

令和 5 年 6 月 23 日現在

機関番号：32629

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K04261

研究課題名（和文）ゼロ制御パワー現象を基調とした開空間音響場のグローバル能動騒音制御

研究課題名（英文）Glocal active noise control in a free acoustical field based zero control power phenomena

研究代表者

岩本 宏之（Iwamoto, Hiroyuki）

成蹊大学・理工学部・教授

研究者番号：90404938

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、能動騒音制御によって開空間場における全音響パワーを最小化した際に制御パワーがゼロになる「ゼロ制御パワー現象」に着目し、当該現象を積極的に惹起することによって、制御音源周りの情報のみでグローバルな最適制御を達成する手法の提案を目的としている。まず、研究第一段階として、音源間モビリティの相反性がゼロ制御パワー現象の発現条件であることを明らかにした。次に、ゼロ制御パワーを拘束条件としたうえで、全音響パワーと各種物理量の関係性を吟味した結果、制御音源近傍におけるアクティブインテンシティとリアクティブインテンシティの比が準最適な制御状態を達成する評価関数となることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の音響パワー制御法では、制御音源のみならず騒音源の情報も制御系の設計に必要であった。このことは、能動騒音制御系を導入する際の大きな障壁となる。本研究では、この状況を打破すべく、制御音源周りの情報のみで最適制御系を構築するグローバル制御を提案した。これにより、能動騒音制御が有効とされる低周波騒音を抑制するシステムの実装が容易となる。応用例としては風車騒音の抑制などが考えられ、再生エネルギー普及への貢献が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In this study, focusing on the zero control power phenomenon where acoustic power of a control sound source becomes zero under the optimal condition of acoustic power control in a free space, the method achieving global noise reduction based on the information around the control sources was presented. Firstly, it was clarified that reciprocity of inter-source mobility is necessary for the zero control power phenomenon. Furthermore, it was revealed that the ratio of active acoustical intensity and reactive acoustical intensity is a performance index that achieves suboptimal control effect of total acoustical power in a free space.

研究分野：機械力学、音響工学、制御工学

キーワード：グローバル制御 ゼロ制御パワー 能動騒音制御 音響パワー 自由空間

### 1. 研究開始当初の背景

近年、低周波騒音に対する苦情が増加しており、低周波数で抑制効果の大きい能動騒音制御(騒音に制御音を干渉させることで静粛化する手法)への期待が高まっている。当該手法にはいくつかの制御方式があるが、開空間におけるグローバルな静粛化を志向する場合、騒音源と制御音源が単位時間あたりに放射する音響エネルギーを最小化する音響パワー制御が最も有効な手段となる。

しかし、従来の音響パワー制御法では、制御音源のみならず騒音源の情報も制御系の設計に必要であった。このことは、能動騒音制御系を導入する際の大きな障壁となり、当該手法の導入を困難にする大きな要因となっていた。つまり、制御音源まわりの情報のみから制御系を構築できる手法の確立が望まれていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、能動騒音制御によって開空間場における全音響パワーを最小化した際に発生するゼロ制御パワーに着目する。図1は音響インテンシティ(音響エネルギー流れの時間平均)を制御前後で比較したものである。非制御時の場合(上図)、騒音源から同心円状に音響エネルギーが放射されている。一方、1つの制御音源によって能動騒音制御によって音響パワーを最小化した場合(下図)、ゼロ制御パワー現象が発現するため、制御音源周辺の音響インテンシティは吹き出しも吸い込みも発生しない状態となる。つまり、制御音源の音響パワーがゼロになる。本研究では、当該現象を積極的に惹起することによって、制御音源周辺のローカルな情報のみを用いたグローバルな静粛化制御系(グローバル制御系)を構築することを目的とする。

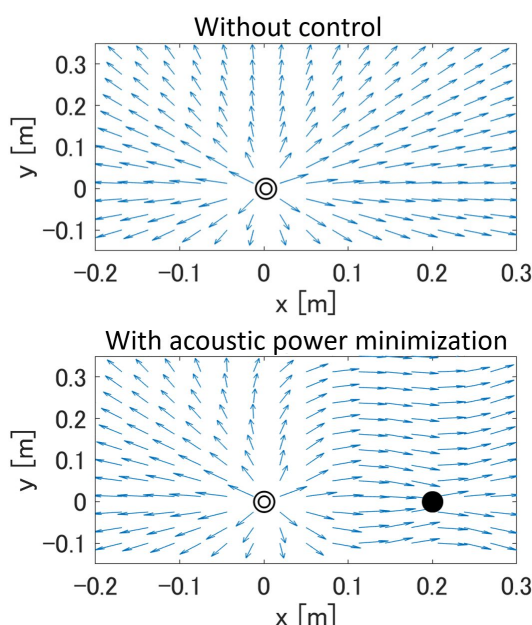


図1 音響パワー制御前後における音響インテンシティマップの比較 (○:騒音源, ●:制御音源)

### 3. 研究の方法

#### (1) ゼロ制御パワー現象の発現条件

既往の研究において、音源がモノポール(点音源)の場合は、全音響パワーが最小化された際に前述のゼロ制御パワー現象が発現することが明らかにされてきたが、より一般的な分布音源の場合の検討が不十分であった。そこで、音源の形状・振動分布に仮定を与えずに、制御音源の音響パワーの解析解を導出し、ゼロ制御パワー現象発現の一般的な条件を明らかにする。

#### (2) グローバル制御系構築のための評価関数の探索

上記の条件下において、最適制御時にゼロ制御パワー現象が発現したとしても、その逆は必ずしも成り立たない。典型的な例としては、非制御状態が挙げられる。この場合、当然のことながら、制御音源の音響パワーはゼロになるが、最適制御状態ではない。したがって、ゼロ制御パワー現象に加えて、グローバルな騒音抑制に帰結するもう一つの評価関数を探索する。

### 4. 研究成果

#### (1) ゼロ制御パワー現象の発現条件

図2に示されるように、無限大バツフル内に1つの分布騒音源とn個の分布制御音源が配置されている場合を考える。それぞれの音源は1つの加振力によって駆動される。この場合、全音響パワーは次式で表現される。

$$P_{wr} = \frac{1}{2} \text{Re} \left\{ \begin{bmatrix} f_p^* & \mathbf{f}_s^H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{Z}_{pp} & \mathbf{Z}_{ps}^T \\ \mathbf{z}_{sp} & \mathbf{Z}_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_p \\ \mathbf{f}_s \end{bmatrix} \right\} \quad (1)$$

ただし、

$$\mathbf{f}_s^H = [f_{s1}^* \quad f_{s2}^* \quad \cdots \quad f_{sn}^*] \quad (2)$$

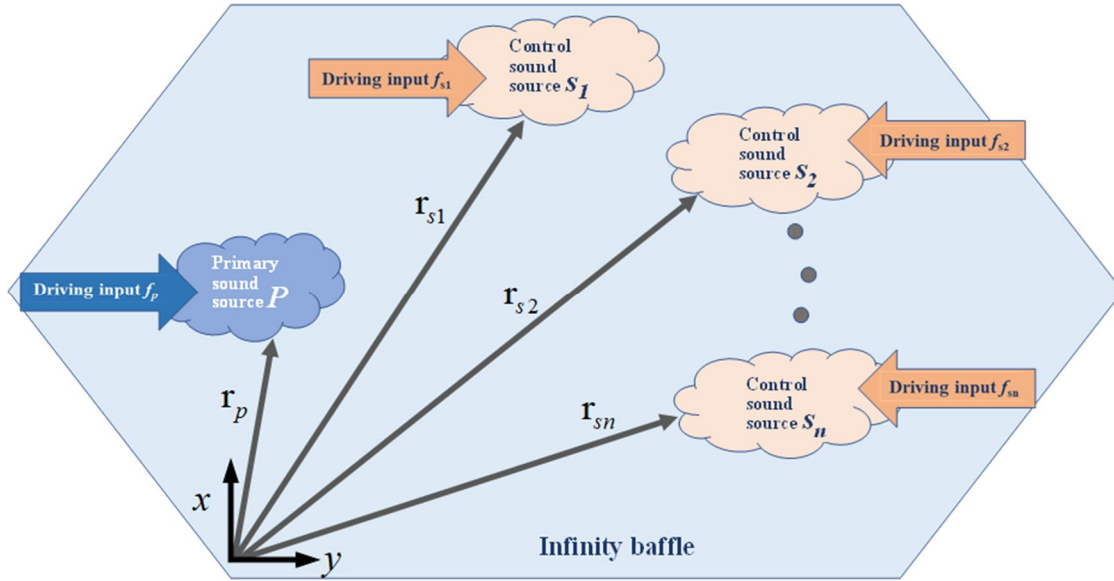


図2 無限大バツフルに埋め込まれた分布騒音源と分布制御音源

$$\mathbf{z}_{ps} = [Z_{ps1} \quad Z_{ps2} \quad \cdots \quad Z_{psn}]^T \quad (3)$$

$$\mathbf{z}_{sp} = [Z_{s1p} \quad Z_{s2p} \quad \cdots \quad Z_{snp}]^T \quad (4)$$

$$\mathbf{Z}_{ss} = \begin{bmatrix} Z_{s1s1} & Z_{s1s2} & \cdots & Z_{s1sn} \\ Z_{s2s1} & Z_{s2s2} & \cdots & Z_{s2sn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{sns1} & Z_{sns2} & \cdots & Z_{snsn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

ここで,  $Z_{ab}$  は以下のように定義される.

$$Z_{ab} = \int_b G_b^*(\mathbf{r}_b) \int_a z(\mathbf{r}_a | \mathbf{r}_b) G_a(\mathbf{r}_a) d\mathbf{r}_a d\mathbf{r}_b \quad (6)$$

ただし,  $G_a$  は音源  $a$  のモビリティ,  $z(\mathbf{r}_a | \mathbf{r}_b)$  は指数に表示される 2 点間の音響インピーダンスを表す. 上式は音響パワーにおける音源  $a$  と音源  $b$  の関係性を表すものであり, 本研究ではこれを音源間モビリティと呼称する.

式(1)によって記述される音響パワーを最小化する最適制御入力は以下のように表される.

$$\mathbf{f}_s = (\mathbf{g}_r + j\mathbf{g}_i) f_p \quad (7)$$

ただし,

$$\mathbf{g}_r = -(\mathbf{R} + \mathbf{X}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{r}_{sp} + \mathbf{r}_{ps}) + \mathbf{R}^{-1}\mathbf{X}(\mathbf{R} + \mathbf{X}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{x}_{sp} - \mathbf{x}_{ps}) \quad (8)$$

$$\mathbf{g}_i = (\mathbf{R} + \mathbf{X}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{x}_{sp} - \mathbf{x}_{ps}) - \mathbf{R}^{-1}\mathbf{X}(\mathbf{R} + \mathbf{X}\mathbf{R}^{-1}\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{r}_{sp} + \mathbf{r}_{ps}) \quad (9)$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{R}_{ss} + \mathbf{R}_{ss}^T \quad (10)$$

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_{ss}^T - \mathbf{X}_{ss} \quad (11)$$

なお,  $\mathbf{R}_{ss}$  と  $\mathbf{X}_{ss}$  はそれぞれ  $\mathbf{Z}_{ss}$  の実部と虚部である. 式(7)を式(1)に代入すると,  $i$  番目の制御音源の音響パワーが以下のように導出される.

$$P_{wsi} = \frac{1}{2} \mathbf{e}_{si}^T (\mathbf{g}_r - j\mathbf{g}_i) \mathbf{e}_{si}^T (\mathbf{r}_{ps} + \mathbf{R}_{ss}\mathbf{g}_r - \mathbf{X}_{ss}\mathbf{g}_i + j(\mathbf{x}_{ps} + \mathbf{R}_{ss}\mathbf{g}_i + \mathbf{X}_{ss}\mathbf{g}_r)) |f_p|^2 \quad (12)$$

上式に音源間モビリティの相反性を導入すると, 次式に示されるように, ゼロ制御パワー現象が発現することが確認できる.

$$P_{wsi} = 0 \quad (13)$$

ここで, 音源間モビリティの相反性は次式のように表される.

$$\int_b G_b^*(\mathbf{r}_b) \int_a z(\mathbf{r}_a | \mathbf{r}_b) G_a(\mathbf{r}_a) d\mathbf{r}_a d\mathbf{r}_b = \int_a G_a^*(\mathbf{r}_a) \int_b z(\mathbf{r}_b | \mathbf{r}_a) G_b(\mathbf{r}_b) d\mathbf{r}_b d\mathbf{r}_a \quad (14)$$

上式に対して、音響インピーダンスの相反性を適用すると、次式に帰着する。

$$G_a(\mathbf{r}_a)G_b^*(\mathbf{r}_b) = G_a^*(\mathbf{r}_a)G_b(\mathbf{r}_b) \quad (15)$$

上式が成立するためには、音源  $a$  のモビリティ  $G_a$  と音源  $b$  のモビリティ  $G_b$  の値がともに任意の実数、ともに任意の純虚数、複素数とその複素数の実数倍、あるいは共役複素数と共役複素数の実数倍となる必要がある。以下に各条件について記述する。 $G_a$  と  $G_b$  がともに任意の実数あるいはともに任意の純虚数の場合では、分布音源  $a$  と分布音源  $b$  における各音源内の個々の点で振動速度が同相あるいは逆相となることを示している。 $G_a$  と  $G_b$  が複素数とその複素数の実数倍の場合、各音源内の任意点におけるモビリティは基準となる複素数の実数倍となる。これは、上記の条件と同様に、各音源内の個々の点で振動速度が同相あるいは逆相となる事を示している。 $G_a$  と  $G_b$  が複素数とその共役複素数と実数倍の場合においても、同様の状態を示す。ただし、分布音源が 3 個以上ある場合、すべての音源の組み合わせについてこの条件を成立させることは不可能である。以上より、音源間モビリティの相反性が成立するためには、各分布音源内の相対的な位相分布が同相あるいは逆相になる必要がある。これに該当する分布音源の形態としては、ピストン音源や非減衰の平板などが考えられる。また、ここで注意すべきは、音源の形状についての条件が存在しない点である。すなわち、式(33)において両辺の積分範囲は等しいため、音源間モビリティの相反性に音源の形状は影響しない。したがって、どのような形状の分布音源だったとしても、上記の条件が満たされる限り、ゼロ制御パワー現象は発生する。

### (2) グローカル制御系構築のための評価関数の探索

ここでは、最もシンプルなケースとして、開空間内に騒音源と点音源が 1 つずつ配置され、両者ともにモノポールである場合を考える。まず、ゼロ制御パワーを発現する制御則の特性を明らかにする。制御則の実部を  $G_r$ 、虚部を  $G_i$ 、角周波数を  $\omega$ 、空気密度を  $\rho_0$ 、波数を  $k$ 、音源間距離を  $d$  とすると、制御音源の音響パワーは以下のように記述される。

$$P_{ws} = \frac{\omega \rho_0 k}{8\pi} q_p^2 \left( \frac{\sin kd}{kd} G_r + \frac{\cos kd}{kd} G_i + G_r^2 + G_i^2 \right) \quad (16)$$

上式をゼロとすることで、ゼロ制御パワーを発現する条件式が以下のように導出される。

$$\left( G_r + \frac{\sin kd}{2kd} \right)^2 + \left( G_i + \frac{\cos kd}{2kd} \right)^2 = \frac{1}{4k^2 d^2} \quad (17)$$

上式より明らかなように、制御則の実部と虚部からなる平面内において、ゼロ制御パワーを発現する条件は円で表現される。そこで、図3に示すように、制御則を円の中心を通る水平軸からの角度  $\theta$  で表現し、 $\theta$  と制御音源周りの物理量の関係性から、グローカル制御系構築のための評価関数を探索する。なお、ここでは一例として、音源間距離を 0.1 m、周波数を 100 Hz とする。この場合の最適制御則は  $\theta = 1.7556$  で表される。

図4は制御音源近傍におけるアクティブインテンシティとリアクティブインテンシティの比 (AR 比) を  $\theta$  の関数としてプロットしたものである。全体図および拡大図より明らかなように、 $\theta = 1.7515$  において AR 比が最小値となっていることがわかる。すなわち、ゼロ制御パワーを拘束条件として、AR 比を最小化することで、最適制御状態に限りなく近い制御効果が得られることが明らかになった。

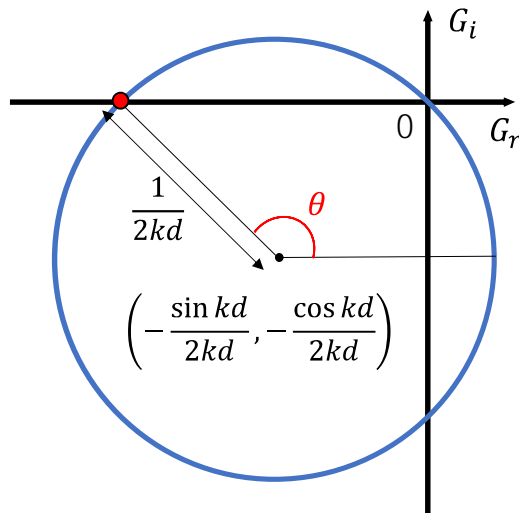


図3 ゼロ制御パワーの発現条件

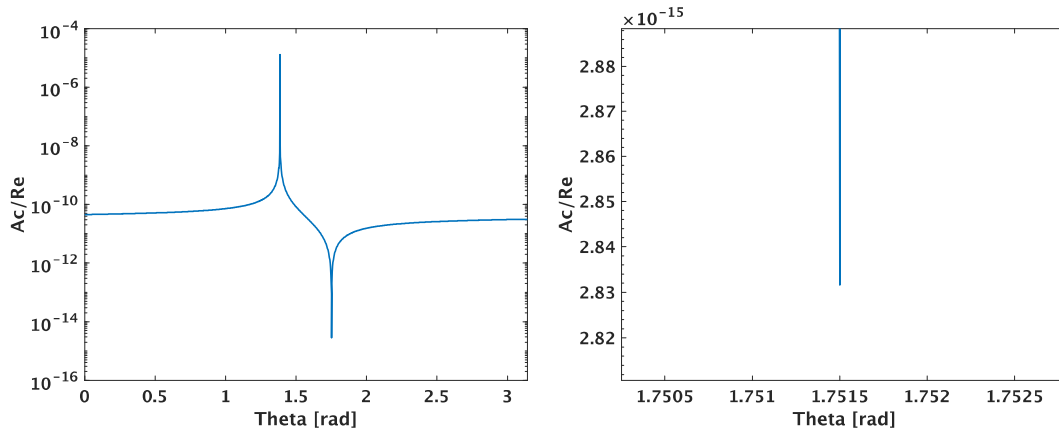


図 4 AR 比の  $\theta$  に対する変化

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 IWAMOTO Hiroyuki, SAIGO Muneharu, YUGE Kohei, KATO Hiroshi	4. 巻 96
2. 論文標題 粘弾性体落下衝撃における材料係数の同定	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 NIPPON GOMU KYOKAISHI	6. 最初と最後の頁 11-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2324/gomu.96.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Iwamoto Hiroyuki, Hisano Shotaro	4. 巻 543
2. 論文標題 Wave-trapping control of a cascaded lumped-parameter system using opposed active wave diodes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Sound and Vibration	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jsv.2022.117371	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 OGASAWARA Yuta, IWAMOTO Hiroyuki, HISANO Shotaro	4. 巻 88
2. 論文標題 Minimization of acoustic power in free space using multiple distributed sound sources (On the generation condition of the zero control power phenomena)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transactions of the JSME (in Japanese)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/transjsme.22-00217	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Hisano Shotaro, Ishikawa Satoshi, Iwamoto Hiroyuki	4. 巻 30
2. 論文標題 Coupled Analysis of Acoustic Space and Thin-Plate Vibrations by a Lumped-Mass Model Using Raviart-Thomas Elements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Theoretical and Computational Acoustics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1142/S259172852250013X	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 HISANO Shotaro, IWAMOTO Hiroyuki, ISHIKAWA Satoshi	4. 巻 88
2. 論文標題 Audible sound analysis of parametric speaker by concentrated mass model (Steady-state response analysis for cylindrical acoustic space by substructure synthesis method)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Transactions of the JSME (in Japanese)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.22-00096	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 IWAMOTO Hiroyuki, SAIGO Muneharu, INOUE Katsuo, YUGE Kohei, KATO Hiroshi	4. 巻 87
2. 論文標題 Impact of dropped hollow rubber sphere on plate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Transactions of the JSME (in Japanese)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.21-00199	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Iwamoto Hiroyuki, Hisano Shotaro, Tanaka Nobuo	4. 巻 56
2. 論文標題 Wave-based approach for dynamical analysis of a coupled rectangular cavity: fundamental properties of eigenpairs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Meccanica	6. 最初と最後の頁 1655 ~ 1674
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11012-021-01331-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kaizuka Tsutomu, Iwamoto Hiroyuki, Nakano Kimihiko	4. 巻 178
2. 論文標題 Active structural modal control for sound reduction in an enclosure: Experimental verification	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Acoustics	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apacoust.2021.107965	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Iwamoto Hiroyuki, Hisano Shotaro, Tanaka Nobuo	4. 巻 487
2. 論文標題 Modelling and feedforward control of wave propagation in an orthotropic rectangular panel based on a transfer matrix method	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Sound and Vibration	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jsv.2020.115639	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 關龍平, 久野翔太郎, 岩本宏之, 石川諭
2. 発表標題 パラメトリックスピーカとマイクロホンによる吸音率測定法の新提案
3. 学会等名 日本機械学会関東支部第29期総会・講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Daiki Funiyu, Shotaro Hisano, Hiroyuki Iwamoto and Satoshi Ishikawa
2. 発表標題 Analysis of thermoacoustic phenomenon using concentrated mass model
3. 学会等名 NOVEM2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yuta Ogasawara, Hiroyuki Iwamoto and Shotaro Hisano
2. 発表標題 Minimization of acoustic power in free space using dipole sound sources
3. 学会等名 NOVEM2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 關龍平, 久野翔太郎, 岩本宏之, 石川諭
2. 発表標題 パラメトリックスピーカによる吸音材の性能評価
3. 学会等名 第20回評価・診断に関するシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 關龍平, 久野翔太郎, 岩本宏之, 石川諭
2. 発表標題 集中系モデルを用いたインピーダンス境界を有する空間におけるパラメトリックスピーカの解析
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久野翔太郎, 石川諭, 岩本宏之
2. 発表標題 集中系モデル用いた熱音響自励振動解析 手法の検討
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩本宏之, 久野翔太郎, 田中信雄
2. 発表標題 対向型アクティブ波動ダイオードを基調とした一次元集中定数モデルにおける波動トラッピング制御
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中 裕貴, 岩本 宏之, 久野 翔太郎
2. 発表標題 3 重壁構造物における音響放射パワー最適制御
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小笠原 雄太, 岩本 宏之, 久野 翔太郎
2. 発表標題 無限バツフルの平面構造における音響パワーの最小化とゼロパワー現象の条件
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久野 翔太郎, 石川 諭, 岩本 宏之
2. 発表標題 集中系モデルによる温度勾配のある音響管の解析
3. 学会等名 Dynamics and Design Conference 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shotaro Hisano, Satoshi Ishikawa, Shinya Kijimoto and Hiroyuki Iwamoto
2. 発表標題 Structural-acoustic coupled analysis by concentrated mass model
3. 学会等名 Asia-Pacific Vibration Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Tanaka, Hiroyuki Iwamoto and Shotaro Hisano
2. 発表標題 Optimal control of acoustic radiation power for a multiple-walled structure
3. 学会等名 Asia-Pacific Vibration Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Marin Matsuyama, Hiroyuki Iwamoto and Shotaro Hisano
2. 発表標題 Adaptive control of a string-plate coupled system
3. 学会等名 Asia-Pacific Vibration Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuta Ogasawara, Hiroyuki Iwamoto and Shotaro Hisano
2. 発表標題 Minimization of sound power using multiple control sources -on the zero control power phenomenon-
3. 学会等名 Asia-Pacific Vibration Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩本宏之, 久野翔太郎, 山田遼太郎
2. 発表標題 スマートセンサと適応フィードフォワード制御による柔軟はりのエネルギー最小化制御
3. 学会等名 Dynamics & Design Conference 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田中裕貴, 岩本宏之, 久野翔太郎
2. 発表標題 多重壁構造物における音響放射パワー最適制御
3. 学会等名 Dynamics & Design Conference 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久野翔太郎, 石川諭, 雫本信哉, 岩本宏之
2. 発表標題 集中系モデルによる音響振動連成現象の解析
3. 学会等名 Dynamics & Design Conference 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小笠原雄太, 岩本宏之, 久野翔太郎
2. 発表標題 音響パワーの最小化とゼロパワー現象の発生条件
3. 学会等名 Dynamics & Design Conference 2019
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	久野 翔太郎  (Hisano Shotaro)  (00825945)	北九州高等専門学校・生産デザイン工学科・助教    (57103)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------