

電波伝搬シミュレーションソフト DenpaPro[®]の5G対応

レイトラッキング計算機能

キーワード：5G, 電波伝搬シミュレーション, 置局検討, レイトラッキング計算機能

基盤システム開発部 加藤 祐一
首都圏営業部 やまさき 山崎 慎一

はじめに

2020年3月に携帯電話大手が、第5世代移动通信システム（以下、「5G」）の商用サービスを開始しました。5Gは、超高速・大容量、超低遅延、多数同時接続をセー

ルスポイントとして、今後10年間の産業や社会を支える基盤になると言われています。

この基盤となる電波を新たに利用する場合、法律で定められた適切な周波数の使用、および電波を制御する基地局の適切な設置を行う必要があります。

適切で効率的な基地局設置のための机上検討（以下、「置局検討」）を可能にする各種機能を提供するのが、2001年より開発・販売を行ってきた電波伝搬シミュレーションソフト DenpaPro[®]※1（図1）です。

置局検討シナリオ

電波を使用する場合、電波が繋がらないエリア（以下、「不感エリア」）を無くすため、図2のように電波が繋がる複数のセルで大きなサービスエリアを構成します。

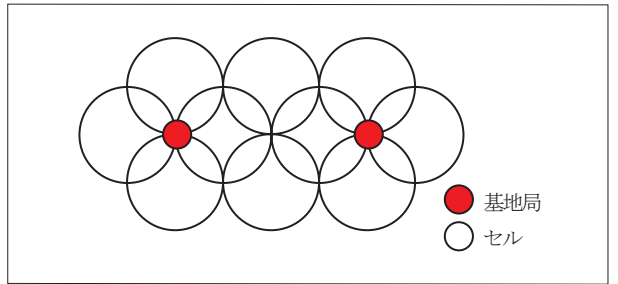


図2 サービスエリア

DenpaProには、サービスエリア構築に必要なセル範囲により、3つの置局検討シナリオがあります（表1）。

表1 置局検討シナリオ

シナリオ	空域、山地、郊外など広域	市街地	都市
サービスエリアセル範囲	数十km	数km	数百m
地理空間データタイプ	ラスター	ラスター	ラスター、ベクター
地理空間データ	標高（DTMまたはDSM）	標高+建物高（DSM）	標高（DTM）、建物
電波伝搬計算モデル	ナイフエッジ	ナイフエッジ	レイトラッキング
適用例	防災、消防・救急、電力、携帯、航空	防災、消防・救急、電力、携帯	防災、消防・救急、電力、携帯、IoT、5G関連

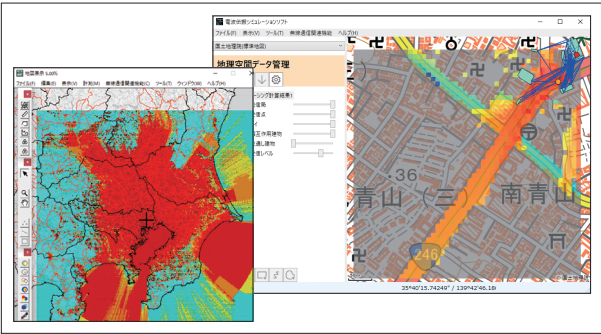


図1 DenpaPro

本技術報にて、DenpaProが提供する、目的に応じた柔軟な置局検討シナリオ、および5Gの置局検討のために新たに追加したレイトラッキング計算機能を紹介します。

1つ目は、空域、山地、郊外など広域のシナリオです。この場合、標高データとしてDTMまたはDSM、電波伝搬計算モデルとして、山頂などの電波の回り込みを考慮するナイフエッジを用います。

2つ目は、市街地のシナリオです。この場合、標高データとしてDSM、電波伝搬計算モデルとして、ナイフエッジを用います。

3つ目は、都市のシナリオです。この場合、DTMの標高データとベクトルデータとして整備された建物データを組み合わせ、電波伝搬計算モデルとして、高層ビルの屋上だけでなく、側面での電波の回り込み（以下、「回折」）や反射を考慮できるレイトラッキングを用います。

レイトラッキング計算機能

レイトラッキング計算は、電磁界理論の一つである幾何光学理論※2に基づいています。図3のように、電波をレイとみなして、送信局から発射したレイが、障害物に対して、反射、回折を繰り返し、どのような経路をたどり受信点に到達するかを追跡します。

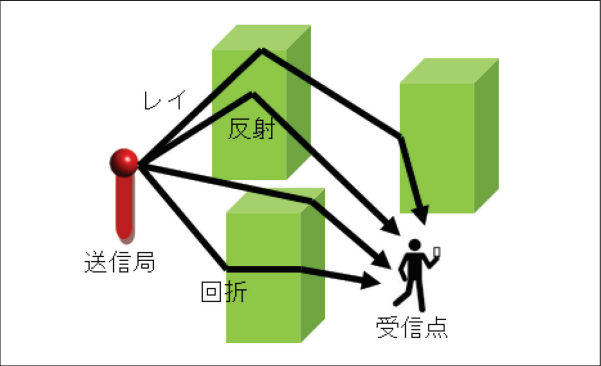


図3 レイトラッキング

DenpaProは、レイを追跡する方法として、図4のように、レイが反射、回折する全ての障害物の組み合わせを考慮し、送信点から受信点に至るレイを、反射条件（図4 $\theta_{in} = \theta_{out}$ ）、かつ回折条件（図4 $\beta_{in} = \beta_{out}$ ）を満たすように、厳密に探索するイメージング法を用いています。

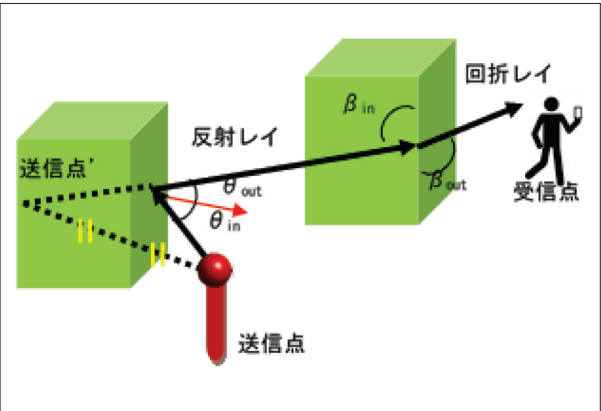


図4 イメージング法

レイトラッキング計算結果は、地図と重ね合わせて表示します。表示できるデータは次のようになります。

おわりに

今回の開発によって、無線通信市場ニーズに一層マッチしたDenpaProは、5G以降の市場に大きく活躍が見込まれます。

日々進化する技術に対応する置局設計ソフトウェアは、

- ・送信局
- ・最大受信レベルの受信点
- ・送信局から受信点へ到達したレイ
- ・レイが反射または回折した建物（相互作用建物）
- ・送信局または受信点から見通せる建物（見通し建物）
- ・受信レベル分布

図5に、計算結果の例を示します。受信レベル分布は、暖色を高く、寒色を低く表示しています。建物により、電波が遮られると思われる左上、右下の道路上では、受信レベルが低くなることが分かります。また、最大受信レベルの受信点には、非常に多くのレイ、つまり電波が到達していることが分かります。

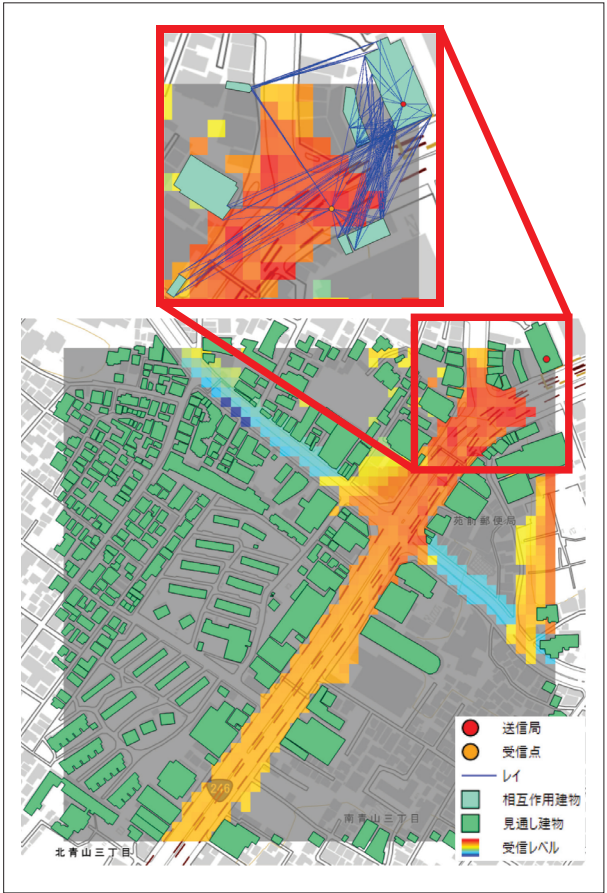


図5 レイトラッキング計算結果表示

常に市場のニーズがあり、市場と共に進化・成長することが取り残されない唯一の手段です。

測量会社として、地図を活用した技術とシステムによって、これからも市場とともに成長できるよう努めます。

※1 商標登録 第5413398号
※2 幾何光学近似および幾何光学的回折理論からなる