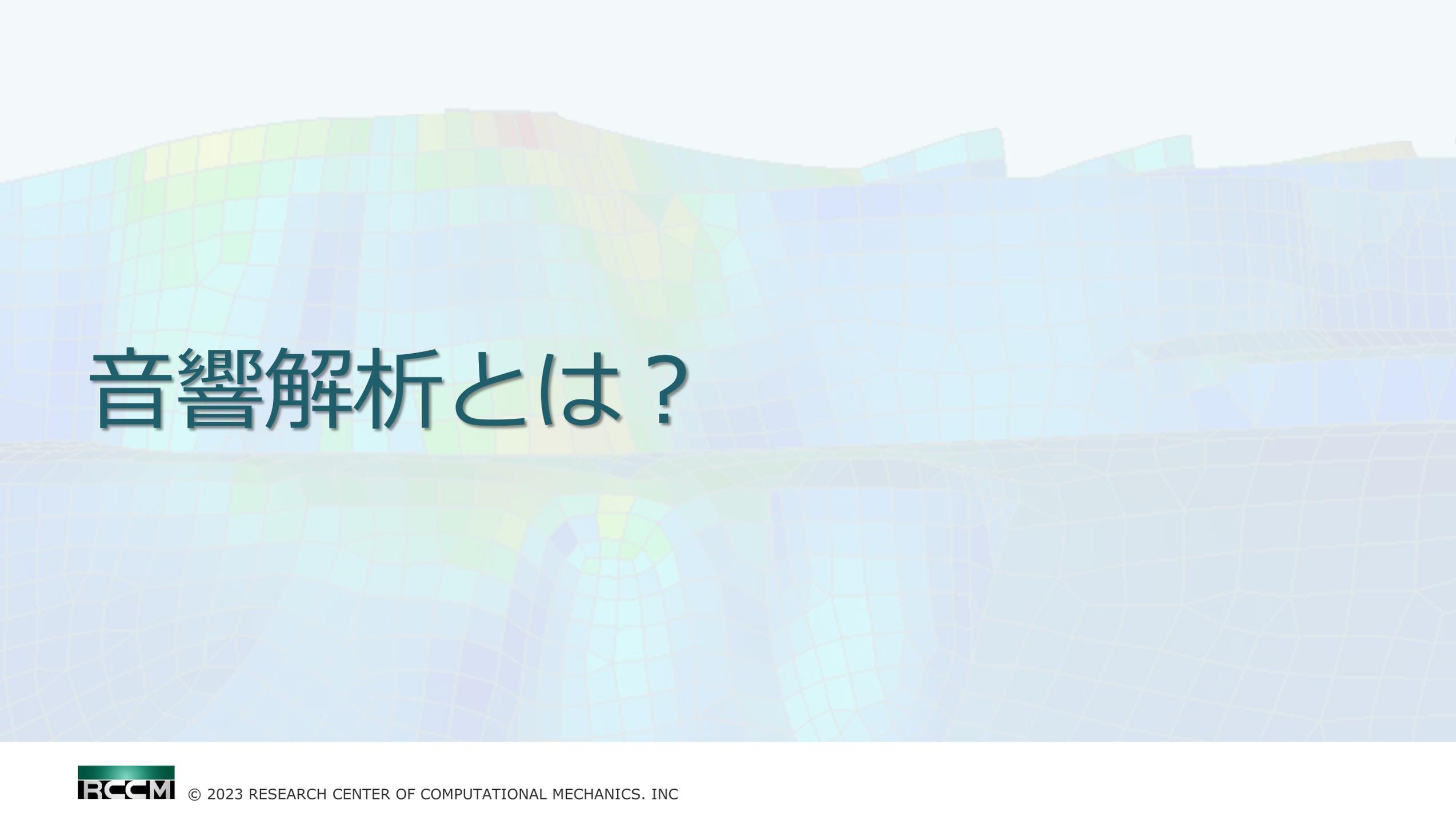
The background of the slide is a 3D visualization of an acoustic analysis simulation. It shows a room with a complex, curved geometry. The walls and ceiling are covered in a fine mesh of small, irregular polygons. The mesh is color-coded, with a gradient from light blue to dark blue, representing different acoustic properties or wave patterns. The floor is a flat, light blue surface. The overall appearance is that of a technical or scientific visualization.

音響解析入門

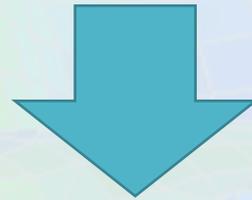
株式会社 計算力学研究センター



音響解析とは？

音響解析とは？

さまざまな音響現象（音の発生, 伝播, 反射, 吸収など）について、
数理的なモデルを構築して計算すること



「音」という現象を扱う解析

音とは…？

モノの振動が耳まで伝わるもの

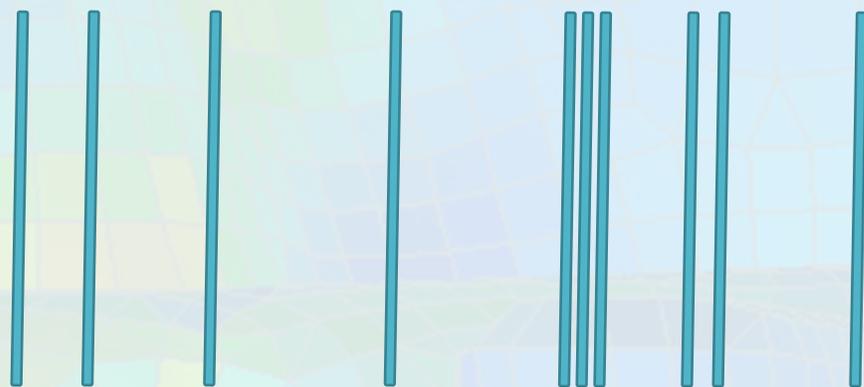


音とは…？

音の発生源 (音源)



圧力変動の波動(圧力波)



鼓膜が振動

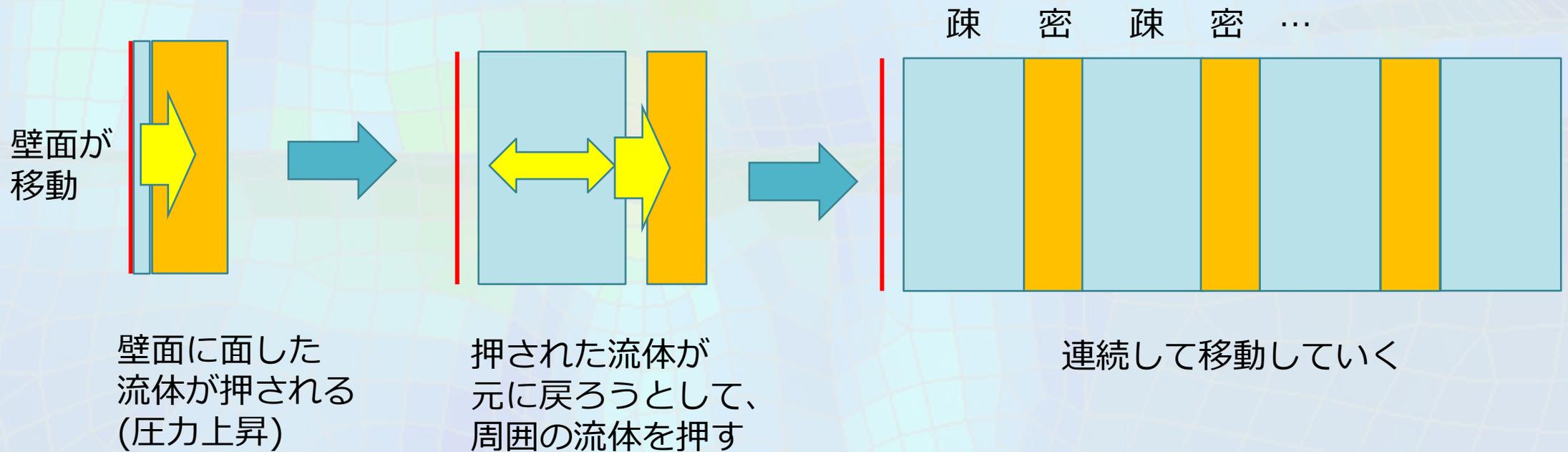


→音として
認知

音とは…？

◆ 圧力波の伝搬

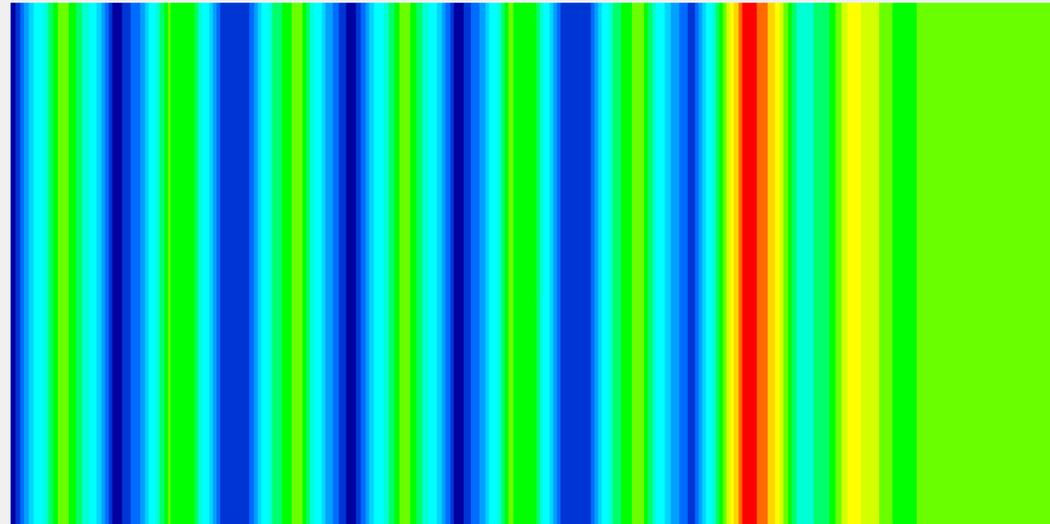
⇒ 圧力の疎密が伝搬していく状況が音として認識される



音響解析とは？

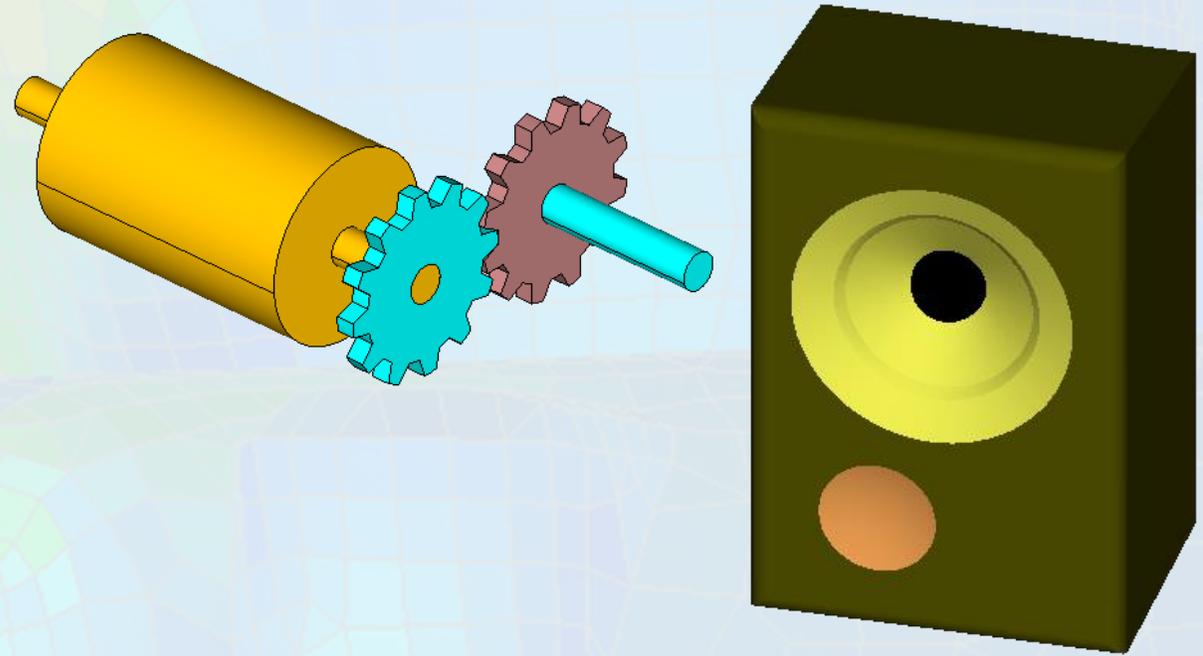
流体媒質内の圧力波の伝搬を計算する解析

- ◆ 基本的には、疎密波（縦波）での伝搬を解析
- ◆ 流体の運動は、別途、流体解析の実施が必要



音響解析での音源

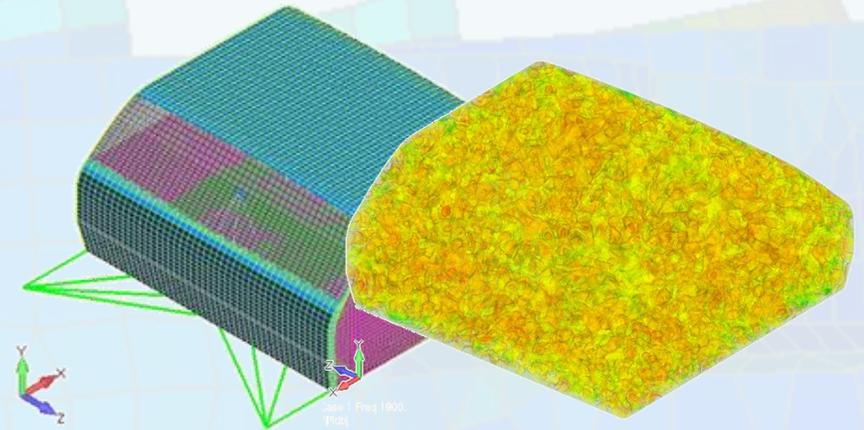
- **モーター/エンジン**
- **スピーカー**
- **環境騒音**
 - ◆ 自動車や電車などの走行音
 - ◆ 工場操業音
 - ◆ 建築現場や工事現場の音
- **流体の乱流からの圧力波**



音響解析の目的

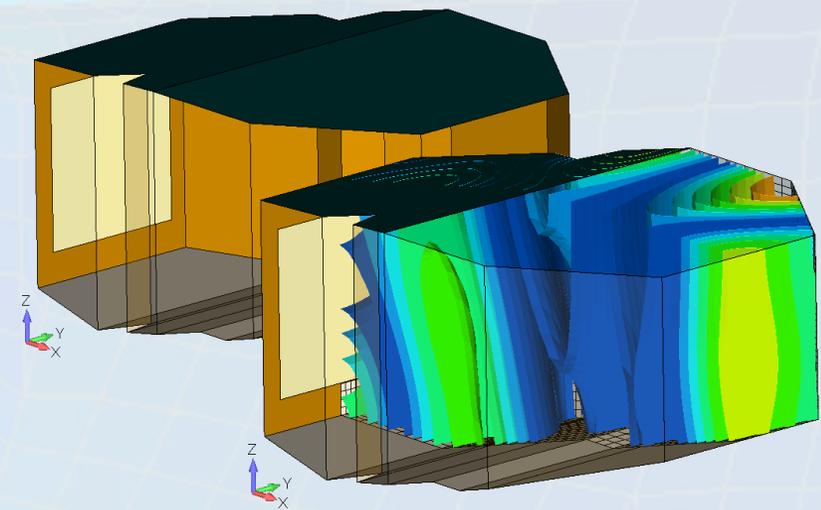
□ 音質の向上

- ◆ 車内の音（スピーカー）の音質の向上
- ◆ 建築物内の音響（コンサートホールなど）



□ 騒音対策

- ◆ 建築現場での環境への騒音低減
- ◆ 建築物への周囲の環境音(自動車/電車)の影響確認/減衰
- ◆ 工業内で発生する振動の抑制
- ◆ 環境騒音(外部からの走行音)などの車内への影響低減



音響解析での設定項目

□ 音響を考慮する空間

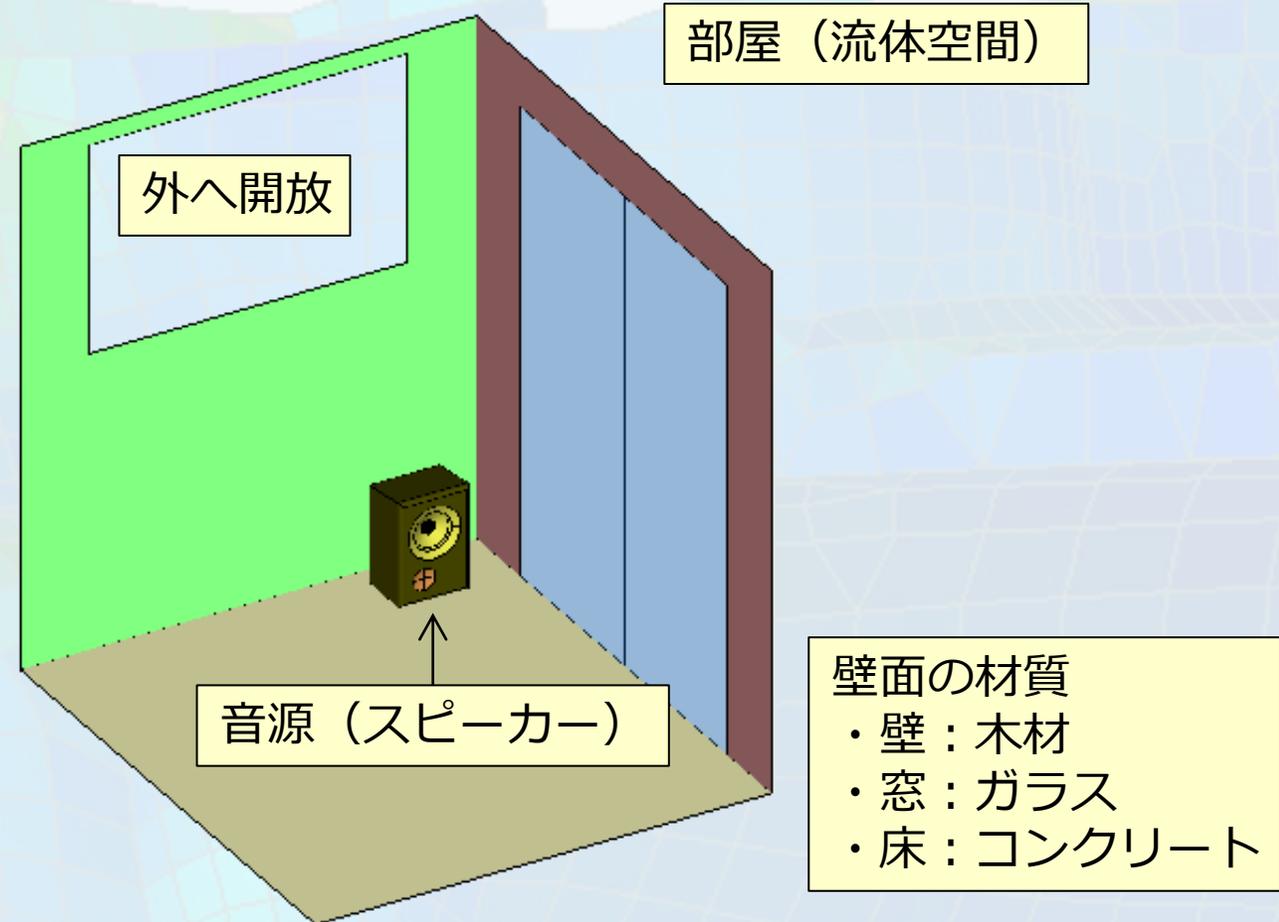
- ◆ 流体の種類

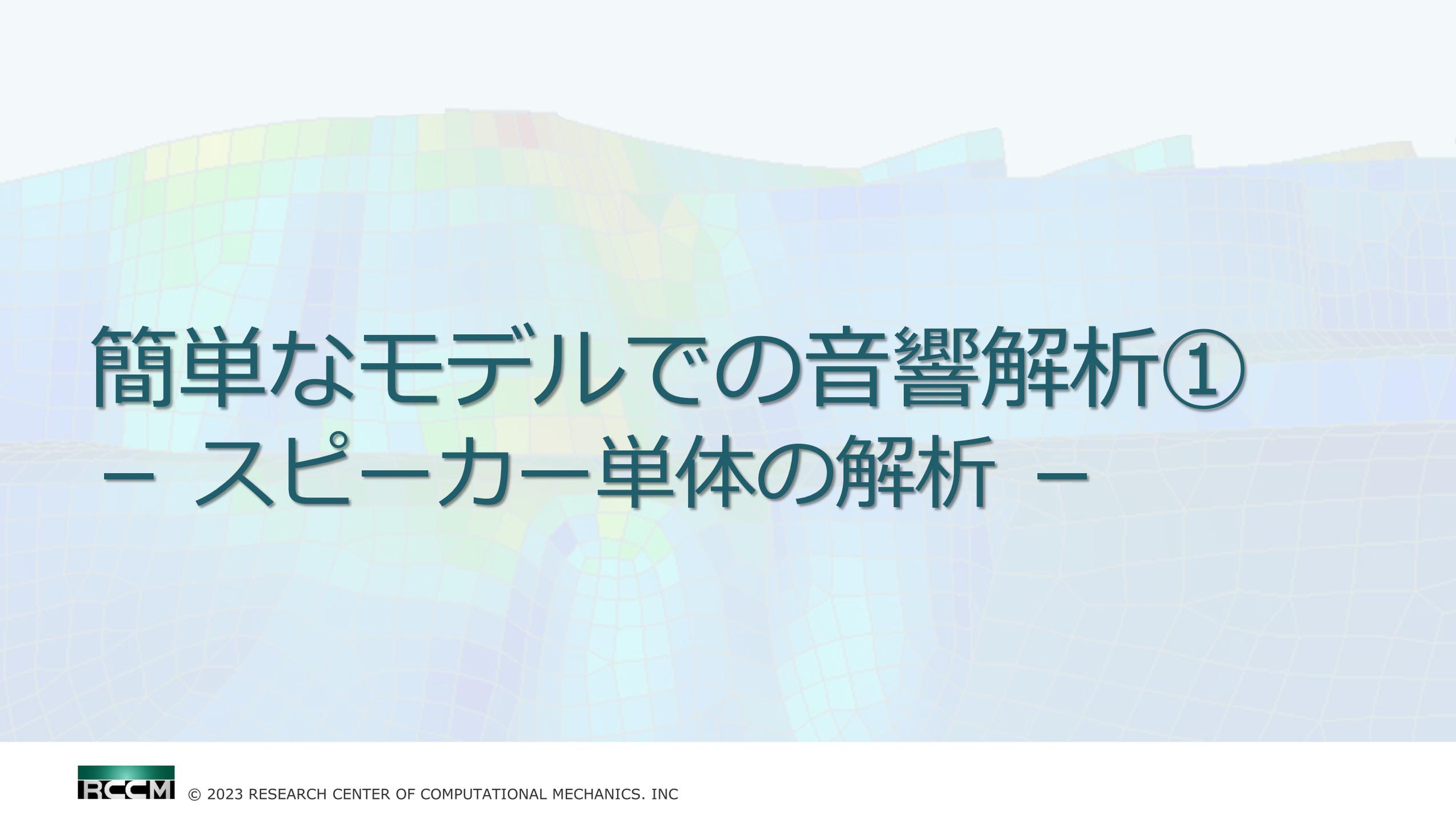
□ 音源となる振動部分

- ◆ エンジンやモーターなどの振動体
- ◆ スピーカーなど

□ 壁面部分

- ◆ 壁面の材質（金属/木材/多孔質）
- ◆ 開放壁面の設定（無限境界）





簡単なモデルでの音響解析①

－ スピーカー単体の解析 －

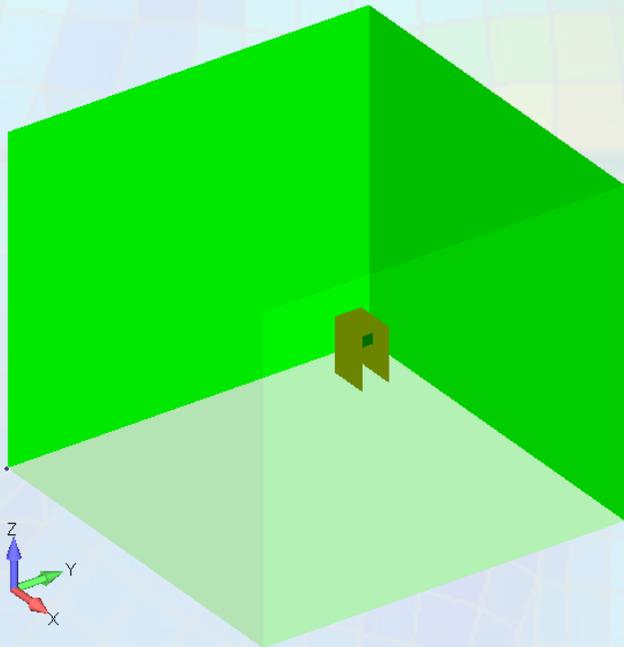
解析概要と解析モデル

室内の音響解析

⇒ スピーカーからの音が、4.5畳の部屋の中をどのように広がっていくかを時刻歴解析

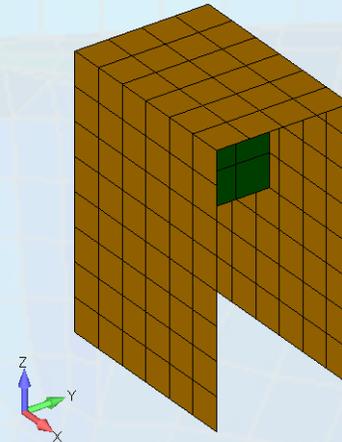
● 部屋の大きさ

: 2.73m×2.73m×高さ 2.4m



● スピーカーの大きさ

: 0.3m×0.2m×高さ 0.4m



解析条件

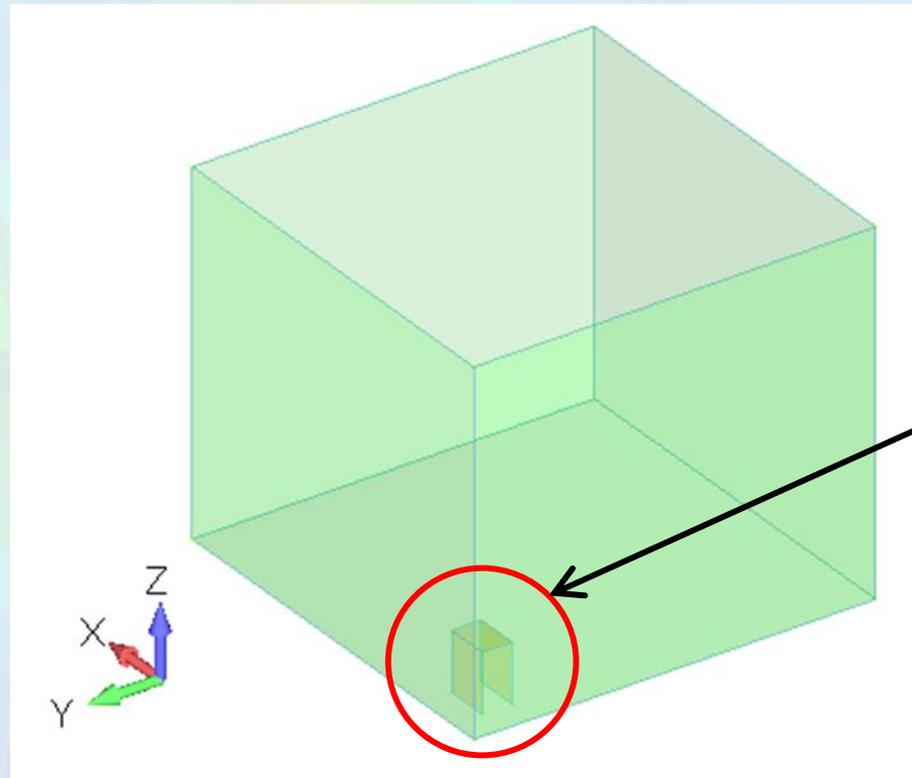
次の条件で解析を実施

- スピーカーから20Hzと400Hzの正弦波で音を発信
- スピーカー筐体と部屋の壁の材料特性を変更して解析

解析ケース	音源 [Hz]	スピーカー筐体		部屋の壁	
		材料	厚さ[m]	材料	厚さ[m]
1	20	木材	0.005	木材	0.01
2	20	アルミ	0.005	コンクリート	0.05
3	400	木材	0.005	木材	0.01
4	400	アルミ	0.005	コンクリート	0.05

解析結果：音源 400[Hz]の場合

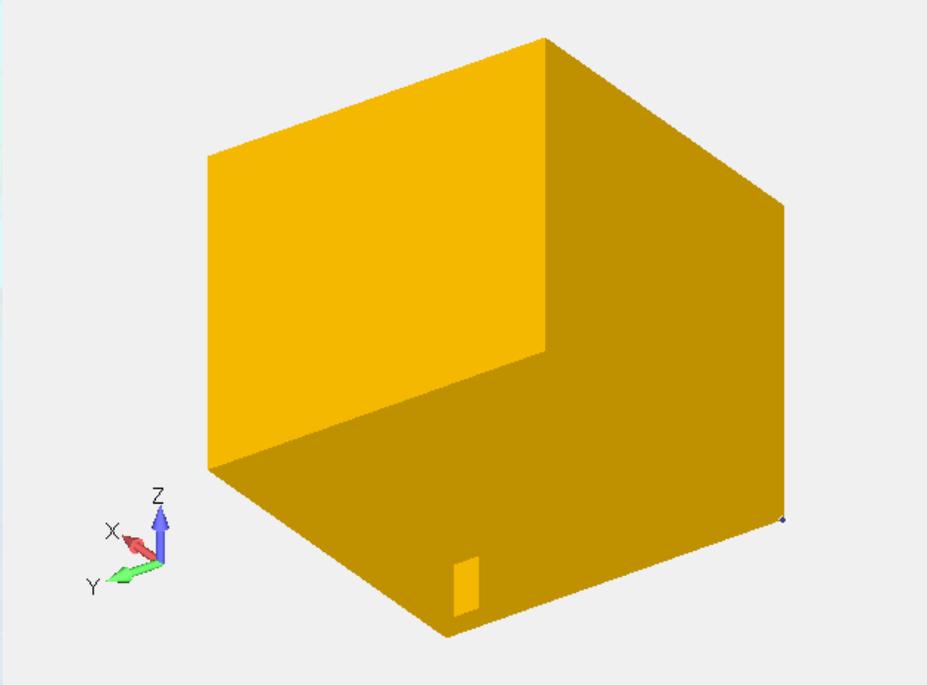
時間経過とともに空間を伝わる音波をアニメーションで確認



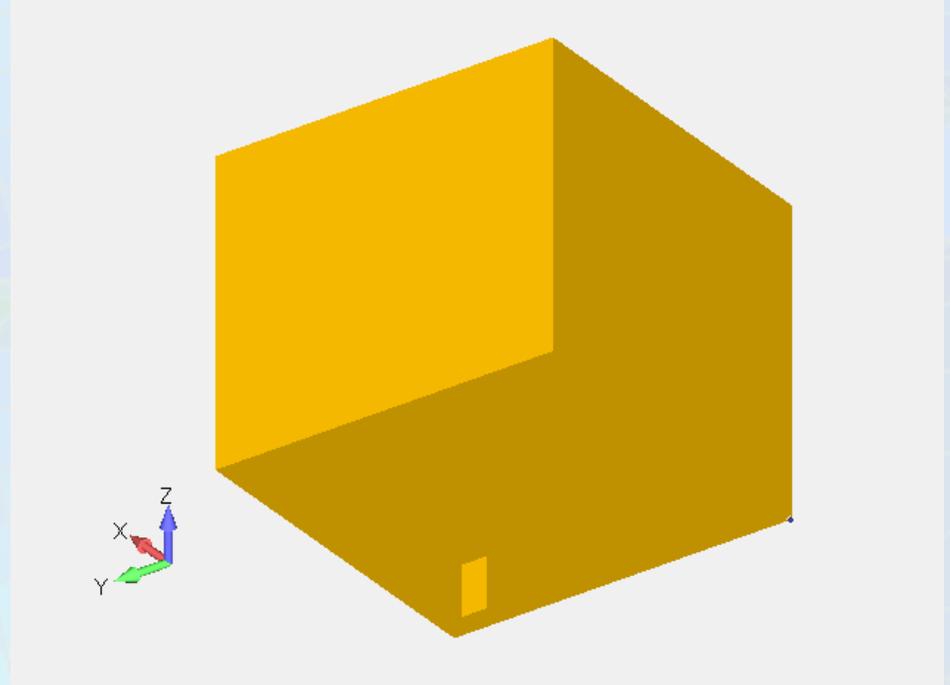
スピーカー

解析結果：音源 400[Hz]の場合

- スピーカー筐体：木材
- 部屋の壁：木材

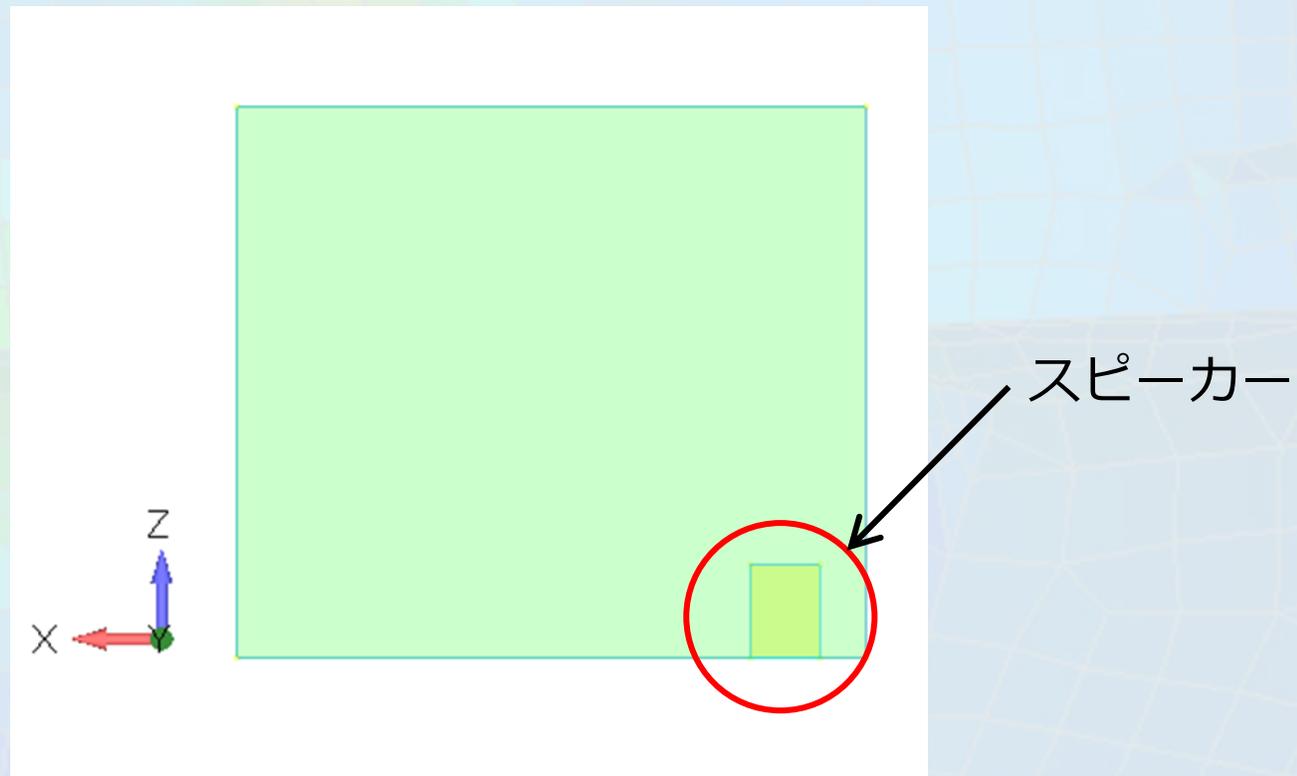


- スピーカー筐体：アルミ
- 部屋の壁：コンクリート



解析結果：音源 400[Hz]の場合

時間経過とともに空間を伝わる音波をアニメーションで確認



解析結果：音源 400[Hz]の場合

- スピーカー筐体：木材
- 部屋の壁：木材

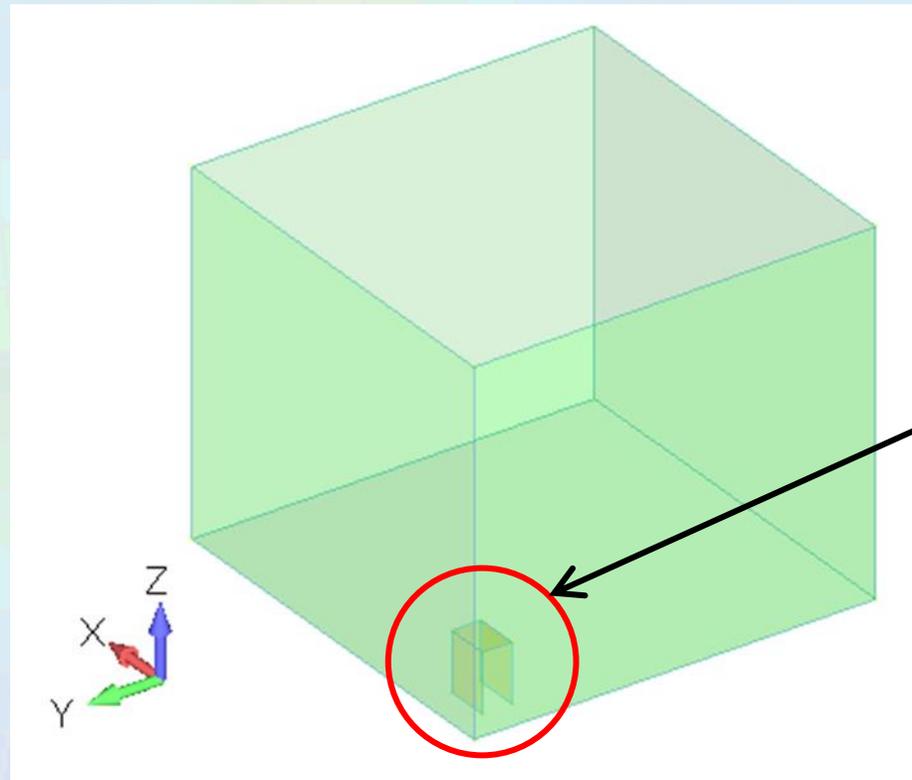


- スピーカー筐体：アルミ
- 部屋の壁：コンクリート



解析結果：音源 20[Hz]の場合

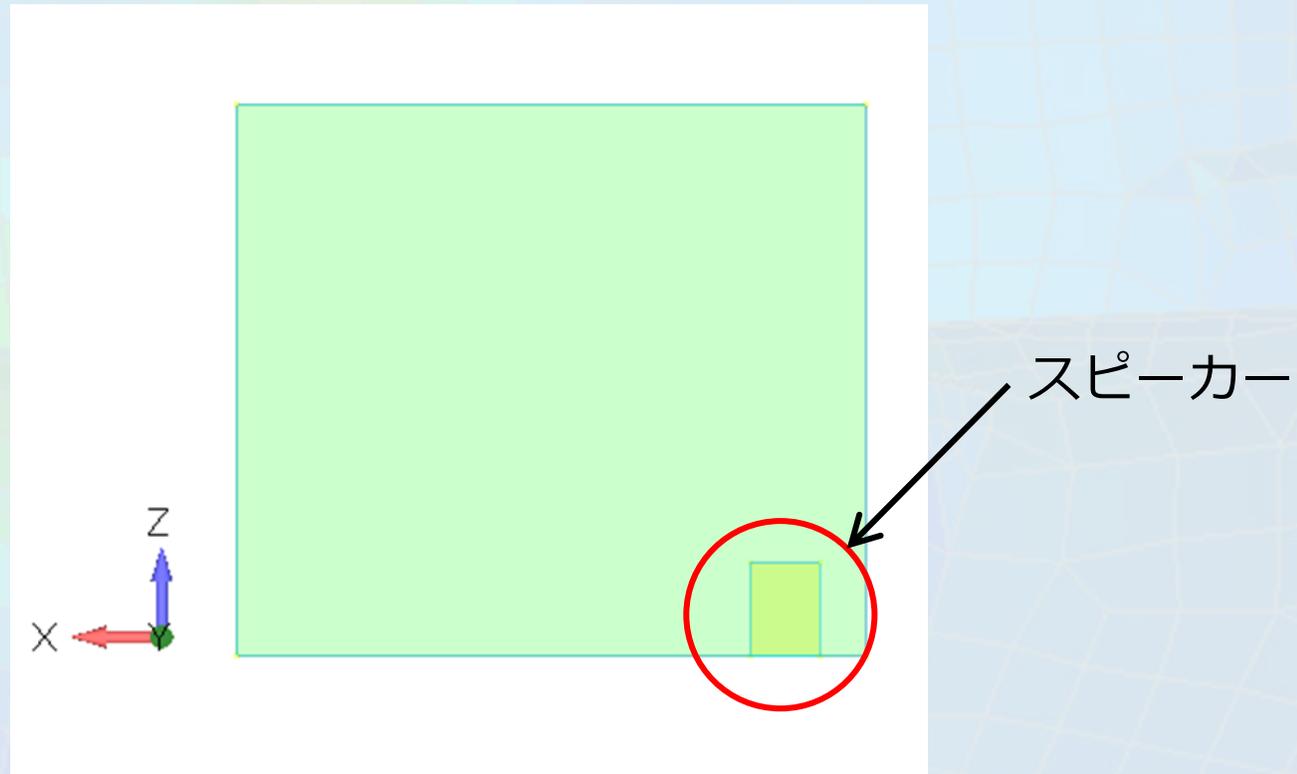
時間経過とともに空間を伝わる音波をアニメーションで確認



スピーカー

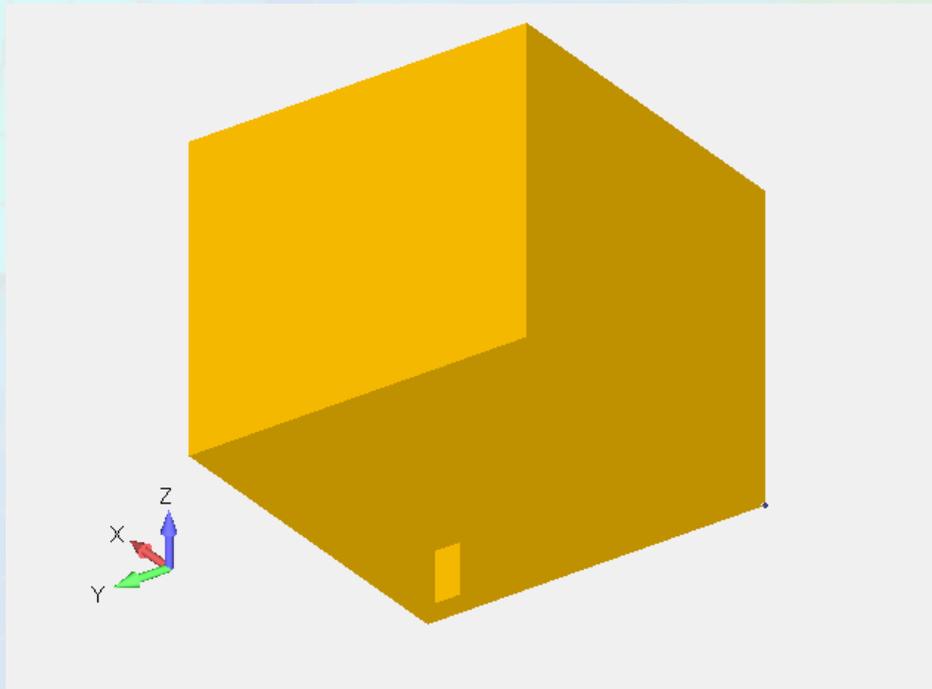
解析結果：音源 20[Hz]の場合

時間経過とともに空間を伝わる音波をアニメーションで確認

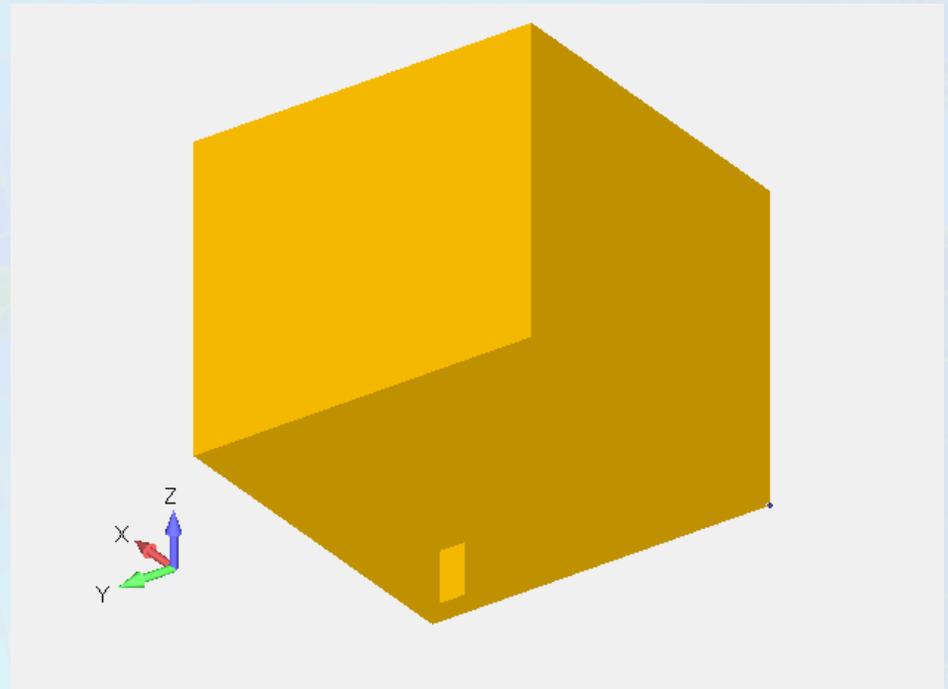


解析結果：音源 20[Hz]の場合

- スピーカー筐体：木材
- 部屋の壁：木材

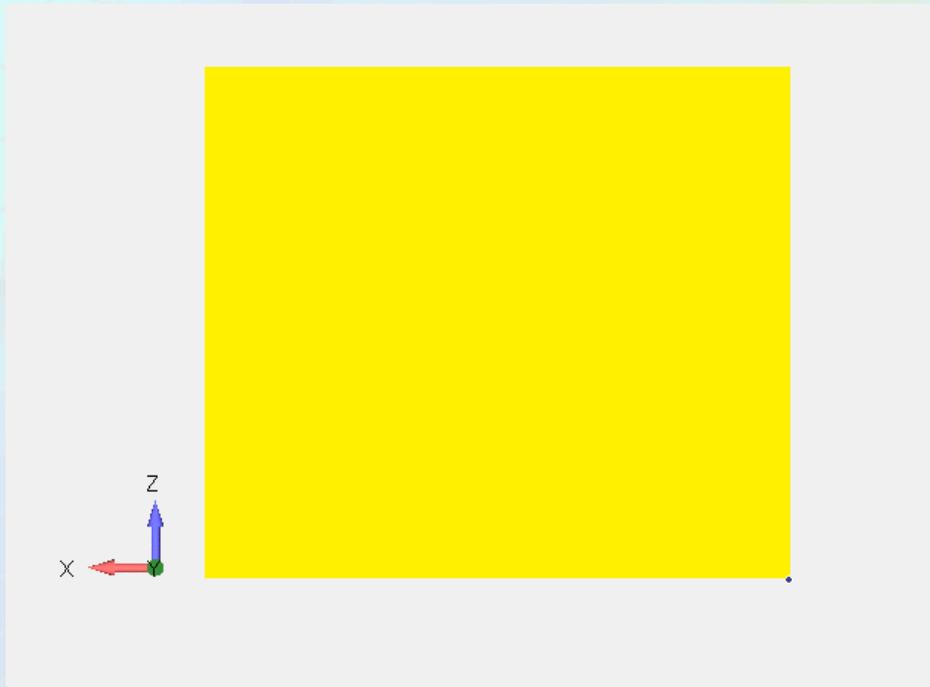


- スピーカー筐体：アルミ
- 部屋の壁：コンクリート

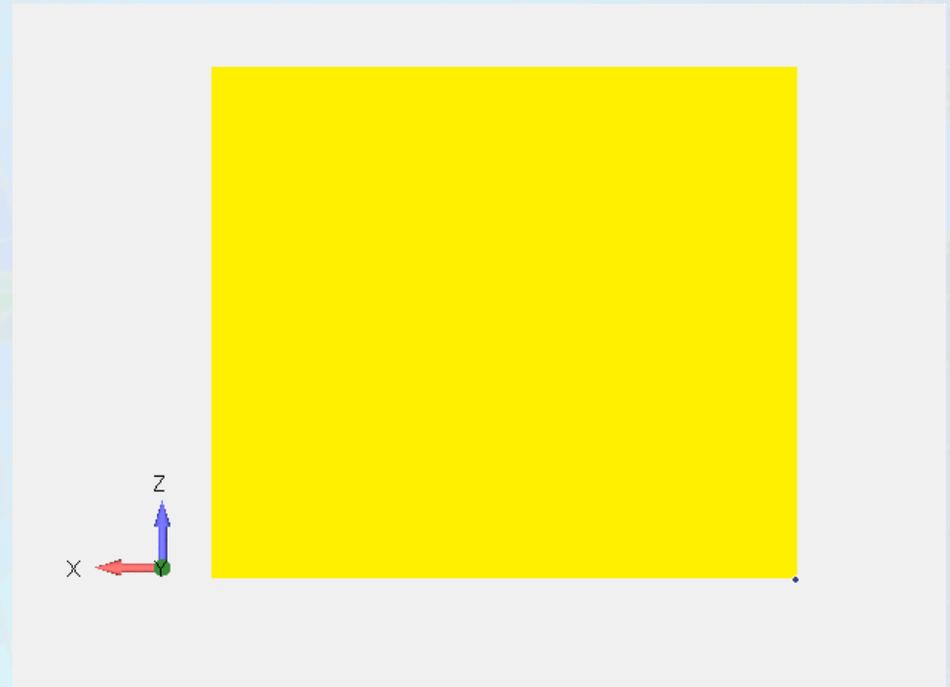


解析結果：音源 20[Hz]の場合

- スピーカー筐体：木材
- 部屋の壁：木材

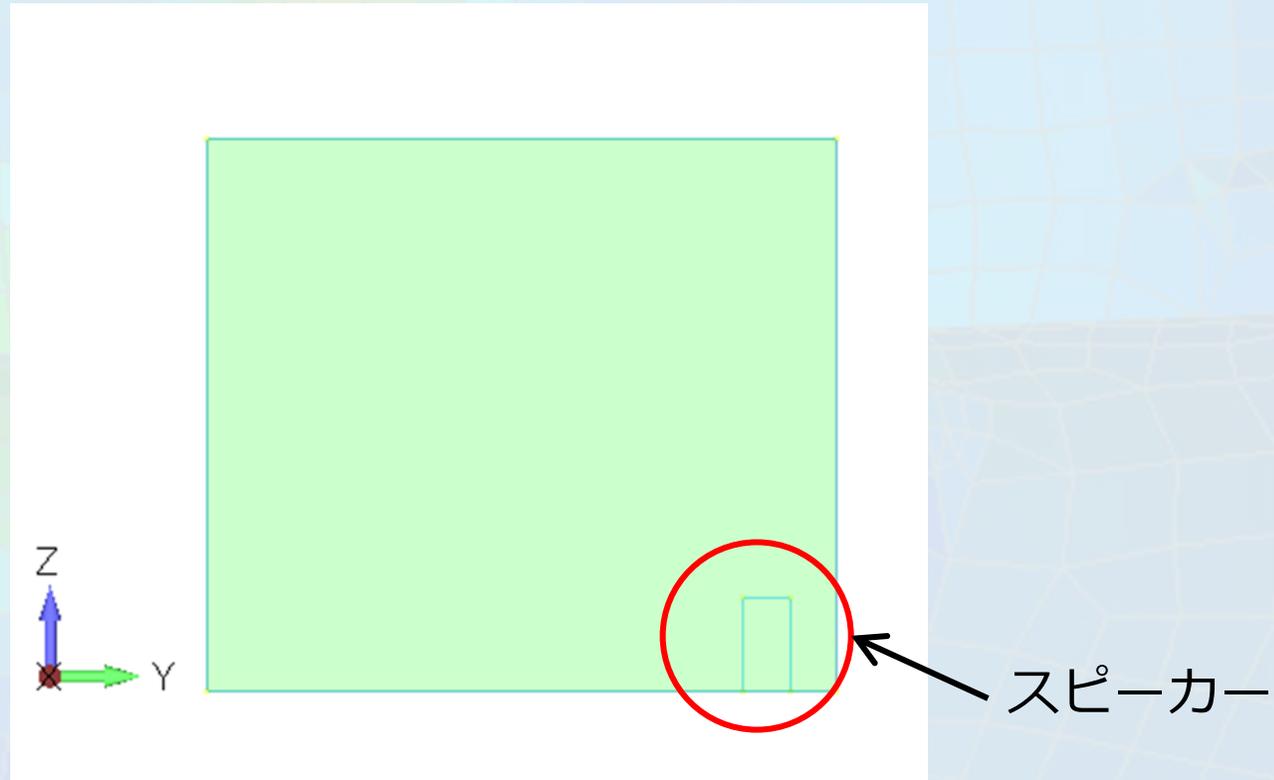


- スピーカー筐体：アルミ
- 部屋の壁：コンクリート



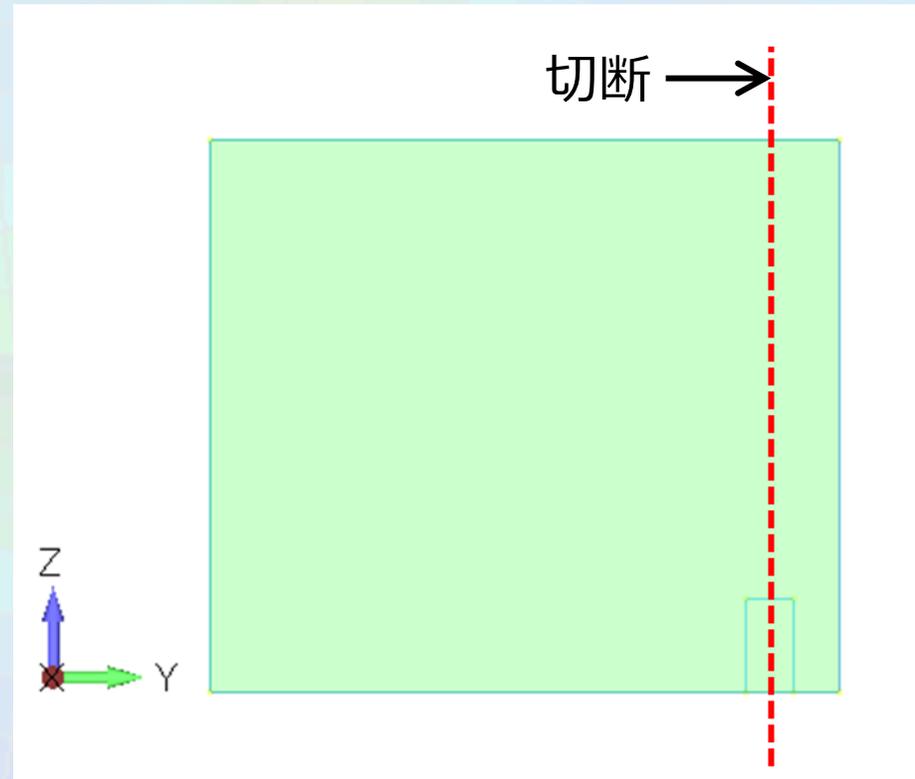
解析結果：音源 20[Hz]の場合

スピーカーの中心位置で切断した面でのアニメーション



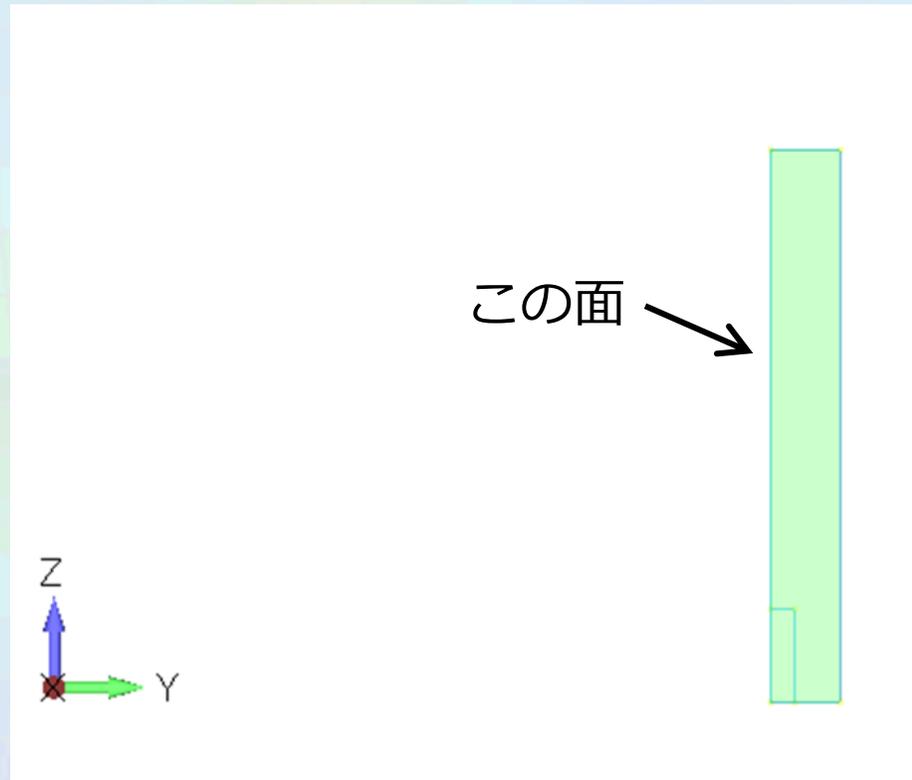
解析結果：音源 20[Hz]の場合

スピーカーの中心位置で切断した面でのアニメーション



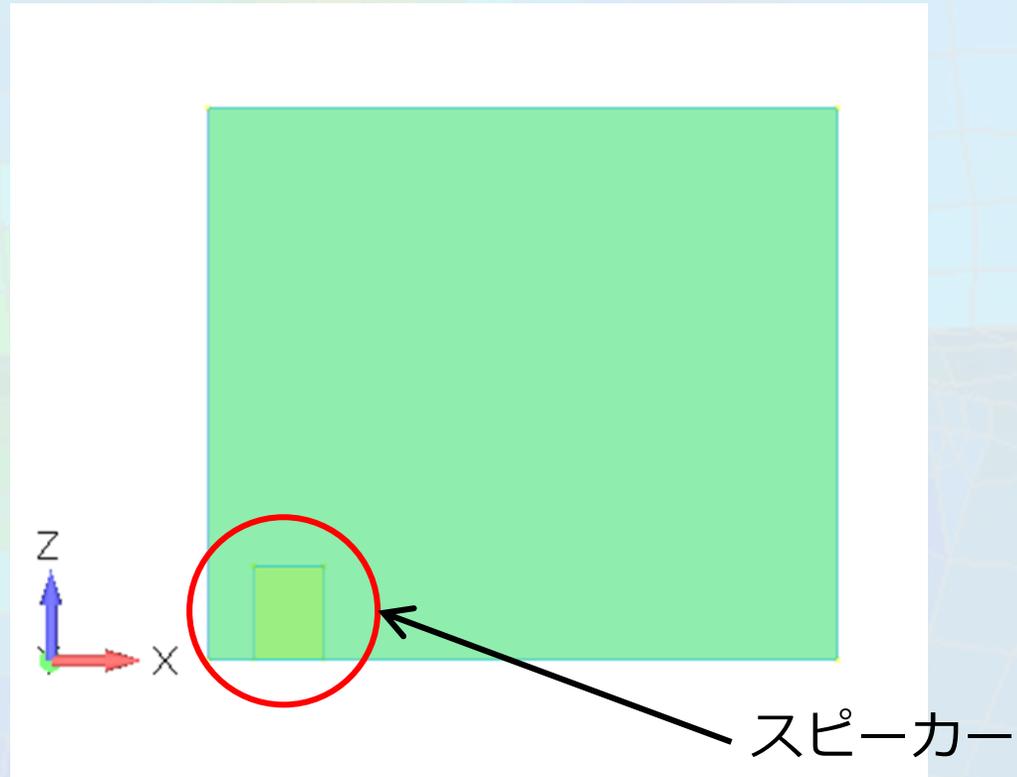
解析結果：音源 20[Hz]の場合

スピーカーの中心位置で切断した面でのアニメーション



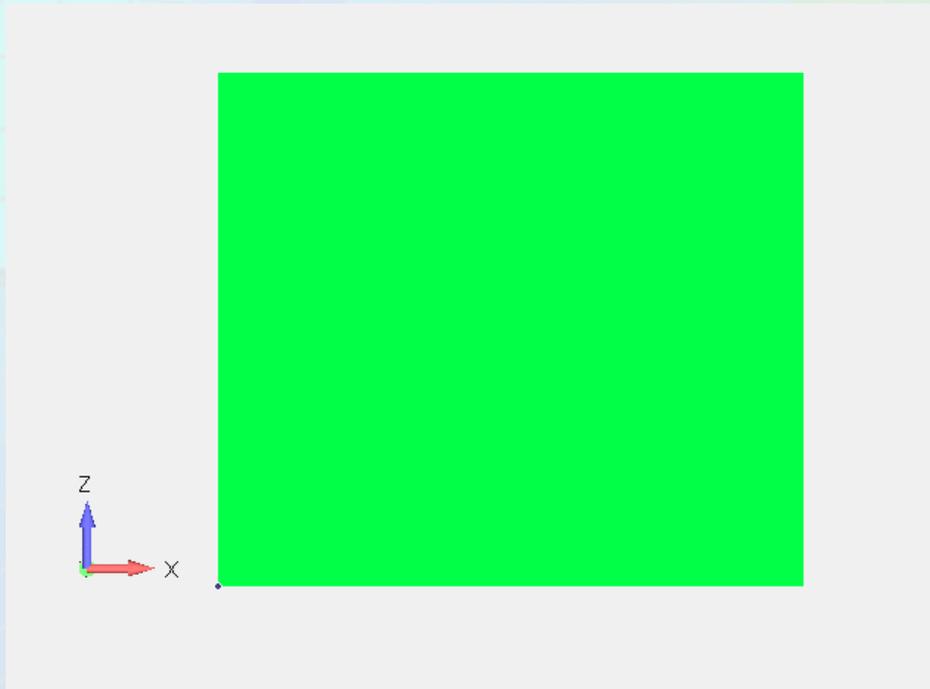
解析結果：音源 20[Hz]の場合

スピーカーの中心位置で切断した面でのアニメーション

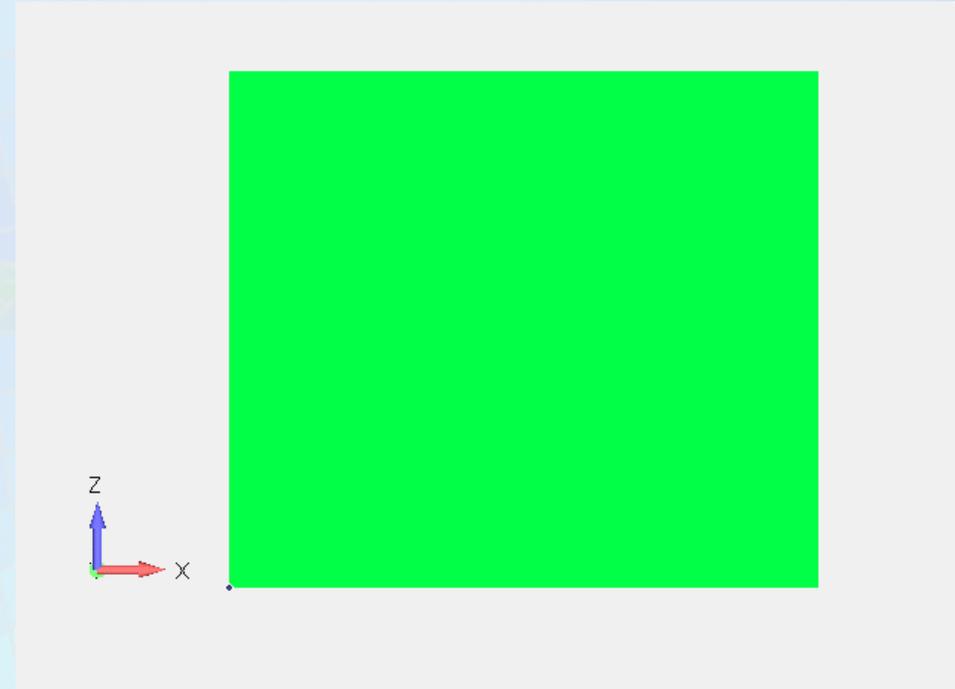


解析結果：音源 20[Hz]の場合

- スピーカー筐体：木材
- 部屋の壁：木材

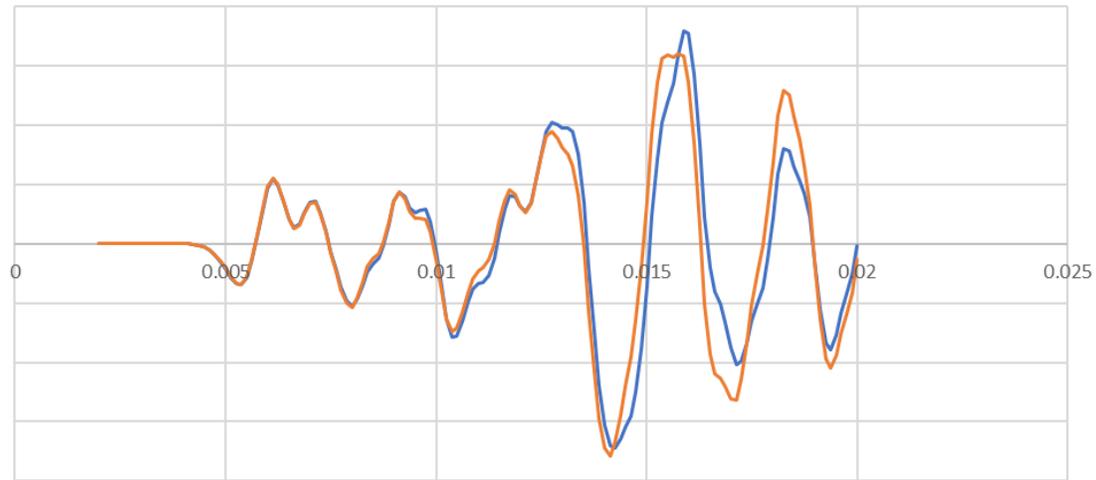


- スピーカー筐体：アルミ
- 部屋の壁：コンクリート



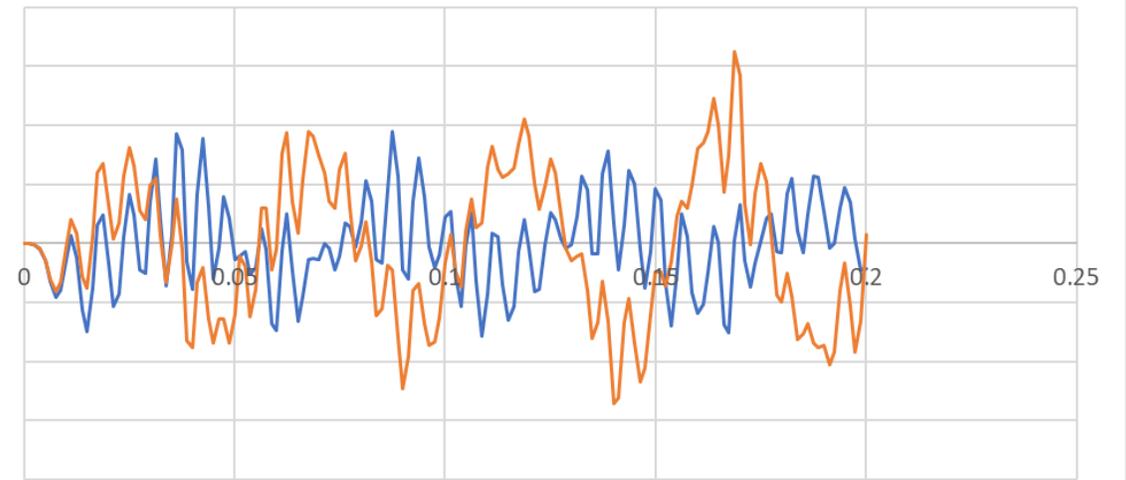
解析結果：音圧グラフ

400[Hz] 音圧グラフ

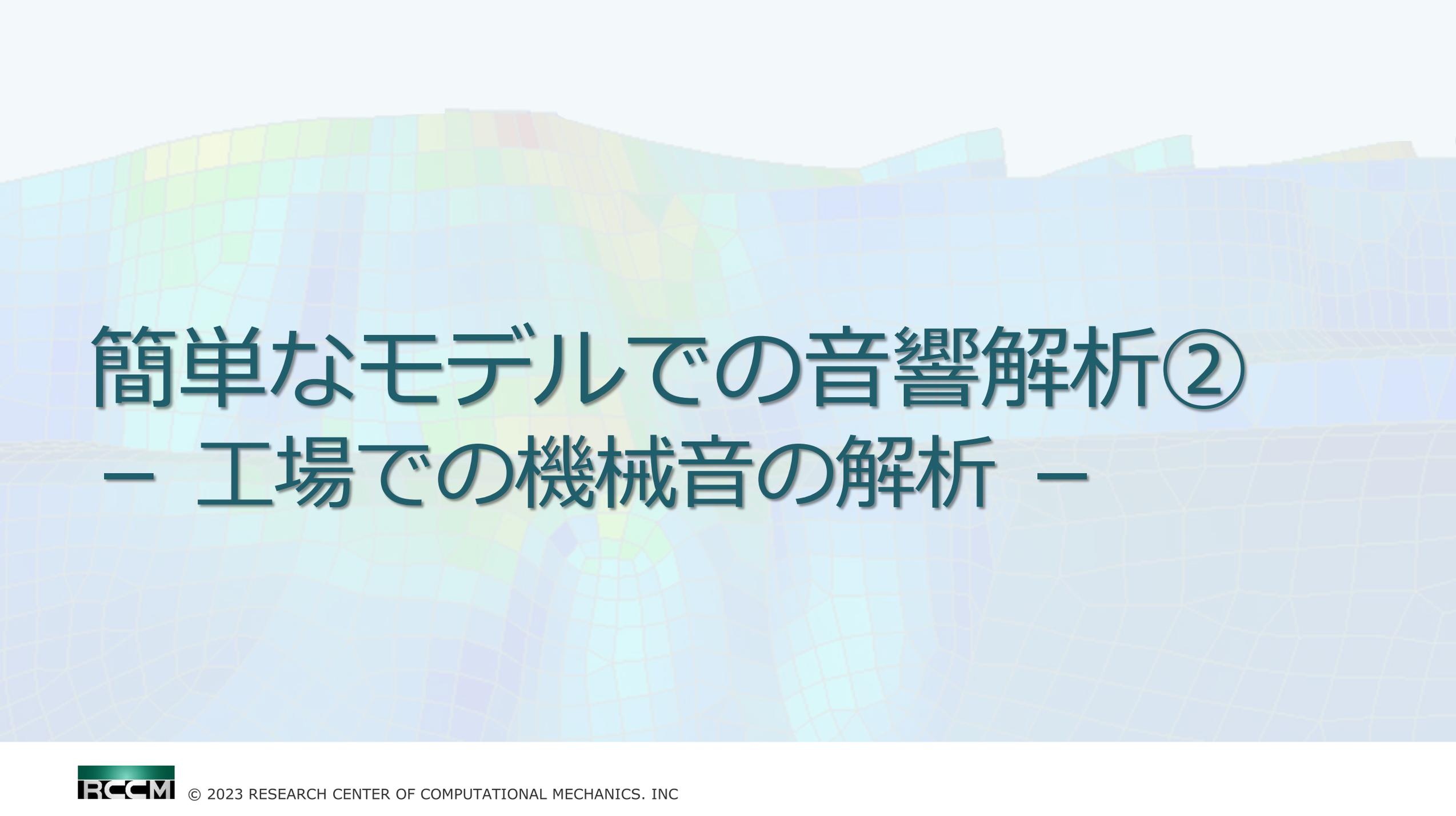


— 木材-木材 — アルミ-コンクリート

20[Hz] 音圧グラフ



— 木材-木材 — アルミ-コンクリート



簡単なモデルでの音響解析②

－ 工場での機械音の解析 －

解析概要と解析モデル

工場内の機械騒音の音響解析

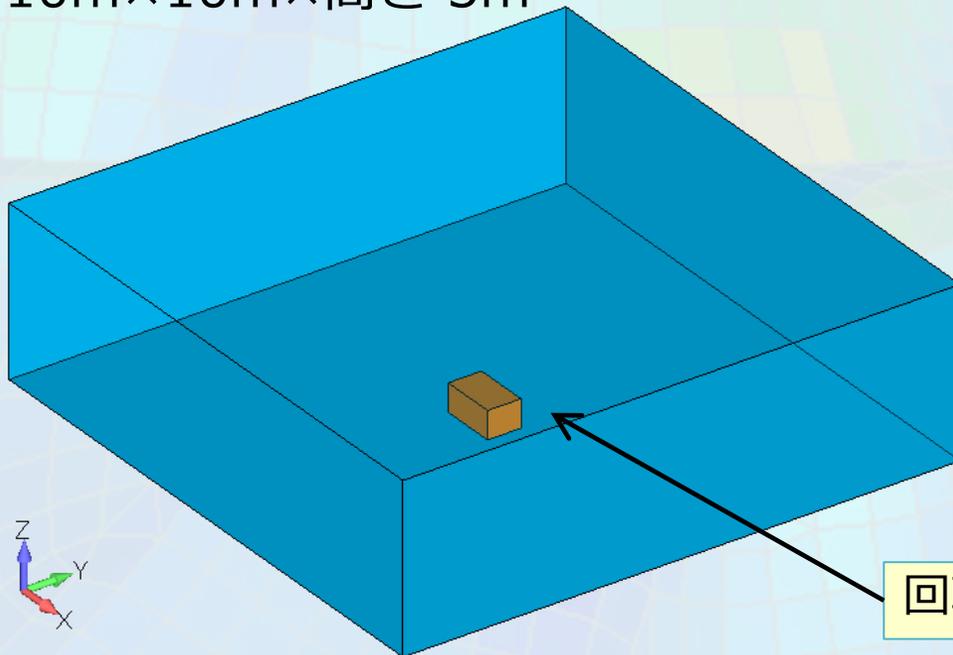
⇒ 回転機械から発生する振動を、周波数ごとの振幅の大きさとして設定した周波数応答解析

- 工場大きさ

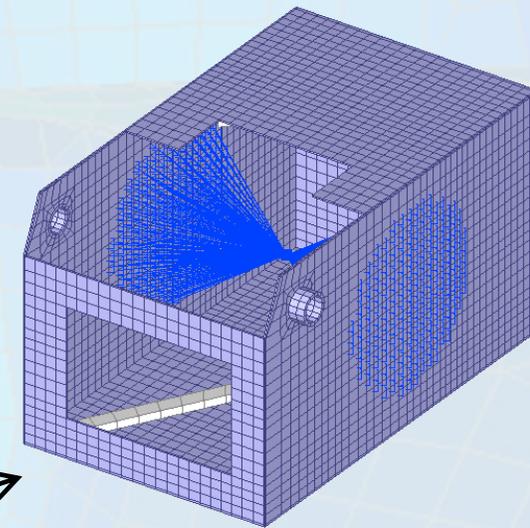
: 10m×10m×高さ 3m

- 騒音源(回転機械)の大きさ

: 1m×0.6m×高さ 0.5m



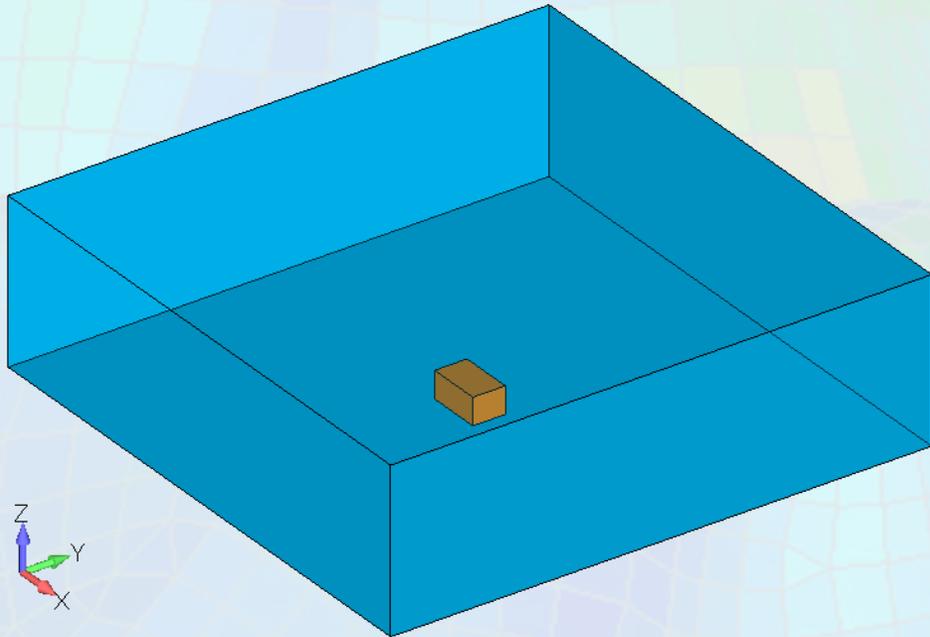
回転機械



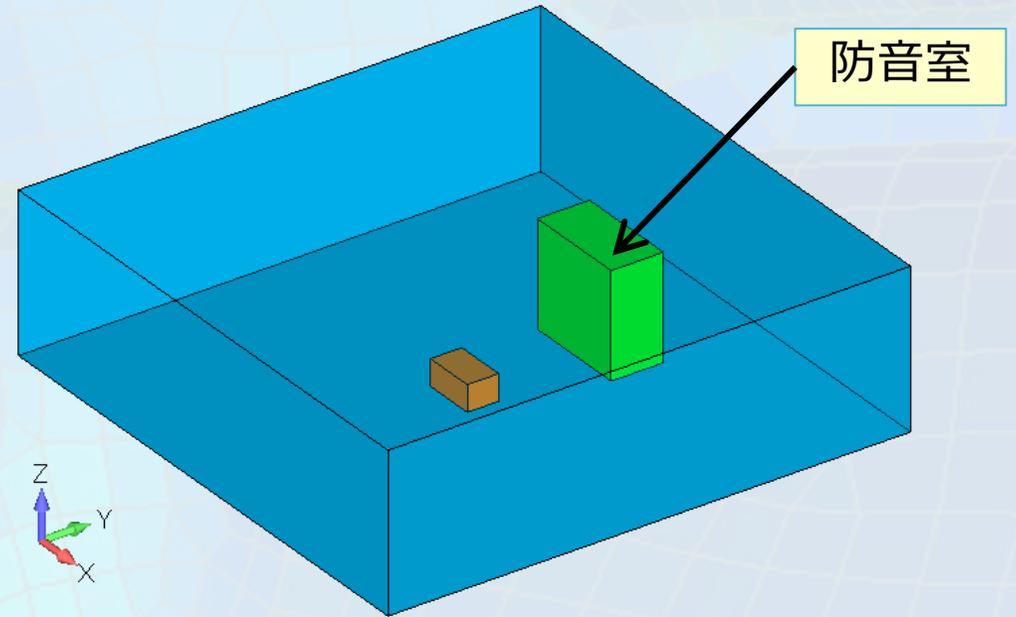
解析概要と解析モデル

2つのモデルで解析を実施

●モデル①：振動部分と外壁



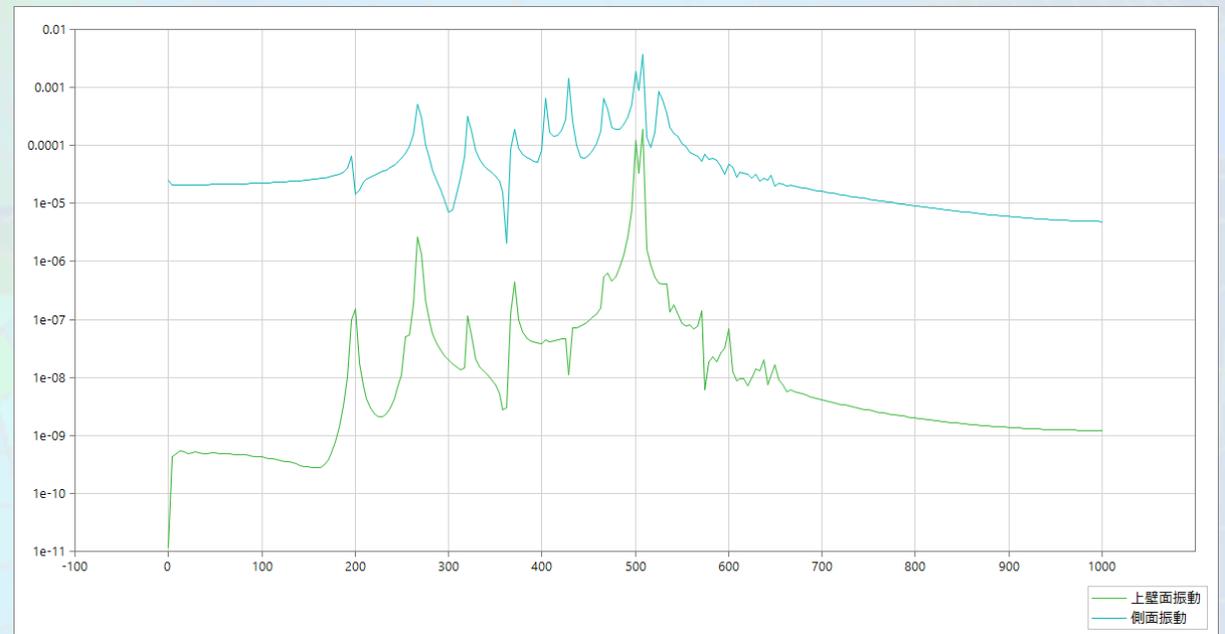
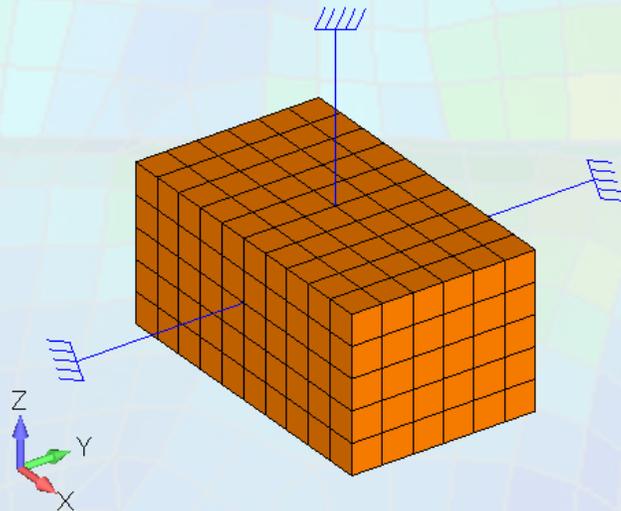
●モデル②：モデル①に防音室を追加



解析条件

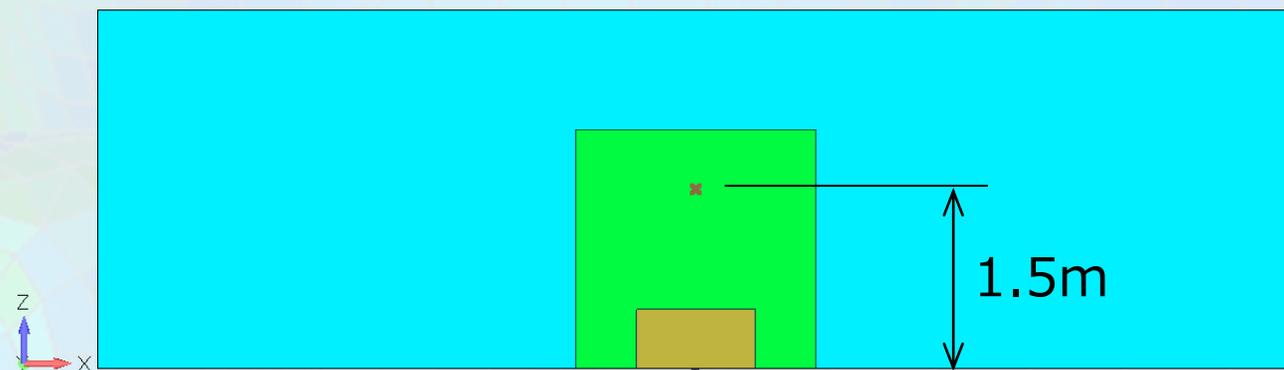
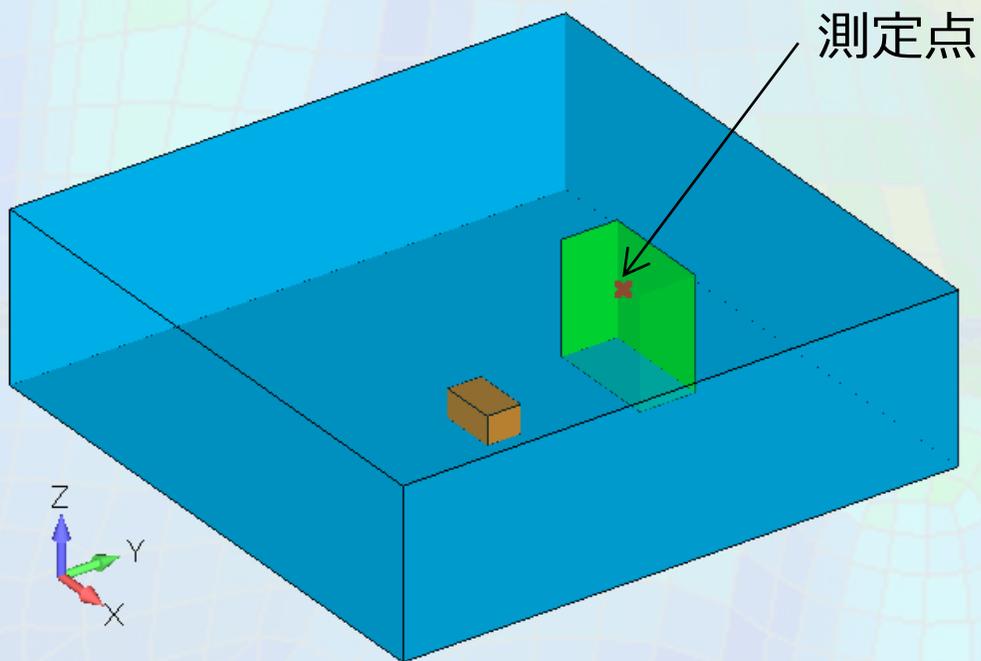
次の条件で解析を実施

- 振動発生源の上面と両側面に対して、周波数ごとの振動応答を設定
- 300Hzから700Hzまで25Hz刻みでの周波数応答解析

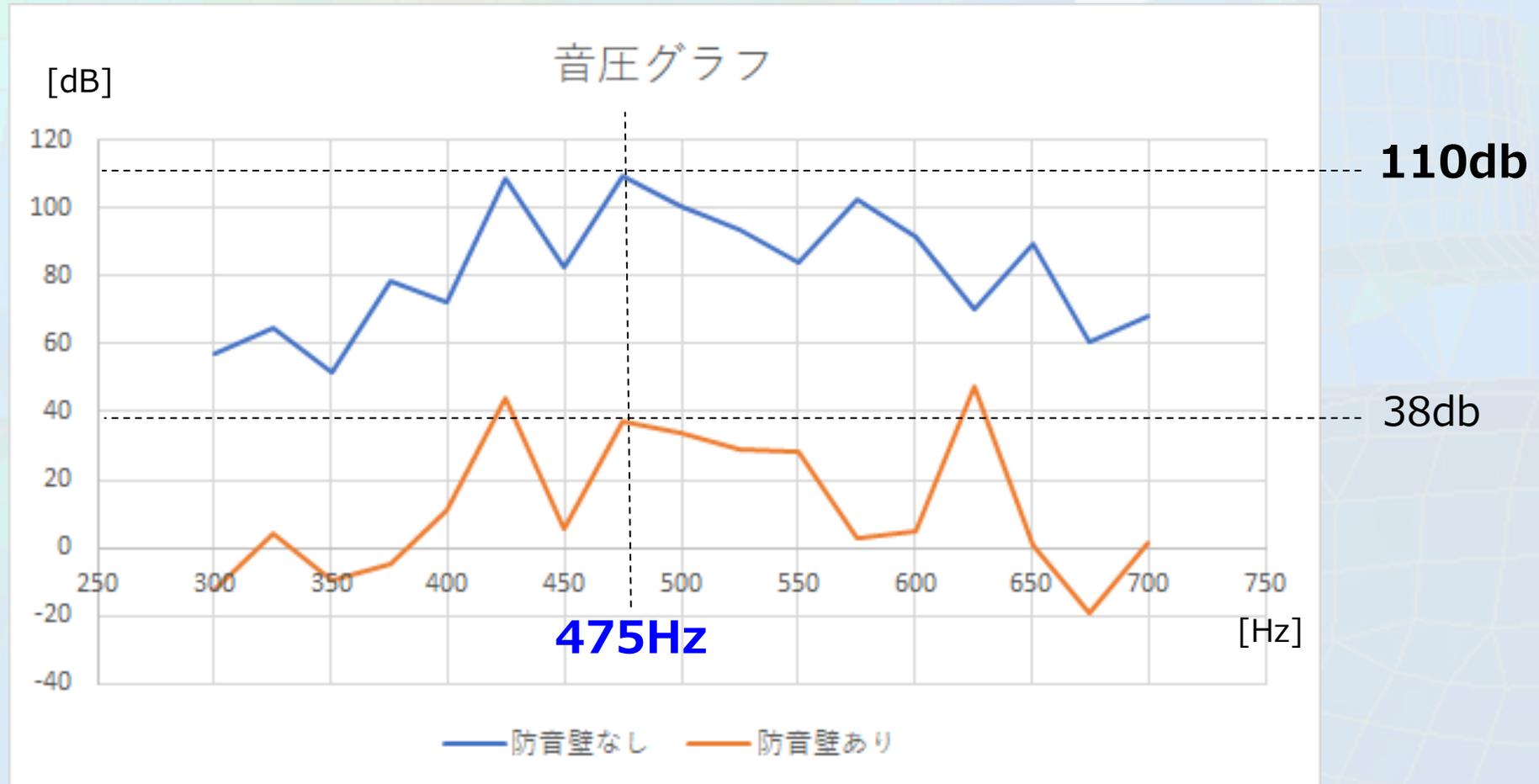


解析結果：音圧グラフ

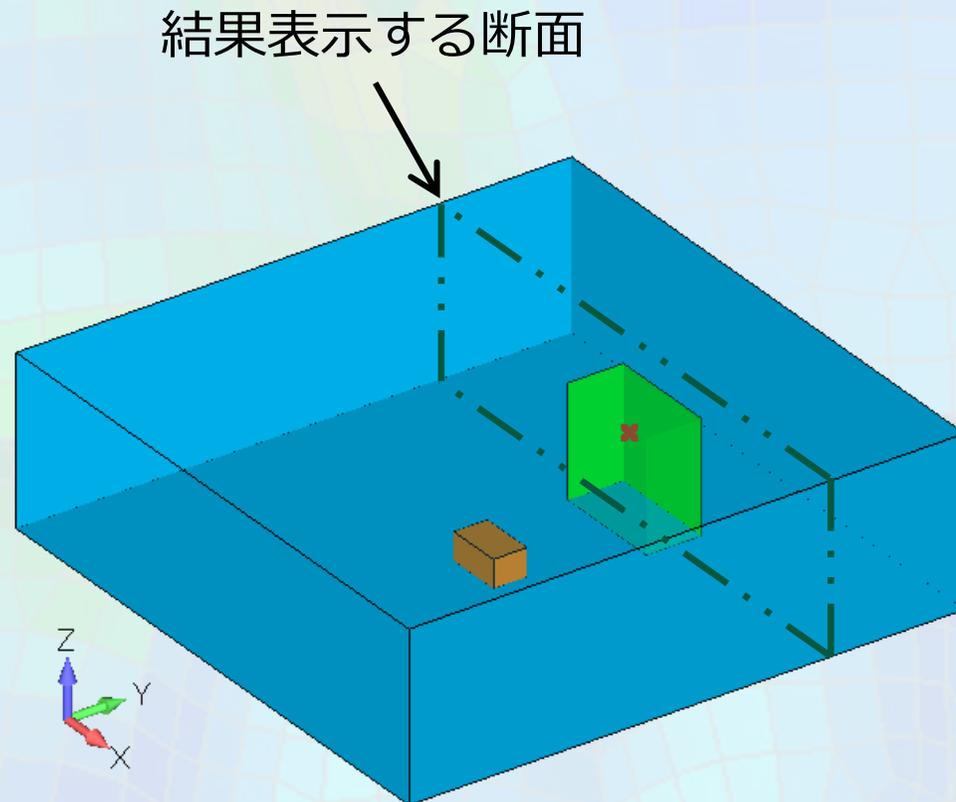
- ・ 測定点の各周波数での音圧をグラフ化



解析結果：音圧グラフ

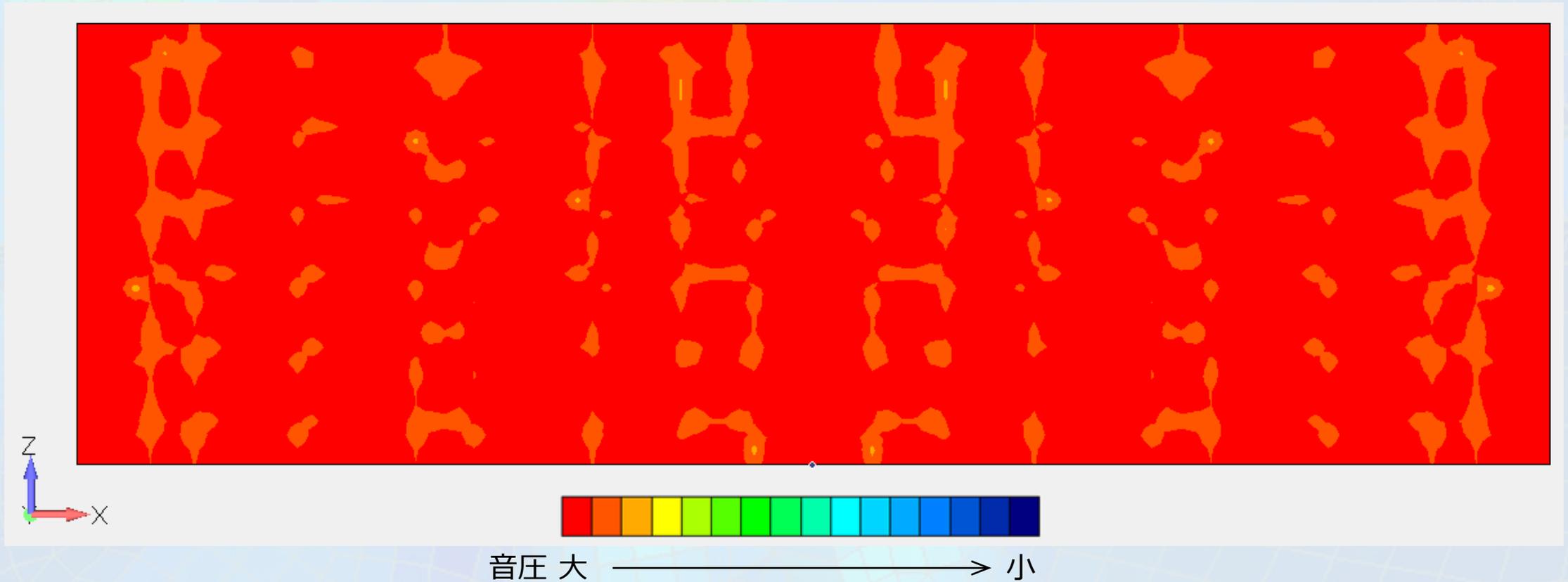


解析結果：475[Hz] 音圧分布コンター図



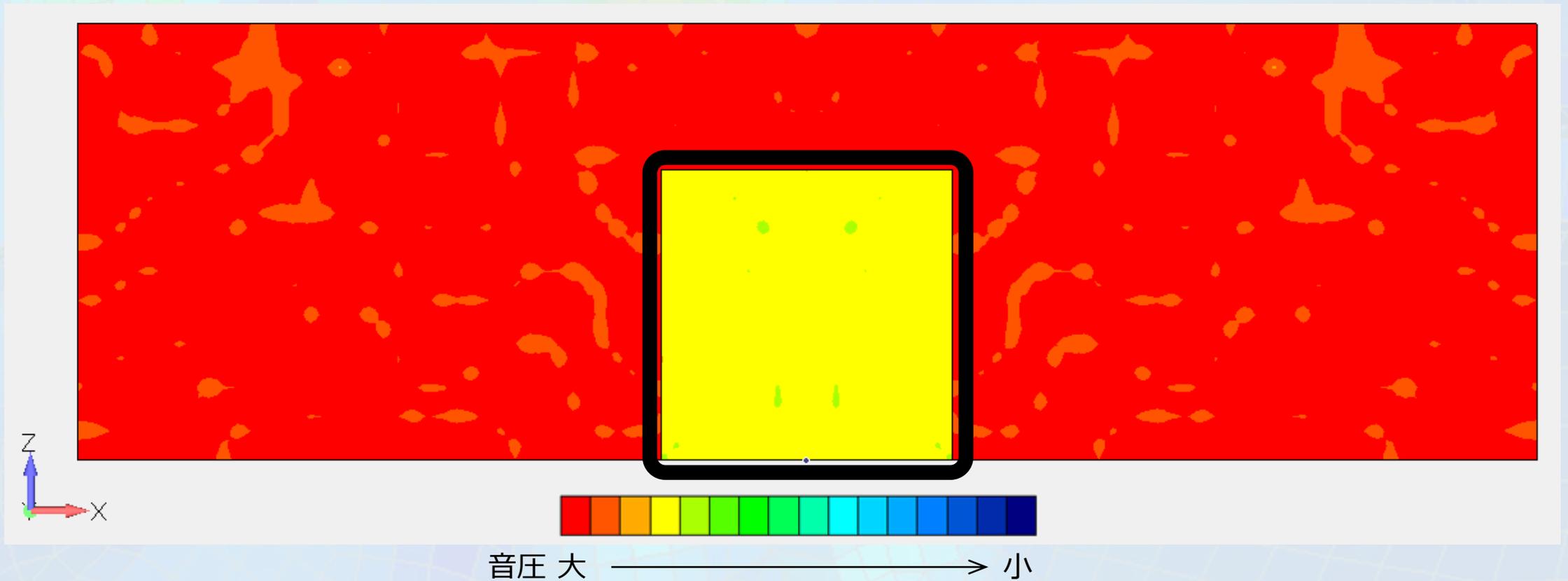
解析結果：475[Hz] 音圧分布コンター図

■モデル①：防音室なし



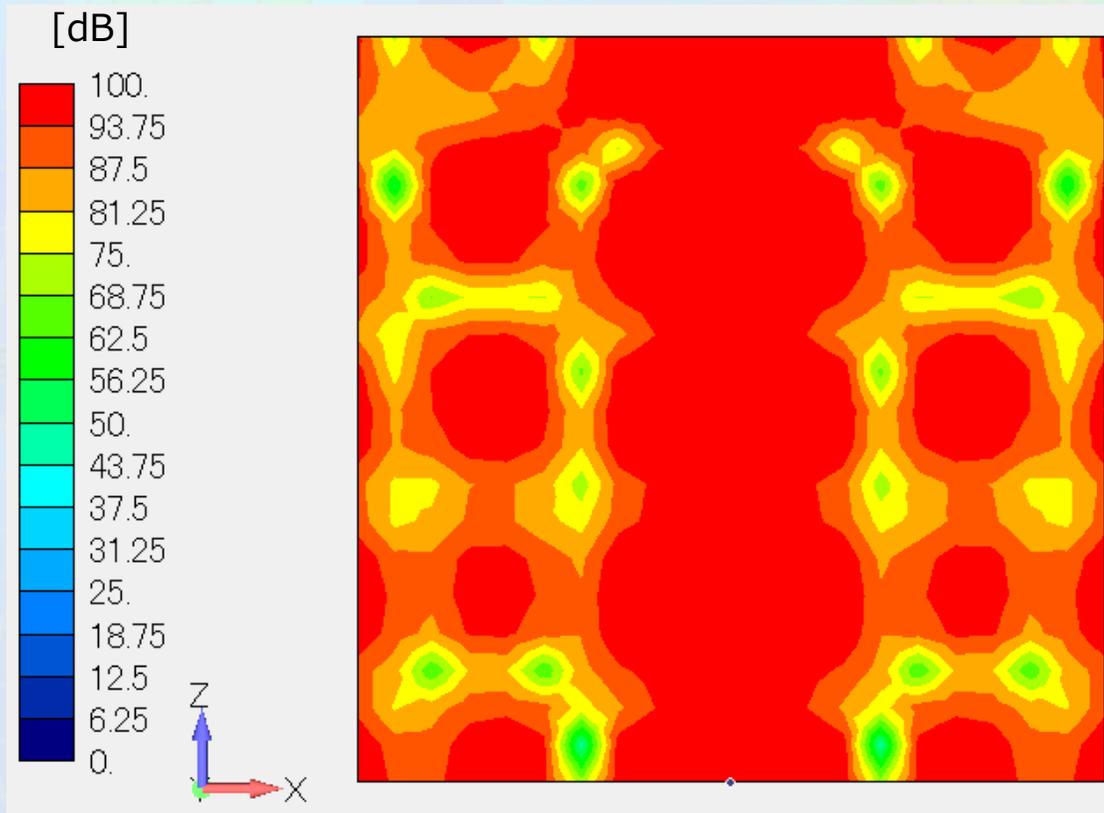
解析結果：475[Hz] 音圧分布コンター図

■モデル②：防音室あり

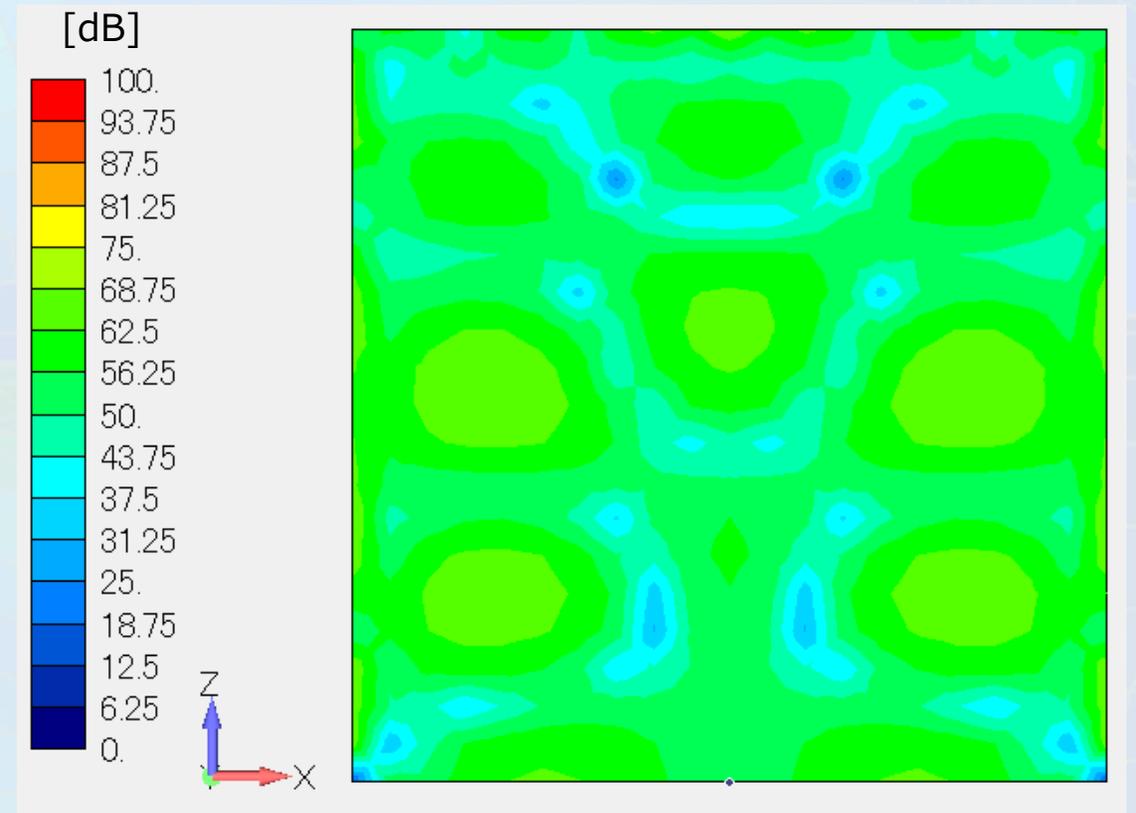


解析結果：475[Hz] 音圧分布コンター図<防音室>

■モデル①：防音室なし



■モデル②：防音室あり



音響解析の活用事例

■ コンサートホールなどの室内音響の予測

- ・ どの客席でも心地よい音を
- ・ 空調騒音の低減

■ ラウドネス効果を考慮した音響設計

■ 鉄道などの車内放送の聞き取りやすさ向上

■ 流体音の影響の解析

- ・ 新幹線などの高速鉄道車両から発生する流体騒音の予測・低減
- ・ 飛行機の排気音
- ・ ファンの空力騒音

ご視聴ありがとうございました
ご質問・お問い合わせは…

株式会社 計算力学研究センター

TEL:03-3785-3046

Mail:nx-inf0@rccm.co.jp