

# 光衛星間通信実験衛星「きらり」(OICETS) と先端型データ中継技術衛星「アルテミス」 による光衛星間通信実験の結果について



平成17年12月14日  
宇宙航空研究開発機構 宇宙利用推進本部  
理事 堀川 康



# ARTEMISとの実験概要



- 平成17年12月6日(火)から欧州宇宙機構(ESA)の先端型データ中継技術衛星(ARTEMIS)と光衛星間通信実験衛星「きらり」(OICETS)間で実施する光衛星間通信実験を開始した。
- 実験は3つのフェーズ(段階・期間)に分かれており、まず最初の「試行実験期間」を2週間に渡って実施する予定で実験を開始した。
- 平成17年12月9日(金)に試行実験期間の目的である、OICETS / ARTEMISとの双方向光衛星間通信の確立に成功した。

## 実験フェーズの定義

### Commissioning Phase(試行実験期間)

ARTEMISとの光衛星間通信実験において、衛星間通信リンク確立のためのパラメータを模索し、様々な試行を繰り返して双方向光衛星間通信リンクの確立を目指すフェーズ。

### Experiment Phase(実験期間)

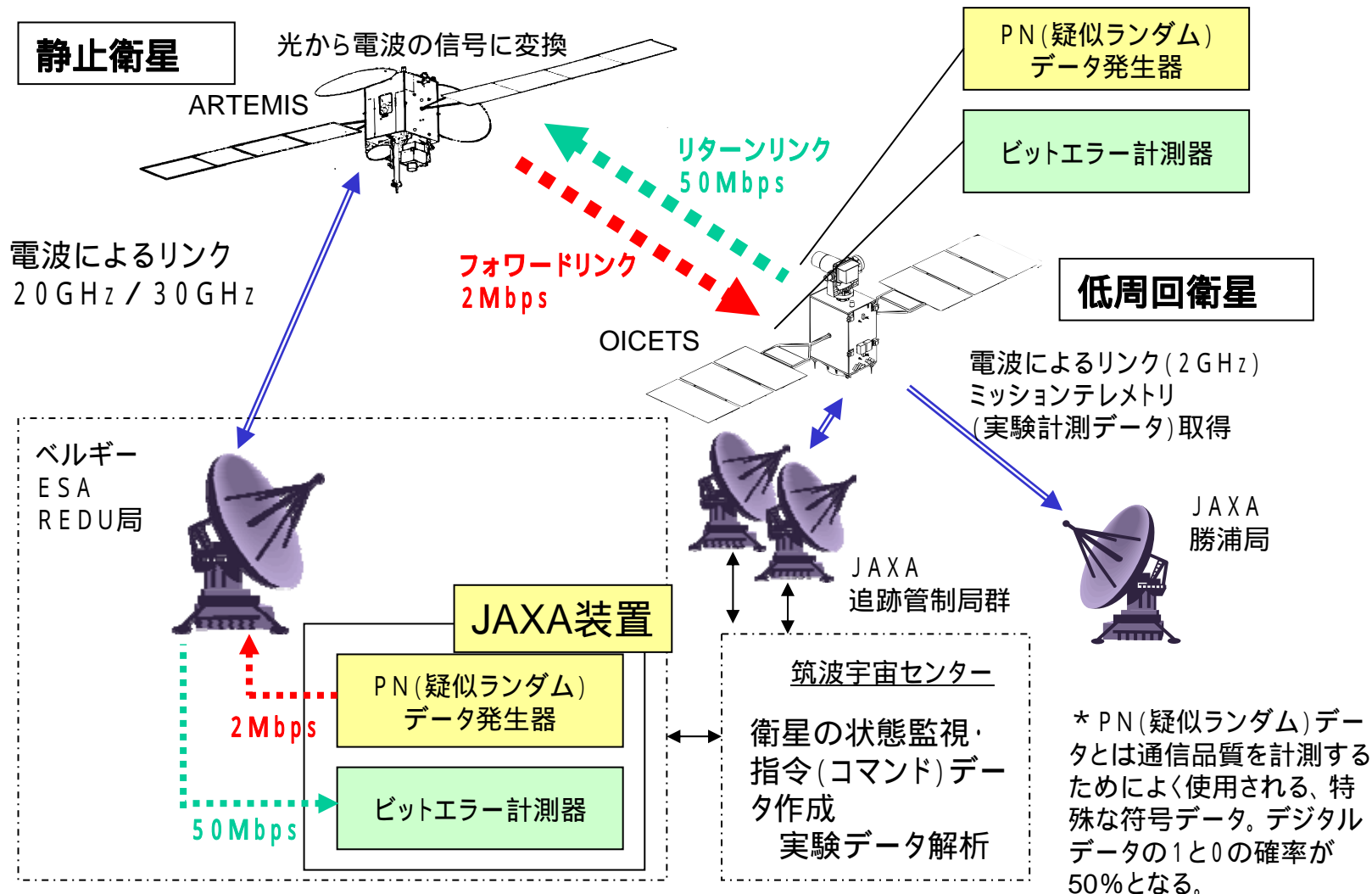
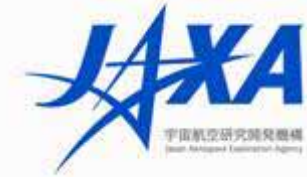
OICETSの送信ビーム指向角の補正(チューニング)実験、レーザの出力を低く設定する等の限界性能実験を実施するフェーズ

### Routine Phase(反復実験期間)

相互の衛星の設定を変更せず、継続したデータ取得を行い、統計的な評価を行うためのデータ取得フェーズ。

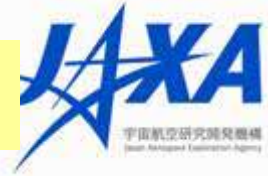


# ARTEMIS実験の概要図





# 光衛星間通信の特徴 捕捉・追尾・指向



- 軌道予測誤差 (OICETS + ARTEMIS) + 計算誤差
- 衛星姿勢誤差
- 衛星自身の振動 + その他外乱
- 衛星構体と光衛星間通信機器間の取付精度
- レーザビーム制御精度 (特に光行差補正ビーム制御)
- ミラー、レンズ等の光学機器の宇宙空間での熱歪み

捕捉で3.5ミリラジアン  
 追尾で1マイクロラジアン  
 指向で2.6マイクロラジアン

双方の光衛星間通信機器が様々な変動を吸収し、常に相手のレーザ光を追尾し、光行差補正を加えたレーザ光を相手に送信し続ける

姿勢他による変動



約7km/s  
 で北極から  
 赤道へ移動



OICETSで使用している  
 ビーム制御機構

距離: 4万km ~ 3万6千km  
 相対速度: 秒速約7km  
 到達時間: 往復で約0.3秒  
 光行差補正: 最大60マイクロラジアン

約3km/s  
 で赤道上空  
 を東西移動



姿勢他による  
 変動

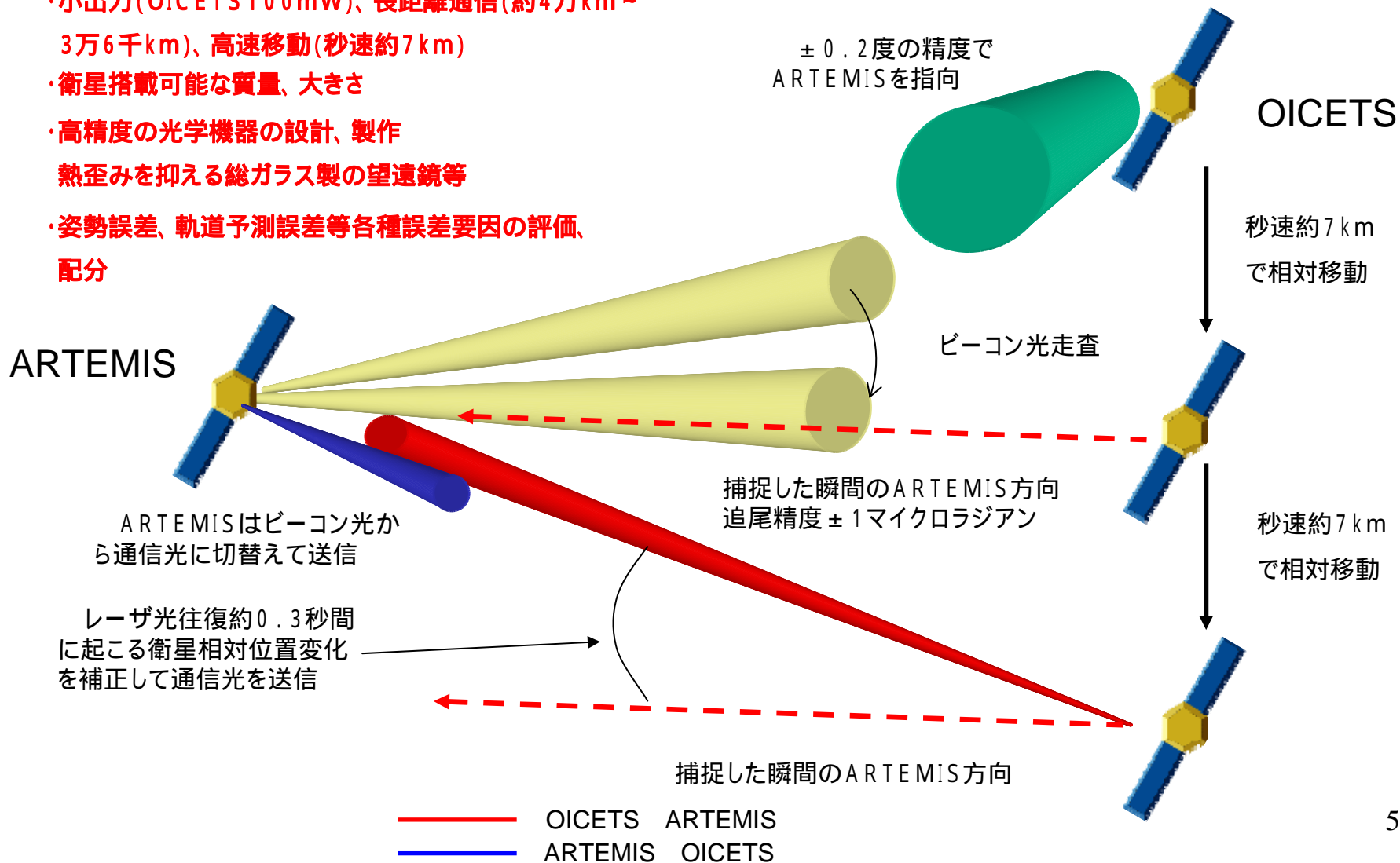


# 光衛星間通信の捕捉・追尾・指向について



## 開発上の課題;地上との違い

- ・小出力(OICETS 100mW)、長距離通信(約4万km~3万6千km)、高速移動(秒速約7km)
- ・衛星搭載可能な質量、大きさ
- ・高精度の光学機器の設計、製作
- 熱歪みを抑える総ガラス製の望遠鏡等
- ・姿勢誤差、軌道予測誤差等各種誤差要因の評価、配分





# 「きらり」の実験計画



打上げ後の実験計画としては、以下の3つの実験段階を設定している。  
最初の6ヶ月で一連の実験項目を実施し、その後、同一実験を継続的に実施することにより、統計的データ取得等の実施を予定。

- **衛星の初期機能確認** : 3ヶ月(打上げ後1~3ヶ月)

- 衛星バスの機能確認

ミニマムサクセス達成

- 光捕捉追尾特性評価実験(OICETS単独での実験)

- **ARTEMISとの光衛星間通信実験** : 3ヶ月(打上げ後4~6ヶ月)

- 光捕捉追尾系総合特性評価実験

フルサクセス達成

- 光衛星間通信実験

- **統計的データ取得等** : 6ヶ月(打上げ後6~12ヶ月)

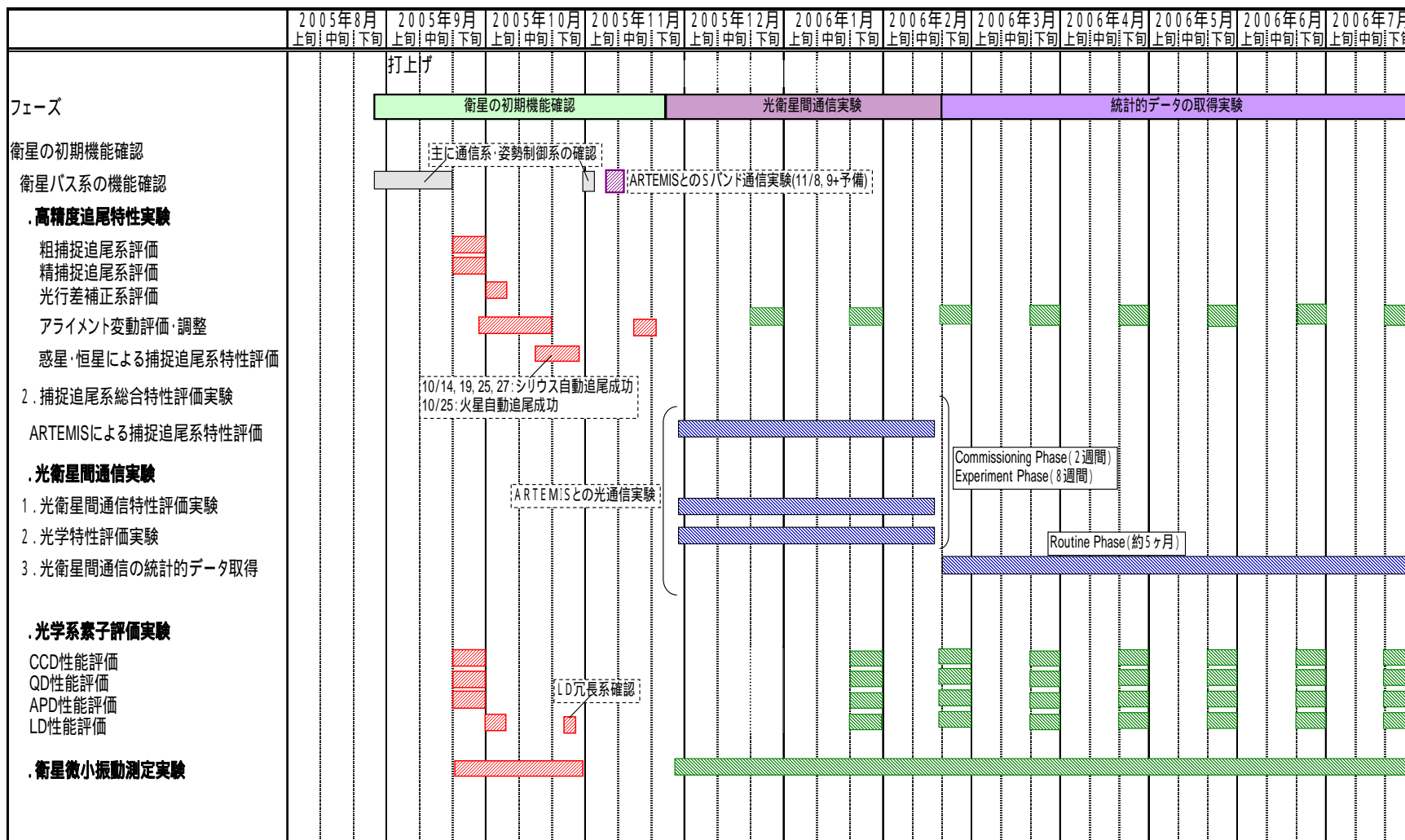
- 光衛星間通信の統計的データ取得

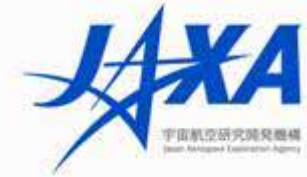
エクストラサクセス達成

- 光学系素子評価実験、衛星微小振動測定実験



# 「きらり」の実験計画





# 參考資料





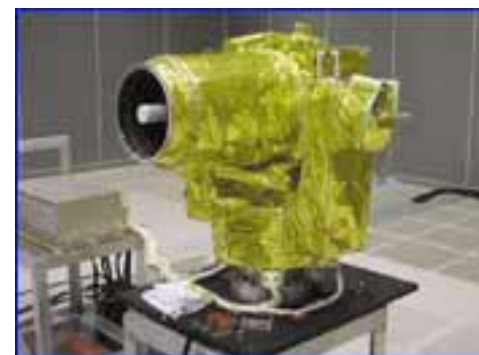
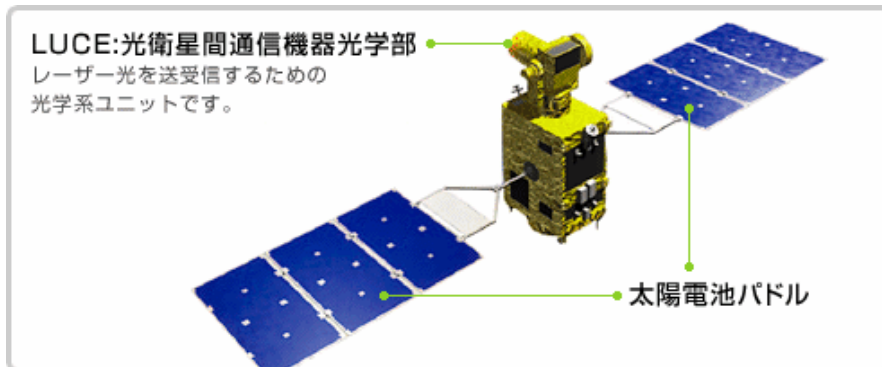
# 1. 経緯



- 光衛星間通信実験衛星 (OICETS) は、平成17年8月24日6時10分 (JST) にカザフスタン共和国バイコヌール宇宙基地よりドニエプルロケットで打上げられた。
- OICETSは高度610km、軌道傾斜角97.8度の軌道に投入され、太陽電池パドル展開、光衛星間通信実験機器 (LUCE) ロンチロック解除、定常制御モード移行等の運用を行い、8月25日にクリティカルフェーズを終了した。
- 8月27日より約3ヶ月の予定で衛星の機能性能確認 (チェックアウト) として、衛星バス系各サブシステム、LUCEの軌道上試験を開始した。



## 2. OICETSの概要



主要諸元	
形状 (Configuration)	約0.78m x 1.1 x 1.5m (Approx. 0.78m x 1.1m x 1.5m)
質量 (Mass)	約570kg (Approx. 570kg)
光衛星間通信機器 (LUCE)	受信光波長; (ビーコン) 801nm(-4,+7nm); (通信) 819nm(-4,+7nm) 受信データレート; 2.047Mbps 光信号復調方式; 2PPM(直接検波方式) 送信光波長; 847nm8-4,+6nm) 送信光出力レベル; (パルス変調時)+20dBm平均; (連続光時)+21dBm 送信データレート; 49.3724Mbps 光信号変調方式; NRZ(直接強度変調)
ミッション期間 (Mission Duration)	約1年間 (Approx. 1year)
実験運用軌道高度 (Experiment Orbit Altitude)	円軌道 610km (Circular Orbit 610km)



### 3. ARTEMIS 衛星の概要



打上げ時重量 3.1トン  
アンテナ展開時形状 25m × 8m × 4.8m  
軌道 静止(東経21.5度)  
設計寿命 10年  
ミッション - 光衛星通信  
ビーコン; 801nm レーザダイオード出力 900 mWmax  
広がり角 750  $\mu$ rad  
送信光; 819nm レーザダイオード出力 37mW  
変調方式 2PPM データレート 2Mbps

- ・2001年7月12日にアリアン5で打ち上げられたが、ロケットの失敗により静止軌道への投入に失敗した。
- ・しかし、衛星のドリフト補正制御用電気推進により静止軌道への遷移を試み、1年半の運用の末、2003年1月31日静止軌道への遷移を完了した。
- ・この間、「アルテミス」は、2001年11月20日に、地球観測衛星「SPOT4」との間で光通信実験(片方向)に成功しております。