

構造計画研究所の

宇宙関連ソリューション



第69回宇宙科学技術連合講演会における紹介

【発表】

2025年11月25日(火) 14:15 - 15:15
N会場(札幌コンベンションセンター 107A)

1N13 月面における無線インフラ構築シミュレーションの検討

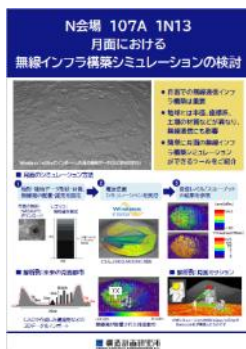
古川 玲(構造計画研究所)

2025年11月27日(木) 16:30 - 17:30
P会場(札幌コンベンションセンター 108A)

3P20 レイトレーシング法を活用した衛星アンテナ放射特性の高速計算手法の基礎検討

春山 太一(構造計画研究所)

【展示：小間番号 B-23】 ※5分ピッチ 11月26日(水) 16:45-18:00 ビジネスセッション6



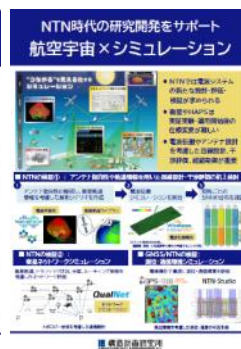
発表 1N13



発表 3P20



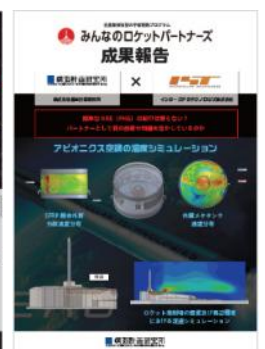
NTN-Studio



通信ソリューション全般



熱流体解析
形状最適化



みんなのロケット
パートナーズ

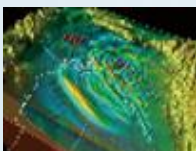


各パネルにご興味がありましたら、各QRコードから各パネルのファイル入手して下さい。

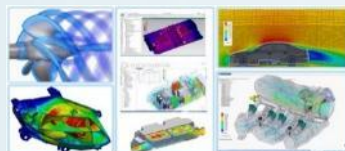
About Us



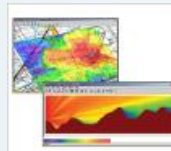
建設・防災



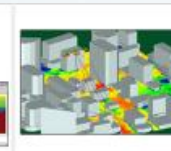
CAE



通信・電波



社会シミュレーション・最適化



株式会社構造計画研究所は、エンジニアリングのプロフェッショナルが科学的な知見に基づいた知識やノウハウを提供するProfessional Design & Engineering Firmです。長年の実績と経験に裏打ちされたソリューションを様々な分野の皆様にご提供しています。地上で培った経験・知見をもとに宇宙産業・宇宙技術の発展を目指します。

【お問合せ】 [Mail to: telcom@kke.co.jp](mailto:telcom@kke.co.jp)
<https://www.kke.co.jp/>



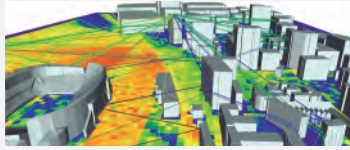
構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.



高速 高精度 グラフィカルな電波伝搬解析ツール

Wireless InSite

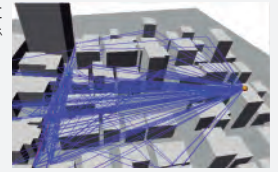
レイトレース法により建物や地形等を考慮した3次元電波伝搬をシミュレーションできます。また、秦式などの推定式や独自高速レイトレース法などの伝搬モデルを用途により使い分けてカバーエリアや伝搬特性等の評価を行います。GPUによる高速なレイト



3D レイトレースイメージング法の電波伝搬解析ツール

RapLab

市街地、郊外および屋内の3次元モデルにおいてレイトレース法による電波伝搬シミュレーションを提供する解析ツールです。レイトレース法のうち受信点に到達するレイの反射点を厳密に求めるイメージング法を用いて、より高い精度で建物などの障害物の影響を加味した電波のカバーエリアや伝搬経路を評価できます。



3次元電磁界解析ソフトウェア

XFdtd

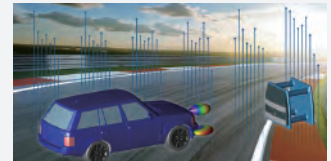
5G やミリ波レーダーといった技術基盤を支えるアンテナ設計・回路設計から、各アプリケーションの実環境モデルによる大規模な電波環境評価まで、あらゆる電磁波問題を解決へと導きます。GPUによる高速な解析アビリティと強力な革新的なツール群とインターフェースを備えています。



ミリ波レーダー解析ツール

WaveFarer

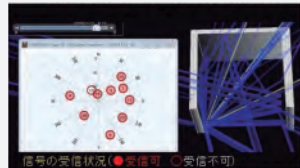
幾何光学近似であるレイトレース法をベースに物理光学近似(PO法)を組み合わせることで、高速・高精度・大規模なミリ波帯の解析が行えます。RCS解析や、FMCWレーダー、人感センサー、バイタルセンサー等の解析に適用します。



衛星測位分析ツール

GPS-Studio

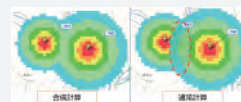
衛星による位置測位の精度をシミュレーションするソフトウェアです。レイトレース法により衛星から受信機までのマルチパスな電波伝搬環境を模擬し、受信機を模擬した信号処理を取り込み、測位精度悪化の状況を再現します。衛星測位を用いた機器、アンテナ、アプリケーションやサービスの開発に新たな検証方法や測位精度向上のためのヒントを提供致します。



ローカル 5G・BWA 免許申請用 エリア描画ツール

KCAMP

ローカル 5G・自営等 BWA・地域 BWA の電波法関係審査基準に準拠した式の計算により受信電力分布を計算します。カバーエリアと調整対象域は、設置検討や免許申請時の資料とするほか、他事業者との調整時のエビデンスとして有効です。



ソフトウェア無線 (Software Defined Radio)

bladeRF

nuand社のbladeRFはソフトウェア無線専門家のニーズに応える無線開発プラットフォームです。学生やRF愛好家が簡単に手頃な価格でワイヤレス通信を探索する為の強力な機能を提供します。ライブラリ / ユーティリティ / ファームウェア等、ベンダー提供のツールと SDK が充実しています。



ソフトウェア無線 ハンズオン教材

「無線通信実践講座」

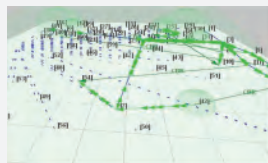
テキストを用いた基本的な学習や、机上の演習問題・計算機シミュレーションなどに加え、SDRを用いたRF信号の生成や送受信の実習により、無線通信やデジタル信号処理に対する深い理解を得ることができます。



システムレベル ネットワークシミュレータ/エミュレータ

QualNet / EXata

パケットトレースにより高精細なバーチャル環境を実現するシステムレベルシミュレータです。最大の魅力は、高速性能を誇る実行エンジンとアプリケーション層から物理層までカスタマイズ可能なプロトコルの実装、そして5Gや衛星/NTN、802.11axなど最新の無線通信規格への対応です。複雑化する無線技術とネットワーク環境の検証に有効な手段を提供します。



OAI 搭載 オールインパッケージ 5G 基地局

OAIBOX

購入したらすぐに起動でき、5G基地局としての動作確認に必要な全てのコンポーネントが含まれます。GUIダッシュボードで直感的に操作でき、オープンソースのOpenAirInterface(OAI)ベースのため拡張性に優れます。



詳細は各製品のWEBページをご確認ください。製品名で検索できます。

製品購入、開発・解析の委託、共同研究などに関して、お気軽にお問合せ下さい。

株式会社構造計画研究所 情報通信営業部 〒164-0012 東京都中野区本町 4-38-13 日本ホルスタイン会館内

tel: 03-5342-1121 mail: telcom@kke.co.jp

※このパンフレットの記載内容は2025年11月現在のものです。 ※本製品・サービス内容の条件は、改善のために予告なく変更することがあります。 ※構造計画研究所、構造計画研究所ロゴは、株式会社構造計画研究所の登録商標です。 ※記載されている会社名や製品名は、各社の商標または登録商標です。



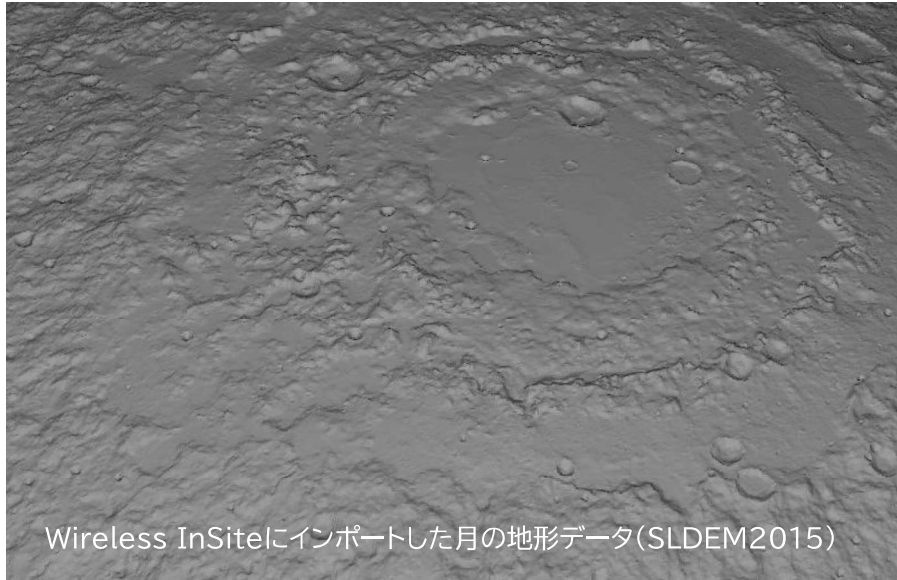
<https://www.kke.co.jp/network>

2025年11月現在

N会場 107A 1N13

月面における

無線インフラ構築シミュレーションの検討

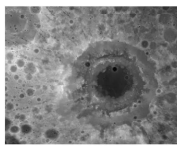


- 月面での無線通信インフラ構築は重要
- 地球とは半径、座標系、土壌の材質などが異なり、無線通信にも影響
- 簡単に月面の無線インフラ構築シミュレーションができるツールをご紹介します

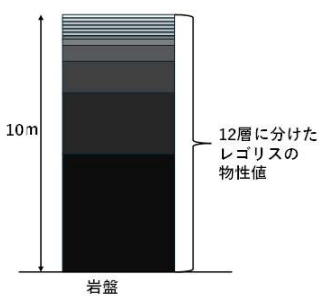
■ 月面のシミュレーション方法

- 1 地形・建物データ形状・材質、無線局の配置・諸元を設定
- 2 電波伝搬シミュレーションを実行
- 3 受信レベル/スループットの結果を参照

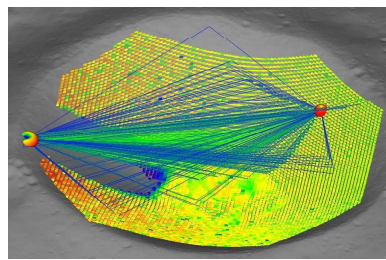
月面の地形:
NASAから
ダウンロード



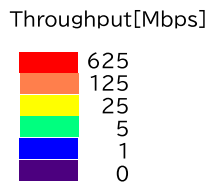
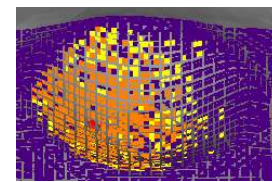
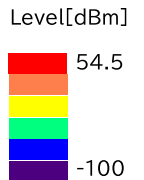
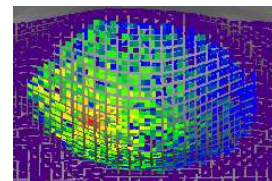
レゴリス:
物性値を設定



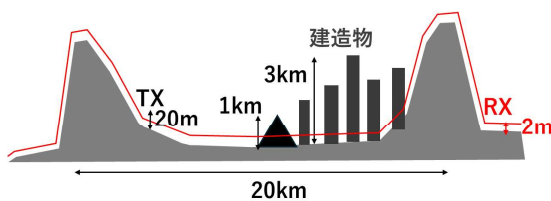
Wireless
InSite



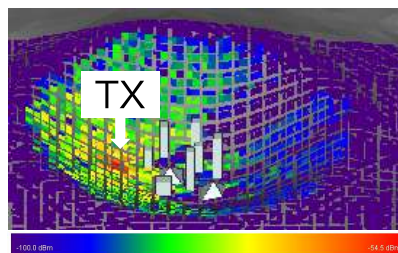
CSG_2000_MOONに対応



■ 解析例:未来の月面都市

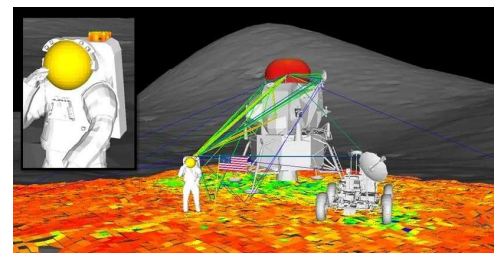


CADで作成した建造物などの
3Dデータをインポート



無線局が設置された月面都市

■ 解析例:月面ミッション



※本シミュレーションはWireless InSiteで
Remcom社が実施したものです

P会場 108A 3P20

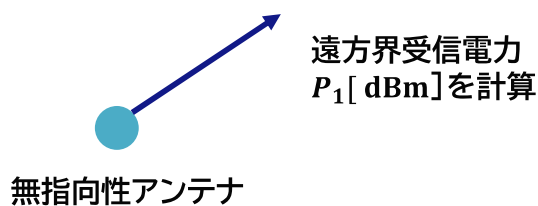
レイトレーシング法を活用した 衛星アンテナ放射特性の高速計算手法



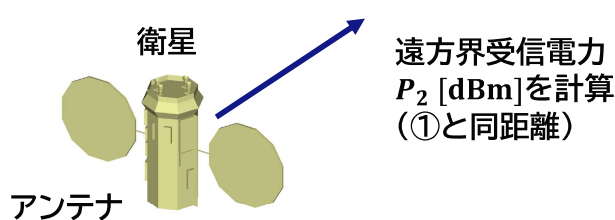
■ レイトレーシング法を用いた計算手法

遠方界受信電力の差分 $P_1 - P_2$ から高速に
アンテナ利得 $G[dBi]$ を算出

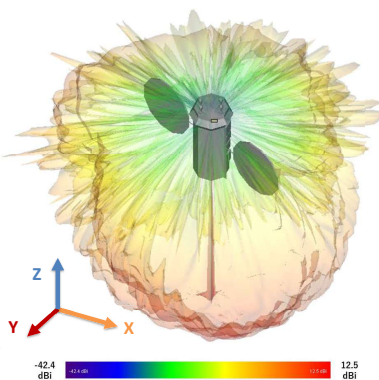
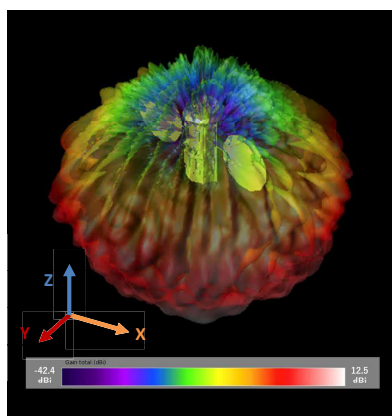
① 無指向性アンテナ単体による レイトレーシング解析



② 衛星とアンテナを含めた レイトレーシング解析



■ FDTD法との比較 / 短時間で放射特性の傾向把握が可能



- ✓ 解析時間
FDTD法よりも少ないマシンリソース
で計算時間の短縮を実現
(FDTD:72時間、提案手法:3分)
- ✓ 解析精度
最大利得、メインローブ方向等の放射
特性の傾向の推定に

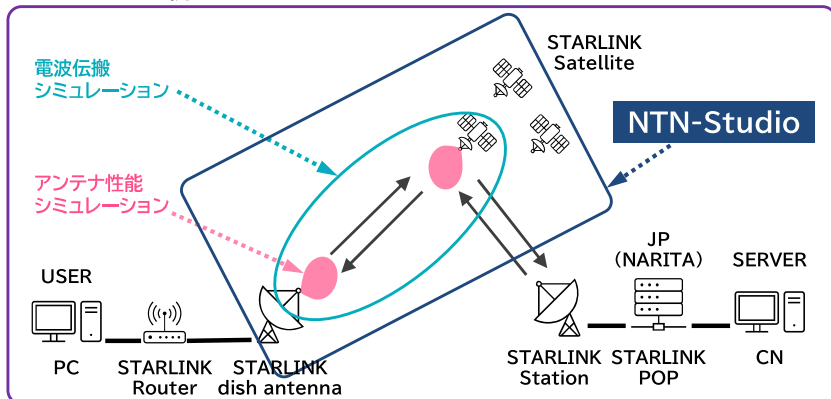
衛星—地上間の電波伝搬シミュレータ NTN-Studio

適用範囲

ソフトウェアシミュレーションで、簡易に衛星通信の電波状況を解析します。

STARLINKの例

システムレベルシミュレーション



アンテナ性能シミュレーション	地球局、衛星の形状、材質、アンテナ位置から衛星のアンテナパターンを生成するFDTD法、レイトレース法などを利用。
電波伝搬シミュレーション	地上局から衛星まで伝搬損失を計算し、受信レベルを計算する。レイトレース法、統計式などを利用。
NTN-Studio	衛星軌道を考慮し、時刻毎の受信レベルを計算する。
システムレベルシミュレーション	通信プロトコルの挙動を考慮してシステム全体の通信品質を計算する。ネットワークシミュレータなどを利用。

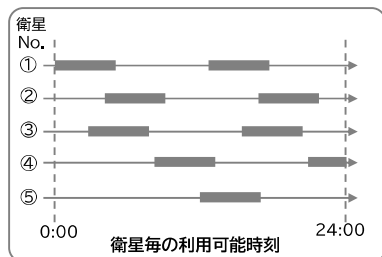
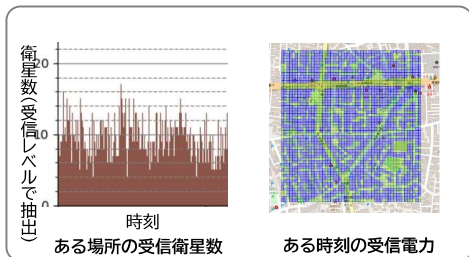
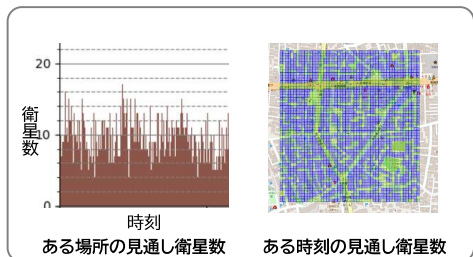
解析の内容

様々な評価指標を考慮して通信の可用性を評価できます。

見通し衛星数

受信レベル

リソーススケジュール



大まかな通信環境の把握

受信電力値、干渉電力値の確認

衛星リソースを含んだ環境の把握

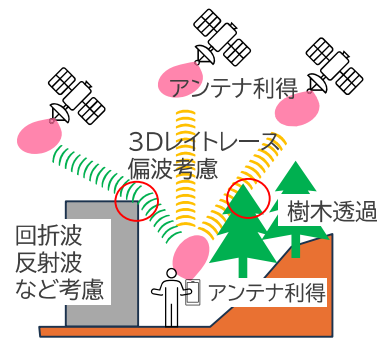
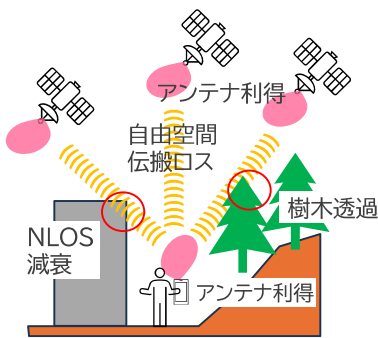
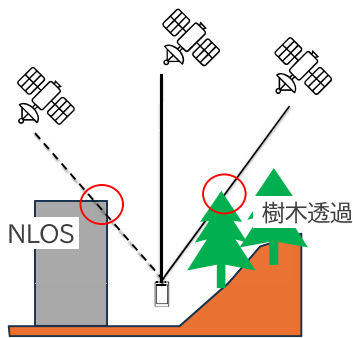
解析の種類

計算時間、精度により3つの手法から選んで解析できます。

見通しシミュレーション

簡易電波伝搬シミュレーション

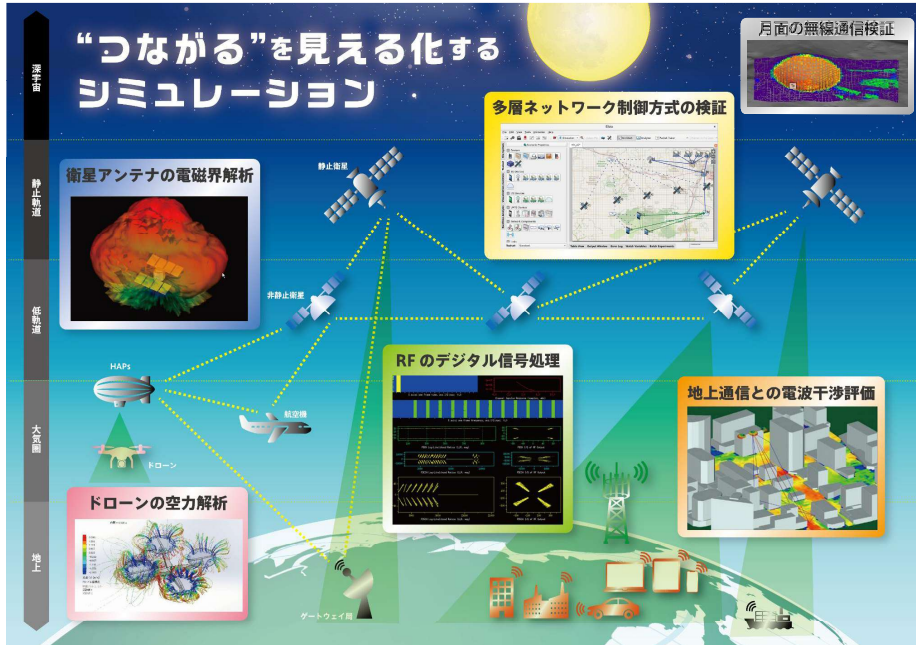
3Dレイトレスシミュレーション



高速計算 ←

→ 高精度

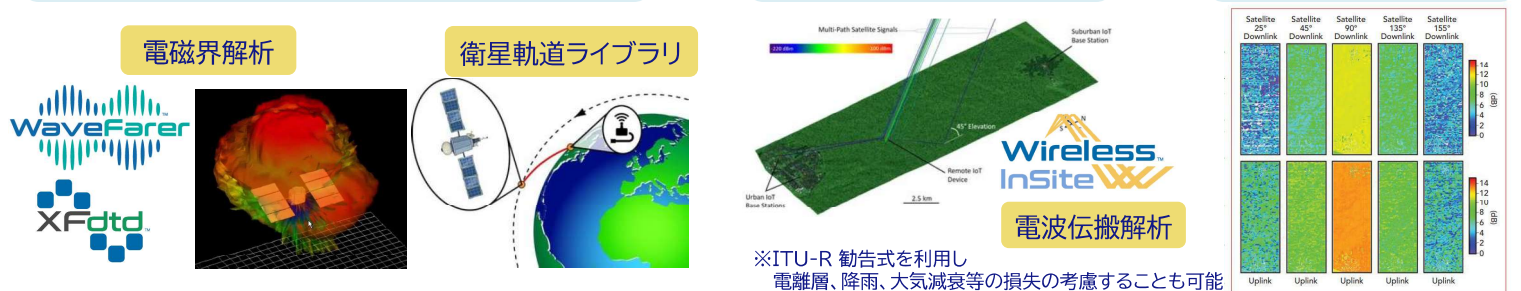
NTN時代の研究開発をサポート 航空宇宙×シミュレーション



- NTNでは電波システム
の新たな設計・評価・
検証が求められる
- 衛星やHAPSは
実証実験・運用開始後の
仕様変更が難しい
- 電波伝搬やアンテナ設計
を考慮した回線設計、干
渉評価、経路制御が重要

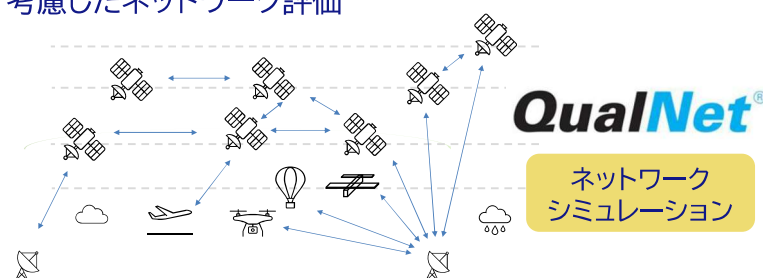
■ NTNの検証①：アンテナ指向性や軌道情報を用いた回線設計・干渉評価の机上検討

- 1 アンテナ指向性の解析し、衛星軌道
情報を考慮した解析シナリオを作成
- 2 電波伝搬
シミュレーションを実行
- 3 仰角ごとの
SNRの分布を確認



■ NTNの検証②：衛星ネットワークシミュレーション

衛星軌道、トラフィック状況、天候、ルーティング制御を考慮したネットワーク評価



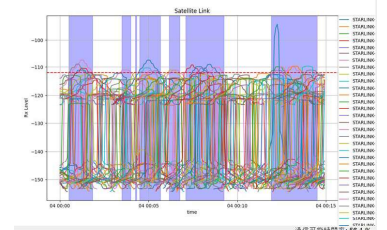
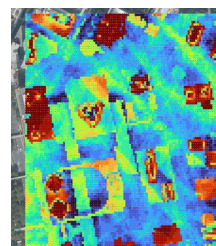
トポロジー全体を考慮した通信設計

■ GNSS/NTNの検証：測位・通信環境シミュレーション

簡単操作で高速に測位・通信環境を評価

GPS-STUDIO FAST

NTN-Studio



周辺環境を考慮した測位・通信の可否予測

閃

HiramekiWorks

既存設計にとらわれない 理想的な形状を創り出す

軽量化、剛性・強度制約を満たす形状

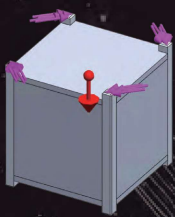
卵ほどの重さで宇宙に行ける！

CubeSat フレームのトポロジー最適化により

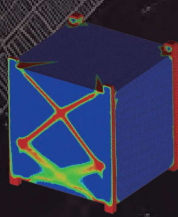
90%
軽量化

剛性最大化を目的に
軽量化制約に対して
最適化

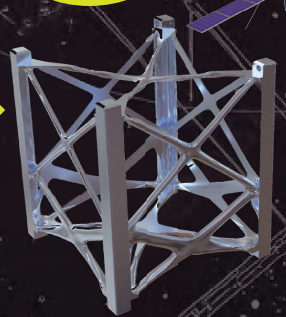
最適化形状を
自動的に
CAD へエクスポート



初期形状に荷重条件を定義
重力加速度・トルク（複数方向）
内部部品による荷重



構造解析に従って
不要な部分を判断し削る



Simcenter
FLOEFD™

3D-CAD 統合型熱流体解析ソフト

2 行軌道要素を用いた
(TLE: Two Line Element set)

軌道熱を考慮した CubeSat の熱解析

製品ラインナップ



軌道熱入力

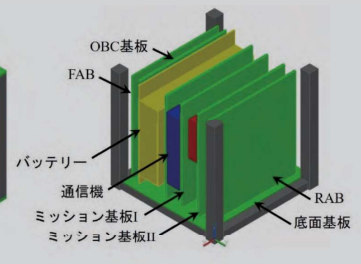
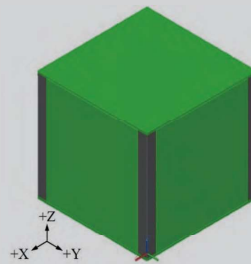
外面パネル 構体

深宇宙 3K

入熱モデル

伝導・輻射

内部機器



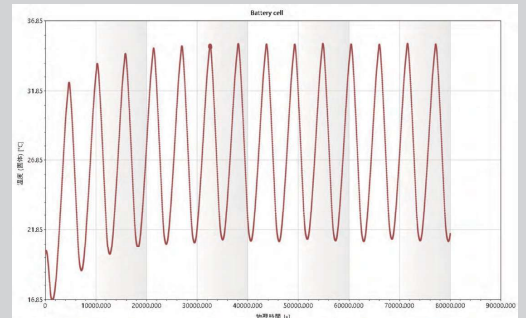
モデル概要

軌道 6 要素

軌道傾斜角	51.6453 deg	近地点引数	64.9808 deg
昇交点赤経	57,0843 deg	軌道長半径	6793.637 km
離心率	0.001671	平均近点角	73.0513 deg

姿勢制御

+Y 面 速度ベクトル方向
+Z 面 地球指向
スピンなし



バッテリーの温度変化 (°C)

全産業参加型の宇宙開発プログラム



みんなのロケットパートナーズ

ロケット開発 × シミュレーション = ロケット開発工期の短縮・効率化

 構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

株式会社構造計画研究所

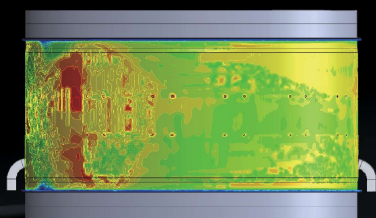
×


INTERSTELLAR TECHNOLOGIES

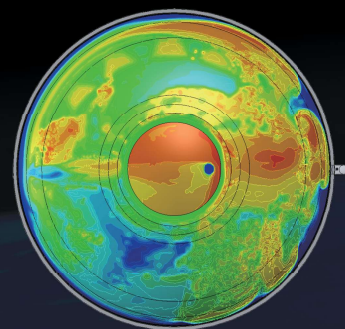
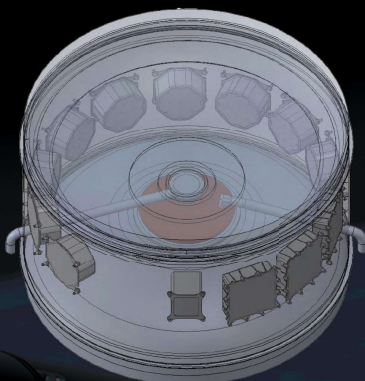
インターステラテクノロジズ株式会社

2022年のパートナーシッププログラム参画後、**熱流体・混相流・構造解析技術**を活かして、
小型人工衛星打上げロケット「ZERO」を始めとするロケット開発を支援

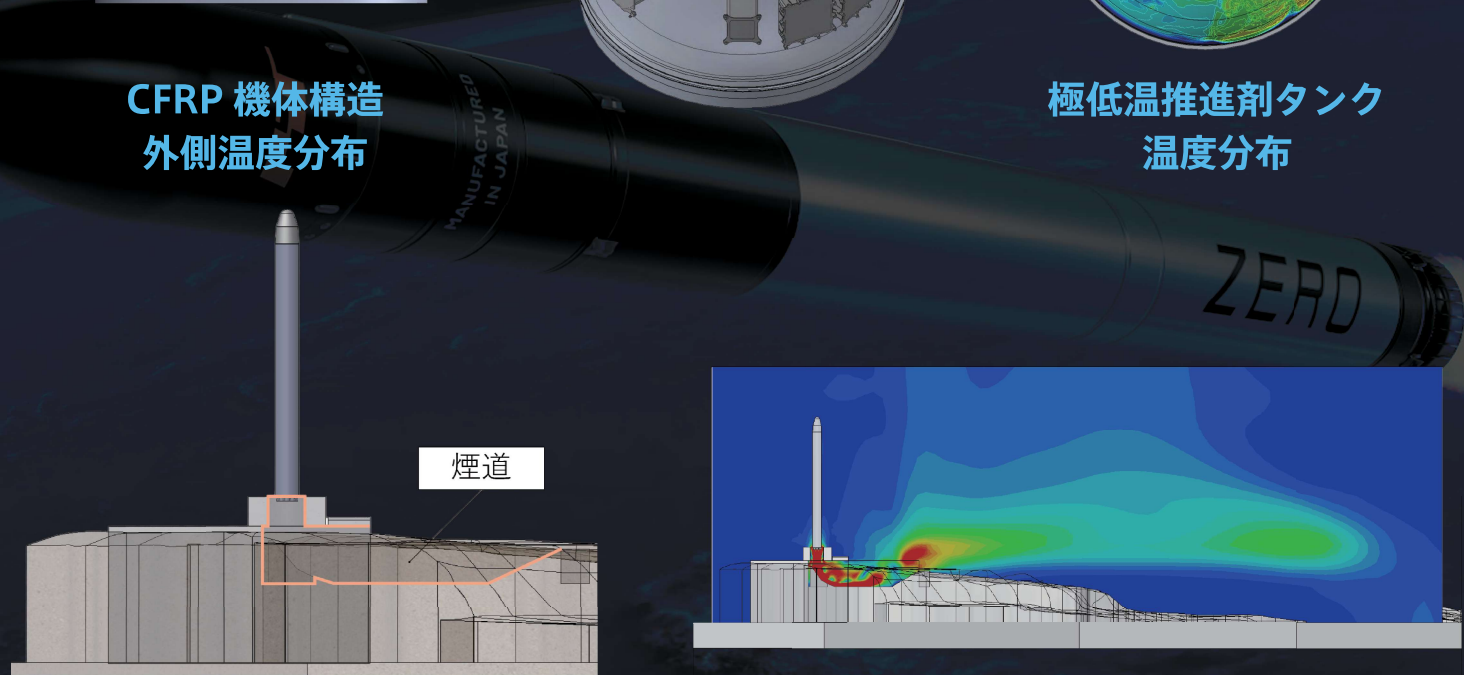
アビオニクス空調の温度シミュレーション



CFRP 機体構造
外側温度分布



極低温推進剤タンク
温度分布



ロケット発射場の煙道及び周辺環境
における流速シミュレーション