

令和 4 年 6 月 9 日現在

機関番号：12612

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03205

研究課題名(和文)位相縮約による「生きている」連続体振動のデザイン・最適化理論の開拓

研究課題名(英文) Development of optimal design for 'living' continuous body vibration with phase reduction method

研究代表者

田中 久陽 (Tanaka, Hisaaki)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授

研究者番号：20334584

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：ナノ/マイクロ電気機械系(N/MEMS)において、安定した自励振動を実現するため、注入同期が有効である。しかし、注入同期を有効利用するためには、その非線形性により従来の振動工学では解決困難な問題が現れる。例えば複数混在する振動モードの解析すら容易ではない。本研究は、注入同期のもとで、MEMSを含む任意の連続体の自励振動をデザイン可能にする理論と設計方法を構築してきた。その結果、これまでにない、生きているようにしなやかな連続体振動デザイン・最適化の理論を開拓することが可能になった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

N/MEMSでは、最近10年間で強制振動系(共振器)から自励振動系(発振器)へ研究がシフトし、この自励振動を安定に実現するため、注入同期・相互同期現象の利用が現在盛んである。その理由は、この現象を利用することにより余分な回路を必要とせず、最もシンプルかつ省電力な定常振動の安定化・周波数制御が可能となるからである。ところが、注入同期回路設計のための系統的設計論が存在せず、現場では経験や勘に頼らざるを得ない状況であった。本研究はこの状況を打開し、最適化理論を開拓することに成功した。

研究成果の概要(英文)：Injection-locking of nonlinear oscillators to an external periodic forcing is a fundamental phenomenon which adjusts their frequencies to that of an external forcing. Such injection-locking enables to stabilize the frequency of the oscillator, and it has a long history and produces a large variety of applications. In our research, we develop a method for maximizing the frequency range of an external forcing sustaining the injection-locked mode (i.e., locking range or synchronization band), based on our newly developed theory for self-oscillating MEMS. More precisely, we have enabled a direct simulation of injection-locked MEMS through interacting two reliable softwares of Abaqus and Dymola. Further, inspired by these precise simulations, a shape optimization theory has been developed for a self-oscillating continuous body including MEMS.

研究分野：数理情報学

キーワード：MEMS 注入同期 振動工学 最適化理論

1. 研究開始当初の背景

MEMSのように、時間・空間的に振動する無限自由度の分布定数系において、現在の実験主導の論文ラッシュにより、注入同期現象が注目を集めている。しかし、その本質的・系統的理解が容易ではないために、MEMS等の秘める多様な可能性(すなわち、振動の自由度)が著しく限定されている。すなわち、従来の振動工学の枠組みで行われているアプローチによっては、連続体の振動が実質ひとつの質点の振動として粗く近似され、この近似は単純な振動モードにのみ成り立つという限界がある。そのため、曲げモードやねじりモード等の混在する無限自由度の複雑な振動状態の取り扱いが困難であり、このような設定を実験家は避ける傾向があった。

2. 研究の目的

ところが一方で、あたかも生きていくような多様な振動モードを利用する新たな機能創出の可能性もみえている。しかし上記の通り、その本質に迫るモデリングと理論的枠組みは未整備のままである。以上の困難を打開し、MEMS等の秘める可能性を切り拓くことは可能だろうか? 本研究はこの問いの解答を与え、現実的問題に対し、その成果を還元することを目的としている。具体的には、以下に記載の通り、無限自由度の系に「位相縮約」の方法を適用し「位相方程式」を得て、これによりシステムの最適化設計を可能にする「位相縮約振動工学」の構築を目指す(図1)。

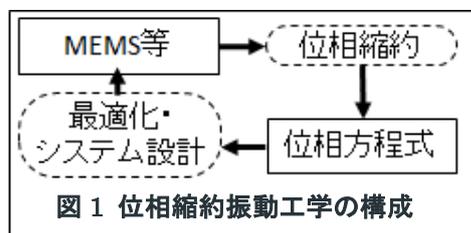


図1 位相縮約振動工学の構成

さらに、この方法による最適化設計として (i) 入力/相互作用のデザイン、(ii) 形状のデザインを課題とする。(i)の最適化問題は、注入同期周波数帯の幅(もしくは同期状態の安定性)を最大化するものであり、(ii)の形状のデザインは、位相方程式に縮約の後、形状最適化理論の枠組みにより、逆問題として連続体の最適形状を設計するものである。

3. 研究の方法

(1) これまでの研究を通して、私たちは無限自由度系の位相縮約を行う理論的枠組みとモデリングの方法論を得ている。本研究では、まず連続体の偏微分方程式、もしくはシミュレーション・実験系から直接に発振「位相」を変数とする位相方程式(低次元の非線形微分方程式)へ実質の近似誤差ゼロで縮約を行う方法を確立した。具体的には、位相縮約を実行するための2つの独立した方法、すなわち (a) 直接法、(b) 緩和法(アジョイント法)を整備している。図2の例で適用可能となった、(a)の直接法は周期的時変システムのインパルス応答に相当し、一方、(b)の緩和法は、対象となる系が偏微分方程式として明示的に与えられる場合に適用される。本研究は、この緩和法の適用範囲を方程式が明示的に与えられないケースにまで広げること検討している。

(2) また、システムの機械振動部分の形状・材質がどれ程複雑であっても、そのシステムに忠実な有限要素法シミュレーションは可能である。このシミュレーション上の仮想の実験系から、上記(a)の直接法により位相縮約の肝となる「位相感受関数」を(上記(1)の方法により)高い精度で得ることを可能にした。すなわち、N/MEMSに対し機械振動部分とフィードバック部分の連成シミュレーション(図2)を整備して、数値的位相縮約による方程式の低次元化により、見通しよくシステムの数理的設計・合成・最適化を可能とする方法を確立した。

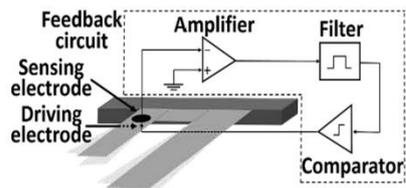


図2 自動発振 MEMS の構成例
機械振動部分にフィードバック回路を組み合わせて自動発振を生成している。

図2の説明: Abaqusの動的陰解析(HHTmethod)によりカンチレバー先端変位を動的に出力し、その出力を(Dymolaにより記述される)フィードバック回路へ入力する。フィードバック回路では入力変位から van der Pol 型の方程式(1) ($a=1.0 \times 10^{-4}$, $b=0.01$)を介して、その加速度をカンチレバー先端に下向きの力としてフィードバックしている。

$$\frac{d^2x}{dt^2} = a \cdot (b - x^2) \frac{dx}{dt} - x \quad (1)$$

(3) 上記(1)の直接シミュレーション、(2)の位相縮約を援用した数理的設計・合成・最適化の結果を実証するために回路を実装し実験を行う。研究分担者の関与は、共振回路にフィードバックを付加した発振器の設計・解析・実装に実績があり、その準備の下で、まず集中定数回路での実験検証を完了した。引き続き、現在各種分布定数回路を検討し、その実験検証を進めている(図3)。

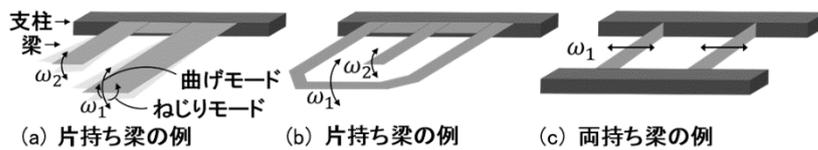


図 3 MEMS の機械系部分の構成例, 各部の微小振動の様子

4. 研究成果

以上で確立した研究の方法 (1), (2), (3) に対応して, それぞれの成果を, 以下の(i), (ii), (iii)に記載する.

(i) 方法 (1) のアプローチには, 入力周期的でありかつ弱入力であるという前提はあるものの, 従来のアプローチでは不可能であったことが可能となった. まず, Abaqus と Dymola の 2 つの強力なシミュレーターを連成することにより, MEMS カンチレバーの非線形自励振動の直接シミュレーションを可能にした (図 4). このシミュレーション環境により, カンチレバーの一部を piezoelectric material でフィードバック加振する MEMS に対し「位相感受関数」を初めて得ることに成功し, 方程式の低次元化 (位相方程式への縮約) が可能となった (図 5).

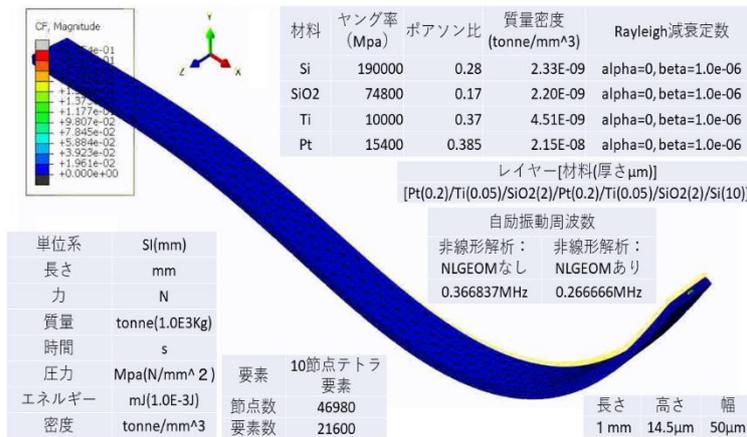


図 4 の説明: カンチレバーは, 図 4 の諸元に記載の材質から成り, 7 層構造である. 藪野らのカンチレバー (注 1) に倣い, 右端にフィードバック加振して van der Pol 型の自励振動を生じる構成になっている. (但し現状では piezoelectric material による加振を模倣した (仮想的な) 力により加振している.) この自励発振状態に, さらに外部入力 (例: 正弦波) を注入して, 外部入力の強度・周波数に依存して生じる注入同期を計測した. (注 1: DOI 10.1007/s11071-008-9339-1)

図 4 MEMS カンチレバーの非線形自励振動の直接シミュレーションの様子

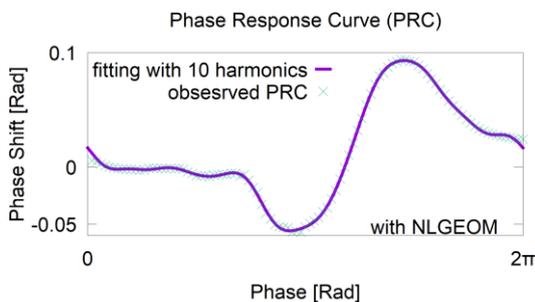


図 5 得られた位相感受関数

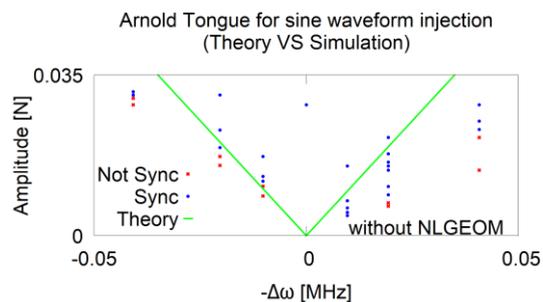


図 6 理論と直接シミュレーションの比較検討

(ii) 上記(i)の数値的位相縮約のアルゴリズムの確立により, 研究分担者の畔上, 河村, 竹内の協力の下で MEMS を含む連続体の自励振動, 注入同期に対し, 数理的設計・最適化理論の構築に成功した. その内容は, まず超弾性体の標準的な有限変形理論の枠組みの下で非線形自励振動を定式化し, さらにその安定周期解に対して, Floquet 理論を適用するものである. その結果, 位相感受関数, 位相方程式, ロックレンジ最大化問題を, はじめて整合して定式化可能となり, さらに弾性体 (すなわちカンチレバー) の形状最適化を, 随伴変数法による形状微分の導入により実行可能にした.

(iii) まず最初の成果として, 以下の引用文献①が出版され, これは学会論文賞を受賞した. その内容は, 本研究の拠って立つ位相縮約の理論が, たしかに集中定数回路の注入同期の最適化に有効であることを示すものである. さらに, 上記 (i), (ii) の結果から分布定数回路においても, 位相縮約の理論と直接シミュレーションの整合性が検証され (図 6), 最適化理論を検証する段階となっている. 現在, (ii)の形状最適化の理論と(i)の直接シミュレーションの整合性の検証, さらに集中定数回路から分布定数回路への実験の展開が進行中である.

<引用文献>

① 矢部 洋司, 田中 久陽, 注入同期型 E 級発振器のロックレンジを最大化する入力波形の設計と実験検証, 電子情報通信学会論文誌 A, No.10, 2018, pp.250-259 (電子情報通信学会 第 75 回論文賞受賞).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 19件／うち国際共著 4件／うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Yoji Yabe, Hisa-Aki Tanaka, Hiroo Sekiya, Masaki Nakagawa, Fumito Mori, Kensuke Utsunomiya, and Akira Keida	4. 巻 vol. 67, issue 5
2. 論文標題 Locking Range Maximization in Injection-Locked Class-E Oscillator -- A Case Study for Optimizing Synchronizability	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Circuits and Systems-I: Regular Papers	6. 最初と最後の頁 1762-1774
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TCSI.2019.2960847	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 中川 正基、田中 久陽	4. 巻 29
2. 論文標題 実験事実 に 忠実 な ホタル の 集団 同期 明滅 モデル と その 進行 波 形成 条件 の 解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本応用数学会論文誌	6. 最初と最後の頁 250-293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11540/jsiamt.29.3_250	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 Hisa-Aki Tanaka, Masaki Nakagawa, and Yasutada Oohama	4. 巻 vol. 21, issue 6
2. 論文標題 A Direct Link between Renyi-Tsallis Entropy and H ^α order 's Inequality --Yet Another Proof of Renyi-Tsallis Entropy Maximization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 MDPI Journal Entropy	6. 最初と最後の頁 549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/e21060549	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 田中久陽	4. 巻 vol.12, no. 4
2. 論文標題 非線形問題とヘルダーの不等式 (続編)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ Fundamentals Review	6. 最初と最後の頁 238-247
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/essfr.12.4_238	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 Michael Sebek, Yoji Kawamura, Ashley M. Nott, and Istvan Z. Kiss	4. 巻 95-110
2. 論文標題 Anti-phase collective synchronization with intrinsic in-phase coupling of two groups of electrochemical oscillators	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Philosophical Transactions of the Royal Society A	6. 最初と最後の頁 377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsta.2019.0095	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 該当する

1. 著者名 Yoji Kawamura	4. 巻 vol.1, Iss.3
2. 論文標題 Phase reduction of limit-torus solutions to partial differential algebraic equations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Research 1	6. 最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevResearch.1.033130	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 河村洋史	4. 巻 119 (289)
2. 論文標題 進行振動対流の時空間的な同期現象に対する位相縮約によるアプローチ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告信学技報	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Weisen Luo, Yusuke Ogi, Fumiya Ebihara, Xiuqin Wei, Hiroo Sekiya	4. 巻 vol.11, issue 2
2. 論文標題 Design of load-independent class-E inverter with MOSFET gate-to-drain and drain-to-source parasitic capacitances	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Theory and Its Applications, IEICE, Special Issue on Recent Advances in Device Modeling	6. 最初と最後の頁 267-277
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/nolta.11.267	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 該当する

1. 著者名 Shohei Saito, Shohei Mita, Wenqi Zhu, Shingo Nagaoka, Takeshi Uematsu, Kien Nguyen, Hiroo Sekiya	4. 巻 vol.8
2. 論文標題 Novel design approach of soft-switching resonant converter with performance visualization algorithm	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 59922-59933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2020.2983449	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 該当する

1. 著者名 Julius Fergy T.Rabago, Hideyuki Azegami	4. 巻 117
2. 論文標題 An improved shape optimization formulation of the Bernoulli problem by tracking the Neumann data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Engineering Mathematics	6. 最初と最後の頁 1-29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10665-019-10005-x	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 Julius Fergy T.Rabago, Hideyuki Azegami	4. 巻 8
2. 論文標題 A new energy-gap cost functional approach for the exterior Bernoulli free boundary problem	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Evolution Equations and Control Theory (EECT), American Institute of Mathematical Sciences	6. 最初と最後の頁 785-824
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/eect.2019038	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 中川正樹, 慶田朗, 田中久陽	4. 巻 vol. J102-A, no. 3
2. 論文標題 受信端末始動通信による非同期型フラッディングプロトコルの提案とシミュレーション評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌 A	6. 最初と最後の頁 133-148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 矢部洋司, 欧陽有界, 中川正基, 宇都宮健介, 永島和治, 関屋大雄, 田中久陽,	4. 巻 vol. J101-A, no. 10
2. 論文標題 注入同期型E 級 発振器のロックレンジを最大化する入力波形の設計と実験検証	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌A	6. 最初と最後の頁 250-259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 河村洋史, 椿玲未	4. 巻 vol. 118, no. 76
2. 論文標題 鞭毛の流体力学的同期現象に対する位相縮約によるアプローチ	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告	6. 最初と最後の頁 41-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 該当する

1. 著者名 Chancharoen Wares, Azegami Hideyuki	4. 巻 58
2. 論文標題 Topology optimization of density type for a linear elastic body by using the second derivative of a KS function with respect to von Mises stress	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Structural and Multidisciplinary Optimization	6. 最初と最後の頁 935 ~ 953
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00158-018-1937-z	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 Hayashi Takuya, Azegami Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Shape optimization of bodies of musical instruments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JSIAM Letters	6. 最初と最後の頁 29 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14495/jsiaml.10.29	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 Kiriya Yasuyuki, Katamine Eiji, Azegami Hideyuki	4. 巻 32
2. 論文標題 Shape optimisation problem for stability of Navier-Stokes flow field	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Computational Fluid Dynamics	6. 最初と最後の頁 68 ~ 87
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/10618562.2018.1500692	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 Chancharoen Wares, Azegami Hideyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Shape optimization for a linear elastic fish robot	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JSIAM Letters	6. 最初と最後の頁 65 ~ 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14495/jsiaml.10.65	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 T. Rabago Julius Fergy, Azegami Hideyuki	4. 巻 36
2. 論文標題 Shape optimization approach to defect-shape identification with convective boundary condition via partial boundary measurement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 131 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13160-018-0337-5	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 Hayati Mohsen, Abbasi Hamed, Kazimierczuk Marian K., Sekiya Hiroo	4. 巻 33
2. 論文標題 Analysis and Study of the Duty Ratio Effects on the Class-EM Power Amplifier Including MOSFET Nonlinear Gate-to-Drain and Drain-to-Source Capacitances	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Power Electronics	6. 最初と最後の頁 10550 ~ 10562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TPEL.2018.2810218	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 Lotfi Ali, Medi Ali, Katsuki Akihiko, Kurokawa Fujio, Sekiya Hiroo, Kazimierczuk Marian K., Suetsugu Tadashi	4. 巻 65
2. 論文標題 Subnominal Operation of Class-E Nonlinear Shunt Capacitance Power Amplifier at Any Duty Ratio and Grading Coefficient	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industrial Electronics	6. 最初と最後の頁 7878 ~ 7887
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TIE.2018.2803767	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 SEKIYA Hiroo	4. 巻 12
2. 論文標題 Power Converter Designs With Nonlinear Analysis Techniques	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE ESS Fundamentals Review	6. 最初と最後の頁 290 ~ 300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/essfr.12.4_290	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計52件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 偏微分代数方程式におけるリミット・トーラス解の位相縮約法
3. 学会等名 RIMS 共同研究 (公開型)「力学系：新たな理論と応用に向けて」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 偏微分方程式のリミット・トーラス解に対する位相縮約法
3. 学会等名 日本応用数理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 非圧縮性流体方程式における進行振動対流解の位相縮約法
3. 学会等名 日本物理学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 非圧縮性流体方程式における進行振動対流解の位相記述法
3. 学会等名 日本流体力学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 進行振動対流の時空間的な同期現象に対する位相縮約によるアプローチ
3. 学会等名 2019 年度第 3 回複雑コミュニケーションサイエンス (CCS) 研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史
2. 発表標題 進行振動対流の時空間的な同期現象に対する位相縮約によるアプローチ
3. 学会等名 非線形科学とその周辺セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河村洋史, Ettore Barbieri
2. 発表標題 非局所結合位相振動子系における安定な平面波
3. 学会等名 日本物理学会 第 75 回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuya Matsuhashi, Yoshiro Hara, Kien Nguyen, Takeshi Uematsu, Shingo Nagaoka, Taichi Mishima, Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Load-independent self-tuned parallel resonant power oscillator
3. 学会等名 The Twelfth Annual Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 海老原史弥, 魏秀欽, 関屋大雄
2. 発表標題 MOSFET の寄生容量を考慮した E 級発振器の解析と設計
3. 学会等名 電気学会産業応用部門大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mai Nonogawa, Kenzen Takeuchi, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 Optimum design of running shoes with desired deformation property
3. 学会等名 The 13th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization(WCSMO-13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Julius Fergy T.Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 On the ill-posedness and regularization of the shape optimization formulation concerning a geometry identification problem
3. 学会等名 The 13th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization(WCSMO-13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinjiro Ono, Hideyuki Azegami, Kenzen Takeuchi, Yukihiro Michiwaki, Takahiro Kikuchi, Keigo Hanyuu, Testu Kamiya
2. 発表標題 Identification of muscle activity in tongue's motion through medical image data
3. 学会等名 The 13th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization(WCSMO-13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shuichi Tango, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 Acceleration of shape optimization analysis using degeneration by singular value decomposition
3. 学会等名 The 13th World Congress on Structural and Multidisciplinary Optimization(WCSMO-13) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Julius Fergy T.Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 A Newton method in Sobolev space for solving free boundary problems
3. 学会等名 The 9th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shinjiro Ono, Hideyuki Azegami, Kenzen Takeuchi, Yukihiko Michiwaki, Takahiro Kikuchi, Keigo Hanyuu, Testu Kamiya
2. 発表標題 Modeling of muscle activity and its identification through shape observation
3. 学会等名 The 9th International Congress on Industrial and Applied Mathematics (ICIAM 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村木健太, 佐竹正義, 畔上秀幸
2. 発表標題 電磁場の固有値移動に関する形状最適化問題と導波管への応用
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年度年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新谷浩平, 畔上秀幸
2. 発表標題 H1勾配法に基づく複数材料を考慮したロバストトポロジー最適化
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年度年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 下元翼, 時田恵一郎, 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化におけるパラメータチューニング
3. 学会等名 日本機械学会第32回計算力学講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畔上秀幸, 小野慎二郎, 竹内謙善
2. 発表標題 形状観察に基づく舌の筋活動同定問題の定式化と解法
3. 学会等名 第5回嚙下シミュレーション研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化問題とその応用
3. 学会等名 第31回RAMP数理最適化シンポジウム (RAMP2019), 日本オペレーションズ・リサーチ学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Julius Fergy T.Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 On a shape optimization approach to the quadrature surface free boundary problem
3. 学会等名 The 7th Asian-Pacific Congress on Computational Mechanics (APCOM2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西川弘一郎, 畔上秀幸
2. 発表標題 医用画像データに基づく特発性側彎症患者別骨量変化の同定
3. 学会等名 日本機械学会第32回バイオエンジニアリング講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化問題とその応用
3. 学会等名 非線形CAE協会, 解析モデリング研究会, 第5回分科会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 畔上秀幸, RabagoJFT, 相野眞行
2. 発表標題 On the existence of a solution to a shape optimization problem
3. 学会等名 日本応用数理学会2020年研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 林拓也, 畔上秀幸
2. 発表標題 魚型超弾性体の泳ぎモード創生問題
3. 学会等名 日本応用数理学会2020年研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西川弘一郎, 畔上秀幸
2. 発表標題 形状変化に基づく特発性側彎症患者別骨量変化の同定
3. 学会等名 日本応用数理学会2020年研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小野慎二郎, 畔上秀幸, 竹内謙善, 道脇幸博, 菊地貴博
2. 発表標題 形状観測データに基づく舌の筋活動同定に関する研究
3. 学会等名 日本応用数理学会2020年研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋藤元滋, 佐原資謹, 畔上秀幸
2. 発表標題 消化管の蠕動運動を励起する筋配置同定問題
3. 学会等名 日本応用数理学会2020年研究部会連合発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuya Matsuhashi, Kien Nguyen, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Analysis and Experimental Verification of Parallel Resonant Oscillator
3. 学会等名 2020 IEEE Workshop on Nonlinear Circuit Networks(NCN2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuya Matsuhashi, Yoshiro Hara, Kien Nguyen, Takeshi Uematsu, Shingo Nagaoka, Taichi Mishima, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Load-independent self-tuned parallel resonant power oscillator
3. 学会等名 The Eleventh Annual Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE2019)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中久陽
2. 発表標題 一般化エントロピー最大化とヘルダーの不等式
3. 学会等名 電子情報通信学会 総合大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牛込隼, 高橋野以, 田中久陽
2. 発表標題 注入同期引込周波数帯域の摂動法による解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 複雑コミュニケーションサイエンス研究会 (CCS)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中川正基, 田中久陽
2. 発表標題 実験事実に忠実なホタルの集団明滅モデルとその進行波形成条件の解析
3. 学会等名 電子情報通信学会 非線形問題研究会 (NLP)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河村洋史, 椿玲未
2. 発表標題 鞭毛の流体力学的同期現象に対する位相縮約によるアプローチ
3. 学会等名 電子情報通信学会 複雑コミュニケーションサイエンス (CCS) 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shengzhe Xu, Akane Iwasaki, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Experimental evaluations of thinned-out and PDM controlled class-D rectifier
3. 学会等名 2018 International Conference on Smart Grids (ICSG 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tatsuki Ohsato, Yuta Yamada, Xiuqin Wei, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 Analysis and design of phase-controlled class-D ZVS inverter
3. 学会等名 2018 International SoC Design Conference (ISOCC2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryoko Sugano, Xiuqin Wei, and Hiroo Sekiya
2. 発表標題 High-frequency soft-switching resonant driver for SiC class-D amplifier
3. 学会等名 2018 International Symposium on Nonlinear Theory and Its Application (NOLTA2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小澤祐太, 魏秀欽, 関屋大雄
2. 発表標題 負荷非依存E ^h -1級インバータの提案
3. 学会等名 電子通信エネルギー技術研究会(EE)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松原華子, 関屋大雄
2. 発表標題 出力共振フィルタを省略した 級駆動回路の解析と実装
3. 学会等名 電子通信工エネルギー技術研究会(EE)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三田将平, 関屋大雄
2. 発表標題 非対称時比率制御 D ² 級無線電力伝送システムの解析と設計
3. 学会等名 電子通信工エネルギー技術研究会(EE)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wares Chancharoen, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 Shape optimization realizing given vibration mode and its application to fish robot
3. 学会等名 Asian Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization 2018 (ACSMO 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideyuki Azegami, Ryota Kurimoto, Genji Saito, Kenzen Takeuchi, Yukihiro Michiwaki, Takahiro Kikuchi, Keigo Hanyuu, Testu Kamiya
2. 発表標題 Muscle activity identification based on shape observation
3. 学会等名 Asian Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization 2018 (ACSMO 2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Wares Chancharoen, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 Shape optimization for a linear elastic fish robot
3. 学会等名 日本応用数理学会2018年度年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Julius Fergy T Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 An Improved Shape Optimization Formulation of the Bernoulli Problem by Tracking the Neumann Data
3. 学会等名 日本応用数理学会2018年度年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化理論と実問題への応用
3. 学会等名 ポスト「京」重点課題(8)・重点課題(6) 第2回 HPCものづくり統合ワークショップ(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畔上秀幸, 栗本涼太, 齋藤元滋, 竹内謙善, 道脇幸博, 菊地貴博, 羽生圭吾, 神谷哲
2. 発表標題 形状観察に基づく筋活動同定問題の定式化と解法
3. 学会等名 日本機械学会 第13回最適化シンポジウム (OPTIS 2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Julius Fergy T Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 An efficient second-order method for the numerical resolution of the exterior Bernoulli problem via "partial" gradient
3. 学会等名 The 6th Asian Conference on Nonlinear Analysis and Optimization
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Julius Fergy T Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 A novel shape optimization formulation of the exterior Bernoulli free boundary problem
3. 学会等名 The Computational Techniques and Applications Conference (CTAC) 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化問題における評価関数の2階微分とNewton法
3. 学会等名 大阪大学MMDSワークショップ 工学と数学の接点を求めて(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Julius Fergy T Rabago, Hideyuki Azegami
2. 発表標題 A new energy-gap cost functional approach for the exterior Bernoulli free boundary problem
3. 学会等名 日本応用数学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野々川舞, 竹内謙善, 畔上秀幸
2. 発表標題 スポーツシューズの変形特性に関する評価指標と形状最適化
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畔上秀幸
2. 発表標題 形状最適化問題における評価関数の2階微分について
3. 学会等名 日本応用数理学会2019年研究部会連合発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 注入同期引込周波数帯域の高精度計算手法	発明者 田中久陽, 高橋野以, 牛込隼, 中川正基, 慶田朗	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019- 50276(特開2020-155833)	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 注入同期引込周波数帯域の高精度計算手法	発明者 田中久陽, 高橋野以, 牛込隼, 中川正基, 慶田朗	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019- 50276	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	関屋 大雄 (Sekiya Hiroo) (20334203)	千葉大学・大学院工学研究院・教授 (12501)	

6. 研究組織（つづき）

	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	畔上 秀幸 (Azegami Hideyuki) (70175876)	名古屋大学・情報学研究科・教授 (13901)	
研究分担者	河村 洋史 (Kawamura Yoji) (90455494)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・付加価値情報創生部門 (数理科学・先端技術研究開発センター)・グループリーダー (82706)	
研究分担者	竹内 謙善 (Takeuchi Kenzen) (90911686)	香川大学・創造工学部・講師 (16201)	

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