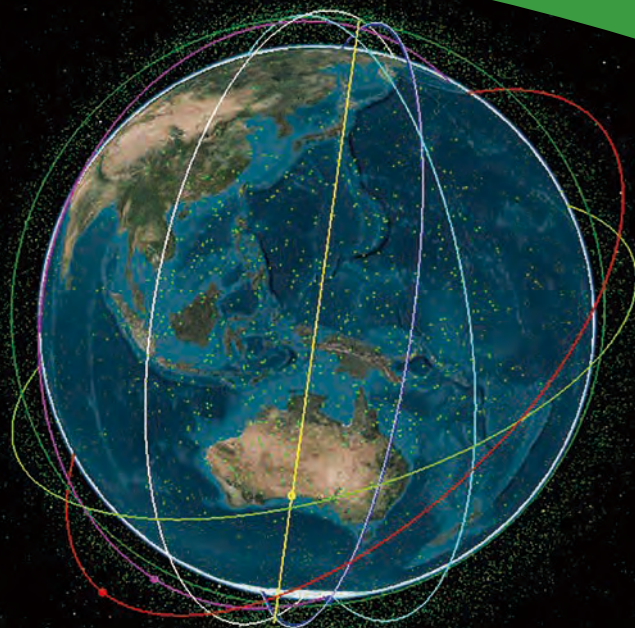


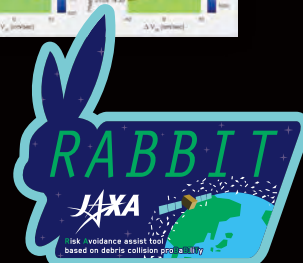
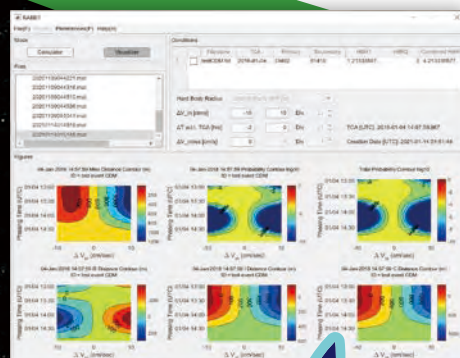
# デブリ接近衝突確率に基づくリスク回避支援ツール

## RABBIT

Risk Avoidance assist tool based on debris collision probability



Earth Inertial Axes  
18 Feb 2021 03:00:00.000 Time Step: 600.00 sec



### スペースデブリ問題

宇宙開発が始まって以来、スペースデブリ(宇宙ごみ)は増加の一途をたどっています。小さなスペースデブリであっても、人工衛星を破壊する可能性があり、人工衛星の運用においては、スペースデブリとの衝突回避が最優先事項の課題となっています。

### スペースデブリ接近解析 / 衝突回避

人工衛星運用機関は、米国のCSpOC(連合宇宙運用センター)から最接近時刻の数日以内に接近通知(CDM : Conjunction Data Message)を受け取り、スペースデブリとの衝突リスクを把握することが可能となっています。

人工衛星運用機関にとって、スペースデブリ衝突回避運用は、最優先・最重要な業務ですが、CDMには衝突を回避するために、いつ、どれくらいの軌道制御を実施すれば良いのかという情報は記載されておらず、負荷が大きい業務となっています。そこでこの業務を支援するために開発したのが、RABBITです。

### RABBITの概要

RABBITは、CDMを入力として衝突確率と最接近距離を解析することで、スペースデブリとの衝突回避を行うための最適な軌道制御(時刻、制御量)計画作成を支援します。その際、衝突確率、最接近距離と高度方向、速度方向、面外方向の分離距離を、等高線図として視覚的に分かりやすく表示することができます。この等高線図により、軌道力学の専門家がいなくても、短時間で最適な衝突回避制御計画を立案することが可能となります。なお、RABBITは汎用的なツールとして開発しました。標準的なWindows計算機で動作します。

### Space Debris Problem

Since the beginning of the history of space exploration, the amount of space debris has been constantly increasing. Even the smallest object can destroy satellites, so avoiding collisions with space debris is a top priority issue in spacecraft operations.

### Conjunction Assessment / Collision Avoidance

Satellite operators receive close approach notifications (CDM: Conjunction Data Message) from the US Combined Space Operations Center (CSpOC) within a few days of the time of closest approach with space debris and identify the risk of collision. Operations to avoid collisions are the top priority and most important task for satellite operators, but the CDM does not contain information on when and how much maneuvering should be performed, and the task required to identify such operations is a heavy burden for satellite operators. RABBIT was developed to support this work.

### Overview of RABBIT

RABBIT assists in creating an optimal maneuver plan (time and amount of maneuvering) for collision avoidance by analyzing collision probabilities and distance at closest approach using CDM as an input. It also displays probability of collision, distance at closest approach, and radial, in-track, and cross-track separation distances in an easy-to-understand visual contour maps. This contour map enables the development of an optimal maneuver plan in a short time without the need for an expert in orbital mechanics. RABBIT has been developed as a general-purpose tool and runs on standard Windows machines.

# 脱兎の如く、素早い解析、最適な判断

Like a rabbit, quick analysis and optimal judgment



## RABBITを用いた衝突回避制御計画

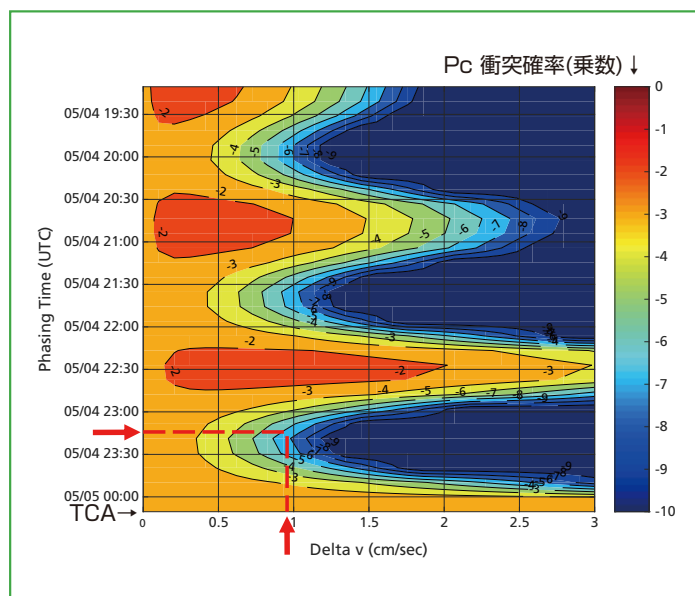
RABBITから得られた衝突確率の等高線図をもとに、最適な衝突回避制御計画を決めることができます。衝突回避制御を実施しない場合、最接近時刻(TCA : Time of Closest Approach)における衝突確率(原点)は、【オレンジ】で危険であること読み取れます。例えば、TCAの**45分前**に約**1cm/s**の制御を実施することで、衝突確率を【青】まで低下させることが可能であると判断できます。

その他の時間、制御量での安全な選択肢も読み取ることができますので、ミッション運用や、運用体制等の兼ね合いも考慮し、最適な衝突回避 制御の計画を立てることが可能となります。

## Collision Avoidance Maneuver Planning Using RABBIT

Based on the contour map of the probability of collision obtained from RABBIT, an optimal collision avoidance maneuver can be determined. If collision avoidance maneuver is not performed, the probability of collision at the Time of Closest Approach (TCA) (origin) is [orange], indicating that it is dangerous. But if a maneuver, for example, of approximately 1 cm/s 45 minutes before the TCA is performed, the probability of collision is reduced to [blue], indicating that it is safe.

You can see that there are other maneuver options at different times and in different quantities, allowing optimal collision avoidance plans to be developed, considering mission operations and operational systems.



## よくある質問

### Q1: 精度は?

— 接近状況と衝突確率の精度はCDMの値に依存します。

### Q2: 静止衛星で使える?

— いいえ、低軌道衛星用に最適化しています。

### Q3: JAXAの衛星運用はRABBITを使用している?

— はい、使用しています。

## FAQ

### Q1: Accuracy?

— The accuracy of conjunction and probability of collision depends on the values of CDM.

### Q2: GEO satellite?

— No. RABBIT is tuned for LEO.

### Q3: Do JAXA flight dynamics operators use RABBIT?

— Definitely YES!

## 想定ユーザー

RABBITを使用するユーザーは、CSpOCからCDMを受け取っている国内外の公的機関、企業、大学等の人工衛星運用機関を想定しています。

RABBITを通して、多くの人工衛星をスペースデブリの脅威から守ることに貢献することを期待しています。

## Expected user

The expected users of RABBIT are domestic and foreign public institutions, companies, universities, and other satellite operating organizations that receive CDM from CSpOC.

We hope that RABBIT will contribute to protecting many satellites from the threat of space debris.

## 入手方法

下記RABBITのホームページより、必要事項を記入し、利用規約に同意いただくことで、無償でダウンロードが可能となります。

<https://rabbit.jaxa.jp/>

## To download RABBIT

You can download the software free of charge by filling out the necessary information and agreeing to the terms of use from the official RABBIT website below.

<https://rabbit.jaxa.jp/>



国立研究開発法人  
宇宙航空研究開発機構  
広報部

〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6 御茶ノ水ソラシティ

Japan Aerospace Exploration Agency  
Public Affairs Department

Ochanomizu sola city, 4-6 Kandasurugadai,  
Chiyoda-ku, Tokyo 101-8008, Japan

JAXAウェブサイト(日本語)  
<http://www.jaxa.jp/>

JAXA Website (English)  
<http://global.jaxa.jp/>

