

4-10 山岳地形における電波伝搬に関する 3次元 FDTD シミュレーションの精度改善法の検討

三宅研究室

1915014 榎本淳紀

1. はじめに

現在、山岳地帯において遭難事故が発生した場合、山岳警備隊は遭難者が所持する発信機などから発信される電波の到来方向を頼りに位置探査を行うことがある。しかし、山岳地帯では、電波は反射・回折などの影響を受けて必ずしも直進しないことから、遭難者と電波の到来方向が一致しない可能性がある。この問題を検証するために、3次元 FDTD 法を用いて山岳地形における電波伝搬について、特に山肌に沿った電波の回り込みに着目して検討する。過去の研究では、シミュレーション領域の境界付近で電波が反射を繰り返して、不自然に強い電波が観測されてしまう現象が発生していた。本研究では、この現象の改善を目的とし、シミュレーションの精度改善法について検討する。

2. 概要

過去の研究では、吸収境界条件として Mur の吸収境界条件を用いてシミュレーションを行っていた。しかし、Mur の吸収境界条件では電波を十分に吸収できずに反射が起り、非常に強い電波が発生する現象が起きた。本研究では、より電波吸収効率の高い PML の吸収境界条件を導入してシミュレーションを行い、Mur の吸収境界条件を使用したシミュレーション結果と比較する。山岳モデルとして中山の山頂周辺のモデルを使用し、電波源の周波数を遭難者位置検知システムの用いられている 143MHz としてシミュレーションを行う。

3. シミュレーション結果

表1にシミュレーションに用いたパラメータを示す。シミュレーションに用いた中山の山頂付近の平面図を図1に、 $x = 10\text{m}$ 地点の山の断面図(yz 平面)を図2に示す。図3に yz 平面($x = 10\text{m}$, $t = 3.0\mu\text{s}$)における電波伝搬の様子を示す(a: Mur の吸収境界条件, b: PML の吸収境界条件)。(b) PML の吸収境界条件の場合は(a) Mur の吸収境界条件の場合に比べて反射の影響が抑えら

れ、(a)で見られる不自然に強い電波が発生していないことが確認できる。

表1 シミュレーションパラメータ

シミュレーション領域	625 × 375 × 300[m] (1250 × 750 × 600[cell])
電波の波形	正弦波
電波の周波数	143MHz
電波の波長	約2m
発信源の位置	(10m, 75m, 130m)
セルサイズ	0.5m
時間ステップ	6.0×10^{-10} s
演算回数	5000回
土の比誘電率	10
土の導電率	5.0×10^{-2} S/m

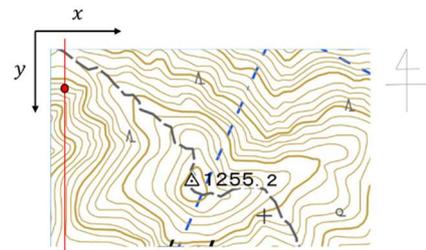


図1 中山山頂付近の平面図

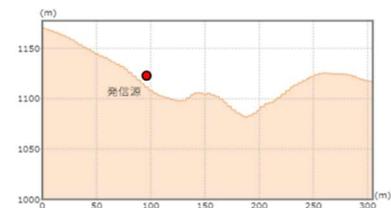
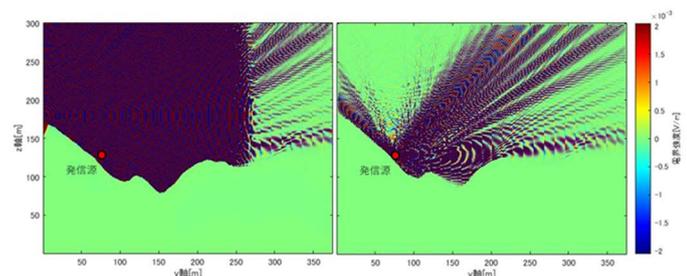


図2 山の断面図($x=10$)



(a) Mur の吸収境界条件 (b) PML の吸収境界条件

図3 yz 平面における電波伝搬の様子

4. まとめ

PML の吸収境界条件を導入することでシミュレーション領域境界付近での反射を抑えられ、精度改善を実現できることが確認できた。