

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：55401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06174

研究課題名(和文) 縦渦から放射される空力騒音の発生機構と縦渦の制御に関する基礎研究

研究課題名(英文) Study on Generation Mechanism and Control of Aerodynamic Noise Radiated from Longitudinal Vortex

研究代表者

尾川 茂(Ogawa, Shigeru)

呉工業高等専門学校・55401・嘱託教授

研究者番号：90714262

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、縦渦による空力騒音の発生機構の解明である。騒音発生機構の解明を理論・実験・解析から取組んだ。理論面では、音源項を表面圧力変動の時間微分とする Lighthill-Curle の式を用いて遠距離場音を解析で予測し音源が二重極音源であることが確認できた。実験領域ではビームフォーミング法で縦渦の音源分布を観察し、縦渦先端近傍が主音源であることを掴んだ。解析面では流れ場と音場の関係を調べた。音源項の時間微分した翼表面圧力変動を励起する因子は渦度ではなく、渦度の時間微分であることを見出した。その知見から渦度は縦渦の最先端で最大になるが、主音源は最先端から少し後方に位置す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

学術的意義として、縦渦から放射される空力騒音に関する、理論・実験・解析の三領域から総合的な知見が得られた。特に、低マッハ数・高レイノルズ数の流れ場の領域の音源は二重極音源であるとする理論が縦渦の音源にも適用でき、また音源は縦渦先端に局所的に存在していること、そして二重極音源に直接な影響を与えているのは渦度ではなく、渦度の時間微分であること等が解明でき、今後の音源探査に役立つものと考えられる。社会的意義としては、自動車・新幹線・飛行機などの高速の乗り物や風車などには、縦渦が共通項として存在する。今回得られた知見を活用して騒音の低減策に繋がれば、共通の対策効果が期待できるため波及効果も大きい。

研究成果の概要(英文)：The study aims to clarify the mechanism of how longitudinal vortex induces aerodynamic noise.

Based on the theory of Lighthill-Curle equation, the noise was estimated in the far field and compared with the experimental data. The result shows that the noise source is dipole noise. The measurement of noise source was experimentally conducted with beamforming method. The method clarified noise source distribution, which indicates that the dominant noise source is located at the apex of the vortex. The simulation was employed to relate flow field with noise field. As a result, it was found that although the flow field has the strongest vorticity at the apex of the vortex, the vorticity itself has little relationship with time derivatives of surface pressure fluctuations. Time derivatives of the vorticity have the strong correlation with time derivatives of surface pressure fluctuation. This new findings indicate that dominant noise source was located a little far away from the apex itself.

研究分野：音響流体力学

キーワード：縦渦 空力騒音 渦度 流れ場 音場 二重極音 音場解析 時間微分圧力変動

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、世界的に高速道路環境の整備が進み、高速長距離走行が可能な時代が到来している。自動車の車内音は、主にエンジン音・タイヤ音・空力騒音からなるが、エンジン音は電気自動車の普及で、またタイヤ音も低騒音タイヤの開発で静粛化が著しく進んでいる。一方、空力騒音は車速の6乗に比例して増加するため、時速80 km以上の高速走行では支配的である。このため静粛な車内快適空間の創造には、空力騒音低減に向けた抜本的な技術革新が課題である。空力騒音はフロントピラー後方に発生する、流れ方向に回転軸を持つ縦渦が主音源となっている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、縦渦による空力騒音の発生機構を解明することである。空力騒音の発生機構の解明とは、縦渦の部位と騒音の関係、並びに渦からの音の生成過程を解明することである。すなわち、渦による音波の発生現象の解明である。非定常性の強い、微細な渦構造を捉え、その非定常運動から音波を発生している様子を捉えることである。

3. 研究の方法

微細な渦から放射される微弱な音波を捉えることは、難易度は高く未解明な点が多い。そこで、本研究を遂行するにあたり、先進性の高い理論・実験・解析の3つのツールを統合させる。以下に3領域の内容について説明する。

まず①先進理論では、Lighthill-Curle 方程式から空力騒音を理論的に予測する。実験値と比較して理論による音源の妥当性を検証する。その予測値と実験値や解析値と比較し、その妥当性を確認して騒音の発生機構を理論的に解明する。

さらに、②先進実験では、頂角が異なる大型三角翼を三種類制作して形状と縦渦の関係を解明する。そして再現した縦渦をビームフォーミング法によって、縦渦の音源分布の全体像を明らかにする。さらに音源の空間分解能を上げるために翼表面に超小型マイクを埋め込み遠距離場音との相関を求め、翼表面の圧力変動が音源であるとする仮説を検証する。

③先進解析では、本校の学術提携校である兵庫県立大学のスパコンを利用する。解析では流体の Navier-Stokes 方程式を非定常で解析し、微細な渦運動が音波を発生している様子を可視化する。特に音源と考えられる縦渦先端については、スパコンの許容限界まで空間的・時間的な分解能を高め、渦の強い非定常運動が大きな空力騒音を励起している状況を可視化する。

以上述べた先進的な理論・実験・解析を統合し、縦渦による音の発生機構を解明する。

4. 研究成果

縦渦による騒音発生機構の解明を理論・実験・解析の3領域から解明した。

(1) 理論による音源究明

音源項を翼表面の圧力変動の時間微分とする Lighthill-Curle 方程式を用いて遠距離場音を解析で予測した。実験値と比較して 200 Hz～1 kHz 以下の周波数帯で良く一致することが確認できた。このことから音源は物体表面の圧力変動の時間変動に起因する二重極音源であることが分かった。図1にその結果を示す。なお、スパコンのメッシュ数の関係で 1 kHz 以上の高周波数帯については、十分な解析精度が得られておらず、今後の課題である。

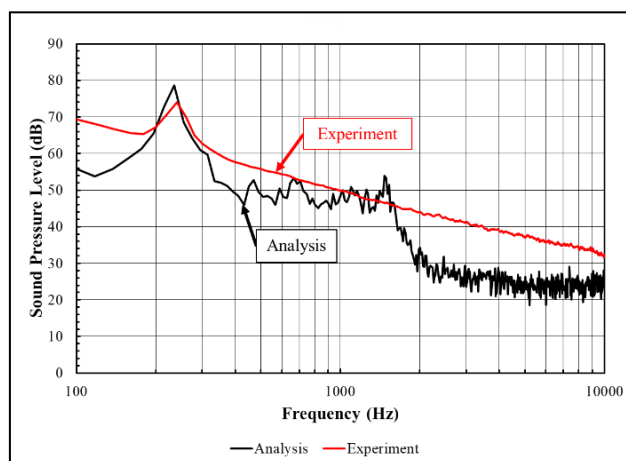


図1. Lighthill-Curle の式による解析予測（黒線）と実験値（赤線）の比較

(2) 実験による縦渦の音源分布の解明

宇宙航空研究開発機構（JAXA）の低速度風洞を使用し大型三角翼で縦渦を再現し、96本の多数のマイクから構成されるマイクロホンアレイを使用したビームフォーミング法によって、縦渦の音源分布を観察した⁽¹⁾。使用した三角翼は幅・長さが共に0.8mで、頂角は60°、90°、120°の三仕様である。その音源分布を図2に示す。頂角が60°、90°では縦渦の先端に赤色の強い音源が見られるが、頂角が120°の鈍角になると縦渦は崩壊し、先端から後端に音源が移動していることを明らかにした。縦渦は翼前縁で剥離した流れが翼上で再付着することによって形成され円錐形上を有するが、縦渦から放射される音は縦渦全域から発生しているのではなく、縦渦先端に集中している点が新たな実験的な知見である。

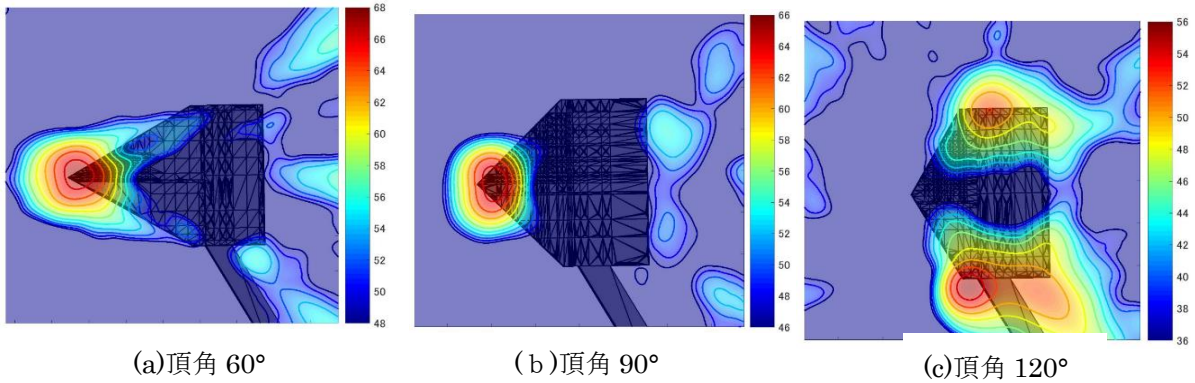


図2. JAXA 風洞実験におけるビームフォーミング法によって計測された周波数 2.5 kHz の縦渦の音源分布（図横のスケールは音圧レベル（dB）を示し、赤色が強い音源を示す）。

(3) スパコン解析による空力騒音の発生機構

スパコンによって三角翼の前縁で形成される縦渦の速度流線を図3に示す。鋭角の三角翼では強い縦渦が形成されるが、頂角が大きくなるにつれて縦渦は弱くなり、頂角120°では縦渦は崩壊していることが分かる。また、渦度分布を図4に示す。縦渦は無数の渦から構成されている。渦音理論から渦の非定常な動きが大きな音を放射することが推察される。

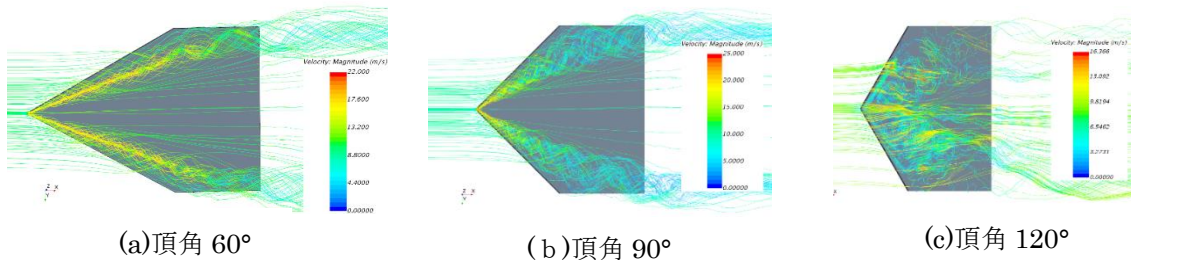


図3. 速度流線の比較。頂角が鋭角であるほど強い縦渦が発生。

一様流（緑色）は10m/sで翼先端部ではその2~3倍増速（オレンジ色）している。

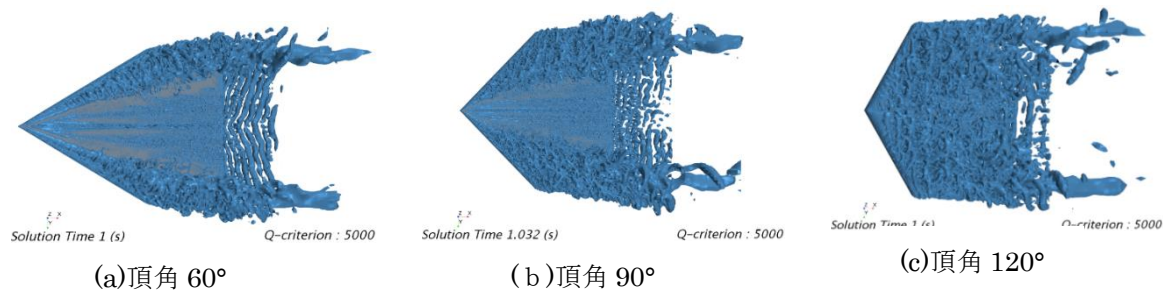
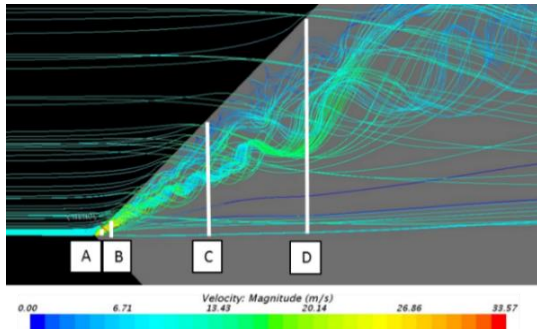
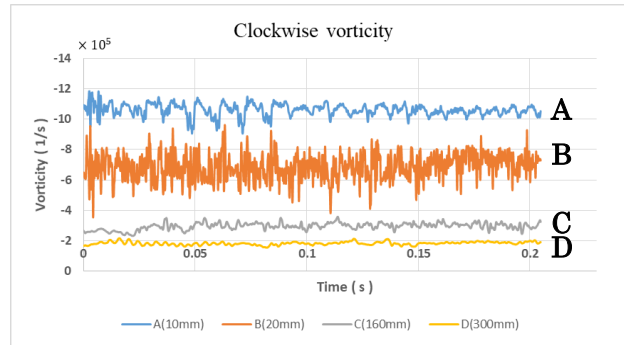


図4. 渦度分布（Q値5000の等値面）。縦渦は無数の小さな渦の集合体であることがわかる。また、各渦のスケールは先端では小さく後端に向かうほど大きくなっている。

渦の強さと音源の関係をさらに詳細に調べた。図 5 に縦渦先端から後方に向けて各断面での渦度の強さとその非定常性の変化を示す。縦渦の先端近傍の A と B 断面では強い渦度と非定常性を示すが、後方の C、D では対流と粘性によって渦の強さと非定常性も減衰し、空力騒音の発生は小さくなっていると考えられる。この解析結果は、図 2 の実験で得られた音源分布と一致するものである。縦渦先端の強い渦の非定常性の激しい運動が大きな空力騒音を励起しているものと考えられる。Lighthill-Curle の理論式から音源は物体表面の圧力変動の時間微分、すなわち強い渦の非定常運動が音源となっていることを裏付けるものである。



(a) 縦渦の流れ方向の検査面 (A~D)



(b) 各断面の渦の非定常性と渦の強さの変化

図5. 頂角90° 翼の縦渦の流れ方向の検査断面における渦の非定常性と渦の強さの変化

三角翼の先端から流れ方向に 8 mm、16 mm、32 mm、64 mm、128 mm、256 mm、512 mm における各点での渦度と表面圧力の時間微分の分布を図 6 に示す。この結果から流れ方向の渦度と表面圧力の時間微分の傾向は一致していないことが分かる。次に、流れ場の渦度の時間微分と Delta 翼の表面圧力の時間微分との関係を調べた。図 7 に解析結果を示す。この結果から流れ方向の圧力の時間微分と渦度の時間微分の傾向は一致している。従って、流れ方向においては二重極音の音源である表面圧力の時間微分は渦度ではなく、渦度の時間微分と傾向が一致していることが明らかとなった。また、表面圧力の時間微分と渦度の時間微分の最大値は、先端自身ではなく翼の先端から 64 mm の位置において最大となっていることが明らかになった。

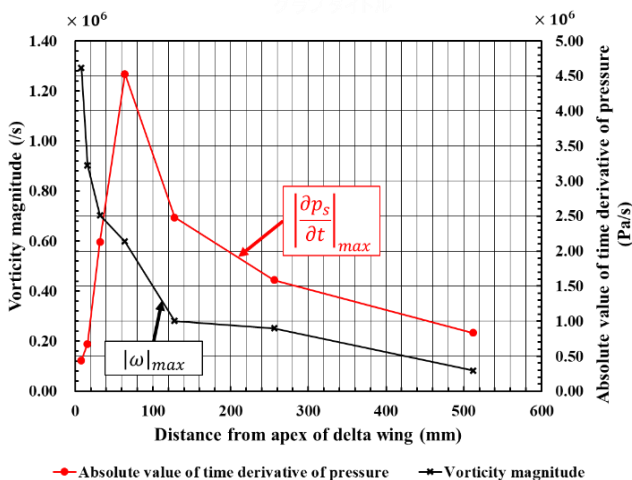


図 6. 各計測点での渦度の最大値 $|\omega|_{max}$ と時間微分翼表面圧力変動の最大値 $\left|\frac{\partial p_s}{\partial t}\right|_{max}$ の比較 (瞬時値 Solution time = 1.2048 s.)

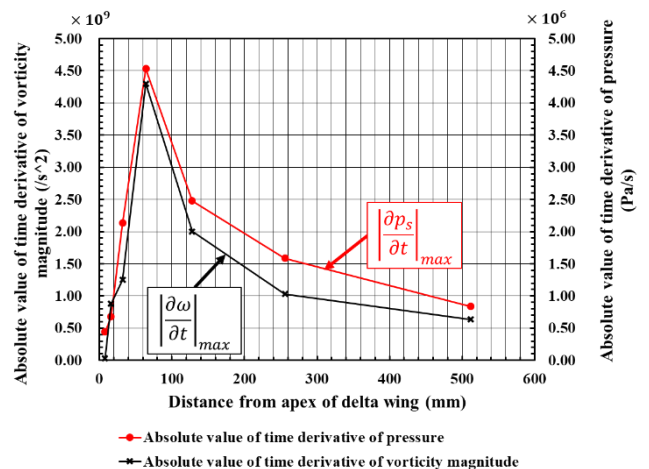


図 7. 各計測点での時間微分渦度の最大値 $\left|\frac{\partial \omega}{\partial t}\right|_{max}$ と時間微分翼表面圧力変動の最大値 $\left|\frac{\partial p_s}{\partial t}\right|_{max}$ の比較 (瞬時値 Solution time = 1.2048 s.)

図 8 に表面圧力の時間微分の絶対値と断面に速度ベクトルを示す。速度ベクトルは線積分畳み込み法⁽²⁾により処理を行っている。断面は三角翼の先端から 64 mm の位置に翼に垂直になるように設置した。この垂直面は縦渦の断面の渦構造を示しており、渦中心部は速度が遅くその周囲は速い回転流で形成されている。その縦渦中心部と三角翼前縁部の間である領域 Z において極めて高い表面圧力の時間微分値が発生していることがわかる。この音源である時間微分圧力変動が、縦渦の先端部分ではなく、先端から少し離れた位置（先端から 64 mm）であることについては、渦度は最大となるが、渦は先端で生成された直後であり未発達のため渦度の変動自身は小さく、その結果大きな圧力変動も発生せず空力騒音の音源とはならないものと考えられる。

本研究結果で得られた縦渦の音源に関する理論・実験・解析の結果を総合すると、以下の通りである。音源は Lighthill-Curle 方程式に従い時間微分圧力変動による二重極音であり、その音源分布の全体像は実験によって明らかとなりその支配的な音源は局所的で翼先端近傍に位置することが掴めた。また、数値解析による詳細な分析から空力騒音の発生機構を明らかにした。すなわち、縦渦の最先端で渦度は最大となるが、渦度は音源である時間微分圧力変動を直接的な影響を与えず、渦度の時間的変動を示す時間微分渦度が直接的影響を及ぼしている。その最大値は翼最先端から少し離れた位置で最大となり、渦の強い非定常運動がより大きな翼表面の圧力変動の時間変動を励起し、空力騒音の主音源となっていることが解明できた。

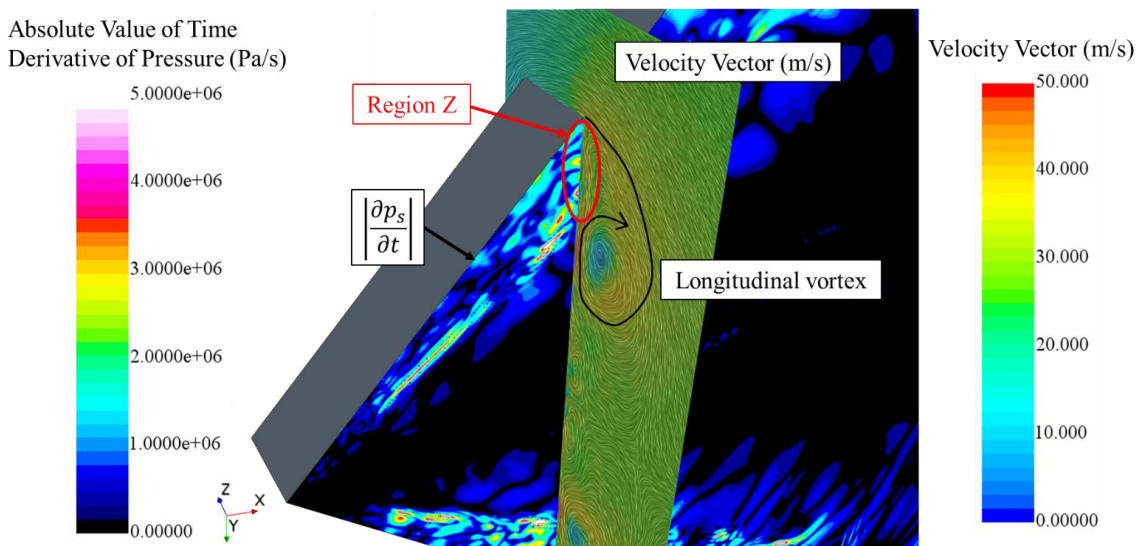


図 8. 音源である時間微分翼表面圧力変動の絶対値と線積分畳み込み法による速度ベクトルの分布。時間微分圧力変動の最大値は翼先端ではなく先端から 64mm 離れた位置で最大となる。（瞬時値 Solution time = 1.2048 s.）

<引用文献>

- (1) 浦 弘樹：航空機に関する飛行及び風洞実験の音源探査解析：講習会「流体騒音」，日本機械学会，2014.
- (2) Cabral, B., Leedom, L.C.: Imaging Vector Fields Using Line Integral Convolution, Proceedings of ACM SigGraph 93, p.263-270, 1993.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12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 2件）

1. 著者名 Shigeru Ogawa, Keita Yano, Hiroki Okada, Kouta Samura	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on Characteristics of Aerodynamic Sound Radiated from Longitudinal Vortex Generated around the Leading Edge of a Delta Wing	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF ' 18) The 17th International Conference on Fluid Flow Technologies	6. 最初と最後の頁 pp.1-8
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 Shigeru Ogawa, Yusuke Kimura	4. 巻 8
2. 論文標題 Improvement by Control of Wingtip Vortices for Vertical Axis Type Wind Turbine	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Open Journal of Fluid Dynamics	6. 最初と最後の頁 pp.331-342
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/ojfd.2018.83021	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 Shigeru Ogawa, Souma Usui	4. 巻 8
2. 論文標題 Heat Transfer Enhancement by Vortex Generators for Compact Heat Exchanger of Automobiles	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Open Journal of Fluid Dynamics	6. 最初と最後の頁 pp. 321-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/ojfd.2018.83020	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 Shigeru Ogawa, Takahiro Nomura, Naoki Hata, Yusuke Kimura, Yoshihiko Sorokin	4. 巻 -
2. 論文標題 A New Horizontal Wind Turbine with a Circular Cylinder Driven by Longitudinal Vortex System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF ' 18) The 17th International Conference on Fluid Flow Technologies	6. 最初と最後の頁 PP.1-7
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 Shigeru Ogawa, Keita Yano, Hiroki Okada, Kouta Samura	4. 巻 -
2. 論文標題 Frequency Characteristics on Aerodynamic Sound Generated by Longitudinal Vortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 14th International Conference on Motion and Vibration Control	6. 最初と最後の頁 pp.361-362
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 Shigeru Ogawa, Takahiro Nomura, Naoki Hata	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on Horizontal Type Turbine Driven by Longitudinal Vortex System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 14th International Conference on Motion and Vibration Control	6. 最初と最後の頁 pp.249-250
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 尾川 茂、 矢野 恵太	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on vortical structures and aerodynamic sound of longitudinal vortex system generated around the leading edge of delta wings	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of 4th Symposium on Fluid-Structure-Sound Interactions and Control	6. 最初と最後の頁 pp.294-295
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 矢野恵太、尾川 茂	4. 巻 -
2. 論文標題 Characteristics of wing-surface pressure fluctuations and aerodynamic sound of the vortex system generated by the delta wing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Proceedings of the 4th Symposium on Fluid-Structure-Sound Interactions and Control	6. 最初と最後の頁 pp.296-297
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 Shigeru OGAWA, Keita YANO, Hiroki OKADA, Kouta SAMURA	4. 巻 -
2. 論文標題 STUDY ON CHARACTERISTICS OF AERODYNAMIC SOUND RADIATED FROM LONGITUDINAL VORTEX GENERATED AROUND THE LEADING EDGE OF A DELTA WING	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF '18)	6. 最初と最後の頁 pp.1-7
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 Shigeru OGAWA, Keita YANO, Hiroki OKADA, Kouta SAMURA	4. 巻 -
2. 論文標題 Frequency characteristics on aerodynamic sound generated by longitudinal vortex	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The 14th International Conference on Motion and Vibration	6. 最初と最後の頁 pp.1-2
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 Hiroki Okada and Shigeru Ogawa	4. 巻 -
2. 論文標題 EXPERIMENTAL STUDY ON CHARACTERISTICS OF PRESSURE FLUCTUATIONS OF LONGITUDINAL VORTEX SYSTEM GENERATED AROUND THE LEADING EDGE OF A DELTA WING	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Grand Renewable Energy 2018 International Conference	6. 最初と最後の頁 pp.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 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 Kouta Samura and Shigeru Ogawa	4. 巻 -
2. 論文標題 NUMERICAL ANALYSIS ON AERODYNAMIC SOUND SOURCES GENERATED BY LONGITUDINAL VORTEX	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Grand Renewable Energy 2018 International Conference	6. 最初と最後の頁 pp.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 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20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Shigeru Ogawa, Yusuke Kimura, Yoshihiko Sorokin
2. 発表標題 Control of Wingtip Vortices Generated by Vertical Type Magnus Wind Turbine,
3. 学会等名 The 14th International Conference on Motion and Vibration Control (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiko Sorokin, Shigeru Ogawa
2. 発表標題 Numerical Analysis of Aerodynamic Noise Generated by Interaction between Karman Vortex and Cylinder Wing
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoki Hata, Shigeru Ogawa
2. 発表標題 A New Horizontal Wind Turbine with a Circular Cylinder Driven by Longitudinal Vortex System
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kouta Samura, Shigeru Ogawa
2. 発表標題 Numerical Analysis on Aerodynamic Sound Sources Generated by Longitudinal Vortex
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Kimura, Shigeru Ogawa
2. 発表標題 Study on Wingtip Vortices of Vertical Axis Type Magnus Wing Turbine
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Okada, Shigeru Ogawa:
2. 発表標題 Experimental Study on Characteristics of Pressure Fluctuations of Longitudinal Vortex System Generated around the Leading Edge of a Delta Wing
3. 学会等名 Grand Renewable Energy 2018 Proceedings (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川口 雄大, 尾川 茂
2. 発表標題 一様流中に置かれた角柱端で発生する縦渦の特性
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第56期総会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 明石郁実, ソロキン好彦, 木村優介, 尾川 茂
2. 発表標題 一様流中の回転円柱翼から放射される空力騒音
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第56期総会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢野 恵太, 岡田 大輝, 佐村 昂太, 尾川 茂
2. 発表標題 三角翼前縁で発生する縦渦形状と空力音の音質特性の関係
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第56期総会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾川 茂
2. 発表標題 縦渦の空力騒音の発生機構
3. 学会等名 兵庫県立大学シミュレーション学研究科 第4回研究交流会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ソロキン好彦, 明石郁実, 木村優介, 尾川 茂
2. 発表標題 円柱翼から放出されるカルマン渦によって励起される空力騒音の数値解析
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第56期総会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾川 茂, 岡田大輝, 佐村昂太, 本田陽敬, 鈴木康平, 浦 弘樹, 高石武久
2. 発表標題 Beamforming法による、三角翼前縁に発生する縦渦から放射される空力音の音源探査
3. 学会等名 第38回流力騒音シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ソロキン好彦, 尾川 茂, 丸亀 健
2. 発表標題 六角柱端で発生する縦渦が励起する壁面の音源分布
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 大輝, 尾川 茂, 浦 弘樹, 高石 武久, 本多 陽敬, 佐村 昂太, 鈴木 康平
2. 発表標題 ビームフォーミング法による縦渦の空力騒音の音源探査
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐村 昂太, 尾川 茂, 鈴木 康平, 本多 陽敬, 岡田 大輝
2. 発表標題 縦渦の空力騒音源に関する数値解析
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秦 直輝, 尾川 茂, 野村 高広
2. 発表標題 縦渦を駆動力とする水平式円柱翼風車のスケール変化に対する翼長さの最適化
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 木村 優介, 尾川 茂
2. 発表標題 垂直軸式マグナス風車における円筒翼回転装置の研究
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第57期総会・講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾川 茂
2. 発表標題 縦渦から放射される空力騒音の発生機構
3. 学会等名 兵庫県立大学シミュレーション学研究科 第5回研究交流会, 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾川 茂, 橋口 真宣、矢野 恵太
2. 発表標題 NUMERICAL PREDICTION OF AERODYNAMIC SOUND RADIATED FROM VORTICAL FLOW, BASED ON COMPACT GREEN ' S FUNCTION
3. 学会等名 The Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 矢野 恵太, 岡田 大輝、佐村 昂太, 尾川 茂
2. 発表標題 三角翼前縁で発生する縦渦形状と空力音の音質特性の関係
3. 学会等名 日本機械学会 中国四国支部 第56期総会講演会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 尾川 茂、他62名	4. 発行年 2018年
2. 出版社 (株)技術情報協会	5. 総ページ数 pp.281-290
3. 書名 遮音・吸音材料の開発、評価と騒音低減技術	

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----