

第4回電波伝搬モデリングコンペティション(PMC4)の参加者募集

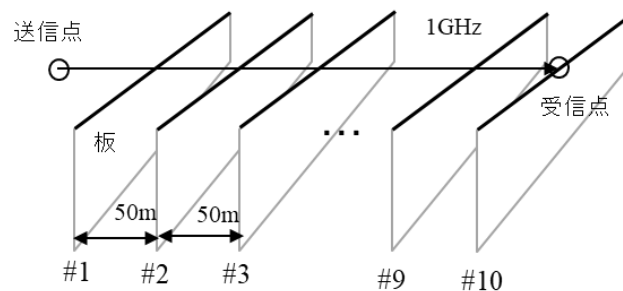
次世代移動通信, 無線 LAN, IoT など, 高速かつ高品質な無線通信環境を実現するには複雑な電波伝搬特性の理解が不可欠であり, その実用化においては電波伝搬特性の的確なモデリングや推定/シミュレーションが極めて重要である. そこで, アンテナ・伝播研究専門委員会では, 学生や若手技術者の伝搬モデリングスキルの向上と電波伝搬に関する技術分野の一層の活性化を図るためにこれまでに電波伝搬モデリングコンペティションを実施してきた. 今回は4回目のコンペティションを計画したので参加者を募集する.

課題 課題名:「数値解析等による多重スクリーン回折計算手法の簡易化」

都市内の伝搬損失を推定するために, 多重スクリーン回折モデルと呼ばれる推定式が提案されている. このモデルでは都市内のビルを平板に置き換えて, 図に示すように複数の厚さのない半無限平板が等間隔で並ぶ環境を想定している. この環境での伝搬損失は数式展開を用いて導いた近似式によって明らかになっている. この環境に変化を加えた場合, 例えば, 平板の高さにばらつきを持たせたり, 平板に厚さを持たせたりする場合の伝搬損失を求めるにはコンピュータによる数値計算の方法が現実的である. しかし, 既存の数値計算方法をそのまま用いると計算量が大きくて計算時間が長くなり実用的でない. そこで計算量を小さくする工夫が求められている.

図に示す環境の伝搬損失をコンピュータによる数値計算で求める方法において計算量を小さくしたい. 従来の計算手法を用いた上で何らかの計算の工夫を行った計算例を募集する. 工夫による計算時間の短縮と計算精度の劣化が示されるべきである. 工夫の原理などを示す必要はなく, 工夫の内容とその効果が示されればよい.

既存の数値計算法としては, 物理光学近似やレイトレース, UTD, FDTDなどを想定している. また, 数値計算法に限定しないで, 機械学習や経験則を用いた推定などの手法の効率化や新規手法の提案も募集する. 課題の詳細については3ページ以降の「課題の説明」に示す.



多重スクリーン回折モデルの伝搬環境

電子情報通信学会 アンテナ・伝播研究専門委員会

主催 アンテナ・伝播研究専門委員会

運営 第4回伝搬コンペティション実行委員会

市坪信一(委員長), 齋藤健太郎(幹事, 東京電機大), 芳野真弓(幹事, 日本電業工作), 今井哲朗(東京電機大), 表英毅(ソフトバンク), 吉敷由起子(構造研), 瀧川道生(三菱電機), 豊見本和馬(ソフトバンク), 日景隆(北大), 平野拓一(東京都市大), 山田渉(NTT), 岩井誠人(リエゾン, 同志社大), 北直樹(リエゾン, NTT), 道下尚文(リエゾン, 防衛大)

開催 2023年7月のアンテナ・伝播研究会(AP研)で開催(開催日と開催場所は未定)

発表 参加者は検討結果を上記のAP研究会に論文投稿して, 本研究会の関連セッションで発表する(発表13分, 質疑応答7分の予定).

表彰

・優秀賞(賞金1万円): 評価の総合点*より最も優秀と判断された1件の発表に対し授与.

*「新規性」, 「実用性」, 「発表の了解性」の観点から評価点を付ける.

・特別賞: 斬新なアイデア等の観点により評価された1件程度の発表に対し授与.

申込期間 2022年11月1日から2023年5月AP研論文投稿締切日まで

申込方法 下記申込先にメールで申込む. メール本文は自由記述で, メールタイトルは, 「伝搬コンペ PMC4 の参加申込」とする.

当実行委員会幹事 芳野 真弓 (yoshino-mayumi@den-gyo.com)

配布資料 課題については次のAP研究会HPのコンペティションのページにも掲載している.

<https://www.ieice.org/cs/ap/event/compe/>

スケジュール

- 2022年11月: 参加受付開始
- 2023年5月: 参加申込締切
- 2023年6月: 原稿投稿(詳細はアンテナ・伝播研究会ホームページ
“<https://www.ieice.org/cs/ap/misc/forms/kenreg/>”を参照)
- 2023年7月: 発表(7月AP研) ※受賞者をAP研HPに掲載して本人に連絡.
- 2023年12月: 表彰(12月AP研)

以上

課題の説明

2022.10.18

<課題>

課題名: 数値解析等による多重スクリーン回折計算手法の簡易化

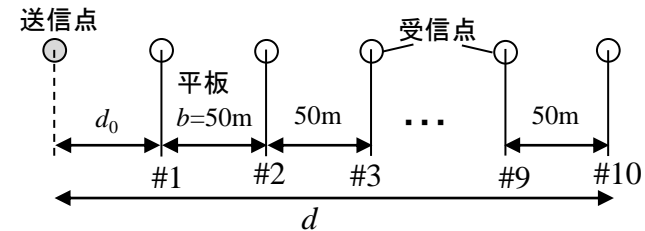
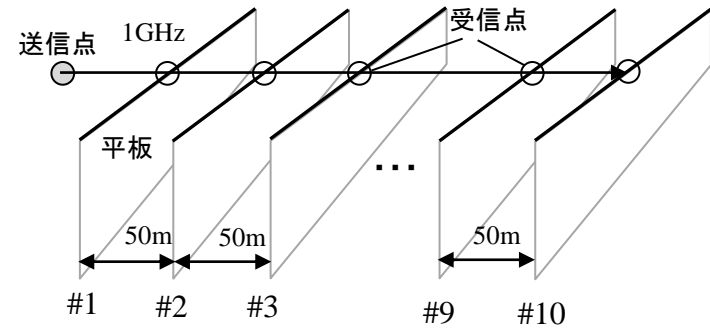
都市内の伝搬損失を推定するために、多重スクリーン回折モデルと呼ばれる推定式が提案されている。このモデルでは都市内のビルを平板に置き換えて、図に示すように複数の厚さのない半無限平板が等間隔で並ぶ環境を想定している。この環境での伝搬損失は数式展開を用いて導いた近似式によって明らかになっている。

この環境に変化を加えた場合、例えば、平板の高さにばらつきを持たせたり、平板に厚さを持たせる場合の伝搬損失を求めるにはコンピュータによる数値計算の方法が現実的である。しかし、既存の数値計算方法をそのまま用いると計算量が大きくて計算時間が長くなり実用的でない。そこで計算量を小さくする工夫が求められている。

図に示す環境の伝搬損失をコンピュータによる数値計算で求める方法において計算量を小さくしたい。従来の計算手法を用いた上で何らかの計算の工夫を行った計算例を募集する。工夫による計算時間の短縮と計算精度の劣化が示されるべきである。工夫の原理などを示す必要はなく、工夫の内容とその効果が示されればよい。

既存の数値計算法としては、物理光学近似やレイトレース、UTD、FDTDなどを想定している。また、数値計算法に限定しないで、機械学習や経験則を用いた推定などの手法の効率化や新規手法の提案も募集する。

送信波の種類には平面波、円筒波(円柱波)、球面波の3つがある。少なくともどれか1つの波を用いて検討すればよく、3つとも検討しなくてよい。平板は電波を透過させずまた反射させない特性があると仮定する。



多重スクリーン回折モデルの伝搬環境

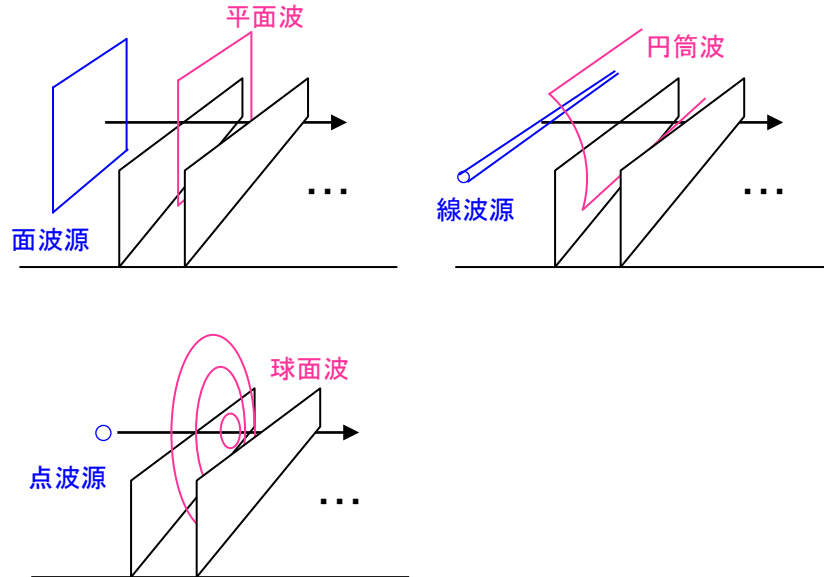
<伝搬の環境と条件>

- ・周波数: $f=1\text{GHz}$
- ・板の間隔: $b=50\text{m}$
- ・板の枚数: $m=10$ 枚
- ・送受信高: 平板の高さと同じ
- ・受信点: #1~#10の平板の上の10地点
- ・送信点から最初の平板までの距離: d_0
用いる電波の種類によって d_0 は異なる。
平面波: $d_0=25\text{m}$, 円筒波・球面波: $d_0=50\text{m}$,
- ・平板の横幅: 無限長
- ・最大送受信間距離: $d=d_0+450\text{m}$

<課題の詳細>

(1) 送信波

- 送信波には、平面波、円筒波(円柱波)、球面波の3つがある。



- 送信点から最初の平板までの距離 d_0 は、距離特性を直線に近づけたいために次の値とする。

平面波: $d_0=25\text{m}$

円筒波: $d_0=50\text{m}$

球面波: $d_0=50\text{m}$

- 平面波の場合は、送信点から最初の板までの距離を変えても伝搬損失は変わらないが、距離特性を描くときは便宜上25mとする。

(2) 計算の工夫の例

- 計算方法の工夫が何を指すのかわかるように例を次に示す。
- 波面や空間をメッシュに区切って計算する方法では、このメッシュの大きさを幾つか変えてみる。
- 課題に対象とする伝搬環境が示されているが、計算精度に問題がない範囲で環境を変更する。
- 同じ平板の回折を繰り返すので、この周期性を利用する。

(3) 工夫の効果

- 計算の工夫の効果を実験時間で示す。
- 工夫を用いない場合と用いる場合の計算時間を測定して、この比を示す。
- 計算時間の比を用いるので使用するコンピュータはどれでもかまわない。
- 工夫を用いない場合の条件等は参加者自身が決めることになるが、適切な条件等を設定する。
- 比較する従来の方法が複数あれば信頼性が高くなる。

(4) 正しい距離特性

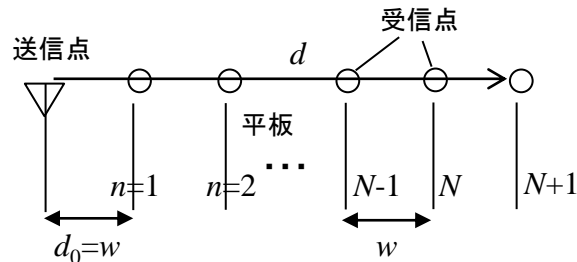
本課題での正しい伝搬損失の距離特性は下記のXiaとBertoniの文献※で示される近似式とする。この文献には多重スクリーン環境で平面波と円筒波を用いたときの磁界の近似式が示されている。磁界の式から伝搬損失を求めることができる。

球面波の距離特性を検討した文献が見つからないので、球面波の距離特性は上の円筒波の距離特性に自由空間分の差を加えたものを正しい特性とする。具体的には、円筒波の距離特性が $L \propto 30 \log d$ なので、球面波は $L \propto 40 \log d$ とする。

※ H. H. Xia and H. L. Bertoni, “Diffraction of cylindrical and plane waves by an array of absorbing half screens,” IEEE Trans. Antennas Propagat., vol. 40, pp. 170–177, Feb. 1992.

上の文献※で示される磁界を求めた多重スクリーン環境の条件は次のとおり。

- ・送信高と受信高は平板と同じ高さであり、受信点の位置は平板の上である。
- ・送信点から最初の平板までの距離 d_0 は平板の間隔 w と同じ。
- ・受信点は平板の上であるが、受信点の真下の平板の影響は受けない。



平面波と円筒波の磁界の近似式は次のとおり。

<平面波の磁界>

$$H_{N+1} = e^{jkNw} \frac{(1/2)_N}{N!}$$

ここで、 N は整数で、 w は平板の間隔、 $k=2\pi/\lambda$ である。 $N+1$ は平板の番号を表し、第1番目の平板では $N=0$ である。式中の $(1/2)_N$ の演算は次の関係から求められる。 $a=1/2$ として計算できる。

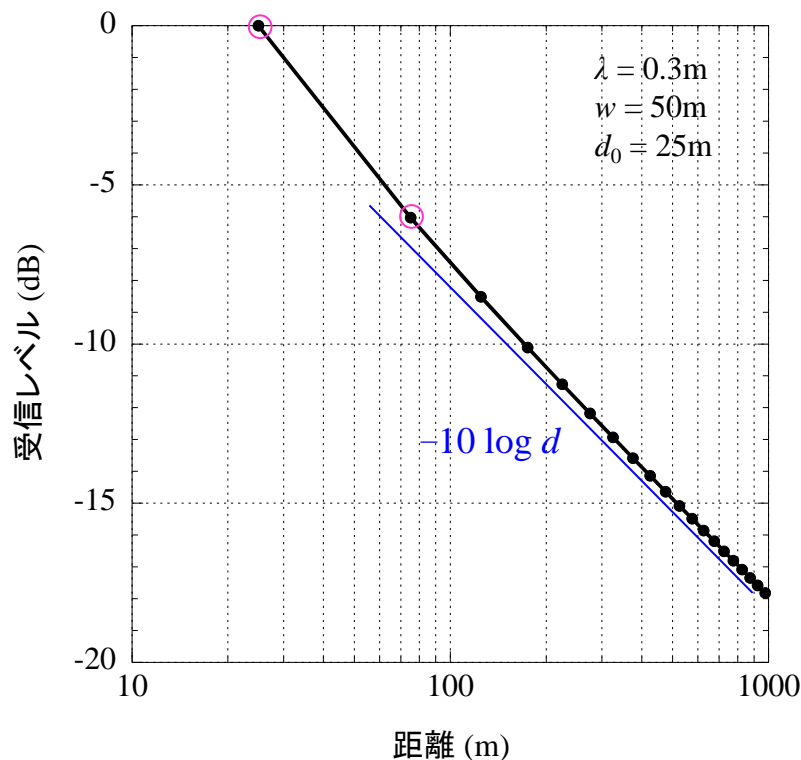
$$(a)_0=1, (a)_1=1/2, (a)_2=3/4, \\ (a)_n=a \cdot (a+1) \cdot (a+2) \cdots (a+n-1), \quad n=1,2,3,\dots$$

<円筒波の磁界>

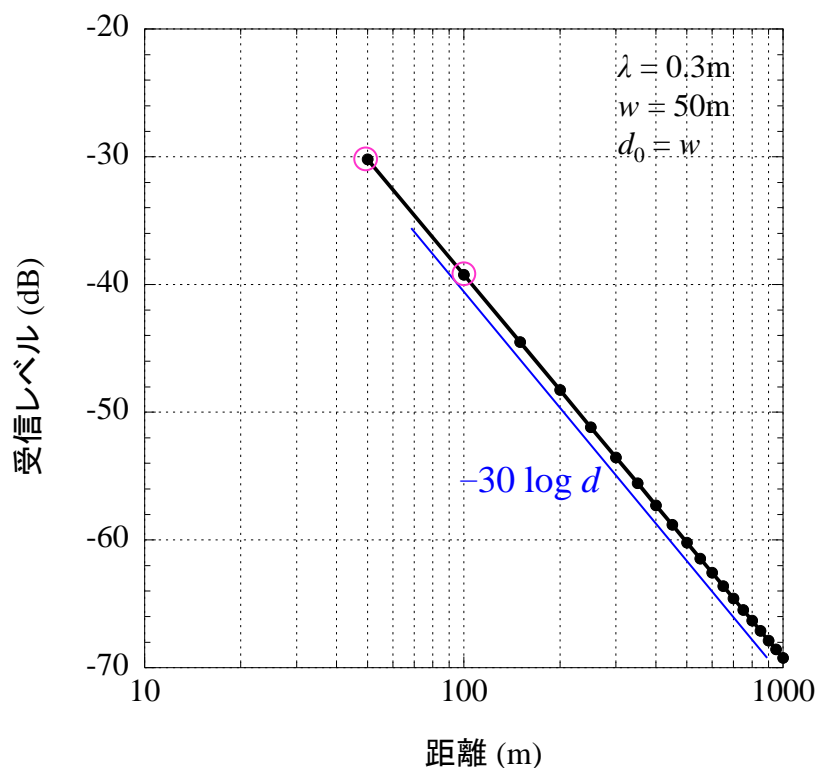
$$H_{N+1} = \frac{e^{jk(N+1)w}}{\sqrt{k(N+1)w}} \frac{1}{N+1}$$

上の式は円筒波の自由空間による損失も含んでいる。1枚目の磁界値は自由空間での値なので、これを基準にすれば、伝搬損失に変換できる。

平面波



円筒波



- ・前ページの式を使って計算した結果を示す。
- ・受信レベルは、 $20 \log H$ を用いてdB値にしている。
- ・平面波のときは距離 d_0 が変わっても、同じ受信点の受信レベルは変わらないが、グラフの傾きは変わる。上のグラフでは $d_0=25\text{m}$ としている。
- ・平面波の距離特性は遠方で $-10 \log d$ に近づく。
- ・赤丸は単純にわかる理論値である。
 - ・1枚目(25m)では遮蔽がないので0dB
 - ・2枚目(75m)では見通し線から下半分が遮蔽されるので-6dB
 - ・平面波の式と赤丸は一致する。

- ・グラフでは $d_0=50\text{m}$ としている。自由空間損失もあるため距離 d_0 によって同じ受信点でも受信レベルが変わる。
- ・円筒波の距離特性は $-30 \log d$ に近い。
- ・赤丸は単純にわかる理論値である。
 - ・1枚目(50m)の赤丸は円筒波の自由空間値と同じにした。
 - ・2枚目(100m)では1枚目を基準にして自由空間損失分(-3dB)+回折損失(-6dB)となる。
 - ・2枚目の赤丸と円筒波の計算値は一致する。