠鏡は±30度の広視野で、数マイクロ秒の時間分解能を持ち、デブリのリアルタイム検出が可能である。この望遠鏡の出力から位置を粗決定し、レーザービームを照射する。その反射信号からデブリの位置を精密決定し、高出力レーザーのエネルギーをデブリに集中させ、プラズマアブレーションを起こす。その反力で宇宙デブリを減速して地球に再突入させる。本発表では、この除去システムのコンセプトと超広視野望遠鏡の出力から位置を粗決定し、レーザービームを照射するシステムの試作プランを紹介する。

We study a design for an orbiting debris remediation system comprised of a super-wide field-of-view telescope (EUSO) and a novel fiber-based laser system (CAN) operating from the International Space Station (ISS). The EUSO telescope, has been designed for operation on-board the ISS for the detection of ultra-high energy cosmic rays. Equipped with 2.5 m optics and a field of view of ±30 degrees, the EUSO module can also be utilized for the detection of high velocity fragmentation debris in orbit near the ISS. Once detected, the CAN laser system delivers a sequence of pulses to the debris surface inducing ablation and hence momentum impulse to reduce its velocity. The range of the detection/removal operation can be as large as 100 km. We present a development plan of concept model of the detection system.



レーザーアブレーションによる宇宙デブリ除去システムの研究

戒崎俊一、滝澤慶之、大森整 (理研)

概要

宇宙デブリの除去のために、超広視野望遠鏡(EUSO)と超高輝度宇宙レーザーを組み合わせたシステムを構想している。最近のオプトエレクトロニクスの発展により、広範囲をもれなく走査してデブリの位置決定ができるようになってきた。超広視野望遠鏡として、宇宙から飛来する超高エネルギー宇宙線の検出用に開発しているEUSO望遠鏡の利用を検討している。EUSO望遠鏡は±30度の広視野で、数マイクロ秒の時間分解能を持ち、デブリのリアルタイム検出が可能である。この望遠鏡の出力から位置を粗決定し、レーザービームを照射する。その反射信号からデブリの位置を精密決定し、高出力レーザーのエネルギーをデブリに集中させ、プラズマアブレーションを起こす。その反力で宇宙デブリを減速して地球に再突入させる (Ebisuzaki, T. et al. 2014, submitted to Acta Astronautica.)。本発表では、この除去システムのコンセプトと超広視野望遠鏡の出力から位置を粗決定し、レーザービームを照射するシステムの試作プランを紹介する。

JEM-EUSOを用いたデブリ除去システム

ISSからのデブリ監視領域 (水色) とデブリ除去領域 (赤) の様子

デブリにレーザを当て、その表面から速度 v_0 でアブレーションプラズマが射出される

デブリは、レーザアブレーションで減速され、大気圏に突入する

ISS搭載mini-EUSOによるデブリ検出実験

mini-EUSOは、イタリアとロシアによるEUSOの為の準備実験。地球の夜の紫外線環境を調べる。



mini-EUSOによる輝点追跡システムの開発

軌跡データから位置の判定
追跡装置の制御

追跡装置: 光纤アレイ駆動装置, 光纤アレイ駆動装置

スクリーン

mini-EUSO望遠鏡による輝点の検出

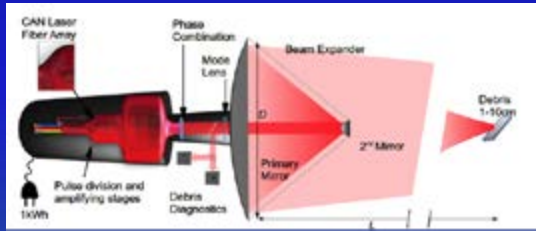
模擬光点装置

試作したEUSO増光線出射モジュール

気球実験でレーザー光の撮像実験が完了している。

宇宙CANシステム

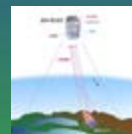
CAN: Coherent Amplifying Network fiber-based technology



最近20年のパルス・レーザー技術の進歩により、パルスエネルギー10 J、パルス幅0.1 nsのパルスレーザーシステムを宇宙機に搭載することが可能になっている。この場合、不安定で振動に弱いモード同期レーザーの代わりに、レーザーダイオードでポンプされた固体レーザーもしくはレーザーファイバーを使う。 (Spatari, R. et al. 2014, Accepted in Acta Astronautica, 105, 192-200; Mourou, G. et al. 2013, NATURE PHOTONICS, 7, 258-261.)

JEM-EUSO ミッションとは

JEM-EUSOは、極限エネルギー宇宙線が大気中で作る空気シャワーからの蛍光とチェレンコフ光を観測し、極限エネルギー宇宙線のの起源を探るミッションである。その他に、大気圏発光現象も観測する。



装置パラメータ

Field of View:	±30°
Aperture Diameter:	2.5m
Optical bandwidth:	330-400nm
Angular Resolution:	0.1°
Pixel Size:	3mm
Number of Pixels:	~2.0x10 ⁶
Pixel Size at the ground:	750m
Duty Cycle:	~20%
Observational Area:	1.9x10 ⁶ km ² (nadir)

