
Proceedings of Tokai University
Research Institute of Science and Technology

東海大学紀要

総合科学技術研究所

2020Vol.40



RIST

Research Institute of Science and Technology

東海大学 紀要 総合科学技術研究所

Proceedings of Tokai University
Research Institute of Science and Technology

2020 Vol. 40



Research Institute of Science and Technology

ご挨拶

東海大学総合科学技術研究所は 1948 年に設立された産業科学技術研究所を前身とする研究所で、とくに環境・エネルギーの理工学系分野を中心に据えて、医・農・工・海の特徴ある分野の研究プロジェクトを遂行しています。

東海大学の強みを生かした組織的な学内研究を推進し、民間企業や他大学、および自治体などと共に社会連携を目指した研究を発展させて行くことにより東海大学のコアとなり得る組織的な研究を醸成することを目指しています。

2020 年度は COVID-19 感染拡大に伴ない研究活動が制限される中、研究所所属の教員や研究者の努力により、ここ数年の研究成果に比べても劣ることのない優れた研究成果が得られたものと確信しております。

今回は 2020 年 4 月から 2021 年 3 月までの研究所の研究成果を活動概要としてまとめました。さらに、2020 年度に当研究所が主催・共催したシンポジウムの概要もまとめています。

御一読いただけますと幸いです。
引き続き皆様のご支援をよろしくお願い致します。

2021 年 4 月 1 日
総合科学技術研究所
所長 岩森 暁

目次—CONTENTS—

- 総合科学技術研究所 所長挨拶 1

- 廃熱の昇温を目的とした熱で動作する熱音響ヒートポンプの 2
蓄熱器温度と COP に関する数値計算
千賀麻利子, 長谷川真也 (総合科学技術研究所)

- 2020 年度総合科学技術研究所 活動記録 7

- 東海大学—デンマーク工科大学国際交流イベント 9
新エネルギーと太陽光発電技術に関するワークショップ

- 総合科学技術研究所 2020 年度第 1 回シンポジウム 12
「飛翔体の流れに関するシンポジウム」

- 2020 年度総合科学技術研究所 研究業績 25

- 2019 ~ 2020 年度プロジェクト研究課題紹介 34
(総合研究機構プロジェクト研究分)

廃熱の昇温を目的とした熱で動作する熱音響ヒートポンプの蓄熱器温度と COP に関する数値計算

千賀麻利子, 長谷川真也 (総合科学技術研究所)

Numerical Calculation of Regenerator Temperature and COP of a Heat-driven Thermoacoustic Heat Pump for the Purpose of Raising the Temperature of Waste Heat

Mariko SENGA, Shinya HASEGAWA (Research Institute of Science and Technology)

キーワード : 熱音響ヒートポンプ, 蓄熱器温度, 成績係数 (COP), 廃熱回生デバイス
Keywords: Thermoacoustic heat pump, Regenerator temperature, Coefficient of Performance (COP), Waste heat recovery device

Abstract

In this study, the performance of a heat-driven thermoacoustic heat pump (HDTHP) that can generate high-temperature heat is verified by numerical calculation. The high temperature of the heat pump regenerator T_{HPH} was calculated while changing the high temperature of the prime mover regenerator T_{ENH} and the low temperature of the heat pump regenerator T_{HPL} . In calculation, T_{ENH} and T_{HPL} were set at the same temperature. As a result of the calculation, HDTHP satisfied the critical condition when T_{ENH} , T_{HPL} were 181 °C, and T_{HPH} reached 891 °C when T_{ENH} , T_{HPL} were 350 °C. In addition, the ratio of *COP* to Carnot efficiency was calculated under the same conditions. From calculation results, when T_{ENH} , T_{HPL} were 350 °C and T_{HPH} was 891 °C, the ratio of *COP* to Carnot efficiency reached 37.2%. This calculation result shows the possibility that the following three can be realized in principle: (1) Operation over a wide temperature range, (2) high heat pump temperature exceeding 800 °C, and (3) high *COP* ratio to Carnot efficiency reaching 37.2%.

1. はじめに

CO₂の排出による地球温暖化を緩和・抑止するために、2050年におけるカーボンニュートラルが目標として掲げられている。この目標を達成するためには、現在膨大に捨てられている産業廃熱を回生し再度利用可能なエネルギーとしてリサイクルすることが有効である。産業廃熱を回生する際に、廃熱を電力に変換して貯蔵あるいは使用する方法と、廃熱から冷熱あるいは高温熱を生成し、産業プロセスで再利用する方法が存在する。廃熱を電力に変換する方法に関しては、ゼーベック素子、ランキンサイクル発電、スターリングエンジンなど、多様な廃熱発電技術の開発が活発に行われている。一方、廃熱から冷熱や高温熱を生成する技術（以下、熱動作ヒートポンプ）としては、吸着・吸収式冷凍機などが挙げられる。吸着・吸収式冷凍機は常温近傍においては高い熱効率を有するが、相変化現象を利用するために液体の沸点近傍に使用温度帯域が限定されている。そのため、特に廃熱から 300°C 以上の高温熱を生成する熱動作ヒートポンプの研究は十分に進んでいない。

一方、動作温度域が限定されない熱動作ヒートポンプを実現可能な方法として、熱音響現象の利用が挙げられる。熱音響現象は気体で満たされた細管流路（以降、蓄熱器）に閾値を超える温度勾配を設けると、内部の気体がスターリングサイクルに似た熱力学的プロセスを経験し、自励振動音波が発生する現象である。この現象は熱入力から音響パワーという仕事を取り出すことが可能な熱機関(原動機)と見なすことが出来る[1, 2]。一方、熱音響現象は逆スターリングサイクルに似た熱力学的プロセスも実行可能であるために、蓄熱器に音響パワーを入力すると熱を低温から高温へ輸送

する熱音響ヒートポンプとして動作させることが出来る[3, 4]. さらに熱音響現象を応用し, 熱入力から音響パワーと取り出す熱音響原動機と音響パワーで熱を低温から高温へ輸送する熱音響ヒートポンプを組み合わせることで, 一切の可動部品を持たない熱で動作する熱音響ヒートポンプ(以降, HDTHP)を構築することが出来る[5]. これまでの先行例では HDTHP は主に廃熱から 0°C 以下の冷熱を生成する目的で研究がなされてきた[6, 7]. 廃熱ではなく, 音響ドライバーを用いることで 370°C の高温熱生成に成功した熱音響ヒートポンプの先行研究[8]は存在するが, 廃熱を用いた昇温を実現する HDTHP [9]に関しては報告数が少ない. 特に廃熱から 300°C 以上の高温熱を生成する HDTHP に関しては報告されていない. 本研究では数値計算を用いて, 300°C 以上の高温熱を生成可能な HDTHP の性能検証を行う. その際, 熱音響原動機側の蓄熱器高温側温度を変化させ, 熱音響ヒートポンプ蓄熱器高温側温度がどのように変化するか, 計算を行った. また同条件における, HDTHP への投入熱量と出力熱量を計算することで COP の計算を行った.

2. 計算モデルおよび計算方法

2.1. 計算モデル

本研究で用いた計算モデルを Fig. 1 に示す. Fig. 1 中左側のループを原動機ループとし, 右側のループをヒートポンプループとする. 2つのループを枝管で繋ぎ, 原動機ループから出力された音響パワーでヒートポンプループを動作させる構成とする. 原動機ループには低温熱交換器(LHX_{EN}), 蓄熱器($\text{Regenerator}_{\text{EN}}$), 高温熱交換器(HHX_{EN})を配置し, ヒートポンプループには高温熱交換器(HHX_{HP}), 蓄熱器($\text{Regenerator}_{\text{HP}}$), 低温熱交換器(LHX_{HP})を配置した. また HHX_{EN} , LHX_{HP} の後および HHX_{HP} の前にはそれぞれの熱交換器温度から導波管温度までの温度勾配を有する熱緩衝管(Thermal Buffer Tube)を設定した. なお, LHX_{EN} については LHX_{EN} 前に接続する導波管の温度と等しく, 温度勾配が存在しないため, 熱緩衝管は設定していない. 計算モデルのそれぞれの構成要素の諸元については Table 1 に記載した. なお, 作動気体は単体ヘリウム, 平均圧は 3MPa である. 本構成において本研究では原動機蓄熱器高温側温度 T_{ENH} およびヒートポンプ蓄熱器低温側温度 T_{HPL} を任意に設定した際の, ヒートポンプ蓄熱器高温側温度 T_{HPH} およびその際の COP について計算にて検討する. 本研究では, 廃熱を用いた HDTHP の検討を行うにあたり, 廃熱によって原動機側の温度勾配を形成するとともに, ヒートポンプ側では原動機で出力した音響パワーを用いて廃熱温度をさらに高温熱に昇温することを想定する. そのため計算においては T_{ENH} と T_{HPL} は同温度とした. また HDTHP がヒートポンプとして動作するためには, ヒートポンプ蓄熱器において $T_{\text{HPL}} \leq T_{\text{HPH}}$ を満たす必要がある. したがって本研究においては, $T_{\text{ENH}}, T_{\text{HPL}} = T_{\text{HPH}}$ となる場合の温度を臨界温度とし, $T_{\text{ENH}}, T_{\text{HPL}}$ を臨界温度 $\sim 350^{\circ}\text{C}$ の範囲で変更させた. なお, 原動機蓄熱器低温側温度 T_{ENL} は 20°C で固定した.

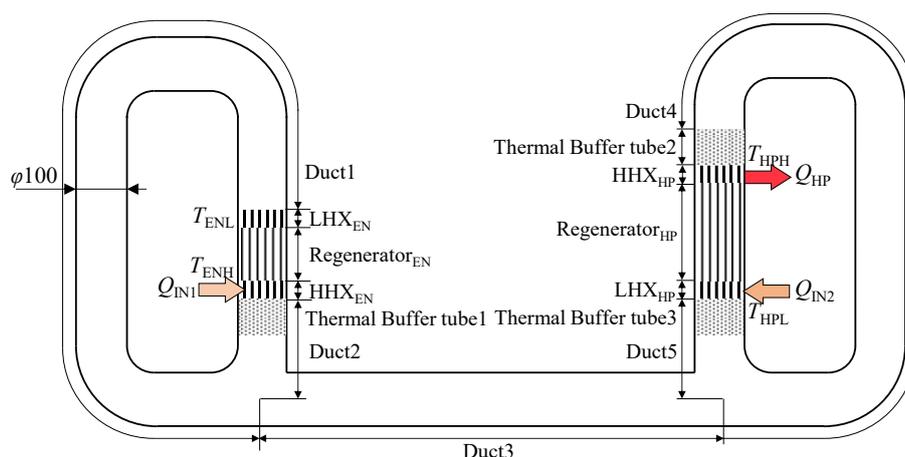


Fig. 1 Schematic of heat driven thermoacoustic heat pump.

Table 1 Parameter of the calculation model.

| | Length [mm] | Diameter [mm] | Flow diameter [mm] | Temperature [°C] |
|---------------------------|----------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Duct1 | 1500 | | 100 | 20 |
| LHX _{EN} | 30 | | 2 | 20 |
| Regenerator _{EN} | 60 | | 0.1 | $T_{ENL} \rightarrow T_{ENH}$ |
| HHX _{EN} | 30 | | 2 | T_{ENH} |
| Thermal Buffer Tube1 | 200 | | 100 | $T_{ENH} \rightarrow 20$ |
| Duct2 | 100 | | 100 | 20 |
| Duct3 | 5000 | 100 | 100 | 20 |
| Duct4 | 1330 | | 100 | 20 |
| Thermal Buffer Tube2 | 200 | | 100 | $20 \rightarrow T_{HPH}$ |
| HHX _{HP} | 30 | | 2 | T_{HPH} |
| Regenerator _{HP} | 90 | | 0.1 | $T_{HPH} \rightarrow T_{HPL}$ |
| LHX _{HP} | 30 | | 2 | T_{HPL} |
| Thermal Buffer Tube3 | 200 | | 100 | $T_{HPL} \rightarrow 20$ |
| Duct5 | 100 | | 100 | 20 |

2.2. 計算方法

2.1 節にて記載した計算モデルについて、本研究ではヒートポンプ蓄熱器高温側温度 T_{HPH} とその際の COP について計算を行う。本研究の数値計算では Rott が導出した熱音響現象を記述可能な支配方程式[10]を用いた。支配方程式から、計算モデルの全体の伝達マトリクスを作成することで T_{ENH} および T_{HPL} を設定した際に境界条件を満たす T_{HPH} を求めることができる[11,12]。本研究では上述したように T_{ENH} , T_{HPL} を臨界温度から 350°C までの範囲で変化させ、 T_{ENH} , T_{HPL} に対する T_{HPH} を求めた。また同条件において、HDTHP の COP を求めた。 COP は HDTHP に投入した熱量でヒートポンプ蓄熱器高温側における出力熱量を除すことで求める。上述のように本研究では、廃熱によって原動機蓄熱器の温度勾配を形成するとともに、ヒートポンプ側では原動機で出力した音響パワーを用いて廃熱温度をさらに高温熱に昇温することを想定する。そのため、HDTHP に投入する熱量は、原動機蓄熱器高温(T_{ENH})側への入熱量 Q_{IN1} とヒートポンプ蓄熱器低温(T_{HPL})側への入熱量 Q_{IN2} の和と考えることができる。また、ヒートポンプでの出力はヒートポンプ蓄熱器高温(T_{HPH})側での熱量 Q_{HP} とすると、 COP は式(1)で表される。

$$COP = \frac{Q_{HP}}{Q_{IN1} + Q_{IN2}} \quad (1)$$

さらに本研究では、熱力学的上限であるカルノー効率で除すことによって、式(2)に示す比カルノーCOP (以下、 COP_{Carnot} と記載)で評価を行う。

$$COP_{Carnot} = \frac{COP}{\left(1 - \frac{(T_{ENL}+273)}{(T_{ENH}+273)}\right) \left(\frac{(T_{HPH}+273)}{(T_{HPH}+273)} - \frac{(T_{HPL}+273)}{(T_{HPL}+273)}\right)} \quad (2)$$

なお、本研究では理想的な状態で検討を行うために、蓄熱器軸方向の単純熱伝導の影響は除外して計算を行った。

3. 計算結果

数値計算によって得られた原動機蓄熱器高温側温度 T_{ENH} 、ならびにヒートポンプ蓄熱器低温側温度 T_{HPL} に対するヒートポンプ蓄熱器高温側温度 T_{HPH} を Fig.2 に示す。本計算モデルにおいては、 T_{ENH}, T_{HPL} を 181°C に設定した際に、 T_{HPH} が 181°C となり臨界条件を満たした。 T_{HPH} は T_{ENH}, T_{HPL} の増加に伴って増加し、 $T_{ENH}, T_{HPL} = 350^{\circ}\text{C}$ の際には、 T_{HPH} は 891°C に達した。これは材料の耐熱性や外部への放熱などの損失を考慮していない線形の数値計算結果ではあるが、熱音響現象を利用することにより不要な廃熱から原理的には 800°C を超える高温を生成できる可能性を示している。また本デバイスは気液相変化を利用していないために、 $181^{\circ}\text{C} \sim 891^{\circ}\text{C}$ という広い範囲でヒートポンプ動作が可能であり、廃熱の温度変動にもロバストなシステムであると言える。次に同条件における本装置の比カルノーCOP, COP_{Carnot} , を計算した。結果を Fig.3 に示す。同図において横軸は T_{ENH}, T_{HPL} であり、縦軸はデバイスの COP_{Carnot} を示している。また同図における各 T_{ENH}, T_{HPL} における T_{HPH} は Fig.2 と対応している。本計算では、 $T_{ENH}, T_{HPL} = 181^{\circ}\text{C}$ において HDTHP が臨界条件を満たした。したがってこの点では T_{HPH} は T_{ENH}, T_{HPL} と同一温度かつ出力 Q_{HP} は 0 となるために、 COP_{Carnot} は 0% であった。 T_{ENH}, T_{HPL} の上昇に伴い、 COP_{Carnot} は上昇し、最終的には、 $T_{ENH}, T_{HPL} = 350^{\circ}\text{C}$ の際、 COP_{Carnot} は 37.2% に達した。この結果も、外部放熱などの損失を含まない線形の計算結果であるため、実デバイスでは効率は低下すると考えられるが、原理的に T_{HPH} が 800°C を超える領域で最大でカルノー効率に対して 37.2% に達する HDTHP ポンプの可能性が示されている。

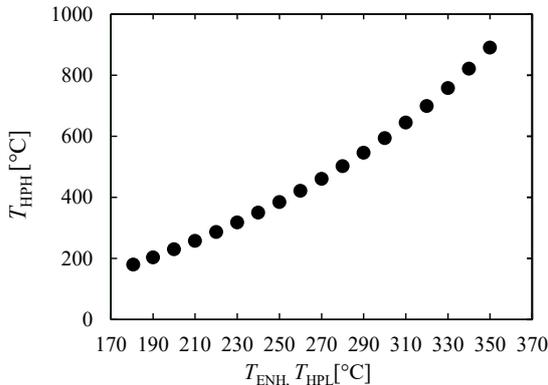


Fig. 2 Results of the high temperature of the heat pump regenerator, T_{HPH} .

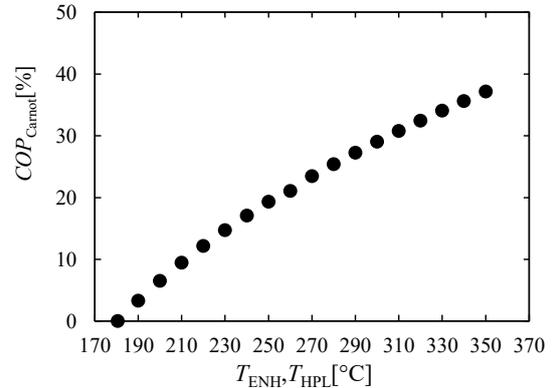


Fig. 3 Results of ratio of COP to Carnot efficiency, COP_{Carnot} .

4. おわりに

本研究では数値計算を用いて、高温熱を生成可能な熱で動作する熱音響ヒートポンプの性能検証を行った。原動機蓄熱器高温側温度 T_{ENH} ならびにヒートポンプ蓄熱器低温側温度 T_{HPL} に対するヒートポンプ蓄熱器高温側温度 T_{HPH} を計算した結果、 $T_{\text{ENH}}, T_{\text{HPL}}$ が 181°C の際に臨界条件を満たし、 $T_{\text{ENH}}, T_{\text{HPL}}$ が 350°C の際に T_{HPH} は 891°C に達した。また同条件における比カルノーCOP を計算した結果、 $T_{\text{ENH}}, T_{\text{HPL}}$ が 350°C かつ T_{HPH} が 891°C の際に比カルノーCOP は 37.2% に達した。本計算結果より、①広い動作範囲、② 800°C を超える高い到達温度、③37.2% に達する高いデバイス比カルノーCOP を、原理的に実現できる可能性を示すことが出来た。

本計算は外部放熱や金属の耐熱性を考慮していない線形計算かつ、蓄熱器軸方向の熱伝導を考慮せずに行った数値計算なので、実際のデバイス効率や到達温度は計算結果より低下することは予想されるが、一方で数値計算によりパラメータの最適化や形状の変更を行うことで、更に性能を向上できる可能性も存在している。

参考文献

- [1] S. Backhaus, and G. W. Swift, *Nature*, **399**, pp.335-338 (1999).
- [2] M. E. H. Tijani, and S. Spoelstra, *J. Appl. Phys.*, **110**, pp.93519/1-6 (2011).
- [3] Y. Zhao, Z. Yang, E. Luo, Y. Zhou, *Energy*, **77**, pp.397-402 (2014).
- [4] I. A. Ramadan, H. Bailliet, G. Poignand, David Gardner, *Appl. Therm. Eng.*, **189**, pp.116705/1-14 (2021).
- [5] T. Yazaki, T. Biwa, and A. Tominaga, *Appl. Phys. Lett.*, **80**, pp.157-159 (2002).
- [6] X. Li, B. Liu, G. Yu, W. Dai, J. Hu, E. Luo, and H. Li, *Appl. Energy*, **207**, pp.604-612 (2017).
- [7] E. M. Sharify, and S. Hasegawa, *Appl. Therm. Eng.*, **113**, pp.791-795 (2017).
- [8] M. M. Basseem, Y. Ueda, and A. Akisawa, *Appl. Phys. Express*, **4**, pp.107301/1-3 (2011).
- [9] S. Spoelstra, and M. E. H. Tijani, the seminar "Boundary crossing acoustics" of the Acoustical Society of the Netherlands, available as ECN-RX--05-159 (2005).
- [10] N. Rott, *Z. Angew. Math. Phys.*, **20**, pp.230-243 (1969).
- [11] Y. Ueda, *J. Power Energy Syst.*, **2**, pp.1276-1282 (2008).
- [12] S. Hasegawa, T. Yamaguchi, and Y. Oshinoya, *Appl. Therm. Eng.*, **58**, pp.394-399 (2013).

2020年度 総合科学技術研究所 活動記録

ROUND TABLE ON SCIENCE AND TECHNOLOGY BETWEEN MOSCOW STATE UNIVERSITY AND TOKAI UNIVERSITY ADVANCED FLUID DYNAMIC RESEARCH

Oct. 15, 2020 16:00-18:00 (JST) Online Symposium

Access address: <http://roundtables.festivalnauki.ru/flows> (Attendance free)



Access code

Prof. Toshiharu Mizukaki

Professor, Tokai University, Dept. of Aeronautics and Astronautics

"Preliminary experiments for visualization of detonation waves propagating inside a rotating-detonation rocket engine by using point-diffraction interferometry"

Prof. Irina Znamenskaya

Professor, Moscow State University, Dept. of Physics

"Experimental and CFD Study of Shock Waves Propagating Inside a Pulse Discharge Area"

Mr. Faming Wang

Doctor course student, Tokai University, School of Science and Technology

"Numerical Analysis of Detonation Structure by using CHARIOT"

Ms. Daria Tatarenkova

Doctor course student, Moscow State University, Dept. of Physics,

"Steps-profile Influence on Plasma Actuator Surface Energy Distribution"

Mr. Fumihiko Iwasaki

Master course student, Tokai University, School of Engineering

" Visualization of Detonation Waves Propagating Inside a Rotating-Detonation Rocket Engine by using Diffraction Interferometry"

Mr. Muratov Murat

Master course student, Moscow State University, Dept. of Physics

"High speed Thermography of Flow in Shock Tubes"

Co-Organizer: Tokai University, Research Institute of Science and Technology, Graduate School of Science and Technology, Head Office of International Affairs, Moscow State University

Tokai Univ. – DTU ICT workshop on high-capacity data transmission
Tokai University European Center 50th Anniversary (Tokai University QOL workshop #1)

Tokai Univ. – DTU ICT workshop on high-capacity data transmission

Workshop on ultra-high capacity data transmission -state of the art optical/wireless communication technologies-

Date: December 1st, Tuesday, 2020

17:30-20:00 (JST), 9:30-12:00 (Denmark time)

Online via Zoom

For registration, please fill out the form [click here](#) by November 30.
参加希望者は、11月30日までにこのページへアクセスし参加登録をお願いします。

Registration: <https://bit.ly/33n522Z>



To commemorate the 50th anniversary of the Tokai University European Center (TUEC) in Denmark, a workshop is organized in the field of telecommunication technologies with talks by eminent speakers from Tokai Univ. Japan and DTU to explore the future developments of high capacity data transmission and their applications. TUEC was established in Vedbaek Denmark in 1970 to promote academic and cultural exchange between Tokai University, Japan and relevant partner institutions/organizations in Europe. Dr. Shigeyoshi Matsumae (1901-1991), a founder of Tokai Univ. and TUEC is an eminent researcher in long-distance telecommunication systems. In September, 2019 a Memorandum of Understanding and an Exchange Agreement was formalized and signed between DTU and Tokai Univ. Both institutions wish to strengthen their ties and develop collaboration in research and education as well as enable their students to travel abroad and broaden their perspectives in the areas of science and cultural exchange.

[Program]

[Moderator]

JST (Denmark Time)

17:30-17:35 (9:30- 9:35)

Mr. Jakob Skyt Jensen Tokai University European Center

Opening Remark

Tokai Univ. Prof. Chancellor Kiyoshi Yamada

17:35-17:55 (9:35- 9:55)

Applications of wavelength conversion technologies to optical

communications and gas sensing

Tokai Univ. Prof. Masaki Asobe

17:55-18:15 (9:55- 10:15)

Silicon Photonics for Optical Communications

DTU Prof. Leif Katsuo Oxenlowe

18:15-18:35 (10:15- 10:35)

Digital signal processing for wireless communications

and wireless power transmission

Tokai Univ. Prof. Mamiko Inamori

18:35-18:45 (10:35- 10:45)

Break

18:45-19:05 (10:45- 11:05)

Communication network technologies and applications

DTU Prof. Lars Dittmann

19:05-19:25 (11:05-11:25)

Communication systems based on free-space optical propagation

Tokai Univ. Prof. Yoshihisa Takayama

19:25- 19:45 (11:25-11:45)

Recent progress in optical fiber transmission technologies

DTU Prof. Toshio Morioka

19:45-19:55 (11:45-11:55)

Brief review of invention of non-loaded cable long-distance

communication systems

Dr. Shigeyoshi Matsumae's achievements in 1932

Tokai Univ. Prof. Shigeru Yamaguchi

19:55-20:00 (11:55-12:00)

Closing Remark

DTU Fotonik Director, Dr. Lars-Ulrik Aaen Andersen

Co-Organizer: Tokai University (Research Institute of Science and Technology & Head Office of International Affairs)
Technical University of Denmark (DTU)

Tokai University European Center 50th Anniversary -Tokai QOL Seminar #3 -
DTU x Tokai University Joint Energy Seminar

ENERGY TRANSITIONS

Decarbonization of Energy Systems for Sustainable Society: Improving QOL

Date: December 10, 2020 (Thursday)

Time: 4:30 - 6:30 pm (Japan) / 8:30 - 10:30 am (Denmark)

Registration: [Click here](https://bit.ly/3ms90Xw) (<https://bit.ly/3ms90Xw>)

Fee: Free (Zoom Meeting)

Opening remarks

Haruhisa Uchida

Vice Chancellor for Planning and Coordination,
Professor, Department of Human Development, Tokai University

Smart Energy Systems and Sector Coupling

Marie Münster

Professor WSR in Energy System Modeling
Department of Management Engineering, DTU

Decarbonising EU and DK - what is needed

Sune Stroem

Minister Counsellor, Economic Diplomacy, Energy
Royal Danish Embassy to Japan

KHI's Activity for International Liquefied Hydrogen Supply Chain

Toshiya Kakuta

Senior Staff Officer
Hydrogen Project Development Center, Corporate Technology Division
Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

Electrolysis for Hydrogen Production

Peter Vang Hendriksen

Professor and Head of Section
Department of Energy Conversion and Storage, DTU

Recent hydrogen storage-related topics and application of hydrogen storage alloys for CO2

methanation reaction

Ryota Gemma

Junior Associate Professor
Department of Materials Science, School of Engineering, Tokai University

Danish TSO Energy System Perspective on Decarbonization

Peter Markussen

CEO, Energinet Associated Activities
Energinet

Closing

Marie Munster

Professor WSR in Energy System Modeling
Department of Management Engineering, DTU

Co-Organizer
Tokai University (Research Institute of Science and Technology & Head Office of International Affairs)
Technical University of Denmark (DTU)

New Energy System and Solar Cell Technologies

Date: Jan. 29th (Friday), 2021

Time: PM5:00-7:00 (JST), AM9:00-11:00(CET)

Online (Zoom)

<https://us02web.zoom.us/j/87283186638?pwd=WmM0bTlsMWhCYmhFWUUV5UU10dDjrQT09>
Meeting ID: 872 8318 6638. Pass Code: r2M4cG



【Program】

Japan Time(Denmark Time)

17:00-17:05(09:00-09:05) **Opening Remarks**

17:05-17:30(09:05-09:30) **"Power generation and transmission system harmonized with Human, City and Sun"**

Koji Tomita

Associate Professor, Tokai University

17:30-18:05(09:30-10:05) **"Efficient Planar Perovskite Solar Cells"**

Md. Shahiduzzaman

Assistant Professor, Kanazawa University

18:05-18:15(10:05-10:15) **Break Time**

18:15-18:50(10:15-10:50) **"The World of 2D Materials"**

Stela Canulescu

Senior Scientist, DTU Fotonik, Technical University of Denmark

18:50-19:25(10:50-11:25) **"Solar cells with absorbers produced by pulsed laser deposition"**

Jørgen Schou

Senior Scientist, DTU Fotonik, Technical University of Denmark

19:25-19:30(11:25-11:30) **Closing Remarks**

Isomura Masao, Professor, Tokai University

Co-Organizer: Tokai University (Research Institute of Science and Technology & Head Office of International Affairs)
Technical University of Denmark (DTU)

2020年度 第1回 東海大学総合科学技術研究所 研究報告会

「飛翔体の流れ」に関する研究報告会

日時：2021年3月2日(火) 10:00~12:40

開催方法：Online (Teams)

Address: <https://tinyurl.com/yb8k5s2a>



- 10:00 開会挨拶 … 稲津 敏行 副学長(理系担当)
- 10:05 水書 稔治 教授(工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻)
"回転デトネーションエンジン内部での爆轟波伝播の干渉計測"
- 10:35 山田 剛治 准教授(工学部 機械工学科)
"極超音速飛翔体の空力加熱率の高精度評価に向けた研究"
- 11:05 【休憩】10分
- 11:15 沼田 大樹 講師(工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻)
"飛翔体表面の流体場の解明を目指した複合感圧塗料の開発"
- 11:35 福田 紘大 准教授(工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻)
"ラグランジュ型乱流解析手法の開発"
- 11:55 稲田 喜信 教授(工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻)
"スナメリの体表面に見られる小突起の流体力学的効果について"
- 12:15 堀澤 秀之 教授(工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻)
"超音速自由噴流のプラズマジェットによる加速"
- 12:35 閉会挨拶 … 長 幸平 研究推進部 部長

主催：東海大学総合科学技術研究所

東海大学ーデンマーク工科大学国際交流イベント
新エネルギーと太陽光発電技術に関するワークショップ

【Program】

Japan Time, Denmark Time

- 17:00-17:05 (9:30- 9:35) Opening Remarks
- 17:05-17:30 (9:05- 9:30) “Power generation and transmission system harmonized with Human, City and Sun”
Koji Tomita
Associate Professor, Tokai University
- 17:30-18:05 (9:30- 10:05) “Efficient Planar Perovskite Solar Cells”
Md. Shahiduzzaman
Assistant Professor, Kanazawa University
- 18:05-18:15 (10:05- 10:15) Break Time
- 18:15-18:50 (10:15- 10:50) “The World of 2D Materials”
Stela Canulescu
Senior Scientist, DTU Fotonik, Technical University of Denmark
- 18:50-19:25 (10:50- 11:25) “Solar cells with absorbers produced by pulsed laser deposition”
Jørgen Schou
Senior Scientist, DTU Fotonik, Technical University of Denmark
- 19:25-19:30 (11:05-11:25) Closing Remarks
Masao Isomura
Professor, Tokai University

【Moderator】 Mr. Jakob Skyt Jensen Tokai University European Center

Efficient and Stable Perovskite Solar Cells

M. Shahiduzzaman

Nanomaterials Research Institute, Kanazawa University, Kakuma, Kanazawa 920-1192, Japan

Abstract

With the rapid improvement of perovskite solar cells (PSCs), long-term operational stability has become a major concern for their commercialization. In this work, we devised a pristine cesium-formamidinium-methylammonium (termed as CsFAMA) triple cation-based perovskite precursor solution into the ionic liquid (IL)-assisted MAPbI₃ nanoparticles (NPs) through a seeded growth approach in which host IL-assisted MAPbI₃ NPs remarkably promoted high-quality perovskite films with large grains and high crystallinity, enhancing device performance and stability. The power conversion efficiency of the MAPbI₃ NP-seeding growth of MAPbI₃ NPs/CsFAMA-based PSCs were as high as 20%. The long-term moisture stability of IL-aided MAPbI₃ NPs/CsFAMA-based devices (non-encapsulated) remained above 80% of their initial output after 6000 h storage in open air. The use of IL-assisted MAPbI₃ NP-seeded growth for PSCs is a significant step toward developing reliable perovskite photovoltaic devices.

Biography



Dr. Md. Shahiduzzaman is an Assistant Professor at the Nanomaterials Research Institute (NanoMaRi), Kanazawa University where he designs, fabricates and develops highly efficient and stable PSCs for next-generation solar cells. Born in Bangladesh in 1984, Dr. Shahiduzzaman moved to Japan for postgraduate study in 2011. He obtained a Master degree in Thermoelectric Materials & Application from Japan Advanced Institute Science & Technology (JAIST) in 2013 and did his Ph.D. on PSCs from Kanazawa University in 2016. He was a post-doctoral fellow in Professor Tetsuya Taima's group at Kanazawa University. During his tenure (10/2016 until 09/2017) at Kanazawa University, he extensively worked on the improvement of PSCs performance. Then he did another post-doctoral (10/2017 until 10/2018) at Tokai University (Shonan Campus), Japan under Tokai University General Research Organization fellowship where he worked on the design and fabricate low-temperature (<180°C)-processed brookite based-TiO₂ junctions and test their performance in PSCs. His research interests include integrating micro- and nanotechnology to develop innovative methods to solve energy generation problems. He is also interested in design, fabrication and development of high-efficiency, stable, green and flexible solar cells for various energy applications. He published 1 patent and more than 50 peer-reviewed articles until the date.

Energy Research in Tokai University and Synthesis of Titanium Dioxide Polymorphs

Koji Tomita

School of Science, Tokai University, Hiratsuka, Kanagawa 259-1292, Japan

Abstract

There are many aspects to energy research, such as producing, sending, storing, and recovering energy. At Tokai University, which has a diverse range of researchers, researchers from different specialties are working together on energy research. Our group is conducting research on power generation using solar cells, energy reuse from heat by thermoacoustic engines, applications of wireless power transmission and data communication, and urban planning that integrates them. In research on solar cells, we are working on improving the functionality of perovskite solar cells, whose efficiency has improved significantly in recent years. Perovskite solar cells has a structure in which a perovskite layer that absorbs light and separates charges is sandwiched between an electron transport layer that receives electrons from the perovskite layer and a hole transport layer that receives holes. Titanium dioxide, which is one of the n-type semiconductors, is used for the electron transport layer. The titanium dioxide used here is mainly anatase type, which is easy to synthesize. By using our unique titanium complex (Fig. 1), we have succeeded in producing four types of titanium dioxide crystal polymorphs, anatase type, rutile type, brookite type, and bronze type, by hydrothermal synthesis. Hybrid type titanium dioxide electron transport layer was prepared using the synthesized brookite type and anatase type titanium dioxide nano-particles. The perovskite solar cell with this hybrid electron transport layer (Fig. 2) showed a high energy conversion efficiency of 16.8%.

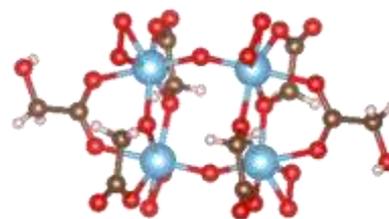


Fig. 1 Molecular structure of glycolato-Ti complex

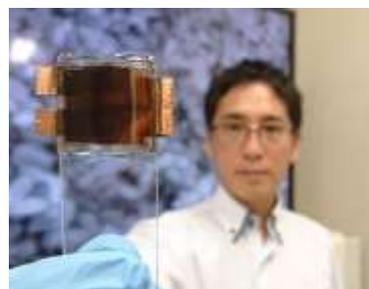


Fig. 2 Perovskite solar cell with hybrid electron transport layer

Biography



Prof. Koji Tomita received the B.S. from Tokai University, Kanagawa, Japan, in 2000, and M.S. from Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, in 2002, and Ph.D. on synthesis of ceramics using solution methods from Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, in 2005. From 2005 to 2006 he was a post-doctoral fellow and assistant professor in Prof. Masato Kakihana's group at Tohoku University, Sendai, Japan. From 2006 he joined School of Science, Tokai University, as assistant professor, junior associate professor and associate professor. His main research themes are the synthesis of titanium dioxide using water-soluble titanium complexes and the synthesis of rare earth-based up-conversion phosphors that are excited by infrared light and emit visible light.

総合科学技術研究所 2020 年度第1 回シンポジウム
「飛翔体の流れに関するシンポジウム」

【Program】

- 10 : 00 開会挨拶 … 稲津 敏行 副学長 (理系担当)
- 10 : 05 水書 稔治 教授 (工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻) …2P
“回転 detonation エンジン内部での爆轟波伝播の干渉計測”
- 10 : 35 山田 剛治 准教授 (工学部 機械工学科) ……4P
“極超音速飛翔体の空力加熱率の高精度評価に向けた研究”
- 11 : 05 【休憩】 10 分
- 11 : 15 沼田 大樹 講師 (工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻) …6P
“飛翔体表面の流体場の解明を目指した複合感圧塗料の開発”
- 11 : 35 福田 紘大 准教授 (工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻) …8P
“ラグランジュ型乱流解析手法の開発”
- 11 : 55 稲田 喜信 教授 (工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻) …10P
“スナメリの体表面に見られる小突起の流体力学的効果について”
- 12 : 15 堀澤 秀之 教授 (工学部 航空宇宙学科航空宇宙学専攻) …12P
“超音速自由噴流のプラズマジェットによる加速”
- 12 : 35 閉会挨拶 … 長 幸平 研究推進部 部長

回転デトネーションエンジン内部での爆轟波伝播の干渉計計測

†水書稔治*, 岩崎文彦, 中嶋文(東海大・工),
小島淳, 川島 秀人, 松山 新吾, 岩田和也, 布目佳央, 丹野英幸(JAXA)

*東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻

火炎はその伝播速度によってデフラグレーションとデトネーションに区別される。デトネーションは音速以上の速さで伝播する燃焼現象で、片端が閉じた管内に燃料と酸化剤の混合気を充填し点火を行うことで発生させることができる。デトネーションは衝撃波と燃焼波が錬成することがその特徴で、衝撃波による温度、および圧力の上昇と燃焼波による膨張が相互に作用し、毎秒 2000 m/s から 3000 m/s の伝播速度を維持する。このように、燃焼が瞬間的に完結することや燃焼室形状が非常に簡素であることからデトネーションの推進器への利用が検討され、アメリカやロシアを中心とした先進国で活発に研究が進められている。デトネーションを利用した内燃機関はデトネーションエンジンと呼ばれ、従来の航空宇宙推進器に対して高効率化、高推力化、燃焼室の小型化、および構造の単純化の可能性を持つ。デトネーションエンジンは燃焼室の形状からいくつかの種類に分類され、なかでも 2 重円筒内で周方向にデトネーションが伝播するものを回転デトネーションエンジン(RDE, rotating detonation engine)という。RDE ではデトネーションの継続的な伝播が可能で、燃焼による高温高压の既燃ガスを軸方向に排気することで推力をえる。しかし、デトネーションの不安定な伝播や理論値以下での伝播などの課題があり、回転デトネーションエンジンの運転は経験則に基づく要素が占めている。RDE 内部の流れを支配する要素を解明するために、可視化による波面構造の計測が有効である。干渉計を用いた可視化では、圧力変化が干渉縞と呼ばれる帯状の等密度線として現れ、他の手法と比較して詳細な画像がえられる。なかでも点回折干渉計(PDI, point diffraction interferometer)は、光学系の自由度が高く振動に対して高い耐性があり、RDE の可視化に適した手法と考えた。

そこで本報では、PDI による RDE 内部の波面構造の可視化計測のために、PDI での 2 次元軸対称現象の可視化、及びデトネーション管内部の波面の可視化を行った。さらに、PDI をもちいて RDE 内部のデトネーションの可視化を行った。その結果の詳細を報告する。

謝 辞

本研究は、防衛装備庁が実施する安全保障技術研究推進制度 JPJ004596 の支援（課題名：回転爆轟波の詳細構造の解明）を受けたものである。ここに付して謝意を表す。

Reference

- [1] デトネーション研究会編：“デトネーションの熱流体力学 1 基礎編”，理工図書，(2012)
- [2] 坪井伸幸：ローターテイングデトネーションエンジン，日本燃焼学会誌，Vol. 55, No174, pp.349-363, (2013).
- [3] R. N. Smartt: Theory and Application of Point Diffraction Interferometers, Japan. J. Appl. Phys. Suppl., Vol.14-1, pp.351-356, (1975).
- [4] Daiju Numata: APPLICATION OF A POINT-DIFFRACTION INTERFEROMETER, TO UNSTEADY SHOCK WAVE PHENOMENA, 15th International Symposium on Flow Visualization, (2012)
- [5] 榎谷賢士: PDI 法による衝撃波管翼型流れの試験気体の影響に関する究，日本航空宇宙学会論文集，Vol.59, No685, pp.34-41, (2011)

Speaker 2



【Last Name】

水書 (Mizukaki)

【First Name】

稔治 (Toshiharu)

【Institution】

東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻

【Short Bio】

1991年 東京理科大学理工学部物理学科卒業

同年 動力炉・核燃料開発事業団 入社 (現・日本原子力研究開発機構)

2001年 東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻博士後期課程修了 (博士 (工学)) 2002年 防衛庁技術研究本部第1研究所 (現・防衛装備庁陸上装備研究所)

2006年 東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻 助教授

2010年 同 教授

2013年 NASA Langley 研究センター 客員教授

2020年 AIAA Associate fellow

(現在に至る)

【Abstract】

航空宇宙学科航空宇宙学専攻 水書研究室は、「衝撃波」、「デトネーション」、「光学的可視化計測」をキーワードに、航空宇宙機周囲で発生する流体现象の解明と空力推進への応用研究に取り組んでいます。研究課題は、国内外の大学をはじめ、JAXA、NASA、産業技術総合研究所、国立天文台、防衛・警察関連の省庁、および宇宙ベンチャー企業など、多数の外部機関との連携で展開しています。そのため、これら研究機関での大型実験設備の利用や学生の長期派遣など、活発な研究交流を進めています。研究領域として、

- 地球および惑星大気圏における革新的高速飛行のための気体力学現象の解明
- デトネーション (爆轟) を利用した新しい航空宇宙用推進機の実現に向けた基礎研究
- 実機規模の高速飛行体が作り出す流体现象の定量的可視化計測の実現
- 大気中での局所・瞬時エネルギー開放現象 (爆発) による環境への影響予測
- 衝撃波が生体組織に与える影響の解明と医療技術への応用

に取り組んでいます。

極超音速飛翔体の空力加熱率の高精度評価に向けた研究

†山田剛治*, 高橋俊**

*東海大学工学部機械工学科, **東海大学工学部動力機械工学科

現在将来の宇宙輸送系として、完全再使用型宇宙輸送機の開発が世界各国で進められている。このような輸送機を開発するための課題として、極超音速飛行時のエンジン燃焼技術と空力加熱の予測技術を確立することが挙げられる。極超音速領域での飛行試験の実施は、コストが高いことから、風洞試験と数値流体力学 (CFD) との併用が研究開発の現場では広く行われている。これより、飛行試験前後で十分な解析を実施することで、飛行試験の回数を必要最低限にすることができ、開発コストを大幅に削減することが期待できる。しかしながら、極超音速飛行環境を地上試験設備で模擬する上での問題がある。特にエンジンや熱防御に関する実験では、試験気流に飛行条件と同じエネルギーを与えないと、燃焼現象者熱伝達現象が実飛行と異なることが予想される。そこで空気流にエネルギーを与える方法として、蓄熱物との熱交換方式、燃焼加熱方式、アーク等の放電加熱方式及び衝撃波による圧縮加熱方式などいくつか存在するが、熱交換式は昇温能力が不十分であり、衝撃波による圧縮加熱方式は試験時間が短いため熱防御に関する実験には適さない。そこで燃焼加熱方式は比較的手軽に規模の大きい試験設備に運用できる方法であり、国内外の多くの吹き出し式エンジン試験設備で用いられている。しかしながら、実際の気流には含まれない成分 (特に水蒸気) が入り込み、試験気流の特性が変化して空気力学的な影響をもたらす他、化学反応の変化を介して燃焼現象に影響を及ぼすことがこれまでの研究で明らかにされている。また風洞試験室内で生成される気流は、複雑な流路を通過することから、不均一性や乱れが空気流に含まれて、物体周りの流れや熱伝達に影響をもたらす他、空気と燃焼の混合の変化を介して燃焼現象に影響する可能性もある。熱の問題に関しては、風洞壁面からの輻射による過剰な加熱の可能性もある。このように実飛行環境では生じない、風洞特有の条件による物理現象への影響を「風洞依存性」と称する。この風洞依存性の影響を見積もる手法を構築できれば、地上試験から実飛行環境を高精度に予測することが可能となり、エンジンや機体設計時のコストを大幅に削減することが可能となる。本研究課題では、極超音速飛行で重要となる「空力加熱」に的を絞って、風洞依存性を評価する手法を構築する。本講演では、風洞依存性の要因として考えられる水蒸気の影響、試験気流乱れ (乱流モデル) 及び実在気体効果が空力加熱率にどのような影響を及ぼすのかを数値解析により調査した結果について報告する。下図に、風洞依存性の影響を考慮した球頭円柱模型周りの熱流束分布の数値解析結果を示す (総圧 6MPa, 総温度 800K, マッハ数 6.7)。これより風洞依存性に違いにより模型周りの熱流束値が大きく異なることが数値的に明らかになっている。

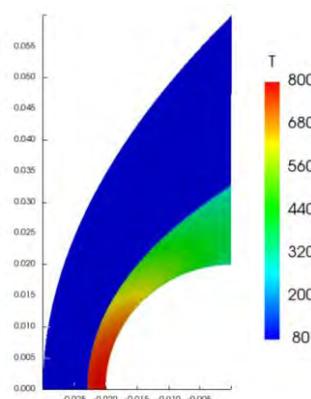


図 1 : 模型周りの温度分布

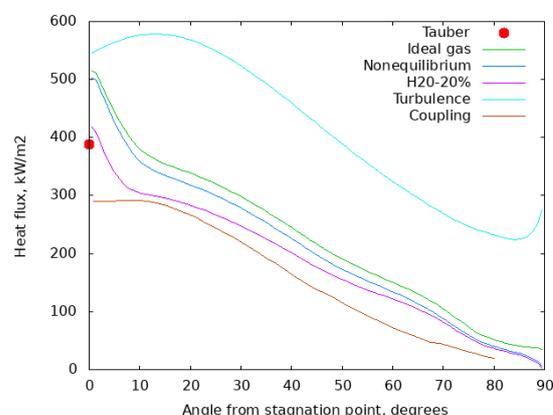


図 2 風洞依存性の熱流束値への影響

Bisography and Abstract of speakers

(The sequence is based on the appearance in the agenda)

Speaker 1



【Last Name】

Gouji

【First Name】

Yamada

【Institution】

東海大学工学部機械工学科 准教授

【Short Bio】

本研究室は、航空機や宇宙機が飛行する際の機体周りの流れ場の特性に関する研究を行っています。航空機は空気の力を利用して飛行しているために、機体を開発するためには、様々な飛行条件において空気の力や流れの様子を明らかにする必要があります。またスペースシャトルなどの宇宙船は、音速の数十倍の速さで地球大気に再突入飛行するために、火の玉に包まれるくらい高い温度に加熱されます。そこで宇宙機を高い温度から守るためには、機体周りの高温な流れの様子を明らかにし、加熱量を正確に予測できることが必要になります。本研究室では、航空機の離発着陸時の低速な流れからスペースシャトルや惑星探査プローブなどの宇宙機が惑星大気に突入飛行する際の超高速な流れを対象に研究を行っています。そして、将来の宇宙船、極超音速機及び火星探査航空機の開発への貢献を目指しています。

キーワード

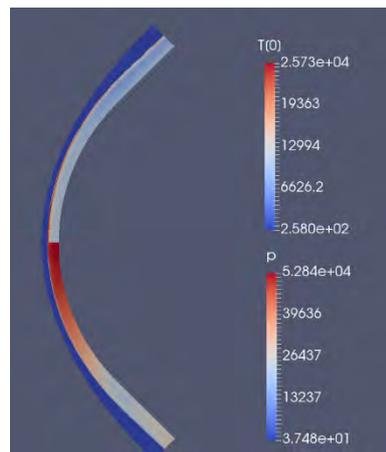
惑星大気突入、極超音速飛行、空力加熱
高温気体力学、分光計測、CFD 解析



空力加熱実験の様子



惑星探査カプセル模型



再突入カプセルの温度解析例

飛翔体表面の流体場の解明を目指した複合感圧塗料の開発

†沼田 大樹*

*東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

風洞試験における流体計測手法の一つとして、感圧塗料 (Pressure-Sensitive Paint, PSP) がある¹⁾。これは特定の波長で励起される蛍光色素を模型上に塗布して励起し、その発光が周囲の酸素濃度、すなわち周囲圧力に依存することを利用して圧力計測を可能とする機能性分子センサーの一種である。本手法の最大のメリットは、計測対象上の圧力場の面計測が可能なことである。PSP を塗布した面は全て圧力センサーとして機能し、原則として模型には特段の加工も必要ないため、従来型の点計測センサーとしての機械式センサー等と比べ、得られる情報量が極めて多い。

本計測手法を風洞試験に適用する場合、試験の際に無風状態における発光強度画像と通風時の発光強度画像を取得しその比を計算することで圧力場を得る強度法が良く用いられる²⁾。本手法はその原理上、無風画像と通風画像の間に差異がある場合は両画像間における位置合わせ等の補正処理が必要となる。

しかしながら、試験中に模型が変形し、もしくは移動、回転等を行った場合、補正処理は著しく困難となり、通風画像と無風画像を適切に除算処理することが出来ず、結果として圧力値を得ることが出来ないという問題がある。また、この制約のため、常に移動し姿勢が変わるような、自由飛行する飛翔体上への本手法の適用は困難を極め、現段階においては完全な解決策は確立されていないという状況である。

上述の問題を解決する方法として、二色法^{1,3)}がある。これは、通常一つの蛍光色素 (感圧色素) しか用いない PSP 計測において、周囲圧力に発光強度が影響を受けない第二色素を PSP に追加で添加することで、試験中の第二色素の発光を参照画像 (無風画像) として用いるという手法である。実験時には二つの色素からの発光を同時取得することで、それぞれを通風画像と無風画像として用い、結果として強度法による圧力場の計測を可能とする。また、用いる波長帯を2つ以上とすることにより、原理的には圧力のみならず、温度情報も同時に計測可能となる。

本発表では、回転や運動、変形を伴う非定常な計測対象における PSP 計測の実現を目的として当研究室で開発中である、非定常複合 PSP の現状について報告する。また、その実証試験例として、非定常複合 PSP を適用したいくつかの計測例を紹介する。

- 1) T. Liu and J. P. Sullivan, “Pressure and Temperature Sensitive Paints”, Springer-Verlag (2004).
- 2) 沼田 大樹, 森 英男, 松田 佑, 坂村 芳孝, “PSP/TSP 計測における強度法の基礎”, 可視化情報学会誌, vol.37, no.147, pp.17-22 (2017).
- 3) 満尾 和徳, 森 英男, 亀谷 知宏, “感圧・感温複合塗料による PSP 温度補正”, 可視化情報学会誌, vol.37, no.147, pp.28-33 (2017).

Speaker 3



【Last Name】

沼田

【First Name】

大樹

【Institution】

東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

【Short Bio】

2009.03 東北大学 工学研究科 航空宇宙工学専攻 博士課程後期 3 年の課程 修了

2009.04 - 東北大学 工学研究科 航空宇宙工学専攻 シミュレーション科学講座

実験空気力学分野 助教

2016.04 - 東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻 講師

【Abstract】

沼田研究室では、非定常流体现象に適用可能な感圧・感温塗料技術の開発や、開発した技術を用いた航空宇宙工学やスポーツ工学、自動車工学等の各分野における空気力学的課題の解決を目的とした実験的研究を行っている。また、上記技術の実証試験に用いるためのバリステックレンジや衝撃波管などの各種試験装置の開発や、感圧・感温塗料技術を補完する各種の流体計測技術の開発も併せて行っている。

ラグランジュ型乱流解析手法の開発

福田 紘大*

*東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

計算機性能の向上とともに、流体シミュレーションは、様々な工学的分野で応用されてきているが、複雑形状を対象とした乱流解析を行うことは容易ではない。そこで、このような課題を根本的に解決するために、計算格子を必要としないラグランジュ型の乱流解析手法の開発を進めてきた。ラグランジュ型乱流解析手法は、乱流の本質である渦度場の生成から消散に至る一連の過程が直接的に再現できる、計算格子を必要としないためCADデータなどから直接解析が可能、非定常運動を行う物体の空力特性の把握や複雑形状物体への適用が容易などの利点があり、今後の発展が期待される手法の一つである。

ラグランジュ型乱流解析手法の高精度化における重要なポイントは、渦度場の空間分布および時間変化、壁面における渦度の生成を高精度に再現することである。本報告では、それぞれについて提案した手法とその効果について述べる。ラグランジュ型乱流解析手法では、壁面に設けた渦パネルにより壁面からの渦度の生成を模擬し流れ場を解析するが、この渦パネルを多層化し、壁面近傍の速度分布を従来手法よりも高精度に再現する手法を開発した。さらに、 y^+ の値に基づいて渦パネルの層数を自動的に決定する手法の開発も行っている。本報告では、これらの手法を2次元コードへ適用した結果について述べる (Fig.1 参照)。また、実際の乱流場においては、渦構造同士の相互作用により小さな渦が生成され、最終的には、最小スケールにおいて粘性により渦は消散する。この渦度の非定常変化および伸張効果を高精度に再現するための渦要素再配置モデルを開発している。本手法は、乱流渦構造の変形量に基づき要素の再配置を行い、乱流渦の変形を再現するとともに空間解像度を局所的に変化させる手法であり、乱流渦構造の非定常変形が高精度に再現できるだけでなく、速度変動が大きな領域には小スケールの離散要素が自動的に導入されるため空間解像度が向上する。さらに、局所的な速度歪みに応じてコルモゴロフスケールを見積もり、渦要素がそのスケール以下となった場合には消去するモデルも開発している。これらのモデルを組み合わせることで、渦度の生成から消散に至る一連の乱流現象が再現可能となるだけでなく計算コストも低減できる。本手法は、計算格子を用いずに解析を行うため、格子の歪みによる解析精度の悪化という問題も発生しない。渦輪の相互干渉流れに関する検証解析を行った結果、渦構造の非定常相互作用による乱流化現象、エネルギーカスケードメカニズムが的確に捉えられること、乱流エネルギースペクトル分布が実験値と一致することを確認している (Fig.2 参照)。

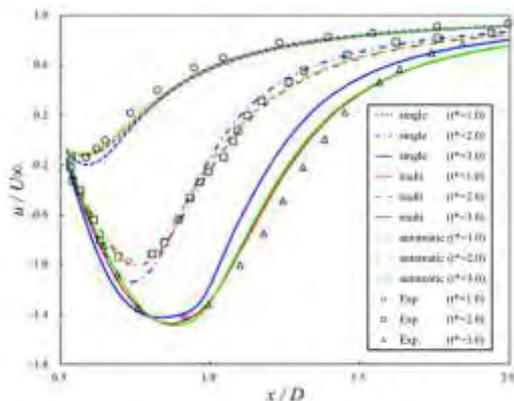


Fig.1 Velocity distribution in cylinder wake flow

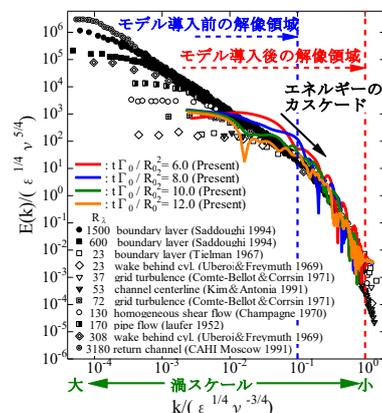


Fig.2 Time histories of non-dimensional energy spectra

Speaker 4



【Last Name】

福田 (Fukuda)

【First Name】

紘大 (Kota)

【Institution】

工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

【Short Bio】

東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻 准教授, 博士 (工学) .
横浜国立大学 助手, University of Maryland (米国) Faculty Research Assistant,
独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 情報・計算工学 (JEDI) センター 研究員を経て, 現在に至る. 専門は, 流体工学, 数値流体力学, 渦流れ, 非定常流れ現象, 空力騒音現象.
日本航空宇宙学会, 日本機械学会, 自動車技術会 (CFD 技術部門委員会幹事/流体技術部門委員会委員), 米国航空宇宙学会 (AIAA, Senior Member), 日本太陽エネルギー学会, 日本ロケット協会, 会員. 東海大学ソーラーカーチーム監督.

【Abstract】

計算機性能の向上とともに, 流体シミュレーションは, 様々な工学的分野で応用されてきているが, 複雑形状を対象とした乱流解析を行うことは容易ではない. そこで, このような課題を根本的に解決するために, 計算格子を必要としないラグランジュ型の乱流解析手法の開発を進めてきた. ラグランジュ型乱流解析手法は, 乱流の本質である渦度場の生成から消散に至る一連の過程が直接的に再現できる, 計算格子を必要としないため CAD データなどから直接解析が可能, 非定常運動を行う物体の空力特性の把握や複雑形状物体への適用が容易などの利点があり, 今後の発展が期待される手法の一つである.

ラグランジュ型乱流解析手法の高精度化における重要なポイントは, 渦度場の空間分布および時間変化, 壁面における渦度の生成を高精度に再現することである. 本報告では, それぞれについて提案した手法とその効果について述べる.

【福田研究室の研究内容】

航空機やロケット, 車などの流体特性の把握, 様々な流れ現象の解明, それに基づく製品の高性能化に至る一連の研究を行っている. 最先端の流体シミュレーション技術に関する実績だけでなく, 工学製品における流れ現象の把握・高性能化において必要不可欠な「渦流れのダイナミクスの解明・応用」に関する研究を長年に渡り実施してきた. また, 本研究室のシミュレーション技術は, 数多くの企業との共同研究を通して, 様々な製品の高性能化に貢献しているだけでなく, 東海大学のソーラーカー開発にも応用され, 数多くの世界大会での優勝に貢献している.

スナメリの体表面に見られる小突起の流体力学的効果について

稲田喜信[†], 安達 楓, 高附遼弥, 岡井美樹

東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

1. はじめに

イルカの一つであるスナメリ (図 1) は背鰭を持たず、背中の正中線上に頭部後方から尾鰭にかけて隆起を持ち、その表面に微小な突起が密生している。スナメリの捕食者であるシャチは、スナメリが呼吸する際に水面で立てる水しぶきや波がたてる音を手がかりにスナメリを探索するため、微小な突起がこれらの音の発生を抑える効果を持つ可能性がある。また、その効果を人工物に応用することができれば、移動物体の騒音低減に寄与できる可能性がある。本研究では、スナメリの突起が持つ流体力学的な効果を分析するため、体表面の突起構造に類似した突起を持つ模型を作成し、水面への突入実験を行って突入時の音を分析した。

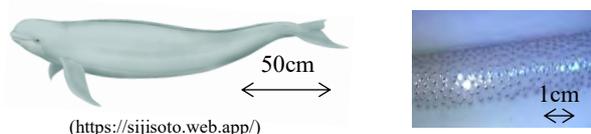


図 1 スナメリ (左) と背中の隆起に見られる突起 (右)

2. 方法

水面への突入実験用に 3D プリンターで作成した流線形模型を図 2(a)に示す。模型前部の表面に大きさの異なる突起を直線状、もしくは全面に貼付した。突起の形は円錐型とスナメリの突起に近い半球型、突起の間隔はスナメリとほぼ同じ間隔 (5mm) と、それよりも広い間隔 (10mm) とした。模型前部に全面、あるいは直線状に突起を貼付した状態を図 2(b), (c)に示す。水面への突入実験では、突起を貼付した流線形模型を水面から 1m の高さから落下させ、頭部が水面に突入した瞬間の音を水中マイクで計測した。実験は外部音や音の反射の影響を抑えるため、ISO3745 に準拠した無響室の中で行った。

3. 結果と考察

記録した突入音の周波数解析の結果を図 3 に示す。黒い線で示した突起無しの模型の突入音と比



(a) 流線形模型



(b) 模型頭部 (全面貼付) (c) 模型頭部 (直線貼付)

図 2 突入実験用模型

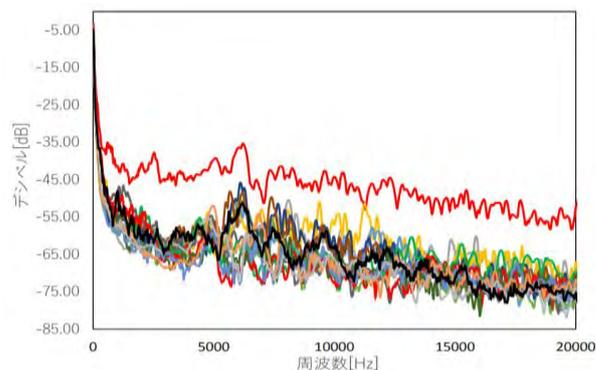
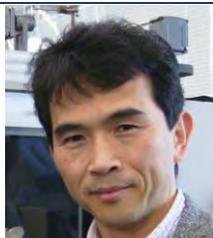


図 3 水中音の測定結果

べると、突起の種類や配置の違いによって突入音の大きさ (dB 値) に相違が見られた。直線状に突起を貼付した模型では、突起無しの模型と比べて音が大きくなる傾向が見られたが、全面に突起を貼付した模型では音が小さくなる傾向が見られた。突起の形状では円錐型よりも半球型の方が音が小さくなる傾向が見られた。その中でもスナメリの突起に類似した直径 1.2mm の半球型の突起を 5mm 間隔で全面に貼付した模型が最も音が小さく、5kHz から 13kHz の範囲では突起無しの模型よりも明らかに音が小さいという結果が得られた。

[†]: E-mail inada@tokai-u.jp

Speaker 5



【Last Name】

稲田

【First Name】

喜信

【Institution】

東海大学 工学部 航空宇宙学科 航空宇宙学専攻

【Short Bio】

生物の形態や運動，制御のメカニズムを分析して人工物に応用するバイオメティクス研究に従事．群れの形成機構を参考にした飛翔体の群制御や，水中生物の形態にみられる抵抗や音の発生を抑える仕組みを参考にした移動体の抵抗・騒音低減機構，生物の感覚器官の仕組みを参考にしたセンシングシステムの研究等を行っている．研究室の構成は修士 2 年生 4 名，1 年生 3 名，学部 4 年生 10 名，3 年生 8 名の計 25 名（2021 年 2 月現在）．

【Abstract】

イルカ的一种であるスナメリの背中隆起に密生する小突起の流体力学的な効果を分析するために，模型の前面に小突起を貼付した流線形模型を水中に突入させて，発生する水中音の大きさを水中マイクで記録して分析した．小突起の形や大きさ，配置を変えながら実験を行った結果，突起無し模型に比べて，突起を直線状に貼付した模型では音が増加する傾向が見られたが，突起を全面に貼付した模型では特定の周波数領域で音が減少する傾向が見られた．特に，スナメリの突起形状と配置に近い直径 1.2mm の半球状の突起を 5mm 間隔で全面に貼付したものが，最も大きな音低減効果を示した．

超音速自由噴流のプラズマジェットによる加速

†堀澤 秀之*, 高橋 俊*, 福田 紘大*

*東海大学 工学部

気流を電氣的に（主としてアーク放電で）加熱して、ノズルを介して空力的に加速する方法は、主に材料加工（プラズマジェット）、宇宙推進（アークジェット）、高エンタルピー風洞（アーク加熱風洞）などに用いられている。この方法は、主として放電電流の制御により投入する電力の制御が可能で、すなわち気流の全温、すなわち速度、の制御が電氣的に可能な点が優れている。しかしながら、これらの方法は気流を直接的に加熱するために気流の全温が上昇するので、低融点（低熱分解点）材料の加工などの目的には適していない。そこで、本研究では、大気圧下で超音速気流をプラズマジェットにより加速する方法について検討する。ここでは、上記のアーク放電による気流の直接加熱・加速とは異なり、超音速気流に対して同軸にプラズマジェットを噴射して剪断層を通して気流の速度増大を図る方法について検証する。また、剪断層を介する噴流の相互作用が、対象噴流の速度増加にいかんして有効に作用し得るかについて検討する。本報告では、数値シミュレーションにより、プラズマ流による噴流加速の有効性、複数のノズルを用いることによる噴流制御の有効性、プラズマ流（高温ガス流と仮定）の条件（例えば全温や出口マッハ数など）の変化が超音速自由噴流に及ぼす影響について数値シミュレーションにより検討した。

Fig.1 にプラズマによる噴流加速の効果について検証するために中心部の噴流（nozzle 1）がプラズマ流の場合（case1-1）と非加熱流の場合（case1-2）について、無次元時間 $t^* = 118.8$ のときの速度、Mach 数の等高線図を示す。図より、速度については、プラズマ流の方が非加熱流よりも大きい値を下流まで維持している。一方、Mach 数については非加熱流の方が高 Mach 数領域を約 2 倍の距離まで維持している。これは、全温がプラズマ流の方が非加熱流の場合の約 7 倍も高いため、両者のノズル出口における音速の違いによるものである。

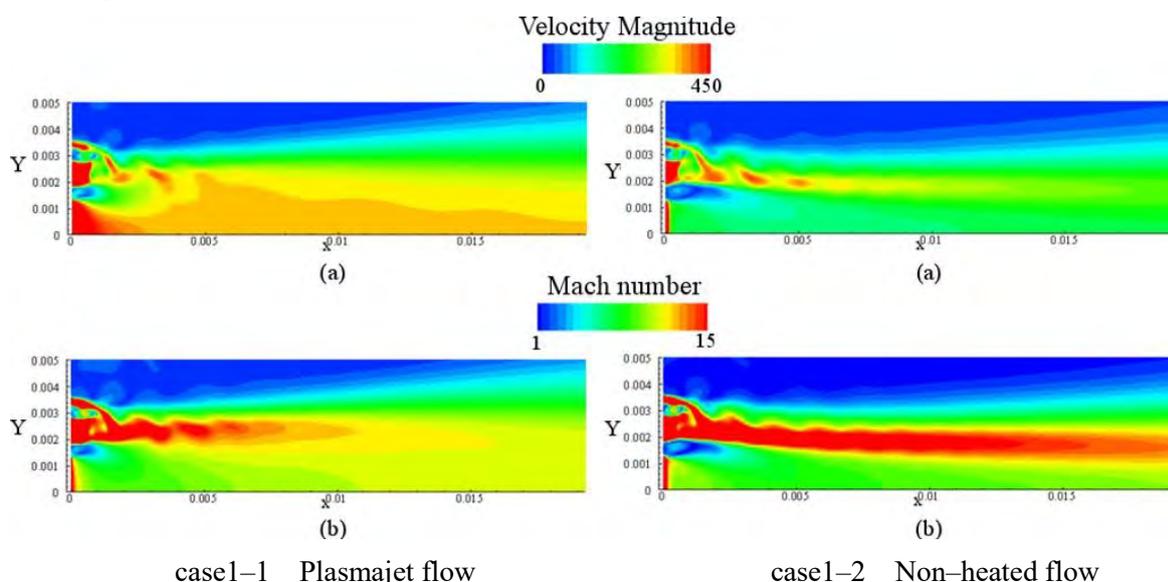


Figure 1 Distributions of velocity magnitude and Mach number at non-dimensional time of $t^* = 118.8$.

†:連絡先 email: horisawa@tokai.ac.jp

Speaker 6



【First Name】

堀澤

【Last Name】

秀之

【Institution】

東海大学工学部航空宇宙学科航空宇宙学専攻

【Short Bio】

1993年 東海大学大学院工学研究科航空宇宙学専攻博士後期課程修了（博士（工学））

東海大学工学部精密機械工学科助手

2000年 同 助教授

2001年 東海大学工学部航空宇宙学科助教授

2006年 同 准教授

2008年 同 教授 現在に至る

専門：新型プラズマ源・プラズマ推進機の開発，プラズマ流の計測・評価，プラズマ流の数値シミュレーション，レーザー・プラズマと材料表面の相互作用に関する研究，レーザー・プラズマによる材料の表面加工など

2020 年度

総合科学技術研究所 研究業績

【研究論文（原著論文）】

2017-001 「人と街と太陽が調和する」創・送エネルギーシステムの開発

- 1) LiangLe Wang, Md. Shahiduzzaman, Shoko Fukaya, Ersan Y. Muslih, Masahiro Nakano, Makoto Karakawa, Kohshin Takahashi, Koji Tomita, Olivier Lebel, Jean Michel Nunzi, Tetsuya Taima “Low-cost molecular glass hole transport material for perovskite solar cells” Japanese Journal of Applied Physics, 60, SBBF12-1-7 (2021.2) DOI: 10.35848/1347-4065/abde28
- 2) Md. Shahiduzzaman, Mohammad Ismail Hossain, Sem Visal, Tetsuya Kaneko, Wayesh Qarony, Shinjiro Umezu, Koji Tomita, Satoru Iwamori, Dietmar Knipp, Yuen Hong Tsang, Md. Akhtaruzzaman, Jean-Michel Nunzi, Tetsuya Taima, Masao Isomura, “Spray Pyrolyzed TiO₂ Embedded Multi-Layer Front Contact Design for High-Efficiency Perovskite Solar Cells” Nano-Micro Letters, 13(1), 36 (2021.1) DOI:10.1007/s40820-020-00559-2
- 3) Yasushi Sato, Riho Miyake, Ayana Tanigaki, Shinnosuke Akiyama, Koji Tomita, Masato Kakihana, “A novel Eu²⁺-activated calcium zirconium silicate phosphors: Ca₃ZrSi₂O₉:Eu²⁺” Journal of Luminescence, 231, 117752-117758 (2020.11)DOI:10.1016/j.jlumin.2020.117752
- 4) Synthesis and examination of GdNb_{1-x}W_xO_{4+δ} new scheelite-type oxide-ion conductor, R. Kawaguchi, R. Akizawa, Y. J. Shan, K. Tezuka, T. Katsumata, Solid State Ionics, 355, 115415 (2020).
- 5) 岩松迪拓, 島崎好広, 稲森真美子, “海水中非接触電力伝送における近接効果の影響”, 電子情報通信学会水中無線技術研究会, 2020 年 11 月.

2018-001 プラズマの基礎と応用に関する研究

- 1) S.O. Gurbatov, E. Modin, V. Puzikov, P. Tonkaev, D. Storozhenko, A. Sergeev, N. Mintcheva, S. Yamaguchi, N. Tarasenko, A. Chivilin, S. Makarov, S.A. Kulinich, A.A. Kuchmizhak, Black Au-decorated TiO₂ produced via laser ablation in liquid. ACS Applied Materials & Interfaces 13 (2021) 6522-6531.
- 2) G. Pavliuk, D. Pavlov, E. Mitsai, O. Vitrik, A. Mironenko, A. Zakharenko, S.A. Kulinich, S. Juodkazis, S. Bratskaya, A. Zhizhchenko, A. Kuchmizhak, Ultrasensitive SERS-based plasmonic sensor with analyte enrichment system produced by direct laser writing. Nanomaterials 11 (2021) 401.

- 3) Q.Y. Zhang, M. Honda, S.A. Kulinich, Y. Ichikawa, Generation of nanomaterials in dopant-containing liquid via pulsed laser ablation. *Applied Surface Science* 541 (2021) 148438.
- 4) E.S. Permyakova, P.V. Kiryukhantsev-Korneev, V.A. Ponomarev, A.N. Sheveyko, S.A. Dobrynin, J. Polčák, P.V. Slukin, S.G. Ignatov, A. Manakhov, S.A. Kulinich, D.V. Shtansky, Antibacterial activity of therapeutic agent-immobilized nanostructured TiCaPCON films against antibiotic-sensitive and antibiotic-resistant *Escherichia coli* strains. *Surface & Coatings Technology* 405 (2021) 126538.
- 5) D.A. Goncharova, E.N. Bolbasov, A.L. Nemoykina, A.A. Aljulaih, T.S. Tverdokhlebova, S.A. Kulinich, V.A. Svetlichnyi, Structure and properties of biodegradable PLLA/ZnO composite membrane produced via electrospinning. *Materials* 14 (2021) 2.
- 6) S. Ten, V.V. Torbina, V.I. Zaikovskii, S.A. Kulinich, O.V. Vodyankina, Bimetallic AgPd/U₂O₃ hybrid catalysts for propylene glycol oxidation into lactic acid. *Materials* 13 (2020) 5471.
- 7) K. Bronnikov, A. Dostovalov, A. Cherepakhin, E. Mitsai, A. Nepomniaschiy, S.A. Kulinich, A. Zhizhchenko, A. Kuchmizhak, Large-scale and localized laser crystallization of optically thick amorphous silicon films by near-IR femtosecond pulses. *Materials* 13 (2020) 5296.
- 8) J.Q. Wang, C. Xi, M. Wang, L. Shang, J. Mao, C. Dong, H. Liu, S.A. Kulinich, X.W. Du, Laser-generated grain boundaries in ruthenium nanoparticles for boosting oxygen evolution reaction. *ACS Catalysis* 10 (2020) 12575-12581.
- 9) P. Shankar, M.Q.H. Ishak, J.K. Padarti, N. Mintcheva, S. Iwamori, S.O. Gurbatov, J.H. Lee, S.A. Kulinich, ZnO@graphene oxide core@shell nanoparticles prepared via one-pot approach based on laser ablation in water. *Applied Surface Science* 531 (2020) 147365.
- 10) S.O. Gurbatov, N. Mintcheva, S. Iwamori, S.A. Kulinich, A.A. Kuchmizhak, Synthesis of TiO₂ nanoparticles decorated with gold nanoclusters using pulsed laser ablation in liquid. *Quantum Electronics* 50 (2020) 855-860.
- 11) A.Y. Zhizhchenko, P. Tonkaev, D. Gets, A. Larin, D. Zuev, S. Starikov, E.V. Pustovalov, A.M. Zakharenko, S.A. Kulinich, S. Juodkazis, A.A. Kuchmizhak, S.V. Makarov, Light-emitting nanophotonic designs enabled by ultrafast laser processing of halide perovskites. *Small* 16(2020) 2000410.
- 12) K. Pikula, N. Mintcheva, S.A. Kulinich, A. Zakharenko, Z. Markina, V. Chaika, T. Orlova, Y. Mezhev, E. Kokkinakis, A. Tsatsakis, K. Golokhvast, Aquatic toxicity and mode of action of CdS and ZnS nanoparticles in four microalgae species. *Environmental Research* 186 (2020) 109513.
- 13) Hiroshi Kuwahata and Takaaki Yamaguchi: Simple Visualization of the Distribution of Ozone Concentration Generated by Atmospheric-pressure Plasma Jet Irradiation

Using Test Strips, Proceedings of the school of engineering Tokai university, Series E 45, pp. 7-16 (2020).

- 14) 辻拓, 三上一行, 桑畑周司: 大気圧プラズマジェットによる室温でのアンモニア合成, Journal of Advanced Science, Vol. 33, (2021).

2018-002 熱音響現象に関する研究

- 1) Acoustic Connection between Thermoacoustic Engine and Impulse Turbine 著者 : Md. Suruz Mian, Fumiya Takemura, Kazuto Kuzuu, Shinya Hasegawa, Journal of Applied Physics(AIP) Vol. 128, pp. 214901 (2020)
- 2) Numerical investigation of a thermoacoustic engine core via heat transfer calculations coupled with acoustic field analyses, Kazuto Kuzuu, Shinya Hasegaw, Applied Thermal Engineering (Elsevier) Vol.183, Part2, pp.116223-1-18, (2021)
- 3) Energy conversion of thermoacoustic engines with evaporation and condensation, Mariko Senga, Shinya Hasegawa, International Journal of Heat and Mass Transfer (Elsevier) Vol.165, Part B, pp.120385-1-8, (2021)

2018-003 メソ領域における「流れ」の見える化による革新的エネルギー変換・伝達技術の創出

- 1) Kairi Furukawa, Masayuki Ochiai, Hiromu Hashimoto, Shinpei Kotani, “Bearing Characteristic of Journal Bearing Applied Biomimetics”, Tribology International, Volume 150, Apr. 2020, 106345.
- 2) 川本裕樹, 高橋俊, 蔵本結樹, 落合成行, 畔津昭彦, 山本憲司, ピストンリング周辺のオイル消費機構に対する level set 法に基づく混相流解析の応用, 自動車技術会論文集, 2020年10月, 968-973.
- 3) Yuki Kawamoto, Shun Takahashi, Masayuki Ochiai, Akihiko Azetsu, Kenji Yamamoto, Prediction of oil behavior in piston ring groove based on gas-liquid two-phase flow analysis, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 14, Jul. 2020.
- 4) Yuki Kawamoto, Shun Takahashi, Masayuki Ochiai, Akihiko Azetsu, Kenji Yamamoto, “Prediction of oil behavior in piston ring groove based on gas-liquid two-phase flow analysis”,
- 5) 川本裕樹, 高橋俊, 蔵本結樹, 落合成行, 畔津昭彦, 山本憲司, “ピストンリング周辺のオイル消費機構に対する level set 法に基づく混相流解析の応用”, 自動車技術会論文集, 51 巻, pp. 968-973, 2020
- 6) 高橋俊, “混相流解析の機械設計への応用”, 設計工学会誌「設計工学」, Vol. 56, 2021
- 7) 杉山直輝, 野原徹雄, 菊池飛鳥, 戸谷友輔, 落合成行, マクロ～メソ～ミクروسケール

- での排ガス・液滴挙動の確認:—表面テクスチャ加工による微粒化メカニズムの検証—, 自動車技術会論文集, 2020年51巻1号 p.72-77, (2020),
- 8) 菊池飛鳥, 杉山直輝, 野原徹雄, 落合成行, 高速度カメラを用いた表面テクスチャリングによる衝突液滴の微粒化効果の評価, 日本混相流学会誌, 2021年35巻1号
 - 9) M. D. Ibrahim, S. Philip, S. S. Lam, Y. Sunami, “Evaluation of an Antifouling Surface Inspired by Malaysian Sharks Negaprion Brevirostris and Carcharhinus Riblets, Tribology Online, 2021 (in press)
 - 10) ピストンリング周辺のオイル消費機構に対する level set 法に基づく混相流解析の応用, 川本裕樹, 高橋 俊, 蔵本結樹, 落合成行, 畔津昭彦, 山本憲司, 自動車技術会論文集, 51巻, 2020, pp.968-973.
 - 11) Prediction of oil behavior in piston ring groove based on gas-liquid two-phase flow analysis, Yuki Kawamoto, Shun Takahashi, Masayuki Ochiai, Akihiko Azetsu, Kenji Yamamoto, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 14, 2020.
 - 12) ポストコロナの遠隔授業と著作権法, IP ジャーナル 15号 29~34頁 (知的財産研究教育財団, 2020年12月)
 - 13) 衣服のデザインのEU著作権法による保護—Cofemel事件 CJEU先決裁定とその影響—, 発明第117巻第12号 56~59頁 (発明推進協会, 2020年11月)
 - 14) Does Using an Abbreviated Title of a Game Series and the Costumes of its Game Characters in a Rental Business Constitute an Act of Unfair Competition, A.I.P.P.I. Vol.45 No.6 pp.335-347 (AIPPI JAPAN, 2020年11月)
 - 15) Koki INOUE, Hiromi TOYODA, Hideyuki HORISAWA, and Tomoyuki IKEDA,
 - 16) Development of Laser Thermal Microthruster with Diode-Laser Coupled Fiber-Tip Heat Source, Frontier of Applied Plasma Technology Vol.13 No.2 July 2020, pp.53-58
 - 17) 浜田彩香, 矢野 楓, 堀澤秀之, 進藤春雄, レーザー誘起プラズマの高繰り返し診断に関する研究, プラズマ応用科学 Vol.28 No.2, Dec. 2020, pp.83-87.
 - 18) 亀岡京子 (2020) 「エコシステム形成にともなうユーザーイノベーションの促進要因—医療サービスの価値創造をもたらす仲介機能とは—」『組織学会大会論文集』9巻1号, P.184-190.
 - 19) 亀岡京子 (2020) 「医療機器分野におけるユーザーイノベーションの促進要因: 画期的な手術用縫合針の製品開発における事例」『東海大学紀要政治経済学部』52巻, P.105-117.

2020-001 「飛翔体の流れ」に関する研究

- 1) Toshiharu Mizukaki, Taroh Odagiri, Tomoharu Matsumura, and Kunihiko Wakabayashi,

Quantitative flow visualization of a blast wave from an underground magazine model using background-oriented schlieren, *Science and Technology of Energetic Materials* 81 (5), pp. 128-136 (2020).

- 2) Yasumasa Sekine, Daizoh Saitoh, Yuya Yoshimura, Masanori Fujita, Yoshiyuki Araki, Yasushi Kobayashi, Hitomi Kusumi, Satomi Yamagishi, Yuki Suto, Hiroshi Tamaki, Yosuke Ono, Toshiharu Mizukaki, and Manabu Nemoto, Efficacy of Body Armor in Protection Against Blast Injuries Using a Swine Model in a Confined Space with a Blast Tube, *Annals of Biomedical Engineering*, (2021).
- 3) T. Mizukaki, F. Iwasaki, M. Kojima, H. Kawashima, S. Matsuyama, K. Iwata, Y. Nunome, and H. Tanno, Flow Visualization inside a Rotating Detonation Engine near Injection Nozzles Using Point-Diffraction Interferometry, *AIAA Scitech 2021 Forum*, (2021).
- 4) Takayuki Nagata, Taku Nonomura, Shun Takahashi, and Kota Fukuda, “Direct Numerical Simulation of Subsonic, Transonic and Supersonic Flow over an Isolated Sphere up to a Reynolds Number of 1000”, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol.904, A36, 2020.

レーザー応用技術に関する研究

- 1) Suppression of stimulated Brillouin scattering in optical fibers using a stepwise optical frequency pulse train,” Kazuyoku Tei and Shigeru Yamaguchi, *Optics Express* Vol. 28, No. 12 (2020) 17793.

【研究論文（その他）】

2018-001 プラズマの基礎と応用に関する研究

- 1) S.A. Kulinich, D. Masson, X.W. Du, A.M. Emelyanenko, Testing the durability of anti-icing coatings. In: "Ice Adhesion: Mechanism, Measurement and Mitigation, John Wiley & Sons, Inc. (2020) 495-519.

2018-003 メソ領域における「流れ」の見える化による革新的エネルギー変換・伝達技術の創出

- 1) 落合成行, 村山省己, 東海大学における機械設計製図教育の事例について（基礎製図から創造設計まで）, 設計工学, Vol.55, No.5 2020.
- 2) 落合成行, 静圧軸受と動圧軸受の基礎, 油空圧技術, 2020年5月号, 特集:フレッシュメンに贈る・油空圧の基礎理論と応用
- 3) 野原徹雄, 落合成行, 高橋俊, 砂見雄太, 杉山直輝, 尿素 SCR システム用可視化・微粒化技術とコンバーティングへの適用, コンバーテック 5月号
- 4) Naoki Sugiyama, Yuiki Kuramoto, Asuka Kikuchi, Yuki Kawamoto, Akira Obara, Tetsuo Nohara, Shun Takahashi, Masayuki Ochiai, Kazuo Osumi, Naoya Ishikawa, Performance Prediction of Urea SCR System by using PIV and Discrete Droplet Model -Precise Observation of Gas/Droplet Behaviors using High-Speed Camera-, JSAE 2020 Proceedings (Autumn) No. 141-20, (2020)
- 5) 菊池飛鳥, 小原昭, 杉山直輝, 川本裕樹, 蔵本結樹, 奈良祥太郎, 野原徹雄, 高橋俊, 落合成行, 表面テクスチャによる衝突液滴の微粒化制御 -画像認識技術との融合による可視化の精度向上-, 自動車技術会 2020年秋季大会学術講演会講演予稿集, 141-20, 2020年10月(2020),
- 6) 蔵本結樹, 杉山直輝, 川本裕樹, 小原昭, 菊池飛鳥, 奈良祥太郎, 落合成行, 高橋俊, 大角和生, 石川直也, 野原徹雄, PIV と液滴モデルの融合による尿素 SCR システムの液滴流動予測 -PIV 計測結果を基にした簡易解析手法での液滴モデルの構築-, 自動車技術会 2020年秋季大会学術講演会講演予稿集, 141-20, 2020年10月(2020)
- 7) 川俣柊介, 川本裕樹, 奈良祥太郎, 野原徹雄, 高橋俊, 多数の固体粒子を含む非ニュートン流体の混相流解析, 第 34 回数値流体力学シンポジウム講演論文集 C01-1 2020年12月(2020)
- 8) (主著) フォトクロミズムを用いた可視化手法によるピストン周りのオイル挙動計測 (吸気絞り条件によるオイル挙動の変化), 小川航平, 倉辻風樹, 畔津昭彦, 田牧清治, 南郷哲哉, 第 31 回内燃機関シンポジウム講演論文集, Paper 48, No.20-43, 2020年11月, pp.1-10, WEB.
- 9) (共著) 油膜の新しい可視化計測手法, 日本機械学会 2020年度年次大会, エンジンシステム部門先端技術フォーラムーエンジントライボロジー研究最前線ー, 畔津昭彦,

2020年9月

- 10) 気液液三相流解析によるトップリング周りのオイル希釈に関連する燃料輸送経路予測, 蔵本結樹, 川本裕樹, 松田拓哉, 高橋 俊, 落合成行, 畔津昭彦, 山本憲司, Paper 50, 2020年11月.
- 11) 日本機械学会年次大会: 高回転トラクション/歯車試験機の製作
- 12) 岩松迪拓, 島崎好広, 稲森真美子, "海水中非接触電力伝送における近接効果の影響", 電子情報通信学会水中無線技術研究会, 2020年11月.
- 13) Masayuki Ochiai, Fuma Sakai, Hiromu Hashimoto, Computational Fluid Dynamics Simulations, Chapter 10, The Multiphase Flow CFD Analysis in Journal Bearings Considering Surface Tension and Oil-Filler Port Flow, Intech Open, 2020.
- 14) 砂見雄太「実践 ウェブハンドリング」, ウェブハンドリング技術研究会編集, 第一章を担当, 2020.

2019-001 FeTi 水素吸蔵合金粉末の表面反応特性に関する評価

- 1) Saule ZHOLDAYAKOVA, Haruhisa UCHIDA, Makoto Ryo HARADA, Masashi SATO, Ryota GEMMA and Yoshihito MATSUMURA PROCEEDINGS OF THE SCHOOL OF ENGINEERINGS / THE SCHOOL OF INFORMATION SCIENCE AND TECHNOLOGY OF TOKAI UNIVERSITY Proc. Schl. Eng. Tokai Univ., Ser. E 45 (2020) 1-6 DOI: 10.18995/24343641.45.1" 2020年9月30日

2020-001 「飛翔体の流れ」に関する研究

- 1) 澤井悠利, 稲田喜信, 自動車の後流を利用したドローンのスリップストリーム飛行について, 日本航空宇宙学会第58回飛行機シンポジウム, 2020.11.25 発表
- 2) 加藤泰輝, 東條拓也, 稲田喜信, 森川泰, ドローンの群制御への応用を目指したステレオカメラ構成の検討, 日本航空宇宙学会第58回飛行機シンポジウム, 2020.11.27 発表
- 3) 柏瀬一, 内田匡哉, 谷口圭一, 高橋彩恵, 福田紘大, 町田健太郎, 吉田圭佑, "[座談会] 車を進化させる空力技術, 技術者が語るツンデレな空気との付き合い方", 自動車技術会会誌・自動車技術, Vol.74, pp.4-11, 2020.
- 4) 佐川耕平, 木村英樹, 福田紘大, "MATLAB を用いた電気自動車開発の事例", 一般社団法人日本太陽エネルギー学会 電気自動車・燃料電池車・ソーラーカー製作講習会テキストーエコカー開発を担う人材の増強を目指すー, pp.52-59, 2020.
- 5) 木村英樹, 佐川耕平, 福田紘大, "これからのエコ電気自動車系大会のあり方", 一般社団法人日本太陽エネルギー学会 電気自動車・燃料電池車・ソーラーカー製作講習会テキストーエコカー開発を担う人材の増強を目指すー, pp.60-67, 2020.

【国際会議のプロシーディング】

2018-001 プラズマの基礎と応用に関する研究

- 1) V.S. Svetlichnyi, E.D. Fakhрутdinova, T.S. Nazarova, S.A. Kulinich, O.V. Vodyankina, Comparative) study of bismuth composites obtained via pulsed laser ablation in a liquid and in air for photocatalytic application. Solid State Phenomena 312 (2020) 172-178.
- 2) S. Gurbatov, S.A. Kulinich, A. Kuchmizhak, Au nanoparticle-decorated TiO₂ nanospheres produced by laser reshaping in water. Solid State phenomena 312 (2020) 113-120.
- 3) D.A. Goncharova, S.A. Kulinich, A.L. Namoykina, V.A. Svetlichnyi, Increased antibacterial activity by photoactivation of composites based on ZnO nanoparticles. Solid State Phenomena 312 (2020) 303-308.

2018-003 メソ領域における「流れ」の見える化による革新的エネルギー変換・伝達技術の創出

- 1) Yusuke Mizuno, Shun Takahashi, Gouji Yamada, “Investigation of Hypersonic Flow around a Half Circular Cylinder using Coupled Flow-thermal Analysis”, AIAA SciTech 2021
- 2) Kaoru Takemura, Shotaro Nara, Shun Takahashi, Hiroki Nagai, Takuya Adachi, Development of Prediction Model for Heat Pipe Performance Using One Dimensional Discrete Bubble Model”, Proc. of Seventeenth International Conference on Flow Dynamics, 2020
- 3) Shotaro Nara, Yuki Kawamoto, Shun Takahashi, Shigeru Obayashi, “Non-Newtonian Multiphase Flow Using Immersed Boundary Method”, 17th International Conference on Flow Dynamics, 2020
- 4) Yuki Sato, Masayuki Ochiai, Experimental Investigation of Heat Transfer by Internal Flow in Lubrication Film of Non-contact, Proceedings of 2020 STLE Tribology Frontiers Virtual Conference, 2020.
- 5) Masayuki Ochiai, Hiromu Hashimoto, Two-Phase Flow CFD Analysis on Journal Bearings for High Speed Rotating Machinery with Experiment, Proceedings of 14th World Congress in Computational Mechanics (WCCM) ECCOMAS Congress 2020, Jan. 2021, Paris, France.
- 6) Y. Kashiwabara, M. D. Ibrahim, L. B. Roslan, H. Watanabe, Y. Sunami, “Effects of Injection Speed on Mechanical Properties in High-Pressure die casting of Mg-RE alloy”, Proc. of the 5th International Conference on Design Engineering and Science, pp. 1-9., 2020.
- 7) T.Nishida, Y. Sunami, “Improvement of Wound Roll Defects and the Effect of Film Properties”, Proc. of the 29th ASME Annual Conference on Information Storage and Processing Systems (ISPS2020), pp. 1-3., 2020.
- 8) M. Tamada, Y. Sunami, “Mass Production and Film Thickness Control of Meso Porous

Silica Thin Films”, Proc. of the 29th ASME Annual Conference on Information Storage and Processing Systems (ISPS2020), pp. 1-3., 2020.

- 9) S. Nakano, S. Zhang, M. D. Ibrahim, Y. Sunami, “Tribological Characteristics Between Polymer Nanosheets and Human Skin”, Proc. of the 29th ASME Annual Conference on Information Storage and Processing Systems (ISPS2020), pp. 1-3., 2020.

【受賞】

2018-003 メソ領域における「流れ」の見える化による革新的エネルギー変換・伝達技術の創出

- 1) 自動車技術会 フェローエンジニア
- 2) Best Student Paper Award, The 5th International Conference on Design Engineering and Science (ICDES 2020)
- 3) Best Paper Award, The 29th ASME Annual Conference on Information Storage and Processing Systems (ISPS2020)
- 4) エアリキード賞, 文部科学省主催 第10回サイエンス・インカレ
- 5) 優秀賞, 日本機械学会 2020年度年次大会

2019～2020 年度プロジェクト研究課題紹介 (総合研究機構プロジェクト研究分)

所属・資格については 2019 あるいは 2020 年度当時にて掲載

「人と街と太陽が調和する」創・送エネルギーシステムの開発

| | | |
|---------------|--------|----------------|
| 研究代表者： | 富田 恒之 | 理学部化学科 准教授 |
| 研究分担者： | 木村 英樹 | 工学部電気電子工学科 教授 |
| | 磯村 雅夫 | 工学部電気電子工学科 教授 |
| | 勝又 哲裕 | 理学部化学科 教授 |
| | 岩森 暁 | 工学部機械工学科 教授 |
| | 梶田 佳孝 | 工学部土木工学科 教授 |
| | 長谷川 真也 | 工学部動力機械工学科 准教授 |
| | 稲森 真美子 | 工学部電気電子工学科 講師 |
| | 金子 哲也 | 工学部電気電子工学科 講師 |
| | 佐川 耕平 | 工学部電気電子工学科 助教 |

研究期間： 2017 年度～2019 年度

研究概要：

本研究課題は、再生エネルギーの中核テーマである太陽電池と東海大が世界をリードする熱音響システムを融合させる研究であり、その制御・電送システムから、設置環境までを「人と街と太陽が調和する」ことをイメージして総合的に研究する。光・熱透過型の太陽電池の開発や曲面印刷太陽電池の開発、高効率熱音響機関、長距離無線伝送技術、都市計画など、挑戦的な要素技術を数多く含んでおり、再生エネルギーの創出からその送電・設置までを視野に入れた総合研究は、世界にも類を見ない最先端研究である。

岩絵群と神殿建築から究明する先スペイン期メキシコ西部の社会文化発展

| | | |
|---------------|-------|-------------------|
| 研究代表者： | 吉田 晃章 | 文学部文明学科 准教授 |
| 研究分担者： | 松本 建速 | 文学部歴史学科 考古学専攻 教授 |
| | 立石 謙次 | 文学部歴史学科 東洋史専攻 准教授 |

研究期間： 2017 年度～2019 年度

研究概要：

発掘中の遺跡では、メキシコで最大規模の岩絵群が発見されており、専門分野では大いに注目を集めている。独特な刻点十字文様(Pecked Cross)の岩絵は、メキシコ中央高原の大遺跡テオティワカン遺跡でも数点確認されているが、同遺跡では、現在のところ 15 点も発見されている。これまで解明の進んでいなかった特有の岩絵に関する研究をふくめ、埋葬文化や建築伝統などからメキシコ西部と中央高原の文明がいかに結びつき発展してきたかを解明することである。

島嶼をつなぐネットワーク型文明の研究

—古代から中世までの地中海における神話・美術・建築—

研究代表者： 河島 思朗 文化社会学部ヨーロッパ・アメリカ学科 教授

研究分担者： 金沢 百枝 文化社会学部ヨーロッパ・アメリカ学科 教授
伊藤 喜彦 工学部建築学科 准教授

研究期間： 2018年度～2019年度

研究概要：

フランスの歴史家フェルナン・ブローデルは『フェリペ2世時代の地中海と地中海世界』において、「地理的自然」という環境、社会構造、個人的な出来事という3層で文明理解を試みたが、研究の焦点は近世にあった。

本研究では、総合大学である東海大学の質の高い研究領域を総合する「研究の峰」を有利な研究環境として有効に活用し、工学部の伊藤、文化社会学部の河島と金沢によって、文理融合の視点でもって、従来の歴史学や考古学が必ずしも重視してこなかった古代から中世という時代、島と本土という地理的制約に焦点をあて、建築、美術史、神話学という3つの異なる分野から、学際的なアプローチで対象に挑む点に新規性がある。

新しい皮膚欠損創傷充填グラフト、再生促進剤の開発

研究代表者： 住吉 秀明 医学部医学科・講師

研究分担者： 川口 章 医学部医学科 客員教授
岡村 陽介 工学部応用化学科 准教授
稲垣 豊 医学部医学科 教授

研究期間： 2018年度～2020年度

研究概要：

人工真皮は欠損した皮膚創傷を充填し傷の早期閉塞とバリア機能の再生、QOLの維持をもたらす有益な医療材料であるが細胞の生着、特に再上皮化の遅延が課題となっている。申請者らは先行する産学・医工連携研究において新素材であるミズクラゲコラーゲンが自己細胞の浸透を促進し、再上皮化をも著しく改善されること経験し、人工真皮の組成と構造を改変することで、機能を高められる可能性を見出した(2016.3.7.東海大学プレスリリース)。その発展的 pursuit と臨床応用の具体的目標を兼ね、更には東海大学の学部間連携によって臨床医と材料工学の視点・アイデアを加え、高い完成度を目指したプロジェクトとして立案する。到達目標は自己細胞で再生する汎用性の高い人工真皮を超えた再生促進剤である。

環境 QOL の導入と評価指標の設定

| | | |
|--------|--------|--------------------|
| 研究代表者： | 高橋 将徳 | 基盤工学部電気電子情報工学科 教授 |
| 研究分担者： | 高野 誠二 | 経営学部観光ビジネス学科 准教授 |
| | 伊藤 是清 | 現代教養センター 准教授 |
| | 鹿田 光一 | 現代教養センター准教授 |
| | 李 昭知 | 経営学部観光ビジネス学科 助教 |
| | 藤本 邦昭 | 基盤工学部電気電子情報工学科 教授 |
| | 福崎 稔 | 現代教養センター 教授 |
| | 瀧本 知加 | 課程資格教育センター 講師 |
| | 阿久津 雅子 | 基盤工学部電気電子情報工学科 准教授 |
| | 藤岡 美香子 | 経営学部観光ビジネス学科 講師 |

研究期間： 2018 年度～2020 年度

研究概要：

本研究では、2017 年度 文明研究所コア・プロジェクト「森里川海研究」を受け、地域の環境保全と人間活動の相互連携をはかる「地域循環共生圏」（環境省）確立の基礎研究として、自然環境維持・保全を視野に入れた人々の生活満足度について、QOL（Quality of Life）を拡張した「環境 QOL」の概念導入をはかる。

QOL に関しては、現在は、医療・健康に関する研究が多く見られるが、本概念導入当初の「人間生活・活動」における満足度に関する研究はそれ程多くない。本研究では、地球規模での自然環境保全および地域における防災・減災を含めた「環境に対する価値意識をふまえた生活満足度」として「環境 QOL」概念を定義し、構成要素および評価指標の確定およびアンケート調査などによってその検証を行う。なお、本研究は九州キャンパスにおける「森里川海研究」（文明研究所）と連携できることを付記する。

先進医療「自己細胞シートによる軟骨再生治療」における細胞シートの品質・特性評価法の確立及び治療効果予測の検討

| | | |
|---------------|--------|-------------------------|
| 研究代表者： | 佐藤 正人 | 医学部医学科 教授 |
| 研究分担者： | 永井 竜児 | 農学部バイオサイエンス学科 教授 |
| | 浜橋 恒介 | 医学部医学科 講師 |
| | 鶴養 拓 | 医学部医学科 助教 |
| | 豊田 恵利子 | 医学部医学科 特定研究員 (PD) |
| | 前原 美樹 | 医学部医学科 奨励研究員 (PD) |
| | 高橋 匠 | 医学部医学科 奨励研究員 (PD) |
| | 的場 亮 | 株式会社 DNA チップ研究所 代表取締役社長 |
| | 橋本 せつ子 | 株式会社セルシード 代表取締役社長 |

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

変形性膝関節症 (OA) の根本治療につながる細胞シートの品質・特性を分析して、簡便な品質評価指標の策定や治療効果予測因子の検討を遺伝子レベル、タンパク質レベルで詳細に検討する。特に加齢性変化を伴った変性軟骨ではタンパク質の糖化との関与が問題視されており、従来の品質・特性解析に加え、AGEs (advanced glycation endproducts) の観点からも検討を行い、先進医療として実施する軟骨再生医療のデータも活用して治療効果の予測を検討し、健康寿命の延伸に寄与する。

腱・靭帯損傷の再生医療技術の開発に向けた医理農工連携研究

| | | |
|---------------|-------|----------------------------|
| 研究代表者： | 葛巻 徹 | 工学部材料科学科 教授 |
| 研究分担者： | 片山 秀和 | 工学部生命化学科 准教授 |
| | 黒田 泰弘 | 工学部生命化学科 准教授 |
| | 森友 靖生 | 農学部応用動物学科 教授 |
| | 稲垣 豊 | 医学部医学科 教授 |
| | 喜多 理王 | 理学部物理学科 教授 |
| | 中瀬 順介 | 金沢大学附属病院整形外科 助教 |
| | 鳥越 甲順 | 福井医療大学保健医療学部リハビリテーション学科 教授 |

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

本研究は、腱組織の形成機構の解明による生体組織由来の再生人工靭帯の創製により、低侵襲な靭帯損傷治療を可能とする再生医療技術の開発を目的とする。本研究では、細胞レベルでの腱組織の再生機構の解明に取り組み、腱分泌組織の生体外での成長技術と先端工学技術である三次元細胞積層技術による再生人工靭帯の形成に挑戦し、中型動物モデルを実験系とする治療効果の検証により、臨床応用を目指した再生医療の基盤技術を確立する。本研究は、総合大学である本学の特色を活かした医理農工連携で研究の峰を形成し、腱・靭帯損傷治療に新たな選択肢を与える新技術を創造するものである。

新たなモデルによる脱毛症の分子機構解明と予防ならびに創薬への展開

研究代表者： 岡 晃 総合医学研究所 講師

研究分担者： 岩岡 道夫 理学部化学科 教授
毛塚 智子 工学部応用化学科 准教授
馬淵 智生 医学部医学科 教授

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

脱毛患者ゲノム試料を用い、遺伝学的に見出した遺伝子変異をマウスに導入し、実際に脱毛するモデルマウスを世界で初めて作製することに成功した。さらにこの遺伝子は未知の毛髪ケラチン様タンパクをコードしていることから、脱毛のみならず毛髪に関連するあらゆるフィールドに多大な影響を与え得ると考えている。そこで以下の研究により、脱毛の総理解ならびに新たな研究分野の創設も視野に入れたい。①脱毛に至る分子機構の解明 ②毛髪におけるこの分子の生化学ならびに構造生物学的解析 ③予防医学を目指した患者遺伝子型とこの分子の機能解析

QOL 向上のための、日本とアジアにおける都市ガバナンスモデルの構築

研究代表者： 出雲 明子 政治経済学部政治学科 准教授

研究分担者： 辻中 豊 政治経済学部政治学科 教授
岡本 三彦 政治経済学部政治学科 教授
奥 健太郎 政治経済学部政治学科 教授
藤巻 裕之 政治経済学部政治学科 准教授
崔 宰英 筑波大学人文社会系
山本 英弘 筑波大学人文社会系

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

政治体制や社会発展の異なるアジア諸国（とりわけ中国等）でも、日本同様、ローカルガバナンスの向上、その結果としての住民福利（QOL）向上という点には共通の強い関心を有している。急速なグローバル化と社会変容の中で、個々の体制の存続に密接に関連するからである。本研究は、アジアでのローカルガバナンスモデルの構築を念頭に、これまでの日本のローカルガバナンス調査結果を広く学際的国際的に分析し、そこから住民に応答的で自生的な QOL 向上の都市ガバナンスモデルを構築することを目的とする。

マイクロデバイスを用いた神経変性疾患予防薬・治療薬の開発

研究代表者： 大友 麻子 医学部医学科 助教

研究分担者： 木村 啓志 工学部機械工学科 准教授
秦野 伸二 医学部医学科 教授

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

我が国を含む先進国においては、人口に占める高齢者の割合の増加に伴い、アルツハイマー病、パーキンソン病、及び筋萎縮性側索硬化症などの高齢者になって発症する神経変性疾患の患者数が増加している。QOLを高く保ちながら、長く、豊かに生きるためにも、これらの疾患に対する有効な予防薬や治療薬の開発が求められている。近年、iPS細胞技術が開発され、患者由来のiPS細胞から疾患モデル細胞（ヒト神経細胞）を作りだし、それを薬剤スクリーニングに利用出来るようになった。そこで、本申請研究では、ヒト神経細胞を用いマイクロデバイスを利用した効率的な薬剤スクリーニング系を開発し、神経変性疾患に対して有効な予防薬及び治療薬の開発を目指す。

考古学コレクションと生物学情報を統合した東海大学デジタル博物館の基盤構築

研究代表者： 松前 ひろみ 医学部医学科 助教

研究分担者： 今西 規 医学部医学科 教授
山花 京子 文化社会学部アジア学科 准教授

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

文化財は従来の考古学や美術的観点に加え、生物学的視点に基づいたデータの整理と分析により、新しい学術的価値を見いだすことができる。そこで東海大学の考古学コレクションに生物学的な観点も取り入れた、世界でも稀少なデジタル博物館の構築を目指す。例えばエジプトの人物像には美術様式のみならずその時代に生きた人々の身体的・生物学的特徴も反映しており、人類の進化史に関心のある研究者が活用できるようにする。そこでデジタル博物館は広く社会へ共有・発信し、Humanityの理解に繋げることを目標とする。

鉄の細胞内制御システムを標的とした新規抗がん剤の開発

| | | |
|--------|-------|-------------------|
| 研究代表者： | 宮沢 正樹 | 健康学部健康マネジメント学科 講師 |
| 研究分担者： | 平林 健一 | 医学部医学科 准教授 |
| | 笹川 昇 | 工学部生命化学科 教授 |
| | 服部 鮎奈 | 国立がん研究センター研究所 研究員 |
| | 森岡 翔 | ヴァージニア大学 医学研究科 助教 |

研究期間： 2019年度～2021年度

研究概要：

抗がん剤治療における重要な課題は治療抵抗性と副作用として現れる正常細胞への毒性である。それゆえ副作用の少ない新規抗がん剤の開発は、より良い医療の実現のために必須の課題となっている。近年申請者はシスプラチンの抗がん剤としての作用が、DNA への結合による細胞分裂の抑制のみならず、細胞内の鉄欠乏を誘導することで発揮されることを世界で初めて明らかにした。そこで本研究課題ではシスプラチンによる鉄欠乏の分子メカニズムの解明および鉄代謝を標的とした新規抗がん剤のシーズ探索を行い、刷新的かつ発展的な副作用の少ないがん治療法の確立を目指す。



東海大学紀要 総合科学技術研究所

発行日 2021年4月1日
発行人 岩森 暁（東海大学総合科学技術研究所 所長）
発行 東海大学総合科学技術研究所
住所 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目四丁目1番1号
電話 0463-58-1211（代表）

本紀要の全ての掲載情報は、著作権者の許諾なしに、著作物の全部または一部を無断で複写複製（コピー）することは、著作権法上での例外を除き、禁じられています。



Research Institute of Science and Technology

東海大学総合科学技術研究所

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1

TEL. 0463-58-1211



TOKAI UNIVERSITY