

受動歩行原理を用いた歩行支援機



理工学部・機械/精密システム工学科 准教授

池俣 吉人 Ikemata, Yoshito

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.103404e9df7cf76.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：受動歩行、力学原理、歩行支援機、無動力

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を

研究の概要

受動歩行ロボットは、アクチュエータ、センサおよび制御を一切用いずに、歩行ロボットのもつダイナミクスと環境（スロープ）との相互作用のみによって、緩やかな下りスロープを自然な歩容で歩くことができる。受動歩行はエネルギー効率が高いことで知られ、ヒトの歩行に近いと言われている。本研究では、受動歩行原理に基づいた無動力式歩行支援機を開発した。

歩行支援機の原理

支持脚が後方に移動すると、弾性体が伸ばされる。遊脚になると、弾性エネルギーが解放されて、腰にトルクが発生する。同トルクにより、(遊脚の)大腿部の振り運動と膝の屈曲が促進される。



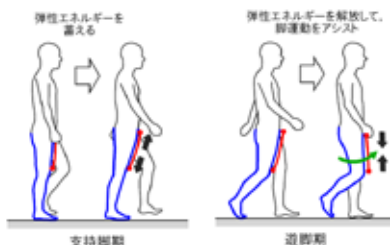
受動歩行ロボット



本研究室で開発した歩行支援機

歩行支援機の原理

支持脚が後方に移動すると、弾性体が伸ばされる。遊脚になると、弾性エネルギーが解放されて、腰にトルクが発生する。同トルクにより、(遊脚の)大腿部の振り運動と膝の屈曲が促進される。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

歩行支援機の多くは、電動モータなどの能動的装置によりトルクを発生させて、人の歩行をアシストする。また、アシストのタイミングを図るために、人の歩行データをセンサなどで採取・解析する装置も必要となる。このため、装置全体が大掛かりなもとなっており、コストは高価となり、安全面も問題となる。

一方、本研究では、受動歩行の原理を基礎とすることで、非常にシンプルな歩行支援機を開発した。動力を必要とせず、簡単な力学原理で遊脚振り運動をサポートする。本支援機の特徴は、(a) 低コスト、(b) 軽量、(c) 安全、(d) 持ち運び楽、(e) 服の中でも装着可、である。

知的財産・論文・学会発表など

学会発表：

- 池俣吉人, 中山世捷, 三國徹, 佐野明人, “最も簡単な歩行支援機の開発”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016, 2P1-07b5, 2016/6.
- 池俣吉人, 荒井祐亮, 時野谷聡, 大垣翼, 佐野明人, “最も簡単な歩行支援機の評価および解析”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017, 2P2-H06, 2017/5.

自動運転パーソナルビークルの研究



理工学部・機械／精密システム工学科 教授

井上 秀明 INOUE, Hideaki

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/machine_sys_inoue

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：自動運転、パーソナルビークル、高齢者、健康、電動車椅子

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を
SDGs 目標 11：住み続けられるまちづくりを

研究の概要

自動運転は、単にドライバーを運転操作から解放させるだけでなく、新たな交通手段としてのモビリティを生み出す。さらには、従来の交通手段をも組み合わせたさまざまな交通システムを生み出し、私たちに新たな生活を提供してくれようとしている。

一方、高齢社会の中で、足腰の弱りかかった高齢者が自動運転に頼り切ってしまうと急激な体力の衰えを招くおそれがある。

そのような状況を見据えて、高齢者を含めた地域内の生活者のために、便利であることと健康を維持向上させることを両立させる自動運転技術を開発している。

具体的には、一人乗りの小型ビークルを活用することによって、単なる自動移動ではなく、楽しくおしゃべりしながら散歩気分の移動ができたり、あるいは場合によっては足腰を鍛えることもできるような、体力や体調に応じて使い分け可能な自動運転パーソナルビークルを研究している。



自動運転機能を活用した健康増進研究



電動車椅子をベースとした自動運転パーソナルモビリティ

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

高齢者にとって「歩行」は、筋持久力と呼吸循環器系を強化し、更には脳への血流量の増加から認知症予防にも効果があると言われている等、高齢者が自立した生活をおくる能力を維持向上させるために必要な日常活動と言われている。また、旅行や買い物、あるいは散歩といった外出が高齢者にとっての喜びとなっているという調査結果もある。

一方で、地域における公共交通の課題解決のための自動運転は高齢者にとって移動の自由度は増すものの、「歩行」そのものの頻度が低下する懸念がある。

本研究の「高齢者の健康増進のための自動運転パーソナルビークル」は、高齢社会を乗り越える技術と考えている。

知的財産・論文・学会発表など

- ・「電動車椅子を用いた牽引による歩行負荷低減に関する基礎的実験と考察」2022年 自動車技術会春季学術講演会、20225195
- ・「自動運転の実用化に向けた取り組みと将来展望」安全工学 54(3)、163-168、2015
- ・「顕在リスクと潜在リスクに対するドライバの運行動評価指標の検討」(交通・物流部門一般セッション) 年次大会 2011(0)、_G180013-1-_G180013-6、2011
- ・「考えるクルマ」と交通社会の未来」Japan Robot Week 2014 さがみロボット産業特区フォーラム

自動車の実路試験による 環境負荷低減技術に関する研究



理工学部・機械/精密システム工学科 教授

加藤 彰

KATO, Akira

URL:http://www.teiky-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/machine_sys_kato

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：Global warming, Automobile, Engine, RDE

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 13：気候変動に具体的な対策を

研究の概要

<研究主題>

人類の移動の喜びを実現する自動車を主とするモビリティからは地球温暖化の原因の一つであるCO₂や有害排出ガスを伴います(WtWで考えるとEV車からもCO₂を排出します)。したがって、持続可能な社会を目指して、モビリティからのCO₂や有害排出ガス削減技術に関する研究を行います。

① Real Driving Emissions (実路排出ガス試験) に関する研究

⇒どのような走り方がCO₂と排出ガスを低減させるのか？

② 交通流シミュレーションを用いた実路燃費予測の研究

⇒交通流を最適化し車両の平均車速を上げるには？

③ モビリティの最適化に関する研究

⇒どのようなモビリティが地域にとってCO₂排出削減と生活レベル向上の両立を実現するのか？

④ 電気自動車 (EV) の電費向上技術の研究

⇒EVの課題である一充電あたりの走行距離を向上させるには？



完成車を用いた排出ガス計測

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

CO₂や有害排出ガスの排出は、その運転状況によって大きく変化します。実際の自動車を用いて宇都宮市内を中心とした実路を走行し、その自動車からのCO₂や有害排出ガスを計測します。この計測結果とアクセルペダル等の運転パラメータを解析することにより、エコドライブ運転を提案しドライバビリティとCO₂低減の両立をめざします。

知的財産・論文・学会発表など

Michael Melkior Kanugroho, et al. "Study of Actual Road Power Consumption Improvement Method for Electric Vehicle using Traffic Flow Simulation", JSAE Annual Congress Spring(2023)

ヴァイオリンの音色と振動音響解析



理工学部・機械/精密システム工学科 教授

黒沢 良夫 KUROSAWA, Yoshio

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/machine_sys_kurosawa

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：ヴァイオリン振動音響 FEM（有限要素法）

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

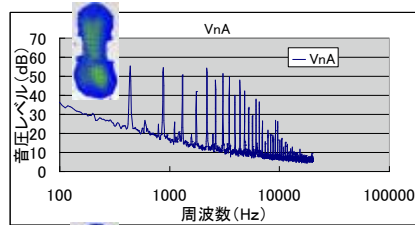
ヴァイオリン等の弦楽器は、職人の勘や過去の経験によって製作・調整されることが多い。弦楽器は従来多くの研究が行われているが、完成品の音響・音色の計測・分析などが多く、形状や材質と振動や音（音色）の関係まで踏み込んだ研究は少ない。そのため、構造（形状・材質）を変更したらどのような振動・音になるか、楽器のどの部分の板が音に影響しやすいのかを実験や有限要素法による計算を用いて研究を行っている。

将来的には、楽器の詳細形状を3D スキャナを用いて再現し、有限要素モデル化して振動や音を再現し、モデル上で音色の検討が行えるような技術を目指す。

VnA (ヴァイオリンA)



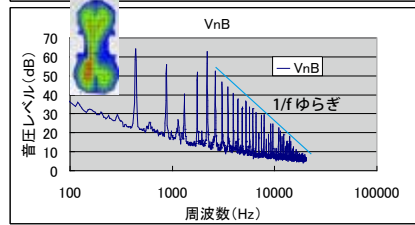
- ・2000年作成 ・重さ428g
- ・膨らみが小さく、板が薄い



VnB (ヴァイオリンB)



- ・1939年作成 ・重さ455g
- ・VnAと比べると膨らみが大きく、板が厚い



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

楽器の音の周波数特性を計測・分析することで、物理現象と人間の感覚（音色の感じ方）の関係や傾向を把握する。それにより、楽器だけでなく様々な騒音問題の快音化を可能にする。また、振動特性から音色を再現できるようになれば、様々な機械の騒音を予測・再現可能となる。本研究は、著者が自動車メーカー在籍時に培ったノウハウを活用している。

知的財産・論文・学会発表など

論文（査読あり）

- ・黒沢良夫, Vibration Analysis for the Violin with or without Bass-bar, International Conference on Technology and Social Science 2018 (ICTSS 2018)

学会発表

- ・黒沢良夫, 和真音, 音響楽器シンギング・リンの音響解析によりその有用性を探る, MSC Software 2018 Users Conference

アルミニウム合金の消失模型鋳造法



理工学部・機械/精密システム工学科 教授

頃安 貞利

KOROYASU, Sadatoshi

URL : www.teiky-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/hine_sys_koroyasu

理学・工学

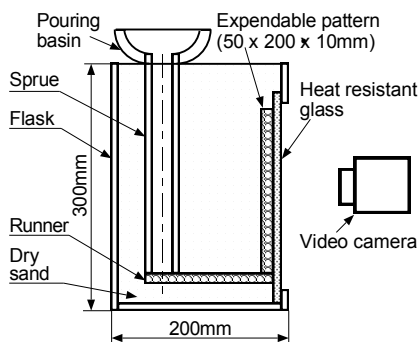
宇都宮キャンパス

キーワード：消失模型鋳造法、アルミニウム合金

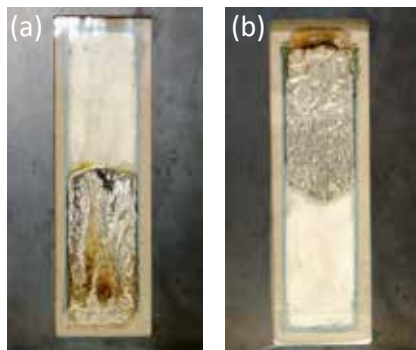
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

消失模型鋳造法は、発泡スチロール模型を乾燥砂中に埋没させ、そのまま溶融金属を注入し、模型の熱分解による空洞に溶融金属が流入して鋳物を得る方法である。この方法によって薄肉軽量のニアネットシェープな鋳物を得ることができる。本研究では、消失模型鋳造法における溶融金属の流れの機構に関して実験のおよび理論的に検討を行っている。以下は、残留樹脂欠陥の原因となる溶湯中への液状樹脂の巻き込みを見るための湯流れ直接観察実験を示す。



湯流れ直接観察のための実験装置



湯流れ直接観察結果, (a) 押し上げ, (b) 落とし込み

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

アルミニウム合金の消失模型鋳造法では、液状樹脂の溶湯中への巻き込みによる残留樹脂欠陥が大きな問題となっており、この欠陥によって鋳造品強度や気密性が低下する。本研究によって湯流れ機構が明らかになれば、樹脂欠陥の少ない鋳造品を得ることが可能となることが予想される。

従来、自動車用エンジンに対する消失模型鋳造法の適用は GM 以外ほとんどなかったが、その主な原因はこの樹脂欠陥である。本研究成果によって樹脂欠陥の少ない鋳造品を得ることが可能となれば、従来法の金型法と比べて、より軽量で高品位な自動車エンジンの製造も可能となると考えられる。

知的財産・論文・学会発表など

1. S. Koroyasu, Effect of Melt Velocity on Density of Aluminum Alloy Castings in Expendable Pattern Casting Process, Materials Transactions, Vol.63, pp.629-635, (2022)
2. S. Koroyasu, Effects of Reduced Pressure and Casting Design on Mold Filling in Expendable Pattern Casting Process of Thin Wall Aluminum Alloy Castings, Materials Transactions, Vol.62, pp.1569-1575, (2021)
3. S. Koroyasu, Effects of Reduced Pressure, Casting Design and Heat Transfer Resistance of Liquid Resin on Mold Filling in Expendable Pattern Casting Process of Aluminum Alloy, Materials Transactions, Vol.61, pp.528-533, (2020)

製鉄用高炉からの排出 CO₂ 低減を目指した 炉内挙動に関する研究



理工学部・機械/精密システム工学科 教授

篠竹 昭彦

SHINOTAKE, Akihiko

理学・工学

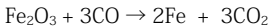
宇都宮キャンパス

キーワード：製鉄、高炉、燃焼、流動、伝熱、低炭素、カーボンニュートラル

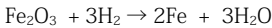
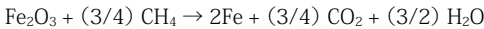
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

鉄は年間日本で約1億トン、世界で19億トン作られているが、多くは製鉄所の高炉で鉄鉱石（酸化鉄 Fe₂O₃）を還元して作られる。高炉では鉄を1トン作るとCO₂が1.6トン程度生成するため大量のCO₂が製鉄業から排出されている。高炉による製鉄のしくみを右図に示す。石炭やコークスを炉下部の羽口から吹き込んだ高温空気で部分燃焼させて高温のCOガスを作り、酸化鉄を還元するとともに熱を供給する。酸化鉄の還元反応を簡単に書くと次の化学反応式で表される。



石炭やコークス（炭素Cが主成分）の一部を天然ガス（メタンCH₄が主成分）や、水素H₂に代替すれば、CO₂を減らすことができる。



製鉄プロセスにおけるCO₂排出低減を目的として、以下の研究を実施している。

①羽口、レースウェイ現象の研究

羽口から天然ガスや水素を吹き込むと「レースウェイ」がどう変化するかを調べている。

②高温ガスからの伝熱による固体の昇温挙動の研究

炉の下部から流した高温ガスによる固体の昇温挙動を調べる。高炉だけでなく水素還元製鉄プロセスにも応用することを目指している。



図 高炉による製鉄のしくみ



写真 高炉を模擬した模型実験

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

鉄鋼生産量を世界的規模でみれば、東南アジアやインドなどでは当分の間増加し、現在の年間19億トンからさらに増加すると予想される。高炉以外に鉄を安価に大量生産できるプロセスはなく、当面大部分の生産は高炉に拠らざるを得ない。高炉からの排出CO₂を削減するには、炭素系の還元材から水素系の還元材にできるだけで多く代替しつつ安定に生産できる技術の開発が必要である。長期的には、高炉に拠らない水素還元炉などの開発が必要である。

そのための炉内挙動に関する基礎的知見を実際の産業分野に提供することを目指している。

知的財産・論文・学会発表など

研究①に関する学会発表（日本鉄鋼協会）

篠竹昭彦： CAMP-ISIJ Vol.30(2017)-178, CAMP-ISIJ Vol.30(2017)-644, CAMP-ISIJ Vol.31(2018)-656

研究②に関連する学会発表（日本機械学会）

塩生泰斗、篠竹昭彦、折本隆： 日本機械学会関東支部 第27期総会・講演会 講演論文集 (2021) 11D14

ブラシ付き電動機／発電機の信頼性向上に関する研究



理工学部・機械／精密システム工学科 助教

福田 直紀

FUKUDA, Naoki

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/machine_sys_fukuda_naoki

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：ブラシ、発電機、電動機

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

発電機に用いられるブラシ／スリップリング

静止しているものから動いている（回転している）ものに、擦れながら電気を供給する機構を電気摺動接触機構といいます。

電気鉄道のパンタグラフとトロリ線は、その代表例です。この機構は電動機や発電機において、ブラシ／スリップリング（整流子）として用いられ、電動機の回転や発電機の発電を成すための重要な部分です。

すなわち、ブラシの通電性および耐摩耗性の向上は、電動機や発電機の高信頼性に繋がります。



ブラシ摩耗試験機

そこで、ブラシの摺動通電現象を解明するため、摺動試験装置を用いた試験および解析を行っています。

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

ブラシは常に接触し、回転によって摩耗し続けます。近年、ブラシを持たない「ブラシレスモータ」が普及しつつあるものの、製造コスト面などから、従来型のモータでなければならない部品や装置が数多くあります。例えば自動車の場合、全モータをブラシレスに置き換えると、製造価格が10倍近く跳ね上がります。また、発電所で使うような大型発電機はブラシレスでは代替できません。そのため現在でも、ブラシの耐久性を高める研究は重要です。

知的財産・論文・学会発表など

福田 直紀、澤 孝一郎、上野 貴博 “鋼スリップリングと銀黒鉛質ブラシの摺動通電におけるブラシ銀含有率変化がもたらす通電メカニズムの相違”2021年141巻1号 p. 7-17

SiC 繊維強化 TiAl 複合材料の開発



理工学部・航空宇宙工学科 特任教授

橋本 敬三 HASHIMOTO, Keizo

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.cb6f3a1d579aef64.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

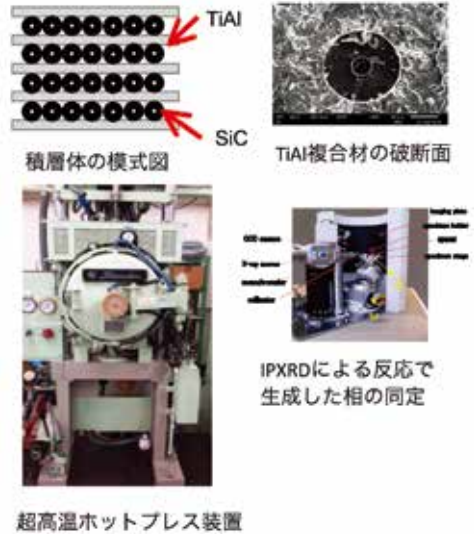
キーワード：高温材料、SiC 繊維、TiAl 金属間化合物

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

チタンアルミ金属間化合物 (TiAl) は 30 年近くの研究を経てジェットエンジンに適用される材料となった。当研究室では超塑性変形能をもつチタンアルミナイド金属間化合物から TiAl 薄板を加工する技術を開発した。TiAl 箔材の上に SiC (炭化ケイ素) 繊維を配置し、積層したプレプリグを作製し、ホットプレス法によって複合材料を作製した。作製した複合材の強度特性は曲げ試験によって評価を行っている。さらに、複合材料製造時に 1200℃ 以上の高温プロセスが必要のため、SiC 繊維と TiAl 母相間で界面反応層が形成される。反応層はイメージングプレート X 線回折装置 (IPXRD) と元素分析可能な走査型電子顕微鏡 (EDS-SEM) を用いて、複雑な反応層の形成メカニズムを特定した。

今後、界面反応を抑制するコーティングを SiC 繊維表面に行い、TiAl との複合化を行う。高温環境で高い強度を保持する金属間化合物基複合材料の開発を目指す。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

軽量耐熱材料は、材料開発にとって永遠の研究課題である。一般にエンジンは高温にすることによってその熱効率が増える。従って、比強度・比剛性の高い耐熱材料が開発できれば、運輸部門、エネルギー部門に多大な貢献ができる。従来の Ni 基超合金等の金属材料は、高温における材料特性が限界に達しているのが現状である。今後は、金属材料あるいは金属間化合物とセラミックス繊維を複合化した複合材料によって、その突破口が開けると期待されている。

知的財産・論文・学会発表など

「SiC 繊維強化 TiAl 複合材料の製造方法」伊牟田守, 中谷浩, 島田幸雄, 水原洋治, 橋本敬三 日本特許 2784161(1998)

'Mechanical Properties of Interface Layers in SiC/TiAl Composite' Keizo Hashimoto and Jiang Jin, Materials Science Forum, Vol.1016 pp.151-155 (2021)

'Fabrication Conditions of SiC Fiber Reinforced TiAl Intermetallics by Hot Press' Keizo Hashimoto, Takahiro Ando, Hiroataka Kato and Rikako Kono Proceedings of PRICM9, pp.239-242 (2016)

コンピュータビジョンと自然言語処理の研究



理工学部・情報電子工学科 教授

荒井 正之 ARAI, Masayuki

URL : <http://www.ics.teikyo-u.ac.jp/~arai>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：物体認識、自然言語処理、ディープラーニング、機械学習

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

コンピュータビジョンの概要

本研究室では、画像から物体を検出したり認識する研究を行っている。歩行者などの特定物体の認識（特定物体認識）に留まらず、さまざまな物体の認識（一般物体認識）にも取り組んでいる。その他には、顔認識のなりすましの防止などにも取り組んでいる。

現在のコンピュータビジョンの研究の多くは、Deep Learning を用いた手法である。本研究室も例外ではなく、研究の多くは Deep Learning を使った手法である。一般に小さな物体の認識は、未だに認識率が低いことから、小さな物体の認識に有効な Deep Learning の新しいモデルの開発なども行っている。



特定物体（歩行者）認識の例



一般物体認識(セグメンテーション)の例

自然言語処理の概要

自然言語処理とは、人間が日常的に使っている自然言語をコンピュータで処理をさせる技術である。本研究室では、利用規約から重要文の抽出、自然言語処理を用いた Real-Time Bidding（広告費を抑えて、広告効果を最大にする技術）に関する研究などを行っている。主に Neural Network を使った手法を提案している。

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

一般物体認識は、自動運転、ロボットの目などに欠かすことのできない技術である。しかしながら、小さな物体や一部が陰になっている物体の認識率は未だに低く、実システムへの適用は限られている。本研究室では、特に小さな物体の認識に特化した研究を進めている。

自然言語処理は、SNS 等にアップされた多くのテキストデータの活用や Web 系アプリケーションには欠かせない技術である。多くのアプリケーションに応用することができる。

知的財産・論文・学会発表など

- Nguyen Minh Son, Tran Duy Linh, Duc Le and Masayuki Arai: Self-Attention Generative Distribution Adversarial Network for Few- and Zero-Shot Face Anti-Spoofing, IJCB2022
- Nguyen Minh Son, Tran Duy Linh and Masayuki Arai: Attended-Auxiliary Supervision Representation for Face Anti-spoofing, 15th Asian Conference on Computer Vision (ACCV2020)
- Tran Duy Linh, Nguyen Minh Son and Masayuki Arai: GAN-based Noise Model for Denoising Real Images, 15th Asian Conference on Computer Vision (ACCV2020)
- Tran Duy Linh and Masayuki Arai: "Two-stage Deep Neural Network for General Object Detection," Journal of Information Processing, Vol. 27, No. 3, pp. 268-277 (2019.3) DOI <http://dx.doi.org/10.2197/ipsjip.27.268>
- Qiang Wu, Kouichi Hamada and Masayuki Arai: SCN-SAM: A Modified Self-Cure Network for Facial Expression Recognition under Face Masks, The 25th IEEE International Conference on Advanced Communications Technology (2023.2).

異常検出のための マハラノビス距離モデルの改良



理工学部・情報電子工学科 准教授

小林 靖之 KOBAYASHI, Yasuyuki

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.f8c1afded77c9900.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：多変量解析、機械学習、異常検出、プロセス監視

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

各種の工場設備（化学プラント、火力発電所など）や航空機などは複雑な構造をもち、これらの動作状態は数多くのパラメータ群で表される。これらのパラメータ間には複雑な相関があり、動作状態の把握には同時に複数のパラメータ群を監視する必要があるため、動作状態の監視には熟練技術者が必要とされてきた。そこで、正常状態からの偏移をたった1個の数値で定量化可能なマハラノビス距離（Mahalanobis Distance, MD）が注目されている。（品質工学の Mahalanobis-Taguchi 法（MT法）、三上尚高「遠隔監視システムを用いたガスタービンプラントの異常診断」日科技連第40回信頼性・安全性シンポジウム予稿集 pp. 323-328（2010年））

MDは多変量正規分布に由来する異常度であり、正常状態のパラメータ群の学習データから計算した平均値と標本共分散行列 S により定義される。未知状態のパラメータ群の示す MD が大きいほど、未知状態と正常状態間の偏差が大きいと統計的検定により判断できる。

ディープラーニング等のニューラルネットワーク（NN）、サポートベクトルマシンといった異常検出モデルは複雑なために過学習現象を起こすため、学習データの含むノイズに影響された不正確な異常度となりやすい。これに対して MD の定義は簡便なために過学習現象を起こしにくい特徴がある。しかし、学習データが部分空間に集中する場合は、MD の計算不安定化が知られている。対策として正則化 $S (=S + \lambda I)$ などが知られるが、これらは数値実験で最適化されるため汎用性がない。そこで、研究者は数値実験を用いずに最適化すべき係数を求める手法を検討した。MD 不安定化時の S の条件数 $= I_{max} / I_{min}$ が計算機の変数や未知状態の有効精度に影響されることを示した [1]。これより MD が安定化する正則化 S の条件数となるように λ を定めればよい。また NN 等の過学習現象に類似した MD 分布の変化を指摘し [2]、少ない学習標本数の MD から十分な学習標本数の MD 法の推定法を提案した [3]。今後は、学習データが部分空間に集中する場合の MD の研究を進める予定である。

MDの安定条件の例

$$\sqrt{\frac{I_{min}}{I_{max}}} \gg \varepsilon_F \quad (\text{数値計算で用いる浮動小数点型実数変数の精度})$$

$$\sqrt{\frac{I_{min}}{I_{max}}} \gg \varepsilon = \frac{\|\Delta y\|}{\|y\|} \quad (\text{MDIに与えるベクトル}y\text{の精度})$$

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

ニューラルネットワークはブラックボックスと見なされる複雑な挙動を示すためにその挙動の解析は不可能だが、マハラノビス距離は簡便な数式で表現されて容易に挙動を理解できる点で、マハラノビス距離は産業界、特に保全技術者でのニーズが高い。学習データが部分空間に集中する場合のマハラノビス距離の不安定性を解消できれば、学習データを少数個クラスに分割した上で複数個のマハラノビス距離で表現するモデルにより、多変量正規分布では表せない対象でも扱えるようになる。

知的財産・論文・学会発表など

- [1] Yasuyuki Kobayashi, "Effects of Numerical Errors on Sample Mahalanobis Distances," IEICE Transactions on Information and Systems, Vol. E99-D, No. 5, pp. 1337-1344 (2016).
- [2] 小林靖之, 「学習サンプル特有の標本マハラノビス距離に関する確率分布の偏り」電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J98-D, No. 4, pp. 548-559 (2015).
- [3] Yasuyuki Kobayashi, "New precise model of studentized principal components," Communications in Statistics - Theory and Methods (2022), DOI: 10.1080/03610926.2022.2084110

太陽電池パネルの非接触観察技術の開発



理工学部・情報電子工学科 准教授

小林 靖之 KOBAYASHI, Yasuyuki

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.f8c1afded77c9900.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

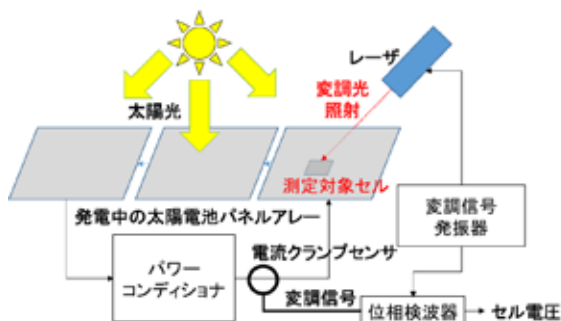
キーワード：プローブ変調光、クランプセンサ、セル電圧の推定

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 13：気候変動に具体的な対策を

研究の概要

太陽光発電システムの発電性能を維持するため、太陽電池パネルの発電を維持しつつ容易にパネルの異常を診断できる異常観察技術が求められている。よく知られた発電中パネルの異常観察技術として、発電中パネル上の異常発熱部位（ホットスポット）を発見するため、赤外線サーモグラフィカメラにより発電中パネルの表面温度分布を観察する技術が幅広く実施されている。しかし、発電中パネル上のホットスポットの存在はパネルの異常現象の1つに過ぎず、発電中パネルの異常観察技術の多様性が求められている。そこで、発電中パネル内の該当セル1枚のみにプローブ変調光を遠方から照射しながら、パネルからの出力電流をクランプセンサにより非接触測定すると、出力電流に含まれる変調光由来信号の大きさが該当セルの動作電圧に依存することを利用することで、発電中パネルに密封された個々のセル電圧を非接触で推定する技術を開発した [1-3]。また、セル電圧以外の推定技術も研究中である。

現在、赤外線サーモグラフィカメラを搭載したドローンに加えて、ドローンからプローブ変調光を検査対象のパネルに照射しつつ、パネルの出力先にあるパワーコンディショナ入力へ接続した電流クランプセンサによりパネルを構成する各セルの動作電圧を集計してパネルの健全性を評価する技術を構想している。サーモグラフィカメラによる観察と本技術の融合により、不良パネルの検出能力向上が期待される。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

これまで世界中で建設された大規模太陽光発電システムは非常に多い。例えば、2021年の日本の累計導入量78.2GWに対し、同年の世界全体の累計導入量が940GWを超える。(IEA PVPS Snapshot of Global PV Markets 2022, 9頁) このため稼働システム内に発電に適さないパネルの大量発生が見込まれ、大規模太陽光発電システムの維持管理に必要な、異常検出サービスの需要が世界的に高まると予想される。サーモグラフィカメラ以外の既存の検査技術では、太陽光発電システムの発電を停止させたり、対象パネルをシステムから取り外さねば検査を実施できない。しかし発電を停止すれば本来得られるはず電力販売利益が損なわれるため、本技術のように発電を停止させないパネル検査技術の需要は国内外を問わず非常に高いと想像される。

知的財産・論文・学会発表など

- [1] 特許第 6712816 号：太陽電池モジュールの異常判定システムおよび方法, PCT 国際公開 WO/2020/122105
- [2] 小林靖之, 菊元大地, 「変調光と位相検波器を用いたモジュール内セル電圧の非接触推定」電気学会論文誌 B(電力・エネルギー部門誌) vol.138, no.1, pp.45-52 (2018)
- [3] 小林靖之, 金須純祐 「変調光によるモジュール内セル電圧の非接触推定におけるセル電圧検量線の提案」電気学会論文誌 B(電力・エネルギー部門誌) vol.140, no.1, pp.14-24 (2020)

量子コンピュータの理論的構築



理工学部・情報電子工学科 教授

棚本 哲史 TANAMOTO, Tetsufumi

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/human_info_sys_tanamoto

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：量子アニーリング、量子コンピュータ

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

量子技術が少しずつ社会に進出し始めている。特に、超伝導量子アニーリング機械は、近年大きく進歩しており、商業面でも広く使用されている。一方、半導体ナノ構造に基づく量子アニーリング機械 (QAM) はまだ初期研究段階にある。これは量子ビット間の相互作用を制御することが困難なためである。我々は、半導体微細化技術をシームレスに量子技術につなげる研究を行っている。

半導体ベースの量子アニーリング機械については、汎用メモリである浮遊ゲート (FG) を量子ビットとして使えることを理論的に示してきた。高密度メモリである NAND フラッシュメモリは、SSD や USB メモリとしてパソコンやスマートフォンからデータセンターのデータストレージデバイスに至るまでのあらゆるストレージアプリケーションで利用されているが、高密度 NAND フラッシュメモリは、微細化に伴い、小さな FG セルに由来するいくつかの問題を有している。一つはセルが小さくなりすぎたため各 FG に蓄積される電子の数が数えることができるほど減少してしまったことが挙げられる。次に、高密度に集積化されているため、セル間の干渉が年々大きくなってきていることも問題視されている。我々はこれらの課題はそのまま量子アニーリング機械に使えることを示したのである。具体的には NAND フラッシュのアレイが量子アニーラーのシステムを記述するのに必要なイジングハミルトニアンを構成していること示した。電子数の減少から、FG で量子ビットに必要な単一電子効果を利用でき、セル間干渉がイジング相互作用につながっていることを示した。つまり、商用のチップの制御回路を工夫すれば、新しい微細加工プロセスを最小限にして、量子アニーリング機械を構成できることを示した。そして、数値計算の結果、セルのサイズが 10nm のシステムでは、動作温度が液体窒素温度とほぼ同じであると予想した。現在は、引き続き量子コンピュータ設計を中心に行っている。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

半導体の微細化が進むにつれて、製造コストが急激に増加し、国内では、半導体チップを製造できるプレーヤは極めて限られてきた。この一方、半導体デバイスのシミュレーション環境は整備され、市販のシミュレータで、最先端デバイスのシミュレーションが可能となった。我々は、半導体の設計に物性理論を直接適用することにより、最先端量子ビットの提案を続けている。

知的財産・論文・学会発表など

- (1) T. Tanamoto, T. Aono, Phys. Rev. B 106, 125401 (2022).
- (2) T. Tanamoto, K. Ono, AIP Advances 11, 045004 (2021).
- (3) T. Tanamoto, J. Appl. Phys. Vol. 129, 014307 (2021).
- (4) T. Tanamoto et al., J. Appl. Phys. 124, 154301 (2018).

FDS による火災・安全の数値シミュレーション



理工学部・情報電子工学科 講師

錦 慎之助 NISHIKI, Shinnosuke

URL : <http://www.ics.teikyo-u.ac.jp/~nishiki/>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：火災・安全、数値シミュレーション、FDS

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 11：住み続けられるまちづくりを

研究の概要

安全・安心社会実現のために、FDS (Fire Dynamics Simulator*) を用いた数値シミュレーションにより、以下のような火災・安全に関する研究を行っている。 [*https://pages.nist.gov/fds-smv/](https://pages.nist.gov/fds-smv/)

なお、FDS とは米国商務省国立標準技術研究所 (NIST) 等が開発している高精度の火災シミュレーションソフトで、オープンソースで、誰でも無料で利用可能である。

火災と避難のシミュレーション

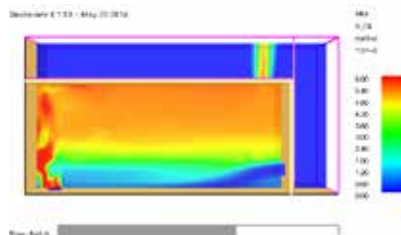
火災と避難を連携したシミュレーションを行い、安全対策等を検討することが可能である。煙による視界不良や、一酸化炭素などの有毒ガスの吸込量も検討が可能である。



危険ガスの漏洩拡散シミュレーション

水素を燃料とする燃料電池自動車で燃料漏れによる水素爆発を防ぐには、水素を大気中へ素早く放出することが必要で、ガレージのモデル実験を精度良く再現することができた。

都市ガスやプロパンガス、一酸化炭素発生時のガスの流動解析も可能である。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

数値シミュレーションによる火災・安全の研究を行っている。研究対象として、トンネル火災、建物火災などがあり、避難のシミュレーションも同時に可能である。また、水素などの漏洩ガスの拡散挙動のシミュレーションも対象である。これらの課題は実社会において、安全対策を検討したり、事故の原因究明などに役にたつ。これまでも数多くの再現シミュレーションを行ってきた。

数値シミュレーションのメリットとして、リアルな実験に比べて、安全に、また、低コストで実施することが可能であり、詳細なデータを収集することが可能なことである。本研究分野において、安全安心な社会の実現に貢献することができ、産業界のみならず行政機関、研究機関との連携が可能である。

知的財産・論文・学会発表など

- 火災シミュレーターFDSの新規利用者向け導入ガイド, 日本火災学会誌 火災 66(3) 19 - 24, 2016
- FDS による火災・安全シミュレーション, 日本機械学会熱工学部門ニュースレター (71) 15 - 19, 2013
- FDS によるトンネル内の水素漏洩拡散挙動と換気のシミュレーション, クリーンテクノロジー 27(6) 17 - 20, 2017
- FDS Based Water Spray Simulation for Evacuation in a Road Tunnel Fire, 第二回国際道路トンネル換気・防災システム, 2018
- 水素漏洩拡散シミュレーション解析手法の紹介と解析精度の現状 ~ FDS による解析~, 水素燃焼・安全評価検討/シミュレーション研究分科会 (福岡水素戦略会議), 2012 年 など

緊急地震速報に連動した減災システム



理工学部・情報電子工学科 特任教授

蓮田 裕一 HASUDA, Yuichi

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.cf7682d194688307.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：緊急地震速報、減災、LPG タンク、店舗商品の保護

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

近年、日本は大規模な地震の被害を受けており、東日本大震災では液化石油ガス（LPG）タンクが倒壊後、漏洩・拡散したLPGに着火・爆発した。事故が起きたLPGタンクは、検査のために満水状態であり、通常の2倍の負荷が支柱にかかっていたことが倒壊の原因である。再発対策として、ガスタンク支柱の補強が進められている。しかし、国内の膨大な数のLPGタンクを補強・完備するには多くの時間を要する。

本研究では新たな解決策として、開放検査中に地震が起きた時に、水を素早く排出し、タンクの倒壊及びガスの漏洩などを未然に防ぐシステムを提案している。緊急地震速報を電子素子EEWEWS-2Bで受信すると共に、LPGタンクの排水バルブを自動開閉するシステムを開発している。



コンビニなどの商品保護システム



緊急地震速報に連動したLPGタンクのバルブ開閉システム

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

気象庁から配信される緊急地震速報をEEWEWS-2Bを用いて受信し、直ちに電磁弁バルブを開閉することを可能にしている。

EEWEWS-2Bを用いた緊急地震速報の受信の応用として、地震発生時に歯科治療中のハンドピース先端のドリル回転を止め、ドリルで患者の口内を傷つける事故を減らすシステムも実現している。

緊急地震速報を受信し、マイコンを介して本振動が到達する30から40秒前に大きな揺れに備えることは極めて有用であり、新幹線の自動停止や化学プラントでの操業停止、津波早期警報などにも実用化が急がれている。コンビニやスーパーマーケットの商品保護システムも開発する。

知的財産・論文・学会発表など

国際会議発表（最近の研究成果）

1. Yuki ARAI, Chihiro TAYAMA, Yuki TAKAGI, and Yuichi HASUDA, A Braking System of Instruments for Dental Treatments in Case of Earthquake: International Conference on Engineering, Technology, and Applied Science 2018,21-28,2018.
2. Syota ENDO, Chihiro TAYAMA, Yuki ARAI, and Yuichi HASUDA, Emergency Drainage System of LPG Tank Linked with Earthquake Early Warning, International Conference on Education, Economics, Psychology and Social Studies (ICEEPS2019), pp.201-208,2019
3. Syota ENDO, Keisuke HAMAZAKI, Keigo OZAKI, Mari MATSUBARA and Yuichi HASUDA, The system to prevent falling products in stores linked with earthquake early warning, The International Conference on Technology Education (ICTE2021).

ロボットによる心嚢穿刺手技における 針のたわみ抑制を狙った制御方策の確立



理工学部・情報電子工学科 助教

福嶋 勇太 FUKUSHIMA, Yuta

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.261dea51455f2135.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：人間機械強調、ロボット、医用工学、制御

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を

研究の概要

経皮的な針の穿刺は、多くの臨床診断および治療手順に関与している重要な手技である一方で、暗黙知が必要とされる手技でもあるため、習熟までに時間を要する。その中でも心臓とそれを包む心膜の間に貯留した液体の排出に適用される心嚢穿刺（図1）は、直ちに針を心膜に刺して貯留液を排出しなければ、命に関わる重要な手技である。しかし迅速な対応が必要とされるため、CT等の画像診断装置を用いることが出来ず、超音波診断画像を用いて穿刺が行われるものの、5.9%の確率で臓器損傷等のインシデントが生じる。この要因には以下の3つが挙げられる。

1. 精神的な負担による焦り
2. 針先の位置を手指に伝わる力学的および解剖学的情報から推定することが困難
3. 超音波診断画像の読解に専門的知識が必要
4. 呼吸動や組織が針に及ぼす力に起因して針のたわみ（図2）が生じる

そこで本研究では、心嚢穿刺の一連の手技を自動化し、迅速且つ安全に穿刺ができる穿刺ロボットの開発を最終目標として、上記4つの課題の解決を試みる。現在は（4）の課題に対して、熟達した術者はどのように針のたわみを検知し、針先の軌道を修正しているのかを明らかにするとともに、その知見を基に、機械学習を用いて針の根本に加わる力から針のたわみを推定し、生じた針のたわみを抑制する制御手法の研究を行っている。

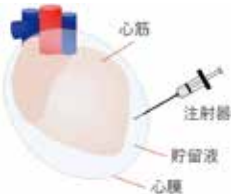


図1 心嚢穿刺



図2 針のたわみ

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

本研究は力学モデルだけでは対応が難しい課題に対し機械学習を用いることで、先行研究で生じていた組織の動きや応力変化等による針のたわみへの影響を低減し、針のたわみを抑制するための新しいアプローチ方法に独自性を有する。本研究は、力覚センサが設置できれば様々な医療用ロボットへの応用が可能であり、針のたわみだけではなく、内視鏡手術に用いられる手術用ロボットの長い術具のたわみ予測や、術中に視野の確保に必要ではあるが、力のコントロールが難しい臓器の圧排をロボットに代用させる際にも応用が可能である。また本研究では、術者が穿刺手技を熟達するために必要な要素を明らかにすることから、ロボットによる医療手技の自動化だけではなく、効率的な技術教育方法の提案も可能となる。

知的財産・論文・学会発表など

1. 福嶋勇太, 「心嚢穿刺手技における針のたわみ抑制を狙った制御方策の一提案」, 第10回看護理工学会 学術集会, P2-16, 2022.
2. Yuta Fukushima, Ryo Akita, Kiyoshi Naemura, Hiroyuki Tsukihara, "Development of a New Pericardiocentesis Assist Device: Design Proposal and Evaluation of the Pericardium Grasping Mechanism", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.28, No.4, pp.591-599, 2016.
3. Y. Fukushima and K. Naemura, "Estimation of the friction force during the needle insertion using the disturbance observer and the recursive least square", ROBOMECH Journal 1, ArticleNumber.14, 2014, DOI: 10.1186/s40648-014-0014-7.

透明な無機系抗菌コートにおける 抗菌作用の向上



理工学部・情報電子工学科 准教授

室 幸市

MURO, Koichi

理学・工学

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/human_info_sys_muro

宇都宮キャンパス

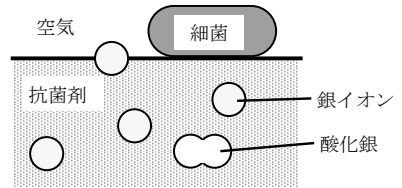
キーワード：抗菌、銀イオン、光学コート、無機材、スパッタリング

研究の概要

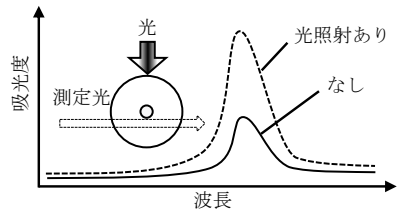
透明な抗菌コートは、タッチパネルディスプレイや眼鏡等に使用されている。抗菌材として知られる銀イオンをスプレー塗布する形式がある。耐擦傷性や耐久性の課題に加え、ナノサイズ金属粒子による健康被害も懸念されるようになった。これに対し、銀イオンを包括した無機系抗菌剤の蒸着コート材が開発されてきた。蒸着工程の為、酸化銀への変質が調査されている。そこで、スパッタリング法による無機系抗菌コートを提案する。

また、銀を含む金属微粒子は、表面の自由電子と光の電場振動と共鳴して集団振動する表面プラズモン共鳴が起こる。表面プラズモン共鳴による作用によって、抗菌以上の効果つまり除菌や殺菌への効果を図る計画である。

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう



銀イオンを含んだ抗菌コートの断面模式図



表面プラズモン共鳴による吸光度変化の模式図

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

COVID-19 に代表されるように細菌等の増殖は重大な問題となることを経験しているように、抗菌等の対策が重要であることが認識された。透明且つ耐擦傷性の高い、無機系抗菌剤が近年開発された。スプレー剤と違い半永久的に使用出来、光触媒のような光を必須としない。この無機系抗菌剤を、現在利用されている蒸着手法よりも効果的な抗菌作用及び高い耐擦傷性が期待出来るスパッタリング成膜手法で実現する。また、表面プラズモン共鳴を用いた光学作用に着目し、更なる抗菌作用の実現に挑戦する。

人間の作業を必要としない高い抗菌作用を半永久的に使用可能となり、衛生公衆面から貢献度が高い技術研究と成り得る。

知的財産・論文・学会発表など

1. 室幸市, 「SiO 層による Ge/Na3AlF6 から成る遠赤外線フィルターの剥離防止」表面技術協会, 表面技術, vol.71, No.10, pp.596-600, 2020.
2. K. Muro, "Peeling prevention by SiO layer for far-infrared filter of Ge/Na3AlF6", OSA, OIC, Optical Interference coatings, MC12, 2019.
3. 共著、室幸市 他, 「光学薄膜の最適設計・成膜技術と膜厚・膜質・光学特性の制御」株式会社技術情報協会, 発刊 2013.
4. 室幸市, 「スパッタリング法による表面コーティング法及び最新スパッタ装置の動作」(一財) 地域産学官連携ものづくり研究機構, 学理に基づく材料表面加工技術の高度技術者養成講座, 2012.

【特許】 室幸市、石井清、荘司弘樹, 「反射防止膜及びその形成方法」出願番号 2012-044883.

光源搭載ファイバ式小型分光器の開発



理工学部・情報電子工学科 准教授

室 幸市

MURO, Koichi

理学・工学

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/human_info_sys_muro

宇都宮キャンパス

キーワード：小型分光器、光ファイバー、光源搭載、ビッグデータ

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

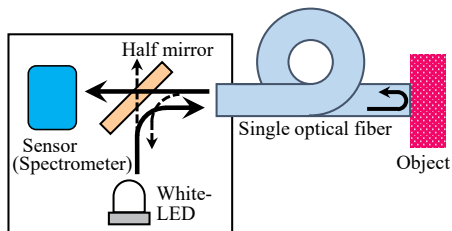
研究の概要

分光器は一般的に大型であるが、近年に超小型分光器が登場した。この超小型分光器はモバイル機器への搭載が可能となり、フィールドでの計測が容易になる。しかし、多くの場合光源(自然光または人工照明)を別途必要とするものが多い。そこで、光源を搭載した単一光ファイバ式の小型分光器を提案した。

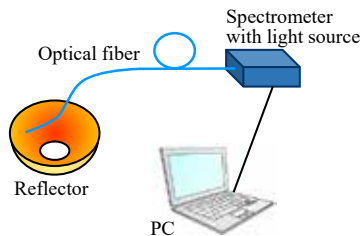
【仕組み】光源の白色 LED から射出した光は、ハーフミラーによって光ファイバーに入射される。光ファイバーを測定物に接触させて、反射光を同じ光ファイバーに入射させる。反射光は、ハーフミラーを介してセンサーにて分光される。

【計測例】凹面リフレクターは、ビーム照射式の箱型分光器では計測出来ない。光ファイバ式分光器である為、所望箇所での反射率を計測することが出来る。また、対象物に直接接触させる為、周囲を遮光する必要がなく、測定が容易となる。

【応用】光ファイバを計測箇所で使用する為、液中や磁界の対象物を計測する事が可能である。使用する波長を近赤外線とすることで、成分分析への応用も可能となる。



光源搭載ファイバ式小型分光器の概略図



測定例：凹面リフレクターの反射率の計測系

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

世界最小の超小型分光器は国内で作られており、光源となる白色 LED や光ファイバの普及は皆が知るところである。国内で部品調達が可能で、加工と制御が比較的容易である為、実学として開発に取り組み易い。

単一の光ファイバにて照射と受光を受け持つ為、狭小エリアや外光のあるフィールドでも計測が可能となる。加え、安価に製造出来る可能性があり、マルチエリアへの適用ができ、ビッグデータ収集へ繋げることが出来る。

知的財産・論文・学会発表など

1. 室幸市, "単一の光ファイバをプローブとする小型分光器を用いた蛍光計測", 日本光学会年次学術講演会, P32, 2022.
2. K. Muro and Y. Hattori, "Fluorescence measurement using an optical fiber type small spectrometer", ODF'22, 13th International Conference on Optics-photonics Design & Fabrication, P-OTh-18, 2022.
3. 室幸市, "単一光ファイバ式分光器を用いた溶液の直接透過率測定", 応用物理学会, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会, 15a-PA2-12, 3月, 2020.

デジタルコンテンツの著作権保護



理工学部・情報電子工学科 准教授

盛 拓生

MORI, Takuo

URL : https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200901034904882038

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：情報セキュリティ、情報理論

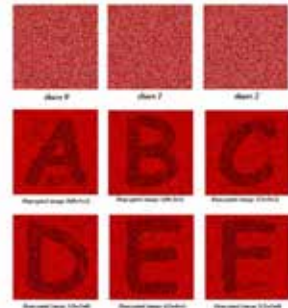
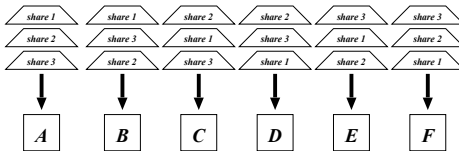
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

デジタルコンテンツの著作権管理について

近年、社会の情報化を受けて、ネットワーク上に画像、プログラム、暗号資産といったさまざまなデジタルデータが存在しています。情報セキュリティはこれらの保護、管理、運用、活用を目的とする技術となります。

本研究室では、これらデジタルコンテンツの著作権の保護、著作権管理に関する研究を進めています。下記は、画像で表される情報をシェアと呼ばれるランダムドットで構成される画像として分散管理し、シェアの積み重ね順を鍵として、全てのシェアの積み重ね順の置換に対して、異なる情報を復号可能な秘密分散法の例を示しています。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

秘密分散法は、デジタル情報を分散管理する技術であり、かつ、オリジナルデータが損害を受けた場合に、閾値以上のシェアが残っていればそこからオリジナルデータを復元可能なバックアップデータとして捉えることも可能です。我々が提案している積み重ね順を鍵とする視覚復号型秘密分散法は、全てのシェアの積み重ね順の置換に対応して、異なる画像が復号可能で、視覚復号型であることから、シェアを透明なスライド等に印刷すれば、復号に際して計算機等を必要とせず人が見るだけで復号可能という特徴を持ちます。

知的財産・論文・学会発表など

- K. Arii, T. Mori, K. Sakai and H. Imai, "Stacking-order-key Visual Cryptography," Proc. of SCIS 2000, B-46, Jan., 2000.
- T. Mori, K. Arii, K. Sakai and H. Imai, "Permutationally Decodable Stacking-order-key Visual Cryptography," Proc. of International Symposium on Information Theory and Its Applications, 2000 (ISITA 2000), pp. 677-680, Honolulu, Hawaii, U. S. A. Nov., 2000.

ニューラルネットのダイナミクスに基づく 表面筋電位信号からの手の行動推定



理工学部・情報電子工学科 講師

山根 健

YAMANE, Ken

理学・工学

URL : https://www.teikyo-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/human_info_sys_yamane

宇都宮キャンパス

キーワード：分散表現、神経力学系、軌道アトラクタ、人支援

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

目的：

- 実際の腕の運動に先立つ表面筋電位信号(EMG)から複雑な行動を推定
- 大目標：人の意図を先読みして腕の運動機能をロボット技術でサポート

Kawataら, 2010

方法：

- まず、「握る」、「開く」など単純な動作を**選択的不感ニューラルネット(SDNN)**を用いて識別
- 次に、動作系列から**軌道アトラクタモデル**を用いて全体の行動を推定



森田ら, 2002

図1 8チャンネル湿式筋電計を用いた表面筋電位信号取得

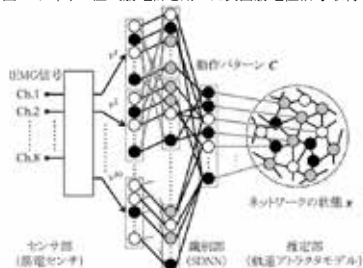


図2 ニューラルネットを用いた行動推定システム

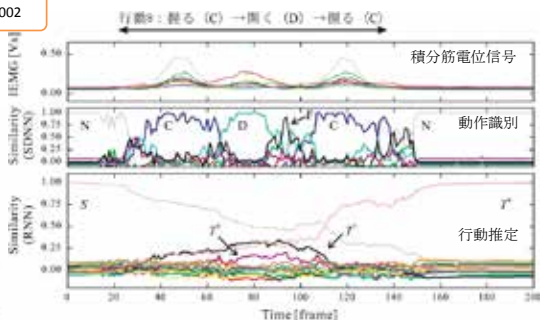


図3 動作系列から行動を推定する過程(運動情報を分節化したり切り分けたりしてシンボル化することなく、多数の素子の活動パターンとして分散的に表現し、時系列情報をリカレントニューラルネットの一種である軌道アトラクタモデルのダイナミクスに基づいて処理)

◇ 狙い少ない学習でも高機能で高精度 → 使い勝手がよい!

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

脳型情報処理系+ロボティクスで、卓上型ロボットアームなど人を支援するシステムの開発へ！

図4 デモシステム

- 左：卓上型多自由度ロボットアーム、山根、2013
- 中央：ロボットハンド、卒研生・酒寄さん、2015
- 右：意図伝達型ショベルカー、卒研生・君嶋さん、2017



知的財産・論文・学会発表など

- 山根健, “神経力学系のダイナミクスに基づく表面筋電位からの腕の動作推定,” 情報科学技術フォーラム講演集文集, Vol.11, No.2, pp.357-358, 2012.
- 山根健, “分散表現と神経力学系のダイナミクスに基づく手の行動推定,” 人工知能学会論文誌, Vol.32, No.1, p.A-G43_1-12, 2017, 査読付き.

屋外自律移動ロボットの開発



工学部・情報電子工学科 講師

山根 健

YAMANE, Ken

理学・工学

URL : https://www.teiky-u.ac.jp/faculties/science_tech/labo/human_info_sys_yamane

宇都宮キャンパス

キーワード：ロボット、屋外自律移動、自己位置推定、人との協働

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

目的：屋外環境で安全かつ確実に自律移動するロボットの開発

方法：(1) 構築した環境地図に基づくナビゲーション

(2) 詳細で正確な環境地図を用いずに連想記憶のような自己位置推定に基づくナビゲーション

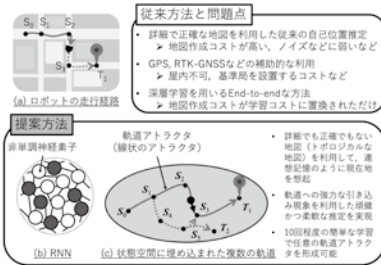


図1 提案手法 (方法 (2))

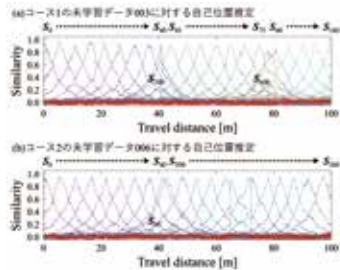


図2 自己位置推定の結果 (方法 (2))



図3 開発中の移動ロボットExodus



図4 我々が描く人とロボットの協働 (将来のビジョン)

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

脳型情報処理系+ロボティクスで、街中環境において人と協働できる自律移動ロボットの開発へ!

参考動画 (方法 (1)) を採用したシステム, YouTube, 2022.12.22 現在)

TC2022 における検証実験の様子 : <https://www.youtube.com/watch?v=PXkT0ywmp20>

TC2022 本走行時の自己位置推定 : <https://www.youtube.com/watch?v=4Q7BxdEcAow>

知的財産・論文・学会発表など

- ・ 横松 秀康, 井元 智晶, 山根 健, “つくばチャレンジ 2016 における屋外自律移動ロボット Progress-i MK-II の開発,” 第 17 回計測自動制御学会 システムインテグレーション部会講演会 (SI2016) 予稿集, 1B3-5, pp.126-127, 2016.
- ・ 山根 健, 植月 宏昌, 横松 秀康, “人から評価を得てリアルタイムに強化学習する移動ロボット,” 第 32 回人工知能学会全国大会 (JSAI2018) 予稿集, 3Pin1-31, pp.1-2, 2018.
- ・ 山根 健, 阿久津 光範, 金 致中, “軌道アトラクタを用いた屋外環境における自己位置推定に関する研究,” 第 21 回情報科学技術フォーラム (FIT2022) 予稿集, 第 2 分冊, F-006, pp.353-354, 2022.

放射線防護パウダー・クリームの 試作と防護評価



医療技術学部・診療放射線学科 教授

大谷 浩樹 OHTANI, Hiroki

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.9f84711268e91abd.html>

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：放射線防護、放射線遮蔽材料

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を

研究の概要

放射線利用において医療被ばく及び職業被ばく、そして公衆被ばくの低減は恒久的な施策である。X、 γ 線や電子線を扱う放射線業務では、鉛やタングステンの防護衣を着用することが多いが、重量が多く身体的な疲労になっている。また、環境放射線に対しての公衆被ばくでは防護衣の着用はない。本研究では、皮膚に直接塗布できる放射線防護パウダー及び放射線防護クリームの試作を行っている。

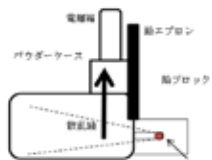
放射線遮へい素材としては硫酸バリウムを用い、それとハンドクリームを混合したものを放射線防護クリームとし、制汗パウダーと混合したものを放射線防護パウダーとして基礎研究を行っている。これらの放射線遮へい率は高くはないが、皮膚に塗布できる補助的な防護材としての使用や公衆被ばく対策として紫外線カットクリームのような使用法を視野に入れている。今までの遮へい率測定では最大 20%を得ているが、その防護評価方法は確率されてなく紫外線の SPF 測定法を参考に評価している。この評価法についても精査し防護評価法確立にむけての研究を行う予定である。また、これらの放射線防護パウダー・クリームは製品化することを考えており、企業との共同研究に期待を寄せている。



遮へい率を変えて試作された放射線防護パウダー



遮へい率を変えて試作された放射線防護クリーム



遮へい率の測定の構成



γ 線スペクトル測定による遮へい効果の評価

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

放射線防護パウダー・クリームの製品化に対して、産業界からの共同研究が必要である。パウダーやクリームの耐久性や使用感などについての研究は企業の技術を用いて評価しなければならない。放射線遮へい率を上げるには硫酸バリウムの量を増やせば良いが、その防護評価においては大学での基礎研究が重要である。このことから産学連携を密にしなければならず、大学での実学が必要不可欠となっている。

知的財産・論文・学会発表など

学会発表：

1. The attenuation characteristics of the scattered radiation protection cream using image analysis. The Asia- Australasia international conference of radiological technologist, 2018 年
2. Change of the gamma spectrum by radiological protection powder. The 5th Asian and Oceanic Regional Congress on Radiation Protection, 2018 年
3. 防護パウダーの減弱特性. 第 2 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会, 2019 年

MobileG-DAQ を用いた環境放射線測定



医療技術学部・診療放射線学科 教授

富沢 比呂之 TOMIZAWA, Hiroshi

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：環境放射能、放射能測定、シンチレーション検出器

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに

研究の概要

モバイル G-DAQ は、ポータブル筐体に高精度な放射線測定器 (CsI(Tl)) と GPS 受信機を搭載し、移動経路上の環境放射線量を自動的に測定・収集することができる。

本研究ではこのモバイル G-DAQ を用いて様々な地域の空間放射線量率を測定し、その測定値について検討することを目的とする。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

福島第一原子力発電所の事故以来、環境放射線への関心が高まっている。本測定器を用いれば環境放射線を正確に簡便に測定できる。さらに GPS 機能も持ち合わせているため、位置情報も同時に得られる。得られた位置情報から地図上に測定値を示すことが可能であり、環境放射線の分布状況を簡単に把握できる。

医療用放射線計測装置の開発に関する研究 基礎物理学データの品質・精度管理に関する研究



福岡医療技術学部・診療放射線学科 講師

牧永 綾乃 MAKINAGA, Ayano

理学・工学

福岡キャンパス

キーワード：医学物理学、原子核物理学、核データ情報科学

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 17：パートナーシップで目標を達成しよう

研究の概要

医学・理工学の知識や技術の発展に伴い、放射線や粒子線によるがん治療、診断技術など放射線医療技術の高精度化が進んでいる。本研究室では、放射線医療用機器の開発、計算機を用いた粒子線治療、放射線治療のシミュレーション実験、放射線防護の研究を行っている。また、これら最新技術の背景にある、最先端の基礎物理学データの品質・精度管理についての研究についても取り組んでいる。現在は、以下のテーマを中心に研究活動を行なっている。

1. 放射線・粒子線治療の研究
2. 医療用基礎物理学実験データの精密測定とデータベース構築の研究



写真：国際原子力機関IAEAでの研修
(国際原子核反応データベース構築活動)



写真：ロッセンドルフ研究所での医用放射線物理実験
(光核反応実験データの精密測定)

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

現在、原子力国際機関 IAEA との協力のもと、実施している核データベースの整備、ロッセンドルフ研究所、量子科学技術開発機構と実施している「医療用基礎物理学データの実測」、「長寿命放射性廃棄物の核変換用基礎物理学データの実測」等、国内外の組織との共同研究を積極的に行っている。最先端の物理学の知識と技術を実社会へ結びつける事で、新しい未来へ貢献したい。

知的財産・論文・学会発表など

論文 (査読あり、最新の研究成果)

X. Sun, H. Wang, H. Otsu, H. Sakurai, D. S. Ahn, M. Aikawa, N. Fukuda, T. Isobe, S. Kawakami, S. Koyama, T. Kubo, S. Kubono, G. Lorusso, Y. Maeda, A. Makinaga, S. Momiyama, K. Nakano, S. Nakayama, M. Niikura, Y. Shiga, P.-A. Soederstroem, H. Suzuki, H. Takeda, S. Takeuchi, R. Taniuchi, Ya. Watanabe, Yu. Watanabe, H. Yamasaki, X. F. Yang, K. Yoshida, "Spallation and fragmentation cross sections for 168 MeV/nucleon ^{136}Xe ions on proton, deuteron, and carbon targets", *Physical Review C* 101, 064623(2020).

学会 (最新の研究成果)

A. Makinaga, R. Schwengner, R. Beyer, M. Grieger, S. Hammer, T. Hensel, A. Junghans, F. Ludwig, S. Mueller, K. Roemer, "In-114 中性子捕獲断面積評価のための In-115 核共鳴蛍光散乱実験" 日本原子力学会 2019 年 春の年会 2019 年 3 月

原陸人、牧永綾乃、"乳房温存療法における対側乳房への散乱線評価用ファントムの開発" 第 14 回九州放射線医療技術学術大会 2020 年 11 月

放射光メスbauer一回折計の開発



宇都宮キャンパス・リベラルアーツセンター 教授

中村 真一 NAKAMURA, Shin

URL : <http://www.ase.teikyo-u.ac.jp/faculty/nakamura/>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：放射光、メスbauer一回折、結晶サイト選択性、電荷秩序配列

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

大型放射光施設 SPring-8 の量子科学研究開発機構専有ビームライン BL11XU において、放射光メスbauer一回折計の開発と応用研究を行っている。この装置を用いれば、結晶サイトごとにスペクトルを測定でき、超微細構造を精密に解析することができる。また、禁制反射から生じる純核ブラッグ散乱や偏光アナライザーを用いることで、スピントロニクス材料 Fe_3O_4 や電子強誘電体 LuFe_2O_4 の電荷秩序配列の検証実験などの応用研究も行える。

当初は、 ^{57}Fe エンリッチ試料でしか測定できなかったが、装置を高感度化して自然鉄試料でも測定できるようになった。2022 年度には 4 軸回折計も組み込み、測定可能な反射領域の拡大、反射探しの効率化が図れるようになった。図 1 に現在の装置の外観を示す。窒素吹き付け装置を用いて低温測定も可能となっている。



図 1. 放射光メスbauer一回折装置の外観

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

磁性体、マルチフェロイクス、スピントロニクスなど、実際の電化製品・機器類にも使用されている物質の物性発現機構を探ることができる。Fe イオンの価数、スピン状態や局所構造など、ミクロな視点からの新物質開発にも繋がる。本研究は、2014～2016 年度、及び、2018～2021 年度科学研究費課題として実施しており、その研究成果の一部は、SPring-8、量子研、物理学会のホームページや、2017 年 2 月 17 日付の科学新聞でも紹介されている。

知的財産・論文・学会発表など

1. Shin Nakamura, Takaya Mitsui, Kosuke Fujiwara, Naoshi Ikeda, Masayuki Kurokuzu and Susumu Shimomura. Crystal-site-selective Spectrum of Fe_3O_4 Obtained by Mössbauer Diffraction: J. Phys. Soc. Jpn. 86 (2017), 023706. "Papers of Editors' Choice"
2. Shin Nakamura, Takaya Mitsui, Kosuke Fujiwara, Naoshi Ikeda, Masayuki Kurokuzu and Susumu Shimomura. Crystal-Site-Selective Spectrum of Fe_3BO_6 by Synchrotron Mössbauer Diffraction with Pure Nuclear Bragg Scattering: J. Phys. Soc. Jpn. 86, 084701 (2017).
3. 中村真一, 三井隆也. 放射光メスbauer一回折による結晶サイト選択的スペクトルの測定: 固体物理 52, 551 (2017). (依頼原稿)
4. Shin Nakamura, Takaya Mitsui, Yasuhiro Kobayashi, and Susumu Shimomura. The First Observation of Pure Nuclear Bragg Reflection from Natural Iron $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ by Synchrotron Mössbauer Diffraction: J. Phys. Soc. Jpn. 88, 103702-1-3 (2019).
5. Shin Nakamura, Takaya Mitsui, Yasuhiro Kobayashi, Masayuki Kurokuzu, and Susumu Shimomura. Synchrotron Mössbauer Diffraction of Natural Iron Fe_3BO_6 : J. Phys. Soc. Jpn. 89, 125001-1-2 (2020).
6. Shin Nakamura, Takaya Mitsui, Masayuki Kurokuzu, and Susumu Shimomura. Pure Nuclear Bragg Reflection due to Combined Magnetic and Quadrupole Interaction in Fe_3O_4 : J. Phys. Soc. Jpn. 90, 104713 (2021).

原子レベルシミュレーションによる材料科学



宇都宮キャンパス リベラルアーツセンター 教授

渡辺 隆治 WATANABE, Ryuji

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.08f3722937c667a5.html>

理学・工学

宇都宮キャンパス

キーワード：計算材料科学、材料強度、結晶粒界構造

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

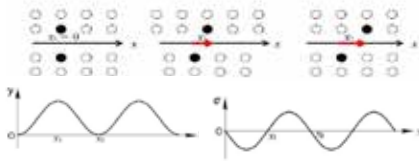
研究の概要

主な研究テーマ

- 結晶材料の強度の理論的研究
- 結晶粒界構造の理論的研究
- 結晶粒成長の理論的研究

研究例：BCC 鉄の一般化積層欠陥エネルギー

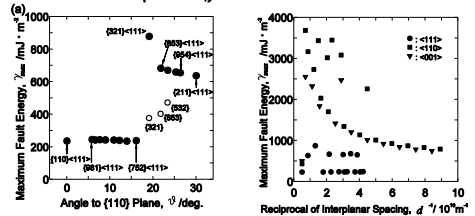
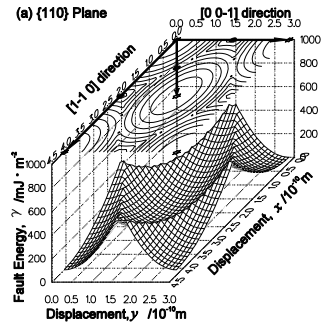
方法：一般化積層欠陥エネルギー γ の評価
 原子間ポテンシャル：Finnis-Sinclair 型
 構造最適化：分子力学法



γ : 理論剪断応力ポテンシャル
 (一般化積層欠陥エネルギー)

$$\sigma = - \frac{d\gamma}{dx} \quad \text{: 理論剪断応力}$$

結果：



- γ_{max} : 剪断変形に対する障壁の高さ
- <111>すべり系では(110)面とのなす角が0~15°で低障壁
 - 剪断変形に対する障壁は面間隔に反比例しない

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

材料科学の基礎的な研究を長期的視野に立って行っている。
 民間企業等における材料開発に対する指針や材料の利用方法に関する助言等を提供できる可能性がある。

知的財産・論文・学会発表など

学術論文

- Generalized stacking fault energy in body centered cubic iron ; R.Watanabe, Strength, Fracture and Complexity, Vol.5, No.1, 13-25 (2007)
- Possible Slip Systems in Body Centered Cubic Iron ; R.Watanabe, Mater. Trans., Vol.47 No.8, 1886-1889 (2006)
- Computer Simulation of Grain Boundary in bcc Fe by Embedded Atom Method ; R.Watanabe A.Nogami and T.Matsumiya, Materials Science Forum ; Vols. 204- 206, pp227-232(1996)

人工知能と情報幾何学の研究



先端総合研究機構・AI 活用部門 特任教授

甘利 俊一

AMARI, Shun-ichi

理学・工学

板橋キャンパス

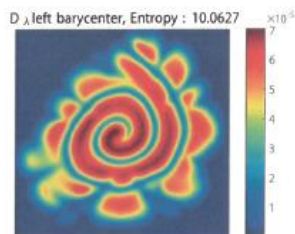
キーワード：数理工学、人工知能、情報幾何、数理脳科学

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

数理工学は、工学を含む諸対象に対して、数理的な方法を用いてその本質を考究し、問題解決のための新しい手法を生み出すことにある。これまでに、人工知能の深層学習のアルゴリズムとして確率勾配降下法を提唱し、今日の隆盛の基礎を築いた。また、情報幾何学を提唱し、情報の分野に幾何学的な理論を築くための基礎となる手法を開発した。一方では、数理脳科学として、脳の回路網の情報処理原理を考究するためのモデルと手法を提供している。

最近では、確率分布の間の距離である Wasserstein 幾何を用いた統計学の手法を研究し、これを従来の Fisher に始まる統計手法と比較し、その利害得失を調べている。Wasserstein 幾何は、画像などの解析に有用である。たとえば、下記の図面は左側の4つの画像の Wasserstein 幾何を用いた重心画像を右側に示す。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

数理工学のモデルや理論は、そのまま実際の問題を解決する手法を与える。ただ、基礎的な理論は実用までに長い時間がかかることもある。ただ、問題があれば数理的な手法を試してほしい。うまい解決策が見つかる可能性が高いし、これが新しい手法を生む素地を与える。

知的財産・論文・学会発表など

- S. Amari, Information Geometry and Its Applications, Springer, 2016.
- A.Cichocki, R. Zdunek, J. Pan and S. Amari, Nonnegative Matrix and Tensor Analysis, John Wiley, 2009.
- 甘利俊一、情報幾何の新展開. サイエンス社、2020.
- 甘利俊一、脳・心・人工知能. 講談社ブルーバックス、2016.

反応系の熱流体科学



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 教授
植田 利久 UEDA, Toshihisa

理学・工学

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.32a8971b8718c876.html>

板橋キャンパス

キーワード：燃焼、反応器、非正常現象、非線形現象

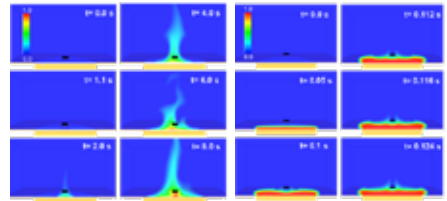
SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
 SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

反応系の熱流体科学は、燃焼流、反応流、相変化流れなど、流れのなかで物質変化や熱的变化が生じる現象を取り扱う学問です。以下にいくつかの例を示します。

非正常現象：メタンハイドレート表面の火炎の燃広がり
 メタンハイドレート表面に着火した場合の火炎の挙動について数値シミュレーションを行い、その燃焼特性を明らかにしました。

(1) Nigmatov, O., Nishiki, S. and Ueda, T., Numerical calculation of the flame propagation over a methane hydrate surface, WS-10, 13th ASPACC 2021, Abu Dhabi, UAE.

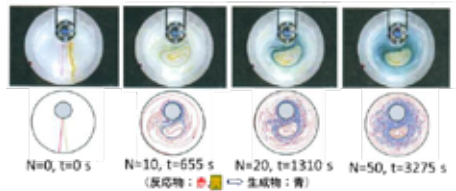


Methane mass fraction distribution (1)

非線形現象：偏心二円筒間流れにおける化学反応

偏心二円筒間流れに反応性を有する二液体をセットし、周期的に回転させると、カオス領域では化学反応が進行しますが、規則領域ではほとんど進行しません。

(2) Sato, T and Ueda, T., Mixing and reaction processes in high viscous fluids with alternate rotation of two eccentric cylinders, *International Journal of Transport Phenomena*, 7 (2005), pp.285-296.



Reaction in a flow between two eccentric cylinders (2)

最近の話題：水素利用への取り組み

気候変動問題に対応するために、水素製造、ボイラー燃焼器における水素利用などについて検討を進めています。関連文献は「知的財産・論文・学術発表など」をご参照ください。

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

われわれが、健康で豊かな生活を過ごすためには、物質、エネルギー、環境の問題に適切に対応することが重要です。その基礎学理として、反応系の熱流体科学を行っています。その対象は、燃焼機器、反応機器、医療機器、食品機械など、多様です。

物質や熱の輸送、制御、利用などについて疑問に思うことがありましたら、お尋ねください。もしかすると、何か解決の手がかりになることを見出すことができるかもしれません。

よろしくお願いたします。

知的財産・論文・学会発表など

1. Sofi,Y.K., Siswanto,E., Winarto, Ueda,T. and Wardana,I.N.G., The role of activated carbon in boosting the activity of clitoria ternatea powder photocatalyst for hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy* 45(2020), pp.22613-22628.
2. 津村俊一, 植田利久, 川口修, 低振動センターファイアリング型ガスバーナの安定燃焼に与えるガス噴射圧力の影響, *日本燃焼学会誌*, 62(2020),200,pp.161-168.

FrontISTR を用いたトポロジー最適化による 最適形状の導出



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 助手

小川 道夫 OGAWA, Michio

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：最適化、有限要素法、トポロジー

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

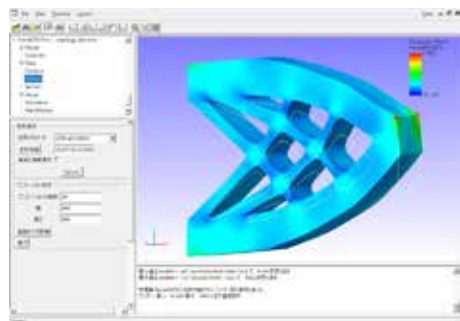
研究の概要

工業分野において、軽く剛性の高い構造は重要である。トポロジー最適化を用い、形状の自動導出を行う。

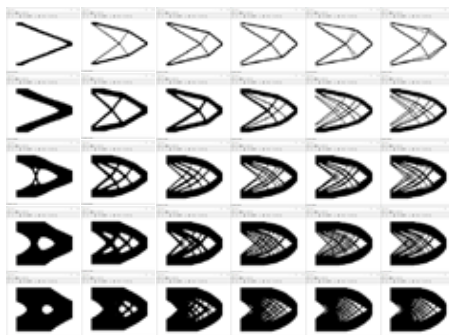
また、そこで使われる有限要素法のソルバーとして FrontISTR を用いたが、トポロジーが変化する度、時間のかかるメッシュ再作成しなくてはならなかった。

メッシュレス解析として知られる、Element Free Galerkin 法を用いた自作ソルバーを開発中である。

しかし、Element Free Galerkin 法は大規模な問題には向かないため、この自作ソルバーと FrontISTR を組み合わせて、設計物のインシタルデザインから、規模の大きな構造解析を、一気通貫で行いたい。



FrontISTRを用いたミーゼス応力の分布および変位の解析



最適化の過程

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

より軽く強い構造や形状の導出をトポロジー最適化で自動的に行うことにより、工業的に価値のある製品の創造が可能。また、トポロジー最適化により導出される形状は今までに無い特異な形状をしていることから、製品の見た目の新規性も同時に伴い、製品価値を高める可能性もある。

知的財産・論文・学会発表など

【発表】

- ・ CMake を用いた FrontISTR のビルドプロセス改良の試み -FrontISTR v5.0 に向けて-, オープン CAE シンポジウム, 2016/11/26
- ・ OSS 構造解析ソフトウェア FrontISTR のプリポストの整備と評価, 第 26 回計算工学講演会, 2021/5/26-28

【論文】

- ・ 数値解の安定条件を考慮した y 形溶接構造の冷却過程における水素凝集挙動解析および本解析プログラムによる数値解析高速化へ向けての考察, 東北大学サイバーサイエンスセンター広報誌 SENAC, Vol.54 No.2, 2021/4

高温および水素環境下における 時間依存型破壊機構の解明と寿命予測



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 講師

尾関 郷

OZEKI, Go

理学・工学

URL : <https://researchmap.jp/go-ozeki>

板橋キャンパス

キーワード：クリープ、疲労、水素脆化、拡散解析、寿命予測

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

1. 高温材料

近年の再生可能エネルギー導入に対応するため、火力発電機器の起動・停止の頻度が増加している。このため、実機部材においては疲労や過大荷重の影響を考慮した寿命評価が一層重要となる。本研究では、蒸気タービンローター材について、起動時の過大荷重を考慮したクリープ疲労き裂成長試験を行い、その力学特性を系統的に調査している。また、ボイラ配管材においては、切欠き材による試験規格策定のためのひずみ制御型クリープ疲労試験を行い、新たな評価手法を提案している。

2. 水素脆化

水素供給インフラに使用される鋼材を用いて、小型試験片による水素脆化き裂成長試験手法の構築、および水素脆化敏感性の評価を行っている。また、従来の研究で得られている水素チャージ試験方法を、より簡便に実施できるような条件を探り、広く普及を目指している。

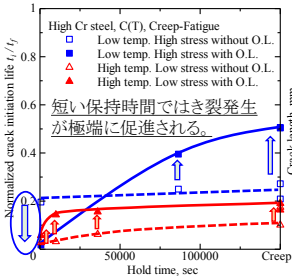


図1 過大荷重を含むクリープ疲労き裂発生寿命と保持時間の関係

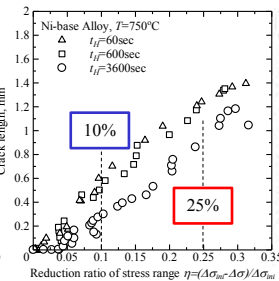


図2 ひずみ制御クリープ疲労条件におけるき裂長さおよび応力幅低下率の関係

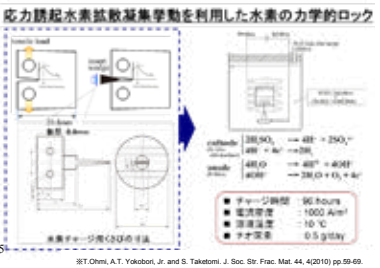


図3 小型試験片を用いた水素チャージ試験法

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

1. 高温材料：高温環境における疲労および過大荷重の効果を系統的に調査し、き裂発生・成長挙動におよぼす影響を先駆けて明らかにしてきた。また、切欠き材を用いたひずみ制御クリープ疲労試験方法の規格化に向けた研究を行い、き裂長さおよび応力変化を関連付けた独自の評価方法を提案している。
2. 水素脆化：一般に水素環境中でのき裂成長試験には、専用の建屋を要するような大規模試験設備が必要となり、実施可能な施設はごく一部に限られる。しかし、本研究で提案する手法は、20mm 四方、板厚 0.8mm の小型試験片を用いており、極めて簡便・安全・低予算での実験が可能となる。

知的財産・論文・学会発表など

1. G. Ozeki, A. T. Yokobori, Jr. and D. Kobayashi, "Effect of Overload on Creep Deformation, Crack Initiation and Growth Behaviors of a C(T) Specimen for 12Cr Steel", *Engineering Fracture Mechanics*, Vol. 246 (2022), 108313.
2. G. Ozeki, A. T. Yokobori, Jr., M. Tabuchi, M. Hayakawa and K. Nikbin, "Testing and Estimation Methods of Crack Growth Life for Alloy 617 under Strain-Controlled Creep-Fatigue Conditions using Circular Sharp Notched Round Bar Specimen", *ASTM International STP1643* (2022), in press.

他 6 編

流体及び構造解析と設計の高度化



先端総合研究機構・社会連携部門 教授

田沼 唯士 TANUMA, Tadashi

URL : <https://www3.med.teikyo-u.ac.jp/profile/ja.2b54238044afc32f.html>

理学・工学

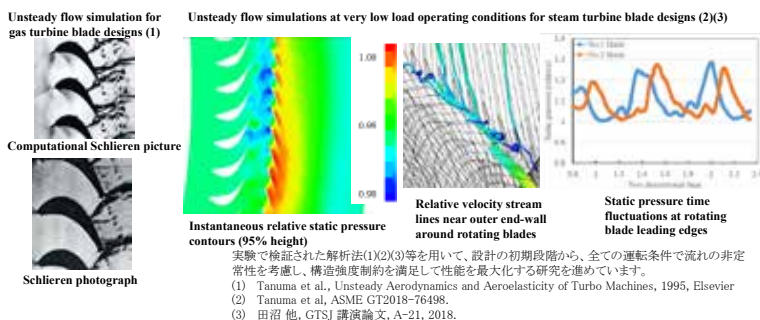
板橋キャンパス

キーワード：流体力学、流体及び構造解析、ものづくり設計高度化

SDGs 目標 7：エネルギーをみんなに、そしてクリーンに
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

天然資源の乏しいわが国が今後も産業競争力を維持・強化して行くためには、イノベーションを継続的に創造できる付加価値の高いものづくりを支援する研究と教育が必要です。産業競争力強化に必要な戦略的イノベーションを生み出すためには解析力と設計力の向上が重要です。田沼研究室では動力・エネルギーシステムを構成する発電用原動機、航空エンジン等のターボ機械の性能向上に必要な解析と設計に関する研究と教育を行っています。更に、機械系のものづくり全般に関連する設計高度化の研究と教育を行っています。



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

産業競争力強化にインパクトのある研究と教育を発展させるために、製造業を中心とする企業との産学連携研究と受託研究員制度による社会人への大学院博士後期課程レベルの教育を行っています。企業における新製品開発・特許化支援、設計の高度化・スピードアップ支援も行っています。

知的財産・論文・学会発表など

最近の主要論文（査読有り）

Tanuma, T., Okuda, H., Haraguchi, T., Okuno, K. and Shibukawa, N., A Study of Unsteady Aerodynamic Forces on Last Stage Blades in a Low-Pressure Model Steam Turbine at Very Low Operating Conditions, Proceedings of ASME Turbo Expo 2023 Turbomachinery Technical Conference, GT2023-101083 (Web publication).

最近の主要講演論文

田沼唯士, ものづくり付加価値の高度化のための機械工学の現場活用と教育へのフィードバック, 日本機械学会 2022 年度年次大会講演論文集, No.22-1, S401-14, 2022.

最近の解説等出版

Tanuma, T. (ed.), Advances in Steam Turbines for Modern Power Plants, Woodhead publishing series in energy, Elsevier Ltd., 2nd edition, 2022.

特許（取得確定・登録済み）

特許第 6371624 号 発明の名称 安否確認装置、特許権者 学校法人帝京大学、発明者 田沼唯士・上田和秀・高橋友一、登録日 平成 30 年 7 月 20 日

小脳・皮質下の高次認知機能処理



先端総合研究機構・複雑系認知研究部門 客員研究員

中井 智也

NAKAI, Tomoya

URL : <https://researchmap.jp/nakai.tomoya>

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：高次認知機能、デコーディング、小脳、皮質下

SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

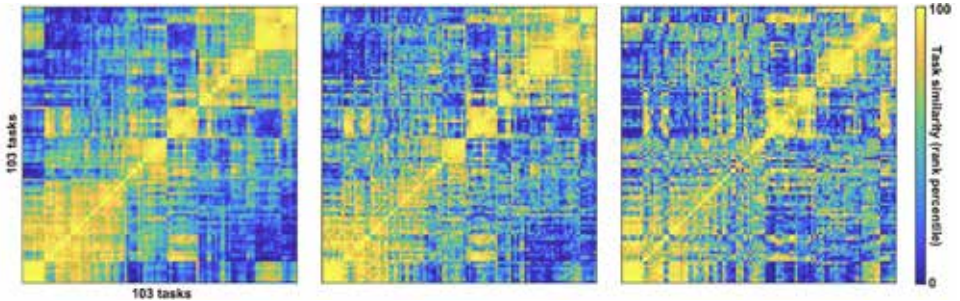
研究の概要

私たちの複雑な認知過程には、脳のどの部分に関わっているのだろうか。従来、ヒト固有の高次認知機能は主に大脳皮質で処理されているとされ、そのような機能表現が大脳皮質、小脳、皮質下にまたがって保存されているかどうかは不明であった。本研究では、被験者群に 103 種類の大規模認知課題を実施させ、機能的磁気共鳴画像法で脳活動を測定した。大脳皮質、小脳、皮質下で独立に計算モデルを構築したところ、課題表象の構造が 3 つの脳部位間で保存されていることが明らかになった。また小脳と皮質下の活動から 90% 以上の認知課題がデコーディング可能であることが示された。さらに、小脳と皮質下の脳活動から大脳皮質の脳活動を再構築できることを示した。

大脳皮質

小脳

皮質下



Nakai & Nishimoto, *Commun Biol* (2022)

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

本研究は、従来大脳皮質で主に担われていると考えられてきた高次認知機能を、小脳や皮質下の脳活動からでもデコーディングできることを示した。この結果は、脳から情報を取り出す Brain-Machine Interface (BMI) 技術開発に関して、高次認知機能のデータ取得対象領域に関する新たな知見を提供し、今後 NeuroTech 産業界への応用が期待される。

知的財産・論文・学会発表など

- Nakai, T., Girard, C., Longo, L., Chesnokova, H., Prado, J. Cortical representations of numbers and non-symbolic quantities expand and segregate in children from 5 to 8 years of age. *PLoS Biology*, 21 (1), e3001935.
- Nakai, T., & Nishimoto, S. (2022). Representations and decodability of diverse cognitive functions are preserved across the human cortex, cerebellum, and subcortex. *Communications Biology*, 5(1), 1-13.
- Cohen, D., Nakai, T., & Nishimoto, S. (2022). Brain networks are decoupled from external stimuli during internal cognition. *NeuroImage*, 256, 119230.

スーパーマイクロサージェリー支援システム



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 特任教授

光石 衛

MITSUISHI, Mamoru

URL : <https://researchmap.jp/MamoruMitsuishi>

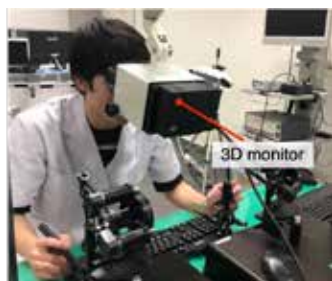
理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：手術支援システム、スーパーマイクロサージェリー、AI

SDGs 目標3：すべての人に健康と福祉を

研究の概要



微細手術支援システム用入力デバイス



脳神経外科手術支援システム



屈曲鉗子(4自由度、Φ3.5)



屈曲鉗子(4自由度、Φ2.0)

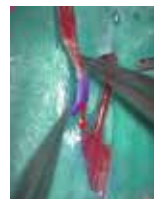
九州大学荒田純平教授との共同研究



AI学習データ作成用シミュレータ



AIを用いた鉗子、血管、針、糸の検出 [1]



仮想治具(精度の高い手術支援) [2]

研究目的

狭小空間での手術、微細手術、正確な手術、遠隔手術を支援するシステムの構築

研究の特徴(独創性、新規性など)

- (1) 生産技術を駆使した、微細で巧な鉗子等の術具の開発。
- (2) 適切な自律機能のレベルの検討と、AI等を活用した実装。
- (3) 時間遅れが大きくかつ変動する環境、物理法則の異なる環境における手術支援システムの確立。

知的財産・論文・学会発表など

- [1] Horio K, Harada K, Muto J, Nakatomi H, Saito N, Morita A, Watanabe E, Mitsuishi M (2022) Real-time Suture Thread Detection with an Image Classifier, J Robotics and Mechatronics 34(6):1245-1252.
- [2] Marinho MM, Ishida H, Harada K, Deie K, Mitsuishi M (2020) Virtual Fixture Assistance for Suturing in Robot Aided Pediatric Endoscopic Surgery, IEEE Robotics and Automation Letters 5(2):524-531.

8K 超高解像度映像技術と遠隔伝送技術の融合による新たな応用に関する研究開発



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 特任准教授

山下 紘正

YAMASHITA, Hiromasa

URL : <https://www.teikyo.jp/acro/#org>

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：8K、内視鏡、顕微鏡、高速伝送、遠隔医療

研究の概要

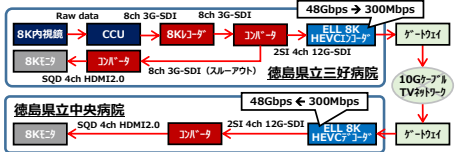
8KはHD(2K)の16倍、4Kの4倍の解像度(7680×4320)を有する。内視鏡外科手術応用から始まり、内視鏡カメラへの独自の冷却機構の導入により、350gまでの小型軽量化に至った。臓器や組織解剖の視認性を高め、微小な血管や神経、リンパ管等の識別に寄与することが可能となる。

顕微鏡応用では、眼科用顕微鏡に8Kカメラを接続することで、患部の状況を大画面で共有できる。マイクロサージャリー応用では、デジタルズームの併用で実物の300倍もの超拡大視も実現できる。

8Kは従来長時間記録や編集、データ保持が困難だったが、映像圧縮技術により、高精細画質と長時間録画を両立した手術室映像システムの実現に至った。また、手術室で圧縮した8K内視鏡画像を数十km離れた病院に伝送し、デコードすることで、低遅延の8Kライブ画像伝送も可能となった。

今後はこれまでに培った8K超高解像度映像技術と遠隔伝送技術等の融合により、8K医療の更なる向上だけでなく、セキュリティやドローン搭載、VR・AR表示等、様々な分野で応用可能な技術として研究開発を行うべく、多様な部門との連携を深めていきたい。

SDGs 目標3：すべての人に健康と福祉を
SDGs 目標9：産業と技術革新の基盤をつくろう



実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

元々は放送用として開発された8K超高解像度映像技術は、手術室内での8K内視鏡外科手術応用に留まらず、病院外へのリアルタイム遠隔医療にも進みつつある。これまではわかりづらかった物事や事象への気づきや、目視による観察や判断のサポートにも寄与できる可能性を秘めており、様々な映像技術と共に、医療だけではなく、産業界の幅広いアプリケーションへ導入する価値は高いと考えられる。

知的財産・論文・学会発表など

- Hiromasa Yamashita, et al.: 8K-UHD medical expansion with development of an 8K-UHD encoding recorder, Proc. SPIE 12025, Ultra-High-Definition Imaging Systems V, 2022:1202503
- Hiromasa Yamashita, et al.: Mechanism and design of a novel 8K ultra-high-definition video microscope for microsurgery, Heliyon 2021:7(2) e06244
- Hiromasa Yamashita, et al.: A historical gamechanger: the world's smallest 8K UHD endoscope: current state of the art, Proc. SPIE 10557, Ultra-High-Definition Imaging Systems, 2018:105570A

メソスケール力学に基づく材料の時間依存型破壊理論とその実用に関する研究



先端総合研究機構・オープンイノベーション部門 特任教授

横堀 壽光 YOKOBORI, Toshimitsu, Jr.

URL : <https://www.teikyo-u.ac.jp/affiliate/acro>

理学・工学

板橋キャンパス

キーワード：メソスケール力学、カオス理論、高温クリープ・疲労、水素拡散解析、臨床力学

SDGs 目標 3：すべての人に健康と福祉を
SDGs 目標 9：産業と技術革新の基盤をつくろう

研究の概要

時間依存型破壊機構の解明と寿命予測に関わる基礎理論構築とその実用を目指して、我々の提案する実験方法と数値解析手法を用いてスケール効果を考慮に入れたメソスケール力学を構築している。

- 1) 高温クリープ疲労条件下での航空機ジェットエンジンおよび高効率発電用タービン動翼材の初期損傷からの寿命予測に関する研究（その場観察を含めた高温クリープ・疲労試験、空孔拡散解析、有限要素法、差分法、カオスの理論、非破壊検査法の提案）
- 2) 局所応力誘起水素拡散解析に基づく水素脆化理論と自動車を想定した実用研究（熱伝導・熱応力・応力誘起水素拡散連成解析、水素チャージ下での疲労き裂成長試験の提案と実験）
- 3) 非侵襲血管疾患診断理論と診断装置の開発研究（カオス理論、A I、CFD、拍動負荷および材料強度試験、臨床研究）
- 4) 整形外科領域のバイオメカニクス（骨折の力学、仮骨延長法のバイオメカニクス）

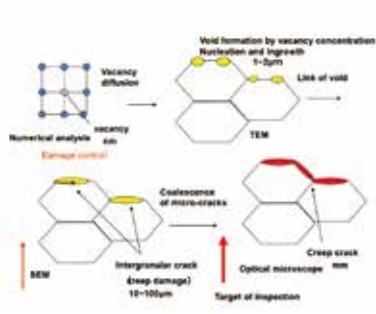


Fig.1 メソスケール材料強度学に関するマルチスケール力学因子

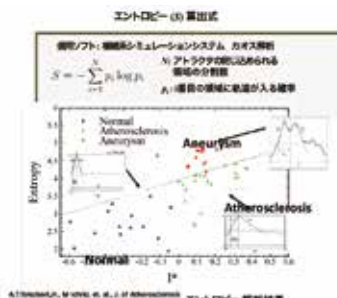


Fig.2 非侵襲動脈硬化進行度(血管壁脆弱性変現度指標、I*)と動脈硬2次元的診断マップ (Yokobori)

実学へのつながり・産業界へのアピールポイントなど

- 1) 高温強度：ASTM あるいは ISO 国際規格への提案（ASTME1457-15,ISOTTA には、評価法が紹介・引用されている。クリープき裂成長寿命予測指標である Q^* パラメータの提案）
- 2) 水素拡散解析と脆化理論：構造体内での水素凝集挙動を表す手法 α マルティプリケーション法、FEM-FDM 法）
- 3) 非侵襲血管疾患診断装置として国内、米国特許（2015 年～2019 年）を取得し、医療製造承認も受けていた。血管壁劣化進行度指標である I^* パラメータの提案、医療器製造承認 21600BZx00440000 2004 年（大洋電子（株）注）2009 年 3 月まで製造された製品に対しては医療器製造承認されている。

知的財産・論文・学会発表など

- 1) A.Toshimitsu Yokobori, Jr., "Theory of particle transport phenomena during fatigue and time dependent fracture of materials based on mesoscale dynamics and their practical applications", Proceedings of Japan Academy Series B, 96.9, (2020), pp.373-393. 他 5 編（2020 年度）、8 編（2021 年度）、3 編（2022 年度）、1 編、著者（分担）（2022 年度）
- 2) 血管疾患を判定するためのプログラム、媒体および装置 2015 年 7 月 10 日（特許 5773281）および Program, Medium, and Device for Determining Vascular Disease, US9,177,400.B2, 2015 Nov.3.（米国特許）（動脈瘤診断項目を含む。）（2015～2019 年）

