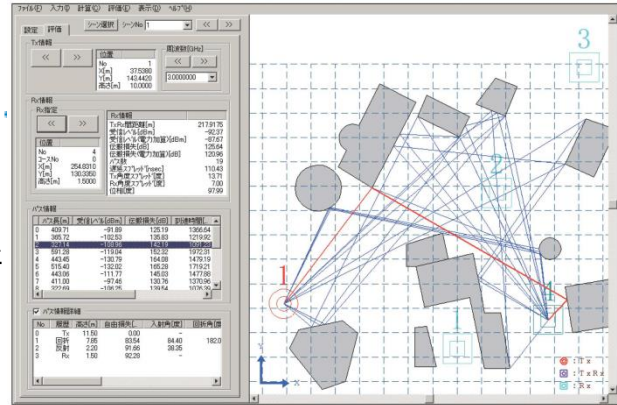


**RapLab**は3次元レイトレース法(イメージング法)を使用した電波伝搬の解析ツールです



## レイトレース法とは

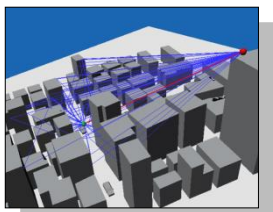
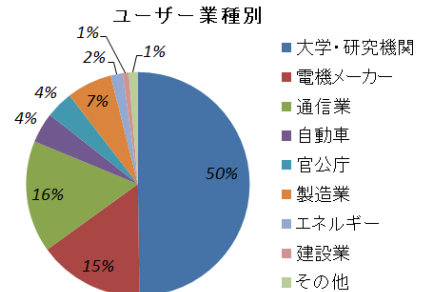
幾何光学理論に基づき、送信点から受信点へ到達する電波の経路を追跡することにより、伝搬損失、受信レベル、遅延時間、到来方向を推定します。電波の通り道を可視化できることから、電波伝搬解析にも広く使われています。

## RapLabの目的

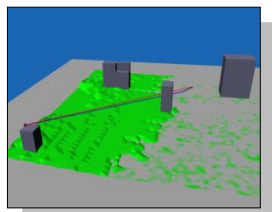
RapLabは無線研究者の研究をサポートすることを目的とし、正確な電波伝搬のシミュレーションを実現します。計算手法は基本的な電磁波理論に従っており、レイトレース法の基本要素である反射・回折・透過による伝搬損失計算を行います。反射係数および透過係数はフレネルの式を、回折係数はUTD(Uniform Geometric Theory of Diffraction)による式を用いています。入力された建物や地形モデルに対して、忠実にレイトレース計算を行うため、受信点への到達波を正確に把握することができます。

## RapLabは以下のような分野で使われています。

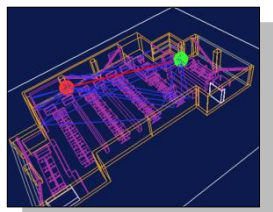
- 移動体通信、無線LAN、ITS、RFIDタグ、センサーネットワーク、IoT分野などの電波伝搬研究
- MIMOやアンテナ設計などの各種研究
- 測定データの基本的な検証(電波の到来方向や伝搬路の確認など)
- 学校教育や電波伝搬解説の教材として



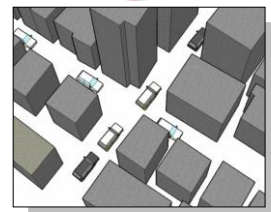
市街地



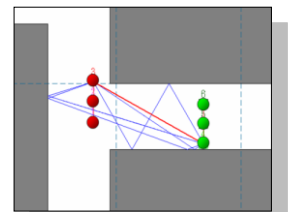
郊外



屋内・工場



ITS



MIMO

## RapLabの特徴

### 簡単 容易な建物モデル作成

建物モデルの入力はツールを利用して簡単に行えます。斜め形状や地形の起伏もモデル化ができます。

### まじめ イメージング法の使用

3次元のイメージング法による解析を行うため、レイラウンチング法よりも高い推定精度で計算が可能です。

### 高度な機能

#### ■ 表示機能向上

##### ■ グラフ表示の改造

GUI上でのグラフの編集が容易になり、表示も見やすくなりました。

##### ■ 最大受信レベル・合計受信レベル・CI比の表示

下記の計算・表示機能が可能になりました。  
 ・最大受信レベル・・・どのTxのレベルが最大かを計算・表示  
 ・合計受信レベル・・・受信した全てのTxのパスを合計した値を計算・表示  
 ・CI比(搬送波対干渉波比)・・・各TxのCI比を計算・表示

### 各種情報のCSV出力

計算結果だけでなく、パス経路の位置座標などの詳細な中間結果や計算パラメータもcsv出力可能。例えば個々の反射点における反射係数の計算に用いられたパラメータ(入射角や電気特性など)を取得出来ますので、値の検証に利用できます。また実測データの比較検証などが可能です。

### ■ 近似・高速化

#### ■ 2.5次元レイトレース

2.5次元レイトレースでは、以下のように経路探索を行います。  
 ①2次元で経路探索を行う。  
 ②①で求めた経路に対して、反射・回折・透過を考慮した上で3次元的に判断し、合成する。  
 簡易的手法でありながら、伝搬環境に適した高速なレイトレース計算を実施します。

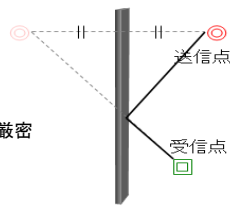
#### ■ MIMO計算機能強化(固有値・チャンネル容量)

送信及び受信アンテナの重心位置同士での伝搬経路を計算することで、計算時間が大幅に短縮されます(4x4MIMOで16倍高速化)。伝搬計算結果と雑音電力から、固有値・チャンネル容量を計算します。

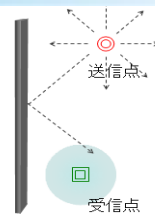
# イメージング法とレイラウンチング法

## イメージング法とは・・・

送信点、受信点、その他すべての反射面の組合せから、反射・回折・透過を計算し、軌跡を求める方法です。  
この方法により送信点から受信点に到達するレイを厳密に求めることができます。



イメージング法



レイラウンチング法

## レイラウンチング法とは・・・

送信点より一定角度ごとにレイを放射し、受信点に到達するレイを求める方法です。  
この方法では、受信点の周りに一定の受信エリアを設定し、その受信エリア内に到達したレイを受信点に到達したとみなします。

## システム構成

### 入力部

#### 建物モデルの作成

汎用3D CADソフト『Sketch Up』により3次元モデルを編集し計算部に入力。



地形・建物モデルファイル

地形データ  
作成ツール ※1

建物データ  
変換ツール ※1

対応データ

国土地理院50mメッシュ標高

ZmapTown II

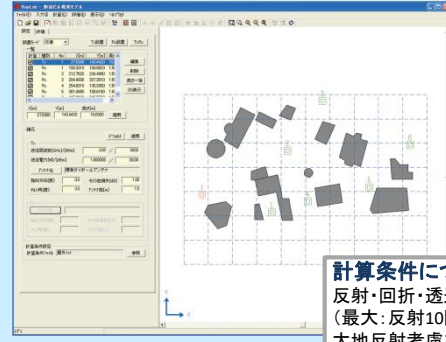
国土地理院250mメッシュ標高

ZmapArea II



### 計算部

#### 3Dレイトレース計算エンジン



移動体対応

#### 計算条件について

反射・回折・透過の回数設定可能  
(最大: 反射10回、回折3回、透過10回)  
大地反射考慮ありなしの設定可能、  
偏波、アンテナ特性、広帯域対応※1、  
移動体対応※1、表面粗さ※1

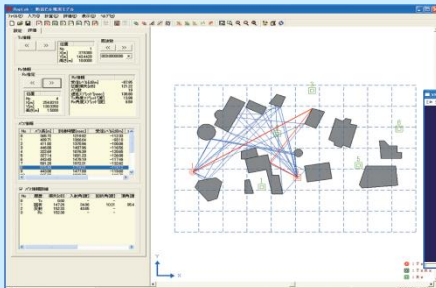
- イメージング法により反射・回折・透過に対応
- TxRx一括配置・計算※1、双方向通信計算
- 並列・分散※1処理による高速化、バッチ計算

### 評価部

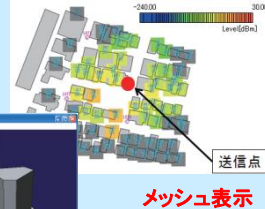
※『SketchUp』はTrimble Navigation Limited社のソフトウェアです。  
※『ZmapTownII』、『ZmapAreaII』はゼンリン社の建物地図データです。

#### 計算結果表示 計算結果は画面上で容易に確認可能

- アンテナを選択するとパス表示
- 建物指定、反射・回折・透過回数、受信レベルによるパス抽出
- 3次元表示、メッシュ表示(エリア評価)※1



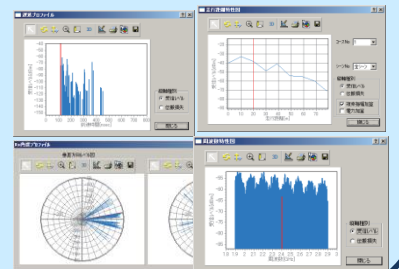
3次元表示



メッシュ表示

#### グラフ表示 結果をグラフで可視化表示例

Tx角度プロファイル、Rx角度プロファイル、  
反射・透過係数、遅延プロファイル※1、  
距離特性図※1、周波数特性図※1、ほか



#### CSV出力

CSV出力により結果の2次利用が可能

遅延プロファイル、Tx角度プロファイル、Rx角度プロファイル、距離特性※1、伝搬マトリクス※1、周波数特性※1、固有値※1、チャンネル容量※1、受信点情報(受信レベル、パス数、遅延スプレッド、Tx角度スプレッド、Rx角度スプレッド)、パス情報(パス長、遅延時間、受信レベル、位相、到来角、反射点情報、回折点情報、透過点情報、電気特性など)ほか

※1 追加オプションになります。

## 動作環境

- OS: Microsoft Windows 7/8/8.1/10 64bit
- CPU: Intel Core i7 4コア以上のモデル(推奨)
- RAM: 8GB以上(推奨)
- HDD: SSD 256GB以上(推奨)
- 画面解像度: 1920 × 1080以上(推奨)

※上記スペックは並列処理環境、分散処理環境も同様  
※並列処理はマルチコアCPU環境が必要  
※分散処理はクライアント環境のみ上記HDDが必要

## お問い合わせ

個別対応も承っております。お気軽にご相談ください。

#### 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 2F  
TEL: 03-5342-1121 FAX: 03-5342-1035

#### 大阪支社

〒541-0047 大阪府大阪市中央区淡路町3-6-3  
御堂筋MTRビル 5F  
TEL: 06-6226-1231 FAX: 06-6226-1037

#### 名古屋支社

〒450-6325  
愛知県名古屋市中村区名駅一丁目1番1号  
JPタワー名古屋 25階  
TEL: 050-5306-6985 FAX: 050-5306-6986

<https://www.kke.co.jp/raplab/>  
E-mail: raplabml@kke.co.jp