

3次元音響数値計算に基づく パンタグラフ用遮音板の 騒音低減効果の評価手法

環境工学研究部 騒音解析研究室

主任研究員 山崎 展博

本日の発表

1. 研究の背景・目的

沿線観測点におけるパンタグラフ用遮音板の騒音低減効果

2. 数値計算モデル

- 伝達関数の定義
- 数値計算に用いる車両モデル

3. 伝達関数の算出

- 伝達関数の空間分布
- 沿線観測点における音圧レベルの変化

4. まとめと成果の活用

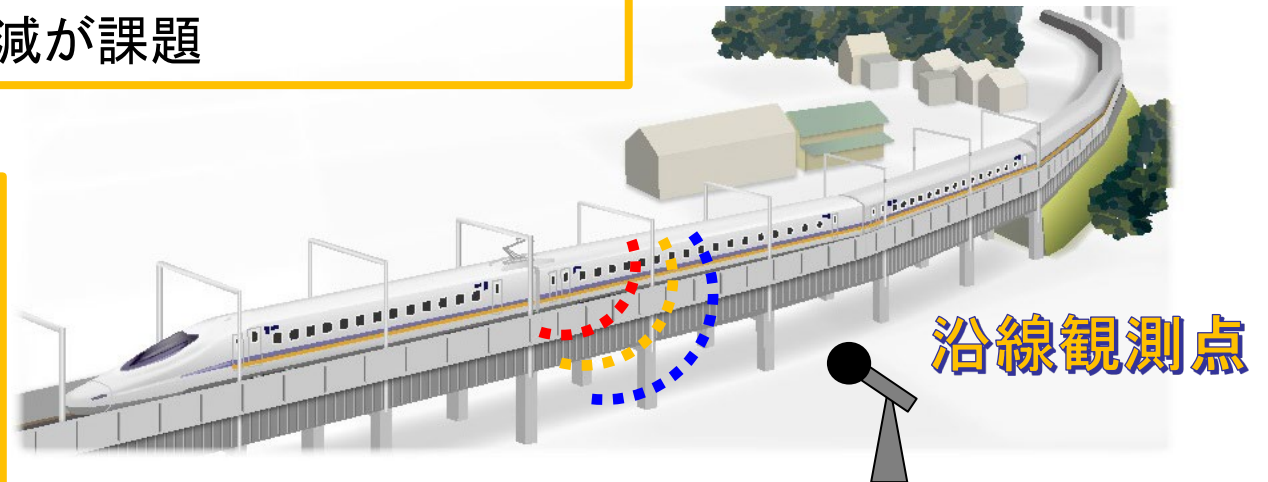
1. 研究の背景・目的

背景

- 新幹線から発生する**パンタグラフ騒音**: 新幹線騒音の主音源の一つ
- 新幹線パンタグラフの騒音低減対策 車体屋根上に設置した**遮音板**
- 新幹線騒音の評価点 主として高架橋走行区間の地上25m地点
→ 車体屋根上から沿線観測点までの伝播の影響
騒音低減対策の効果 → **伝播の影響を含めた評価**が必要
- ◎ 遮音板を含めた風洞実験による評価 → 環境条件の反映が難しい
コスト低減が課題

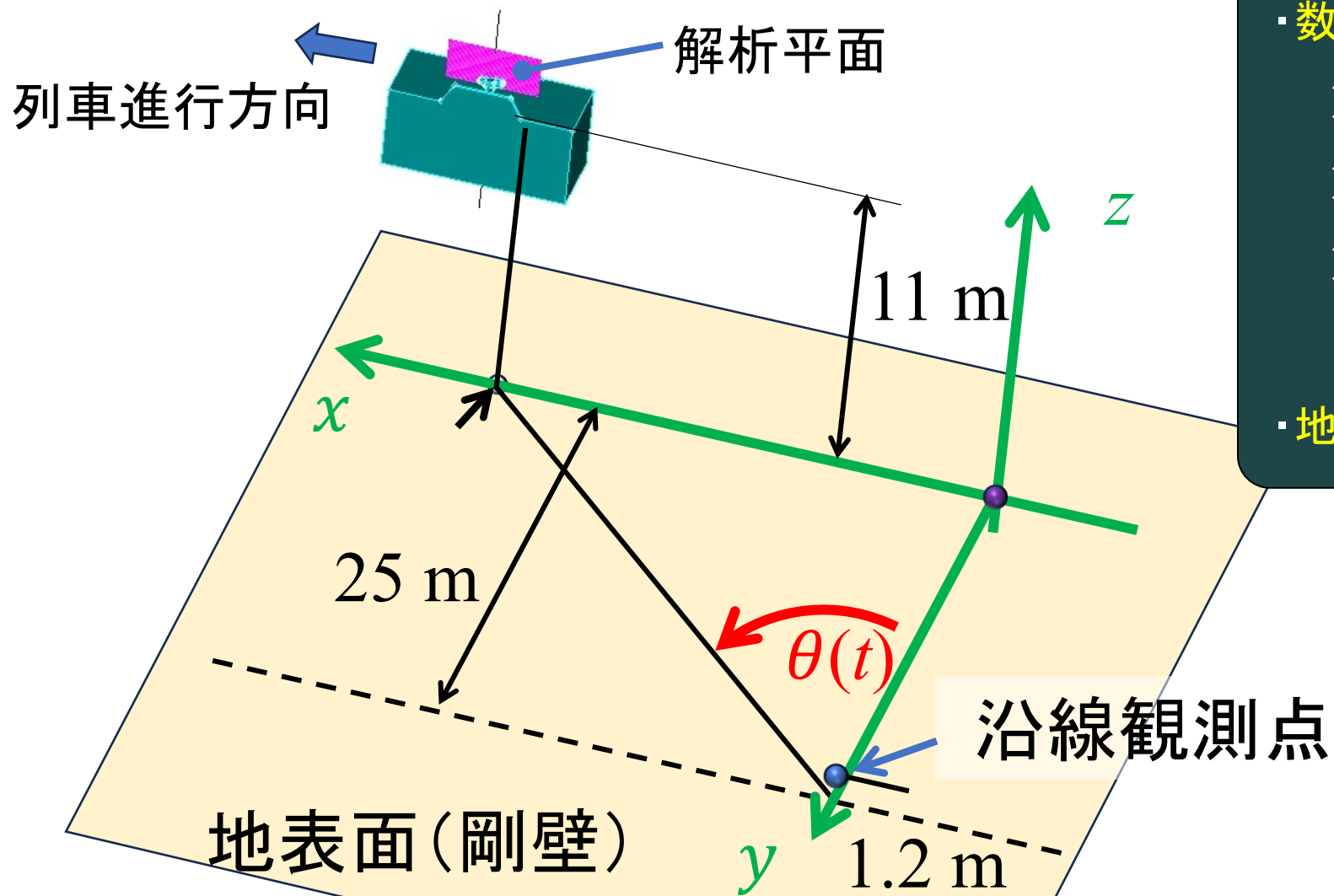
目的

- ・地上25m地点における遮音板による騒音低減効果を**3次元音響解析**により効率的に評価



2. 数値計算モデル

■ パンタグラフと沿線観測点の位置関係



・高架橋区間走行を想定

・数値モデル

＞車体(1編成)－直方体

＞パンタグラフ(1台)

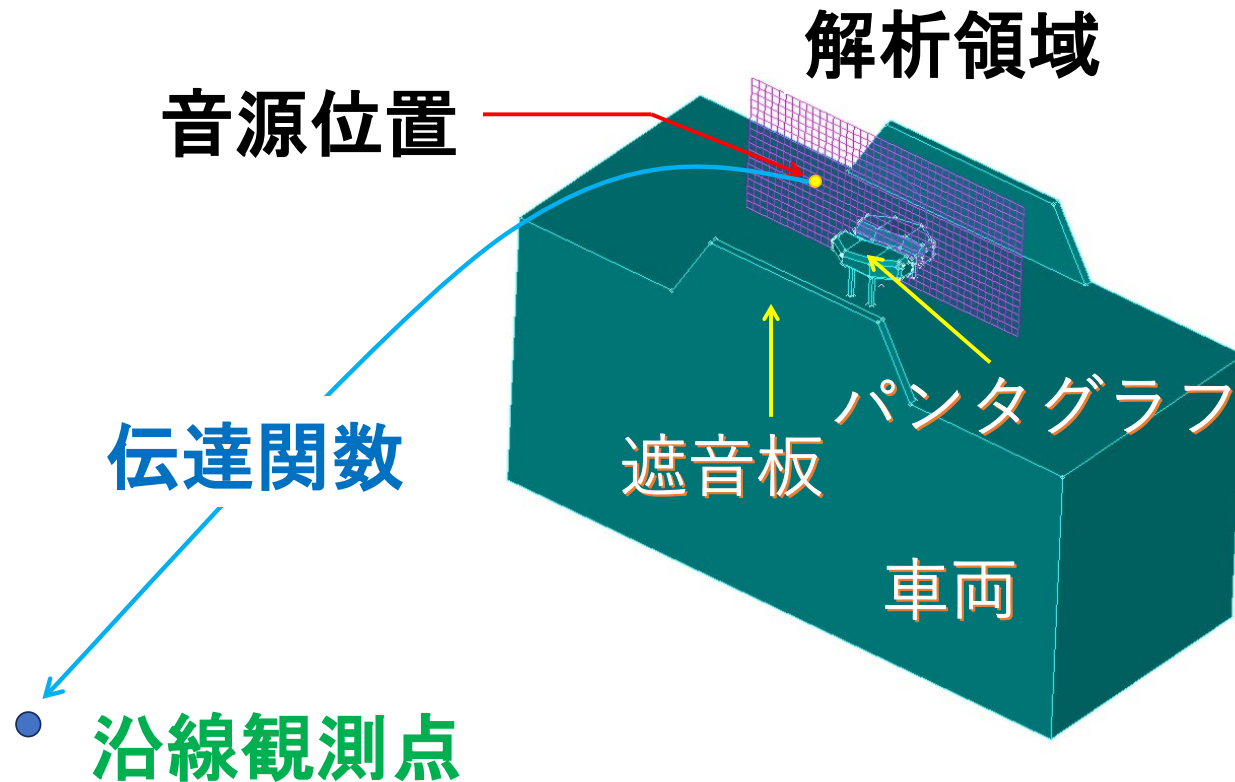
＞パンタグラフ用遮音板

(高架橋構造物はモデル化しない)

・地面の影響(無限平面:完全反射)

2. 数値計算モデル

■ 伝達関数の定義



- ・パンタグラフまわりに解析領域を設定

- ・解析領域内の格子点上の1点に
基準強さの無指向性点音源(*)を配置

【伝達関数】

音源からの放射音による
沿線観測点での音圧レベル

伝播に与える影響因子

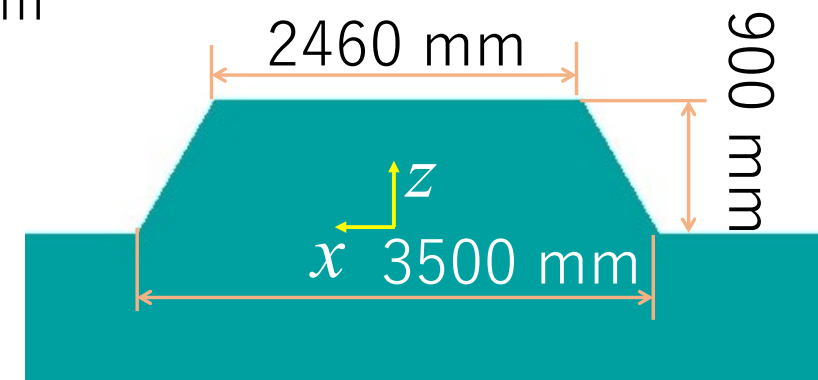
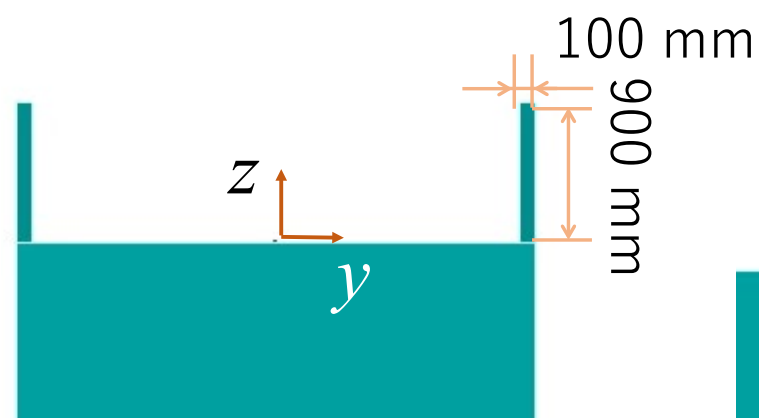
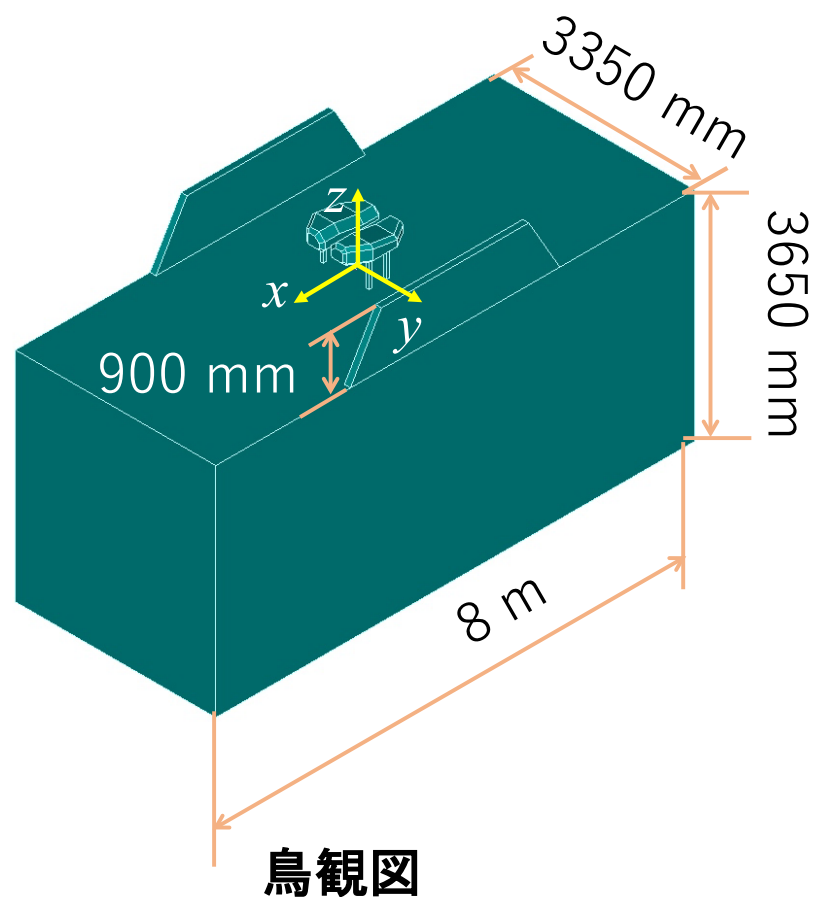
車体、遮音板、地面反射、沿線観測点位置

- パンタグラフまわりの音源位置に依存
密な格子点設定→計算の効率化が必要

* 音源から1m離れで 0 dB

2. 数値計算モデル

■ 数値計算 (BEMによる伝達関数の算出法)



ソルバー 3次元境界要素法 (SYSNOISE)

モデル 車体、パンタグラフ、遮音板

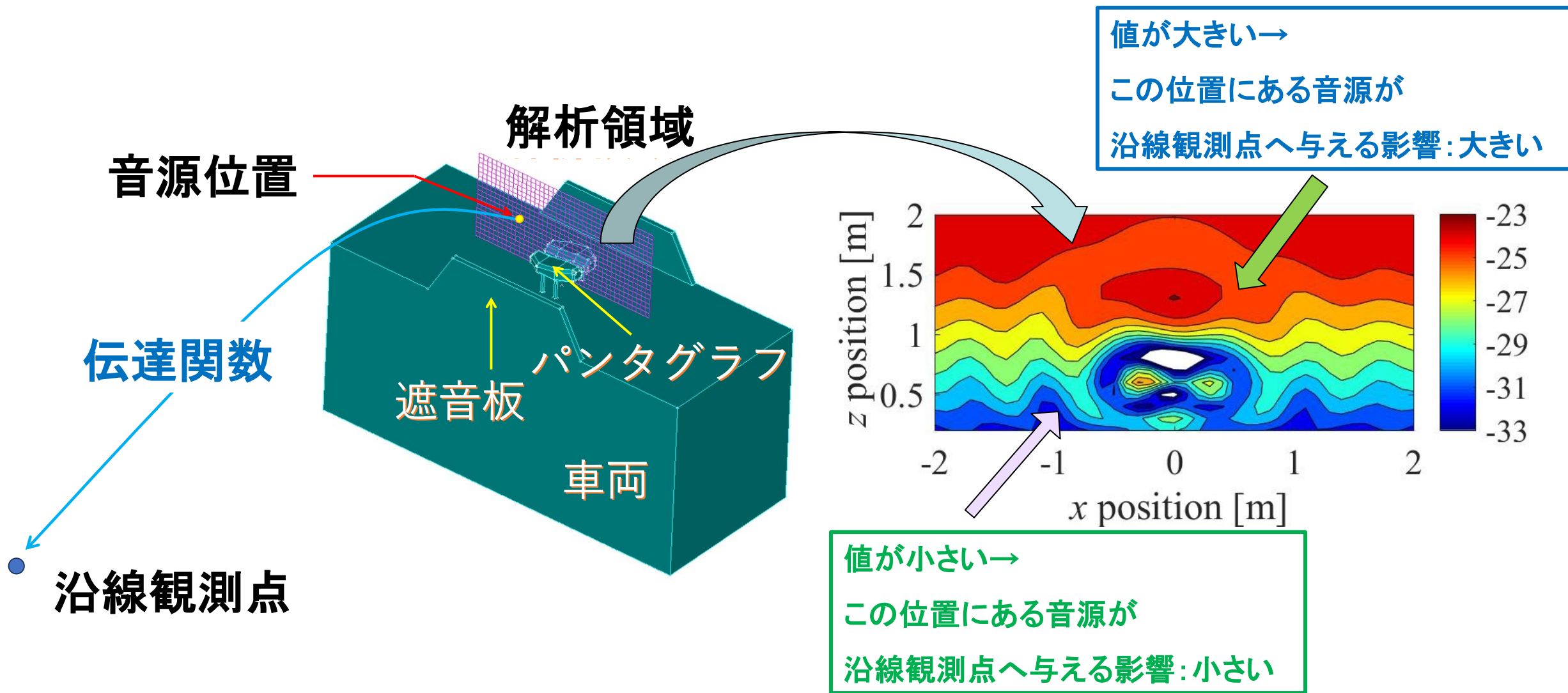
地面反射 無限平面の剛壁

周波数帯の平均化

個々の1/3オクターブバンド内を7等分→平均化

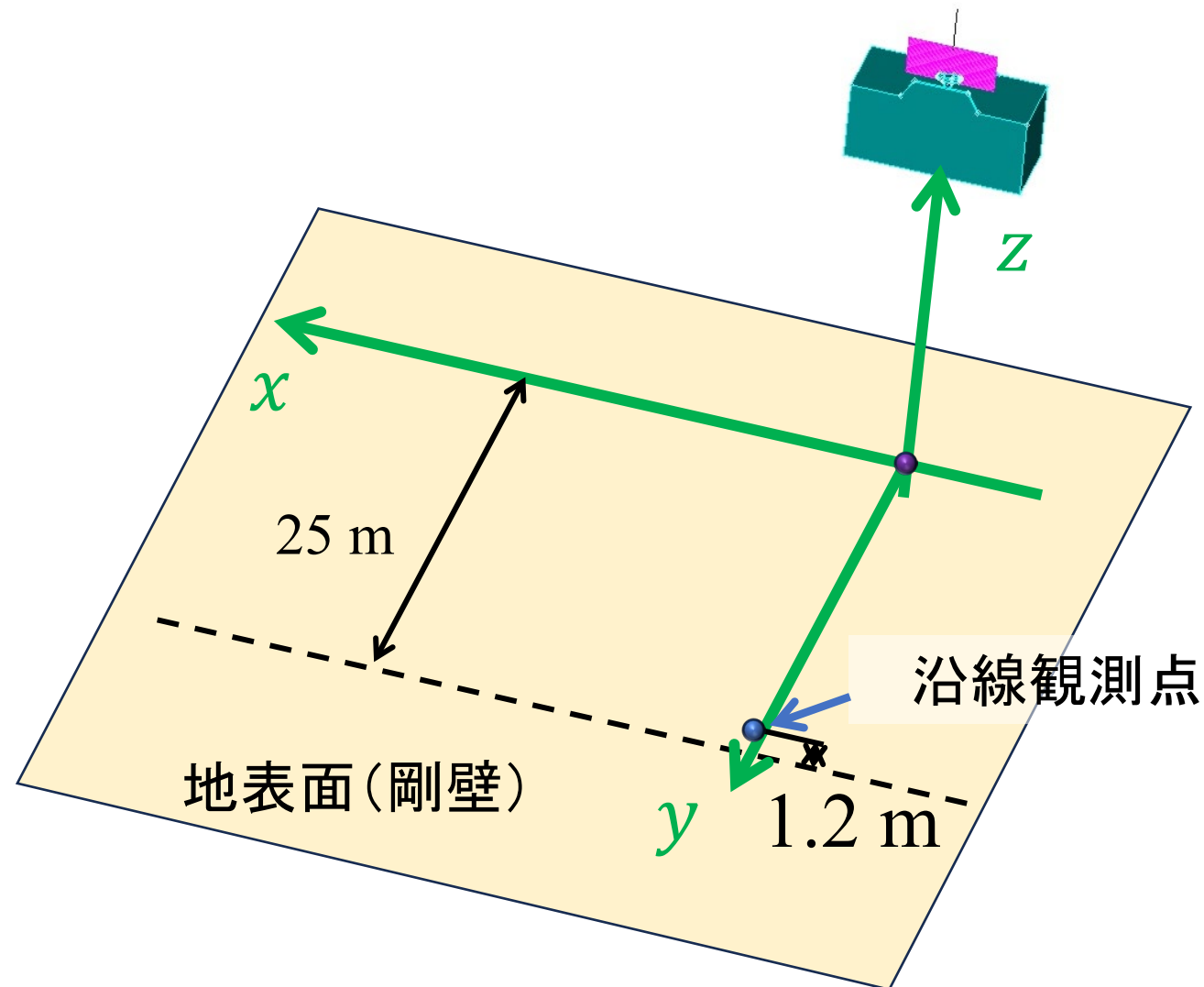
3. 伝達関数の算出

■ 伝達関数の空間分布



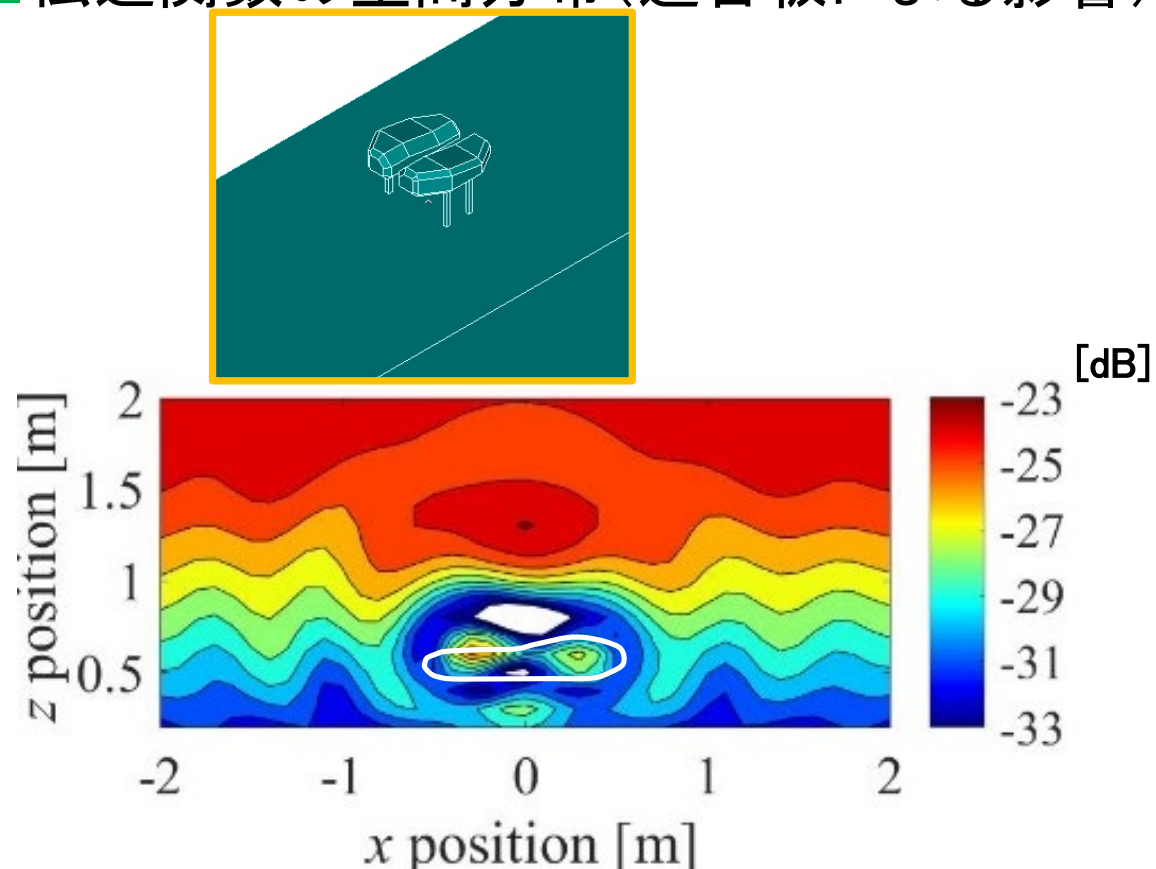
3. 伝達関数の算出

■ 伝達関数の空間分布 (パンタグラフが沿線観測点正面にある場合)

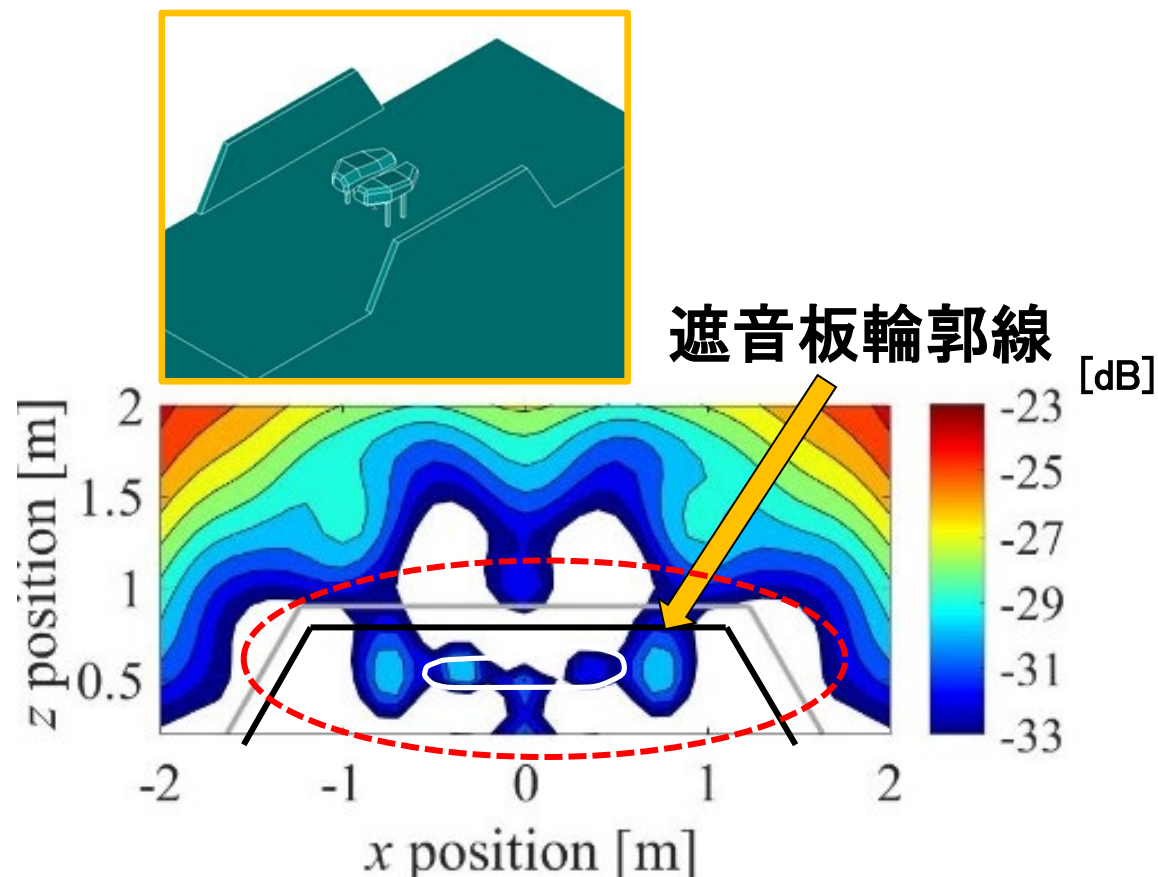


3. 伝達関数の算出

■ 伝達関数の空間分布 (遮音板による影響)



地面反射**考慮**, 遮音板**未考慮**

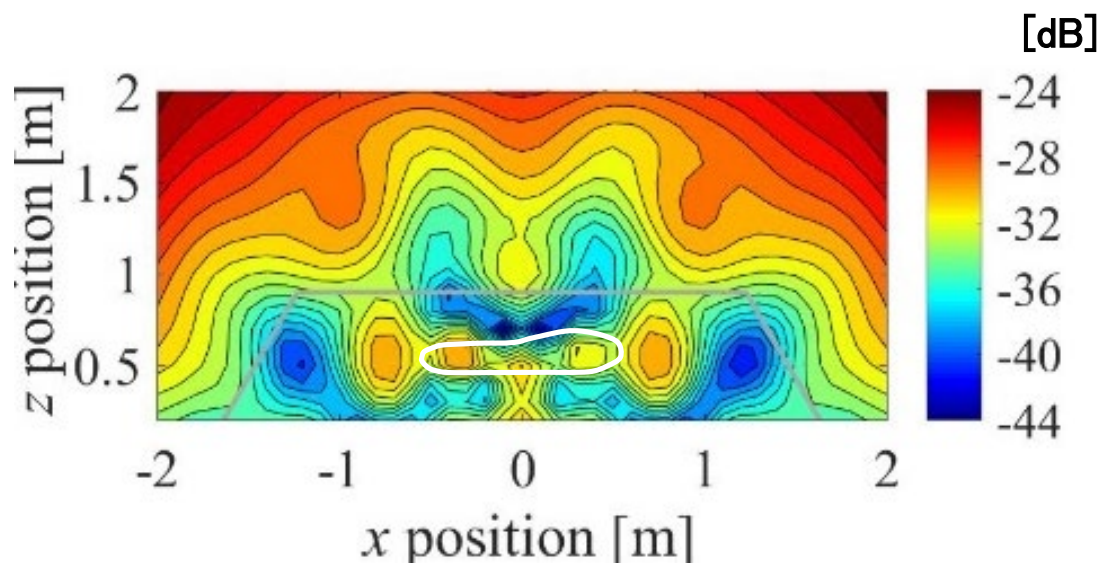
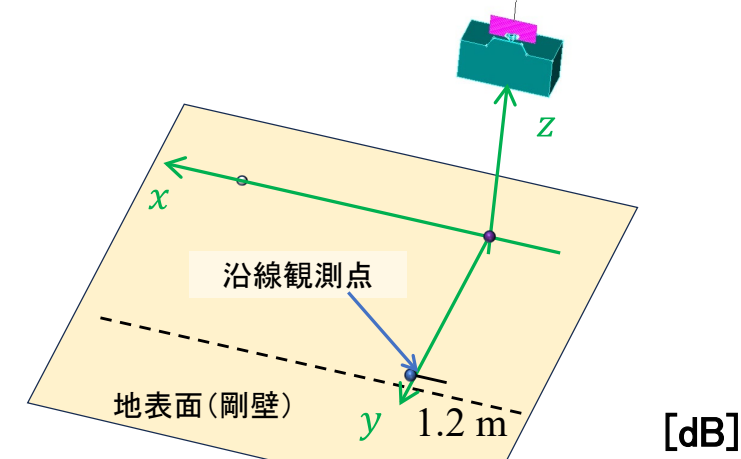


地面反射**考慮**, 遮音板**考慮**

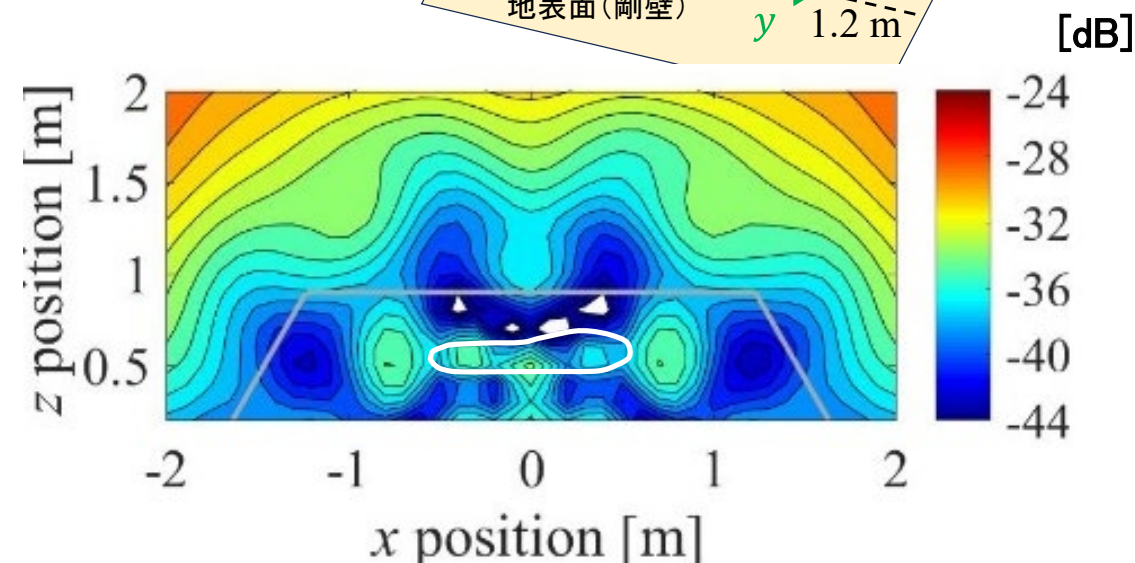
遮音板の設置により、パンタグラフまわりの伝達関数が減少
→ パンタグラフ周りの音源による沿線観測点への影響が小さい

3. 伝達関数の算出

■ 伝達関数の空間分布(地面反射の影響)



地面反射**考慮**, 遮音板**考慮**

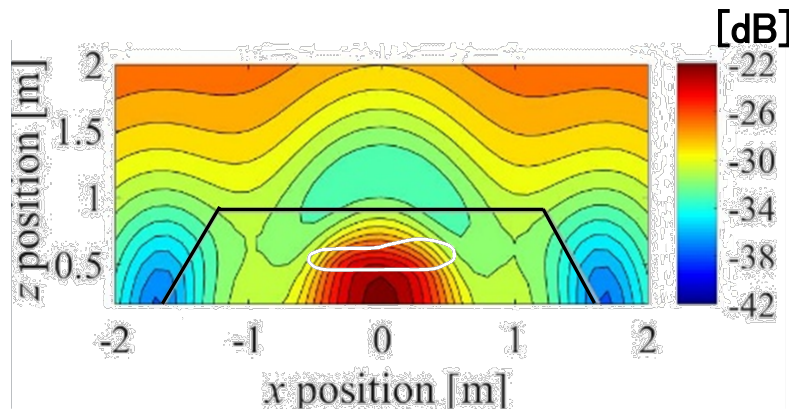
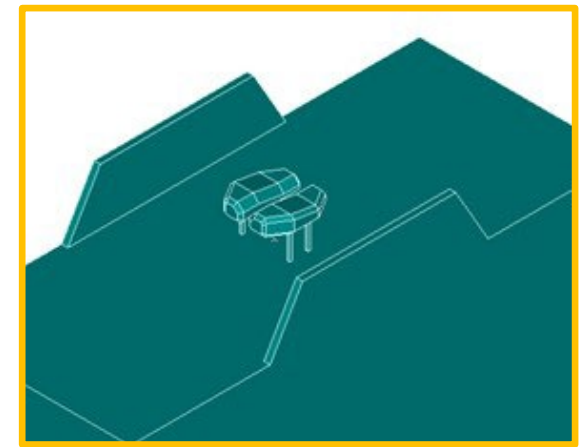


地面反射**未考慮**, 遮音板**考慮**

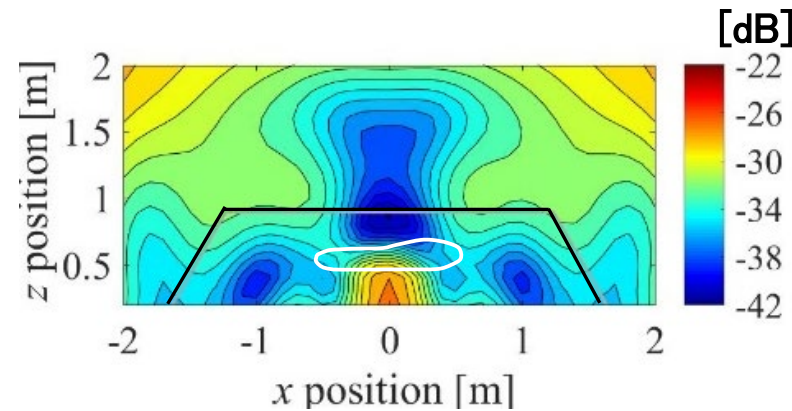
- ・直接音と地面反射音との干渉によって伝達関数が増加する
→ 地面反射により、沿線観測点への影響が大きくなる(ただし、大小関係については、周波数に依存する)

3. 伝達関数の算出

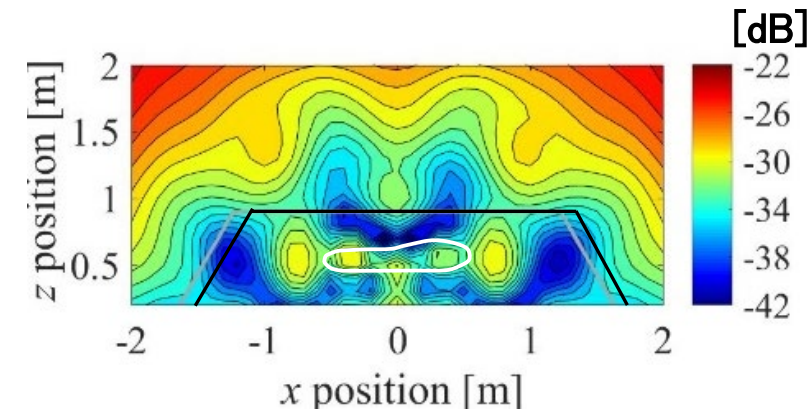
■ 伝達関数の空間分布(周波数依存性)



250 Hz帯



400 Hz帯

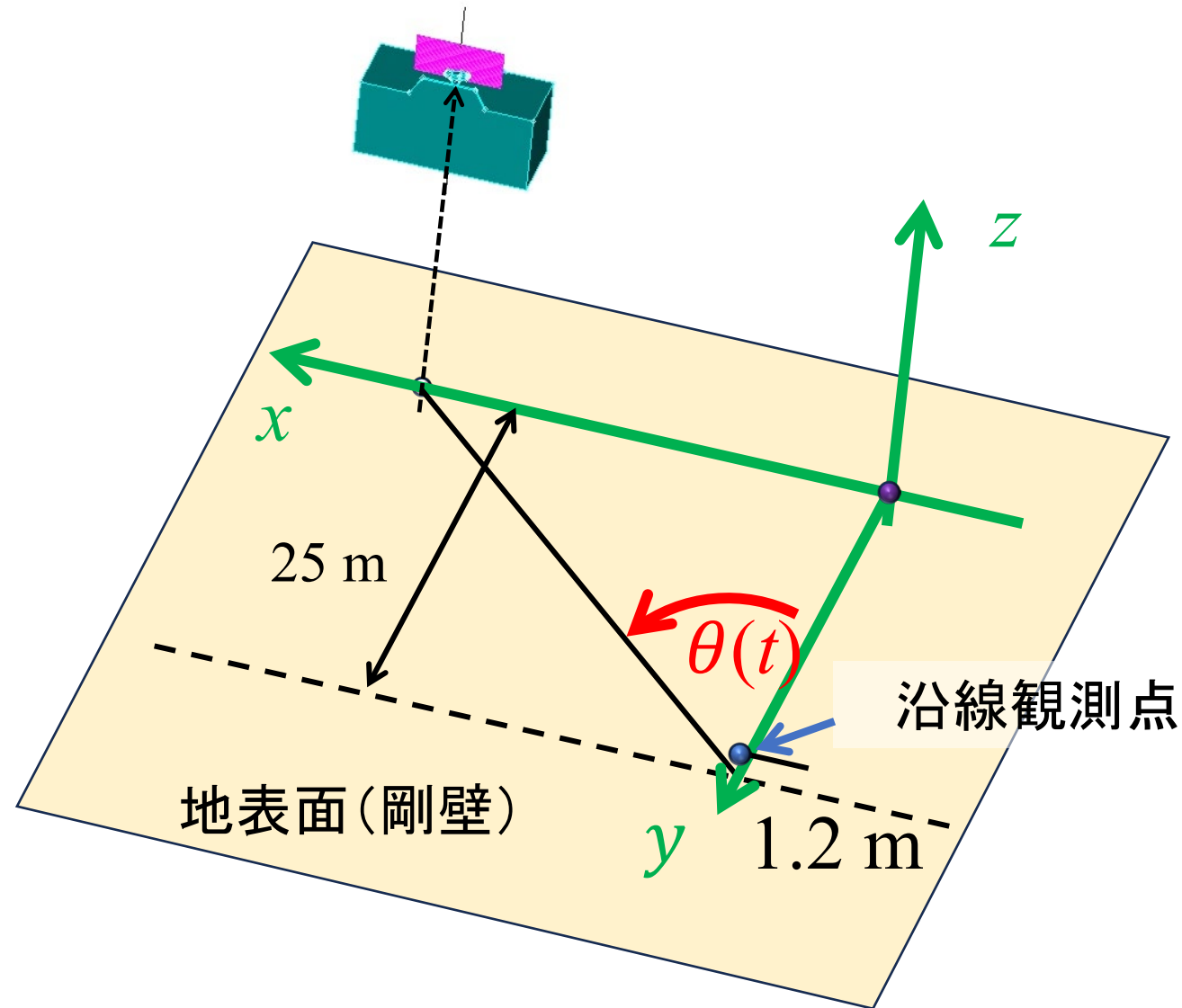


630 Hz帯

・伝達関数は、周波数帯によって変化
→ 沿線観測点における遮音板の影響評価については、周波数帯毎の評価が必要

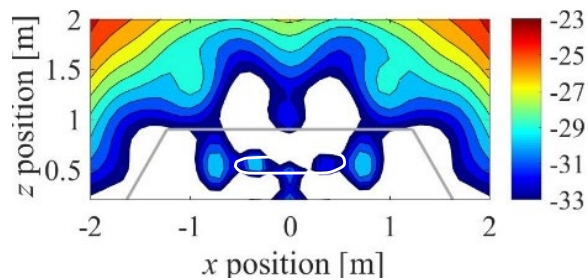
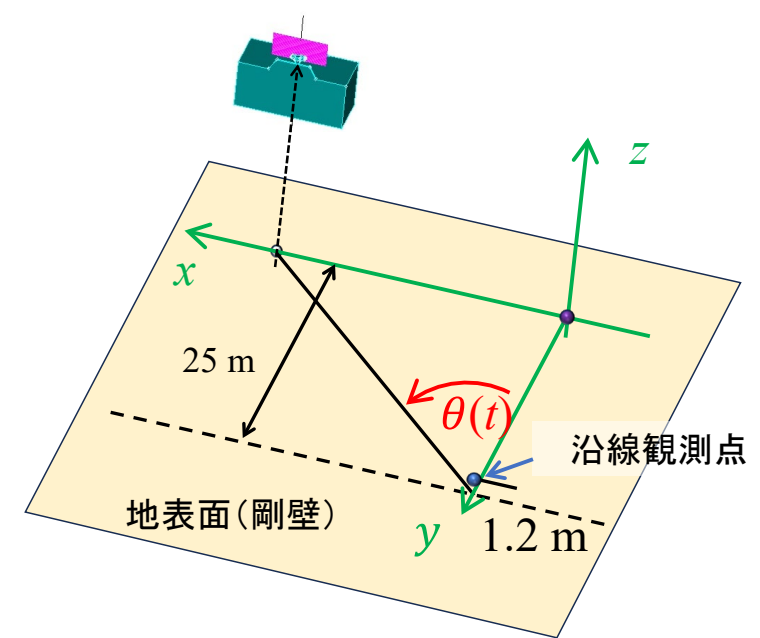
3. 伝達関数の算出

■ 伝達関数の空間分布 (パンタグラフが沿線観測点から斜め前方にある場合)

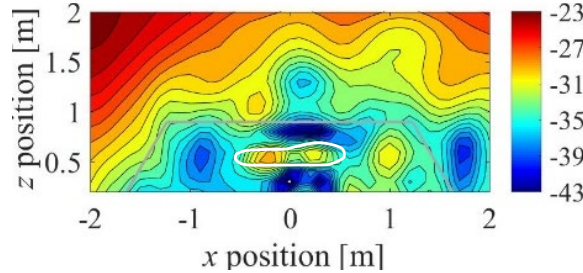


3. 伝達関数の算出

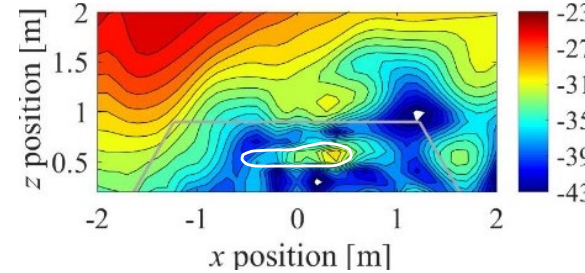
■ 伝達関数の空間分布 偏角の影響



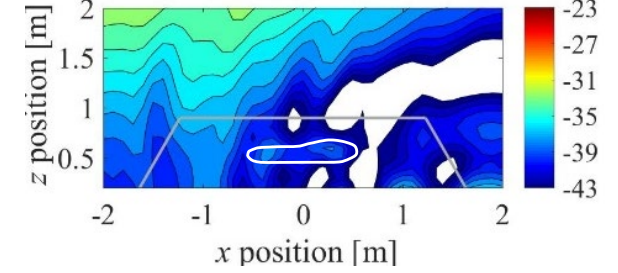
$\theta = 0 \text{ deg.}$



$\theta = -15 \text{ deg.}$



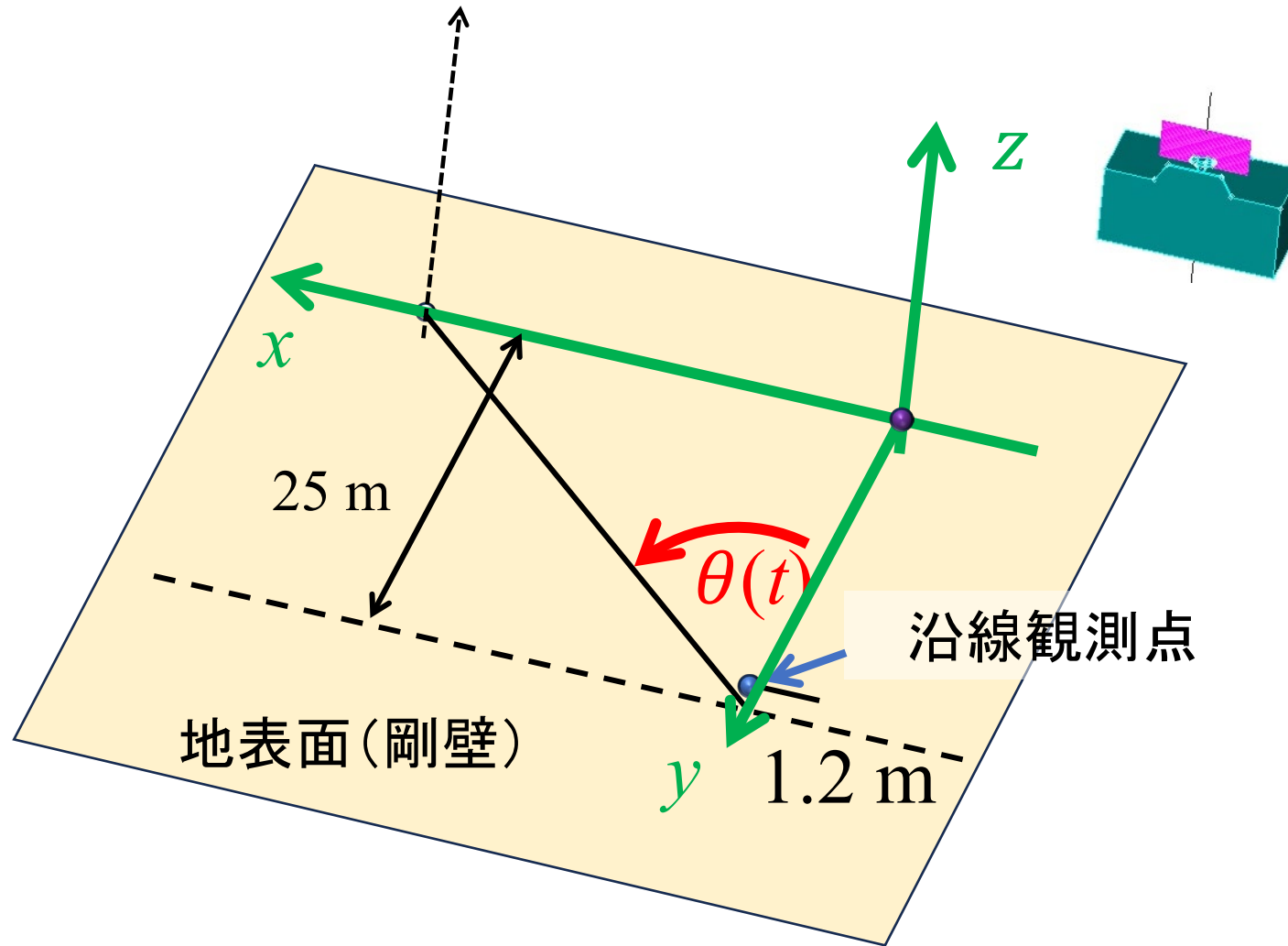
$\theta = -30 \text{ deg.}$



$\theta = -45 \text{ deg.}$

・伝達関数は、偏角によって変化
→ 本推定手法により、(車両の移動に伴う)伝達関数の変化も考慮

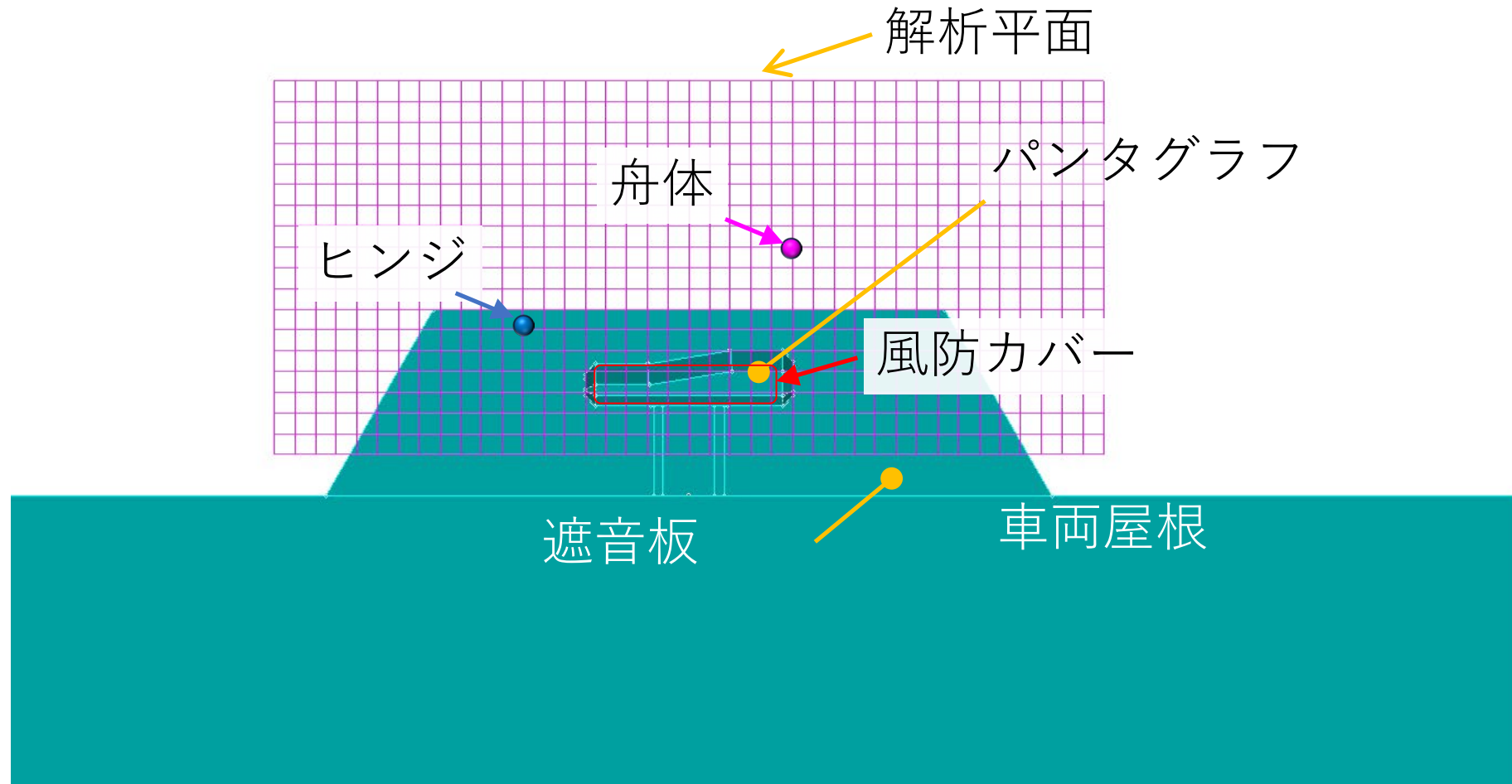
■ 沿線観測点における音圧レベルの時間変化



3. 伝達関数の算出

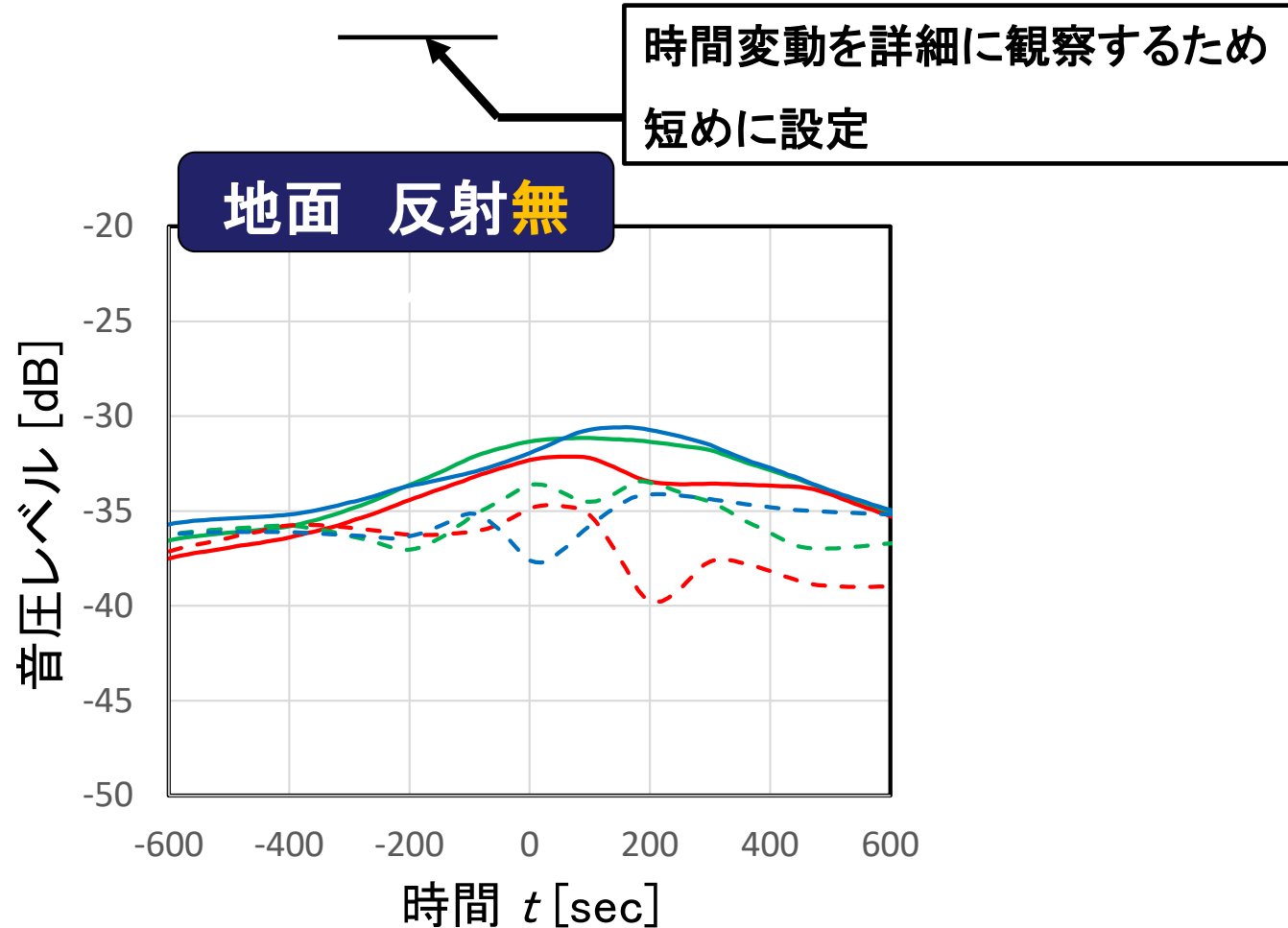
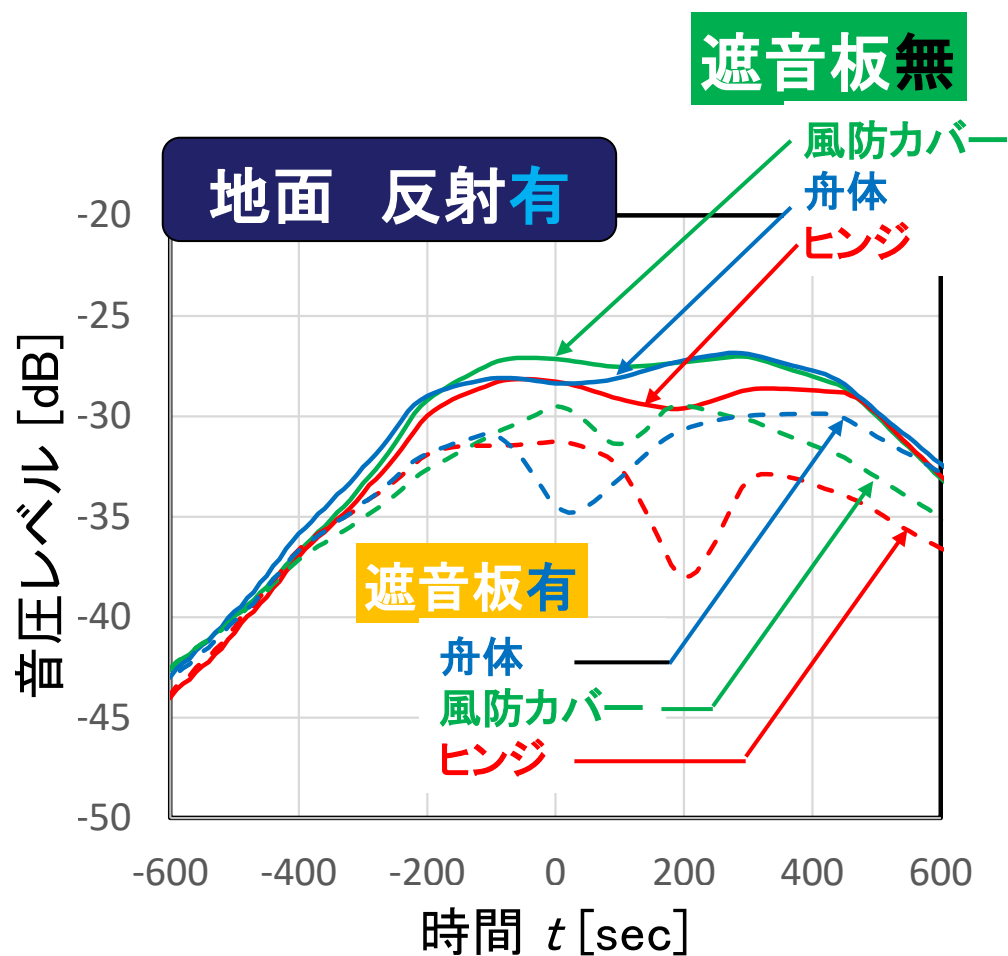
■ 沿線観測点における音圧レベルの時間変化

■ 音源位置の設定



3. 伝達関数の算出

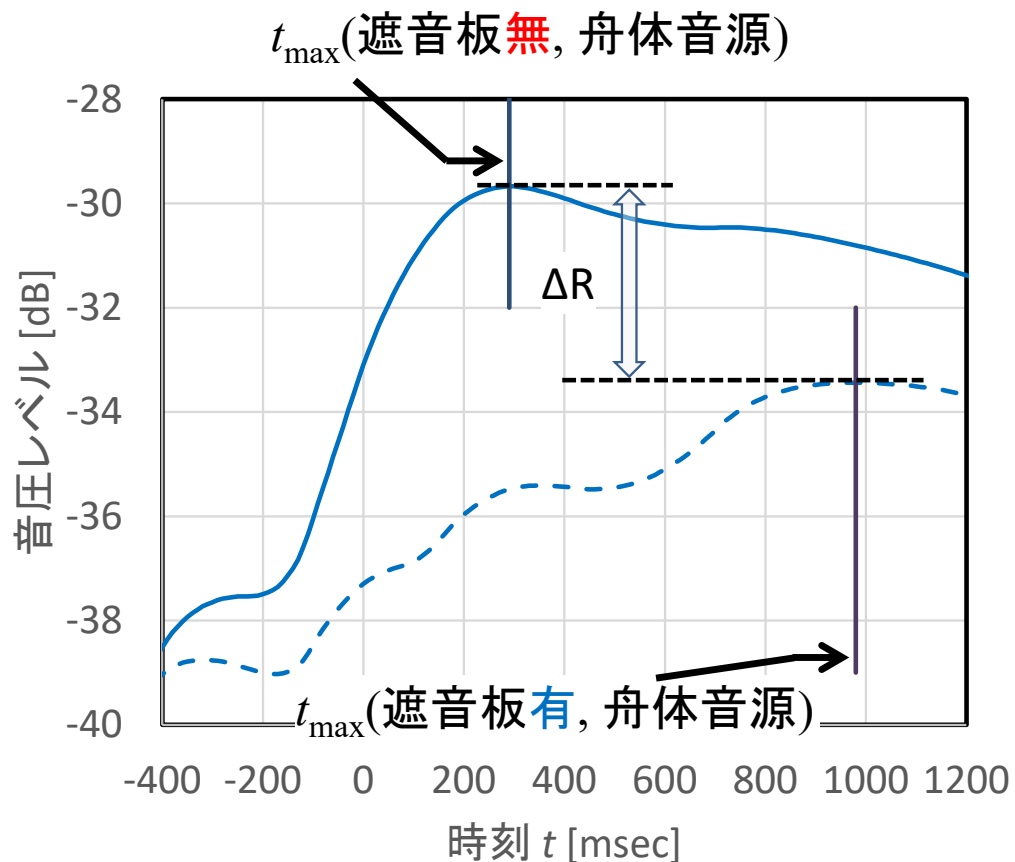
■ 沿線観測点における音圧レベルの時間変化(時定数 35ms, 400Hz帯)



地面反射の影響も含め、観測点前を列車が通過する際の
遮音板による音圧レベルの低減状況を再現

3. 伝達関数の算出

■ 遮音板による音圧レベル低減効果(時定数 1s)



遮音板による騒音変化値 ΔR

音源位置	250 Hz	400 Hz	630 Hz	[dB]
舟体	-3	-3	-4	
ヒンジ	-2	-4	-2	
風防カバー	-1	-3	-1	

- ・舟体やヒンジ位置での低減量が-2 dB~-4 dB。
- ・風防カバーの間隙部に音源がある場合:一部の周波数帯において低減量が-1 dB程度。
→提案手法により 遮音板の設置による騒音低減効果を定量的に推定

4. まとめと成果の活用

■まとめ

- ・パンタグラフに設置された遮音板が沿線観測点における音圧レベルに与える影響を調査した
- ・沿線観測点からのパンタグラフの見通し角変化や地面による反射の影響を考慮したうえで、パンタグラフまわりの音源位置と沿線観測点における音圧レベルの関係を音響数値計算により算出した
- ・パンタグラフまわりの音源位置毎に、遮音板による騒音低減効果を明らかにした。

■成果の活用

パンタグラフ用遮音板の形状、配置条件が沿線観測点での騒音に与える影響について、数値計算により効率的に把握することが可能になる。

【参考文献】

山崎展博:「沿線観測点におけるパンタグラフ用遮音板の騒音低減効果」
日本音響学会第150回(2023年秋季)研究発表会、2023.9(発行)