



DART ミッション

2021年度 プラネタリーディフェンスシンポジウム
(第13回 スペースガード協会)
セッション3 探査 10:30-11:00
平林 正稔 (Auburn University)

NASA/DARTは、世界初のフルスケールのプラネタリーディフェンスミッション。

概要

- DARTの目的は、探査機を直接、バイナリー天体Didymosの月（Dimorphos）に衝突させてその月の軌道を変更するプラネタリーディフェンス実験。
- John Hopkins University/Applied Physics Labが主導するミッション。
- NASA Planetary Defense Coordination Office (PDCO)が直接指導。
- DARTは、ESA/Heraとともに、Asteroid Impact and Deflection Assessment (AIDA)ミッションの一部。
- LICIACube（イタリア、ASI）がDART探査機のピギーバックとして共に打ち上げ。
- 2021年11月24日に打ち上げ成功。
- 現在、探査機は順調に飛行中。
- 2022年9月26日が衝突予定日。

DARTの主要目的

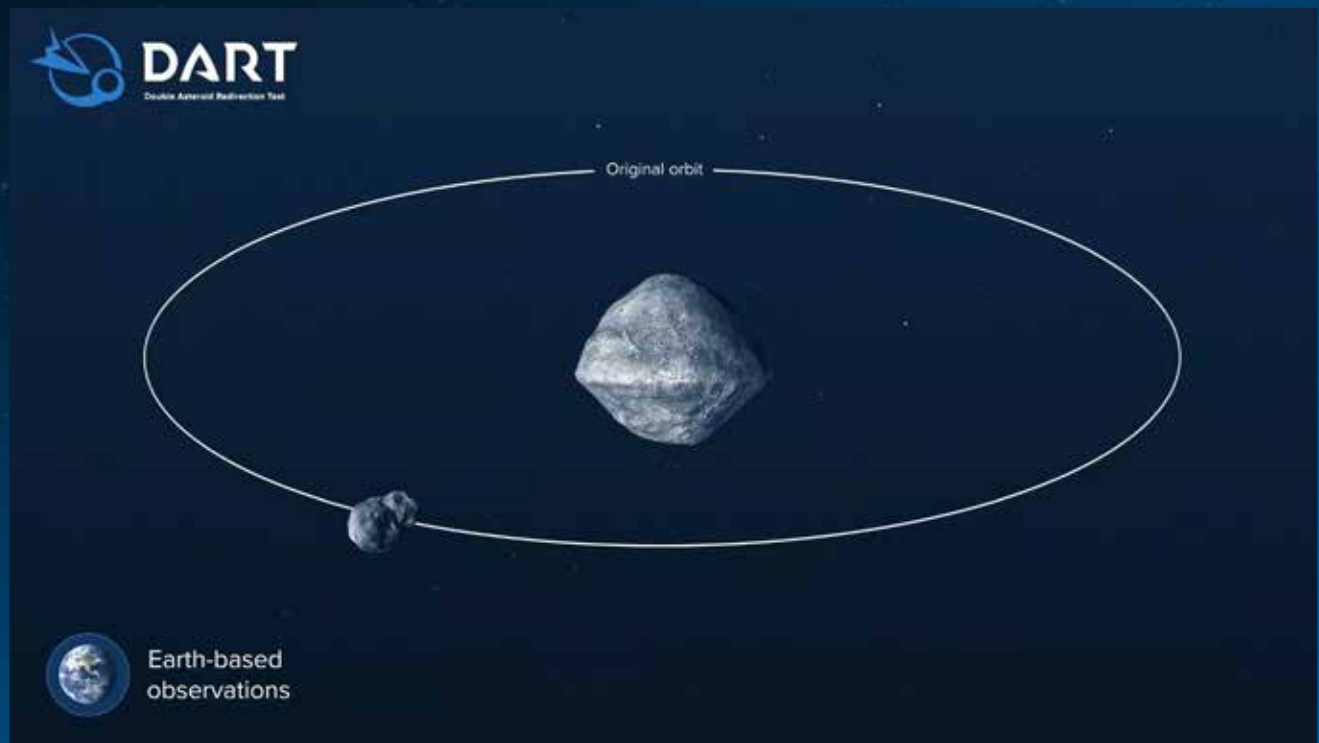
バイナリー天体Didymosの月（Dimorphos）に探査機を衝突させて、その軌道変化をみることによって、衝突効果がどのようにプラネタリーディフェンスに貢献するかを見ること。



NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben

DARTの主要目的

衝突によって得られた軌道変化は、地上観測によって観測を予定。探査機データ（DART/LICIACube）と地上観測データを利用して、衝突効果を詳細に解析する。



NASA/Johns Hopkins APL

DARTは2021年11月24日に打ち上げに成功。

SpaceX Falcon 9 ロケット
によって、
California/Vandenberg
Space Force Baseから打
ち上げに成功。



NASA/Bill Ingalls

DART探査機の主要な技術

- DRACO カメラ
- SMART Nav
- NEXT-C イオンエンジン
- ROSA 太陽パネル/高効率太陽パネル
- CORESAT (アビオニクス)
- Radial Line Slot Array (RLSA) / 低コスト、ハイゲインアンテナ



NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman



NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman

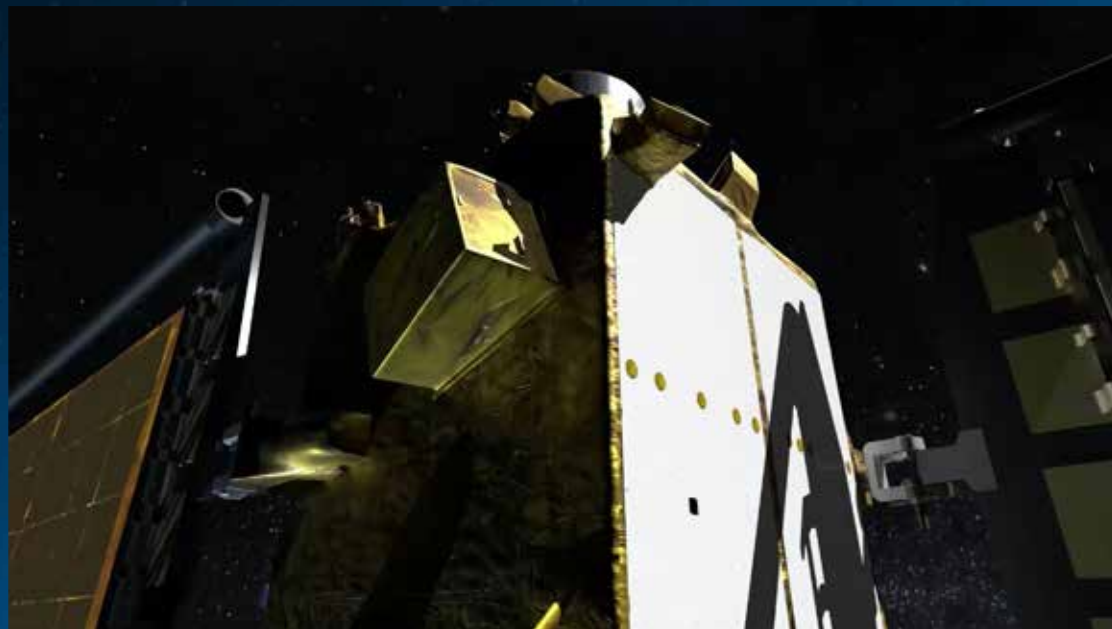


NASA Glenn Research Center/
Aerojet Rocketdyne/NEXT-C

LICIACubeがDART探査機と共に打ち上げ。



NASA/Johns Hopkins APL/Ed Whitman



NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben

Italian Space Agency (ASI)/Argotec

6Uキューブサット

LEIAカメラ : CMOS, FOV=2.06 deg,

LUKEカメラ : RGPフィルター, FOV=5 deg.

対象天体Didymosはバイナリー天体（副天体が主天体周りを周回している天体）。

- Didymos（主天体）/Dimorphos（副天体）
- 軌道パラメーター。
 - 太陽軌道
 - 離心率：0.38
 - 軌道長半径：1.64 au
 - 傾斜角：3.4 deg
 - 相互軌道
 - 離心率：<0.03
 - 軌道長半径：1.2 km
 - 傾斜角：0 deg Didymosの回転軸に対して。
- 物性タイプ：Sq

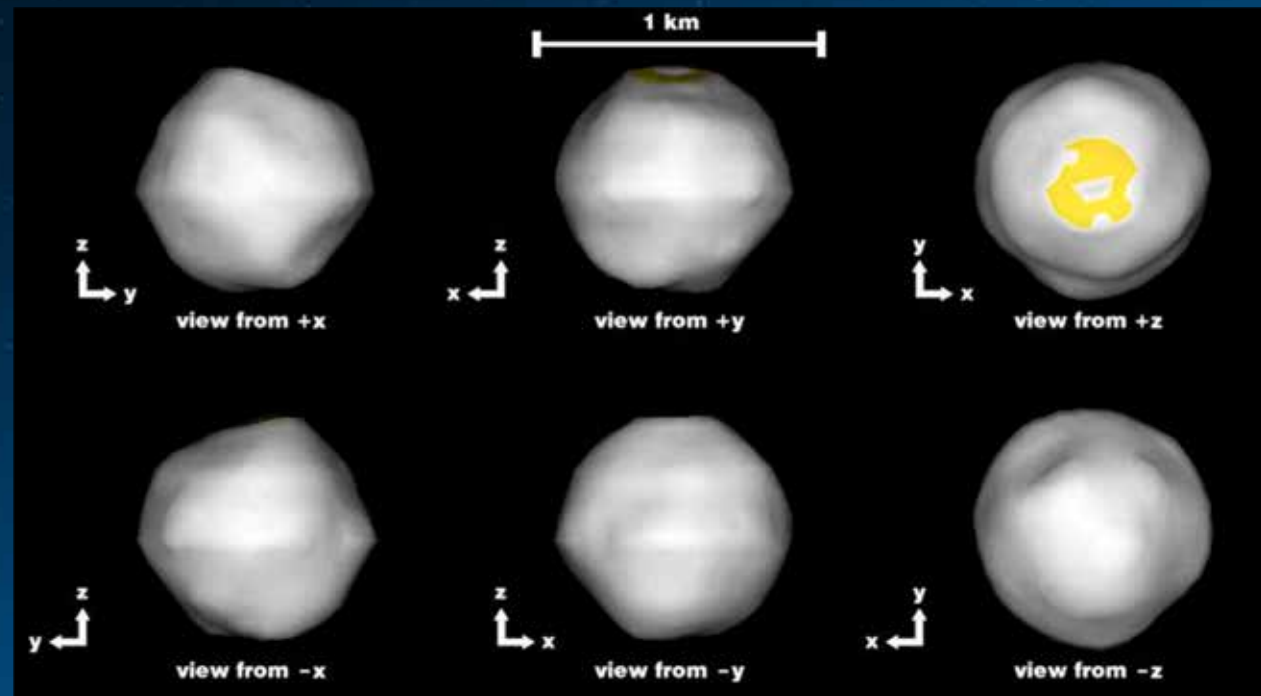
対象天体Didymosはバイナリー天体（副天体が主天体周りを周回している天体）。

- Didymosのパラメーター

- 直径：~780 m
- バルク密度：~2.2 g/cm³
- 回転時間：2.26 h
- 形状：トップ形状（図参照）

- Dimorphosのパラメーター

- 直径：~164 m
- バルク密度：~2.2 g/cm³（仮定）
- 回転時間：11.9 h（軌道時間と同等、仮定）
- 形状：不明

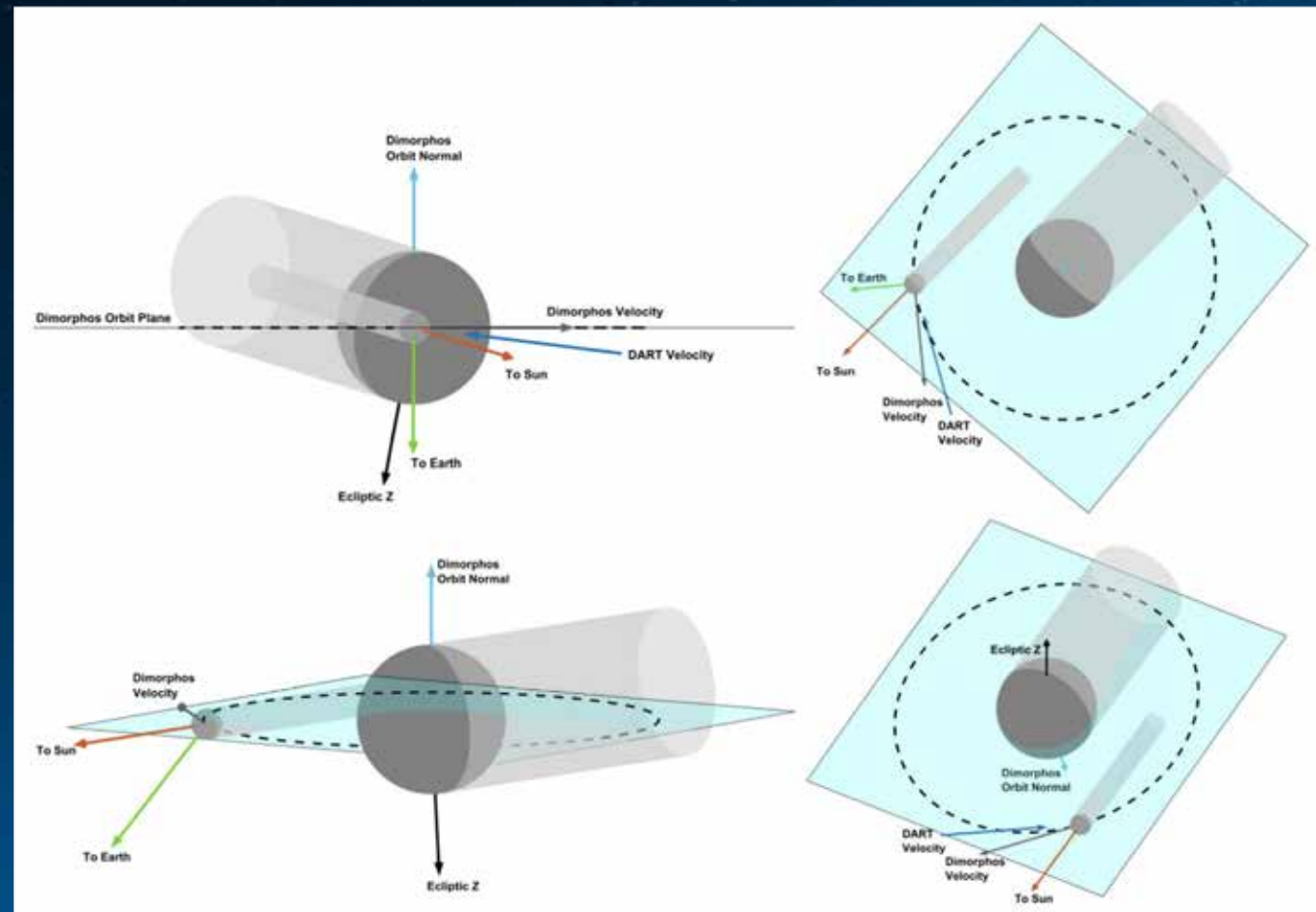


Naidu et al. (2020), Icarus, 348, 113777

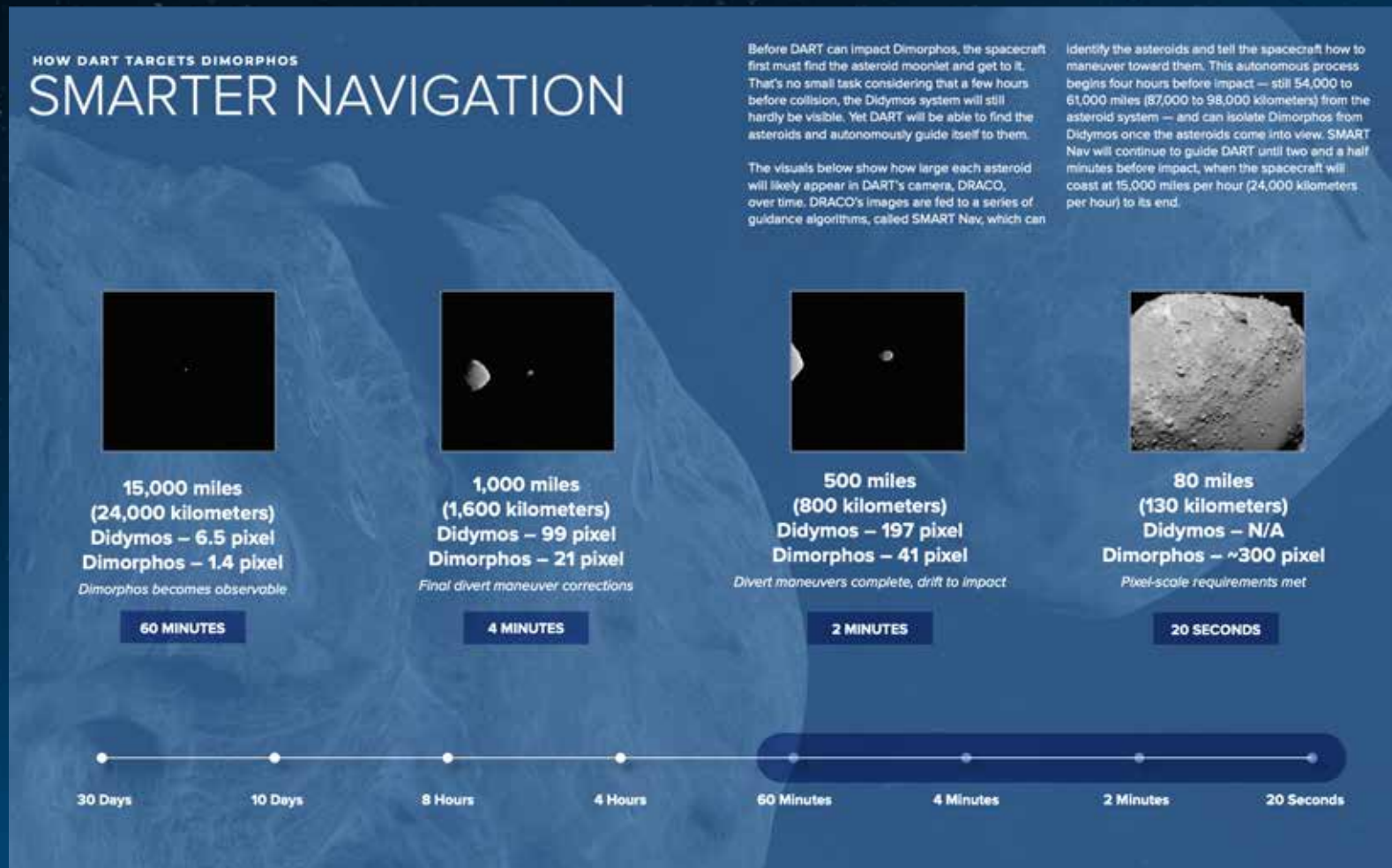
DART at Scale



DART探査機は、Dimorphosにほぼ正面衝突する予定。探査機軌道は、天文観測の機会も考慮して決定。



SMART Navによって高精度衝突の実現を試みる。

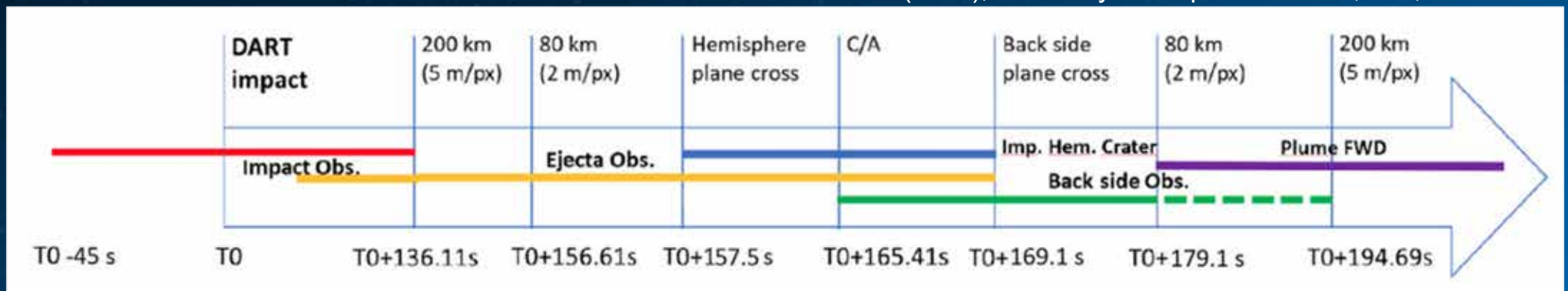


<https://dart.jhuapl.edu/News-and-Resources/files/DART-press-kit-web-FINAL.pdf>

LICIACubeがDART衝突を探查。

- 衝突10日前にDART探査機から分離。
- 最接近距離はDidymosから約55km。
- 解像度、約1.4mを目指す。

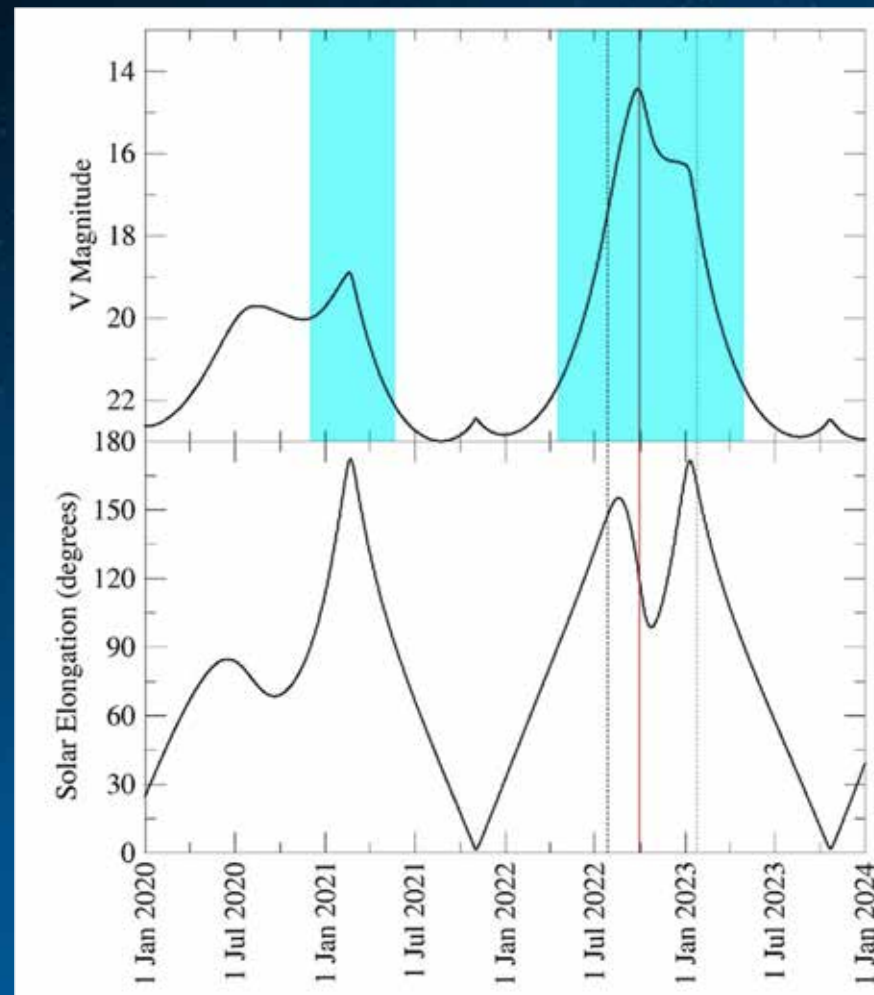
Dotto et al. (2021), Planetary and Space Science, 199, 105185



Red bar is the time interval dedicated to testify the DART impact; Yellow bar identifies the time interval focused on the expanding plume observation; Blue bar is the time period dedicated to the surface High resolution imaging of the Didymos system; Green bar is the observation phase dedicated to the non-impact hemisphere; Violet bar is the observation time dedicated to the Plume observation at high phase angle.

DART衝突前後のDidymosの太陽軌道、相互軌道変化の観測は、天文観測によって実現。

- 現在、DARTチーム内で探査機衝突前後の天文観測計画を実施中。



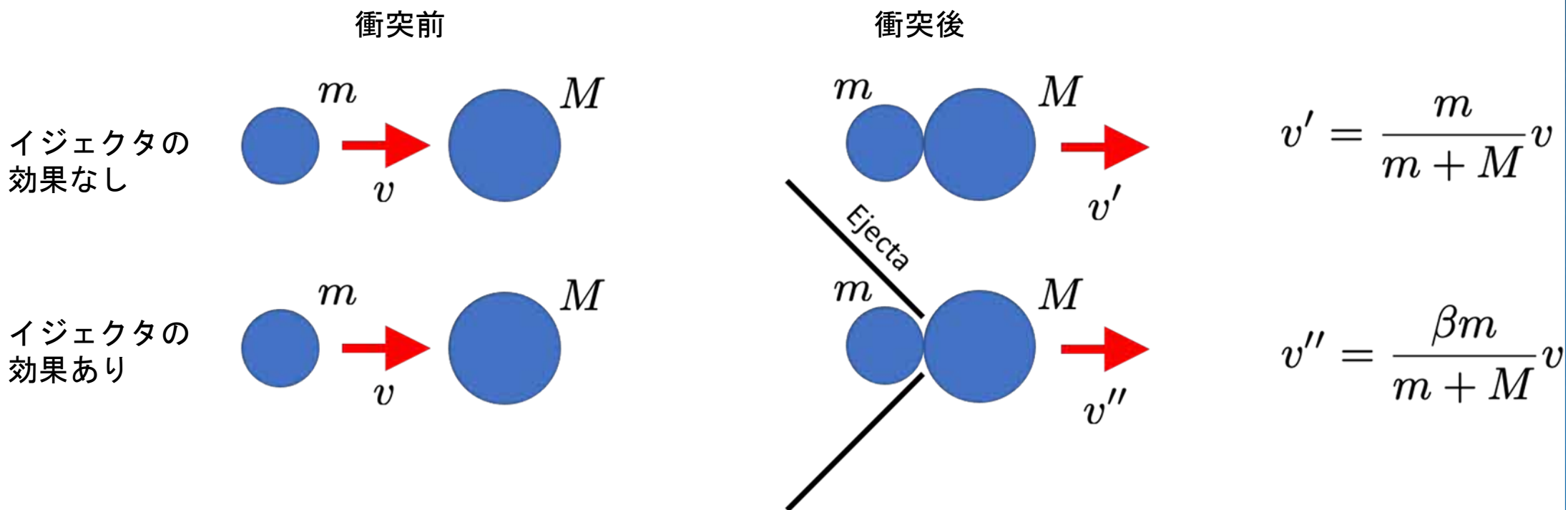
Rivkin et al. (2021) PSJ, 2:173

DARTのミッション目標

(Rivskin et al. (2021) PSJ, 2:173)

- DART-1 : 探査機を2022年9月から10月の間にDimorphosに衝突させる。
- DART-2 : 探査機衝突によってDidymosに対するDimorphosの軌道時間を最低73秒変更させる。
- DART-3 : 衝突によって得た相対軌道時間の変更を地上観測を利用して、7.3秒の精度で決定する。
- DART-4A : 衝突によって得られたDimorphosの相対軌道速度を利用して、momentum transfer enhancement parameter “Beta”を決定する。
- DART-4B : 得られた観測データ（他の探査機を含む）を共同に統合して、衝突状況や対象天体の状態を考察する。

Betaパラメーターは、衝突がどのくらい効率よく軌道変更できるかを図る値。



DART-4A : Betaパラメーターを、地上観測データを利用して決定。

Dimorphos速度変化

探査機のDidymos表面平行方向の速度ベクトル

探査機の進行方向の単位ベクトル

Dimorphos質量

探査機質量

探査機のDimorphos表面直角方向の速度

Dimorphos表面直角方向の単位ベクトル

イジェクタ方向と表面直角方向の相違ベクトル

$$\beta = \frac{\frac{M}{m_{sc}} \Delta V_T - V_{\infty \perp n} \cdot \hat{e}_T + V_{\infty n} \epsilon \cdot \hat{e}_T}{V_{\infty n} (\hat{n} + \epsilon) \cdot \hat{e}_T}$$

まとめ

- **NASA/DARTは、世界初のフルスケールのプラネタリーディフェンスミッション。**
- DARTの目的は、探査機を直接、バイナリー天体Didymosの月（Dimorphos）に衝突させてその月の軌道を変更するプラネタリーディフェンス実験。
- DARTは、ASI/LICIACubeそしてESA/Heraとともに、Asteroid Impact and Deflection Assessment (AIDA)ミッションの一部。
- 2022年9月26日が衝突予定日。
- 探査機衝突後の天体の運動変化は、天文観測を利用して決定。
- 詳細な観測はHeraが実施予定。

最後にソーシャルメディアなど。。。。

- Twitter: @NASA, @NASASolarSystem, @AsteroidWatch, @JHUAPL
- Facebook: /NASA, /NASASolarSystem, /JHUAPL
- Instagram: @nasa, @nasasolarsystem, @johnshopkinsapl
- Hashtags: #DARTMission, #planetarydefense