

計測データに基づくニューラルネットワーク騒音予測の精度向上

平方 勝*, 馬 沖*, 小沢 匠*, 谷口 智之*

Accuracy improvement of neural network noise prediction based on measurement data

by

HIRAKATA Masaru*, MA Chong*, OZAWA Takumi* and Tomoyuki TANIGUCHI*

Abstract

At IMO MSC 91, a code on noise levels on board ships was adopted. Noise measurement is required by this code. Designs and constructions were to be imposed on shipyards so that the required areas and spaces were below the required noise levels. The code was found to be particularly strict for small-sized vessels.

Noise prediction calculation is necessary to make a design that conforms to the noise code. In particular, considering the arrangement of anti-noise products, it is necessary to estimate noise levels at the initial design stage. NMRI has created a machine learning-based noise prediction program which utilizes neural networks.

With the third AI boom, the use of neural networks for predicting and classifying data and data-driven AI is becoming more widespread. Taking into account the characteristics of onboard noise, we determined that the noise prediction was sufficiently practical for rooms where structure-borne sound is dominant. However, noise prediction due to local noise sources such as air conditioner noise has become an issue.

A learning model was constructed using measured air conditioner noise as training data, and with the model, it was possible to predict the noise of air conditioners alone. The aim of our research is to further improve the accuracy of noise prediction. This paper is a comprehensive report summarizing examples of data-driven AI that makes effective use of noise and vibration measurement data in design (noise prediction) that must satisfy the noise regulation values as stated in the IMO noise code.

* 構造・産業システム系

原稿受付 令和5年4月24日

審査日 令和5年5月18日

目 次

1. はじめに	34
2. 船内騒音と船内騒音予測手法について	35
2.1 船内騒音について	35
2.2 Janssen 法による騒音予測	35
2.3 SEA 法による騒音予測	37
3. ニューラルネットワークによる船内騒音予測について	38
3.1 Janssen 法による騒音予測を発展させたニューラルネットワークによる騒音予測について	38
3.2 固体伝播音以外の主な騒音	40
4. ローカルな騒音を考慮した船内騒音予測	41
4.1 エアコン騒音計測データを教師データとした学習モデルとエアコン騒音予測	41
4.1.1 教師データ	41
4.1.2 ニューラルネットワークの構造	42
4.2 ローカルな騒音を考慮した居室の騒音予測	45
5. おわりに	46
参考文献	46

1. はじめに

2012年11月、国際海事機関 (IMO) 第91回海上安全委員会 (MSC91)において、勧告案であった船内騒音コード (Code on noise levels on board ships)が改正され、改正された船内騒音コード (以下、騒音コードという)を総トン数1,600トン以上の新造船にその適用を義務化する SOLAS 条約の改正案が採択された¹⁾。騒音コードが義務化されたことにより、海上公試時及び港内時の騒音計測が義務付けられた。要求される区域・区画等では、騒音規制値を下回るように、設計・建造を行うことが造船所に課せられ、騒音予測計算が重要になった。特に、騒音対策品の手配を考えると、基本設計段階でおおよその騒音予測を行う必要がある。騒音予測のひとつとして、Janssen 法による騒音予測手法がある²⁾。Janssen 法による騒音予測手法は、船体・機関要目、内装情報等と音響放射効率、平均吸音率等、騒音予測に必要な音響パラメータを用いて、同型船の実船計測結果を利用して予測を行う手法である。すなわち、実績に基づく経験的な手法である。

第三次 AI ブームで AI に対する期待が大きくなっている。特に、大量のデータから予測・分類する深層ニューラルネットワークの活用が広がっている。実績データを活用して予測・分類するために活用する AI のことをデータ駆動型 AI という。ニューラルネットワークによる機械学習は、データを蓄積していけばいくほど、予測精度の改善が期待でき、経験的に処理するような回帰問題や分類問題において有効利用できる。本研究では、経験的手法である Janssen 法による騒音予測手法を基に、ニューラルネットワークによる騒音予測へと発展させた。船内騒音の特徴を考慮すると、固体伝播音が支配的な部屋の騒音予測は実用上十分であることが確認できた。しかしながら、エアコン騒音のように、ローカルな騒音源に起因する騒音予測が課題となった。

そこで、Janssen 法を発展させた固体伝播音を主とする学習モデルとは異なる、エアコン騒音計測データを教師データとした学習モデルを構築し、エアコン単独の騒音予測を行えるようにした。本研究は、より精度の高い騒音予測を実現することを狙った研究である。

IMO の騒音コードの義務化を受けて、騒音規制値を満足させなければならない設計 (騒音予測) に当たって、騒音・振動計測データを有効に活用する、データ駆動型 AI の事例を取り纏めた総合報告である。

2. 船内騒音と船内騒音予測手法について

2.1 船内騒音について

船内騒音の特徴について述べる^{3),4)}。図2.1-1は、船内における騒音源、振動・騒音の伝播メカニズムをイラストにしたものである。図2.1-1に示すように、騒音レベルを低減するための機能要件（基本的対策）は、以下のようないことが一般的に取られる。

- ①振動源振動の低減
- ②騒音源騒音の低減
- ③騒音伝播の低減
- ④振動伝播の低減
- ⑤吸音性の向上
- ⑥共振の回避

上記①から⑥の基本的対策を実施するために、

- I 船体区画、居住区、機関室配置の最適化
 - II 最適な機関の選定
 - III 騒音対策品の選定
- が設計で求められる。

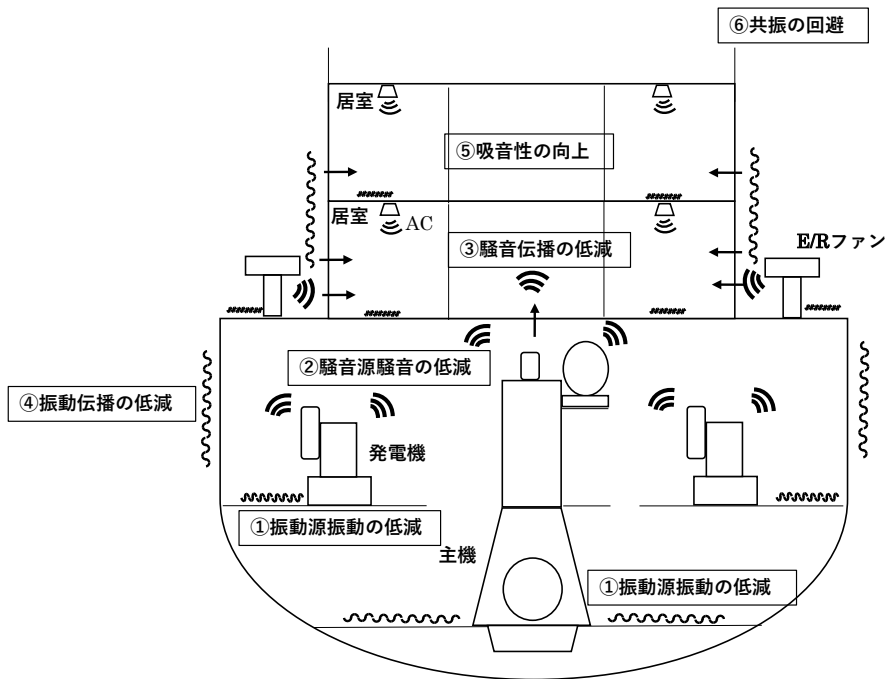


図 2.1-1 船内騒音の特徴とその対策

2.2 Janssen 法による騒音予測

Janssen 法は J. H. Janssen, J. Buiten が経験的に導き出した船内騒音予測手法である²⁾。本予測手法は、船内騒音を固体伝播音と空気伝播音に便宜的に分けて予測計算を行う。固体伝播音は、騒音（振動）源の振動が船殻部材・上部構造部材を経由して部屋に伝播した後、部屋の壁・床・天井が振動することにより発生する騒音である。空気伝播音は、騒音源のある区画内の音圧（騒音）が、隣の区画に壁・床等を透過して音圧として伝播する騒音である。

船内騒音は、主機、発電機、プロペラ、エアコン、ファンネル、エンジンルームファン等が部屋の騒音レベルに影響を与える主要な騒音源であるといわれる。主機、発電機は固体伝播音と空気伝播音の騒音源とみなすことが多く、エアコン、ファンネル、エンジンルームファンは空気伝播音の騒音源とみなすことが多い。

Janssen 法による騒音予測手法は、固体伝播音の予測方法に特徴がある。船内騒音で固体伝播音となる主要な騒音源は、主機、発電機、プロペラである。これら騒音源と部屋（受音室）との相対的位置関係（フレーム間隔：騒音源から部屋までのフレーム数、デッキ間隔：居室のデッキ番号（タンクトップからのデッキ数））を基に騒音源から部屋までの振動伝達損失を求める。この振動伝達損失の評価に Janssen 法による騒音予測手法の特徴が表れている。騒音源の位置（フレーム位置とデッキ番号）と部屋の位置（フレーム位置とデッキ番号）及び部屋の壁・床面積、さらに部屋の内装が決定すると固体伝播音が計算できるため、基本計画段階で簡易的に予測できる手法である。

図 2.2-1 に機関振動レベル（A 特性補正）と居室騒音レベル（A 特性補正）の関係を模式的に示す。このような関係は、主機・発電機など機関振動が部屋内の騒音レベルに対して支配的であり、部屋の内側、周辺に騒音源となる騒音源がない時に多く見られる。図 2.2-1 に示すように、機関振動レベルと居室騒音レベルの差、すなわち伝達損失が低周波領域では小さく、中・高周波では大きくなる傾向がある。そして、同型船ではこの振動伝達損失の傾向が似ていることから、同型船の騒音計測実績を基に計画船の予測を行うことが経験的に可能であるといわれている。これが、Janssen 法による騒音予測手法のベースとなっている。

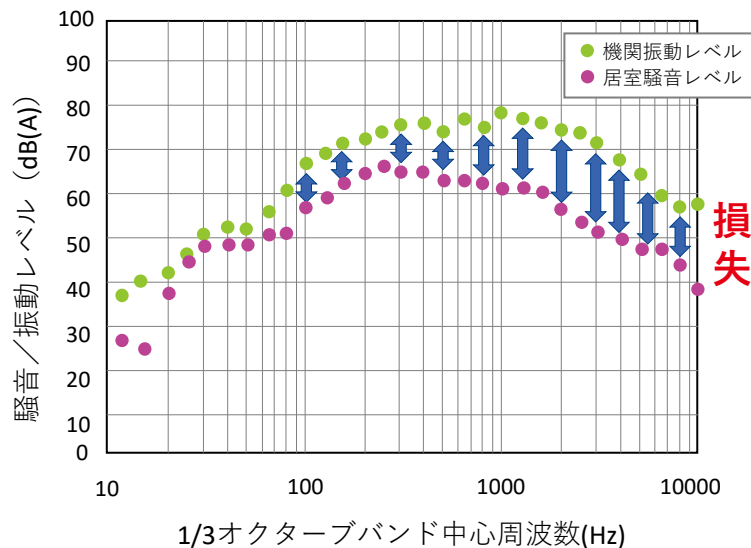


図 2.2-1 船内騒音スペクトルの特徴

一般配置図、機関室配置図、居室配置図と搭載する主機・発電機の型式が決定すると、Janssen 法による騒音予測を行うことができる。居室内の内装仕様が最終化されていない場合、経験的な仕様を入力データとして与えることで、騒音予測上大きな問題はない。ただし、Janssen 法による騒音予測手法は、経験的手法に基づいており、同型船の騒音実船計測結果が、計画する船舶の騒音予測精度に影響を及ぼす。

騒音予測計算では、主機・発電機の振動スペクトル、騒音スペクトルを与える必要がある。そこで、主機・発電機等騒音源とされる音源付近で騒音計測、振動計測を行い、型式ごとにデータベース化しておく必要がある。主機の振動計測では、エンジンベッド上で計測する。発電機の振動計測では、共通台板または補機台の上が望ましい。防振ゴムを挿入している場合には、防振ゴムの下で計測する。

居室内エアコンの騒音も無視できないことがある。Janssen 法による騒音予測は、エアコンの騒音を考慮していないため、Janssen 法による騒音予測結果に、エアコン騒音を足し合わせる必要がある。そのためには、エアコンの騒音スペクトルを整備する必要がある。

2.3 SEA 法による騒音予測

SEA 法は、解析モデル要素間のパワー平衡を定式化し、各要素のエネルギー値を求める手法である^{3),4),5)}。代表的な音響解析ソフトとして、ESI 社の VA One がある。音響解析にあたって、図 2.3-1 に示すように、船体構造図から詳細な音響モデルと、振動モデルを作成する必要がある。音響モデルは、キャビティとよばれる空間をメッシュ分割したモデルからなる。振動モデルは、船体構造部材をメッシュ分割したモデルからなる。解析精度を高めるためには、音響モデルと振動モデルを、正確に作成する必要がある。

Janssen 法と同様、主機・発電機の振動スペクトル、騒音スペクトルを与える必要がある。Janssen 法による騒音予測で使用するデータベース形式が良い。図 2.3-2 では、SEA 法モデルにおける騒音源・振動源の設定例を示す。船内騒音の主な音源は、主機と発電機である。そのため、それらの振動源を設定する際は、それらが設置されている構造部材に振動スペクトル値を与える。また、主機と発電機の騒音源を設定する際は、それらの周辺にあたるキャビティに騒音スペクトルを与える。

居室内エアコンの騒音についても、SEA 法モデルに騒音源を設定する必要がある。VA One でエアコンの騒音を設定するには、VA One の Power Source (Acoustic)によって与える。Power Source (Acoustic)では、キャビティにエネルギーソース (ワット) を直接与えることにより、キャビティ内の音源を設定することが可能である。

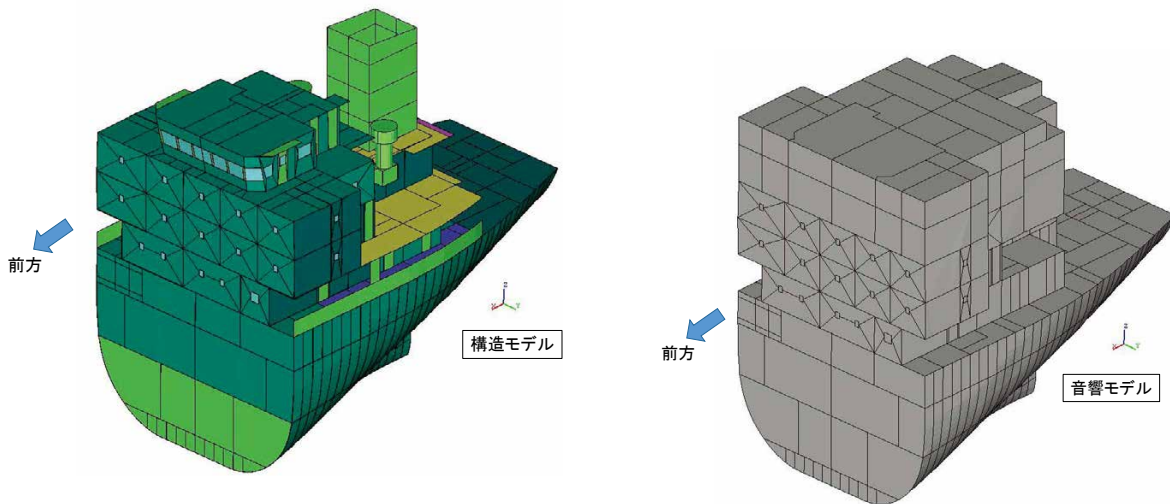


図 2.3-1 SEA 法による解析モデル (左図：音響モデル、右図：振動モデル)

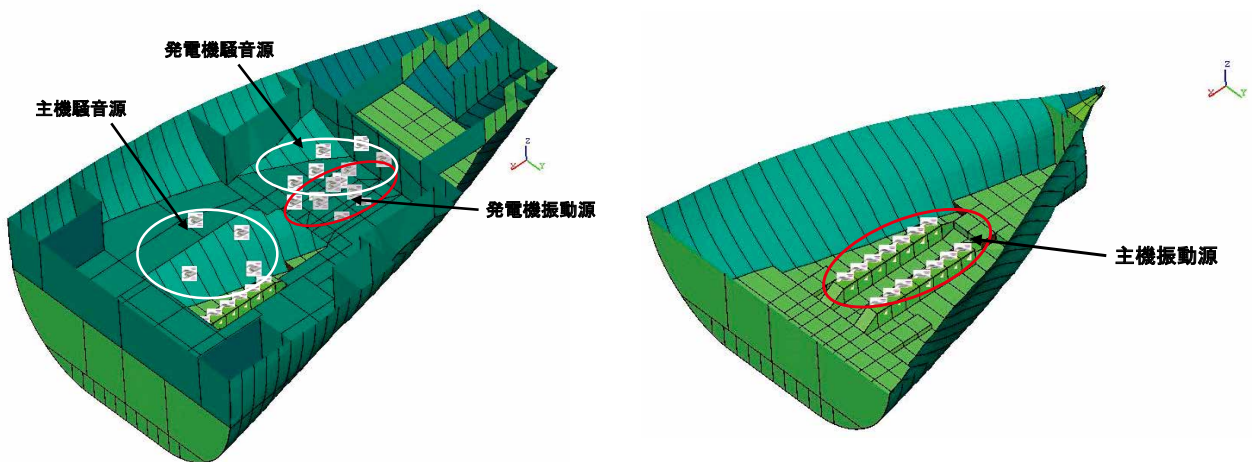


図 2.3-2 SEA 法モデルにおける騒音源・振動源の設定
(左図：発電機搭載デッキレベル、右図：主機搭載デッキレベル)

SEA 法による解析結果は、図 2.3-3 のように音響騒音レベルと構造振動レベルが視覚的に表示できる。図 2.3-3 の構造振動レベルの色変化から振動源からの振動伝播経路が推測できる。VAOne には、経路分析が行える機能がある。騒音対策を行う上で、2.1 で述べたように、伝播経路を特定し、対策を検討する上では、重要な情報である。

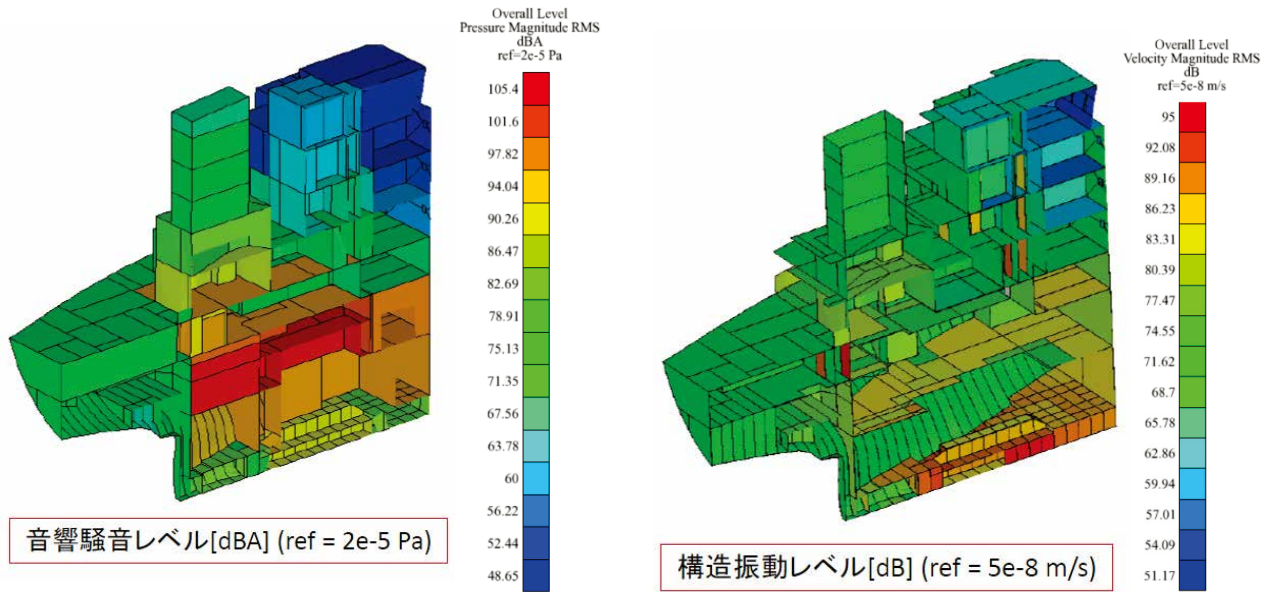


図 2.3-3 SEA 法による解析結果（左図：音響モデル，右図：振動モデル）

3. ニューラルネットワークによる船内騒音予測について

3.1 Janssen 法による騒音予測を発展させたニューラルネットワークによる騒音予測について

2.2 で述べた Janssen 法による騒音予測は、図 3.1-1 に示すように、類似性の高い船舶の騒音計測結果でチューニングを行って騒音予測を行う。類似船の騒音計測データに特異な騒音があった場合、計画船の騒音予測にも影響がある。また、適当な類似船がない新設計船の予測は課題であった。

このような課題を踏まえて、ニューラルネットワークによる騒音予測手法（NN 学習型騒音予測）を検討した^{6,7)}。ニューラルネットワークによる推論は、欠損情報を周りの情報から補完し推論（予測）する。大量の計測データを学習することによって、より信頼性の高い予測が可能となる。

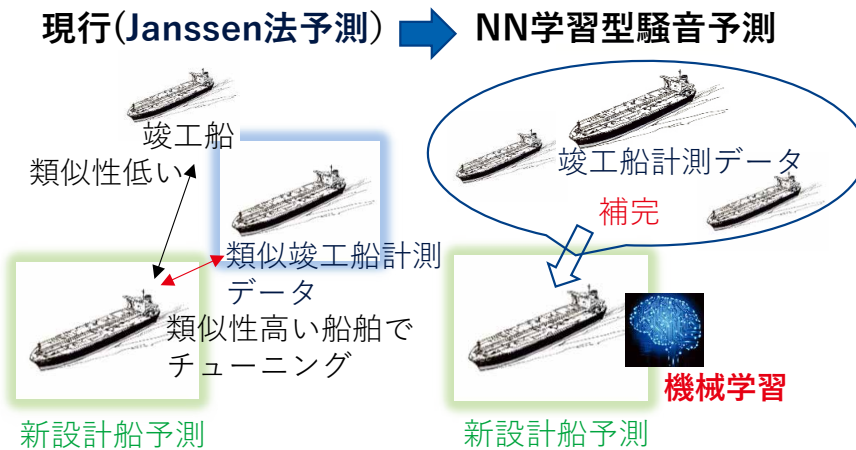


図 3.1-1 Janssen 法による騒音予測/チューニングとニューラルネットワークによる騒音予測/学習

このように、経験的手法である Janssen 法による騒音予測手法を基に、ニューラルネットワークによる騒音予測手法を構築した。騒音レベルの学習及び予測にあたっては、多層パーセプトロンのニューラルネットワークを利用した。図 3.1-2 に示すように、過学習が起こることなく安定した学習結果を基に、騒音レベルの予測を行うことができた。

IMO において、騒音コードが義務化されたことにより、騒音計測が義務付けられた。したがって、海上公試のたびに義務付けられた区域・区画等の騒音計測データが、蓄積されていくことになる。これら計測データに加えて、騒音学習・予測に必要な計測データを蓄積し、それらを騒音予測・対策の設計に有効活用することができる。

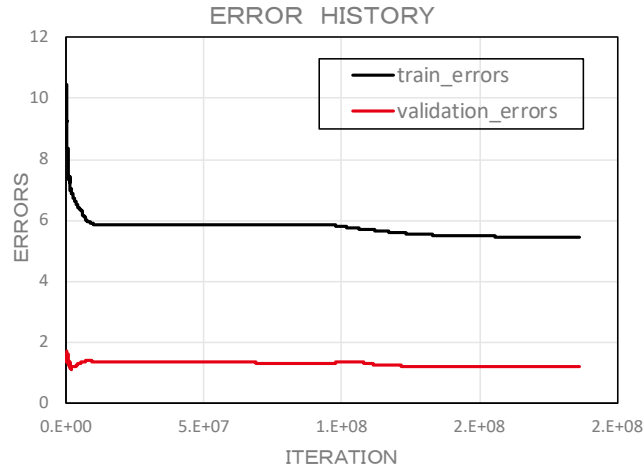


図 3.1-2 学習の様子⁷⁾

しかしながら、Janssen 法による騒音予測を発展させたニューラルネットワークによる騒音予測も、一部の部屋において、大きな予測誤差がみられた。図 3.1-3 左図は、当該部屋で行った音源探査の結果である。天井に設置されたエアコン（アネモ型）吹き出し口に騒音レベルを重ねて表示した画像である。図 3.1-3 左図から、この部屋はエアコンの吹き出し口の騒音が大きかったことが分かる。この部屋の騒音スペクトルは、図 3.1-3 右図のようであった。エアコン騒音のように、居室内のローカルな騒音源に起因する騒音予測が課題となった。

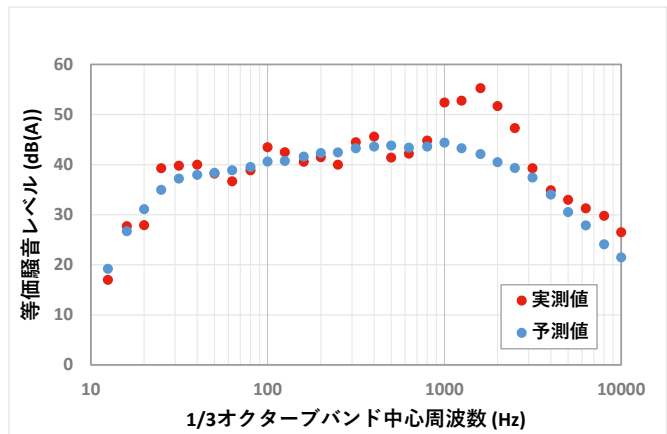
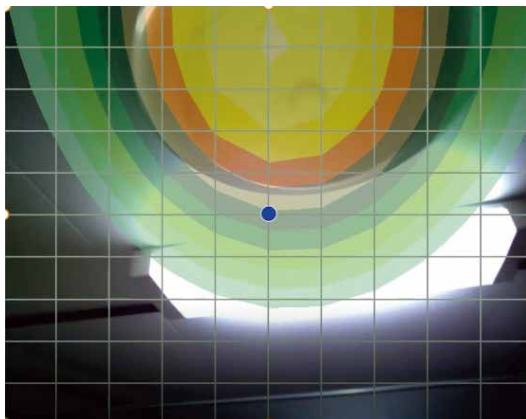


図 3.1-3 ニューラルネットワークによる騒音予測誤差の大きかった部屋の音源探査結果と騒音スペクトル

3.2 固体伝播音以外の主な騒音

騒音源を特定し効果的な騒音対策を実施しなければならない。騒音規制値を超えた部屋の騒音に影響を及ぼす騒音源、すなわち、構造部材の振動に起因する固体伝播音なのか、空間内を伝播する空気伝播音なのかを見極める必要がある。

そこで、B&K社製のアコースティックアレイシステム（図 3.2-1 左図）を活用した船内騒音源探査を行った。図 3.2-1 右図は、アコースティックアレイシステムを使用して船内騒音源を探査しているところの撮影風景である。船内騒音源探査は、船内騒音レベルが騒音コードの規制値を超えた部屋を中心に、部屋の探索、部屋から外（通路）に出て、さらに騒音源を探して船内を探査する。

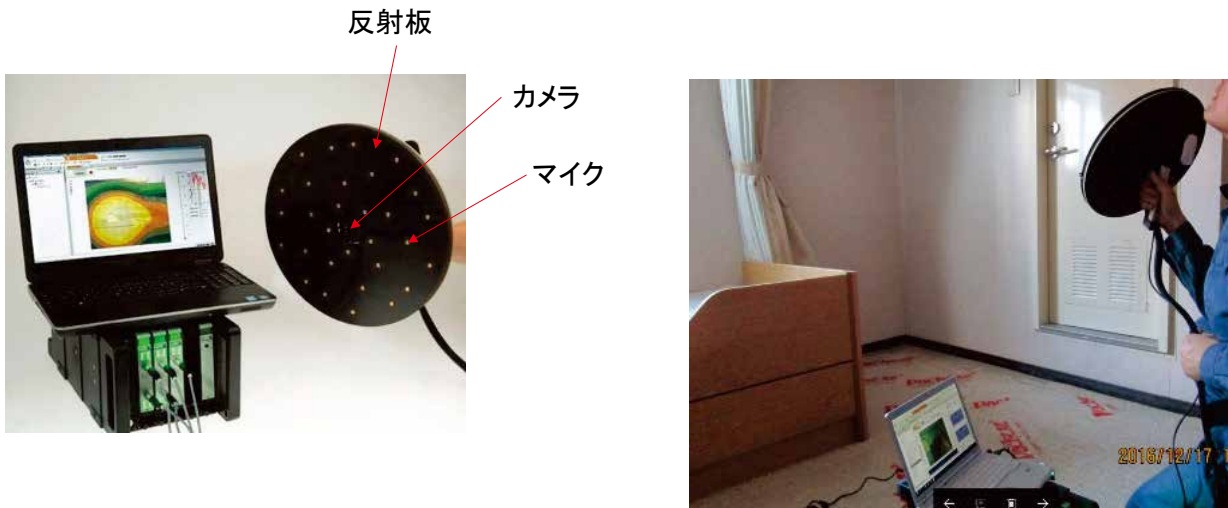


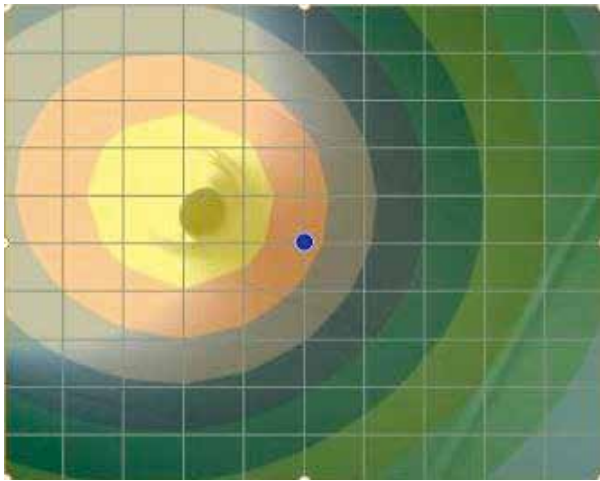
図 3.2-1 船内騒音源探査

図 3.2-2 は、船内騒音源探査を実施した際によくみられる騒音源である。

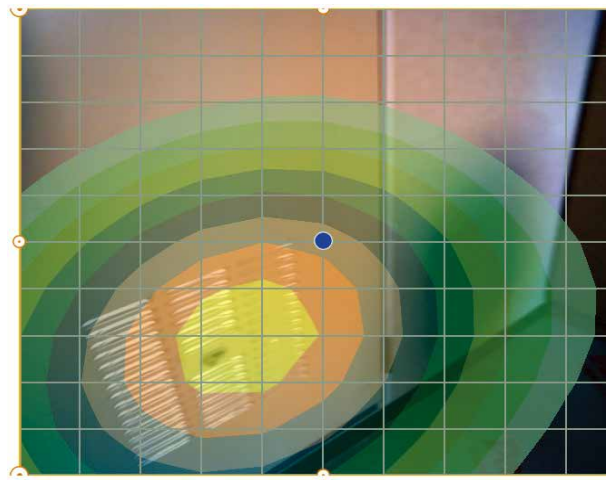
図 3.2-2 (a)は、エアコン吹き出し口が騒音源であったケースである。図 3.2-2 (a)のエアコン吹き出し口は、パンカー型と呼ばれるタイプである。図 3.1-3 左図も、エアコン吹き出し口が騒音源であったケースである。図 3.1-3 左図のエアコン吹き出し口は、アネモ型と呼ばれるタイプである。アネモ型の方が、パンカー型よりも騒音レベルが大きくなる傾向がみられる。2.1 で説明したように、伝播してくる振動・騒音を抑えることができたとしても、規制対象の居室内に騒音源があつては、規制値を満足させることは困難である。エアコン吹き出し口からの空気の吹き出し量の調節不足が問題となることがある。また、エアコンルームに近い居室では、遠い居室の騒音レベルよりは、一般的に高くなる傾向にある。

図 3.2-2 (b)は、居室入口扉のルーバーで騒音レベルが高かったケースである。これは、居室外に騒音源があることを意味している。居室内から外（通路）に出ていき、さらに騒音源探査を続ける。このようなケースでは、例えば、図 3.2-2 (c)のようにダクトルーム内の騒音が原因であつたり、図 3.2-2 (d)のようにエンジンケーシングに隣接する壁（写真右側）が騒音の原因であつたりする。ダクトルームに近い居室やエンジンケーシング壁面に近い居室にみられる騒音である。

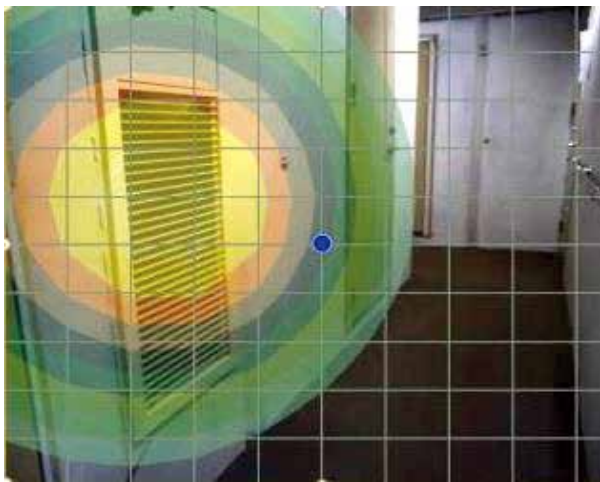
ここで紹介した騒音は固体伝播音でなく、空気伝播音に起因する例である。固体伝播音を主と考える Janssen 法による予測計算では、予測誤差が大きくなる例である。通路から居室に流れ込む騒音は、居室の入口扉の遮音性を上げることによって、騒音を低減することは可能である。しかしながら、エアコン吹き出し口が騒音源であるケースは、吸音性の向上といった対策が限られてくる。



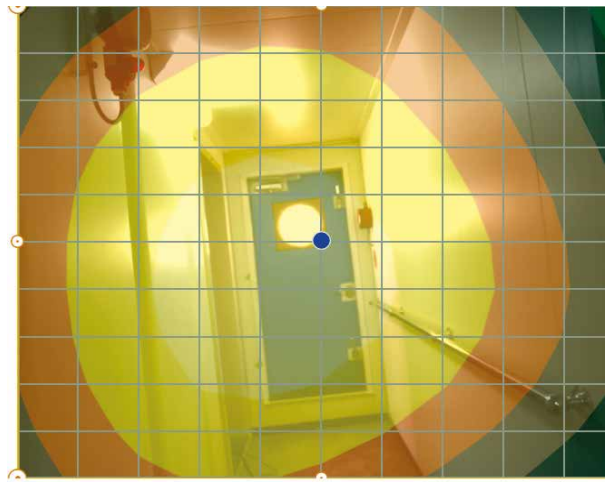
(a) エアコン吹き出し口



(b) 居室入口扉



(c) ダクトルーム



(d) 居住区内通路 (エンジンケーシング壁隣接)

図 3.2-2 船内騒音源例

4. ローカルな騒音を考慮した船内騒音予測

4.1 エアコン騒音計測データを教師データとした学習モデルとエアコン騒音予測

3.1 で述べたように、Janssen 法による騒音予測を発展させたニューラルネットワークによる騒音予測プログラムを作成し、騒音レベルの学習及び予測を行った。固体伝播音を主と考える Janssen 法と同様、固体伝播音が支配的な部屋の騒音予測は実用上十分であることを確認できた。しかしながら、図 3.1-3 に示したように、エアコン騒音のように、ローカルな騒音源に起因する騒音予測が課題となった。そこで、エアコン騒音計測データを教師データとしたエアコンの騒音スペクトル学習モデルを検討した。

4.1.1 教師データ

エアコン騒音計測データを教師データとして整備するためには、エアコン単独の騒音スペクトルを計測する必要がある。エアコン単独の騒音スペクトルを計測するためには、主機や発電機が作動しては計測できない。そこで、海上公試に向かう直前に、艤装岸壁において陸上からの電気でエアコンを作動させ、居室内の騒音レベルを計測した。ここでは、17 隻の船舶を対象に、エアコン単独の騒音計測を行った。表 4.1-1 は対象とした船舶とその大きさ (総トン数 GT) である。

表 4.1-1 対象船舶

船番	GT	船番	GT	船番	GT
A01	10,800	A07	13,110	A13	11,500
A02	10,800	A08	11,500	A14	16,084
A03	8,400	A09	11,500	A15	13,110
A04	8,400	A10	8,000	A16	12,200
A05	5,400	A11	13,110	A17	13,000
A06	9,991	A12	13,110		

4.1.2 ニューラルネットワークの構造

エアコン単独の騒音レベルの学習及び予測は、図 4.1-1 に示す多層パーセプトロンタイプのニューラルネットワークを使用した。入力層は、エアコン騒音レベルに影響のありそうなパラメータとした。ここでは、部屋のタイプ（公室か居室か）、部屋の壁・床面積、エアコンルームとの位置関係（フレーム差、デッキ差）等とした。この入力ユニットの中には、エアコンの騒音レベル（OA 値）も与えた。エアコンの 1/3 オクターブバンド騒音スペクトルを学習した。エアコンの騒音レベル（OA 値）も学習に加えていることによって、任意のエアコン騒音レベル（OA 値）を予測することができる。すなわち、居室内の騒音予測を厳しく設定する場合には、エアコン騒音レベル（OA 値）を高めに設定して予測することができる。

今次計算では、隠れ層は 2 層とした。隠れ層 1 層目は 12 ユニット、隠れ層 2 層目は 6 ユニットとした。

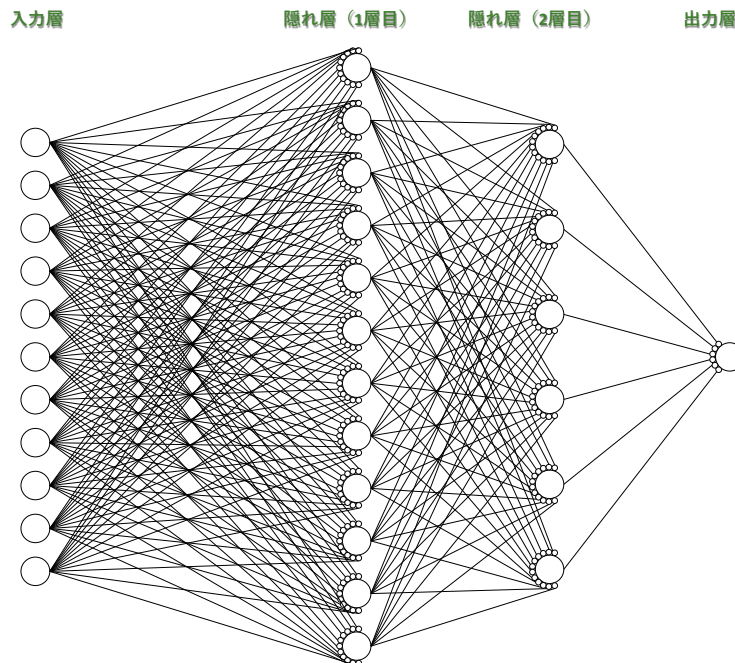


図 4.1-1 ニューラルネットワークの構造

図 4.1-2 に学習の様子を示す。3000 回の学習で、訓練データ（図 4.1-2 内青線）も検証データ（図 4.1-2 内橙線）も安定して学習が進んだことが分かる。したがって、過学習を防ぐためのドロップアウト処理は行っていない。学習係数の決定には、3.1 で述べた時と同様、Adam を採用した。

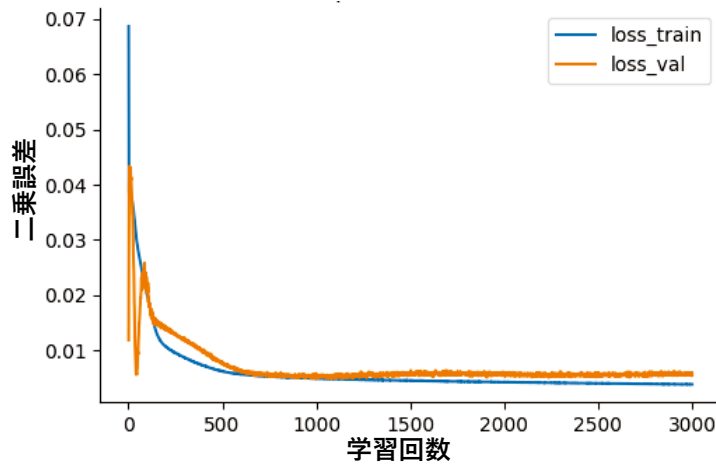


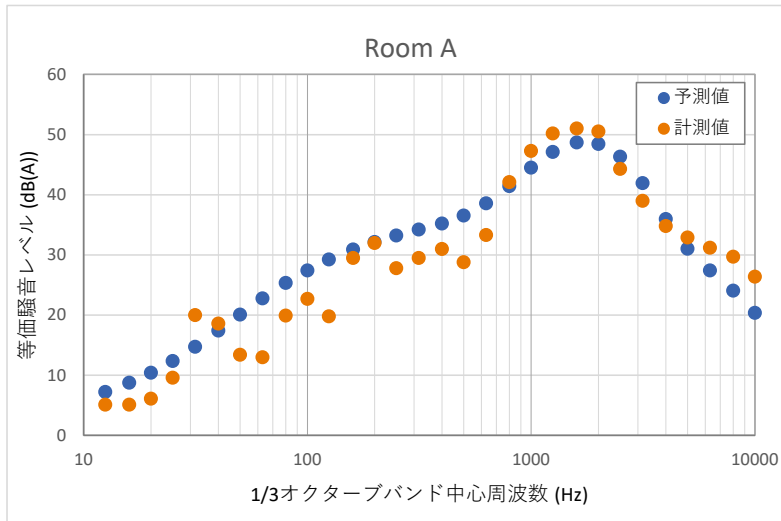
図 4.1-2 学習の様子

前述の学習モデルを利用して、表 4.1-1 に示した船舶 (A13) の部屋のエアコン単独騒音を予測した。騒音レベルに応じて 3 部屋を対象に、その騒音スペクトルについて図 4.1-3 に示す。

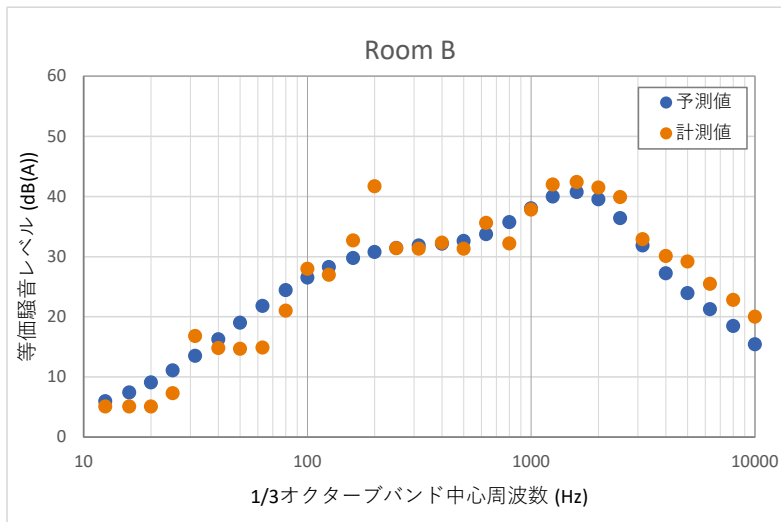
図 4.1-3 (a)は、エアコン単独騒音計測結果で、騒音レベルが 56.6dB(A)であった部屋である。本計測結果は、騒音コードが適用される前に行ったものであり問題はないが、騒音規制値をすでに超えている。騒音スペクトルの予測結果は、概ね、計測値とあっている。エアコン騒音レベルが大きくなり、問題となるケースは、1/3 オクターブバンド中心周波数が 1,000Hz から 2,000Hz において等価騒音レベルが盛り上がることが多い。計測値と予測値ともに、その特徴がとらえられている。

図 4.1-3 (b)は、エアコン単独騒音計測結果で、騒音レベルが 49.8dB(A)であった部屋である。対象船舶 (A13) は 10,000GT 以上であるため、騒音規制値は 55dB(A)である。エアコン騒音レベルを無視して、固体伝播音のみの検討を行うためには、一つの目安として、エアコン単独騒音レベルが居室の騒音規制値よりも 6dB(A)低い騒音レベルが望ましい。したがって、このケースはエアコン騒音レベルを無視できるか否か、微妙な部屋となる。計測値では、1/3 オクターブバンド中心周波数 200Hz で特異な等価騒音レベルとなっている。騒音スペクトルの予測結果は、概ね計測値と合っている。エアコン騒音レベルが問題となる 1/3 オクターブバンド中心周波数が 1,000Hz から 2,000Hz において、計測値と予測値ともに盛り上がりが見られるものの、図 4.1-3 (a)と比較して小さい。この結果が、エアコン単独騒音の騒音レベルが図 4.1-3 (a)の場合よりも小さくなったことを示している。

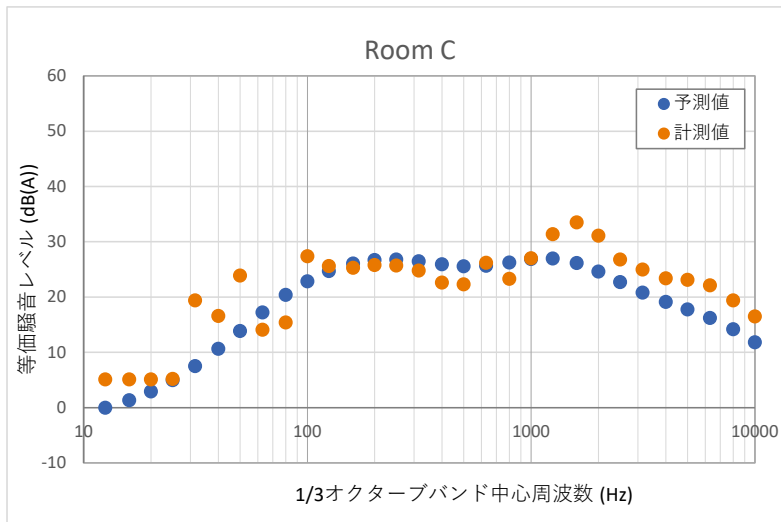
図 4.1-3 (c)は、エアコン単独騒音計測結果で、騒音レベルが 40.3dB(A)であった部屋である。居室の騒音予測を行う上で、エアコン騒音レベルを無視して、固体伝播音のみで検討を行ってよいケースにあたる。騒音スペクトルの予測結果は、概ね計測値と合っている。エアコン騒音レベルが問題となる 1/3 オクターブバンド中心周波数が 1,000Hz から 2,000Hz において、予測結果は盛り上がりが見られない。静かなエアコンによく見られる周波数特性になっている。



(a) Room A (エアコン単独騒音 OA 値 56.6 dB(A))



(b) Room B (エアコン単独騒音 OA 値 49.8 dB(A))



(c) Room C (エアコン単独騒音 OA 値 40.3 dB(A))

図 4.1-3 エアコン単独騒音スペクトル比較

表 4.1-1 に示した船舶 (A13) の全部屋について、エアコン単独騒音の予測誤差 (予測結果-計測結果) を図 4.1-4 に示す。±4dB(A)以内で予測できている。

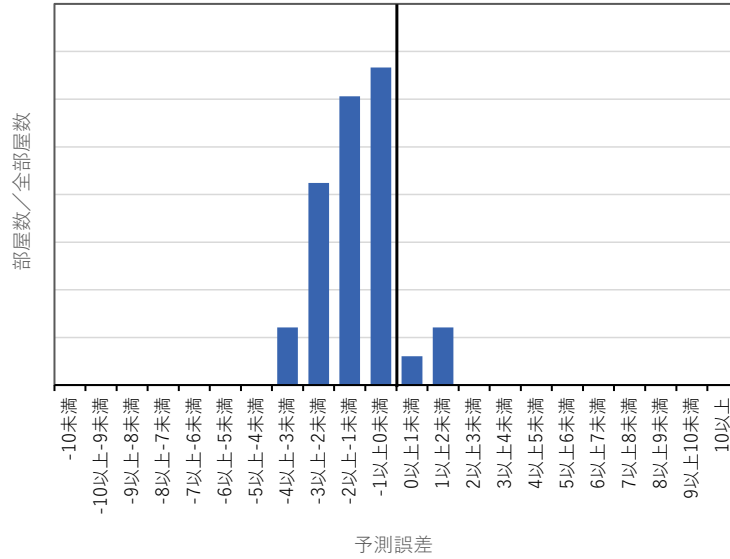


図 4.1-4 エアコン単独騒音予測誤差

4.2 ローカルな騒音を考慮した居室の騒音予測

居室内の騒音レベルを予測するには、固体伝播音と空気伝播音の双方を考慮しなければならない。4.1 で述べたエアコン単独騒音レベルを 3.1 で述べた固体伝播音が主となる騒音予測結果に足し合わせる必要がある。図 4.2-1 は、左図が固体伝播音主体の騒音予測結果である。右図がエアコン単独の騒音予測結果である。

足し合わせた結果、エアコン騒音を考慮した騒音スペクトルは、図 4.2-2 のようになる。

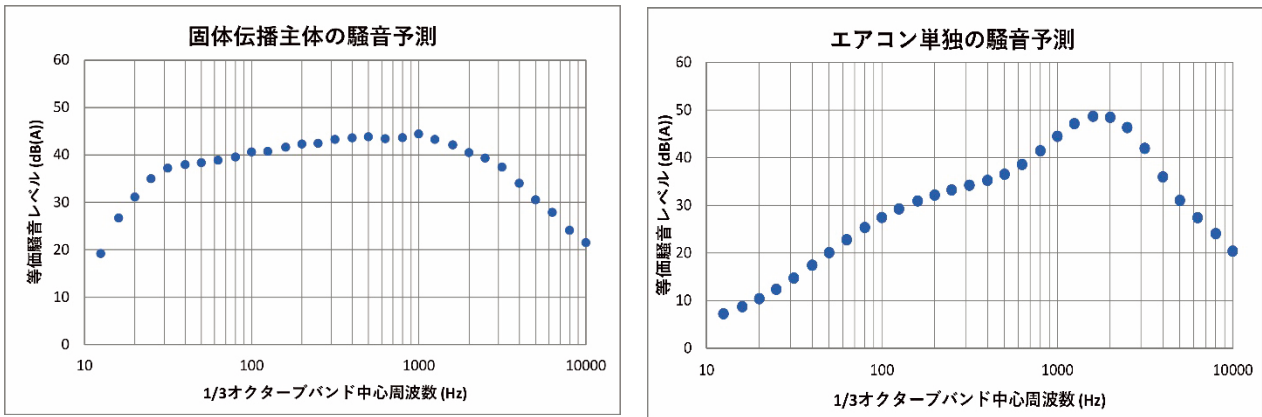


図 4.2-1 騒音スペクトル (左図：固体伝播主体の騒音予測、右図：エアコン単独の騒音予測)

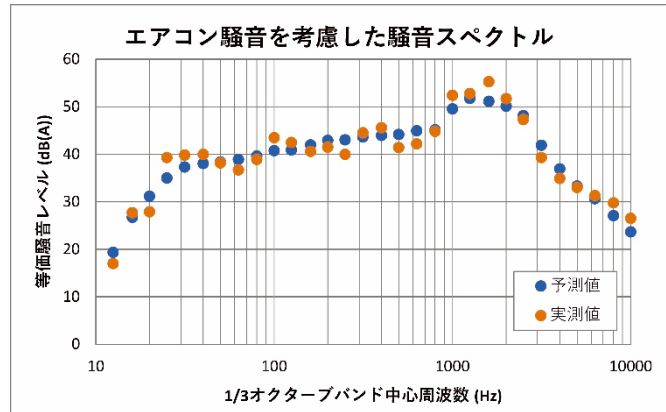
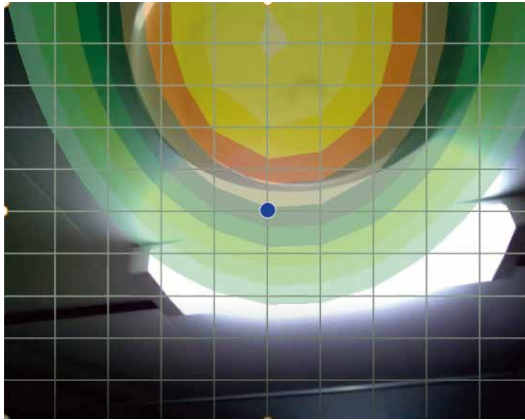


図 4.2-2 エアコン騒音を考慮した居室の騒音スペクトル

2.2 で述べたように、船内騒音は、主機、発電機、プロペラ、エアコン、ファンネル、エンジンルームファン等が部屋の騒音レベルに影響を与える。主機、発電機は、固体伝播音と空気伝播音の騒音源とみなすことが多く、エアコン、ファンネル、エンジンルームファンは空気伝播音の騒音源とみなすことが多い。そして、船内騒音は固体伝播音を主と考慮して予測・計画すれば十分なことが多い。Janssen 法はそのような考え方に立って、固体伝播音を主に考慮した予測手法である。しかしながら、エアコン騒音が問題となるケースもあり、全く無視するわけにはいかない。そこで、騒音予測の精度向上に向けた検討の一つとして、エアコン単独の騒音予測も行えるようにした。

5. おわりに

IMO で船内騒音コードが強化され、総トン数 1,600 総トン以上の新造船は騒音計測が義務付けられた。造船所は、膨大な設計業務の中で、騒音対策に万全の態勢で臨まなければならない。そのためには、可能な限り、合理的かつ効率よく設計業務をこなしていく必要がある。そして、騒音予測の精度も向上させていく必要がある。

計画船の設計（騒音予測）に当たって、騒音・振動計測データその他騒音予測に必要なデータを、設計（騒音予測）で有効に活用することを念頭に、整備していく必要がある。本稿は、計測データを設計に有効活用するデータ駆動型 AI の実用的事例としてとりまとめた。総合的にまとめると、以下ようになる。

- ・固体伝播音を主とするニューラルネットワーク学習モデルを構築し、実用上十分な予測精度を確認した。
- ・エアコン単独騒音のニューラルネットワーク学習モデルを構築し、実用上十分な予測精度を確認した。
- ・エアコン単独騒音の予測ができるようになり、騒音予測精度が改善できた。

なお、エアコン単独試験の学習モデルを使用したエアコン単独騒音予測結果は、SEA 法による騒音予測、Janssen 法による騒音予測にも利用できる。

References

- 1) CODE ON NOISE LEVELS ON BOARD SHIPS, International Maritime Organization (IMO), (2012)
- 2) J. H. Janssen, J. Buiten, On acoustical designing in naval architecture, Inter noise73(1973), pp. 349-356
- 3) 平方勝, 内航船の騒音対策, 鉄道・運輸機構 内航船舶技術支援セミナー, 2017
- 4) 平方勝, 騒音対策指針と新しい船の設計について, 鉄道・運輸機構 内航船舶技術支援セミナー, 2016
- 5) 平方勝, 小沢匠, SEA モデルを用いた船内騒音対策最適化の検討, PUCA2017 ESI User's Forum Japan, 2017
- 6) 平方勝, 馬沖, ニューラルネットワークによる騒音予測, 日本船舶海洋工学会講演論文集, 第 25 号 (2017), pp.637-642
- 7) 平方勝, 馬沖, 小沢匠, 谷口智之, ニューラルネットワークによる騒音予測, 海上技術安全研究所報告第 19 巻第 1 号総合報告, 2019