

2019 年度・総合研究所研究チーム活動（最終）報告書

研究代表者（所属・職名・氏名）

フロンティアサイエンス学部・准教授・臼井健二

① 研究課題

生体への影響解析のための電波照射装置の開発と開発研究におけるアウトリーチ活動

② 研究期間 2018 年度～2019 年度

③ 研究メンバー

フロンティアサイエンス学部・准教授・臼井健二

知能情報学部・准教授・梅谷 智弘

④ 研究成果および実績の概要（1200～1600 字程度）

電磁波の生体への影響に関する研究は近年盛んに行われている。しかしながら、分子レベルでの詳細な計測・解析は、装置が存在せず、ほとんど行われていないのが現状である。そこで本課題では、生体分子や生体サンプルなどへの影響解析に必要な電磁波照射装置を開発することを目的とした。また本研究は未だ広く世間に認知されていない。そこでどのような活動を行えば、甲南大発の研究として、あるいは甲南大といえは本研究のようなフロンティア研究と、より効果的に認知されるかといった、アウトリーチ活動の検討・実践も課題とした。

我々はすでに、生体分子や生体サンプルへの電磁波影響解析に必要な、電波照射装置のプロトタイプを完成させている。しかしながら、このプロトタイプは電波発生装置が旧式のマグネトロン発生装置（以下「マグネトロン」）であり、新型の半導体発生装置（以下「半導体」）への移行を現在行っている。この二つの電波発生機構は異なるため、今一度半導体で、どのような波形、位相、出力の電波が発生するか、またマグネトロンと比べて、物体への加熱具合などの特性はどう違うかなどを調べる必要がある。そこで1年目では、マグネトロンと半導体の比較を行った。2年目では、半導体を用いた実際の生体分子サンプルでの測定に力を入れたほか、得られた電子顕微鏡画像のパターン解析も始めた。またアウトリーチ活動として、ウェブサイトの充実、論文発表活動、講演会開催などを研究期間に行った。

マグネトロンと半導体の比較研究では、出力表示とサンプル近傍での実際の電界強度、ならびにサンプル温度上昇との相関を解析した。本測定は産学連携研究として、株式会社精工技研と連携し、精工技研の装置を用いて行った。本報告では詳細は割愛するが、電界強度測定では半導体の出力表示はマグネトロンの6分の1程度であったにもかかわらず、同じ電界強度出力での電波照射による温度上昇は半導体の方が大きいものとなった。半導体の周波数特性の方がサンプルへの影響が大きいことが原因と考えられるが、今後、この原因を詳細に考察する必要がある。

半導体を用いた実際の生体分子サンプルでの測定では、すでにマグネトロンで実験が進められている、ペプチドによる炭酸カルシウムの沈殿現象（ミネラルイゼーション）を生命科学現象の題材例とした。まず、マグネトロンとの比較をおこなった結果、半導体においても、電波の影響による沈殿現象の変化が見られた。さらに電荷の異なるペプチドを4種用意して沈殿現象の影響を観察したところ、沈殿現象の度合いの小さいペプチドほど、電磁波の影響を大きく受けているという興味深

い結果が得られた。今後は、周波数を変化させることなどを検討し、自在に沈殿現象を制御できる手法を考案したい。

さらに詳細に画像データを解析できるよう沈殿現象画像の情報科学的解析の検討も行った。新規の画像解析技術を用いて沈殿物の電子顕微鏡画像を分類する手法について検討した。具体的には画像パターンや周期性に着目し、画像中のパターンの変化から反応条件での生成物の結果を分類する方法を開発し、実際の画像の分類に成功した。また相同性解析などを今後実施し、人間では判断できない、微妙な形状の画像を分類できるような解析手法の解析につなげていきたい。

アウトリーチ活動においてはまず、臼井研究室ウェブサイトにおいて、コンテンツの充実を図った。現在、業績をまとめたデータベースは複数のサイトがあり、これらなるべく有機的につなげるべく検討を行った。具体的には研究室の業績リストのページからこれら複数のデータベースサイトへのリンクを張り、情報を補完しあうことを考えた。また業績リストの形式を他のデータベースのフォーマットに合うよう検討も行った。次に、講演活動として臼井と梅谷が主催する研究会を研究期間に2回行った。本研究のような学際的分野で活躍されている先生（龍谷大富崎欣也先生、東京農工大川野竜司先生、甲南大高嶋洋平先生）にお越しいただき、講演を行っていただいたほか、研究メンバーの講演やポスター発表も行った。また、講演会后、富崎先生、川野先生、臼井、梅谷の4名で各研究室におけるアウトリーチ活動についての会議も行った。さらに2019年度には講演会（京都大浅野麻実子先生）も1回行った。

以上の成果、実績として主なものとして、日本電磁波エネルギー応用学会においては、2018年度は口頭発表、2019年度はポスター発表を行ったほか、ロボティクス・メカトロニクス講演会においては、研究開始から2020年5月までに3回ポスター発表を行った。また、論文発表も数件あるほか、投稿準備中のものも数件ある。

⑤ 研究発表

【論文発表】

Kenji Usui*, Shin-ichiro Yokota, Makoto Ozaki, Shungo Sakashita, Takahito Imai, Kin-ya Tomizaki
Modification of the N-Terminus of a Calcium Carbonate Precipitating Peptide Affects Calcium Carbonate Mineralization
Protein & Peptide Letters, **25**, 42-47 (2018)
2018/04

Kin-ya Tomizaki, Yoshio Hamada, Kenji Usui*
Editorial: Organic-Inorganic Hybrid Materials and Their Applications
Protein & Peptide Letters, **25**, 2-3 (2018)
2018/04

Makoto Ozaki, Shungo Sakashita, Yoshio Hamada, Kenji Usui*
Peptides for Silica Precipitation: Amino Acid Sequences for Directing Mineralization
Protein & Peptide Letters, **25**, 15-24 (2018)
2018/04

臼井健二*、宮崎洋、南野祐槻、濱田芳男、山下邦彦
皮膚の安全性・有用性評価法（技術情報協会）88-95 (2018)
2018/05

Hiroshi Miyazaki, Yoshio Hamada, Hikaru Takaishi, Yuuki Minamino, Hidefumi Ikeda, Hideaki Mekata, Masayuki Takaishi, Kunihiko Yamashita, Kenji Usui*

Development of a chromophore-solid phase peptide reaction assay (C-SPRA) for assessing skin sensitization in vitro

Analyst, **145**, 3211-3216 (2020)

2020/03

Kenji Usui*, Shin-ichiro Yokota, Kazuya Iwata, Yoshio Hamada

Novel Purification Process for Amyloid Beta Peptide(1-40)

Processes, **8**, 464-464 (2020)

2020/04

Makoto Ozaki, Takaaki Tsuruoka, Takahito Imai, Kin-ya Tomizaki, Kenji Usui*

Construction of visible light responsive nanocatalyst by mineralization using designed peptide

Peptide Science 2019, **2019**, 111-112 (2020)

2020/03

【学会発表】

招待講演・依頼講演

梅谷智弘

ロボット技術（RT）を利用したナノ材料反応システムの空間計測

第2回ナノバイオ交流会

甲南大学ポートアイランドキャンパス, 兵庫

2018/08

Kenji Usui

The Possibility of Use of Designed Peptides for Safety Assessment as an Alternative to Animal Testing

The 4th international conference on toxicity testing alternatives & translational toxicology and the 2nd asian congress on alternatives

中国、広州

2018/10

臼井健二

難水溶性物質の評価が可能なペプチドビーズを用いた簡便な皮膚感作性試験法の開発

日本動物実験代替法学会第31回大会(2018)

崇城大学、熊本

2018/11

臼井健二

ペプチドマイクロアレイを化学物質の皮膚への安全性評価に応用する

日本薬学会第139年会

幕張メッセ、千葉

2019/03

臼井健二

ペプチドを用いたメディケミカル技術
第9回細胞再生医療研究会
甲南大学ポートアイランドキャンパス、兵庫
2019/08

国際学会

Makoto Ozaki, Kin-Ya Tomizaki, Yoshio Hamada, Kenji Usui
Gold-Titania Nanocatalyst Generated by Mineralization Using Two Artificial Peptides with DNA
35EPS(European Peptide Symposium) (2018)
the Dublin City University, Ireland
2018/08 (ポスター) ※奨励賞受賞

Shin-Ichiro Yokota, Yasumasa Mashimo, Yoshio Hamada, Youji Harada, Masayasu Mie,
Eiry Kobatake, Kenji Usui
Nanostructures Generated by Protease Digestion of Amyloid Fibrils towards an Application to Cell
Culture Substrate"
35EPS(European Peptide Symposium) (2018)
the Dublin City University, Ireland
2018/08 (ポスター) ※奨励賞受賞

Kenji Usui, Hiroshi Miyazaki, Hidefumi Ikeda, Kunihiro Yamashita, Yoshio Hamada
Peptidyl Microbeads for Modification of a Direct Peptide Reactivity Assay (DPRA) in Skin
Sensitization Assessment
35EPS(European Peptide Symposium) (2018)
the Dublin City University, Ireland
2018/08 (ポスター)

Makoto Ozaki, Takaaki Tsuruoka, Kin-ya Tomizaki, Kenji Usui
Photocatalytic Gold-Titania Nanoarchitecture by Mineralization Using Designed Peptides and DNA
10th International Peptide Symposium
ROMH Theatre Kyoto and Miyakomesse, Kyoto
2018/12 (ポスター) ※奨励賞受賞

Shinichiro Yokota, Yasumasa Mashimo, Eita Tatsumi, Yoshio Hamada, Youji Harada, Masayasu Mie,
Eiry Kobatake, Kenji Usui
Cell culture substrate using digested Amyloid beta (1-40) fibril by proteases
10th International Peptide Symposium(2018)
ROMH Theatre Kyoto and Miyakomesse, Kyoto
2018/12 (ポスター)

Shin-ichiro Yokota, Yasumasa Mashimo, Yoshio Hamada, Youji Harada, Masayasu Mie, Eiry
Kobatake, Kenji Usui
Generation of Cell Culture Substrate by Protease Digestion of Amyloid beta Peptide
The 26th American Peptide Symposium
Monterey, CA, USA

2019/06 (ポスター)

Makoto Ozaki, Takaaki Tsuruoka, Kin-ya Tomizaki, Kenji Usui

Nanostructure and Elemental Composition Control for Synthesis of Gold-Titania Photocatalysts
Using DNAs and Designed Peptides

The 26th American Peptide Symposium

Monterey, CA, USA

2019/06 (ポスター)

国内学会

樋口拓海、中田圭祐、臼井健二、梅谷智弘

ロボット技術を用いたナノ材料反応システムの空間計測の検討

第2回ナノバイオ交流会

甲南大学ポートアイランドキャンパス、兵庫

2018/08 (ポスター) ※奨励賞受賞

尾崎誠、臼井健二

ペプチドを用いた金、チタニアのミネラルゼーション制御による可視光励起性光触媒の構築

第2回ナノバイオ甲龍会

甲南大学ポートアイランドキャンパス、兵庫

2018/08 (ポスター) ※奨励賞受賞

尾崎誠、鶴岡孝章、浜田芳男、富崎欣也、臼井健二

人工ペプチドと核酸を用いたミネラルゼーション制御による金-チタニア複合ナノ粒子の作製

第12回バイオ関連化学シンポジウム(2018)

大阪大学吹田キャンパス、大阪

2018/09 (口頭)

臼井健二、尾崎誠、圓東那津実、富樫浩行、有本米次郎、裏鍛武史、大沢隆二、梅谷智弘
ペプチドのバイオミネラルゼーションにおける単一方向からのマイクロ波照射が及ぼす影響

第12回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム(2018)

北九州国際会議場、福岡

2018/11 (口頭)

尾崎誠、臼井健二

PNA含有チタニア沈殿ペプチドとアクリジン含有金沈殿ペプチドを用いて可視光励起性光触媒を作製する

第35回関西地区ペプチドセミナー(2018)

龍谷大学瀬田キャンパス、滋賀

2018/12 (ポスター) ※優秀ポスター賞受賞

横田晋一郎、臼井健二

トリプシンを用いた複数の A β フラグメントから成るナノ構造体の作製および細胞培養基材への応用

第 35 回 関西地区ペプチドセミナー(2018)

龍谷大学瀬田キャンパス、滋賀

2018/12 (ポスター)

大浦真歩、臼井健二

アクリジン含有 Au 還元ペプチドと PNA ペプチドを利用した Au ナノ粒子の作製・回収システムの構築

第 35 回 関西地区ペプチドセミナー(2018)

龍谷大学瀬田キャンパス、滋賀

2018/12 (ポスター)

大浦真歩、尾崎誠、臼井健二

レアメタル回収を指向したマイクロビーズと生体分子を用いるミネラルリゼーション制御

第 6 回 貴金属シンポジウム、東京

2019/01 (ポスター)

横田晋一郎、眞下泰正、原田陽滋、三重正和、小島英理、臼井健二

分子ロボットへの実装を指向したアミロイド線維のプロテアーゼ処理によるナノ構造体の構築

第 2 回分子ロボティクス年次大会(2018)

東京工業大学大岡山キャンパス、東京

2019/03 (ポスター)

尾崎誠、鶴岡孝章、富崎欣也、臼井健二

無機ナノ構造体の分子ロボットへの実装を指向した DNA とペプチドによる無機物沈殿制御

第 2 回分子ロボティクス年次大会

東京工業大学大岡山キャンパス、東京

2019/03 (ポスター) ※分子ロボティクス若手奨励賞

横田晋一郎、眞下泰正、原田陽滋、三重正和、小島英理、臼井健二

プロテアーゼ処理によるアミロイド β ペプチドの部分配列から成るナノ構造体の細胞接着能

日本化学会第 99 春季年会 2019

甲南大学岡本キャンパス、兵庫

2019/03 (ポスター)

大浦真歩、尾崎誠、浜田芳男、臼井健二

核酸の相互作用とマイクロビーズを利用したペプチドのミネラルリゼーションによる金ナノ粒子の作製及び精製

日本化学会第 99 春季年会 2019

甲南大学岡本キャンパス、兵庫

2019/03 (ポスター)

中田圭祐、臼井健二、富樫浩行、梅谷智弘

ナノバイオ反応生成物の電子顕微鏡画像解析に基づいた生成物の定量評価の検討

ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019
広島国際会議場、広島
2019/06 (ポスター)

横田晋一郎、眞下泰正、三重正和、小島英理、臼井健二
トリプシン消化による複数の A β 部分配列から成るナノ構造体および細胞培養基材としての
機能評価
第 51 回若手ペプチド夏の勉強会
おたる自然の村「おこぼち山荘」、北海道
2019/08 (ポスター)

中田圭祐、臼井健二、富樫浩行、梅谷智弘
電子顕微鏡画像を利用したナノバイオ反応生成物の定量評価の検討
第 3 回ナノバイオ交流会
甲南大学ポートアイランドキャンパス、兵庫
2019/09 (ポスター) ※奨励賞受賞

高坂翼、富樫浩行、有本米次郎、裏鍛武史、大沢隆二、梅谷智弘、臼井健二
ペプチドを用いたカルシウム化合物のミネラルゼーションにおける
指向性マイクロ波が及ぼす影響
第 3 回ナノバイオ交流会
甲南大学ポートアイランドキャンパス、兵庫
2019/09 (ポスター) ※奨励賞受賞

Makoto Ozaki, Takaaki Tsuruoka, Takahito Imai, Kin-ya Tomizaki, Kenji Usui
Construction of visible light responsive nanocatalyst by mineralization using designed peptide
第 56 回ペプチド討論会
東京医科歯科大学 (TMDU) M&D タワー2 階 鈴木章夫記念講堂, 東京
2019/10 (ポスター)

Shin-ichiro Yokota, Yasumasa Mashimo, Yoshio Hamada, Youji Harada, Masayasu Mie, Eiry
Kobatake, Kenji Usui
Development of cell culture substrate generated by trypsin digestion of A β fibrils
第 56 回ペプチド討論会
東京医科歯科大学 (TMDU) M&D タワー2 階 鈴木章夫記念講堂, 東京
2019/10 (ポスター)

臼井健二、高坂翼、尾崎誠、富樫浩行、有本米次郎、裏鍛武史、大沢隆二、梅谷智弘
ペプチドによるカルシウム化合物のミネラルゼーションにおけるマイクロ波照射の影響
第 13 回日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム
産業技術総合研究所つくば中央共用講堂、茨城
2019/10 (ポスター)

横田晋一郎、臼井健二
プロテアーゼによるアミロイド線維の途中分解物を用いた材料応用への挑戦

神戸学院大学ポートアイランドキャンパス、兵庫
2019/12 (ポスター)

中田圭祐、臼井健二、富樫浩行、梅谷智弘
ナノバイオ反応生成物画像の空間周波数成分を用いた反応条件間における生成物の定量評価の検討
ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020
オンライン
2020/05 (ポスター、2019 年度終了時点では発表予定)

- ・ 研究費を使用して開催した国際研究集会
特になし (国内研究集会については上記の通り)
- ・ 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況
特になし

⑥ 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

なし

⑦ 研究成果の公開方法 (研究叢書の公刊、学術雑誌投稿など)

研究叢書の公刊を行う予定です。また関連研究では学術雑誌投稿も行っています。