

水中物体の音響散乱特性解析手法 ～音の見え方予想～

艦艇装備研究所 探知技術研究部 探知機器研究室
防衛技官 赤司 茂

発表の概要

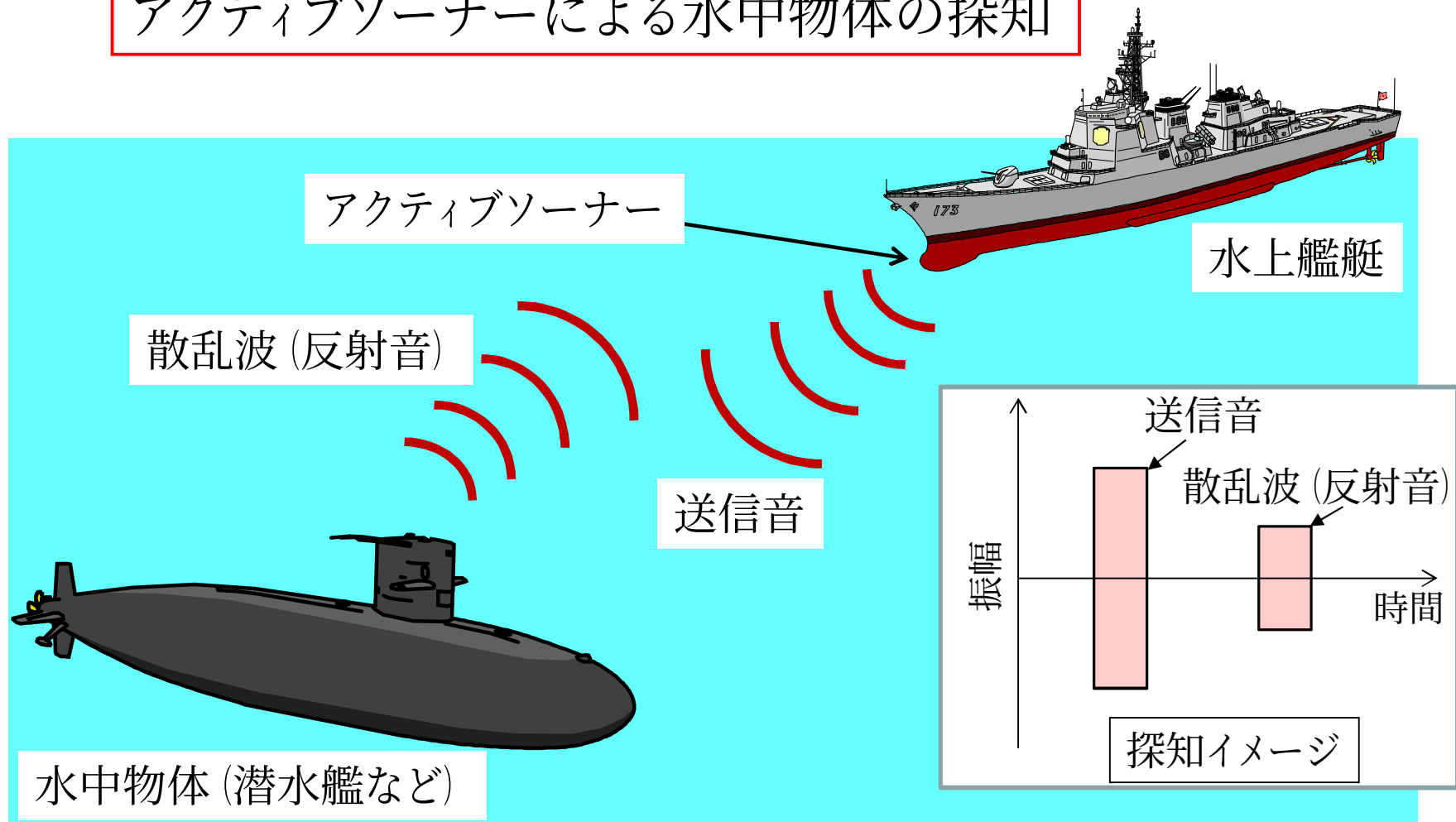
1. 研究の背景
2. 研究の内容
3. モデル解析法の概要
4. モデル解析法の妥当性検証
5. 大型物体への適用
6. まとめ

水中物体の探知

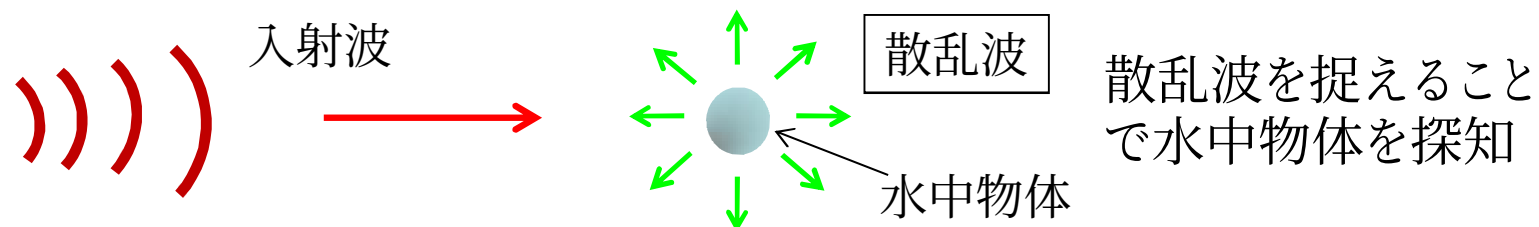
水中は電磁波の減衰が大きく、レーダーには不適

➡ **音波**による探知 (ソーナー【SONAR】SOund Navigation And Ranging)

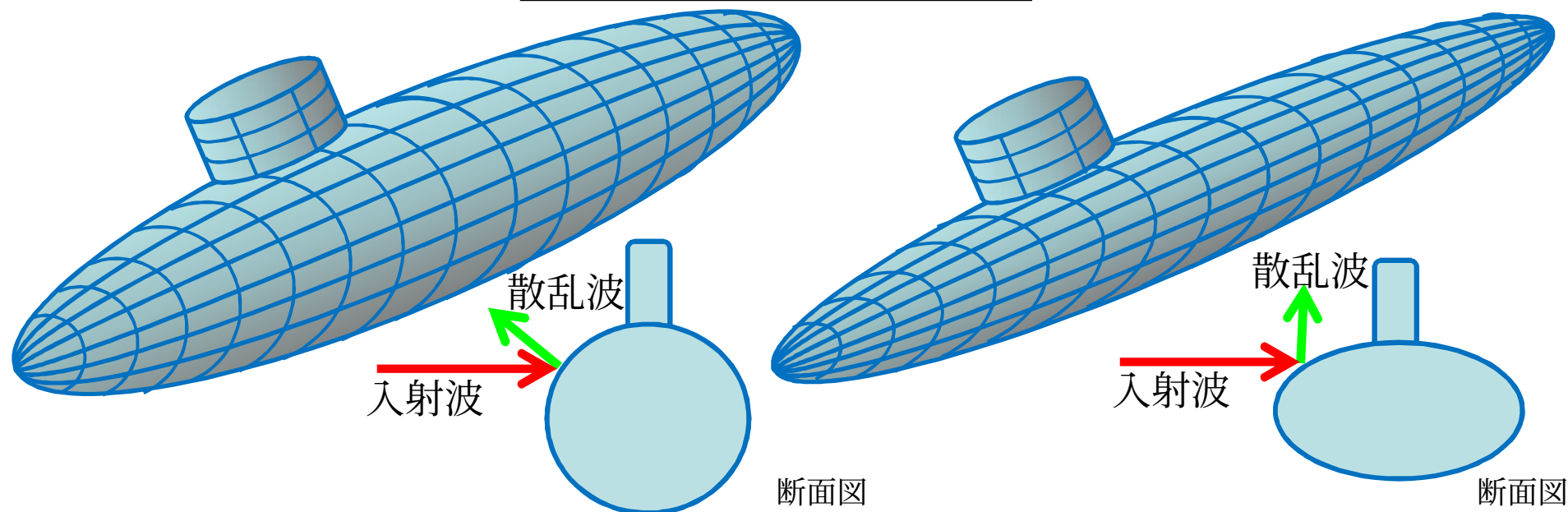
アクティブソーナーによる水中物体の探知



形状による散乱波の変化



水中物体の形状検討



形によって散乱の状態が変化

水中物体のステルス性向上のためには、音響散乱特性の把握が必要

散乱波の見積り手法

散乱波の見積り 手法

実測値
から推定

計算値
から推定

※構造解析(有限要素法)及び音響解析(境界要素法)を用いたモデル解析

実物大
模型

縮小
模型

幾何光学
近似法

モデル解
析法※

精密計測
が困難

スケーリング
誤差発生

回折現象
解析不能

大規模時
計算量大

計算方法に
より対処可能

散乱波の見積り手法としてモデル解析法を選択

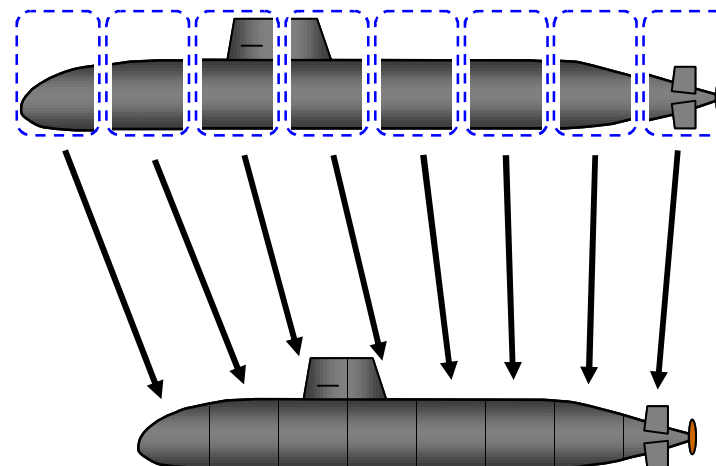
研究の内容

➤ モデル解析法の**妥当性**検証

〔数式によって散乱波の状態が計算できる球の理論
解析解及び水槽試験結果をモデル解析解と比較〕

➤ **大型物体**への適用手法の検討

(分割による計算時間の短縮効果の確認及び
解析精度確保方法の検討)



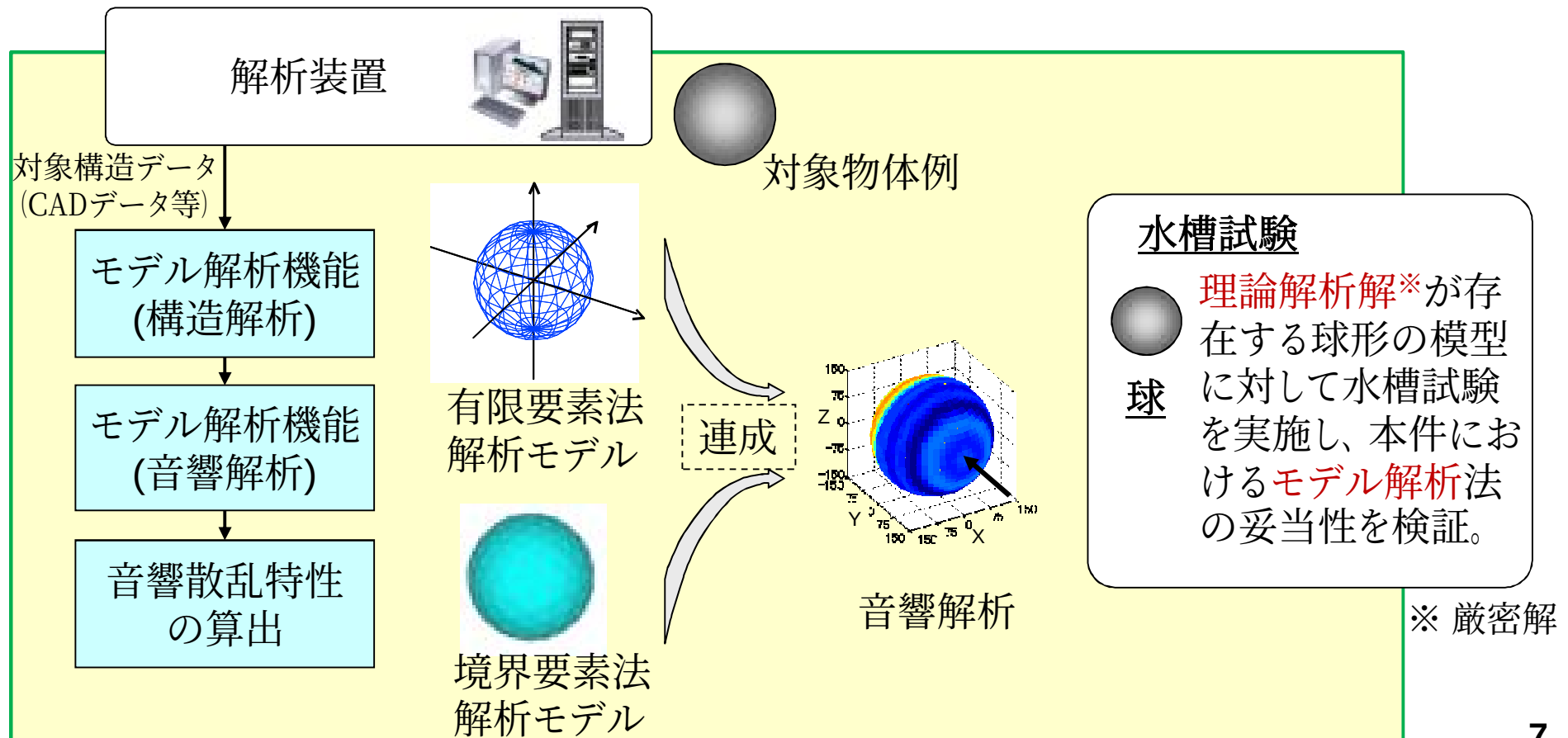
全長: 80m程度

各部分の解析結果を統合

モデル解析法の概要

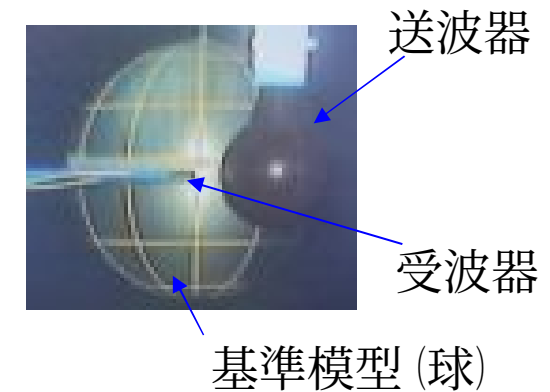
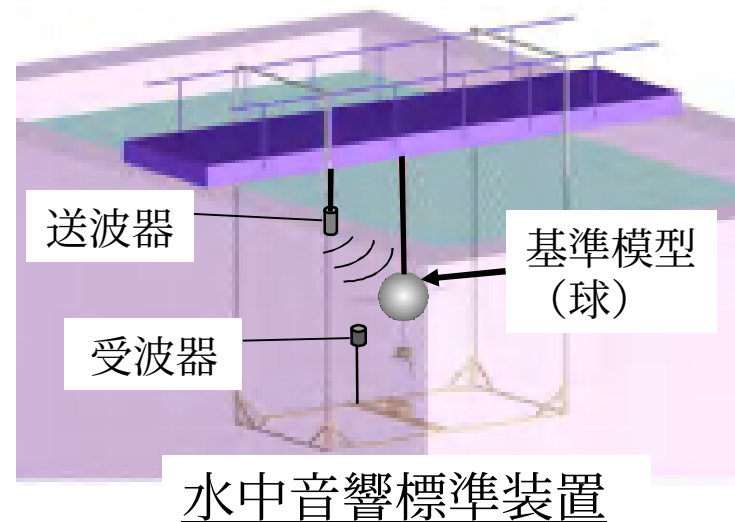
本モデル解析法は、水中物体内部は有限要素法により構造解析を実施し、その外側の音場は境界要素法で表現し、両者を連成することで音響解析を実施する方法※

※有限要素法の計算には「NX Nastran (Siemens社)」、境界要素法には「Rayon (ESI社)」を使用

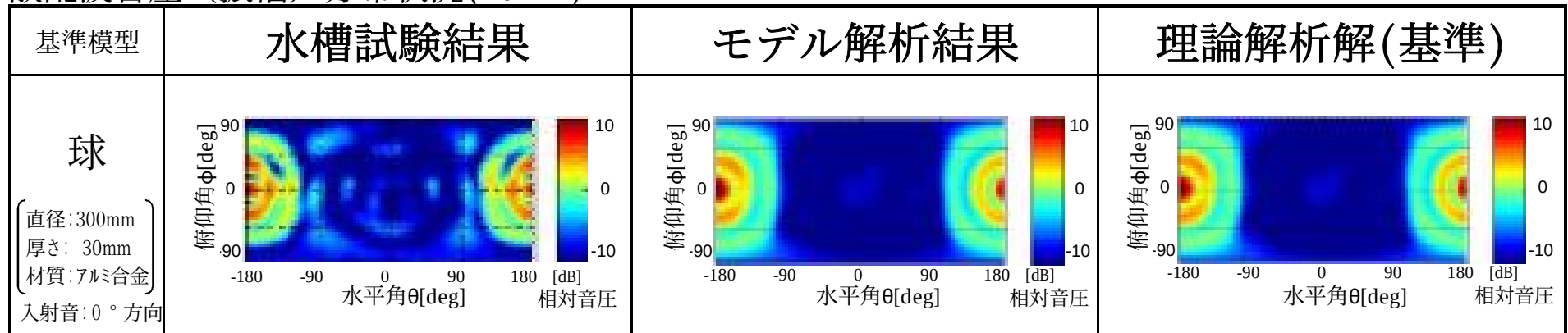


4 モデル解析法 の妥当性検証

モデル解析法の妥当性検証結果



散乱波音圧（振幅）分布状況(10kHz)



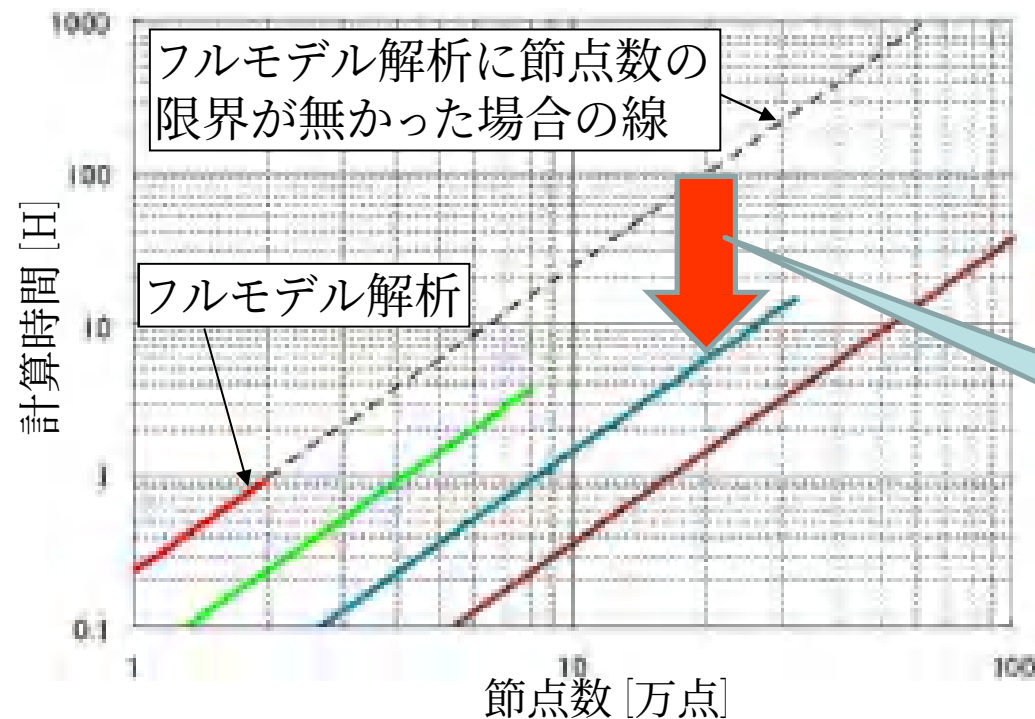
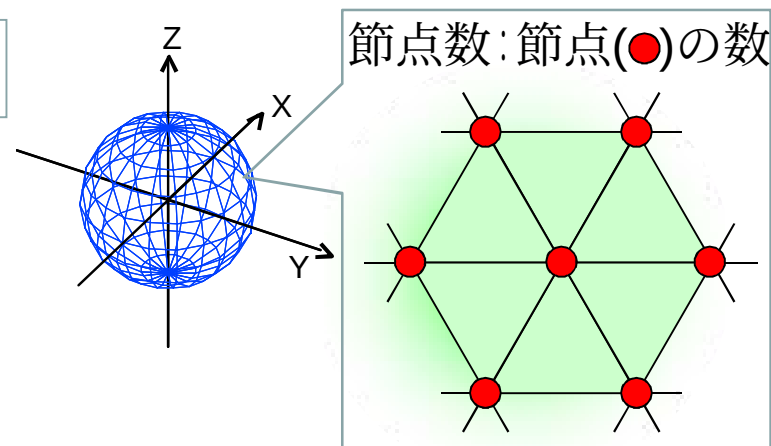
モデル解析の計算の妥当性及び精度を確認

計算時間の短縮

大型物体では節点数は20万点以上

解析における節点数の増加により計算時間は
節点数の約2乗に比例して増加。

➡ 対象を分割して計算時間を短縮



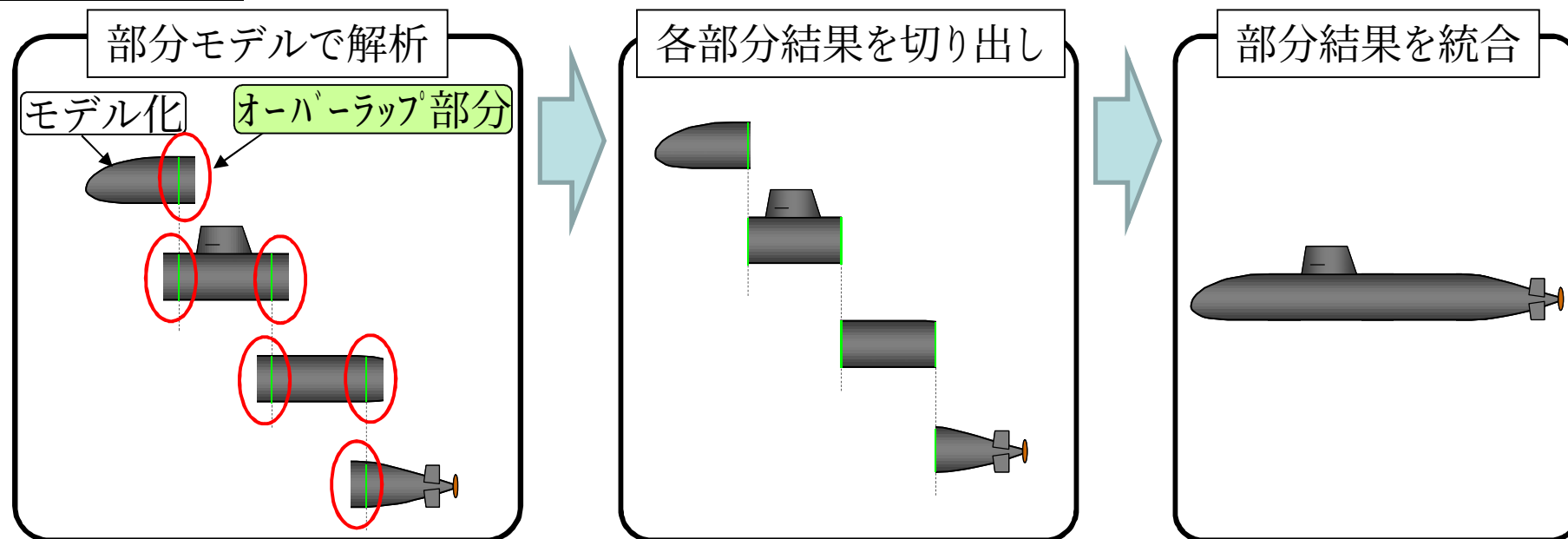
計算時間を短縮

分割により計算時間を短縮し、大型の対象について解析が可能に

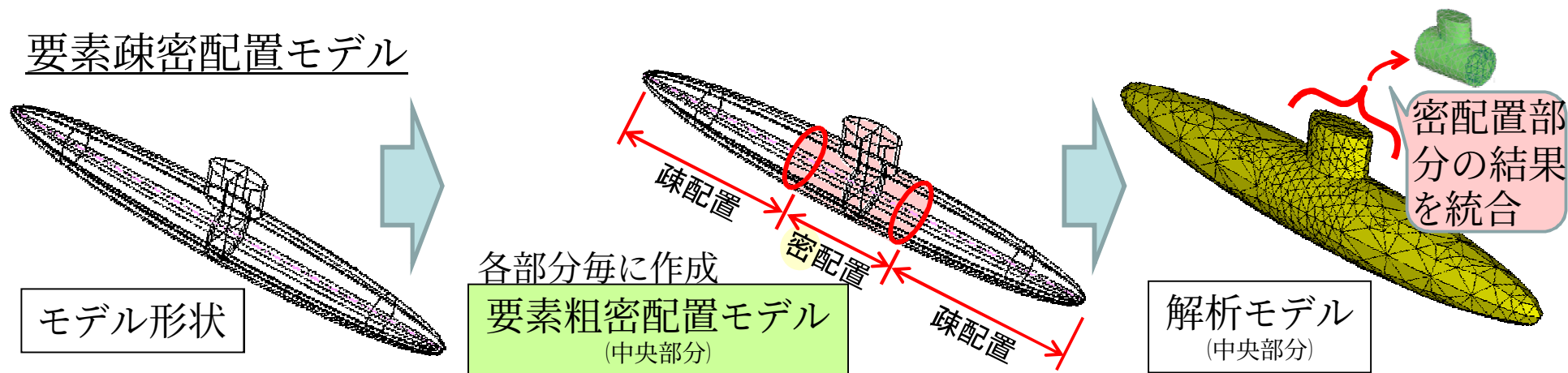
5 大型物体 への適用

分割時の解析精度確保

オーバーラップ



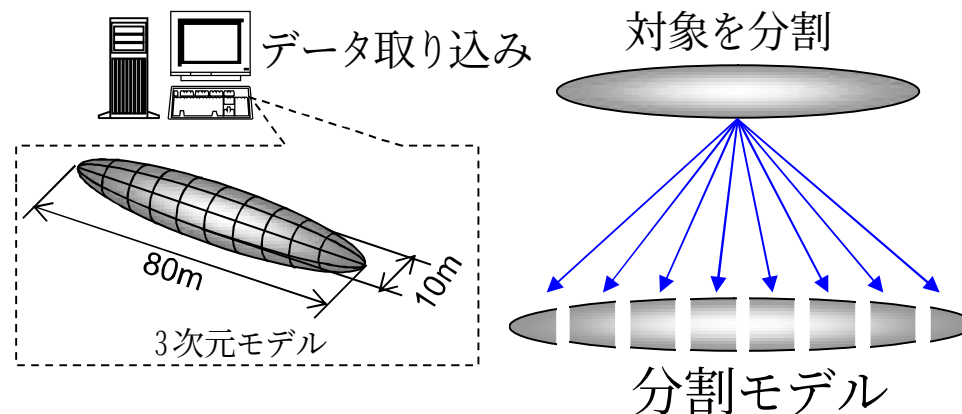
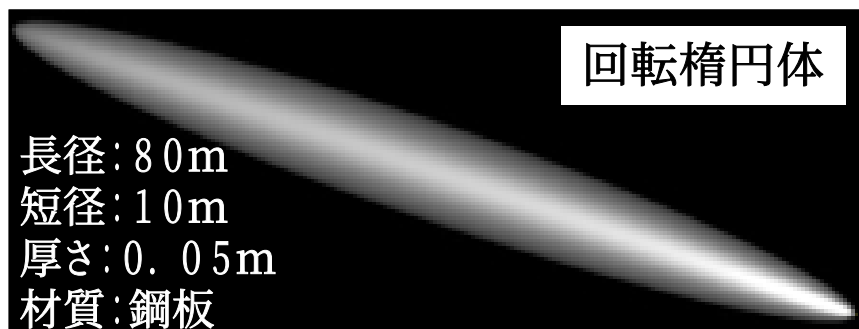
要素疎密配置モデル



対象の規模、形状に応じて方法を選択する

5 大型物体 への適用

回転楕円体の解析 (単純な大型物体への適用)

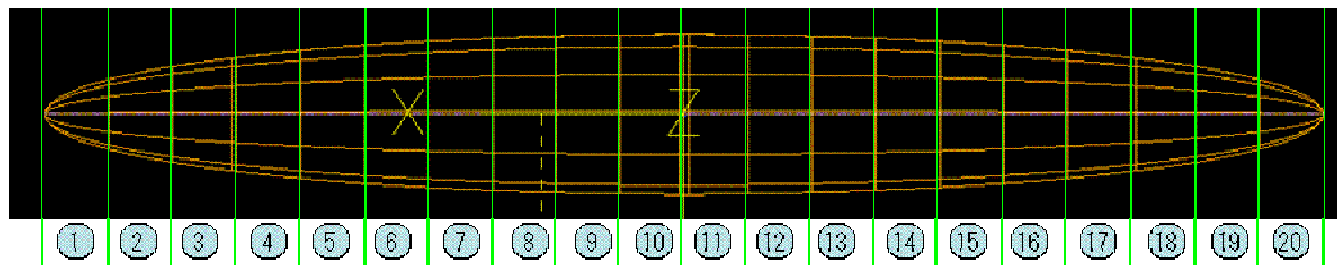


総節点数: 25万点以上 (254,295点)

20分割 (部分当たり2万点以下)

各分割部分節点数

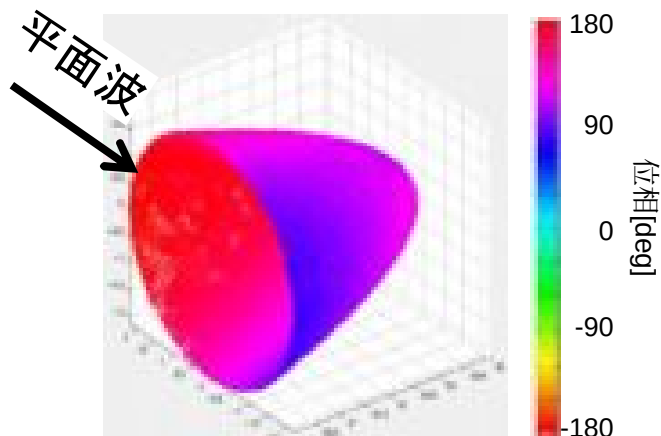
1	8872	11	15677
2	8204	12	15438
3	10274	13	15218
4	11891	14	14526
5	12953	15	13972
6	13875	16	13035
7	14530	17	11892
8	15164	18	10234
9	15506	19	8167
10	16024	20	8843



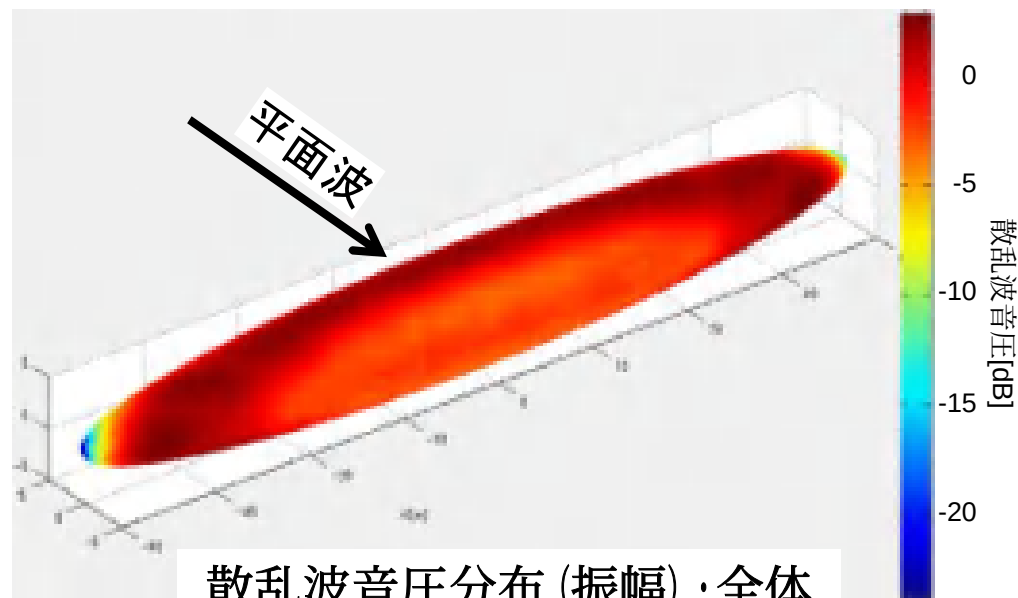
形状データを取り込み、分割して部分当たりの節点数を抑制

5 大型物体 への適用

音響散乱特性の計算結果 (単純な大型物体への適用)

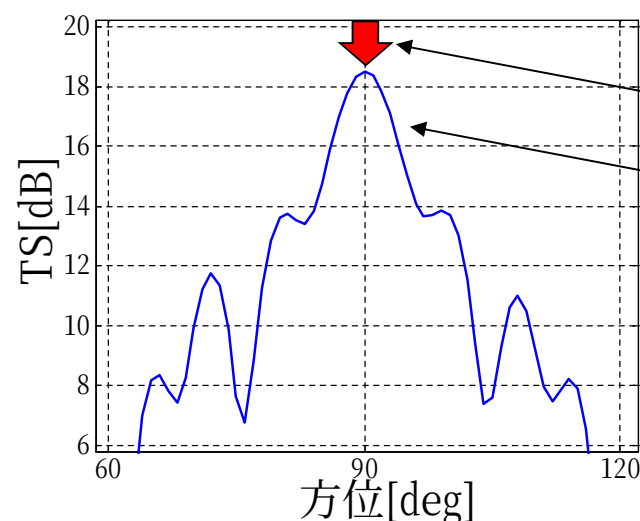


散乱波音圧分布 (位相)・部分



散乱波音圧分布 (振幅)・全体

音響散乱特性
指向性算出結果



平面波入射方向 (90deg)

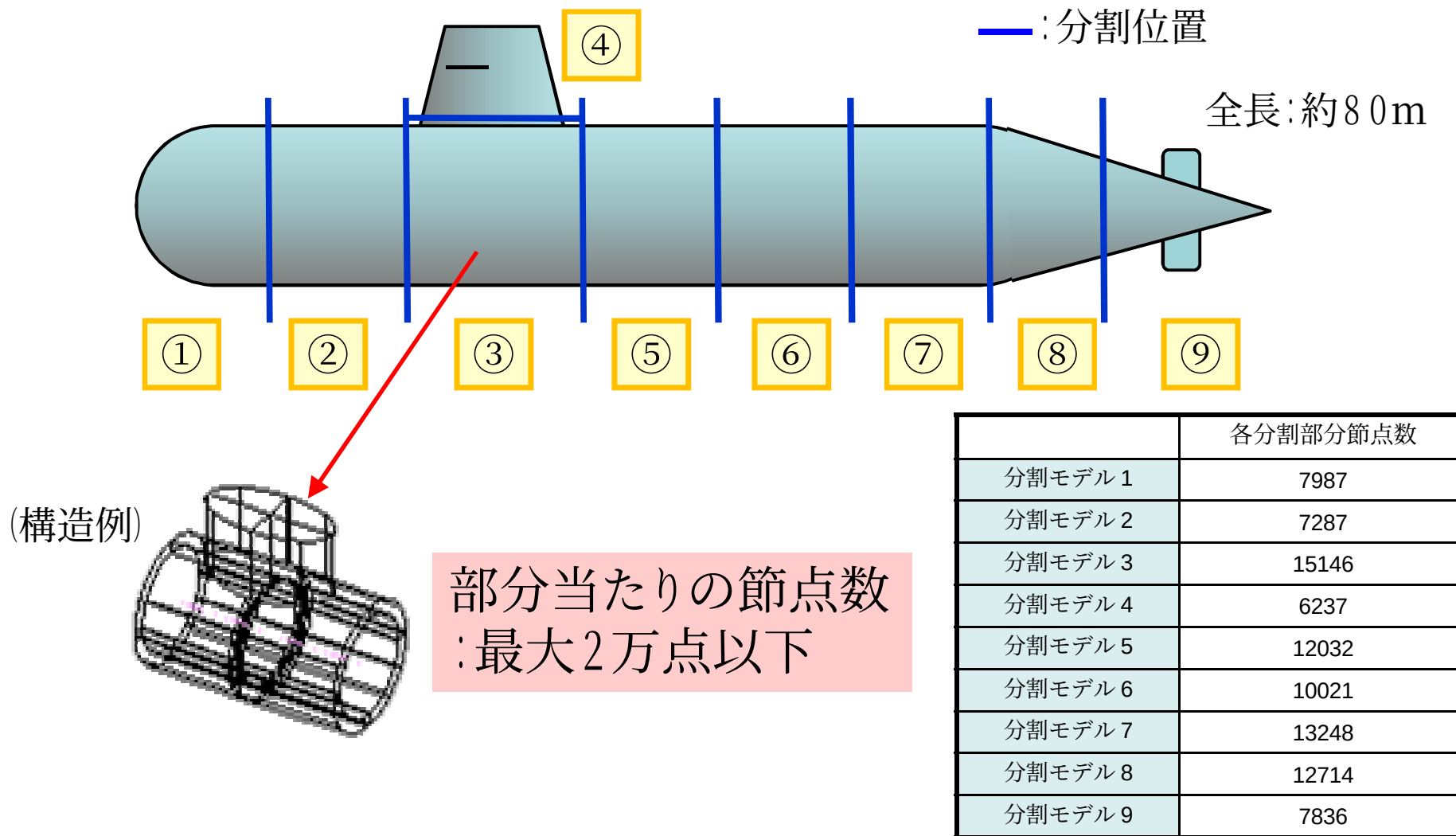
平面波入射方向
のTS※が極大

※ TS (Target Strength):
物体が音波を反射する強さを表す量
(『音響用語辞典』より)

大型物体について、各部分の解析結果を統合する
ことにより、音響散乱特性を算出

5 大型物体 への適用

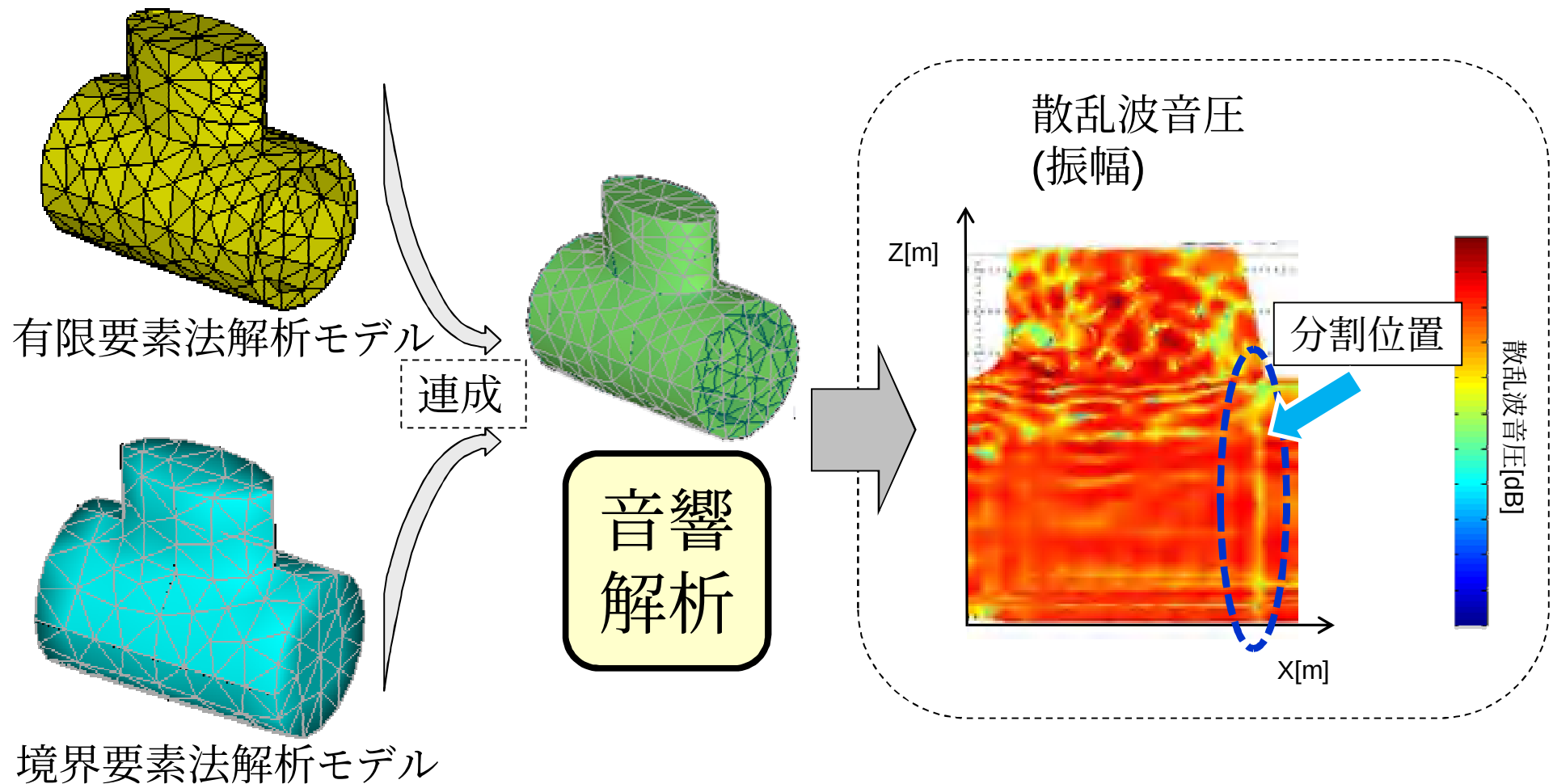
計算対象の分割例 (複雑な大型物体への適用)



計算負荷低減のため全体を分割し構造解析モデルを作成

5 大型物体
への適用

計算結果の連成例 (複雑な大型物体への適用)



各部分の計算結果を統合し、複雑な大型物体について
音響散乱特性を算出できることを確認

まとめ

モデル解析法の妥当性を検証するとともに、大型の物体について音響散乱特性の解析手法として適用できる見通しを得た

今後の検討

- 複雑な形状の対象に対する解析精度の向上
- 船体設計時の構造検討への応用