

# NICTにおけるSLR関連調査研究と レーザー空中発射に関する最近の規制

2017/3/14

情報通信研究機構 國森裕生

協力 有限会社 TTC 泉忠、宇佐美敬之

# 目次

- ・ 1 はじめに
- ・ 2 NICTにおけるSLR関連活動報告
  - 2-1 レーザシステムの修理
  - 2-2 副鏡の交換
  - 2-3 送受信アライメント
  - 2-4 試験観測状況
  - 2-5 まとめ
- ・ 3 レーザ空中発射に関する最近の規制（別紙）

# 1. はじめに

## □ 観測停止：昨年報告からの経緯

### □ kHZレーザの修理

低軌道衛星のリターンを取得中、レーザパワーが60%に低下中。その後2016年5月に完全にレーザがダウン。

予算措置後2017年2月に修理完了。

□ 1 $\mu$ m系のGm-APDアレイ検出器も地上ターゲットテスト中に損傷。  
予算措置後2017年1月に修理完了。

### □ アライメント調整

### □ 試験観測

## □ 関連開発

光SWITCH、変調器のデバイス調査検討  
1 $\mu$ m・1.5 $\mu$ mSLR+COMMの技術開発

省略

# 2. NICTにおけるSLR関連活動報告

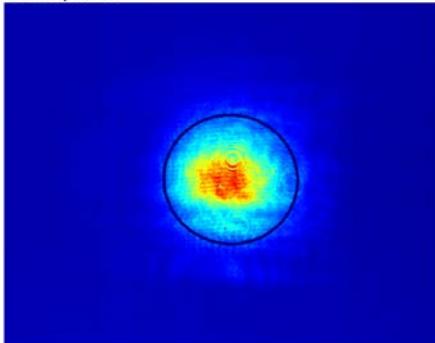
## 2-1 kHzレーザーの修理

波長 532nm  
パルス幅 ~10ps  
繰り返し 1Hz~最大 1kHz  
M2=1.4  
平均出力 最大0.5W  
パルスエネルギー 0.5mJ  
(繰り返しにかかわらず一定)

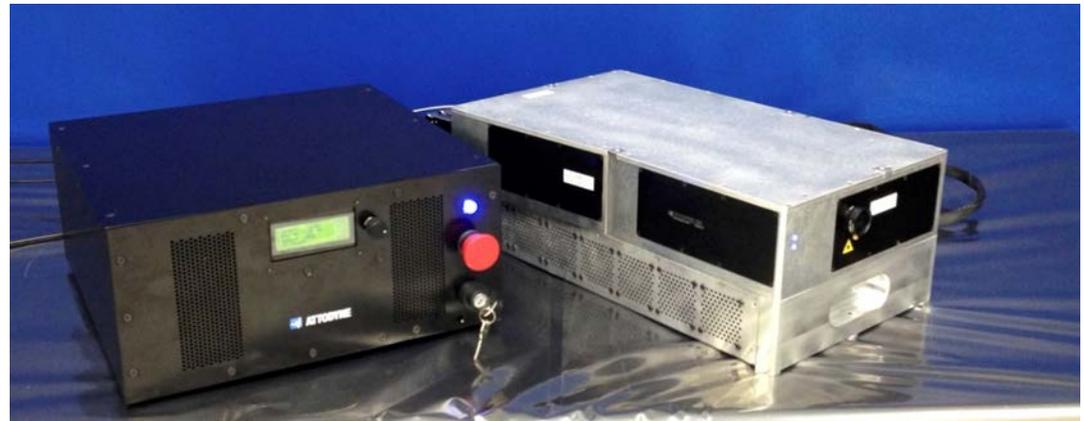


→0.3mJ →ダウン 0mJ 修理後→ 0.48mJ

1 kHz: 470 mW, near field / 20 cm from the exit port.  
Circularity: 97 %



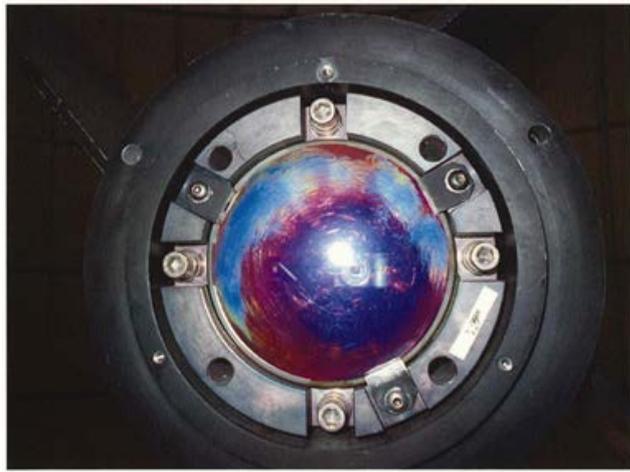
Near Field Pattern



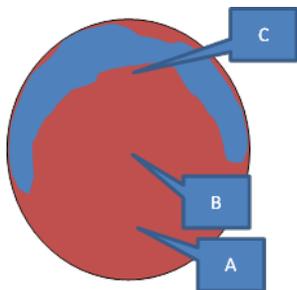
ATTODYNE製 APLQ-532概観

# 2-2 副鏡の交換

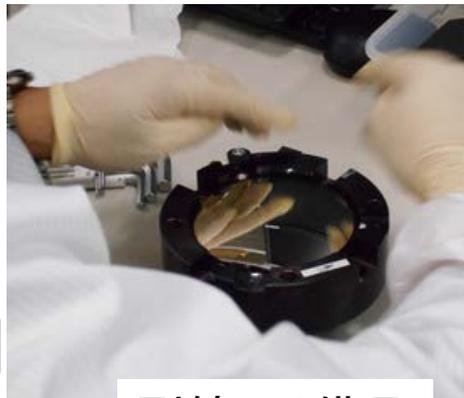
副鏡は表1の仕様のものを2013年3月に交換後 2017年2月まで使用



副鏡のコーティング劣化現況



副鏡正面からみたレーザー入射位置

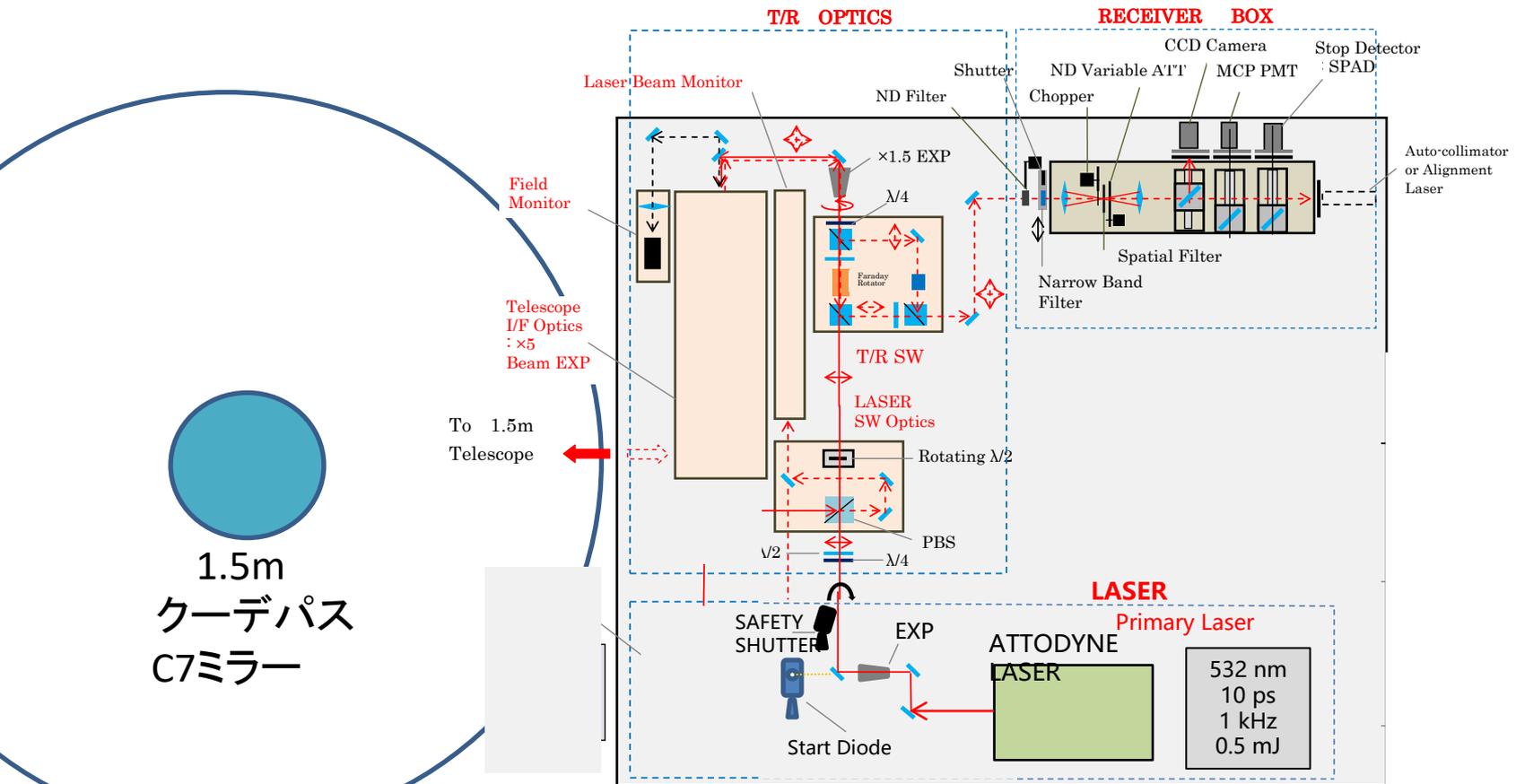


副鏡 予備品

表1 副鏡仕様	
項目	仕様
材料	クリアセラム-Z
直径(有効径)	108(>97)mm
凸面	頂点R= 283.6mm, K=-1
コート	銀+保護膜 SiO

波長 [nm]	損失平均[dB]	
	交換前	交換後(予備品)
532	1.92 (64%)	0.24 (95%)
635	5.64	0.20
850	2.13	0.19
980	3.84	0.21
1064	3.94	0.14
1550	1.38	0.21

# 2-3 送受信アライメント(1)光学系構成



## 2-3 送受信アライメント実施(2) 試験治具



クーデ別ベンチにおいたクーデ受信コ  
リメーション確認用望遠鏡  
→主鏡メインフォーカスの決定

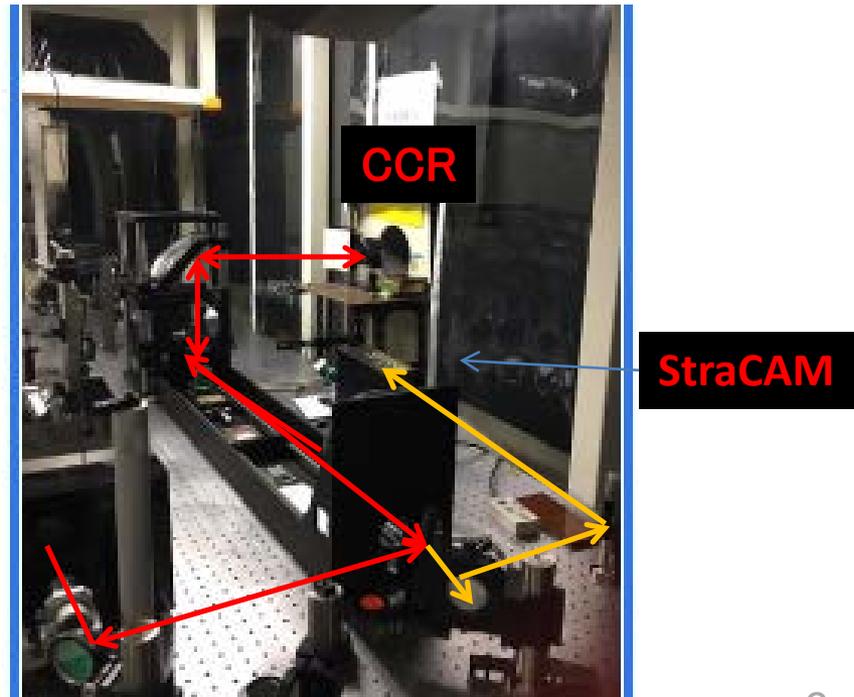
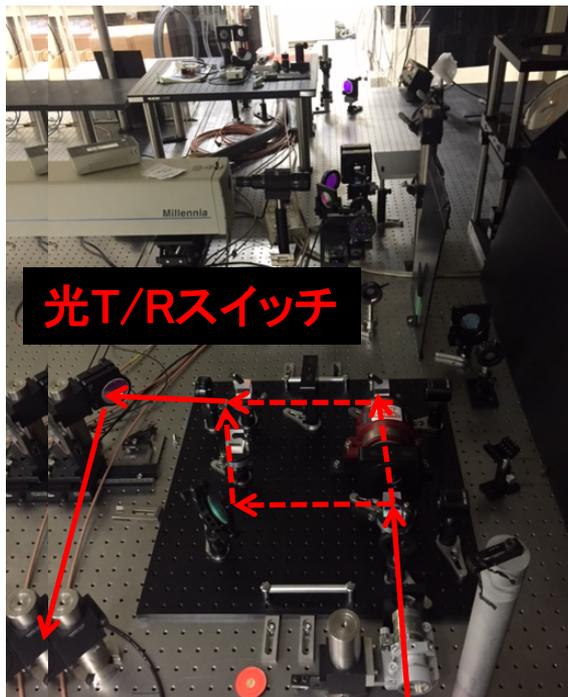


LTPを用いた望遠鏡開口とガイド望遠鏡間  
ボアサイト調整

LTP: Lateral Transfer (Retro-Reflector) Prism

## 2-3 送受信アライメント実施(3)

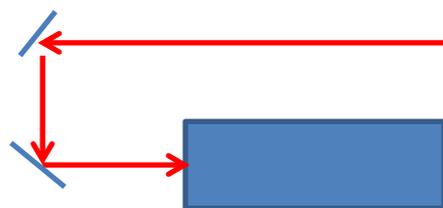
- ・クーデパス望遠鏡への出口にCCRをおき、測距用レーザを光TR(送受信)スイッチに折り返し、両偏光パスを受信系に導く。
- ・途中にあるBeam, Expander(5倍、2倍) をコリメーションテスターや星像で調整
- ・望遠鏡開口瞳像および星像をダイクロイックミラーを抜けた光でStarCAMまで導き基準点をつくる。 →その後スターキャリブレーションの実施



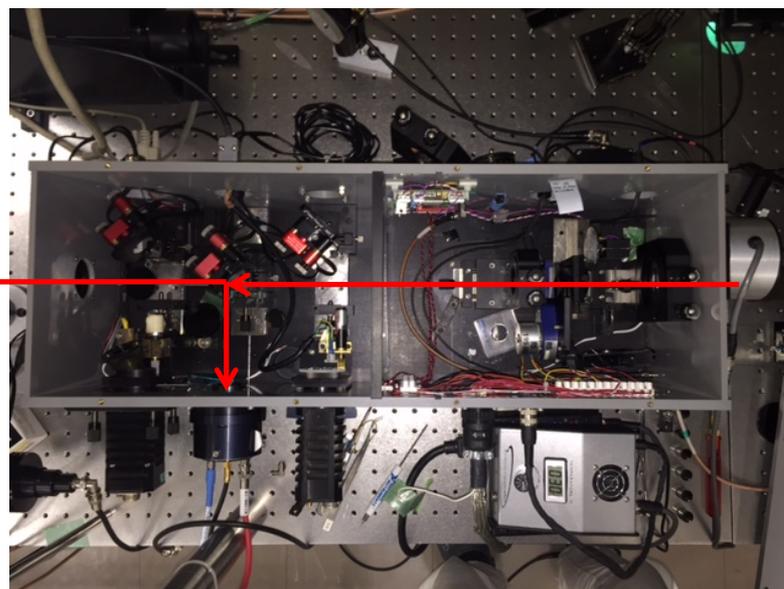
## 2.3 送受信アライメント(4) 受信BOX

- ・NDフィルター類をすべて一時的にはずし、検知器へのFLIP-MIRRORをはずし、後方に設置したAuto-Collimatorに導き、無限遠の星像またはCCR反射像を光学機器の中央、PIN-HOLEの中心かつコリメートとなるようにとらえる。
- ・回転シャッターの同期が衛星測距のときにENABLE、地上測距のときDISABLEになるようにDELAY調整
- ・検知器へのFLIPミラーを入れて検知器の中央にCCR反射像がくるようにFLIPミラー角度を調整。

- 再スターキャリブレーション
- 地上測距の実施



K&E Autocollimator



## 2-4 試験観測状況 2017年3月

- ・修理後レーザシステム(レート20Hz)にて3月6日に地上測距の後同日にAJISAI衛星、BEC衛星のリターン取得。3月9日にはLAGEOSの取得もできた。まだ20Hzで送信パワーが弱いので、ラジオスのデータ取得が少ない。システムの調整、送受信のアライメントをしながらデータ取得を行っていく予定。

SATELLITE	Pass数	FR数	NP数	FR/NP	RMS (ns)
AJISAI	3	2013	14	143.7	0.182
BE-C	1	601	13	18.3	0.134
LAGEOS 1	1	89	4	28.6	0.094
Total	5	2703	31	—	—

## 2.5 まとめ

- レーザ修理後送受信アライメントをおこない、低軌道衛星は取得可能、LAGEOSはマージナル。
- LAGEOSの安定的なデータ取得を目指す。

### 課題

- 1kHzレーザのスペックを発揮してSLRが行えるように、受信系の直前の迷光防止シャッターのkHz化(継続)
- 長期展望:  
NICT独自で測地用ルーチン局の維持をおこなうことは困難  
光通信, スペースデブリの技術開発局  
本会活動、共同研究などを通じ、他機関運用局の試験用設備として活用されれば幸い。

# 3. レーザ空中発射に関する 最近の規制（別紙）