

ANNUAL RESEARCH REPORT

Vol. 13

April 2020 - March 2021

研究成果報告書

第 13 卷

令和 2 年 4 月—令和 3 年 3 月



RESEARCH INSTITUTE FOR NANODEVICE AND BIO SYSTEMS
HIROSHIMA UNIVERSITY

広島大学 ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

Preface

The Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS) was founded on May 1, 2008 with the faculty members of the Department of Semiconductor Electronics and Integration Science and the Department of Molecular Biotechnology at the Graduate School of Advanced Sciences of Matter as well as the Graduate School of Biomedical Sciences. RNBS consists of four research divisions; (1) Nanointegration Research Division, (2) Integrated Systems Research Division, (3) Molecular Bioinformation Research Division, and (4) Nanomedicine Research Division.

The forerunner of this institute was The Research Center for Integrated Systems (RCIS) which was founded in 1986 as a ministerial ordinance. The center was reorganized 10 years later and The Research Center for Nanodevices and Systems (RCNS) was established in May, 1996.

It has been 35 years since the first RCIS was established by the first Director Dr. Masataka Hirose, Former Advisor of National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Former Professor Emeritus of Hiroshima University. We also would like to thank the first Associate Director, Prof. Mitsumasa Koyanagi, Tohoku University, and Dr. Yasuhiro Horiike, Fellow Emeritus, National Institute for Materials Science, specially appointed Professor of University of Tsukuba.

The research at RNBS has been focused on silicon integrated circuits, devices, processes and materials so that the significant research results have been achieved as one of the prominent research institute among the national universities. The RNBS plays important roles not only as a research laboratory but also as an education institute, where graduate students and under graduate students as well as postdoctoral researchers have been studying on the most advanced leading-edge technologies to become independent leading researchers who conduct their researches by themselves in future semiconductor industries. The reputations of the graduates from the RNBS have been extremely high in the semiconductor industries.

The RNBS has achieved numerous projects supported by Japanese and local governments such as Nanotechnology Platform, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Strategic Basic Research Programs (CREST), Development of Systems and Technology for Advanced Measurement and Analysis, Japan Agency for Medical Research and Development (AMED), Grant-in-Aid for Scientific Research (A) by the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS). The RNBS has also been selected as one of the members of the National University Research Institute and Research Center Council.

In April 2016, the Research Center of Biomedical Engineering (RCBE) was established in collaboration with the Institute of Biomaterials and Bioengineering at Tokyo Medical and Dental University, the Laboratory for Future Interdisciplinary Research of Science and Technology at Tokyo Institute of Technology, the Research Center for Nanodevice and Bio Systems at Hiroshima University, and the Research Institute of Electronics at Shizuoka University, with the support of the Minister of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan. The RCBE aims at promoting innovative researches in the field of biomedical engineering with strong network of these four institutes.

This annual report offers comprehensive information about the recent research activities and achievements at the RNBS to those who are engaged in the fields of advanced technologies. We hope this report will contribute to the mutual exchange of ideas and future progress of the researches on advanced integration of nanodevice and bio systems.

December 1, 2021



Akinobu Teramoto
Director
Research Institute for Nanodevice and Bio Systems
Hiroshima University, Japan

巻頭言

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は2008年5月1日に大学院先端物質科学研究科半導体集積科学専攻の研究グループと分子生命機能科学専攻の研究グループおよび大学院医歯薬学総合研究科、歯学部の研究グループの協力を得て学内措置で設立されました。これまでの半導体研究の実績に加えて、医学・医療との融合をめざした基盤技術の研究を推進するため、研究領域はナノ集積科学、集積システム科学、分子生命情報科学、集積医科学の4つからなっています。

本研究所の前身は文部科学省の省令センターとして1986年に設立された集積化システム研究センターです。1996年5月にはナノデバイス・システム研究センターが新たな省令センターとして改組設立されました。最初のセンター設立から22年目に本研究所を設立いたしました。

30年以上の実績を有するセンターは初代センター長の故廣瀬全孝先生(元産業技術総合研究所研究顧問、元広島大学名誉教授)をリーダーに、初代センター主任の小柳光正先生(元広島大学教授、現東北大学客員教授)、クリーンルーム立ち上げにご尽力いただいた堀池靖浩先生(元広島大学教授、現物質材料研究機構名誉フェロー、筑波大学数理物質系特命教授)をはじめとする諸先輩の努力の賜です。

広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は我が国の大学の中でもユニークな存在です。30年間一貫して、シリコン集積回路、デバイス、プロセス、材料の研究を続けており、この分野では国内でも有数の研究機関としてその研究成果を着実にあげてきました。さらに、我が国の半導体産業の将来を担う、学部学生、大学院生、博士研究員らの人材育成にも力を入れてきました。最先端技術の研究を通して、世界に発信できる研究者を育成すべく、学生、研究員が自ら研究を企画し、自立して研究開発を進める能力を持つことができるよう教育指導しており、その実績は産業界から高く評価されております。

これまでの研究実績として、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム、戦略的創造研究推進事業(CREST)、日本医療研究開発機構(AMED)医療分野研究成果展開事業、科学研究費助成基盤研究費(A)などの大型プロジェクトに採択されて、研究を加速推進しております。

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は、2016年4月に、文部科学大臣から全国共同利用・共同研究拠点「生体医歯工学共同研究拠点」の認定(2016-2021年度)を受け、東京医科歯科大学生体材料工学研究所、東京工業大未来産業技術研究所、静岡大学電子工学研究所とともに共同研究ネットワークを構築して、本研究所の強み・特色であるナノバイオ・メディカル・エレクトロニクス分野における革新的医療技術創出の拠点を構築します。

アニュアルリサーチレポートはナノデバイス・バイオ融合科学研究所の最近1年間の研究活動と研究成果の一端をまとめて、先端技術の研究・教育に携わる方々に最新情報を共有していただくために発行しています。このレポートが今後ともこの分野での研究交流の一助になれば幸いです。

2021年12月1日

広島大学
ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
所長 寺本 章伸

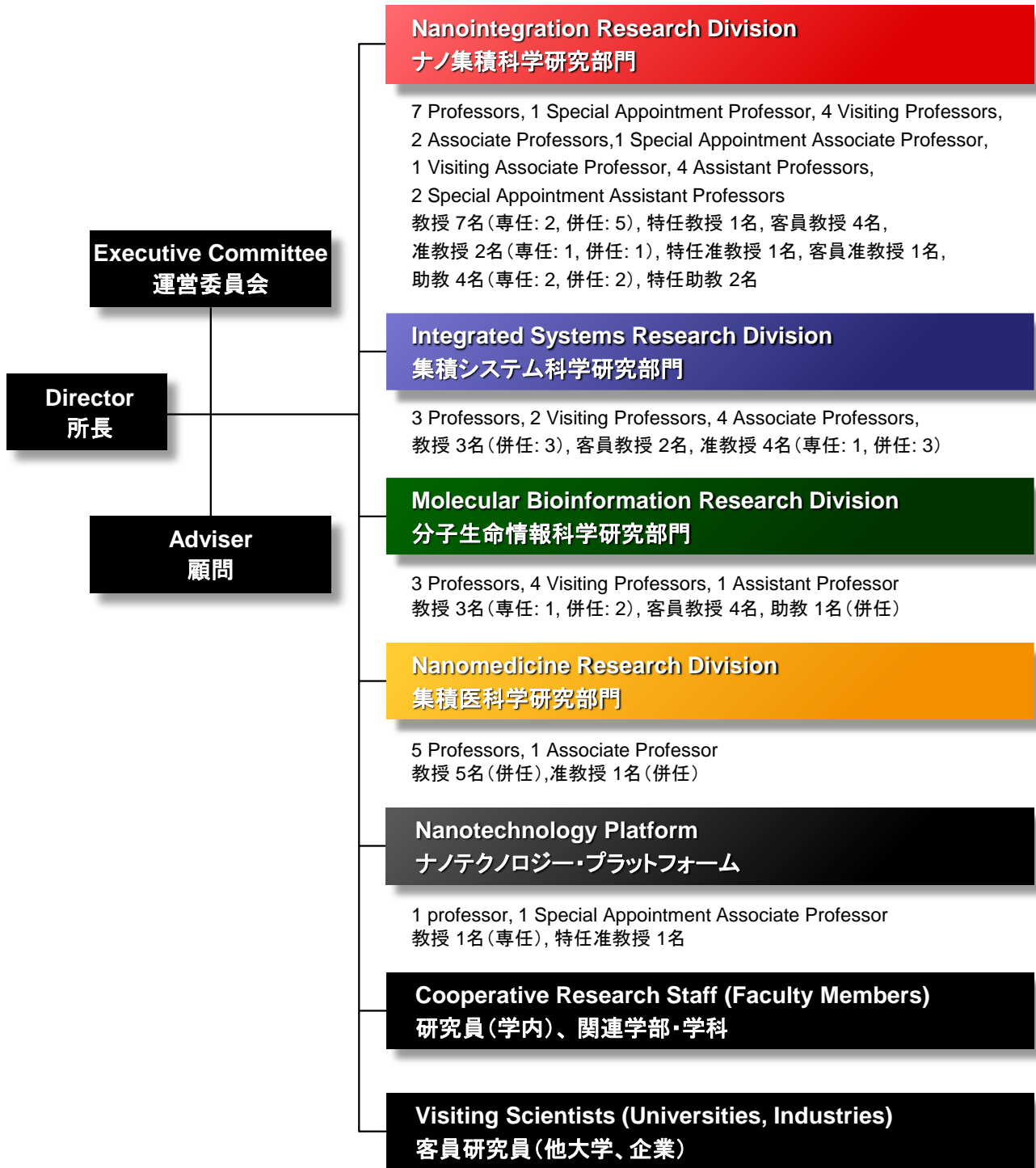
CONTENTS

Preface

1	Organization of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)	.....
2	Staff of RNBS	.....
3	Executive Committee Members of RNBS	.....
4	Research Divisions of RNBS	.....
4.1	Nanointegration Research Division	.....
4.2	Integrated Systems Research Division	.....
4.3	Molecular Bioinformation Research Division	.....
4.4	Nanomedicine Research Division	.....
5	Research Facilities of RNBS	.....
5.1	Super clean rooms	.....
5.2	Equipment for advanced devices and LSI fabrication	.....
5.3	Characterization and diagnostics equipment	.....
5.4	VLSI CAD environment	.....
6	List of Publications	.....
6.1	Advanced device, process, and material technologies for ULSI	.....
6.2	Technologies for intelligent systems	.....
6.3	Bioscience and technology	.....
6.4	Medical science and technology	.....
7	List of Forthcoming or Published Papers after April 2021	.....

1. Organization of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所組織



2. Staff of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所構成員

Nanointegration Research Division

ナノ集積科学研究部門

Seiichiro Higashi 東 清一郎	Director of RNBS and Professor 研究所長, 教授(併任)
Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Associate Director and Professor 副研究所長, 教授
Akinobu Teramoto 寺本 章伸	Professor 教授
Takamaro Kikkawa 吉川 公麿	Professor (Special Appointment) 特任教授
Yutaka Kadoya 角屋 豊	Professor 教授(併任)
Atsushi Ikeda 池田 篤志	Professor 教授(併任)
Yoshitake Takane 高根 美武	Professor 教授(併任)
Manabu Shimada 島田 学	Professor 教授(併任)
Anri Nakajima 中島 安理	Associate Professor 准教授
Shuhei Amakawa 天川 修平	Associate Professor 准教授(併任)
Tetsuo Tabei 田部井 哲夫	Associate Professor (Special Appointment) 特任准教授
Tadashi Sato 佐藤 旦	Assistant Professor 助教
Vuong Van Cuong ヴォーン ヴァン クォン	Assistant Professor 助教
Hiroaki Hanafusa 花房 宏明	Assistant Professor 助教(併任)

Yuri Mizukawa 水川 友里	Assistant Professor 助教(併任)
Tomomi Ishikawa 石川 智己	Assistant Professor (Special Appointment) 特任助教
Yoshiteru Amemiya 雨宮 嘉照	Assistant Professor (Special Appointment) 特任助教

Integrated Systems Research Division

集積システム科学研究部門

Minoru Fujishima 藤島 実	Professor 教授(併任)
Idaku Ishii 石井 抱	Professor 教授(併任)
Kazufumi Kaneda 金田 和文	Professor 教授(併任)
Tetsushi Koide 小出 哲士	Associate Professor 准教授
Tsuyoshi Yoshida 吉田 毅	Associate Professor 准教授(併任)
Toru Tamaki 玉木 徹	Associate Professor 准教授(併任)
Takeshi Takaki 高木 健	Associate Professor 准教授(併任)

Molecular Bio-information Research Division

分子生命情報科学研究部門

Masakazu Iwasaka 岩坂 正和	Professor 教授
Akio Kuroda 黒田 章夫	Professor 教授(併任)

Seiji Kawamoto
河本 正次

Professor
教授(併任)

Takeshi Ikeda
池田 丈

Assistant Professor
助教(併任)

Nanomedicine Research Division

集積医科学研究部門

Kazuaki Chayama
茶山 一彰

Professor
教授(併任)

Michihiro Hide
秀 道広

Associate Director and Professor
副研究所長, 教授(併任)

Hiroki Nikawa
二川 浩樹

Professor
教授(併任)

Koichi Kato
加藤 功一

Professor
教授(併任)

Kazuhiro Tsuga
津賀 一弘

Professor
教授(併任)

Yuhki Yanase
柳瀬 雄輝

Associate Professor
准教授(併任)

Nanotechnology Platform

ナノテクノロジープラットフォーム

Shin-Ichiro Kuroki
黒木 伸一郎

Professor
教授

Tetsuo Tabei
田部井 哲夫

Associate Professor (Special Appointment)
特任准教授

Visiting Professor

客員教授

Shin Yokoyama
横山 新

Visiting Professor
客員教授

Yuji Miyahara 宮原 裕二	Visiting Professor 客員教授
Takashi Ito 伊藤 隆司	Visiting Professor 客員教授
Hiroshi Ohki 大木 博	Visiting Professor 客員教授
Seiichi Miyazaki 宮崎 誠一	Visiting Professor 客員教授
Ryo Miyake 三宅 亮	Visiting Professor 客員教授
Shigeto Yoshida 吉田 成人	Visiting Professor 客員教授
Koichi Ito 伊藤 公一	Visiting Professor 客員教授
Takeshi Tanaka 田中 武	Visiting Professor 客員教授
Katia Zheleva Vutora	Visiting Professor 客員教授
Hideki Murakami 村上 秀樹	Visiting Associate Professor 客員准教授

Researchers

研究員

Kyouji Mizuno 水野 恭司	Researcher, Nanotechnology Platform ナノテクノロジープラットフォーム研究員
Tatsuya Meguro 目黒 達也	Researcher 研究員
Lia Aprilia	Researcher 研究員
Shinji Yamada 山田 真司	Research Associate 教育研究補助職員
Kazushi Okada 岡田 和志	Research Associate 教育研究補助職員

Advisory Board

顧問

Masataka Hirose 廣瀬 全孝	Professor Emeritus, Hiroshima University 広島大学名誉教授
--------------------------	--

Visiting Staff

客員スタッフ

Hirofumi Fukumoto 福本 博文	Visiting Scientist, Asahi Kasei Corporation 客員研究員, 旭化成(株)
Tomonori Maeda 前田 知徳	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Seiji Ishikawa 石川 誠治	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Hiroshi Sezaki 瀬崎 洋	Visiting Scientist, Phenitec Semiconductor Corporation 客員研究員, フェニテックセミコンダクター(株)
Hirofumi Tanaka 田中 博文	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Jun Kamata 鎌田 潤	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Yasuhisa Kayaba 茅場 靖剛	Visiting Scientist, Mitsui Chemicals Incorporated 客員研究員, 三井化学(株)
Takeshi Kumaki 熊木 武志	Visiting Scientist, Department of VLSI System Design, College of Science & Engineering, Ritsumeikan University 客員研究員, 立命館大学理工学部電子情報デザイン学科
Kenji Sakamoto 坂本 憲児	Visiting Scientist, Center for Microelectronic System, Kyusyu Institute of Technology 客員研究員, 九州工業大学マイクロ化総合技術センター
Akihiro Toya 外谷 昭洋	Visiting Scientist, Kure National College of Technology 客員研究員, 呉工業高等専門学校
Hiromasa Watanabe 渡邊 礼方	Visiting Scientist, Sharp Takaya Electronic Industry Corporation 客員研究員, シャープタカヤ電子工業(株)
Atsushi Iwata 岩田 穆	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック

Yositaka Murasaka 村坂 佳隆	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Takafumi Ohmoto 大本 貴文	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Toshifumi Imamura 今村 俊文	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Tomoaki Maeda 前田 智晃	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Masahiyo Ono 小野 将寛	Visiting Scientist, Sharp Corporation 客員研究員, (株)エイアールテック
Yoshihiro Masui 升井 義博	Visiting Scientist, Hiroshima Institute of Technology 客員研究員, 広島工業大学
Kazuyoshi Nishino 西野 和義	Visiting Scientist, Shimadzu Corporation 客員研究員, (株)島津製作所
Hang Song 宗 航	Visiting Scientist 客員研究員, 天津大学

Supporting Staff

支援スタッフ

Kiyokazu Waki 和木 清一	Finance Affairs 財務担当
Naoko Matsuoka 松岡 直子	General Affairs 総務担当
Chiaki Ashihara 葦原 千秋	Office Assistant 事務補佐員
Naoko Nakatani 中谷 尚子	Office Assistant 事務補佐員
Junko Hinohara 樋原 純子	Office Assistant 事務補佐員
Izuko Kushida 串田 何子	Office Assistant 事務補佐員

3. Executive Committee Members of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所運営委員会委員

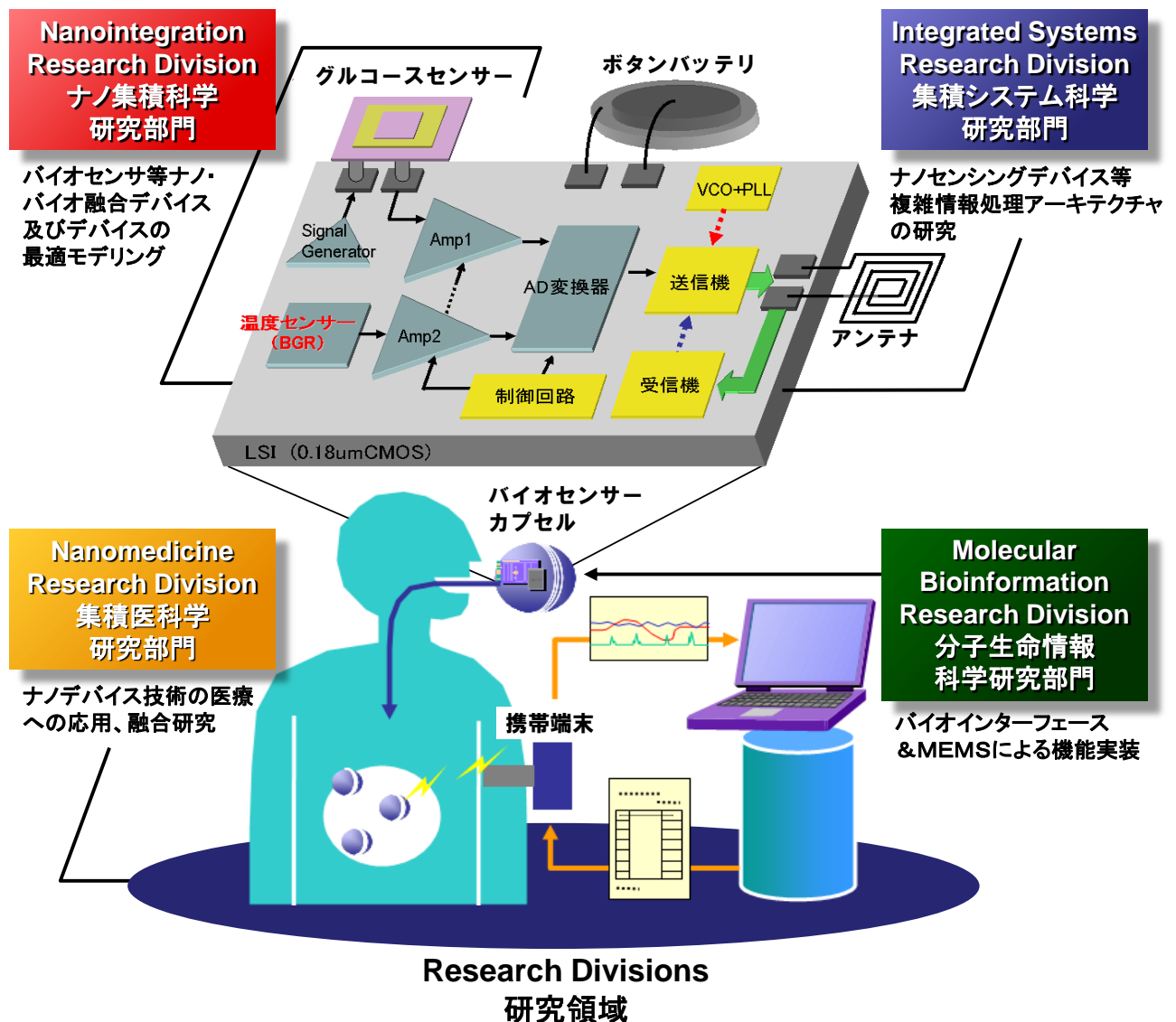
Seiichiro Higashi 東 清一郎	Director and Professor 研究所長・教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Michihiro Hide 秀 道広	Associate Director and Professor 副研究所長・教授	Graduate School of Biomedical Sciences 医歯薬保健学総合研究科(医)
Masakazu Iwasaka 岩坂 正和	Professor 教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Akinobu Teramoto 寺本 章伸	Professor 教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Yutaka Kadoya 角屋 豊	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Minoru Fujishima 藤島 実	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Yositake Takane 高根 美武	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Akio Kuroda 黒田 章夫	Professor 教授	Graduate School of Advanced Sciences of Matter 先端物質科学研究科
Toshikazu Ekino 浴野 稔一	Professor 教授	Graduate School of Integrated Arts and Sciences 総合科学研究科
Yoshihiro Kuroiwa 黒岩 芳弘	Professor 教授	Graduate School of Science 理学研究科
Idaku Ishii 石井 抱	Professor 教授	Institute of Engineering 工学研究院
Hiroki Nikawa 二川 浩樹	Professor 教授	Graduate School of Biomedical Sciences 医歯薬保健学総合研究科(歯)
Koichi Kato 加藤 功一	Professor 教授	Graduate School of Biomedical Sciences 医歯薬保健学総合研究科(歯)
Anri Nakajima 中島 安理	Associate Professor 准教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
Tetsushi Koide 小出 哲士	Associate Professor 准教授	RNBS ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

4. Research Divisions of Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS)

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所の研究領域

The Research Institute for Nanodevice and Bio Systems was founded on May 1, 2008, aiming to develop the fundamental technologies necessary to achieve global excellence in electronic and bio integrated sciences for preventive medicine and ubiquitous diagnoses on early stages of illnesses in the future advanced medical-care society beyond the present information society. The research field includes Nanointegration, Integrated Systems, Molecular Bioinformation and Nanomedicine.

ナノデバイス・バイオ融合科学研究所は情報化社会の先にある高度医療保障社会に向けた、予防医学やユビキタス病気早期診断を実現するためのエレクトロニクスとバイオテクノロジーの集積科学基盤技術を開発するグローバルな教育研究拠点を構築することを目的として設立された。研究領域はナノ集積科学、集積システム科学、分子生命情報科学、集積医科学の4つからなる。




4.1 Nanointegration Research Division

ナノ集積科学研究部門

At the Nanointegration Research Division, we focus the research on nanodevices, fabrication processes, nanointegration, nano-bio integration devices, photonic devices, nano-quantum devices, thin film devices, nanodevice modeling and functional materials. The outlines of researches at the Nanointegration Research Division are as follows.

ナノ集積科学研究部門では、ナノデバイス、プロセス、ナノインテグレーション、ナノバイオ融合デバイス、フォトニックデバイス、ナノ量子デバイス、薄膜デバイス、ナノデバイスモデリング、機能性材料等に関する研究を行っている。ナノ集積科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。

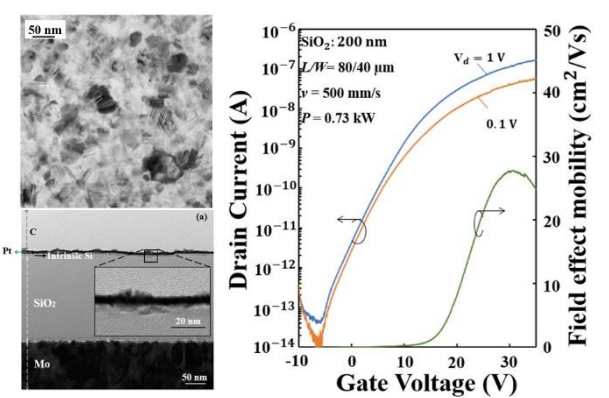


大気圧プラズマジェット誘起ミリ秒 SPC シリコン膜を用いたボトムゲート型トランジスタ作製技術
Fabrication of Bottom Gate Thin Film Transistors based on Millisecond Solid Phase Crystallized Silicon Films induced by Thermal Plasma Jet Irradiation

教授 東 清一郎 (併任) Prof. Seiichiro Higashi


絶縁性基板上におけるシリコン薄膜のミリ秒固相結晶化 (SPC) 過程をその場観察技術により明らかにするとともに、ボトムゲート型薄膜トランジスタ (BG TFT) のチャンネルに適用した結果、 $28\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ の高い移動度を小さなバラつきで得られることが明らかになった。

Phase transformation of amorphous silicon films in millisecond solid phase crystallization (SPC) has been clarified on the basis of an *in-situ* observation technique and application of the films to bottom gate thin film transistors (BG TFTs) has been investigated. TFTs with a high field effect mobility of $28\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ have been successfully fabricated with a very small characteristics variation.



(左上) ミリ秒 SPC シリコン薄膜の平面 TEM 像、(左下) BG TFT チャンネル部の断面 TEM 像、(右) ミリ秒 SPC シリコン膜を用いた BG TFT の伝達特性

(left top) Planar TEM image of millisecond SPC silicon film. (left bottom) Cross-sectional TEM image of BG TFT channel. (right) Transfer characteristics of BG TFT fabricated with millisecond SPC silicon film.

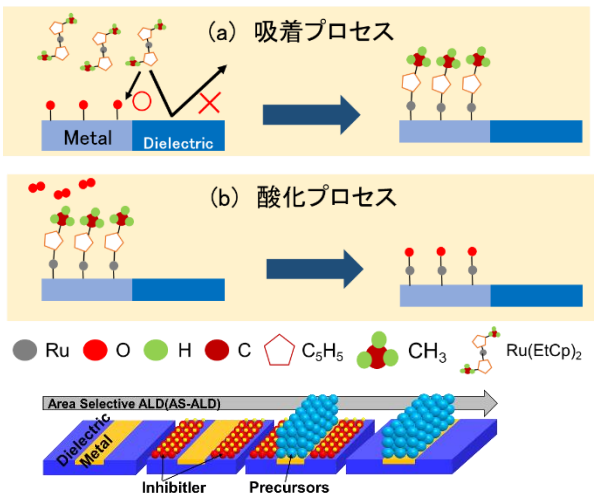


高集積デバイスのための選択成長技術
Selective Film Formation for ULSI

教授 寺本章伸
 Prof. Akinobu Teramoto

選択成長プロセスの研究を行っています。Isopropyl Alcohol (IPA) は Cu の自然酸化膜を還元するとともに、Cu 上と Cu 酸化物上で異なる堆積物を形成することが明らかになりました。Atomic Layer Deposition (ALD) の前処理として有能な技術です。

We study the area selective thin film formation for the miniaturizing pattern size in LSI. Isopropyl Alcohol (IPA) can reduce Cu oxide to Cu, and the different materials are remained on Cu and Cu oxide. This method is useful for the pretreatment of Atomic Layer Deposition (ALD).



(a) 吸着プロセス
 (b) 酸化プロセス

Area Selective ALD (AS-ALD)

選択成長: 下地材料の違いによって成膜特性が異なる
 Selective film formation: Film growth depends on the surface material to be deposited.

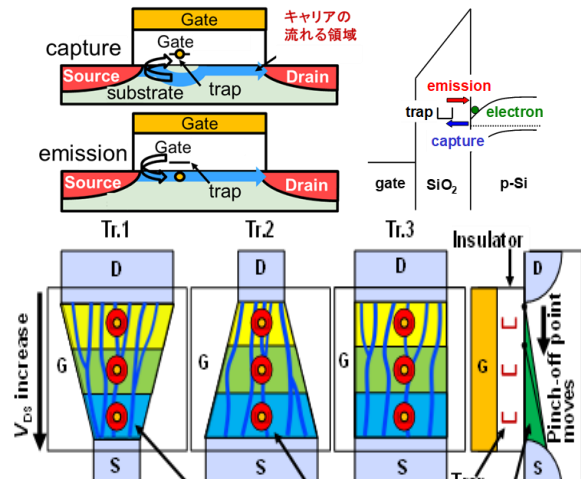


MOSFET の低周波雑音に関する研究 Study of Low Frequency Noise in MOFETs

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto

MOSFET の低周波雑音に関する研究を行っています。アレイ状のテストパターンにより、多数の MOSFET のデータを短時間に測定し、統計的に雑音特性を評価します。パターン形状を変化させて評価した結果、チャンネルが形成されている範囲でゲート幅が最も小さい箇所が最も大きい影響を与えていることがわかってきました。

We study the low frequency noise in MOSFETs. By using the array test circuit, large amount of MOSFETs can be measured in very short time. It was found that RTN is dominated by traps at the minimum gate width in the channel formed under each of operating bias conditions.



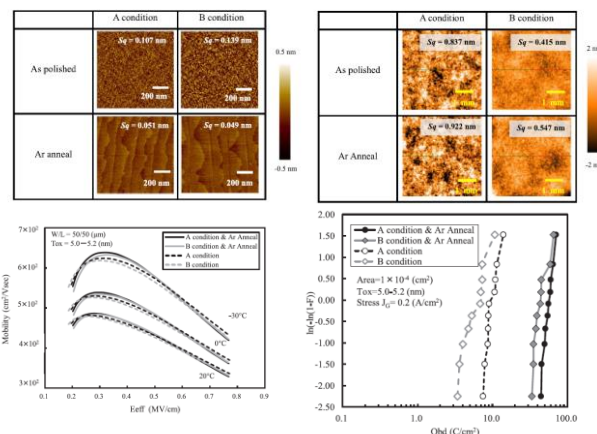
チャンネルの形状を変化させ、雑音を誘起するトラップの解析を行った
Schematic illustrations of the model of transistor channel and effect of traps under various V_{DS} .

Si 表面のマイクロラフネスの半導体デバイス特性に対する影響 Influence of Silicon Surface Roughness on Semiconductor Device Characteristics

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto

Si ウェーハの研磨方法を変えて、表面のマイクロラフネスを変化させた。さらに、Ar 雰囲気下でアニールすることにより、原子オーダーで平坦な表面を作製し、MOSFET を試作した。原子オーダー平坦化は電子移動度、ゲート絶縁膜の信頼性向上に効果がある他、ラフネスの空間的周期がデバイス特性に影響することも明らかにした。

We study the influence of silicon surface roughness on semiconductor device characteristics. The surface micro-roughness was controlled by the wafer polishing and atomically flat surface was obtained by the Ar annealing. The electron mobility of MOSFET and the reliability of gate oxide can be improved by the atomically flat interface. In addition, the spatial period influences the characteristics.



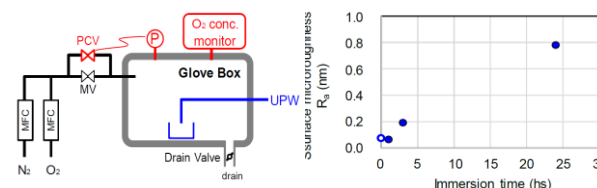
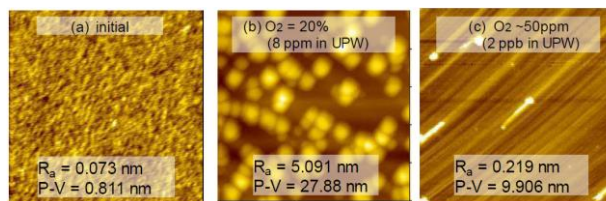
Si 表面の平坦性を変化させ MOSFET の電気的特性評価を行った
The electrical characteristics were evaluated for the Si wafers with various surface roughness.

O₂ 濃度を抑制したウェット洗浄の Si(110) 面への適用 Applying Low O₂ Concentration Wet Cleaning to Si (110) Surface

教授 寺本章伸
Prof. Akinobu Teramoto

FinFET において、チャンネルの大部分を占める側壁面を構成することになる Si(110)面は、これまで用いてきた Si(100)面に比べるとラフネスが増加しやすい。そこで、ウェット洗浄中の O₂ 濃度を制御して、表面ラフネスの評価を行った。雰囲気 O₂ 濃度を 100ppm 以下にすれば、ラフネスの増加が抑制できることを示した。

Si(110) surface appears of the side wall of FinFET, and its surface roughness is easier increased than Si(100), which is conventionally used for the planer MOSFETs. We evaluated the dependence of the surface roughness on O₂ concentration in wet cleaning ambience. The surface roughness can be suppressed by reducing the O₂ concentration less than 100 ppm in the ambience.



ウェット洗浄中の O₂ 濃度を制御して、Si(110)面のウェーハ表面ラフネス評価を行った
The surface roughness of Si(110) surface was evaluated for various O₂ concentration ambience in wet cleaning.

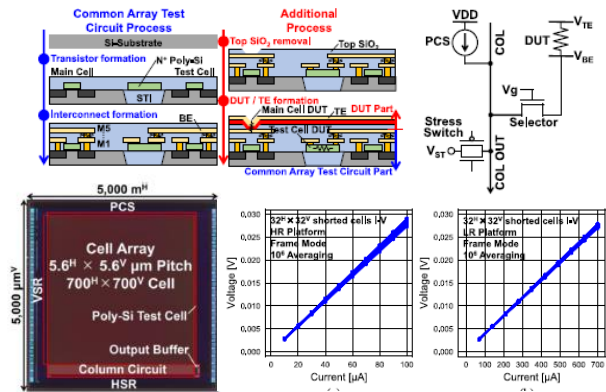


新規メモリのための抵抗評価プラットフォーム
Resistance Measurement Platform for Statistical Analysis of Emerging Memory Materials
 教授 寺本章伸
 Prof. Akinobu Teramoto

新規メモリ評価のための抵抗評価を行うためのプラットフォームを開発した。CMOS 回路を含む周辺部分を試作した後、配線工程で、金属-新規材料-金属のスタック構造を最後に形成することで短期間で試作でき、大量のデータを取得できる。

We developed Resistance Measurement Platform for Statistical Analysis of Emerging Memory Materials.

At first the common peripheral circuits including CMOS region are fabricated, and only the target material and top electrode fabricates can be fabricated for the evaluation. We can fabricate the target structures in very short period and can get enough data in many samples.



新しい Array 状のテスト回路を構成することにより、短期間で大量の新規メモリ評価が可能となった

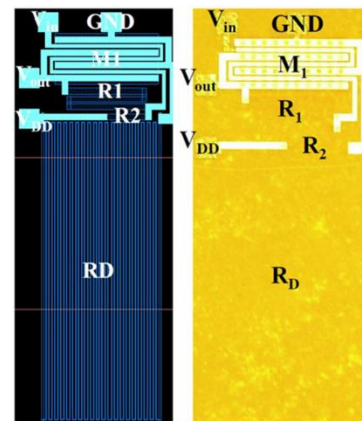
By constructing the newly developed array test circuit, enough data of emergency resistance material can be obtained in very short period.



シリコンカーバイド極限環境エレクトロニクス
Silicon Carbide Harsh Environment Electronics
 教授 黒木伸一郎
 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド (SiC) 半導体を用いた極限環境用集積回路の研究を進めている。耐放射線、耐高温化の研究を進め、また集積回路化の研究を進めている。本研究はスウェーデン王立工科大学、量研機構、産総研およびフェニテックセミコンダクター(株)との共同研究として進めている。本成果は Jpn. Jour. Appl. Phys. 誌などに掲載された。

Research on SiC harsh environment electronics has been carried out. 4H-SiC Trench nMOSFETs with low parasitic capacitance were suggested and demonstrated. By this structure, short-channel effects are suppressed. This research is carried out under the collaboration with KTH Royal Institute of Technology, Sweden, QST, AIST and Phenitec Semiconductor Co. Ltd., Japan.

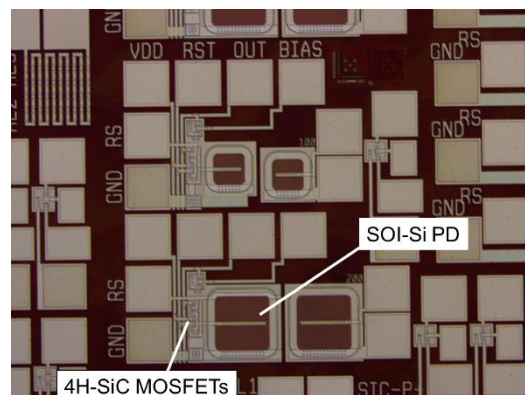


4H-SiC 1 段アンプ回路
 4H-SiC Single-Stage Amplifier Circuits.

SiC 半導体と SOI 基板による耐放射線イメージセンサの研究
SiC Radiation-Hardened Image Sensors
 教授 黒木伸一郎
 Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド (SiC) を用いた耐放射線イメージセンサの研究を進めた。3つの SiC MOSFETs と1つの Si フォトダイオードを1画素としている。出力信号を増加させるために、デバイス構造の検討を進めている。本研究は産総研、量研機構との共同研究として進めている。

SiC pixel devices with SOI wafer and 4H-SiC had been developed. For high output signal, we continue the designing and prototyping. This research has been carried out under the collaboration with AIST and QST, Japan.



4H-SiC/ SOI-Si 耐放射線ハイブリッド画素デバイス
 4H-SiC/ SOI-Si hybrid pixel device for Rad-Hardened image sensor.



フル SiC 耐放射線 UV イメージセンサの研究

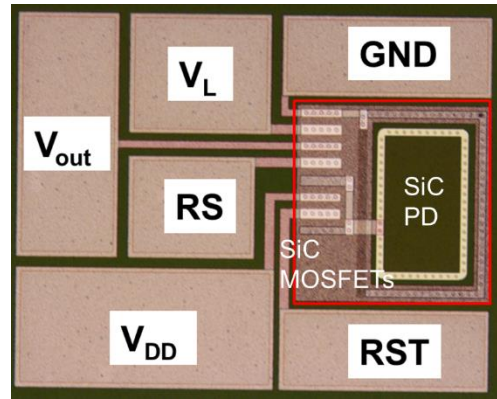
Radiation-Hardened Full-SiC UV Pixel Devices

教授 黒木伸一郎

Prof. Shin-Ichiro Kuroki

今後のデブリ取り出しなどを見据え、フォトダイオードも SiC で作製したフル SiC UV(紫外光)イメージセンサを提案し、実証研究を進めている。3 MGy 以上のガンマ線照射後も駆動可能であることを示した。本研究は産総研、量研機構との共同研究として進めている。

Full SiC pixel devices for a radiation hardened UV image sensors had been demonstrated. These results were reported at ICSCRM2019. This research has been carried out under the collaboration with AIST and QST, Japan.



フル 4H-SiC UV ピクセルデバイス(1 画素デバイス)
Full 4H-SiC pixel device for Rad-Hardened UV image sensor.

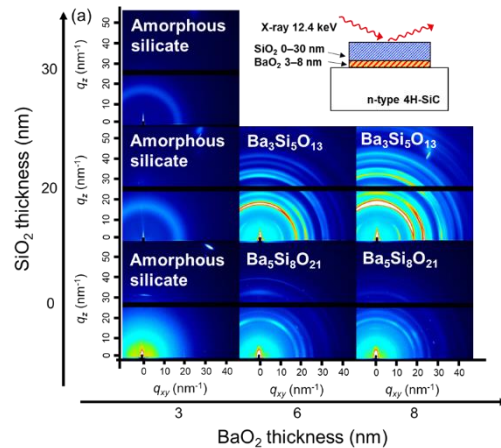
4H-SiC MOSFETs へのガンマ線照射効果 Gamma-Ray Exposure Effects on 4H-SiC MOSFETs

教授 黒木伸一郎

Prof. Shin-Ichiro Kuroki

シリコンカーバイド (SiC) MOSFETs の反転層移動度向上技術として MOS 界面への BaO 導入の研究を進めた。MOS 界面での Ba シリケート構造を 2D X 線測定等により明らかにした。本成果は Materials Science in Semiconductor Processing 誌などに掲載された。この研究はフェニテックセミコンダクター社、SPring8 などとの共同研究である。

BaO thin films are introduced to 4H-SiC MOS interface for enhancing carrier mobility. The crystallinity of Ba silicate was discussed with the results of 2D XRD. This research has been carried out under the collaboration with Phenitec Semiconductor Co. Ltd., and SPring8, Japan.



Ba 添加 4H-SiC MOS 構造での Ba シリケート結晶構造解析
Crystallinity of Ba silicate in 4H-SiC MOS structure.

4H-SiC 上のオーミック電極の高温信頼性評価

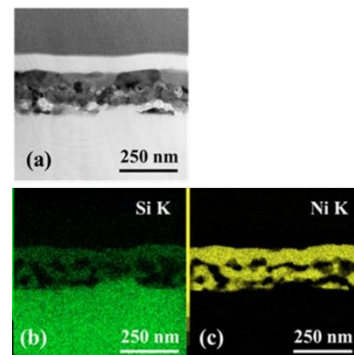
High-Temperature Reliability of Ni/Nb Ohmic Metals on 4H-SiC

教授 黒木伸一郎

Prof. Shin-Ichiro Kuroki

4H-SiC 上のオーミック電極の高温信頼性評価を進めています。特に CF₄:O₂ プラズマ処理による信頼性向上技術などを確立しました。これらの成果は Jpn. Jour. Appl. Phys. などで発表しました。本研究はフェニテックセミコンダクター社、SPring8、東北大学などとの共同研究である。

400°C High temperature reliability of ohmic contacts on 4H-SiC has been investigated. CF₄:O₂ plasma treatment has been applied for enhancing the reliability. The results were reported at Jpn. Jour. Appl. Phys. This research has been carried out under the collaboration with Phenitec Semiconductor Co. Ltd., SPring8, and Tohoku University.



4H-SiC 上の NiNb シリサイド・オーミックコンタクトの EDX 像(元素分布性)
EDX images of NiNb silicide on 4H-SiC after 400°C, 100 hours aging.

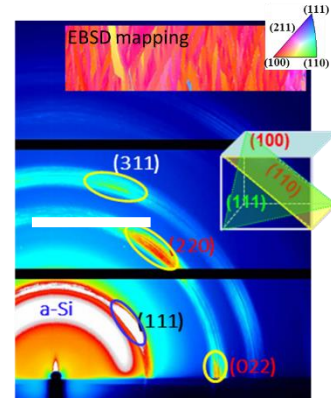


レーザ結晶化による Si(100)薄膜形成
Si(100) Thin Film Formation Using Laser Crystallization

黒木伸一郎
Prof. Shin-Ichiro Kuroki

高性能シリコン薄膜トランジスタ実現のために、レーザ照射による Si(100)薄膜の形成の研究を進めている。Si(100)3軸が揃ったレーザ照射条件を見出すことに成功した。これらの成果は Jpn. Jour. Appl. Phys.などで発表しました。本研究は Hanoi National University of Education (HNUE)との共同研究として進めている。

For high performance Si thin film transistors, Si(100) formation using laser crystallization has been investigated. Crystallinity condition map for (100), (211), and other crystal orientation, and the results were reported at Jpn. Jour. Appl. Phys. This research has been carried out under the collaboration with Hanoi National University of Education (HNUE).



レーザ結晶化による Si(100)面制御: EBSD 像と 2D-XRD 像
Si(100) thin film formation using continuous wave laser crystallization : EBSD mapping and 2D-XRD.



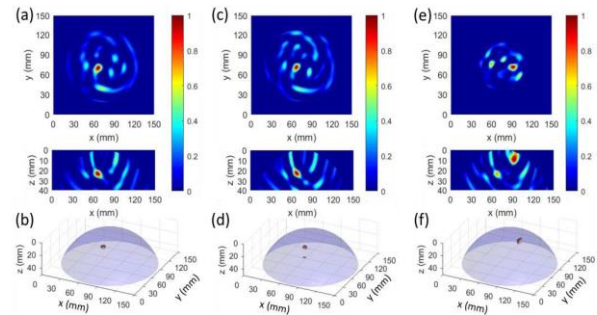
マイクロ波イメージング表面散乱除去法
Surface Clutter Suppression Method for Microwave Breast Imaging

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

乳癌をマイクロ波を使ってイメージングする技術において、人体表面からの散乱波を除去するアルゴリズムを開発した。16個のアンテナアレイを乳房表面で360度回転させ、受信波の相関が高い波形を選択し、L2 正則を導入した適応フィルターで2段階表面クラッター除去法を開発した。

A Two-Stage Rotational Surface Clutter Suppression Method for Microwave Breast Imaging with Multistatic Impulse-Radar Detector was developed.

(IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2020.)



マイクロ波イメージング: (a)(b)2 段階表面クラッター除去法 (TSR) (c)(d)ウィーナーフィルター法 (rWF) (e)(f)エントロピーウィーナーフィルター法 (rEWF)

Imaging results of patient trial by different methods. TSR: (a) Confocal image of x-y and x-z cross sections. (b) 3-Db image. rWF: (c) Confocal image of x-y and x-z cross sections. (d) 3-D image. rEWF: (e) Confocal image of x-y and x-z cross sections.

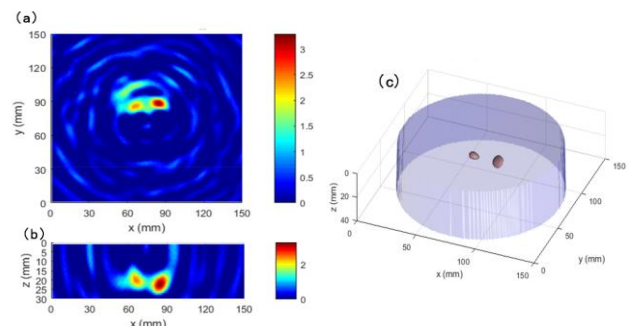
CMOS インパルスレーダー集積回路
CMOS Gaussian Monocycle Pulse Transceiver for Radar Imaging

教授 吉川公麿 (特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

マイクロ波イメージングのためにガウシアンモノサイクルパルスを用いたシングルチップレーダー送受信機 CMOS 半導体集積回路を開発した。CMOS-LSI を実装したレーダーモジュールで近傍界における間隔 10mm で配置された大きさ 10mm の 2 個のターゲットを分離描画できた。

A single chip Gaussian monocycle pulse transceiver CMOS-LSI for radar-based microwave imaging was developed. The GMP transceiver module can differentiate two phantom targets with the size of 10 mm and the spacing of 10 mm in the near field.

(IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 2020)



この集積回路によるレーダーシステムで描画した 2 個のターゲットの共焦点画像 (a)平面図 (b)断面図 (c)3 次元透視図

Confocal images of two phantom targets. (a) Planview of the maximum confocal image. (b) Cross section image of the maximum confocal image. (c) Three dimensional image of two phantom targets.



マイクロ波乳房イメージングシステム
Microwave Breast-Imaging Detection System

教授 吉川公麿(特任)
Prof. Takamaro Kikkawa

携帯型マイクロ波乳房イメージングシステムを開発し、広島大学病院で臨床試験を実施した。開発したシステムは米国電気電子学会マイクロウェーブマガジンの2020年5月号Advances in Microwave Near-Field Imaging 特集に掲載された。

The hand-held breast-tumor detector was developed. The clinical tests were conducted by medical doctors at Hiroshima University Hospital. The detector was appeared in Advances in Microwave Near-Field Imaging. (IEEE Microwave Magazine, May 2020)



(a)



(b)

雑誌に掲載された携帯型乳癌検出装置の写真 (a)検出装置の分解図 (b)ボランティア(男子学生)によるデモンストレーション

(a) A diagram of the system. (b) The system being used on a volunteer.

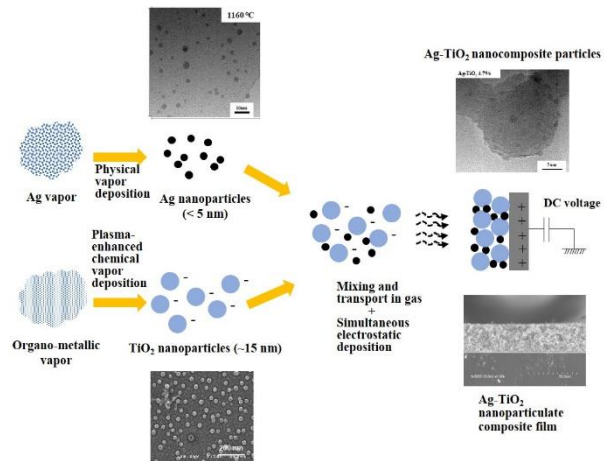


ナノ物質の堆積による材料創製と表面汚染
Preparation of Materials and Surface Contamination by Deposition of Nanoobjects

教授 島田 学(併任)
Prof. Manabu Shimada

ナノサイズのクラスター・粒子状物質を合成し、ガス中に浮遊、堆積させて、有用な構造・組成をもつ薄膜、粒子、およびそれらの複合物を創製する研究を行っている。ナノサイズ物質が汚染物質として表面付着したときの影響も検討している。

Preparation of thin-films, particles, and their composites having useful structure and composition is being studied by synthesizing nano-sized clusters and particulate matter suspended in gases and depositing them in the gas phase. The effects of surface deposition of nanoobjects as contaminants are also being investigated.



光触媒性能の向上を目指した銀-チタニア複合粒子・空隙薄膜のワンステップ気相作製手法

One-step gas-phase method for preparing Ag-TiO₂ composite porous thin film pursuing improved photocatalytic performance.

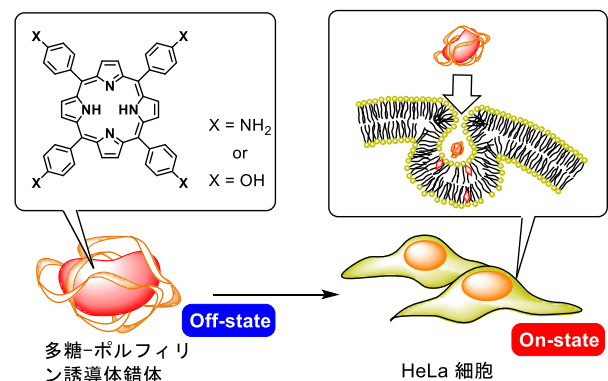


Turn-on 型光線力学治療薬
Turn-on Photodynamic Therapy Reagent

教授 池田篤志(併任)
Prof. Atsushi Ikeda

細胞内で蛍光および光線力学活性が“Turn-on”となる光線力学治療薬を開発した。そのメカニズムは多糖錯体内で自己失活していたものが、細胞膜内で孤立分散してポルフィリン誘導体の活性が復活することによることが明らかになった。

We developed photodynamic therapy reagents which were observed “turn-on” fluorescence and photodynamic activity in the cells. The mechanism was because porphyrin derivatives change from inactivation of self-aggregation in polysaccharides to activation of monodispersion in cell membranes.



多糖-ポルフィリン誘導体錯体中、オフ状態から HeLa 細胞中、オン状態への変化の模式図

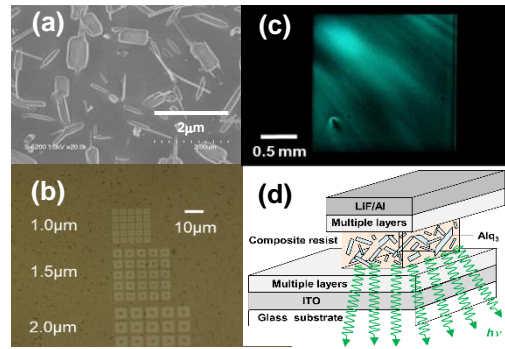
Schematic image of the change from off-state in polysaccharide-porphyrin complex to on-state in HeLa cells.



ナノスケール有機 EL デバイスのための Alq₃ 混合電子線レジスト
Alq₃-Containing Electron Beam Resists
Nanometer-Scale for Organic EL Devices
 准教授 中島安理
 Assoc. Prof. Anri Nakajima

電子線レジストに導電性の発光性有機分子を混合する事により、露光と現像のみの簡単なプロセスを用いて、ナノメートルスケールで基板面内方向のサイズと位置を制御した有機 EL デバイスを実現するための技術を開発しました。本成果は ACS Applied Nano Materials に掲載されました。

A simple method only using electron beam (EB) exposure and development was developed for fabricating current-drivable light-emitting organic devices with lateral sizes and positions on the nanometer scale. The method uses light emitting molecular-incorporated EB organic resists. (ACS Applied Nano Materials 2020)



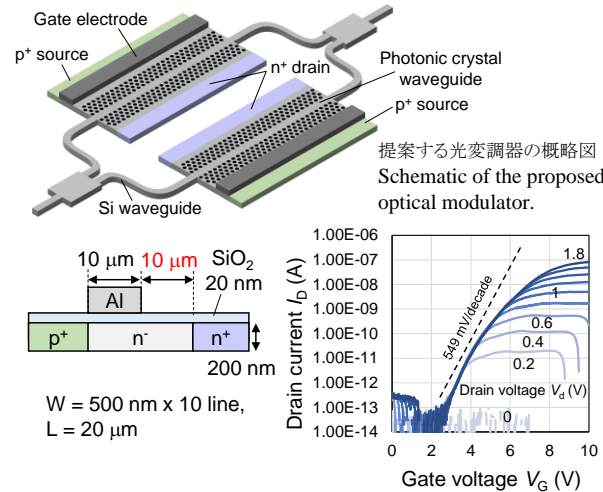
Alq₃ 混合電子線レジストの(a)薄膜の SEM 像、(b)電子線露光及び現像後のドット構造発光層の光学顕微鏡像、(c)薄膜構造からのエレクトロルミネッセンス(EL)、(d)ナノサイズ有機 EL デバイスの概観 (a) SEM image of a thin film, (b) optical microscopy image of dot structure after electron beam exposures and development, (c) electroluminescence (EL) from a thin film, (d) schematic image of a nanosize EL device. These structures use Alq₃-containing EB resist.



トンネル電界効果トランジスタを用いた極低電圧シリコン光変調器の研究
Ultralow Drive Voltage Si Optical Modulator Using Tunnel Field-Effect Transistor
 准教授 田部井哲夫(特任)
 Assoc. Prof. Tetsuo Tabei

トンネル電界効果トランジスタ(TFET)を利用した、極低電圧駆動シリコン光変調器の研究を行っている。現在は変調素子として使用する n チャネル及び p チャネルシリコン TFET の試作を行い、その構造及び作製プロセスの最適化を進めている。

We study an ultralow drive voltage silicon optical modulator using a tunnel field effect transistor (TFET). Currently, we are proceeding with an optimization of the structure and fabrication process of n-channel and p-channel silicon TFETs used as optical modulators.



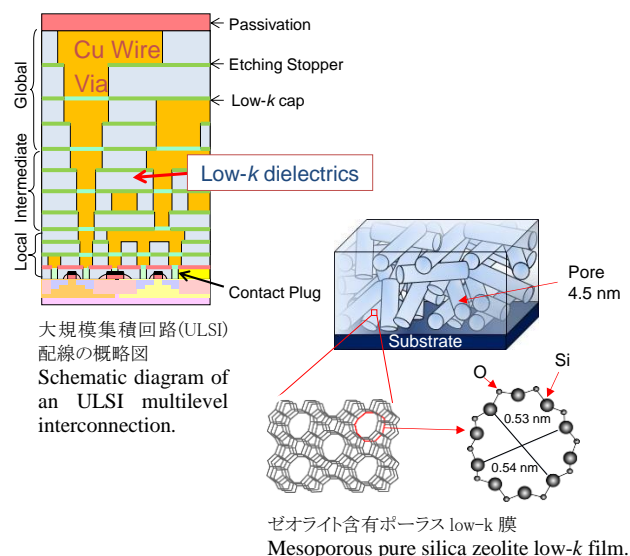
試作した n 及び p チャネル TFET のドレイン電流 (I_D) - ゲート電圧特性 (V_G)
 Drain current (I_D) vs. gate voltage (V_G) characteristics of fabricated n-channel and p-channel TFET.



ULSI 配線のためのゼオライト含有低誘電率膜
Mesoporous Pure Silica Zeolite Low-k Films for ULSI Interconnections
 助教 佐藤 旦
 Assist. Prof. Tadashi Sato

シリコン MOS トランジスタの微細化に伴う大規模集積回路(ULSI)の配線遅延問題に対し、Cu 配線と低誘電率膜 (low-k 膜)の配線技術の確立は重要な課題である。配線構造を加工する際に生じる課題を克服するために、ゼオライトを含んだ low-k 膜を開発する。

Low dielectric constant (Low-k) materials have been applied as the interlayer dielectric in the interconnection of ultra-large-scale-integrated-circuits (ULSIs), used for high speed signal processing. We are developing mesoporous pure silica zeolite Low-k Films.



大規模集積回路(ULSI)配線の概略図
 Schematic diagram of an ULSI multilevel interconnection.

ゼオライト含有ポーラス low-k 膜
 Mesoporous pure silica zeolite low-k film.

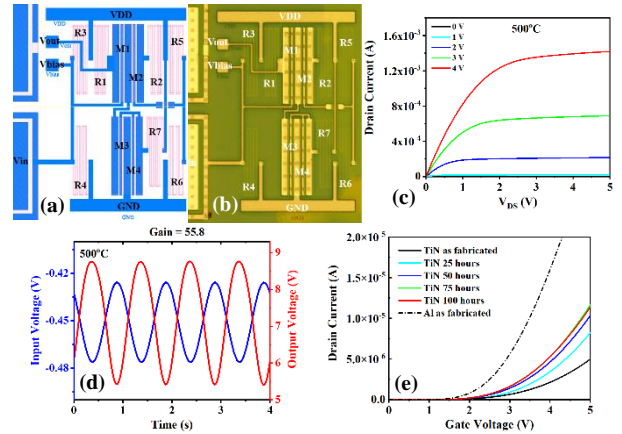


極限環境用 4H-SiC 電子回路の研究
Electronic Circuits Based on 4H-SiC for Harsh Environment Applications

助教 ヴォーン ヴァン クオン
Assist. Prof. Vuong Van Cuong

高温・高放射線環境下用途の SiC 集積回路について、作製工程、デバイス技術、設計、信頼性などの研究を行っている。

My current research topic is SiC integrated electronic circuits for high temperature and high radiation environment applications, including fabrication process and device technologies, design, and reliabilities.



4H-SiC MOSFET 差動増幅器 (a)マスクレイアウト (b)光学顕微鏡像 (c)500°Cでの動作特性 (d)増幅特性 (e)400°Cでの再現性 Differential Amplifier based on 4H-SiC MOSFET with (a) mask layout, (b) optical image, operation at 500°C of (c) 4H-SiC MOSFET, (d) amplifier, and (e) reliability at 400°C

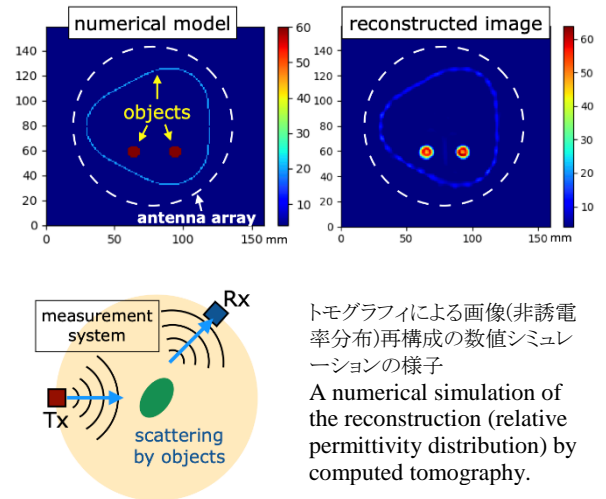


マイクロ波イメージングの研究
Microwave Imaging

助教 石川智己(特任)
Assist. Prof. Tomomi Ishikawa

マイクロ波映像法(MWI)に関するアルゴリズムの研究を行っている。MWI では電磁波を照射、対象物体で散乱、そして受信アンテナで得られたデータから物体の形状、電気的性質を得る。特に乳がん検診への応用を目指し、必要となる計算アルゴリズムの開発や計算の高速化、並びに実用性の検証を行っている。

Microwave imaging and its computing algorithms are studied. Our research includes code development of the imaging using Computed Tomography and conventional confocal methods as well as testing its practicality for the purpose of the breast cancer inspection.



トモグラフィによる画像(非誘電率分布)再構成の数値シミュレーションの様子
A numerical simulation of the reconstruction (relative permittivity distribution) by computed tomography.

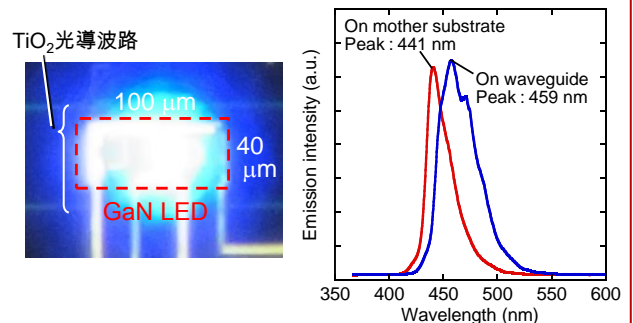


GaN-LED の異種基板上への集積化
Heterogeneous Integration of GaN-LED

助教 雨宮嘉照(特任)
Assist. Prof. Yoshiteru Amemiya

GaN-LED を常温大気圧下で異種基板上に接合する技術の研究を行っている。光回路への集積化を目的として、石英基板や光導波路上に接合させた素子について、電流電圧特性や発光波長について測定し、母材基板からの特性劣化を評価した。

We are studying binding technology of GaN-LED under room temperature and atmospheric pressure. Devices were bonded on quartz substrates and optical waveguides for integrated optical circuits. Current-voltage characteristics and emission spectra were measured and device degradations were investigated.



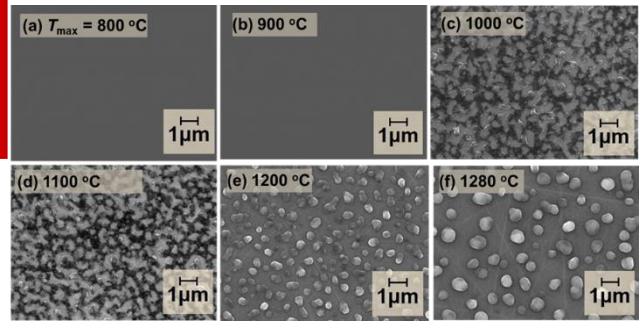
LED 発光時の光学顕微鏡写真と発光波長特性
Optical micrograph of light emission from GaN-LED and emission spectra.



Si/SiC ヘテロ接合によるバンドアライメント制御の研究
Band-Alignment Control by Si/SiC Hetero-Structure
助教 花房宏明(併任)
Assist. Prof. Hiroaki Hanafusa

Si と SiC のヘテロ接合とアニール処理を組み合わせることで Si の融点を大きく下回る温度で Si 層がドット化する現象とそれにより電極金属のシリサイド化を行わずに低抵抗コンタクトが形成される現象について研究を進めている。

We are studying mechanism of Si dots formation that caused by annealing of Si/SiC hetero structure at below the Si melting point. We also investigating low-resistive contacts using the Si-dots/SiC structure without metal silicidation process.



アニール温度に依存した SiC 上 Si の泳動とドット化を示す電子顕微鏡像

Scanning electron microscope images of Si migration and dots formation in accordance with the annealing temperature.

4.2 Integrated Systems Research Division

集積システム科学研究部門

The Integrated Systems Research Division focuses on basic research for terabit-capacity highly-functional memories, super-parallel processing, bio-sensing, wireless interconnection and 3-dimensional integration. With the obtained results we aim at the realization of artificial-brain technology exceeding humans in intelligent-processing speed, storage capacity and adaptive learning. The outlines of researches at the Integrated Systems Research Division are as follows.

集積システム科学部門では、テラビット容量と高機能メモリ、超並列演算、バイオセンシング、無線インタフェース、3次元集積に関する基盤研究を推進している。そして、これらの基盤技術を用いて、人間の脳より速い認知処理、大規模な記憶容量、環境に適応する学習機能を有する集積ブレインの実現を目指す。集積システム科学部門における研究プロジェクトの主なものの概要を紹介する。

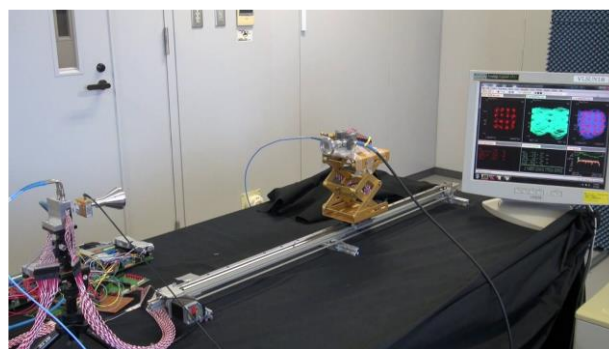


テラヘルツ波デバイス基盤技術の研究
Research on Fundamental Technology
for Terahertz-Wave Devices

教授 藤島 実(兼任)
Prof. Minoru Fujishima

私たちは、ミリ波からテラヘルツ波までの超高周波 CMOS デバイスの研究に取り組んでいる。特に 300GHz 帯の通信を安価な CMOS 集積回路で実現し、2030 年頃に開始される 6G では毎秒 100 ギガビット以上の通信速度を実現することを目指している。

We are working on ultra-high frequency CMOS devices from millimeter wave to terahertz wave. In particular, we aim to realize 300-GHz communications with inexpensive CMOS integrated circuits, and to achieve communication speeds of more than 100 gigabits per second in 6G, which will start around 2030.



300GHz 帯 CMOS トランシーバを用いた伝送実験
Communication experiment with 300-GHz-band CMOS transmitter.

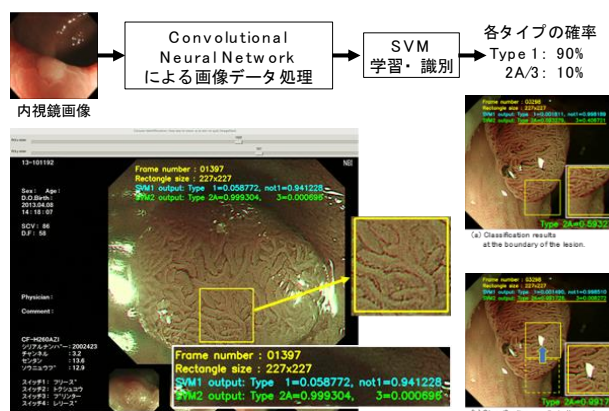


CNN 特徴を特徴抽出として利用した機械学習を用いた大腸がん診断支援システムの開発
Development of a Colorectal Cancer Diagnosis Support System Using Machine Learning with CNN Features as Feature Extraction

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

提案手法は研究グループで提案している Bag-of-Features (BoF) に基づく診断支援の特徴量抽出処理を、学習済み CNN の結果を用いることで実現した。これにより、一般物体認識のために抽出された局所特徴量が、SVM による病理タイプ分類に有効な特徴量として利用できることが期待できる。提案手法の組み込みシステム化を考慮して識別精度の検証を行い、その結果非腫瘍・腫瘍の識別において医療現場からの要求性能である 90% 以上の識別精度を確認した。

The proposed method realizes the feature extraction process for diagnosis support based on Bag-of-Features (BoF) proposed by our research group by using the results of trained CNNs. It is expected that the local features extracted for general object recognition can be used as effective features for pathology type classification by SVM. We verified the identification accuracy of the proposed method for embedded systems, and confirmed that the accuracy of the proposed method is over 90%, which is the required performance in the medical field for non-tumor and tumor identification.



CNN 特徴を特徴抽出として利用した機械学習を用いた大腸がん診断支援システム
A Colorectal Cancer Diagnosis Support System Using Machine Learning with CNN Features as Feature Extraction.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8702379>

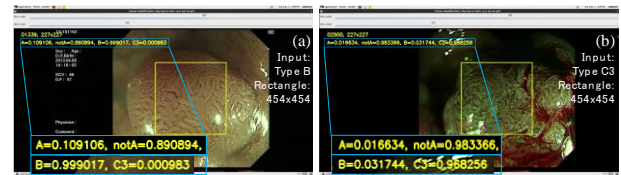
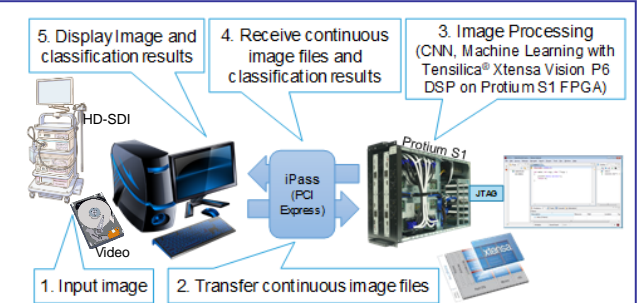


医療アプリケーションのためのソフト・ハード協調設計による画像処理システム IP コアの開発
Development of Image Processing System IP Cores with Software/Hardware Co-Design for Medical Applications

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

CNN 特徴と SVM 分類を適用した診断支援システムをカスタマイズ可能な Digital Signal Processing (DSP) コアである、Cadence 社の Cadence Tensilica Vision P6 DSP コアに実装し評価を行った。その結果、コアアーキテクチャに適したアルゴリズム改良を行うことで CNN や SVM の主要処理が効率的に実行でき、改良前と比較して処理サイクル数が 1/30 に削減されリアルタイム処理(30 fps@100 MHz) が実現可能であることを示した。

A diagnostic support system using CNN features and SVM classification was implemented on a Cadence Tensilica Vision P6 DSP core from Cadence, a customizable Digital Signal Processing (DSP) core, and evaluated. As a result, by performing algorithm improvement suitable for the core architecture, the main processing of CNN and SVM can be executed efficiently, the number of processing cycles is reduced to 1/30 compared to before the improvement, and real-time processing (30 fps @ 100 MHz) is feasible.



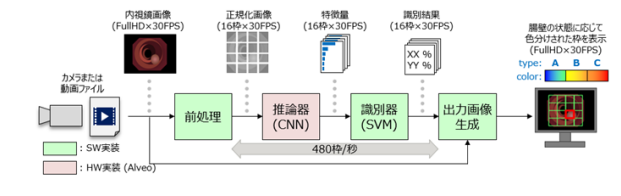
カスタマイズ DSP コアへのプロトタイプシステムの実装
Implementation of a prototype system on a customizable DSP.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8702379>

大腸がんリアルタイム内視鏡画像診断支援システムの開発と FPGA 実装
Development of a Real-Time Endoscopic Image Diagnosis Support System for Colorectal Cancer and Its Implementation on FPGA

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

大腸 Narrow Band Imaging (NBI) 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、Convolutional Neural Network (CNN) の処理結果を特徴量と見做し、Support Vector Machine (SVM) による病理タイプ識別を行う手法を提案。大腸内視鏡画像データをもとに AI で病変の進行度を定量化し、医師の診断をサポートするシステムを開発。Xilinx AlveoU250 アクセラレータ カードを用いてリアルタイム処理の高速化を実現。

In this research, we propose a method to identify pathological types using SVMs by considering the results of CNN processing as features, in order to support the diagnosis of cancer through colonoscopic NBI magnification. We developed a system to support doctors' diagnosis by quantifying the progression of lesions using AI based on colonoscopy image data, and achieved high-speed real-time processing using a Xilinx AlveoU250 accelerator card.



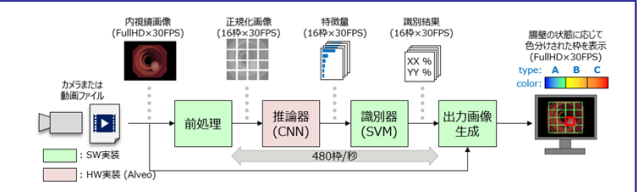
リアルタイム内視鏡画像診断支援システムの FPGA 実装
FPGA Implementation of a Real-Time Endoscopic Image Diagnostic Support System. URL <https://bit.ly/2MnelZ2>

大腸がんリアルタイム内視鏡画像診断支援システムの開発とエッジデバイスへの実装
Development of a Real-Time Endoscopic Image Diagnosis Support System for Colorectal Cancer and Its Implementation on Edge Devices

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

大腸 NBI 拡大内視鏡がん診断支援実現のため、CNN の処理結果を特徴量と見做し、SVM による病理タイプ識別を行う手法を提案。大腸内視鏡画像データをもとに AI で病変の進行度を定量化し、医師の診断をサポートするシステムを開発。実現したシステムの小型、最適化を組み込み込みソフトウェアとハードウェアロジックアーキテクチャ化することで、Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC へ展開、エッジデバイスでの利用も実現可能にした。

To support the diagnosis of cancer by colonoscopy, we propose a method of pathology type identification by SVM using the results of CNN processing as features. We developed a system to support doctors' diagnosis by quantifying the progression of lesions using AI based on colonoscopy image data. We developed a compact and optimized system with embedded software and hardware logic architecture, and deployed it on Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC, which can be used in edge devices.



リアルタイム内視鏡画像診断支援システムのエッジデバイス実装
Overview of Implementation of a real-time endoscopic image diagnosis support system on edge devices. URL <https://bit.ly/2MnelZ2>

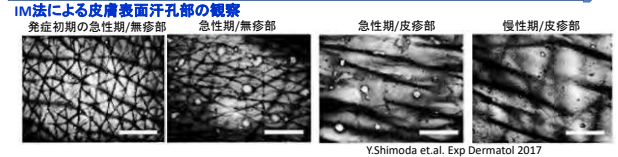
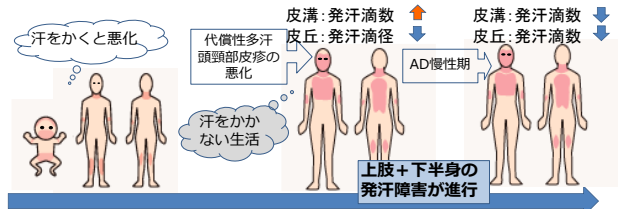


アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明のための AI を用いた画像解析手法の開発
Development of an AI-Based Image Analysis Method for Elucidating Sweating Abnormalities in the Pathogenesis of Allergic Skin Diseases

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

本研究では、AMED プロジェクト「アレルギー性皮膚疾患の病態における発汗異常の解明と治療法の開発」の研究において、発汗異常を定量的に解析するために、AI を用いた画像解析手法の開発を行っています。発汗システムは体温調節の他に皮膚の水分量保持と自然免疫担当器官である可能性があります。そこで、皮疹部付近の微小環境の発汗機能を定量的、経時的に調べる事を可能にした革新的な発汗機能定量測定法 (impression mold technique: IMT) を用いた解析を行っています。

In this research, we are developing an AI-based image analysis method to quantitatively analyze sweating abnormalities in the AMED project "Elucidation of sweating abnormalities in the pathogenesis of allergic skin diseases and development of therapeutic methods". The sweating system may be an organ responsible for not only temperature regulation but also water retention and innate immunity of the skin. Therefore, we are analyzing the sweating function of the microenvironment near the skin rash using the innovative impression mold technique (IMT), which enables us to quantitatively examine the sweating function of the microenvironment over time.



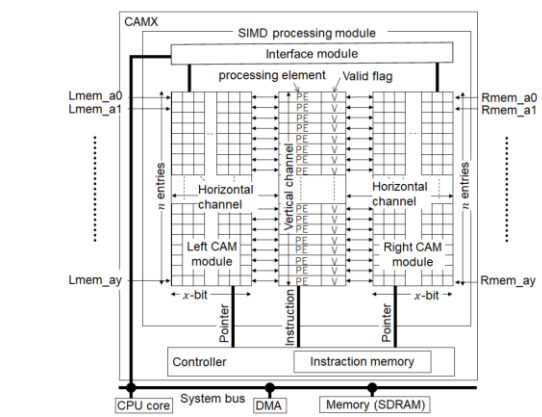
アレルギー性皮膚疾患の診断支援に向けた皮膚画像解析の開発
Development of skin image analysis to support diagnosis of allergic skin diseases. URL <https://bit.ly/39cIN2j>

CAM ベースの超並列 SIMD マトリックスコアによる演算処理の高速化
Acceleration of Arithmetic Processing with CAM-Based Massive-Parallel SIMD Matrix Core

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

CAMX では、モバイル CPU コアのためのアクセラレータです。CAMX は高度な並列処理能力を持ち、高速なテーブルルックアップ演算に使用される 2 つの CAM モジュールで構成されます。本研究では、CAMX が 1.4GHz の動作周波数を想定した場合、検索演算は 128 ビットデータとして 1,024 エントリを 0.35 GOPS で並列に検索できること、乗算は 4 ビットデータとして 1,024 エントリを 0.34GOPS で並列に計算できることを示しました。乗算処理については、テーブルルックアップを用いた処理の総クロック数を、ビットシリアル処理の総クロック数よりも約 15% 低減しました。

The proposed CAMX consists of two CAM modules that have highly parallel processing capabilities and are used for fast table lookup operations. In this study, assuming a CAMX operating frequency of 1.4 GHz, the lookup operation can be performed on 1,024 entries of 128-bit data in parallel at 0.35 GOPS, and the multiplication operation can be performed on 1,024 entries of 4-bit data in parallel at 0.34 GOPS. For the multiplication process, the total number of clocks for the table lookup process was reduced by about 15% compared to the total number of clocks for the bit-serial process.



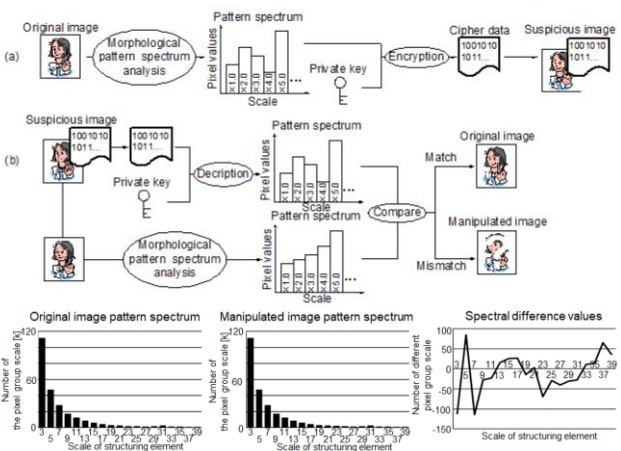
CAMX アーキテクチャの概要
CAMX Architecture Overview

モフォロジカルパターンスペクトルに基づく画像操作検出のための構造化要素カウント法
Structuring Element-Counting Approach for Morphological Pattern Spectrum-based Image Manipulation Detection

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

画像データの改竄は、犯罪捜査や証拠写真の調査などに応用されている。本研究では、モフォロジカルパターンスペクトルを用いて、画像中の構造化要素のスケールと同じスケールの数をカウントすることで、操作された画像を判定する技術を提案した。これにより、操作されたスケールの数を検出することができるため、操作された画像を詳細に判断することができる。

Falsification of image data has been applied to criminal investigations and photographic evidence. In this study, we proposed a technique to determine manipulated images by counting the number of scales that are the same as the scales of structured elements in the image using morphological pattern spectra. This allows us to detect the number of manipulated scales and thus to determine the manipulated image in detail.



モフォロジカルパターンスペクトルに基づく画像操作の概念検出 (a)前処理 (b)検出方法
Concept of morphological pattern spectrum-based image manipulation detection : (a) Pretreatment, (b) Detection method.

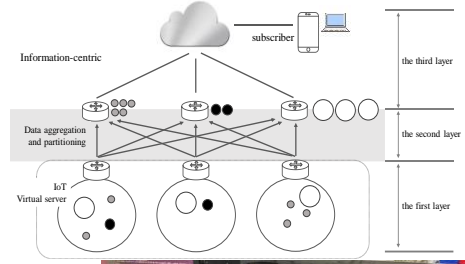


情報を中心としたコミュニケーションを実現するIoTゲートウェイ
An IoT-Gateway with the Information-Centric Communication

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

これまでのIPネットワークでは、クライアントとサーバーの間は「アドレス中心」であった。一方、ユーザーが必要とするデータは、そのような巨大なサーバーではなく、IoT (Internet of Things) の中のたくさんのエンドデバイスから提供されます。我々は、IoT における LAN と WAN 間のユニークな通信を提案・検討し、実験的な IoT ネットワークの評価を行った。このアーキテクチャは、ユーザーが必要な情報を容易に入手できるようにするもので、現在の P2P やクライアント&サーバーモデルに代わるものです。

The conventional "address-centric" manner between the client and the server in IP network. On the contrary, the data that user desires is not carried out by such giant server, but are provided by bunch of end-devices in IoT (Internet of Things). We have proposed and examined a unique communication between LAN and WAN in IoT, and have evaluated the experimental IoT network. This architecture provides that the user easily gets to the required information, and takes place of today's P2P and Client & Server model.



実験的なIoTネットワークアーキテクチャ
The experimental IoT network architecture

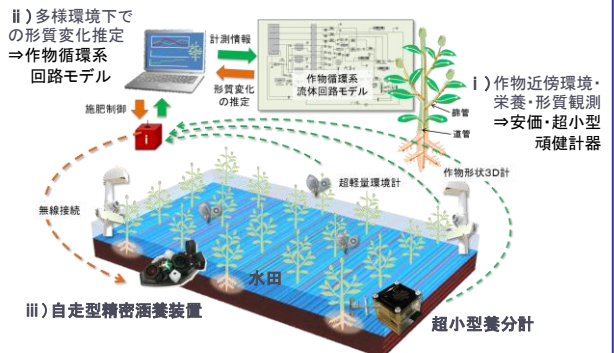
フィールド向け頑健計器と作物循環系流体回路モデルによる形質変化推定技術の研究
Development of Plant Growth Estimation Technologies Combined with Robust Field Monitors and Micro-Fluidic Model Simulating Plant Vascular System

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

長期間、作物の近傍に設置して、作物の栄養の吸収や作物周辺の環境(光、温湿度、CO₂等)を逐次観測することのできる小型の計器類と、それと連動して動く、作物体内の水分や養分などの循環の状態を予測する作物体内循環系流体回路モデルを作成し、肥料添加や作物周辺環境が、その成長にどのように影響していくかを推定する技術を開発している。(JST CREST Project)

We are going to develop an ultra-small nutrients analyzer, a compact 3D-monitor (shape, color, etc.), and an ultra-light environment sensor (light intensity, temperature, humidity, CO₂, etc.), which can be installed near plants. Accordingly, plant growth estimation technologies based on micro-fluidic circuit model simulating plant vascular system are being developed. (JST CREST Project)

それぞれの生育環境下で良質な作物生産 ⇒ 生育観測による形質変化推定、それに基づく精密施肥制御



フィールド向け頑健計器と作物循環系流体回路モデルによる形質変化推定技術の概要
Overview of Development of plant growth estimation technologies combined with robust field monitors and micro-fluidic model simulating plant vascular system.
<https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/en/project/1111090/15666253.html>

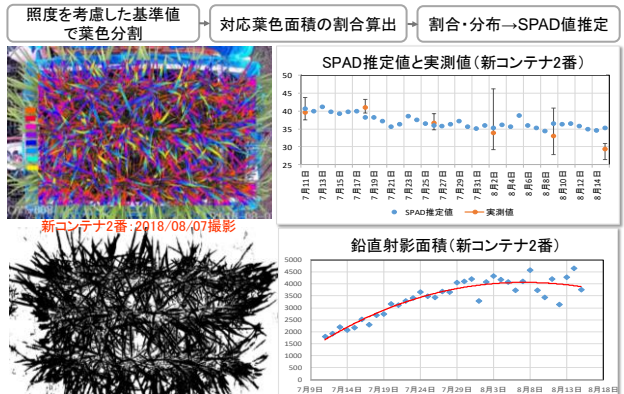
スマート農業のための水稻の成長を顕著に示す画像由来の形質パラメータの探索と評価
Search and Evaluation of Trait Parameters Derived from Images Showing Significant Changes in Rice Growth for Smart Agriculture

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

作物周辺の環境や作物への施肥が、作物の形質変化にどのように影響するかを把握するために、作物画像の時系列情報を取得し、それらから形質変化に関係するパラメータを特徴抽出する技術と計器の開発を推進。水稻のより多次元の生育情報(葉面積や草丈、茎生長、葉温)を取得するために複数種のカメラを屋外実験圃場(準閉鎖系水稻生育実験圃場、ライシメータ)に構築して検証実験実施。これらの知見を盛り込んだ3D計プロト機を試作。(JST CREST Project)

In order to understand how the environment around the crop and fertilizer application to the crop affect the changes in crop traits, we are promoting the development of technology and instruments to acquire time-series information of crop images and extract characteristics of parameters related to trait changes from them. In order to obtain more multidimensional growth information (leaf area, grass height, stem growth, and leaf temperature) of paddy rice, verification experiments were conducted by constructing multiple types of cameras in outdoor experimental plots (semi-closed paddy rice growth experimental plots, lysimeters). A prototype of a 3D measurement system incorporating these findings was developed. (JST CREST Project)

■葉色分布と鉛直射影面積より、SPAD相当値と茎数を推定



屋外実験圃場(準閉鎖系水稻生育実験圃場)での検証結果
Verification results in an outdoor experimental field (quasi-closed system rice growth experimental field).
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8650285>

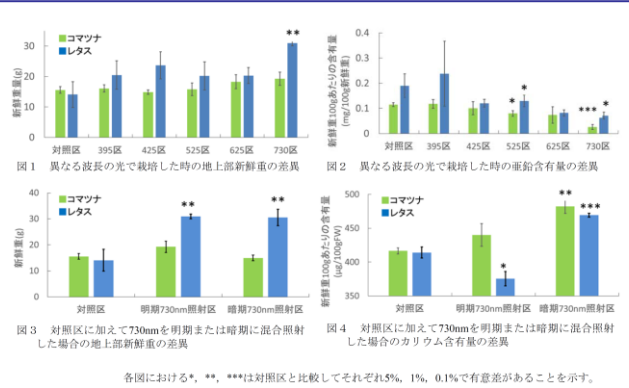


異なる光波長照射がコマツナ・レタスの生育および栄養成分含有量に及ぼす影響
Effects of Different Light Wavelengths on Growth and Nutrient Content in Komatsuna and Lettuce

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

植物に照射する光の波長の違いによって生長や代謝産物に違いが生じることが近年の研究で明らかになりつつある。本研究では異なる波長の光照射が、コマツナとレタスの生長や栄養成分含有量に与える影響について明らかにすることを目的とした。コマツナでは対照区と比較して長波長処理で地上部が大きくなり、カルシウム含有量とビタミン K1 含有量が増加し、亜鉛含有量は低下した。レタスでは対照区と比較して長波長処理で地上部と根が大きくなり、425nm と 525 nm 処理でマンガン含有量が、400 nm より長波長処理でビタミン K1 含有量が増加し、亜鉛含有量は低下した。

Recent studies have shown that different wavelengths of light irradiated on plants cause differences in growth and metabolites. In this study, we aimed to clarify the effects of different wavelengths of light irradiation on the growth and nutrient content of Japanese knotweed and lettuce. The above-ground portions of *Triticum aestivum* were larger, calcium and vitamin K1 contents were higher, and zinc content was lower in the long wavelength treatment compared to the control treatment. In lettuce, the above-ground parts and roots were larger in the long wavelength treatment compared to the control, and the manganese content increased in the 425 nm and 525 nm treatments, and the vitamin K1 content increased and the zinc content decreased in the treatments longer than 400 nm.



各図における*, **, ***は対照区と比較してそれぞれ5%, 1%, 0.1%で有意差があることを示す。

異なる光波長照射がコマツナ・レタスの生育および栄養成分含有量に及ぼす影響
Effects of different light wavelengths on growth and nutrient content in Komatsuna and lettuce

異なる光波長照射がコマツナ・レタスの生育および栄養成分含有量に及ぼす影響
Effects of different light wavelengths on growth and nutrient content in Komatsuna and lettuce

植物培養液の長期モニタリングのための整列した錠剤試薬による多段階反応
Multistep Reactions by Aligned Tablet Reagents for Long Term Monitoring of Plant Culture Solution

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

植物の培養液に含まれる養分(アンモニア性窒素)を長期間にわたって分析できるマイクロ流体デバイスを開発しました。この装置は、流路と、その流路に沿って配置された2種類のタブレット試薬から構成されています。このタブレット試薬を組み込んだ装置を用いて、濃度が既知のアンモニア性窒素を含む市販の培養液の定量分析を繰り返して行なった。その結果、高い再現性が得られました。また、分析後に装置を加熱乾燥することで、自然な化学反応による錠剤試薬の損傷を防ぐことができ、栄養塩濃度の長期的な自動モニタリングの可能性を示した。

We developed a microfluidic device that enables long term analysis of nutrient (ammonia nitrogen) included in a culture solution of plants. This device consists of a channel and two kinds of tablet reagents placed along the channel. By using the tablet reagents-embedded device, we repeatedly performed quantitative analysis of commercial culture solution including ammonia nitrogen with known concentration. These results showed high reproducibility. In addition, thermal drying treatment of the device after the assay preserved tablet reagents from damage due to spontaneous chemical reaction, showing the possibility of long term automatic monitoring of nutrient concentration.

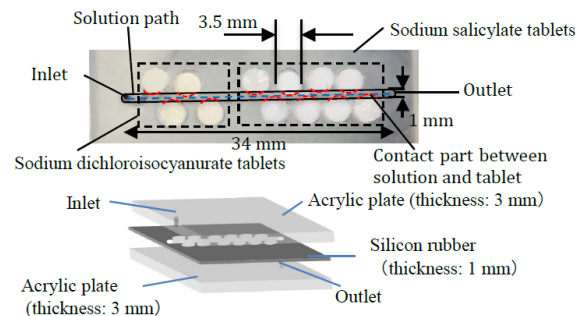


Figure 1: Photograph (top) and schematic (bottom) of tablet reagents-embedded microfluidic device.

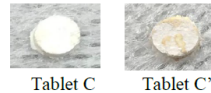


Figure 2: Spontaneous chemical reaction of tablet C.

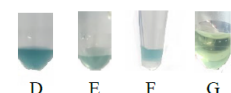


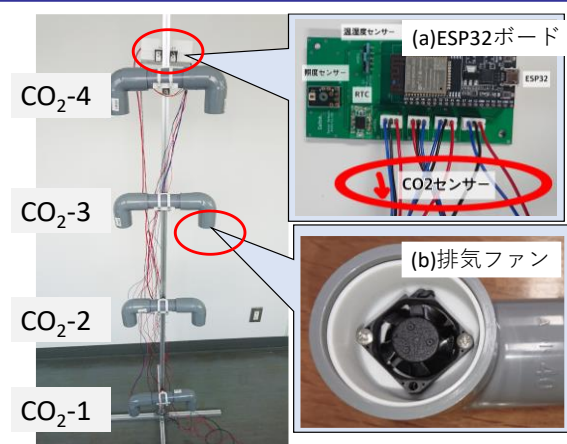
Figure 3: Photographs of nutrient solutions.

農作物の育成評価のため CO₂ 濃度の地面からの高さ方向の分布センサシステムの開発
Development of a Sensor System for CO₂ Concentration Distribution from the Ground Level to the Height Direction for Crop Growth Evaluation

准教授 小出哲士 Assoc. Prof. Tetsushi Koide

農作物の育成評価のために必要となる、CO₂ 濃度の地面からの高さ方向の分布を測定可能とするセンサシステムを開発した。Wi-Fi 無線通信機能を有する ESP32 を用いた測定/送信システムを作成し、クラウド Google Spreadsheet へのデータ蓄積を行うことで、堅牢性の高いデータ蓄積システムを構築した。また、センサーデバイスのハウジングを作成するとともに、CO₂ センサーを吸引式とするファンを搭載することで、堅牢性、高信頼のデータ取得が可能となった。さらに、クラウドに対応したデータ可視化 GUI ソフトウェアの開発を行った。

We have developed a sensor system that can measure the distribution of CO₂ concentration in the height direction from the ground, which is necessary for evaluating the growth of crops. We created a robust data storage system by creating a measurement/transmission system using an ESP32 with Wi-Fi wireless communication capability and storing the data in a cloud Google Spreadsheet. In addition, by creating a housing for the sensor device and installing a fan that makes the CO₂ sensor a suction type, robust and reliable data acquisition became possible. Furthermore, we developed data visualization GUI software that is compatible with the cloud.



作成したセンサーデバイス(a)制御通信マイコンモジュール ESP32 ボード(b)CO₂ センサーのための排気ファン
Created sensor devices (a) Control and communication microcontroller module ESP32 board (b) Exhaust fan for CO₂ sensor.

4.3 Molecular Bioinformation Research Division

分子生命情報科学研究部門

Molecular Bioinformation Research Division is specialized in the research for MEMS (Micro Electro Mechanical Systems), immobilization of bio molecule, bio-sensing technology, and environmental monitoring. The outlines of researches at the Molecular Bio-information Research Division are as follows.

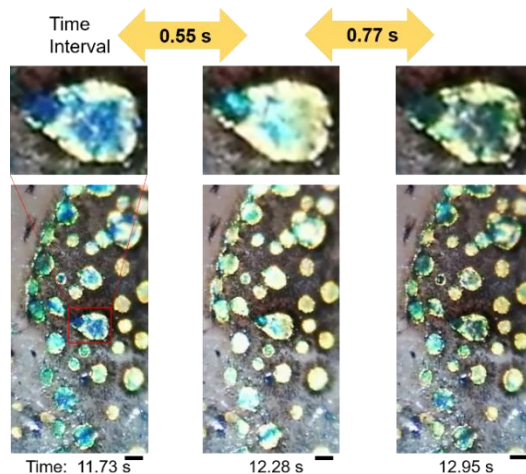
分子生命情報科学研究部門は、MEMS、バイオ分子固定、バイオセンシング、環境情報センシングに関する研究を行っている。分子生命情報科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。



バイオリフレクターの解析と応用
Analysis and Applications of Biological Reflecting Materials
教授 岩坂正和
Prof. Masakazu Iwasaka

魚のグアニン微小板を中心に生物がもつ光反射材料の特性の解析と、機能応用の研究を進めた。トウゴロウイワシの一種の魚の背中の色素細胞が数 Hz の周波数で光反射点滅する現象を明らかにし、グアニン微小板をオンチップイメージングに利用する基礎手法を提案した。

Analysis and applications of biological reflecting materials were carried out. Light flashing spots on dorsal part of silverside fish were discovered. An on-chip imaging system using fish guanine platelets was developed.



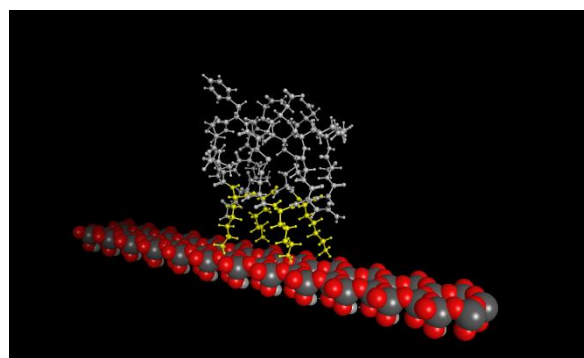
トウゴロウイワシの一種の魚の背中の色素細胞における数 Hz の周波数での光反射点滅
Light flashing spots on dorsal part of silverside fish.



シリコンとバイオの界面制御の研究
Interface Technology between Silicon and Biomolecules
教授 黒田章夫(兼任)
Prof. Akio Kuroda

Si デバイスの表面に、活性を保ったままバイオ分子を固定化する技術は新しい半導体バイオセンサーの開発に必要である。平坦な表面構造を有するタンパク質分子を改変して、Si との親和性が高いアミノ酸を平面状に配置することで、新規の Si 結合タンパク質の開発を進めている。

The ability to target proteins to specific sites on a Si device while preserving their functions is necessary for the development of new biosensors. We are developing a novel Si-binding protein by engineering a protein to display amino acids with affinity for Si on the flat surface.



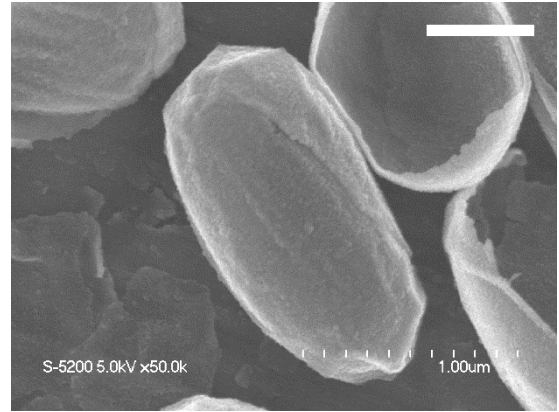
作製した Si 結合タンパク質の結合モデル図
平面状に配置したアミノ酸(黄色)が Si 表面と相互作用する
Molecular model of the Si-binding protein.



SiO₂ 結合ペプチドの発見とタンパク質
固定化への応用
Application of SiO₂-Binding Peptides for
Protein Immobilization on Si-Based Materials
助教 池田 丈(併任)
Assist. Prof. Takeshi Ikeda

細胞内にてマイクロカプセル状の SiO₂ を形成するグラム陽性細菌 *Bacillus cereus* より、新規の SiO₂ 結合ペプチドを取得した。本ペプチドを接着分子として利用することで Si 表面上に任意のタンパク質分子を固定化できるため、新たな半導体バイオ融合デバイスの開発が可能となると期待される。

We found novel SiO₂-binding peptides from a Gram-positive bacterium *Bacillus cereus*, which forms a microcapsule-like structure of SiO₂ in the cell. Because of its high affinity for SiO₂, this peptide should be a powerful tool for developing Si-based biodevices.



B. cereus が形成したマイクロカプセル状 SiO₂ 構造体の SEM 像 スケールバー: 500 nm

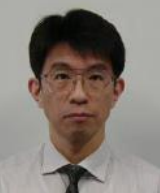
SEM image of microcapsule-like SiO₂ structures isolated from *B. cereus*. Scale bar: 500 nm.

4.4 Nanomedicine Research Division

集積医科学研究部門

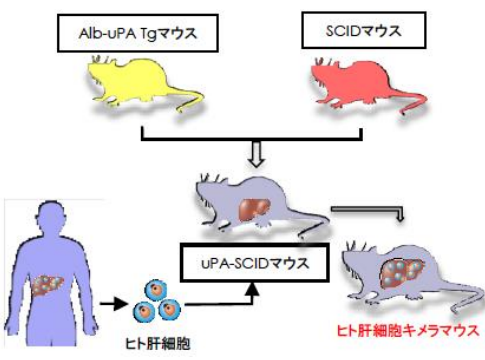
Nanomedicine Research Division is specialized in the research for integration between medicine and nanotechnology, nanomedicine, nanodentistry, nano-pharmacy. The outlines of researches at the Nanomedicine Research Division are as follows.

集積医科学研究部門では、ナノメディシン、ナノデンティストリー、ナノファーマシー等、医療とナノ技術の融合研究を行っている。現在行われている集積医科学研究部門における研究の主なものの概要を紹介する。



ウイルス性肝疾患に関する研究
Research on Hepatitis Viruses and Liver Disease


教授 茶山一彰(併任)
Prof. Kazuaki Chayama



ヒト肝細胞キメラマウス
Humna hepatocyte chimeric mouse.

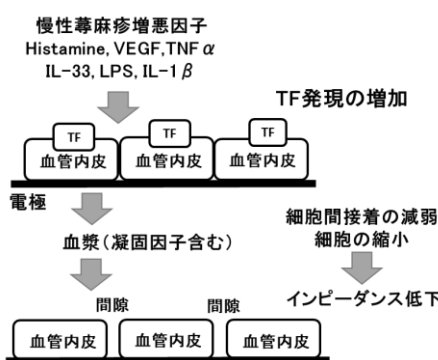
ヒト肝細胞感染モデルであるヒト肝細胞キメラマウスを用いて肝炎ウイルスの増殖機構とその制御に関する研究を行っている。本マウスを用いて、海外との共同研究により、既存の抗C型肝炎ウイルス(HCV)薬に HCV 侵入阻害薬である fluoxazolevir を併用することで多剤耐性変異型ウイルスに対する抗ウイルス効果を高めること(Nat Microbiol 2020)、HCV に対する抗ウイルス療法による B 型肝炎ウイルスの再活性化には HCV 排除の伴う肝細胞内における IFN シグナルの消失が関与していることを見出した(J Clin Invest 2020)。

We are currently investigating hepatitis virus virology and developing treatments against these viruses using human hepatocyte chimeric mice. In this year, we found that combination of fluoxazolevir with anti-hepatitis C virus (HCV) drugs was effective for multi drug-resistant mutated HCV (Nat Microbiol 2020). We also found that reactivation of hepatitis B virus following HCV clearance by antiviral therapy was accompanied by a reduced hepatic interferon by collaborating with National Institutes of Health (J Clin Invest 2020).




生体内環境を構築した in vitro 血管透過性亢進評価法の開発
Development of *in Vitro* Evaluation Technique of Vascular Hyperpermeability by Means of Impedance Sensor

教授 秀 道広(併任)
Prof. Michihiro Hide



などの慢性蕁麻疹増悪因子で処理すると、そのうちのいくつかの組み合わせで高い組織因子(TF)の発現が起こることを見出した。さらに、血漿存在下で TF によって駆動される細胞間隙の増加を、インピーダンスの変化としてリアルタイムに検出することに成功した。

We successfully detected the TF-induced gap formation of vascular endothelial cells on a sensor chip by means of impedance sensor in a real time manner. (J Dermatol. 2020;47(11):1293)



准教授 柳瀬雄輝(併任)
Assoc. Prof. Yuhki Yanase

我々はこれまで、インピーダンスセンサ等のバイオセンサを利用した *in vitro* 血管透過性評価モデルの開発を進めてきた。その結果、インピーダンスセンサを利用して実際の血管内環境に近い状態で血管透過性の変化をリアルタイムに計測し得ることが示された。センサ上にヒト血管内皮細胞層を構築し、種々のサイトカインおよび細菌由来因子

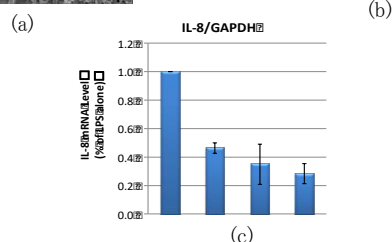
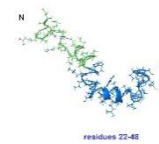
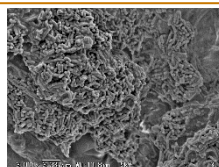


L8020乳酸菌のバクテリオシン
Bacteriocin Derived from *L. Rhamunosus* L8020

教授 二川浩樹(兼任)
Prof. Hiroki Nikawa

虫歯・歯周病を抑制する L8020 乳酸菌のバクテリオシン Kog1 には、抗菌作用だけでなく、歯周病菌の内毒素 LPS を不活性化させる作用がある。

Kog1, a bacteriocin produced by *L. rhamunosus* L8020 which suppress both cariogenic bacteria and periodontal burdens in oral cavity, inactivate the LPS produced by periodontal burdens.



L8020 乳酸菌(a)のバクテリオシン Kog1(b)は、歯周病菌の内毒素 LPS を不活性化させる作用がある(c)

Kog1(b), a bacteriocin produced by *L. rhamunosus* L8020 (a) inactivate the LPS produced by periodontal burdens (c).

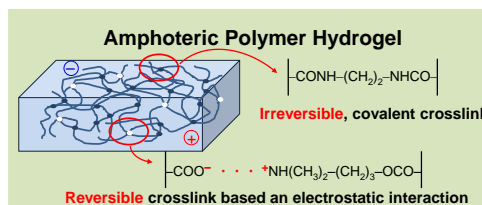
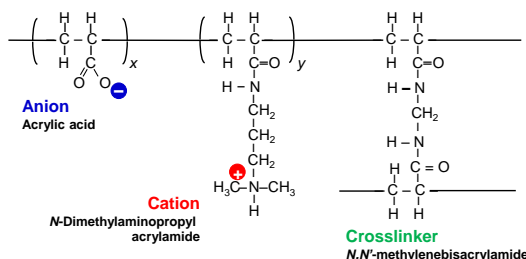


粘膜接着性ハイドロゲルの設計
Designing Mucoadhesive Hydrogels

教授 加藤功一(兼任)
Prof. Koichi Kato

粘膜に強く接着性するハイドロゲルは、粘膜を介した薬物送達や粘膜の保護を目的とする医用材料として有用です。私たちは、両性電解質高分子の架橋構造を制御することで高い粘膜接着性を示すハイドロゲルの設計に成功しました。

Hydrogels firmly adhering to mucosal membranes are useful as biomedical materials for use in transmucosal drug delivery and protection of mucosal membranes. We have succeeded in designing a polyamphoteric hydrogel that exhibits firm mucoadhesion by controlling the structure of crosslinks.



高い生体組織粘着性を示す両性高分子電解質ハイドロゲル
Polyamphoteric hydrogel that exhibits firm adhesion to mucosal membrane.

5. Research Facilities of RNBS

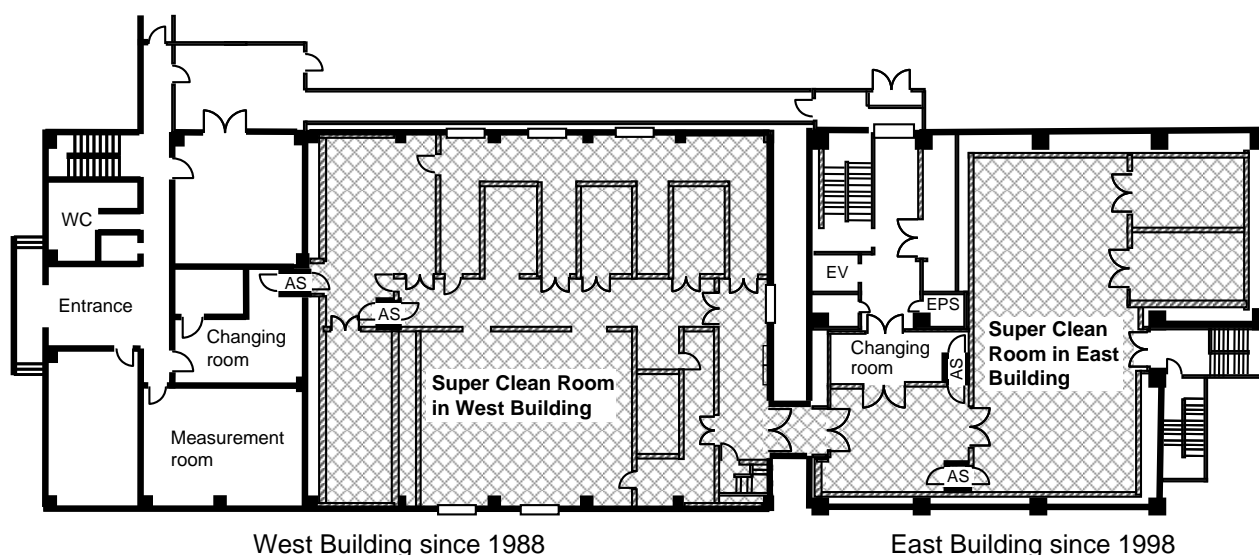
研究設備

5.1 Super clean rooms

スーパークリーンルーム

Super clean rooms, partly class 10 at 0.1- μm particles, are used for fabrication of advanced devices and LSI's.

先端デバイス及びLSIの製作はスーパークリーンルームで行われる。最も清浄度の高いセクションはクラス10（1立方フィート内に0.1 μm 以上の粒径の粒子が10個以下）である。



Plan view of clean rooms in west and east buildings. The total clean room area measures 830 m². Chemical filters are set in the east clean room to avoid hazardous gases.

西棟及び東棟クリーンルーム平面図。クリーンルーム総面積は830m²。東棟クリーンルームには危険ガス除去用のケミカルフィルターが設置されている。



Super clean room in west building.
西棟スーパークリーンルーム



Super clean room in east building.
東棟スーパークリーンルーム

5.2 Equipment for advanced devices and LSI fabrication

先端デバイス及びLSI作製のための設備

5.2.1 Lithography

リソグラフィー

- ◆ Variable rectangular-shaped electron beam lithography system (Hitachi HL700DII)

可変成形型電子ビーム描画装置
(日立 HL700DII) Resolution 50nm



- ◆ Point-beam type electron beam lithography system (JEOL JBX-5DII) Resolution 50 nm

ポイントビーム型電子ビーム描画装置
(日本電子 JBX-5DII) Resolution 50nm



- ◆ Point-beam type electron beam lithography system (ELIONIX ELS-G100)

ポイントビーム型電子ビーム描画装置
(エリオニクス ELS-G100) Resolution 6nm



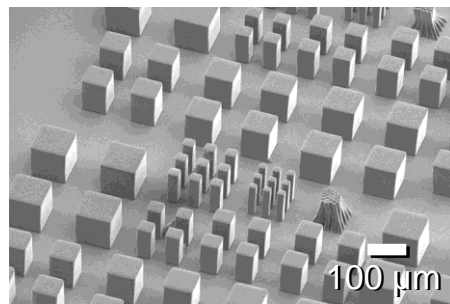
- ◆ i-line optical stepper (Nikon NSR i8a)

i-線ステッパー
(ニコン NSR i8a) Resolution 350nm



- ◆ Maskless photolithography system (Nanosystem Solutions D-light DL-1000)

マスクレス露光装置 (ナノシステムソリューションズ D-light DL-1000) Resolution 1 μ m



Photoresist patterns by D-light DL-1000.
D-light DL-1000によるレジストパターン

5.2.2 Dry etching

ドライエッチング

- ◆ ICP (Inductively Coupled Plasma) etcher for Si (YOUTEC)

Si用ICP(誘導結合プラズマ)エッチング装置
(ユーテック) Cl_2 , HBr , N_2 , O_2 使用可能



- ◆ ECR (Electron Cyclotron Resonance) etchers for Si (KOBELCO)

Si用ECR(電子サイクロトロン共鳴)エッチング装置
(神戸製鋼) Cl_2 , BCl_3 , HBr , N_2 , O_2 使用可能



- ◆ Si deep etching system (Sumitomo Precision Products)

Si用深堀りエッチング装置
(住友精密工業) C_4F_6 , SF_6 , Ar 使用可能



- ◆ ICP etcher for highly selective etching of SiO_2 (AYUMI INDUSTRY)

SiO_2 用ICPエッチング装置
(アユミ工業) CF_4 , H_2 , O_2 , Ar 使用可能



- ◆ ICP etcher for SiO_2 (SAMCO)

SiO_2 用ICPエッチング装置
(サムコ) CF_4 , H_2 , O_2 , Ar 使用可能



- ◆ RIE (Reactive Ion Etching) system for SiO_2 (KOBELCO)

SiO_2 用RIE(反応性イオンエッチング)装置
(神戸製鋼) CF_4 , H_2 , O_2 使用可能



◆ ICP etcher for Al
(YOUTEC)

Al用ICPエッチング装置
(ユーテック) Cl_2 , BCl_3 , N_2 使用可能



◆ Magnetron RIE system for Al
(KOBELCO)

Al用マグネトロンRIE装置
(神戸製鋼) Cl_2 , BCl_3 , N_2 使用可能



◆ Chemical dry etching system for
 Si_3N_4 and poly-Si (KOBELCO)

Si_3N_4 及び SiO_2 用ケミカルドライエッチング装置
(神戸製鋼) CF_4 , N_2 , O_2 使用可能



◆ Plasma asher for removing
photoresist (KOBELCO)

レジスト除去用プラズマアッシング装置
(神戸製鋼) N_2 , O_2 使用可能



エッチング装置メンテナンス作業風景
During maintenance of dry etcher



酸化・拡散炉キャリア搬送風景
Wafer loading into furnace

5.2.3 Oxidation, annealing, and doping

酸化、アニール、不純物注入

- ◆ Oxidation and diffusion furnaces
(Tokyo Electron)

酸化・拡散炉
(東京エレクトロン) Max. Temp. 1150°C



- ◆ Ion implanter
(ULVAC)

イオン注入装置 Max 200 keV
(アルバック) B, As, P 等注入可能



- ◆ RTA (Rapid Thermal Annealing) system
(Samco HT-1000)

高速熱処理装置
(サムコ HT-1000) Max. Temp. raise rate 200°C/s



- ◆ Phosphorus diffusion furnaces
(SHINKO SEIKI)

リン拡散炉
(神港精機) Max. Temp. 900°C



- ◆ Annealing furnaces for general purpose
(Koyo Thermo System)

汎用熱処理装置 H₂, N₂, O₂, Low Pressure
(光洋サーモシステム) Max. Temp. 1000°C



酸化炉講習風景
Training of oxidation

5.2.4 Dielectric film deposition and epitaxial growth

絶縁膜堆積・エピタキシャル成長

- ◆ Low-pressure chemical vapor deposition (CVD) reactors for SiO₂, SiN, poly-Si (Tokyo Electron)

減圧CVD(化学気相成長)炉 (東京エレクトロン)
SiO₂, SiN, poly-Si堆積可能



- ◆ Atmospheric pressure CVD reactor for SiO₂
Doing of P and B possible (AMAYA)

SiO₂堆積用常圧CVD装置
(天谷製作所) PおよびBドーピング可能



- ◆ Parallel plate type clean plasma CVD reactor for SiN, SiO₂, and amorphous Si (ULVAC)

平行平板型プラズマCVD装置 (アルバック)
SiN, SiO₂, アモルファスSi 堆積可能



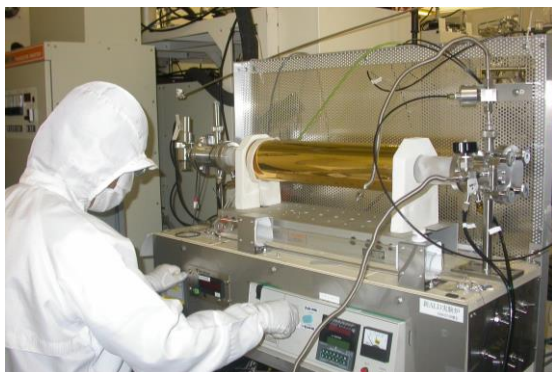
- ◆ Molecular beam epitaxial growth system for GaAs and AlGaAs: Si, Be doping possible (EIKO)

分子線エピタキシャル成長装置
(エイコー) GaAs 等堆積可能



- ◆ Atomic layer CVD (ALCVD) reactor for SiN (Thermo Riko)

原子層CVD炉
(サーモ理工) SiN 堆積可能



常圧CVDウェハセッティング風景
Wafer setting to atmospheric CVD reactor

5.2.5 Metal deposition

金属薄膜堆積

- ◆ Metal/dielectrics sputtering system for BiSrTiO compound etc. (ULVAC)

金属/絶縁膜スパッタリング装置 (アルバック)
BiSrTiO等堆積可能



- ◆ Sputtering machine for metal interconnects for Al, Ti, TiN (EIKO)

金属配線用スパッタリング装置 (エイコー)
Al, Ti, TiN 堆積可能



- ◆ Electron beam evaporation system for many kinds of metals (EIKO)

電子ビーム蒸着装置
(エイコー) 多種材料堆積



- ◆ Sputtering system for general purpose for variety materials (EIKO)

汎用スパッタ装置
(エイコー) 広範な材料堆積



- ◆ Vacuum evaporation system for variety of metals (Donated: RICOH)

真空蒸着装置
(寄贈:リコー) Al 等堆積可能

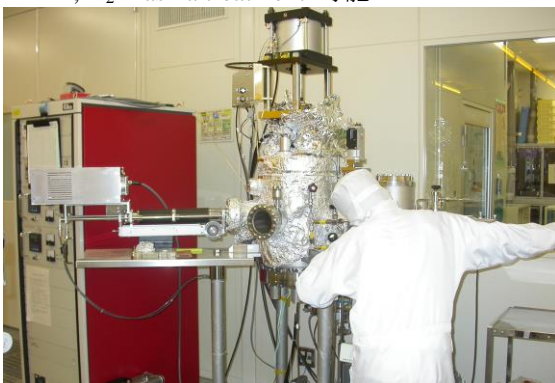


5.2.6 Others

その他

- ◆ Surface-activated bonding system (EIKO)

表面活性化接合装置 (エイコー)
Ar, H₂ Plasma treatment 可能



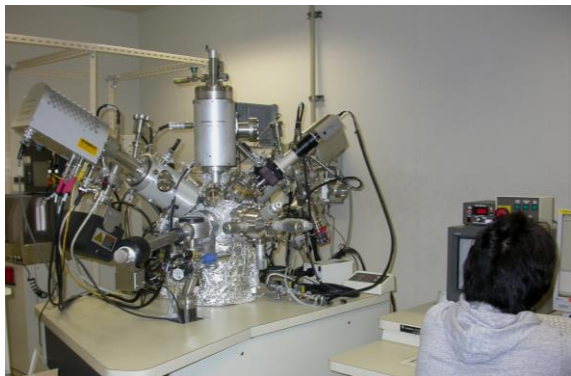
スパッタリング装置ウェハセッティング風景
Wafer setting to sputtering machine

5.3 Characterization and diagnostics equipment

評価・分析装置

- ◆ Secondary ion mass spectroscopy (SIMS) system with Cs and O ion gun (ULVAC-PHI PHI-6650)

2次イオン質量分析装置 (アルバック-ファイ PHI-6650) Cs, Oガン装備



- ◆ Total reflection of X-ray fluorescence spectrometer (Technos TREX-610)

全反射蛍光X線分析装置 (Technos TREX-610)
感度(Cr-Zn) 10^{10} atom/cm²



- ◆ Fourier-transform infrared spectrometer (FTIR) (JEOL)

フーリエ変換赤外分光光度計
(日本電子) Resolution 0.5cm⁻¹



- ◆ Atomic force microscope (AFM) (Seiko Instruments Inc. SPI3800)

原子間力顕微鏡 (セイコーインスツルメンツ SPI3800) Resolution Z:0.01nm, X, Y:0.1nm



- ◆ High resolution X-ray diffractometer (Rigaku ATX-E)

高解像度X線回折装置
(リガク ATX-E) Angle resolution 0.0002°



- ◆ X-ray diffractometer (Rigaku RINT2100)

X線回折装置
(リガク RINT2100)



◆ Ellipsometer
(Rudolph Research Auto EL)

エリプソメーター (ルドルフリサーチ Auto EL)
Measurable thickness > 10nm



◆ Spectroscopic ellipsometer
(J.A.Woollam JAPAN M-2000D)

分光エリプソメーター (ジェー・エー・ウーラム・
ジャパン M-2000D) Measurable thickness > 10nm



◆ Hall effect measurement system
(ACCENT HL5500PC)

ホール効果測定装置 (ACCENT HL5500PC)
Input impedance $10^{10} \Omega$



◆ High-resolution X-ray photoelectron spectroscopy
(XPS) system (KRATOS ESCA-3400)

X線光電子分光分析装置
(KRATOS ESCA-3400) X ray source: Mg, Ka



◆ High-resolution X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) system (VG Scienta ESCA-300)

X線光電子分光分析装置 (VGシエンタ ESCA-300) Radius of analyzer: 300mm, X-ray source: 4kW



◆ Field emission scanning electron microscope (FE-SEM) (Hitachi S4700)

電界放出型走査電子顕微鏡
(日立 S4700) Resolution 1.5nm



◆ Focused ion (Ga) beam (FIB) system (Hitachi FB-2000)

集束イオン(Ga)ビーム加工装置
(日立 FB-2000) Min. beam diameter 10nm



◆ Manual wafer prober (Vector Semiconductor) and semiconductor parameter analyzer (Keithley)

マニュアルプローバー(ベクターセミコン)及び
半導体パラメータアナライザ(ケースレー)

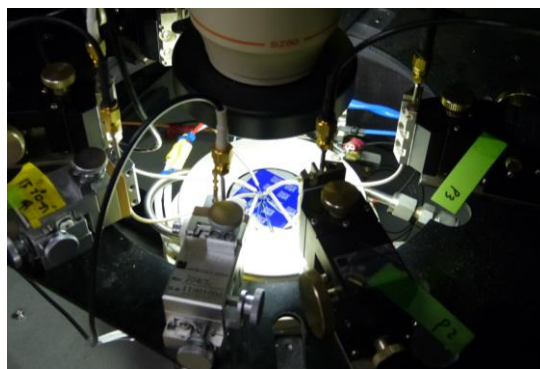


◆ Semi-automatic wafer prober (Vector Semiconductor AX-2000)

セミオートプローバー
(ベクターセミコンAX-2000)



SEMロードロック室へのウェハセッティング風景
Wafer setting to SEM load-lock chamber



マニュアルプローバーによる電気特性測定
Measuring electrical properties using manual prober

5.4 VLSI CAD environment

VLSI設計用CAD環境

5.4.1 Hardware

ハードウェア

Workstations

- ◆ SUN: 11 machines (SunFire X4600×1, SunFire V440×2, SunBlade2500×2, SunBlade2000×3, SunBlade1000×3)
- ◆ HP: 9 machines (ProLiant DL580G5×3, xw9300×1, xw8600×1, j6750×1, c8000×2, b2000×1)



Workstations for TCAD and LSI design
TCAD及びLSIデザイン用ワークステーション

5.4.2 Software

ソフトウェア

TCAD tools

- ◆ Process/Device Simulators: SYNOPSIS TSUPREM4/MEDICI, ISE TCAD, SYNOPSIS Sentaurus, Selete ENEXSS

Other simulators

- ◆ Electromagnetic Field Simulators: ANSOFT HFSS, CST Microwave Studio
- ◆ Optical Wave-guide Simulator: Apollo Photonics APSS

LSI design tools

- ◆ Layout Design: CADENCE Virtuoso*, JEDAT alpha-SX(ISMO), Silvaco Expert*

- ◆ Schematic Design: CADENCE Composer*, JEDAT alpha-SX(ASCA), Silvaco Gateway
- ◆ Functional Simulators: CADENCE SPW*, Mathworks MATLAB
- ◆ Circuit Simulators: CADENCE Artist*, Spectre*, Silvaco SmartSpice*, SYNOPSIS Star-HSPICE*, HSIM*, TimeMill/PowerMill*, NanoSim*
- ◆ Logic Simulators: CADENCE NC-Verilog*, VerilogXL*, MENTOR ModelSim*, SYNOPSIS VSS*
- ◆ Logic Synthesis: ALTERA QuartusII, CADENCE HDL Compiler*, SYNOPSIS Design Compiler*, FPGA Compiler*, XILINX ISE Foundation
- ◆ Automatic P&R: SYNOPSIS Milkyway*, Astro*, IC-Compiler*, CADENCE SoC-Encounter*
- ◆ Verification: CADENCE Diva*, Dracula*, Assura*, JEDAT Layver, MENTOR Calibre*, SYNOPSIS Hercules*

Notice that various kinds of popular CAD software (marked with “**”) which support Verilog HDL/VHDL simulation, synthesis, layout design and verification for digital/analog VLSIs are provided by VLSI Design and Education Center (VDEC), the University of Tokyo.

6. List of Publications

6.1 Advanced device, process, and material technologies for ULSI

6.1.1 Fabrication techniques for MOS devices and TFTs

- [1] V. V. Cuong, S. Ishikawa, T. Maeda, H. Sezaki, T. Meguro, and S.-I. Kuroki, "High-temperature reliability of integrated circuit based on 4H-SiC MOSFET with Ni/Nb ohmic contacts for harsh environment applications," *Jpn. J. Appl. Phys.* **59**, 126504-1 -126504-6, 2020.
- [2] K. Muraoka, S. Ishikawa, H. Sezaki, T. Maeda, S. Yasuno, T. Koganezawa, and S.-I. Kuroki, "Thickness dependencies of SiO₂/BaO_x layers on interfacial properties of a layered gate dielectric on 4H-SiC," *Materials Science in Semiconductor Processing*, 121, pp. 105343-1-105343-6, 2021.
- [3] V. V. Cuong, T. Miyazaki, S. Ishikawa, H. Sezaki, T. Maeda, S. Yasuno, T. Koganezawa, and S.-I. Kuroki, "CF₄:O₂ surface etching for the improvement of contact resistance and high-temperature reliability in Ni/Nb ohmic contacts on n-type 4H-SiC," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **59**, pp. 056501-1-056501-6, 2020.
- [4] T. T. Nguyen, M. C. Tran, H. H. Luc, T. Koganezawa, S. Yasuno, D. L. Vu, and S.-I. Kuroki, "Characterization of selectively oriented polycrystalline silicon thin films formed by multiline beam continuous-wave laser lateral crystallization with overlapping," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **59**, 115504-1 – 115504-6, 2020.
- [5] T. Mawaki, A. Teramoto, K. Ishii, Y. Shiba, R. Kuroda, T. Suwa, S. Azumo, A. Shimizu, K. Umezawa, Y. Shirai, and S. Sugawa, "Modification of copper and copper oxide surface states due to isopropyl alcohol treatment toward area-selective processes," *Journal of Vacuum Science & Technology A*, **39**, 013403, 2021.
- [6] T. Goto, Y. Shiba, A. Teramoto, Y. Kishi, and S. Sugawa, "Plasma resistance of sintered and ion-plated yttrium oxyfluorides with various Y, O, and F composition ratios for use in plasma process chamber," *Journal of Vacuum Science & Technology A*, **38**, 043003, 2020.
- [7] K. Mori, S. Samata, N. Mitsugi, A. Teramoto, R. Kuroda, T. Suwa, K. Hashimoto, and S. Sugawa, "Influence of silicon wafer surface roughness on semiconductor device characteristics," *Japanese Journal of Applied Physics*, **59**, SMMB06, 2020.
- [8] T. Maeda, Y. Omura, R. Kuroda, A. Teramoto, T. Suwa, and S. Sugawa, "Resistance Measurement Platform for Statistical Analysis of Emerging Memory Materials," *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, **33**, pp. 232-239, 2020.

- [9] T. Suwa, A. Teramoto, Y. Shirai, T. Matsuo, N. Mizutani, and S. Sugawa, "Study on Influence of O₂ Concentration in Wafer Cleaning Ambient for Smoothness of Silicon (110) Surface Appearing at Sidewall of Three-Dimensional Transistors," *ECS Transactions*, **97**, pp. 23-29, 2020.
- [10] R. Akimoto, R. Kuroda, A. Teramoto, T. Mawaki, S. Ichino, T. Suwa, and S. Sugawa, "Effect of Drain-to-Source Voltage on Random Telegraph Noise Based on Statistical Analysis of MOSFETs with Various Gate Shapes," 2020 IEEE International Reliability Physics Symposium, 9A.2, 2020.
- [11] H. T. Nguyen, H. Hanafusa, Y. Mizukawa, S. Hayashi, and S. Higashi, "Direct observation of ultra-rapid solid phase crystallization of amorphous silicon films irradiated by micro-thermal-plasma-jet," *Materials Science in Semiconductor Processing*, **121**, 105357-1 – 105357-9, 2021.
- [12] A. Kameda, Y. Mizukawa, H. Hanafusa, and S. Higashi, "Precise measurement of the temperature of a silicon wafer by an optical-interference contactless thermometer during rapid plasma processing," *J. Appl. Phys.*, **127**, 203302-1 – 203302-9, 2020.
- [13] K. Segawa, H. Hanafusa, Y. Mizukawa, and S. Higashi, "Large area annealing by magnetic field scanning of atmospheric pressure thermal plasma beam," *Jpn. J. Appl. Phys.*, **59**, SJJF01-1 - SJJF01-6. 2020.
- [14] H. T. Nguyen, H. Hanafusa, Y. Mizukawa, S. Hayashi, S. Higashi, "Characteristics of Rapidly Solid Phase Crystallized Amorphous Silicon Films Formed by Micro-Thermal-Plasma Jet Irradiation," 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM), ALL-VIRTUAL conference, pp. 681-682, 2020.

6.1.2 Impulse-radar detector for breast cancer

- [15] T. Kikkawa, Y. Masui, A. Toya, H. Ito, T. Hirano, T. Maeda, M. Ono, Y. Murasaka, T. Imamura, T. Matsu-
maru, M. Yamaguchi, M. Sugawara, A. Azhari, H. Song, S. Sasada, and A. Iwata, "CMOS Gaussian Mono-
cycle Pulse Transceiver for Radar-Based Microwave Imaging," *IEEE Transactions on Biomedical Circuits
and Systems*, **14**(6), pp. 1333-1345, 2020.
- [16] Y. Masui, T. Nishimiya, A. Uemi, A. Toya, and T. Kikkawa, "A 7.21-bit ENOB 100MS/s 1.51mW Inverter
based Pipelined ADC with digital calibration for Breast Cancer Detection system," *Transactions of Institute
of Electrical Engineers Japan*, 2019, **140**(6) pp. 585-591, 2020.
- [17] H. Song, S. Sasada, N. Masumoto, T. Kadoya, M. Okada, K. Arihiro, X. Xiao, T. Kikkawa, "A Two-Stage
Rotational Surface Clutter Suppression Method for Microwave Breast Imaging with Multistatic Impulse-
Radar Detector," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, **69**(12), pp. 9586-9598, 2020.

- [18] X. Xiao, Q. Yu, Q. L. H. Song, and T. Kikkawa, "Precise Noninvasive Estimation of Glucose Using UWB Microwave With Improved Neural Networks and Hybrid Optimization," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, **70**, 2500410, 2020.
- [19] H. Song, B. Wei, Q. Yu, X. Xiao, and T. Kikkawa, "WiEps: Measurement of Dielectric Property With Commodity WiFi Device—An Application to Ethanol/Water Mixture," *IEEE Internet of Things Journal*, **7**(12), pp. 11667-11677, 2020.
- [20] X. Xiao, Y. Liu, H. Song, and T. Kikkawa, "Optimal microwave breast imaging using quality metrics and simulated annealing algorithm," *Int. J. RF Micro. Computer-Aided Eng.*, **30**(7), pp. 1-14, 2020.

6.1.3 CVD and contamination/particle control

- [21] T. Tomonaga, H. Izumi, T. Oyabu, B.-W. Lee, M. Kubo, M. Shimada, S. Noguchi, C. Nishida, K. Yatera, and Y. Morimoto, "Assessment of Cytokine-Induced Neutrophil Chemoattractants as Biomarkers for Prediction of Pulmonary Toxicity of Nanomaterials," *Nanomaterials*, **10**, 1563, 2020.
- [22] L. R. Hemanth, Y. Fukumoto, K. Kusdianto, M. Kubo, and M. Shimada, "Effects of Process Conditions on the Morphology of Coating Layer Fabricated on the Surface of Carbon Nanotubes via an In-flight Coating Method," *Eurozoru Kenkyu*, **35**, pp. 129-134, 2020.
- [23] D. Jiang, K. Kusdianto, M. Kubo, and M. Shimada, "Effect of Ag Loading Content on Morphology and Photocatalytic Activity of Ag-TiO₂ Nanoparticulate Films Prepared via Simultaneous Plasma-Enhanced Chemical and Physical Vapor Deposition," *Materials Research Express*, **7**(11), 116406, 2020.

6.1.4 Organic electronic devices and application for organic chemical materials

- [24] A. Nakajima, H. Sakurai, and S. Abe, "Electroluminescence from Alq₃-Containing Electron-Beam Resists for Light-Emitting Organic Nanometer-Scale Devices," *ACS Appl. Nano Mater.*, **3**, pp. 11688-11694, 2020.
- [25] K. Yamana, R. Kawasaki, K. Sugikawa, and A. Ikeda, "Solubilization of Tetrahydroxyphenylchlorin in Water and Improved Photodynamic Activity after Complexation with Cyclic Oligo- and Polysaccharides," *ACS Appl. Bio Mater.*, **3**, pp. 3217-3225, 2020.
- [26] Y. Goto, S. Hino, K. Sugikawa, R. Kawasaki, and A. Ikeda, "Water Solubilization of Phthalocyanine Derivatives via Interactions of Long Alkyl Chains and Cyclodextrins: Potential Complexes for Photodynamic Therapy," *Asian J. Org. Chem.*, **9**, pp. 1589-1596, 2020.

- [27] T. Yumoto, S. Satake, S. Hino, K. Sugikawa, R. Kawasaki, and A. Ikeda, "Improved Water Solubility and Photodynamic Activity of Hydroxy-Modified Porphyrins by Complexation with Cyclodextrin," *Org. Biomol. Chem.*, **18**, pp. 6702-6709, 2020.
- [28] R. Kawasaki, D. Antoku, R. Ohdake, K. Sugikawa, and A. Ikeda, "Bacterial Elimination via The Photodynamic Activity of a Fullerene/Light-Harvesting Antenna Molecule Assembled System Integrated into Liposome Membranes," *Nanoscale Adv.*, **2**, pp. 4395-4399, 2020.
- [29] K. Sugikawa, K. Masuda, K. Kozawa, R. Kawasaki, and A. Ikeda, "Fullerene-Porphyrin Hybrid Nanoparticles Generating Activated Oxygen by Photoirradiation," *RSC Adv.*, **11**, pp. 1564-1568, 2021.
- [30] R. Kawasaki, K. Yamana, K. Sugikawa, and A. Ikeda, "Water Solubilization of Porphyrin Derivatives Using Thermo-Responsive Polysaccharide, Hydroxypropyl Cellulose, for Photodynamic Therapy," *ACS Omega*, **6**, pp. 3209-3217, 2021.
- [31] S. Hino, K. Sugikawa, R. Kawasaki, H. Funabashi, A. Kuroda, and A. Ikeda, "Aggregation-Induced Emission and Chiral Memory of Tetraphenylethylene Incorporated by Polysaccharides in Water," *ChemPhotoChem*, **4**, pp. 577-581, 2020.
- [32] S. Hino, R. Funada, K. Sugikawa, R. Kawasaki, K. Koumoto, T. Suzuki, T. Nagasaki, and A. Ikeda, "Mechanism Toward Turn-on of Polysaccharide-Porphyrin Complexes for Fluorescence Probes and Photosensitizers in Photodynamic Therapy in Living Cells," *ChemMedChem*, **16**, pp. 793-803, 2021.
- [33] T. Nishiyama, K. Sugiura, K. Sugikawa, A. Ikeda, and T. Mizuno, "Construction of protein-loadable protein cages using the hybrid proteins of the oleosin hydrophobic domain and hydrophilic dimeric coiled-coil," *Colloid Interface Sci. Commun.*, **40**, 100352, 2021.
- [34] P.-H. Hsu, R. Kawasaki, K. Yamana, H. Isozaki, S. Kawamura, A. Ikeda, and A. Almutairi, "Hydrogen Sulfide-Responsive Self-Assembled Nanogel," *ACS Appl. Polym. Mater.*, **2**, pp. 3756-3760, 2020.

6.2 Technologies for intelligent systems

6.2.1 Millimeter-wave wireless communication

- [35] M. Fujishima, "Future of 300-GHz-Band Wireless Communications and Their Enabler, CMOS Transceiver Technologies," 2020 International Conference on Solid-State Devices and Materials (SSDM), pp. 207-208, 2020.

- [36] M. Fujishima, "CMOS Transceiver Realizing Terahertz Wireless Communication, The Key Technology of Beyond 5G," 2020 IEEE 15th International Conference on Solid-State and Integrated Circuit Technology (ICSICT), T-2, 2020.
- [37] S. Ito, T. Yoshida, S. Amakawa, and M. Fujishima, "Improvement Method of Power-Added Efficiency of Multi-Stage CMOS Amplifiers in Millimeter-Wave Band," 2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), pp. 28-30, 2020.
- [38] S. Lee, M. Fujita, M. Toyoda, S. Hara, S. Amakawa, T. Yoshida, and M. Fujishima, "Effect of an Electromagnetic Wave Absorber on 300-GHz Short-Range Wireless Communications," 2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), pp. 94-96, 2020.
- [39] S. Lee, S. Amakawa, T. Yoshida, Y. Morishita, Y. Kashino, S. Hara, and M. Fujishima, "300-GHz CMOS-Based Wireless Link Using 40-dBi Cassegrain Antenna for IEEE Standard 802.15. 3d," 2020 IEEE International Symposium on Radio-Frequency Integration Technology (RFIT), pp.136-138, 2020.

6.2.2 Massive-parallel mobile-embedded processor

- [40] K. Kageyama, A. Sekino, K. Watanabe, A. Hamai, T. Koide, and T. Kumaki, "Proposal of content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core," Proc. of RISP International Workshop on Nonlinear Circuit, Computer and Signal Processing (NCSP2020), pp. 77-80, 2020.
- [41] K. Kageyama, K. Watanabe, A. Hamai, T. Kumaki, and T. Koide, "Acceleration of arithmetic processing with CAM-based massive-parallel SIMD matrix core," Proc. of IEEE International MidWest Symposium on Circuits And Systems (MWSCAS2020), pp. 486-489, 2020.

6.2.3 Computer aided diagnosis system

- [42] M. Odagawa, T. Koide, T. Okamoto, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka, "Classification Method with CNN features and SVM for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy," Proc. of 2020 IEEE Region 10 Conference (TENCON2020), Osaka, Japan, 2020.

6.2.4 Smart agriculture system

- [43] Y. Azuma, T. Kasama, Y. Endo, T. Koide, C. Sone, M. Komine, A. Ogawa, and R. Miyake, "Multistep Reactions by Aligned Tablet Reagents for Long Term Monitoring of Plant Culture Solution," Proc. of the 24th

International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (MicroTAS 2019), to appear, 2020.

6.3 Bioscience and technology

6.3.1 Biological devices and systems

- [44] T. Ishida, T. Hashimoto, K. Masaki, H. Funabashi, R. Hirota, T. Ikeda, H. Tajima, and A. Kuroda, "Application of peptides with an affinity for phospholipid membranes during the automated purification of extracellular vesicles," *Sci. Rep.*, **10**, 18718, 2020.

6.3.2 Magnetic effect of biological materials

- [45] M. Iwasaka, "Hidden triangular grating structures in biogenic guanine platelet," *AIP Advances* **10**(9), 095133, 2020.
- [46] Y. Takeuchi, M. Iwasaka, M. Matsusda, and A. Hamasaki, "Angle Distribution Measurement of Scattered Light Intensity from Needle-shaped Crystals in a Magnetic Field for Gout Diagnosis," *IEEE Transactions on Magnetics*, **57**(2), pp. 1-5, 2020.

6.4 Medical science and technology

6.4.1 Research for digestive and liver diseases

- [47] Y. Teraoka, M. Imamura, T. Uchida, K. Ohya, K. Morio, H. Fujino, A. Ono, T. Nakahara, E. Murakami, M. Yamauchi, T. Kawaoka, D. Miki, M. Tsuge, A. Hiramatsu, H. Abe-Chayama, C.N. Hayes, H. Aikata, and K. Chayama, "Abatacept treatment for patients with severe acute hepatitis caused by hepatitis B virus infection - Pilot study," *J Viral Hepat.* **28**, pp. 400-409, 2021.
- [48] S. Liu, E. Murakami, T. Nakahara, K. Ohya, Y. Teraoka, G.N. Makokha, T. Uchida, K. Morio, H. Fujino, A. Ono, M. Yamauchi, T. Kawaoka, D. Miki, M. Tsuge, A. Hiramatsu, H. Abe-Chayama, N.C. Hayes, M. Imamura, H. Aikata, and K. Chayama, "In vitro analysis of hepatic stellate cell activation influenced by transmembrane 6 super family 2 polymorphism," *Mol Med Rep.* **23**, 16, 2021.
- [49] Y. Takeuchi, M. Tsuge, K. Tsushima, Y. Suehiro, H. Fujino, A. Ono, M. Yamauchi, G.N. Makokha, T. Nakahara, E. Murakami, H. Abe-Chayama, T. Kawaoka, D. Miki, M. Imamura, H. Aikata, C.N. Hayes, C. Tateno, and K. Chayama, "Signal activation of hepatitis B virus-related hepatocarcinogenesis by upregulation of SUV39h1," *J Infect Dis.* **222**, pp. 2061-2070, 2020.
- [50] A. Ono, H. Aikata, M. Yamauchi, K. Kodama, W. Ohishi, T. Kishi, K. Ohya, Y. Teraoka, M. Osawa, H. Fujino, T. Nakahara, E. Murakami, D. Miki, T. Kawaoka, H. Abe-Chayama, P. Zhang, S. Liu, G.N. Makokha, M.

Tsuge, M. Imamura, C.N. Hayes, and K. Chayama, "Circulating cytokines and angiogenic factors based signature associated with the relative dose intensity during treatment in patients with advanced hepatocellular carcinoma receiving lenvatinib," *Ther Adv Med Oncol.* **12**, 1758835920922051, 2020.

- [51] M. Yamauchi, A. Ono, A. Ishikawa, K. Kodama, S. Uchikawa, H. Hatooka, P. Zhang, Y. Teraoka, K. Morio, H. Fujino, T. Nakahara, E. Murakami, D. Miki, T. Kawaoka, M. Tsuge, A. Hiramatsu, M. Imamura, C.N. Hayes, M. Fujita, H. Nakagawa, W. Yasui, H. Aikata, and K. Chayama, "Tumor Fibroblast Growth Factor Receptor 4 Level Predicts the Efficacy of Lenvatinib in Patients With Advanced Hepatocellular Carcinoma," *Clin Transl Gastroenterol.* **11**, e00179, 2020.
- [52] D. Miki, T. Akita, A. Kurisu, T. Kawaoka, T. Nakajima, S. Hige, Y. Karino, H. Toyoda, T. Kumada, M. Tsuge, A. Hiramatsu, M. Imamura, H. Aikata, C.N. Hayes, K. Honda, M. Seike, N. Akuta, M. Kobayashi, H. Kumada, J. Tanaka, and K. Chayama, "PNPLA3 and HLA-DQB1 polymorphisms are associated with hepatocellular carcinoma after hepatitis C virus eradication," *J Gastroenterol.* **55**, pp. 1162-1170, 2020.
- [53] Y. Yoshikawa, M. Imamura, K. Morio, K. Yamaoka, Y. Ando, Y. Kosaka, S. Uchikawa, H. Fujino, T. Nakahara, E. Murakami, M. Yamauchi, T. Kawaoka, M. Tsuge, A. Hiramatsu, C.N. Hayes, H. Aikata, T. Wakita, H. Katano, and K. Chayama, "A case of acute liver failure with echovirus infection diagnosed by a multi-virus real-time PCR system," *IDCases.* **23**, e01059, 2021.
- [54] Y. Miyayama, L. Heini, S. HoJoong, H. Abe-Chayama, D. Miki, M. Imamura, K. Chayama, and M. Hijikata, "Comparative study on the replication of HCV1b genome between wild type and cell culture adaptive mutant in regard to sensitivities against anti-HCV drugs," *Microbiol Immunol.* **64**, pp. 296-303, 2020.
- [55] Y. Akahori, H. Kato, T. Fujita, K. Moriishi, Y. Tanaka, K. Watashi, M. Imamura, K. Chayama, T. Wakita, and M. Hijikata, "Establishment of a novel hepatitis B virus culture system using immortalized human hepatocytes," *Sci Rep.* **10**, 21718, 2020.
- [56] S. Dasgupta, M. Imamura, E. Gorstein, T. Nakahara, M. Tsuge, A. Churkin, D. Yardeni, O. Etzion, S.L. Upprichard, D. Barash, S.J. Cotler, H. Dahari, and K. Chayama, "Modeling-based response-guided therapy for chronic hepatitis C under glecaprevir/pibrentasvir may identify patients for ultra-short treatment duration," *J Infect Dis.* **222**, pp. 1165-1169, 2020.
- [57] X. Cheng, T. Uchida, Y. Xia, R. Umarova, C.J. Liu, P.J. Chen, A. Gaggar, V. Suri, M.M. Mücke, J. Vermehren, S. Zeuzem, Y. Teraoka, M. Osawa, H. Aikata, K. Tsuji, N. Mori, S. Hige, Y. Karino, M. Imamura, K. Chayama, and T.J. Liang, "Diminished hepatic IFN response following HCV clearance triggers HBV reactivation in coinfection," *J Clin Invest.* **130**, pp. 3205-3220, 2020.
- [58] C.D. Ma, M. Imamura, D.C. Talley, A. Rolt, X. Xu, A.Q. Wang, D. Le, T. Uchida, M. Osawa, Y. Teraoka, K. Li, X. Hu, S.B. Park, N. Chalasani, P.H. Irvin, A.E. Dulcey, N. Southall, J.J. Marugan, Z. Hu, K. Chayama, K.J. Frankowski, and T.J. Liang, "Fluoxazolevir inhibits hepatitis C virus infection in humanized chimeric mice by blocking viral membrane fusion," *Nat Microbiol.* **5**, pp. 1532-1541, 2020.
- [59] K. Ohya, M. Imamura, Y. Teraoka, K. Morio, H. Fujino, T. Nakahara, A. Ono, E. Murakami, T. Kawaoka, D. Miki, M. Tsuge, A. Hiramatsu, H. Aikata, C.N. Hayes, N. Mori, S. Takaki, K. Tsuji, Y. Aisaka, T. Ishitobi, Y.

Katamura, H. Kodama, Y. Nabeshima, K. Masaki, Y. Honda, T. Moriya, H. Kohno, H. Kohno, and K. Chayama, "Real-world efficacy of sofosbuvir plus velpatasvir therapy for patients with hepatitis C virus-related decompensated cirrhosis," *Hepatol Res.*, **50**(11), pp. 1234-1243, 2020.

6.4.2 Diagnosis and regenerative medical technologies

- [60] M. Moriwaki, N. Umeda, K. Ishii, H. Morikawa, S. Takahagi, and M. Hide, "Case of anaphylaxis to maltose solution," *J Dermatol* **47**, e107-e108, 2020.
- [61] S. Takahagi, M. Okamoto, K. Ishii, A. Tanaka, Y. Yanase, and M. Hide, "High histamine concentrations in human sweat in association with type I allergy to the semi-purified sweat antigen," *Allergol Int* **69**, pp. 307-309, 2020.
- [62] R. Saito, Y. Yanase, A. Kamegashira, S. Takahagi, A. Tanaka, K. Uchida, T. Kawaguchi, and M. Hide, "Increase of tissue factor expression on the surface of peripheral monocytes of patients with chronic spontaneous urticarial," *Allergy* **75**, pp. 971-974, 2020.
- [63] S. Takahagi, N. Harada, A. Kamegashira, S. Suzuki, H. Shindo, H. Kanatani, A. Tanaka, H. Mizuno, and M. Hide, "Randomized double-blind cross-over trial of bath additive containing tannic acid in patients with atopic dermatitis," *J Cutan Immunol Aller* **3**, pp. 56-61, 2020.
- [64] T. Kan, S. Takahagi, M. Kawai, D. Matsubara, A. Tanaka, and M. Hide, "Rechallenge of programmed cell death-1 inhibitor after an interval with dacarbazine treatment may be effective for advanced malignant melanoma," *J Dermatol* **47**, pp. 907-910, 2020.
- [65] K. Hanaoka, S. Takahagi, K. Ishii, M. Nakano, Y. Chinuki, A. Tanaka, Y. Yanase, and M. Hide, "Type-I hypersensitivity to 15 kDa, 28 kDa and 54 kDa proteins in vitellogenin specific to *Gadus chalcogrammus* roe," *Allergol Int* **69**, pp. 253-260, 2020.
- [66] M. Kotachi, S. Takahagi, K. Ishii, K. Hanaoka, A. Tanaka, and M. Hide, "A case of millet allergy that developed into wheat-induced anaphylaxis by cross-reaction between millet and wheat antigens," *Allergol Int* **69**, pp. 471-473, 2020.
- [67] A. Kamagashira, Y. Yanase, S. Takahagi, R. Saito, K. Uchida, T. Kawaguchi, K. Ishii, A. Tanaka, K. Ozawa, and M. Hide, "Histamine- or VEGF-induced tissue factor expression and gap formation between vascular endothelial cells are synergistically enhanced by LPS, TNF- α , IL-33 or IL-1 β ," *J Dermatol* **47**, pp. 1293-1300, 2020.
- [68] S. Takahagi, S. Ashizawa, A. Tanaka, and M. Hide, "Grover's disease successfully treated with calcipotriene/betamethasone dipropionate ointment," *Dermatol Therapy* **33**, e14217, 2020.
- [69] T. Kan, S. Takahagi, M. Kawai, S. Ashizawa, D. Matsubara, H. Mizuno, A. Tanaka, and M. Hide, "Calculation of practical skin donor area for meshed skin grafting in real-world surgery," *Dermatologic Therapy* **33**, e14393, 2020.

- [70] Y. Okayama, H. Matsumoto, H. Odajima, S. Takahagi, M. Hide, and K. Okubo, "Roles of omalizumab in various allergic diseases," *A Int* **69**, pp. 167-177, 2020.
- [71] N. Katoh, Y. Ohya, M. Ikeda, T. Ebihara, I. Katayama, H. Saeki, N. Shimojo, A. Tanaka, T. Nakahara, M. Nagao, M. Hide, Y. Fujita, T. Fujisawa, M. Futamura, K. Masuda, H. Murota, and K. Yamamoto-Hanada, "Japanese guidelines for atopic dermatitis 2020," *Allergol Int* **69**, pp. 356-369, 2020.
- [72] Y. Oda, K. Washio, A. Fukunaga, S. Imamura, M. Hatakeyama, K. Ogura, K. Ishii, M. Hide, and C. Nishigori, "Clinical utility of the basophil activation test in the diagnosis of sweat allergy," *Allergol Int* **69**, pp. 261-267, 2020.
- [73] M. Kawai, Y. Kondo, Y. Nakajima, I. Tsuge, T. Yoshikawa, A. Yagami, M. Aihara, Z. Ikezawa, Y. Ohya, T. Kitabayashi, H. Saito, R. Shibata, T. Naito, S. Harada, M. Hide, K. Matsunaga, K. Miyasaka, and A. Akasawa, "Changes in the characteristics of patients with latex allergy from 1999 to 2014," *Fujita Medical Journal* **6**, pp. 67-72, 2020.
- [74] T. Nakahara, K. Izuhara, D. Onozuka, S. Nunomura, R. Tamagawa-Mineoka, K. Masuda, S. Ichiyama, H. Saeki, Y. Kabata, R. Abe, M. Ohtsuki, K. Kamiya, T. Okano, T. Miyagaki, Y. Ishiujii, A. Asahina, H. Kawasaki, K. Tanese, H. Mitsui, T. Kawamura, T. Takeichi, M. Akiyama, E. Nishida, A. Morita, K. Tonomura, Y. Nakagawa, K. Sugawara, C. Tateishi, Y. Kataoka, R. Fujimoto, S. Kaneko, E. Morita, A. Tanaka, M. Hide, N. Aoki, S. Sano, H. Matsuda-Hirose, Y. Hatano, M. Takenaka, H. Murota, N. Katoh, and M. Furue, "Exploration of biomarkers to predict clinical improvement of atopic dermatitis in patients treated with dupilumab," *Medicine* **99**, e22043, 2020.
- [75] K. Shimoji, T. Masuda, K. Yamaguchi, S. Sakamoto, Y. Horimasu, T. Nakashima, S. Miyamoto, H. Iwamoto, K. Fujitaka, H. Hamada, S. Takeno, M. Hide, J. Teishima, H. Ohdan, and N. Hattori, "Association of Preexisting interstitial lung abnormalities with Immune checkpoint inhibitor-induced interstitial lung disease among patients with nonlung cancers," *JAMA Netw Open* **3**, e2022906, 2020.
- [76] M. Hide, A. Fukunaga, J. Maehara, K. Eto, J. Hao, M. Vardi, and Y. Nomoto, "Efficacy, pharmacokinetics, and safety of icatibant for the treatment of Japanese patients with an acute attack of hereditary angioedema: A phase 3 open-label study," *Allergol Int* **69**, pp. 268-273, 2020.
- [77] M. Maurer, W. Aberer, R. Agondi, M. Al-Ahmad, M. A. Al-Nesf, I. Ansotegui, R. Arnaout, L. K. Arruda, R. Asero, E. AYGÖREN-PÜRSÜN, A. Banerji, A. Bauer, M. Ben-Shoshan, A. Berardi, J. A. Bernstein, S. Betschel, C. Bindslev-Jensen, M. Bizjak, I. Boccon-Gibod, K. Bork, L. Bouillet, H. B. Boysen, N. Brodzki, S. Broesby-Olsen, P. Busse, T. Buttgereit, A. Bygum, T. Caballero, R. A. Campos, M. Cancian, I. Cherrez-Ojeda, D. Cohn, M. C. Costa, T. Craig, P. R. Criado, R. F. Criado, D. Csuka, J. Dissemond, A. Du-Thanh, L. F. Ensina, R. Ertaş, J. E. Fabiani, C. Fantini, H. Farkas, S. M. Ferrucci, I. Figueras-Nart, N. L. Fili, D. Fomina, A. Fukunaga, A. Gelincik, A. Giménez-Arnau, K. Godse, M. Gompels, M. Gonçalves, M. Gotua, R. Gower, A. S. Grumach, G. Guidos-Fogelbach, M. Hide, N. Iliina, N. Inomata, T. Jakob, D. O. Josviack, H. R. Kang, A. Kaplan, A. Kasperska-Zajac, C. Katelaris, A. Kessel, A. Kleinheinz, E. Kocatürk, M. Košnik, D. Krasowska, K. Kulthanan, M. S. Kumaran, J. I. Larco Sousa, H. J. Longhurst, W. Lumry, A. MacGinnitie, M. Magerl, M. P. Makris, A. Malbrán, A. Marsland, I. Martinez-Saguer, I. V. Medina, R. Meshkova, M. Metz, I. Nasr, J. Nicolay, C. Nishigori, I. Ohsawa, K. Özyurt, N. G. Papadopoulos, C. A. S. Parisi, J. G. Peter, W. Pfützner, T. Popov, N. Prior, G. D. Ramon, A. Reich, A. Reshef, M. A. Riedl, B. Ritchie, H. Röckmann-Helmbach, M.

Rudenko, A. Salman, M. Sanchez-Borges, P. Schmid-Grendelmeier, F. S. Serpa, E. Serra-Baldrich, F. R. Sheikh, W. Smith, A. Soria, P. Staubach, U. C. Steiner, M. Stobiecki, G. Sussman, A. Tagka, S. F. Thomsen, R. Treudler, S. Valle, M. van Doorn, L. Varga, D. O. Vázquez, N. Wagner, L. Wang, C. Weber-Chrysochoou, Y. M. Ye, A. Zalewska-Janowska, A. Zanichelli, Z. Zhao, Y. Zhi, T. Zuberbier, R. D. Zwiener, and A. Castaldo, "Definition, aims, and implementation of GA²LEN/HAEi Angioedema Centers of Reference and Excellence," *Allergy* **75**, pp. 2115-2123, 2020.

- [78] M. Deleuran, D. Thaci, L.A. Beck, M. de Bruin-Weller, A. Blauvelt, S. Forman, R. Bissonnette, K. Reich, W. Soong, I. Hussain, P. Foley, M. Hide, J.D. Bouaziz, J.M. Gelfand, L. Sher, M.L.A. Schuttelaar, C. Wang, Z. Chen, B. Akinlade, A. Gadkari, L. Eckert, J.D. Davis, M. Rajadhyaksha, H. Staudinger, N.M.H. Graham, G. Pirozzi, and M. Ardeleanu, "Dupilumab shows long-term safety and efficacy in patients with moderate to severe atopic dermatitis enrolled in a phase 3 open-label extension study," *J Am Acad Dermatol* **82**, pp. 377-388, 2020.
- [79] A. Altrichter, P. Schumacher, O. Alraboni, Y. Wang, M. Hiragun, M. Hide, and M. Maurer, "Sensitization against skin resident fungi is associated with atopy in cholinergic urticaria patients," *Clinical and Translational Allergy* **10**, pp. 1-9, 2020.
- [80] L.A. Beck, D. Thaci, M. Deleuran, A. Blauvelt, R. Bissonnette, M. de Bruin-Weller, M. Hide, L. Sher, I. Hussain, Z. Chen, F.A. Khokhar, B. Beazley, M. Ruddy, N. Patel, N.M.H. Graham, M. Ardeleanu, and B. Shumel, "Dupilumab Provides Favorable Safety and Sustained Efficacy for up to 3 Years in an Open-Label Study of Adults with Moderate-to-Severe Atopic Dermatitis," *Am J Clin Dermatol*. **21**, pp. 567-577, 2020.
- [81] N. Katoh, Y. Kataoka, H. Saeki, M. Hide, K. Kabashima, T. Etoh, A. Igarashi, S. Imafuku, M. Kawashima, M. Ohtsuki, H. Fujita, K. Arima, H. Takagi, Z. Chen, B. Shumel, and M. Ardeleanu, "Efficacy and safety of dupilumab in Japanese adults with moderate-to-severe atopic dermatitis: a subanalysis of three clinical trials," *Br J Dermatol* **183**, pp. 39-51, 2020.
- [82] Y. Sawa, J. Kayashita, and H. Nikawa, "Occlusal support is associated with nutritional improvement and recovery of physical function in patients recovering from hip fracture," *Gerodontology*., **37**(1), pp. 59-65, 2020.
- [83] H. Kitano, M. Kako, K. Tsuga, H. Nikawa, Y. Mikami, H. Yamashita, M. Mori, and H. Ohge, "Developing New Information Sheets for Evacuees and Evacuation Centers to be Used During All Natural Disaster Phases," *Prehosp Disaster Med.*, **35**(6), pp. 683-687, 2020.
- [84] Y. Mine, M. Suga, S. Mimura, M. Minoda, T. Murayama, H. Nikawa, and M.K. Furue, "Cytotoxicity assay using a human pluripotent stem cell-derived cranial neural crest cell model," *In Vitro Cell Dev Biol Anim.*, **56**(7), pp. 505-510, 2020.
- [85] S. Kuroda, T. Kihara, Y. Akita, T. Kobayashi, H. Nikawa, and H. Ohdan, "Simulation and navigation of living donor hepatectomy using a unique three-dimensional printed liver model with soft and transparent parenchyma," *Surg Today*., **50**(3), pp. 307-313, 2020.
- [86] K. Endo, Y. Mine, T. Shuto, T. Taji, T. Murayama, and H. Nikawa, "Comprehensive analysis of transcriptional

profiling in oral epithelial-like cells stimulated with oral probiotic *Lactobacillus* spp.," *Archives of Oral Biology*, **118**, pp. 1-6, 2020.

- [87] 尾崎 薫, 齋藤 静, 小阪英樹, 鈴木利雄, 二川浩樹, "Lactobacillus rhamnosus L8020 発酵物含有タブレットの口腔内状態に対する影響 –摂取前後における比較試験–," *日衛学誌*, 14(2), pp. 50-60, 2020.
- [88] 二川浩樹, "新しい固定化抗菌剤の開発と その抗菌・抗ウイルス作用," *Material Stage* 20(8), pp. 1-6, 2020.
- [89] 二川浩樹, "デンチャープラークを再考する. ~義歯メンテナンスと口腔健康管理," *日本歯科医師会雑誌* 4月号別冊, pp. 19-23, 2020.
- [90] F. Nishio, I. Hirata, K. Nakamae, K. Tsuga, and K. Kato, "Mucoadhesion of polyamphoteric hydrogels synthesized from acrylic acid and N,N-dimethylaminopropyl acrylamide," *Int. J. Adhes. Adhes.* **104**, 102746, 2021.
- [91] A. Onishi, A.N. Abdullah, K. Tanimoto, and K. Kato, "Optimization of culture conditions for the efficient differentiation of mouse induced pluripotent stem cells into dental epithelial-like cells. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Animal* **56**, pp. 816-824, 2020.
- [92] Y. Yamauchi, I. Hirata, K. Tanimoto, and K. Kato, "Epidermal growth factor-immobilized surfaces for the selective expansion of neural progenitor cells derived from induced pluripotent stem cells. *Biotechnol. Bioeng.* **117**, pp. 2741-2748, 2020.
- [93] A. Shakya, E. Imado, P.K. Nguyen, T. Matsuyama, K. Horimoto, I. Hirata, and K. Kato, "Oriented immobilization of basic fibroblast growth factor: Bioengineered surface design for the expansion of human mesenchymal stromal cells," *Sci. Rep.* **10**, 8762, 2020.
- [94] A. Nakano, I. Hirata, B.V. Pham, A. Shakya, K. Tanimoto, and K. Kato "Evaluation of a peptide motif designed for protein tethering to polymer surfaces," *J. Biomater. Sci., Polym. Ed.* **32**, pp. 76-92, 2021.

7. List of Forthcoming or Published Papers after April 2021

- [1] S. Higashi, "Defect Control in Quasi Single-crystalline Silicon Strips on Insulator Formed by Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet," International Conference on Processing & Manufacturing of advanced Materials (THERMEC '2021), 2021, (Invited).
- [2] M. Kubo, M. Ishimura, and M. Shimada, "Improvement of Production Efficiency of Spray-synthesized HKUST-1," *Advanced Powder Technology*, **32**(7), pp. 2370-2378, 2021.
- [3] K. Yamana, R. Kawasaki, Y. Sanada, A. Tabata, K. Bando, K. Yoshikawa, H. Azuma, Y. Sakurai, S. Masunaga, M. Suzuki, K. Sugikawa, T. Nagasaki, and A. Ikeda, "Tumor-targeting Hyaluronic Acid/Fluorescent Carborane Complex for Boron Neutron Capture Therapy," *Biochem. Biophys. Rapid Commun.*, **559**, pp. 210-216, 2021.
- [4] M. Fujishima, "Future of 300 GHz band wireless communications and their enabler, CMOS transceiver technologies," *Japanese Journal of Applied Physics*, **60**, SB0803, 2021.
- [5] M. Odagawa, T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, B. Raytchev, K. Kaneda, S. Yoshida, H. Mieno, S. Tanaka, T. Sugawara, H. Toishi, M. Tsuji, and N. Tamba, "A Hardware Implementation on Customizable Embedded DSP Core for Colorectal Tumor Classification with Endoscopic Video toward Real-Time Computer-Aided Diagnosis System," *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E104-A(4), 2021.
- [6] M. Odagawa, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, and S. Tanaka, "Feasibility Study for Computer-Aided Diagnosis System with Navigation Function of Clear Region for Real-Time Endoscopic Video Image on Customizable Embedded DSP Cores," *IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, E105-A(1), in press, 2021.
- [7] M. Odagawa, T. Okamoto, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, and S. Tanaka, "Classification with CNN features and SVM on Embedded DSP Core for Colorectal Magnified NBI Endoscopic Video Image," *IEICE TRANSACTIONS on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, in press, 2021.
- [8] K. Kageyama, A. Hamai, K. Watanabe, T. Koide, and T. Kumaki, "Floating-point arithmetic of content addressable memory-based massive-parallel SIMD matrix core," *Proc. of RISP International workshop on Non-linear Circuit, computer and Signal Processing (NCSP)*, 2021.
- [9] P. Gao, T. Kasama, M. Godonoga, A. Ogawa, C. Sone, M. Komine, Y. Endo, T. Koide, and R. Miyake, "A needle-type micro-sampling device for collecting nanoliter sap sample from plants," *Analytical and bioanalytical chemistry*, 1-11, 2021.
- [10] R. Michida, S. Izakura, T. Koide, Y. Aoyama, and Y. Hayashida, "Automatic Detection of Skin Surface Structure Using Deep Learning for the Impression Mold Technique," *Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021)*, pp. 165-168, Republic of Korea, 2021.

- [11] T. Koide, S. Izakura, R. Michida, Y. Aoyama, and Y. Hayashida, "Sweat Droplets Detection Using Deep Learning for the Impression Mold Technique to Evaluate Sweating Responses to Thermal Stimulus," Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021), pp. 255-258, Republic of Korea, 2021.
- [12] D. Katayama, R. Michida, S. Izakura, Y. Wu, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, Y. Okamoto, and S. Tanaka, "A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on NICE Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal NBI Endoscopy," Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021), pp. 158-161, Republic of Korea, 2021.
- [13] R. Michida, D. Katayama, S. Izakura, Y. Wu, T. Koide, T. Tamaki, S. Yoshida, H. Mieno, Y. Okamoto, and S. Tanaka, "A Lesion Classification Method Using Deep Learning Based on JNET Classification for Computer-Aided Diagnosis System in Colorectal Magnified NBI Endoscopy," Proc. of The 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers, and Communications 2021(ITC-CSCC2021), pp. 154-157, Republic of Korea, 2021.
- [14] R. Michida, S. Izakura, T. Koide, Y. Hayashida, and Y. Aoyama, "An Image Segmentation Method for Automatic Analysis of Skin Surface Structure in Atopic Dermatitis by the Impression Mold Technique," Proc. of 2021 IEEE 64th International Midwest Symposium on Circuits and Systems, in press, East Lansing, Michigan, USA & online, 2021.
- [15] T. Koide, R. Michida, S. Izakura, Y. Hayashida, and Y. Aoyama, "Sweat Droplets Detection Using Image Segmentation on Skin Surface for Evaluation of Sweating Responses to Thermal Stimulus in Atopic Dermatitis," Proc. of 2021 IEEE 64th International Midwest Symposium on Circuits and Systems, in press, East Lansing, Michigan, USA & online, 2021.
- [16] Y. Okamoto, S. Yoshida, S. Izakura, D. Katayama, R. Michida, T. Koide, T. Tamaki, Y. Kamigaichi, H. Tamari, Y. Shimohara, T. Nishimura, K. Inagaki, H. Tanaka, K. Yamashita, K. Sumimoto, Y. Ninomiya, S. Oka, and S. Tanaka, "DEVELOPMENT OF COMPUTER-AIDED DIAGNOSIS SUPPORT SYSTEM FOR COLORECTAL NBI DIAGNOSIS," June 2021 Gastrointestinal Endoscopy 93(6):AB205, 3522844, 2021.
- [17] Y. Okamoto, S. Yoshida, S. Izakura, D. Katayama, R. Michida, T. Koide, T. Tamaki, Y. Kamigaichi, H. Tamari, Y. Shimohara, T. Nishimura, K. Inagaki, H. Tanaka, K. Yamashita, K. Sumimoto, Y. Ninomiya, S. Oka, and S. Tanaka, "Development of multi-class computer-aided diagnosis support system for diagnosis of NICE/JNET classification in colorectal lesions," UEG Week Virtual, 2021.
- [18] 井櫻星二, 道田竜一, 小出哲士, 青山裕美, 林田優季, "発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた皮丘・皮溝の自動解析手法, 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-30, SO2-30, pp. 1-5, 2021.
- [19] 井櫻星二, 道田竜一, 小出哲士, 青山裕美, 林田優季, "発汗機能検査 Impression Mold 法のための深層学習を用いた発汗滴検出の一手法," 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS3-16, SO3-16, pp. 1-6, 2021.
- [20] 道田 竜一, 片山 大輔, 井櫻 星二, 吳 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本

由貴, 田中 信治, “深層学習を用いた JNET 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法,” 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-11, SO2-11, pp. 1-5, 2021.

- [21] 片山 大輔, 道田 竜一, 井櫻 星二, 呉 泳飛, 小出 哲士, 玉木 徹, 吉田 成人, 三重 野寛, 岡本 由貴, 田中 信治, “深層学習を用いた NICE 分類に基づく大腸内視鏡画像診断支援の一手法,” 第 27 回画像センシングシンポジウム論文集(SSII2021), IS2-10, SO2-10, pp. 1-5, 2021.
- [22] A. Fukiage, H. Fujino, D. Miki, Y. Ishii, M. Serikawa, M. Tsuge, M. Imamura, H. Aikata, C.N. Hayes, and K. Chayama, “Clinical Usefulness of Serum Autotaxin for Early Prediction of Relapse in Male Patients with Type 1 Autoimmune Pancreatitis,” *Dig Dis Sci.* **66**, pp. 1268-1275, 2021.
- [23] K. Ohya, M. Imamura, Y. Teraoka, T. Uchida, H. Fujino, T. Nakahara, A. Ono, E. Murakami, M. Yamauchi, T. Kawaoka, D. Miki, M. Tsuge, H. Abe-Chayama, C.N. Hayes, H. Aikata, Y. Ishida, C. Tateno, H. Song, Y. Miyayama, M. Hijikata, and K. Chayama, “Novel drug resistance-associated substitutions against pibrentasvir emerged in genotype 1b hepatitis C virus-infected human hepatocyte transplanted mice,” *Biochem Biophys Res Commun.* **559**, pp. 78-83, 2021.
- [24] Y. Nishida, M. Imamura, T. Yuji, K. Morio, H. Fujino, A. Ono, T. Nakahara, E. Murakami, M. Yamauchi, T. Kawaoka, D. Miki, M. Tsuge, A. Hiramatsu, H. Abe-Chayama, C.N. Hayes, H. Aikata, N. Sasaki, T. Sekiguchi, H. Kinukawa, T. Yoshimura, and K. Chayama, “Serum PreS1 and HBsAg ratio reflects liver fibrosis and predicts the development of hepatocellular carcinoma in chronic hepatitis B patients,” *J Viral Hepat.* 2021.
- [25] N. Hamakawa, A. Kogetsu, M. Isono, C. Yamasaki, S. Manabe, T. Takeda, K. Iwamoto, T. Kubota, J. Barrett, N. Gray, A. Turner, H. Teare, Y. Imamura, B.A. Yamamoto, J. Kaye, M. Hide, M.P. Takahashi, Y. Matsumura, M.K. Javaid, and K. Kato, “The practice of active patient involvement in rare disease research using ICT: experiences and lessons from the RUDY JAPAN project,” *Research Involvement and Engagement* **7**, 9, 2021.
- [26] D. Matsubara, S. Takahagi, R. Saito, A. Kamegashira, A. Tanaka, and M. Hide, “Analysis of the long-term economic burden of omalizumab on patients with chronic spontaneous urticarial,” *J Dermatol* **48**, pp. 56-63, 2021.
- [27] A. Tanaka, K. Ishii, S. Takahagi, and M. Hide, “Temporary wheat allergy in the postpartum period,” *Allergol Int* **70**, pp. 159-160, 2021.
- [28] R. Saito, A. Tanaka, S. Takahagi, M. Tanaka, and M. Hide, “Pemphigus foliaceus with inconsistent findings between clinical features and titres of antidesmoglein autoantibodies,” *Australian J Dermatol* **62**, e148-e149, 2021.
- [29] Y. Yanase, Y. Matsuo, S. Takahagi, T. Kawaguchi, K. Uchida, K. Ishii, A. Tanaka, D. Matsubara, K. Ozawa, and M. Hide, “Coagulation factors induce human skin mast cell- and basophil-degranulation via activation of complement 5 and the C5a receptor,” *J Allergy Clin Immunol* **147**, 1101-1104.e7, 2021.
- [30] K. Iwamoto, B. Yamamoto, I. Ohsawa, D. Honda, T. Horiuchi, A. Tanaka, A. Fukunaga, J. Maehara, K. Yamashita, T. Akita, and M. Hide, “The diagnosis and treatment of Hereditary Angioedema patients in Japan: A patient reported outcome survey,” *Allergol Int* **70**, pp. 235-243, 2021.

- [31] T. Kunitsu, S. Ueba, R. Nakajima, K. Nonomura, Y. Maruo, and M. Hide, "Fasting-associated urticaria and/or anaphylaxis: A case report," *Allergol Int* **70**, pp. 271-273, 2021.
- [32] A. Tanaka, S. Morioke, Y. Ohya, N. Shimojo, A. Shinichi, H. Shizukawa, S. Takahagi, T. Kan, R. Saito, and M. Hide, "Time course of disease severity from birth to 19 years old in patients with moderate to severe atopic dermatitis in adulthood," *J Dermatol* **48**, e205-e206, 2021.
- [33] S. Takahagi, T. Numata, A. Tanaka, and M. Hide, "Iatrogenic cutaneous lymphoid hyperplasia induced by squaric acid dibutyl ester," *Contact Dermatitis* **85**, pp. 88-90, 2021.
- [34] R. Otsuka, A. Tanaka, M. Takahashi, R. Saito, K. Iwamoto, S. Takahagi, T. Kan, S. Morioke, and M. Hide, "The relationship between the development of erythroderma in patients with atopic dermatitis and the avoidance of anti-inflammatory topical drugs," *Allergol Int* **70**, pp. 376-378, 2021.
- [35] Y. Takahara, T. Kan, Y. Teshima, D. Matsubara, S. Takahagi, A. Tanaka, and M. Hide, "A case of malignant melanoma with in-transit metastases successfully controlled by local interferon-beta injections," *Molecular and Clinical Oncology* in press, 2021.
- [36] M. Hide, T. Horiuchi, I. Ohsawa, I. Andresen, and A. Fukunaga, "Management of hereditary angioedema in Japan: Focus on icatibant for the treatment of acute attacks," *Allergol Int* **70**, pp. 45-54, 2021.
- [37] I. Ohsawa, D. Honda, Y. Suzuki, T. Fukuda, K. Kohga, E. Morita, S. Moriwaki, O. Ishikawa, Y. Sasaki, M. Tago, G. Chittick, M. Cornpropst, S.C. Murray, S.M. Dobo, E. Nagy, S. Van Dyke, L. Reese, J.M. Best, H. Iocca, P. Collis, W.P. Sheridan, and M. Hide, "Oral berotralstat for the prophylaxis of hereditary angioedema attacks in patients in Japan: A phase 3 randomized trial," *Allergy* **76**, pp. 1789-1799, 2021.
- [38] A.M. Giménez-Arnau, L. DeMontojoye, R. Asero, M. Cugno, K. Kulthanan, Y. Yanase, M. Hide, and A.P. Kaplan, "The pathogenesis of chronic spontaneous urticaria: The role of infiltrating cells," *J Aller Clin Immunol In Prac* **9**, pp. 2195-2208, 2021.
- [39] M. Maurer, E. Aygören-Pürsün, A. Banerji, J.A. Bernstein, B.H. Balle, P.J. Busse, A. Bygum, T. Caballero, A.J. Castaldo, S.C. Christiansen, T. Craig, H. Farkas, A.S. Grumach, M. Hide, C.H. Katelaris, H.H. Li, H. Longhurst, W.R. Lumry, M. Magerl, I. Martinez-Saguer, M.A. Riedl, Y. Zhi, and B. Zuraw "Consensus on treatment goals in hereditary angioedema: a global Delphi initiative," *J Allergy Clin Immunol*, in press, 2021.
- [40] M. Goncalo, A. Gimenez-Arnau, M. Al-Ahmad, M. Ben-Shoshan, J.A. Bernstein, L.F. Ensina, D. Fomina, C.A. Galvan, K. Godse, C. Grattan, M. Hide, C.H. Katelaris, M. Khoshkhui, E. Kocaturk, K. Kulthanan, I. Medina, I. Nasr, J. Peter, P. Staubach, L. Wang, K. Weller, and M. Maurer, "The global burden of chronic urticaria for the patient and society," *Br J Dermatol* **184**, pp. 226-236, 2021.

Telephone, Facsimile, and E-mail

常任スタッフ連絡先 (2021年3月31日時点)

	Telephone International/Domestic 国外/国内	Facsimile International/Domestic 国外/国内	e-mail address
Director/所長			
Prof. Seiichiro Higashi 東 清一郎 教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	sehiga@hiroshima-u.ac.jp
Nanointegration Research Division/ナノ集積科学研究部門			
Prof. Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎 教授	+81-82-424-6267 082-424-6267	+81-82-424-3499 082-424-3499	skuroki@hiroshima-u.ac.jp
Prof. Akinobu Teramoto 寺本 章伸 教授	+81-82-424-6266 082-424-6266	+81-82-424-3499 082-424-3499	teramo10@hiroshima-u.ac.jp
Prof. Takamaro Kikkawa 吉川 公麿 特任教授	+81-82-424-7879 082-424-7879	+81-82-424-3499 082-424-3499	kikkawat@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Anri Nakajima 中島 安理 准教授	+81-82-424-6274 082-424-6274	+81-82-424-3499 082-424-3499	anakajima@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Tetsuo Tabei 田部井 哲夫 特任准教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tabei@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Tadashi Sato 佐藤 旦 助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	satot@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Vuong Van Cuong ヴォーン ヴァン クォン 助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	vuongvancuong@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Tomomi Ishikawa 石川 智己 特任助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tomomiik@hiroshima-u.ac.jp
Assist. Prof. Yoshiteru Amemiya 雨宮 嘉照 特任助教	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	amemiya@hiroshima-u.ac.jp
Integrated Systems Research Division/集積システム科学研究部門			
Assoc. Prof. Tetsushi Koide 小出 哲士 准教授	+81-82-424-6971 082-424-6971	+81-82-424-3499 082-424-3499	koide@hiroshima-u.ac.jp
Molecular Bioinformation Research Division/分子生命情報科学研究部門			
Prof. Masakazu Iwasaka 岩坂 正和 教授	+81-82-424-4372 082-424-4372	+81-82-424-3499 082-424-3499	miwamasa@hiroshima-u.ac.jp
Nanotechnology Platform/ナノテクノロジー・プラットフォーム			
Prof. Shin-Ichiro Kuroki 黒木 伸一郎 教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	skuroki@hiroshima-u.ac.jp
Assoc. Prof. Tetsuo Tabei 田部井 哲夫 特任准教授	+81-82-424-6265 082-424-6265	+81-82-424-3499 082-424-3499	tabei@hiroshima-u.ac.jp

Research Institute for Nanodevice and Bio Systems (RNBS), Hiroshima University
 1-4-2 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8527, JAPAN
 広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所
 〒739-8527 広島県 東広島市 鏡山1丁目 4-2

Tel 082-424-6265, Fax 082-424-3499
 e-mail RNBS@hiroshima-u.ac.jp
 URL <http://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/>



e-mail RNBS@hiroshima-u.ac.jp

URL <http://www.RNBS.hiroshima-u.ac.jp/>

Research Institute for Nanodevice and
Bio Systems
Hiroshima University

1-4-2 Kagamiyama, Higashihiroshima,
Hiroshima 739-8527, JAPAN
Telephone : +81-82-424-6265 (direct)
Facsimile : +81-82-424-3499

広島大学
ナノデバイス・バイオ融合科学研究所

〒739-8527
広島県 東広島市 鏡山1丁目 4-2
電話 : 082-424-6265
ファクシミリ : 082-424-3499