



WASEDA University



Green Computing Systems Research Organization



WASEDA University

早稲田大学

グリーン・コンピューティング・システム研究機構



スマート社会を拓くグリーン・コンピューティング

産学連携による社会実装にむけて



グリーン・コンピューティング・システム研究機構長

Director, Green Computing Systems Research Organization

木村 啓二 Prof. Keiji KIMURA



気候変動問題は地球規模の重要課題となっており、環境に配慮した持続可能な低炭素社会の実現は国家目標となっております。これに向けたグリーンイノベーションの推進は、気候変動問題の解決を図るとともに、我が国の「新成長戦略」におけるエンジン役を担う重点テーマと位置づけられております。

本学においてもグリーンイノベーション推進に必要となる「情報通信技術活用による低炭素化」に貢献する研究として、超低消費電力プロセッサ、クラウド・システム、スマートグリッド等、様々な次世代ICT技術に関わる研究を、理工学術院、IT研究機構、国際情報通信研究センター、情報生産システム研究センター等を中心として、これまで積極的に進めてまいりました。また、産業界とも積極的に交流し、NEDOマッチングファンド事業や共同研究、委託研究等により、研究開発された技術を社会に還元すべく活動してまいりました。

本学ではこれらのグリーンICT技術の研究開発を更に強力に推進するため、経済産業省「産業技術研究開発施設整備事業」による支援を受け、新たな産学連携研究の拠点として「グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター」を平成23年4月に竣工し、本拠点を中心に研究を推進する組織として「グリーン・コンピューティング・システム研究機構」を設立いたしました。

本研究機構では超低消費電力で高性能なメニーコアプロセッサを中核としたグリーンICT技術の研究開発を産学連携によって推進していきます。この目標を達成するため、アーキテクチャ、チップ設計技術、コンパイラ技術、ソフトウェア技術などの要素技術、さらにはこのプロセッサを利用したサーバ・IoT・ロボット・自動車等への応用展開など、広範囲な研究課題に挑戦してまいります。また、学内の組織やキャンパスをまたがる研究プロジェクト、産官学連携による共同研究、国内外の第一線級研究者の招聘、学術交流等も積極的に行い、最先端の研究拠点として活動してまいりますので、ご支援・ご協力を賜りますようお願い申し上げます。

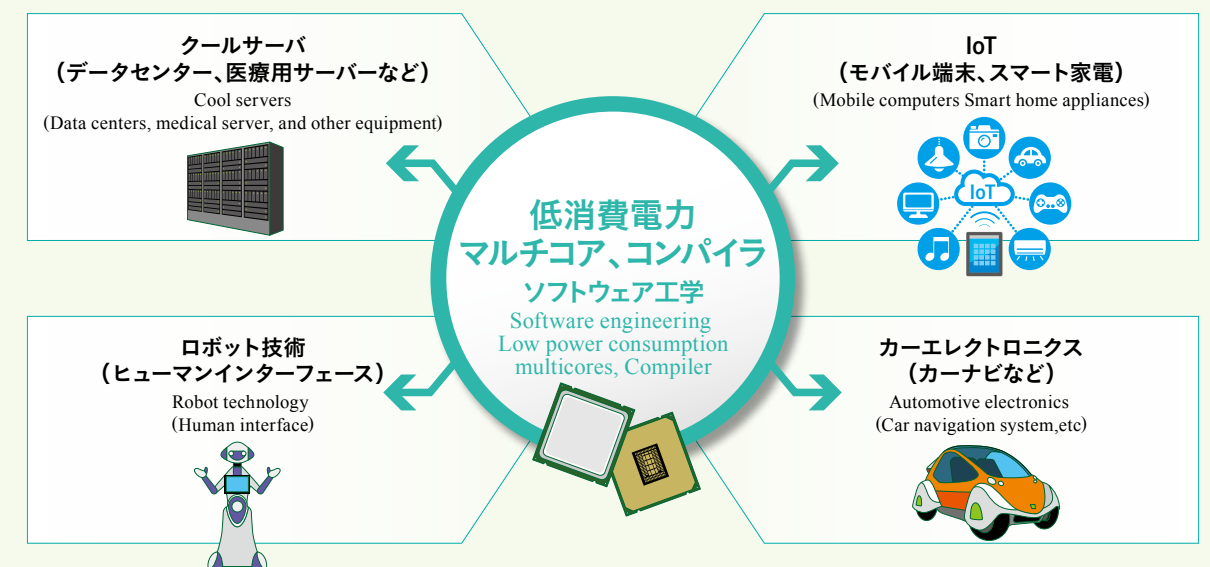


The problem of climate change is a serious one that affects the entire planet, and the government is responding by making the realization of an environmentally friendly and sustainable low carbon society a national goal. *Green innovation* is being promoted as a means of achieving this goal, and the key emphasis of this innovation is, in addition to finding solutions to the problem of climate change, to have it serve as a driving engine of Japan's New Growth Strategy.

Waseda University has been actively engaged in research into ultra-low power processors, cloud systems, smart grids, and a variety of other next-generation information and communications technology (ICT), which contributes to the low carbon by ICT that is an essential part of green innovation; this research has primarily been centered in the Faculty of Science and Engineering, the Information Technology Research Organization, the Global Information and Telecommunication Institute, and the Information, Production and Systems Research Center. Waseda University also actively works with industry through the NEDO Matching Funds initiative, collaborative research, or contract research in order to contribute to society.

In April 2011, thanks to the support of the Ministry of Economy, Trade and Industry's Project for Industrial Technology Research and Development Facilities, the construction of the Green Computing Systems Research and Development Center was completed. Now, it serves as a new center for collaborative research between industry and academia. The primary organization driving research at this new center is the Green Computing Systems Research Organization (GCSRO).

The GCSRO promotes collaborative research and development between industry and academia into green ICT, centering on ultra-low power, high-performance, many-core processors. In order to achieve its goals, the GCSRO tackles a wide range of research challenges, including architectural, chip design technology, compiler technology, software technology, and other elemental technology issues, as well as the development of applications for servers, intelligent home appliances robots, automobiles, and other devices that will utilize ultra-low power, high-performance, many-core processors. The GCSRO is also a cutting-edge research center that engages in campus-wide and industry-academia collaborative research projects; it attracts information and communications technology (ICT), foremost researchers from throughout Japan and the world, and it is an active participant in academic exchanges. Your support and assistance is, therefore, greatly appreciated.



アドバンストマルチコアプロセッサ研究所

Advanced Multicore Processor Research Institute

マルチコアプロセッサ、自動並列化コンパイラ、 グリーンコンピューティングの研究と社会実装

Research and Social Implementation of Multicore Processors,
Automatic Parallelizing Compilers, Green Computing

■ 顧問 Advisor 大附 辰夫(早稲田大学名誉教授) Prof. Emeritus.Tatsuo OHTSUKI
成田 誠之助(早稲田大学名誉教授) Prof. Emeritus.Seinosuke NARITA

■ 研究所員 Members

笠原 博徳(基幹理工学部教授) Prof. Hironori KASAHARA 柳澤 政生(基幹理工学部教授) Prof. Masao YANAGISAWA
木村 啓二(基幹理工学部教授) Prof. Keiji KIMURA 山名 早人(基幹理工学部教授) Prof. Hayato YAMANA
滝沢 研二(創造理工学部教授) Prof. Kenji TAKIZAWA 青木 隆朗(先進理工学部教授) Prof. Takao AOKI
戸川 望 (基幹理工学部教授) Prof. Nozomu TOGAWA

本研究所では、情報処理システムの高速化、低消費電力化、ソフトウェアを含めた開発コスト及び期間の削減を通し、世界の情報関連技術の発展を推進し、世界中の皆さんの安全・安心・便利な生活の実現に貢献することを目指し、産官学連携研究開発を行っています。

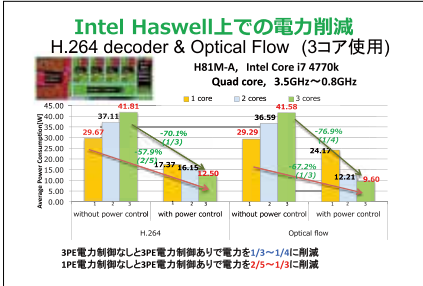
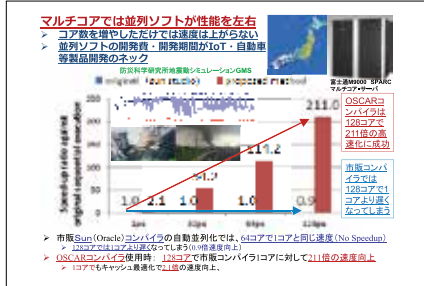
これまで情報システムの速度向上・電力削減を牽引してきたムーアの法則の終焉が叫ばれる中、マルチコアプロセッサとそのソフトウェア技術は、今後のコンピューティングシステムの速度向上・電力削減を実現できる技術として、注目を集めています。この技術はスーパーコンピュータ、クラウドサーバ等のハイエンドコンピュータだけではなく、自動走行自動車、スマートフォン、スマートホーム、医療機器、ロボット、ゲーム等、身の回りの至る所で使われ始めています。

また、マルチコアプロセッサ及び自動並列化・電力削減コンパイラを用い、各種IT機器の高付加価値化を行っていくために、そのような最先端の技術の研究開発を行うことができる高度な人材が世界から求められています。

このような状況を踏まえ、本研究所では、価格性能比に優れ、ハードウェア及びソフトウェアの開発期間が短く、プロセッサコア数の増加に対しスケラブルな性能向上を可能とし、低消費電力のホモジニアス・ヘテロジニアス・マルチコアプロセッサアーキテクチャ及びそのソフトウェアの研究開発を、産業界の実製品の高度化及び高付加価値化の実現も目指し、産官学連携で進めています。また、産学連携プロジェクトへ学生も参加することにより、研究開発で生じる種々の難題を一つ一つ解決する経験を有する即戦力の人材を育成することにも取り組んでいます。

本研究の独創性は、経済産業省ミレニアムプロジェクト“アドバンスト 並列化コンパイラ”プロジェクト、NEDO“リアルタイム情報家電用マルチコアプロセッサ”、“情報家電用ヘテロジニアスマルチコア”プロジェクトを通して世界最高レベルまで高められ、さらに多くの特許の形で公開されている、早稲田大学独自のOSCARマルチグレイン並列化及び自動電力削減手法とそれと協調するOSCARマルチコアプロセッサアーキテクチャ技術にあります。

従来までの産学連携研究開発により、世界で広く使用される重要製品の共同開発にも成功しており、今後もより多くの高付加価値製品の開発を通し、目標である世界の人々の生活の向上に貢献していきたいと考えています。



研究所長 笠原 博徳
(基幹理工学部教授)
Director
Prof. Hironori KASAHARA
IEEE Computer Society President 2018
kasahara@waseda.jp

2023年4月現在

知覚情報システム研究所

Perceptual Computing Laboratory

知覚情報処理技術の高度化と人間－ コンピュータ・インタラクションシステムの実現

Theoretical Studies on Perceptual Computing and its Application to Human-Computer Interaction

■ 顧問 Advisor 白井 克彦(早稲田大学名誉教授) Prof.Emeritus. Katsuhiko SHIRAI
藤澤 浩道(株式会社日立製作所中央研究所シニアアドバイザー)
HITACHI Central Research Laboratory Senior Advisor Hiromichi Fujisawa

■ 研究所員 Members

小林 哲則(基幹理工学部教授) Prof. Tetsunori KOBAYASHI 菊池 英明(人間科学部教授) Prof. Hideaki KIKUCHI
池永 剛 (大学院情報生産システム研究科教授) Prof. Takeshi IKENAGA 松居 辰則(人間科学部教授) Prof. Tatsunori MATSUI
岩田 和彦(理工学術院総合研究所研究院) Researcher Kazuhiko IWATA 速水 悟 (研究院教授) Prof. Satoru HAYAMIZU
及川 靖広(基幹理工学部教授) Prof. Yasuhiro OIKAWA 鈴木 駿吾(研究院講師) Assistant Prof. Shungo SUZUKI
小川 哲司(基幹理工学部教授) Prof. Tetsuji OGAWA 新井 雄也(研究助手) Research Associate Yuya ARAI

2023年4月現在

パターン認識、機械学習理論を基礎として、人間の知覚や思考を模擬する情報処理技術(AI)を確立することを試んでいます。また、さらにこれらを応用して人－コンピュータとの知的なインタラクション・システムを実現することを目指しています。

研究は、以下の3つの分野に大別されます。

- 1) 音声・画像の認識理解・合成、自然言語処理の基礎研究
- 2) 1)に必要な、機械学習の研究・開発支援フレームワークの研究
- 3) 1)を利用した、会話ロボット、IoT、情報検索等の応用研究

最初に挙げた音声・画像知覚(≒知覚)、言語(≒思考)の基礎研究は、知的な人－コンピュータのインタラクション実現のための基礎を与える最も重要なものです。人が相互コミュニケーションに利用する言語・パラ言語を、正確に理解したり、表現したりする技術を、近年飛躍的に進歩している機械学習の理論を基礎として開発しています。

二番目に挙げたフレームワークの研究は、AI研究の基盤となるデータ収集に係るものです。実時間応答性を持つクラウドソーシングを開発し、これをAIの後段に組み入れて精度補償することによって、AI単体の性能が低い開発の初期段階から実フィールドでの運用を可能にし、あわせてデータ収集できるようにすることを試んでいます。

三番目の応用研究は、知覚・思考に係る研究をベースに、人の生活を豊かにする応用システムを作るものです。会話研究は、当研究所が古くからテーマにしているもので、会話というインタラクティブな方法によって、人－コンピュータ、あるいはコンピュータを介して人－人の間に効果的な知識・情緒の交換を行う仕組みづくりを行っています。その他、漁業や酪農など、一次産業の支援技術の開発も行っています。



池永 剛
Prof.
Takeshi IKENAGA
画像情報システム



岩田 和彦
Researcher
Kazuhiko IWATA
知覚情報処理・
知能ロボティクス



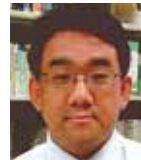
及川 靖広
Prof.
Yasuhiro OIKAWA
音響学、
音コミュニケーション科学



小川 哲司
Prof.
Tetsuji OGAWA
情報処理、異常検知、
機械学習



菊池 英明
Prof.
Hideaki KIKUCHI
言語情報科学、人工知能、
ヒューマンインタフェース



松居 辰則
Prof.
Tatsunori MATSUI
感性情報学、知能情報学、
学習支援システム



速水 悟
Prof.
Satoru HAYAMIZU
メディア情報学、
機械学習・深層学習による
異常検知



鈴木 駿吾
Assistant Prof.
Shungo SUZUKI
第二言語習得研究、
英語教育研究、
心理言語学



新井 雄也
Research Associate
Yuya ARAI
第二言語リーディング論、
英語教育研究、言語テスト研究、
第二言語習得研究



研究所長 小林 哲則
(基幹理工学部教授)
Director
Prof. Tetsunori KOBAYASHI

We are currently trying to establish information processing technology to imitate the perceptions and thoughts of humans (AI) based on the theories of pattern recognition and machine learning. Our further aim is to achieve smart human-computer interaction systems through the application of this technology.

The research is broadly divided into the following three branches:

- 1) Recognition and synthesis of voice and images and basic research into natural language processing
- 2) Research into a support framework for the machine learning research and development necessary for 1)
- 3) Application research, such as conversation robots, IoT, and information retrieval, using 1)

The basic research mentioned first into sound and image perception (≒perception) and language (≒thought) is of the utmost importance for providing a foundation for achieving smart human-computer interaction. We are developing technology that can accurately understand and express the language and paralinguistic that humans use in mutual communication as a basis for the theory of machine learning, which has been progressing rapidly in recent years.

The framework research mentioned next pertains to data collection as the foundation for AI research. We are trying to make it possible to apply technology from the early stages of development, where the performance of AI alone is low, in real fields, as well as enable data collection by developing crowdsourcing with real-time responsiveness and incorporating it into later AI to provide accuracy assurance.

The third branch, application research, refers to the creation of application systems to enrich people's everyday lives based on research into perception and thought. Conversation research has been a theme of this laboratory for many years. We are creating a mechanism for the effective exchange of knowledge and emotions between humans and computers or between fellow humans via computer through the interactive methods of conversation. In addition to this, we are developing support technologies for primary industries, such as fishing and dairy farming.

グローバルソフトウェアエンジニアリング研究所

Global Software Engineering Laboratory



研究所長 鷺崎 弘宜
(基幹理工学部教授)
Director
Prof. Hironori WASHIZAKI
washizaki@waseda.jp

2023年4月現在

■ 顧問 Advisor 東 基衛 (早稲田大学名誉教授) Prof. Emeritus. Motoei AZUMA

■ 研究所員 members

鷺崎 弘宜(基幹理工学部教授) Prof. Hironori WASHIZAKI

岸 知二(創造理工学部教授) Prof. Tomoji KISHI

鄭 顕志(国際理工学センター(理工学術院)准教授)
Associate Prof. Kenji TEI

深澤 良彰(基幹理工学部教授) Prof. Yoshiaki FUKAZAWA

本位田真一(国際理工学センター(理工学術院)教授) Prof. Shinichi HONIDEN

吉岡 信和(理工学術院総合研究所上級研究員(研究院教授))
Prof. Nobukazu YOSHIOKA

ダイナミックで複雑かつ不確実なIoT・AI・クラウドコンピューティングの時代において、領域を超えた要求や環境変化に対応可能なソフトウェアシステムのグローバルな効率的かつ高信頼な開発運用と品質保証、支えるプロセスや人材育成、国際規格、さらにまとめあげたエコシステムについて25社以上の企業を含む大規模な産学官連携により豊富な研究実践の実績を有します。主なテーマを以下にあげます。実績を活かす形でIEEE ICSTやIEEE IWESep, AsianPloP, IPSJ SES, PyCon JP, ETロボコン, XP祭り, G7プログラミングラーニングサミットなど多数の国内外会議をホストし、様々なコミュニティをリードしつつ貢献しています。日本経済新聞や毎日新聞、東京新聞、フジテレビなどメディア報道多数。

①ソフトウェアシステムの要求獲得と高信頼・高効率な設計&実装

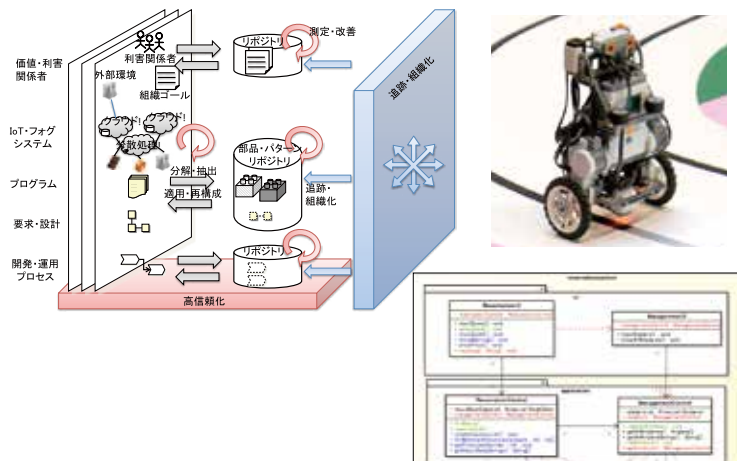
抽象化とモデリングおよび機械学習の仕組みを組み合わせ、ビッグデータ×機械学習とペルソナを用いた要求工学、要求とプログラム等の追跡、分散システムのための設計パターン、モデル駆動セキュリティ&プライバシーおよびIoT&クラウドサービス応用等に顕著な成果をあげています。

②高信頼システムの高効率な開発・運用・保守のためのプログラム解析&処理
プログラムが生み出された過程や欠陥が偏在する特徴などを応用することで、リッチWebアプリケーション解析およびパターン検証、プログラムリバースエンジニアリング基盤、アスペクト&コンテキスト指向プログラミング環境、多言語プログラムソースコード処理環境等に顕著な成果をあげています。

③ソフトウェアシステムの総合的かつ適応的な品質保証
モデル・ソースコードなどの成果物や欠陥・工数などの開発プロセスを多面的に検証および測定評価し、継続的なデータ収集と機械学習等の応用を通じてデータベースアプリケーションテスト、ブラックボックステストにおけるテスト優先順位づけ、Webアプリケーションテストコード生成、欠陥の位置推定、組み込みプログラムソースコードの品質診断、機械学習を通じた適応的なソフトウェア品質評価改善、信頼性モデルによる不具合予測と意思決定支援、総合的な品質測定評価枠組みとベンチマーク等に顕著な成果をあげています。

④ソフトウェアシステムを高効率・高信頼に開発運用する組織&プロセス
組織的な取り組みと改善を実現するために、プロダクトを生み出し用いるプロセスや環境を含む多面的な評価とパターンへの着目を通じて、組織目標・戦略・測定データの整合化、リポジトリマイニングと品質改善、SEMATエッセンス活用、アジャイル開発プロセス改善と品質保証パターン等に顕著な成果をあげています。

⑤社会人から小学生までの全世代の人材育成および知識体系
データ分析による学習効果や経験則の実証を重視する形でプログラミング学習環境とロボット、情報システム開発のチーム教育、ソフトウェアシステム開発・運用・品質の知識体系等に顕著な成果をあげています。



Our focus is the practical application of research through collaboration between industry, academia, and government into eco systems for the era of IoT, AI, and cloud computing, which are dynamic, complex, and uncertain. Such systems combine various aspects that include globally efficient and highly reliable research applications and quality assurance for software systems that are compatible with environmental changes and demands that extend beyond the respective fields, as well as supporting the processes, human-resource development, and international standards. We are leaders in the community, hosting many conferences in Japan and abroad, such as IEEE ICST, IEEE IWESep, AsianPloP, IPSJ SES, PyCon JP, ET Robocon, XP Festival, and G7 Programming Learning Summit. We have been the subject of numerous reports in the *Nikkei*, *Mainichi*, *Tokyo Shimbun*, on Fuji Television, and other media outlets.

①Design and implementation

- Requirement engineering using big-data, machine learning, and personas
- Pursuit of requirements, programs, etc.
- Design patterns for distributed systems
- Model-driven security and privacy and IoT and cloud services applications

②Program analysis and processing

- Rich web application analysis and pattern verification
- Program reverse engineering foundations
- Aspect and context-oriented programming environments
- Multilingual program source code processing environments

③Quality Assurance

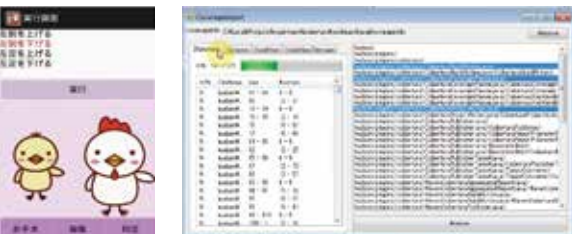
- Database application tests
- Test prioritization in black box tests
- Web application test code generation
- Fault position estimation
- Embedded program source code quality diagnosis
- Improving software quality assessment through machine learning
- Fault prediction and decision-making support by reliability modeling
- Comprehensive quality measurement and evaluation frameworks and benchmarks

④Organizations and processes

- Organization targets, strategies, measurement data integration
- Repository mining and quality improvement
- SEMAT Essence application
- Agile development process improvement and quality assurance patterns

⑤Human resources development and bodies of knowledge

- Programming learning environments and robots
- Team training for information system development
- Bodies of knowledge



グローバルロボットアカデミア研究所

Global Robot Academia Laboratory



研究所長 岩田 浩康
(創造理工学部教授)
Director
Prof. Hiroyasu IWATA

2023年4月現在

■ 顧問 Advisor 橋本 周司(早稲田大学名誉教授) Prof.Emeritus. Shuji HASHIMOTO

藤江 正克(早稲田大学名誉教授) Prof.Emeritus. Masakatsu FUJIE

山川 宏 (早稲田大学名誉教授) Prof.Emeritus. Hiroshi YAMAKAWA

■ 研究所員 Members

岩田 浩康(創造理工学部教授) Prof. Hiroyasu IWATA

石井 裕之(創造理工学部教授) Prof. Hiroyuki ISHII

岩瀬 英治(基幹理工学部教授) Prof. Eiji IWASE

大谷 淳 (創造理工学部教授) Prof. Jun OHYA

菅野 重樹(創造理工学部教授) Prof. Shigeki SUGANO

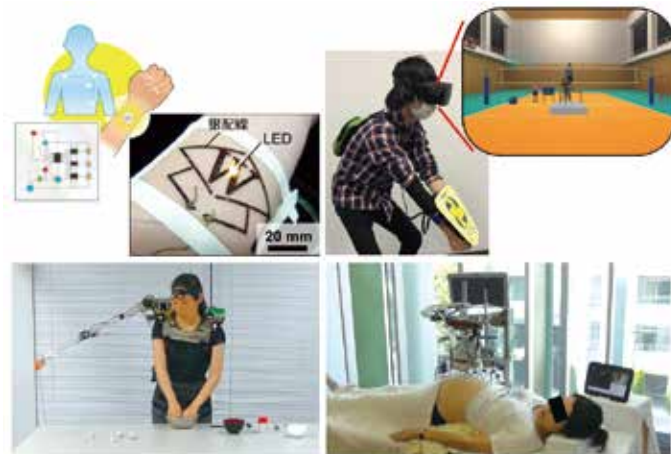
高西 淳夫(創造理工学部教授) Prof. Atsuo TAKANISHI

研究所では、ICTとロボット技術(RT)を融合させることで、災害発生時の現場状況確認や瓦礫撤去をはじめ、医療や福祉／リハビリテーション／高齢者の健康増進など、災害対応および超高齢社会が抱える諸問題の解決に資する実践的な次世代ロボット技術の研究開発に取り組む。さらに、得られた研究成果をシーズとし、多くの競争的資金を獲得し、研究技術の実用化に向け多くの産学連携プロジェクトを推進してゆく。

主な研究テーマは以下の通りである。

- ①妊婦遠隔検診ロボットの改良と臨床評価
- ②次世代がん治療ロボットの性能検証
- ③超音波エコーに基づき低侵襲に内出血貯留を判定する画像処理技法の開発
- ④内反足患者の歩行リハビリを支援する高背屈支援RTの開発
- ⑤麻痺側の身体感覚への気づきを高める知覚共感ウェアの臨床評価
- ⑥身体運動型小型ロボットを用いた高齢者の健康増進技術の構築
- ⑦遠隔操作建機における作業状況に応じた操作ゲインチューニング法の構築
- ⑧生活支援を目的とした直観的操作が可能な【第3の腕】の開発
- ⑨ナノテクとプリントドエレクトロニクスを融合した皮膚接着型生体センサの開発

テーマ自体が実社会と深く繋がっているものばかりであり、社会的に意義の高い研究テーマに関して実効性の高い研究計画を立案した上で、行政や病院、企業の関係者等の協力を取り付け、有用な知見を創出してゆくプロセスは、若手研究者や学生にとって非常に高い経験値を積めることから、極めて有用な教育的効果も期待できる。他方、例えば⑨のテーマは、高分子超薄膜(ナノシート)の密着性の高さを活かし、これに電子回路の配線を印刷することで、装着感をほとんど感じさせない生体センサやRFIDを開発するもので、新たな産業創出のドライビングフォースになり得るものである。日本各地の医療・介護施設はもちろん、アジア諸国の広大な市場への医療・福祉システム導入を見据え、日本の新たな輸出産業を構築する基盤になることが期待される。



In this laboratory, we work to unite ICT and robot technology (RT) for the research and development of practical next-generation robot technology that will contribute to resolving the various problems faced in disaster management and a super-aging society, including the checking of on-site situations and removing debris when a disaster strikes, and medical care and welfare, rehabilitation, and the promotion of health in the elderly, respectively. Furthermore, based upon the seeds resulting from development, we will acquire a great deal of competitive funding and drive a multitude of joint industry-academia projects toward the utilization of the research technology.

Our main research topics are as follows:

- (1) Improvement and clinical evaluation of remote prenatal examination robots
- (2) Performance verification for next-generation cancer treatment robots
- (3) Development of image processing techniques to detect internal bleeding with minimally invasive procedures based on ultrasonic echo imaging
- (4) Development of high dorsal-support RT to support walking rehabilitation for talipes equinovarus patients
- (5) Clinical evaluation of perception shareware to raise awareness of physical sensation on a paralyzed side
- (6) Construction of health-promotion technology for the elderly using small physical motion robots
- (7) Construction of operating gain tuning methods according to operational status in remote operating construction machines
- (8) Development of intuitive motion-capable [third arms] for lifestyle support
- (9) Development of biosensors attached to the skin that combine nanotechnology with printed electronics

The topics are closely linked to society. The process of designing highly effective research plans for research topics with a strong social awareness and establishing cooperation between relevant parties in government, hospitals, and companies to create useful knowledge results in an accumulation of very high experiential value to young researchers and students. There is potential for extremely beneficial educational effects. Meanwhile, in the case of (9) for example, the use of highly adhesive ultrathin molecular film (nanosheet) with electronic circuit wiring printed onto it will promote the development of biosensors and RFID for which the attachment can barely be felt, which could be a driving force for new industry creation. It is hoped that this could serve as a foundation for the construction of new export industries for Japan with a view to introducing medical and welfare systems to a wide range of cities throughout Asia, as well as medical and nursing facilities all over Japan.

次世代コンピューティング基盤研究所

Research Institute for Next-Gen Computing

次世代コンピューティング基盤技術の確立とセキュリティ応用

Next-gen computing and security



研究所長 戸川 望
(基幹理工学部教授)
Director
Prof. Nozomu TOGAWA

<https://www.waseda.jp/inst/gcs/labo/nextgen/>

2023年4月現在

■ 顧問 Advisor 松島 裕一(元機構長) Prof. Yuichi MATSUSHIMA

■ 研究所員 members

戸川 望(基幹理工学部教授) Prof. Nozomu TOGAWA

笠原 博徳(基幹理工学部教授) Prof. Hironori KASAHARA

木村 晋二(大学院情報生産システム研究科教授) Prof. Shinji KIMURA

小柴 健史(教育学部教授) Prof. Takeshi KOSHIBA

史 又華(基幹理工学部教授) Prof. Youhua SHI

橋本 和夫(リサーチイノベーションセンター教授) Prof. Kazuo HASHIMOTO

浜田 道昭(先進理工学部教授) Prof. Michiaki HAMADA

柳澤 政生(基幹理工学部教授) Prof. Masao YANAGISAWA

多和田雅師(主任研究員(研究院准教授)) Researcher Masashi TAWADA

青木 隆朗(先進理工学部教授) Prof. Takao AOKI

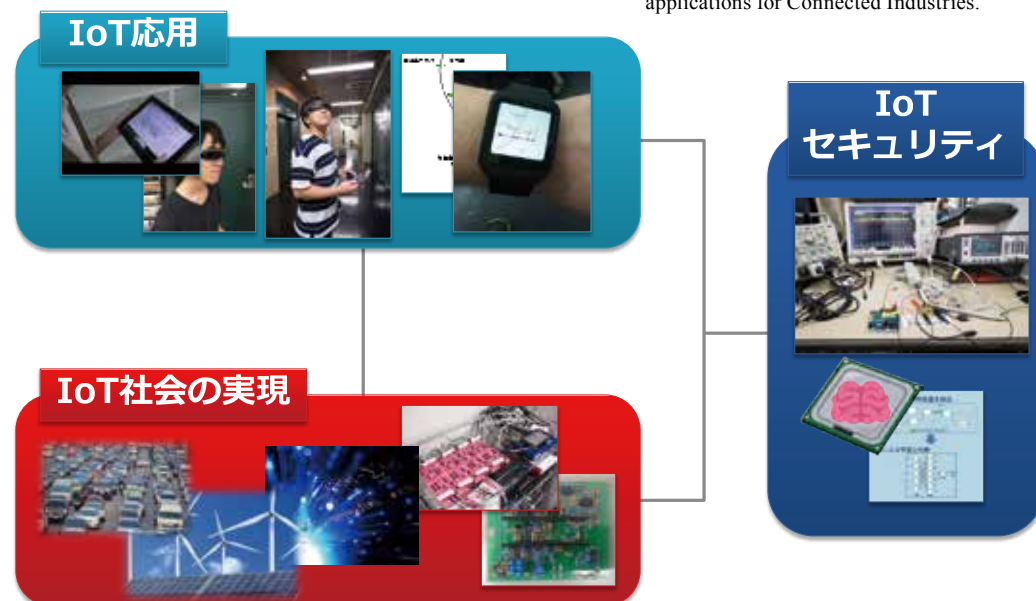
Society5.0に資するConnected Industriesの実現には、Cyber Physical Systemによる現実世界とサイバー空間の融合が必須と言われ、全ての「もの」がネットワーク化することが強く求められる。その結果、総務省・情報通信白書によれば、2020年には500億個を超えるIoT (Internet of Things) デバイス・携帯機器・電化製品・自動車等、全ての「もの」がネットワークに接続され、社会インフラをはじめ急速なIoT化が進むと言われる。すなわち今後、極めて短期間に、Connected Industriesのための「IoT社会」の到来が予想される。

IoT社会は我々の社会を豊かにしかつ一層の利益をもたらす一方、その実現には、①IoT社会そのもの、②IoTセキュリティ、③IoT応用のそれぞれの点について解決すべき大きな技術的課題があると考えられ、本研究では、上記①～③のそれぞれの課題について取り組む。

① IoT社会の実現: 次世代コンピューティングをはじめ、これまでの計算にとられない新たなしくみが必要不可欠となる。AIチップ(人工知能を高速化するチップ)や量子コンピューティング技術などに関して研究に取り組む。

② IoTセキュリティ: IoT機器を構成する部品、機器、システム、ネットワークについてそのセキュリティを担保するしくみを構築する。

③ IoT応用: Cyber Physical Systemは従来にない新たなアプリケーションの創造を可能とする。拡張現実や仮想現実をはじめとするIoT応用技術に取り組む。



フロンティア流体構造連成解析研究所

Institute for Frontier Fluid-Structure Interaction Analysis

流体構造連成およびマルチフィジックス問題を理論・計算により解明する

We bring unique computational methods and analysis to real-world problems that can be solved by no one else or very few



研究所長 滝沢 研二
(創造理工学部教授)
Director
Prof. Kenji TAKIZAWA

<https://www.waseda.jp/inst/gcs/labo/frontier/>

2023年4月現在

■ 研究所員 Members

滝沢 研二(創造理工学部教授) Prof. Kenji TAKIZAWA

草鹿 仁 (大学院環境・エネルギー研究科教授) Prof. Jin KUSAKA

柴田 良弘(基幹理工学部教授) Prof. Yoshihiro SHIBATA

竹澤 晃弘(基幹理工学部教授) Prof. Akihiro TAKEZAWA

テズドゥヤー タイフン(大学院創造理工学研究科教授) Prof. Tayfun E. TEZDUYAR

寺原 拓哉(創造理工学部助教) Assistant Prof. Takuya TERAHARA

前川 卓 (理工学術院総合研究所研究院教授) Prof. Takashi MAEKAWA

宮川 和芳(基幹理工学部教授) Prof. Kazuyoshi MIYAGAWA

本研究所は、数値計算技術を駆使して、幅広く実応用課題に取り組んでいます。特に、世界において他の誰も実現できない挑戦的な課題に力を入れています。主な応用分野は、力学を基礎とする①流体機械、②自動車、③航空・宇宙、④家電、⑤医療です。これらの課題は流体構造連成およびマルチフィジックス問題です。例として、路面と接触するタイヤ(図1)、宇宙船用パラシュート(図2)、心臓血管(図3)を御覧ください。

まず対象とする課題を汎化し数学的視点で捉えます。そして、その新たな課題に対し、これまで培ってきた計算手法を踏襲し、そして革新的な計算技術へ発展させます。この計算技術によって、信頼のある解を導き、そして解決策を導き出すのです。この最後のステージでは課題特有の問題に、特別な手法を用いることもあります。

多くの実応用課題は複雑形状を含みます。このような形状はCAD (Computer-Aided Design) におけるNURBS関数で表現されます。この関数は計算精度・効率に対しても優位性を持っており、これをアイソジオメトリック離散化と呼んでいます。しかし、これらは複雑な運動やトポロジー変化を起こす場の計算において、実現の難しさが多く存在します。我々はこれらの問題に取り組み、解決することで、設計・計算・製造に対して、一貫した計算機支援を目指しています。

これらの数値計算技術は、Team for Advanced Flow Simulation and Modeling (T*AFSM) によって、実応用課題の解決を目標に研究されてきました。T*AFSMは、1983年発足以来、実応用課題、そして他の誰も実現できない課題にチャレンジし続けています。

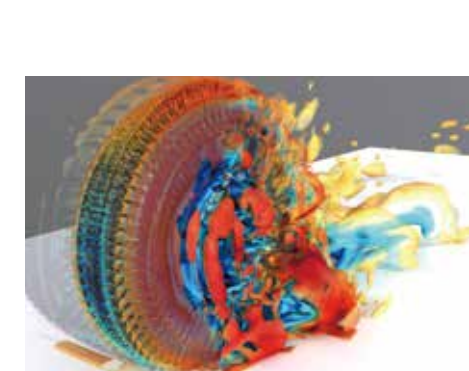


図1 路面と接触するタイヤ周囲の流れ
Figure 1. Tire aerodynamics with actual geometry and road contact.



図2 NASAオリオンパラシュート
Figure 2. Orion spacecraft landing parachutes.

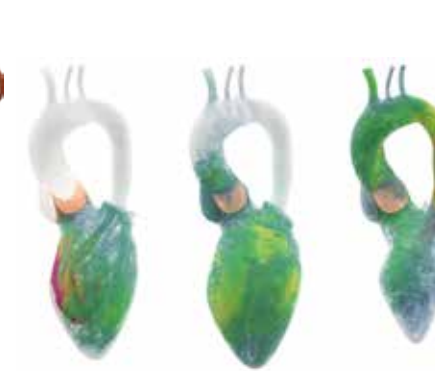


図3 血液が、左心室から開閉する弁を通り、大動脈へ流れる様子
Figure 3. Heart and aorta flow analysis.

量子コンピューティング研究所

Quantum Computing Institute

ナノファイバー共振器QEDに基づく 新方式量子コンピュータハードウェアの開発

Development of new quantum computing hardware based on nanofiber cavity QED



研究所長 青木 隆朗
(先進理工学部教授)
Director
Prof. Takao AOKI

<https://www.waseda.jp/inst/gcs/institutes-2/quantum/>

2023年4月現在

■ 研究所員 members

青木 隆朗 (先進理工学部教授) Prof. Takao AOKI

木村 啓二 (基幹理工学部教授) Prof. Keiji KIMURA

湯浅 一哉 (先進理工学部教授) Prof. Kazuya YUASA

戸川 望 (基幹理工学部教授) Prof. Nozomu TOGAWA

笠原 博徳 (基幹理工学部教授) Prof. Hironori KASAHARA

情報技術に大きな革命をもたらすことが期待される誤り耐性型汎用量子コンピュータの実現には、量子誤り訂正が可能で、かつ、 $10^6 \sim 10^8$ 物理量子ビット規模まで量子ビット数を拡大できるハードウェア方式が求められます。しかし、超伝導方式をはじめとする既存の各ハードウェア方式では、量子ビット数の大規模化において大きな技術的課題を抱えているため、大規模化に有利な新しいハードウェア方式の開発が必要です。また、いかなるハードウェア方式においても、単ユニットで $10^6 \sim 10^8$ 物理量子ビット規模まで拡大することは極めて困難であることが予想されるため、スケーラブルな分散型量子コンピューティングが可能な方式の開発が必要です。さらに、量子誤り訂正の効率的な適用のためには、任意の量子ビット間が結合した全結合型であることが望まれます。

共振器量子電気力学(共振器QED)系は、光共振器に閉じ込められた光と、それと相互作用する原子からなる系であり、光と原子の量子性が純粋な形で顕在化するため、量子物理学の発展に大きな役割を果たしてきました。さらに共振器QED系は、量子情報科学の黎明期より量子コンピュータの実装に有望な系として期待されてきました。しかしながら、実際に量子コンピュータを実装するためには、光ファイバーとの接続性、原子の収容性、低損失性を兼ね備えた光共振器の開発が求められてきました。

上記の背景のもと、早稲田大学青木隆朗研究室では、共振器QEDに基づく量子コンピュータの実装に適した光共振器としてナノファイバー共振器を開発し、これを用いた共振器QED系、すなわち「ナノファイバー共振器QED系」を実現しました。本研究所では、ナノファイバー共振器QEDに基づく新方式の量子コンピュータハードウェアを開発します。本方式は原子と光子のハイブリッド方式であり、原子と光子の両方を全結合型の量子ビットとして活用できます。さらに、光ファイバー接続による大規模な分散型量子コンピューティングが可能であり、また、量子通信ネットワークとの統合が可能です。

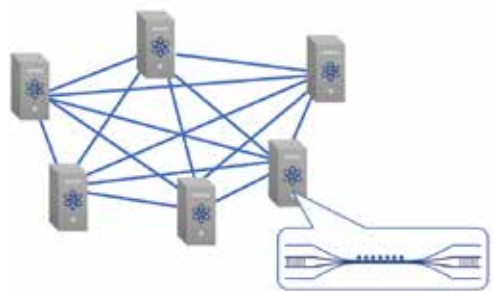
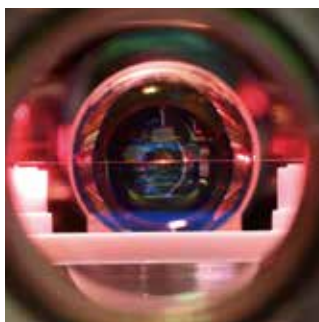
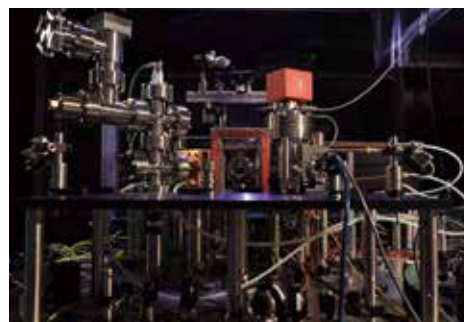
本研究所では、内閣府のムーンショット型研究開発制度を中心とする国の大型研究プログラムのもと、早稲田大学と株式会社Nanofiber Quantum Technologies (NanoQT)の強力な共同研究によって研究開発を推進してまいります。

To realize an fault-tolerant universal quantum computer, which is anticipated to bring about a revolution in information technologies, hardware that is capable of quantum error correction and scaling the number of physical qubits to the order of 10^6 to 10^8 is required. However, as existing hardware including superconducting circuits have significant technical challenges to increasing qubits, it is necessary to develop a novel hardware that is advantageous for this purpose. In addition, it is also anticipated regardless of the hardware, it is going to be extremely difficult to increase the number of physical qubits to the order of 10^6 to 10^8 in a single unit, and therefore it is necessary to develop an hardware capable of scalable distributed quantum computing. Furthermore, for efficient application of quantum error correction, the hardware should have an any-to-any connection in which any pair of qubits can be coupled with each other.

A cavity quantum electrodynamics (cavity QED) system consists of light confined in an optical cavity and the atoms that interact with it. As the quantum natures of light and atoms manifest themselves in a pure form, it has played a great role in the progress of the basic researches on quantum physics. Furthermore, a cavity QED system has been regarded as a promising platform for the implementation of quantum computers from the early days of quantum information science. However, in order to implement a quantum computer, the development of an optical cavity equipped with good connectivity to optical fibers, capability of coupling to a large number of individually addressable atoms, and low loss was needed.

Given this background, the Aoki Research Group at the Department of Applied Physics, Waseda University has developed a nanofiber cavity as a cavity suitable for building a quantum computer based on cavity QED, and has created a cavity QED system using this cavity named the “nanofiber cavity QED system.” We will develop quantum computer hardware based on nanofiber cavity QED. This system is an atom-photon hybrid system in which both atoms and photons can be used as qubits with any-to-any coupling. Furthermore, with this system, large-scale distributed quantum computing via optical fiber connection is possible, and it can be integrated with a quantum communication network.

Under national government’s research programs centered around the Moonshot Research and Development Program under the initiative of the Cabinet Office, our research group will promote research and development through intensive joint research by Waseda University and Nanofiber Quantum Technologies, Inc. (NanoQT).



技術展示会や企業との共同研究

Various Research Activities and Projects

各研究所では、技術展示会や企業との共同研究など積極的に活動しています。

Our laboratories and institutes actively participate in technology exhibitions and engage in joint research with commercial companies.



IEEE ACM SC2018: Super Computing 2018

IEEE ACM SC2018: Super Computing 2018

アドバンスドマルチコアプロセッサ研究所
Advanced Multicore Processor Research Institute

OSCARコンパイラ、新規開発ベクトルマルチコアプロセッサのFPGA上での評価に、ARMホモジニアスおよびヘテロジニアスプロセッサ上での電力削減及び性能向上のNECパーソナルスパコンAurora-Tsubasa上でのOSCARコンパイラの性能に関する技術展示

Technology exhibitions on the evaluation of the OSCAR compiler and newly developed vector multicore processor on field-programmable gate array (FPGA), power saving on ARM homogeneous and heterogeneous processors, and performance of the OSCAR compiler on the NEC personal super computer Aurora-Tsubasa with improved performance

IT・プログラミングキャンプ

Programing Camp

グローバルソフトウェアエンジニアリング研究所
Global Software Engineering Laboratory

中高生向けのIT教育を手掛けるライフイズテック株式会社 (Life is Tech!) と毎年の春休みおよび夏休みの時期に、中高生がプログラミングほかデジタル技術をモノづくりを通して学ぶ短期集中キャンプを共催しています。先進的な学びの場づくりに貢献するとともに、プログラミング学習効果の定量的測定評価の研究を行っています。



The laboratory jointly hosts short-term intensive camps where high school students learn programing and digital technologies through engineering workshops with Life is Tech, Inc., which provides IT educational services for high school students during the spring and summer holidays every year. The laboratory provides advanced learning opportunities and conducts research on quantitative measurement evaluations of the effect of learning programming.



次世代コンピューティング基盤研究所
Research Institute for Next-Gen Computing

量子アニーリングによる現実問題の最適化や、サプライチェーンのセキュリティ、FPGAを使ったAIの最適化などを研究しています。

The institute conducts research on the optimization of practical issues in quantum annealing, security of the supply chain, and optimization of AI using FPGA.

～ロボットとともに生きる!～「かながわロボタウン」

キックオフイベント2018年

Living with robots
Kanagawa Robot Town Kickoff Event 2018

グローバルロボットアカデミア研究所
Global Robot Academia Laboratory

超音波検査支援ロボットの実機デモンストレーション・操作体験。

Demonstration and operating experience with ultrasound examination support robots

当機構で推進する研究例(受託研究・共同研究)

公 的 機 関

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、国立研究開発法人 科学技術振興機構(JST)、国立大学法人 東京工業大学、国立大学法人 豊橋技術科学大学、一般財団法人 運輸総合研究所、総務省、地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター、一般社団法人 東松島みらいとし機構、独立行政法人 情報処理推進機構

民 間 企 業

inQs株式会社、株式会社アドバンスド・データ・コントロールズ、イーソル株式会社、エフ・アイ・ティー・パシフィック株式会社、オスカテクノロジー株式会社、オリンパス株式会社、ソフトバンクロボティクス株式会社、トヨタ自動車株式会社、パナソニック株式会社、ヤフー株式会社、ルネサス エレクトロニクス株式会社、沖電気工業株式会社、株式会社ATR-Trek、株式会社KDDI研究所、株式会社SHIFT、株式会社いい生活、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ、株式会社サムスン日本研究所、株式会社デンソー、株式会社レクア、株式会社菊池製作所、株式会社小松製作所、株式会社知能フレームワーク研究所、株式会社東芝、株式会社日立製作所、株式会社八幡ねじ、株式会社富士通研究所、株式会社北川鉄工所、株式会社本田技術研究所、京セラ株式会社、三菱電機株式会社、東芝デジタルソリューションズ株式会社、日本電気株式会社、日本電信電話株式会社、日立建機株式会社、富士通コネクテッドテクノロジーズ株式会社、富士通株式会社、富士電機株式会社、理想科学工業株式会社、米国人 蓮見国際研究財団

受託・共同研究のご案内 External Funding and Collaborate Research Program (Contract and Joint Research)

当機構の研究活動は、企業・研究機関・国・地方自治体等からの外部資金(受託・共同研究、指定寄付等)を財源に行われています。

そのため、委託元・共同研究先には研究に要する経費をご負担いただくことになります。

機構では委託元・共同研究先より提出された「研究・調査依頼書」に基づき、研究計画や期間、経費、担当研究者などを決定した上で、契約書を取り交わして研究を開始します。

Research activities in our organization are made possible by external funds from companies, research institutes, and national and regional government agencies in the form of grants, contracts, joint research activities, and donations.

We are grateful to receive the funds needed for our research from companies, government agencies, and joint-research activity partners.

Our organization will make a research plan and its term, cost, and principal researcher based on a research and investigation request submitted by a company, government agency, or joint-research activity partner. The research will commence once the agreement has been put in place.

■ 手続きの流れ Procedure



問い合わせ先 Contact for inquiries

グリーン・コンピューティング・システム研究機構 Green Computing Systems Research Organization
TEL: 03-3203-2764 FAX: 03-5286-9830 E-mail: contact-gcs@list.waseda.jp

早稲田大学産官学連携について Industry-Academia-Government Collaboration

日本語 <https://www.waseda.jp/inst/research/tlo/industrycollaboration>

English <https://www.waseda.jp/inst/research/en/tlo>

※「研究・調査依頼書雛形」「研究契約書雛形」は上記URLにてご確認ください。

グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター

The Green Computing Systems Research and Development Center

グリーン・コンピューティング・システム研究開発センターは、来たる低炭素社会の実現に向けて、情報通信技術の活用による低炭素化に貢献する研究開発を産学協同で実施するため、経済産業省「産業技術研究開発施設整備事業」による補助を得て、建設された産学協同研究施設です。

The Green Computing Systems Research and Development Center is an industry-academia collaborative research facility supported by *METI's project. Its purpose is to implement joint research and development with industry that will contribute to low carbonization through the application of information and communication technology toward the realization of the forthcoming low-carbon society.

METI project: the Ministry of Economy, Trade and Industry's project called Industrial Technology Research and Development Facilities Implement Project.



3F~7F 研究スペース Research spaces

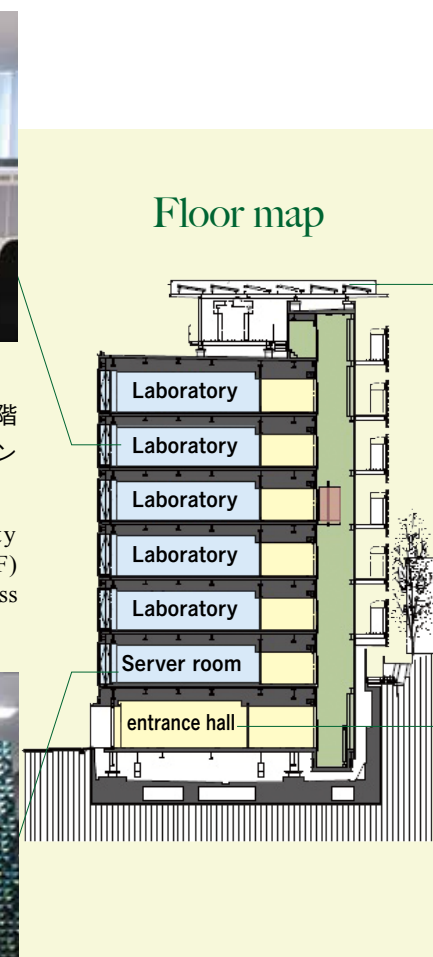
セキュリティを配慮した産学協同フロア(3階~4階)とガラスの壁を採用するなど、オープン性を高めた研究員フロア(5階~7階)

Joint research floors (3F-4F) with security considerations and researchers' floors (5F-7F) with increased openness through the use of glass walls.



2F サーバルーム Server room

サーバルームに最先端マルチコアサーバーを設置
Cutting-edge multicore servers are installed in the server room.



RF ソーラーパネル Photovoltaic cells

サーバルームに供給し、実験を行う太陽電池を設置

Photovoltaic cells are installed to provide power to the server room for experiments.



1F エントランス・プレゼンテーションルーム Entrance hall/Presentation room

国際会議の対応が可能な168席のプレゼンテーションルーム
A 168-seat presentation room that can accommodate international conferences.

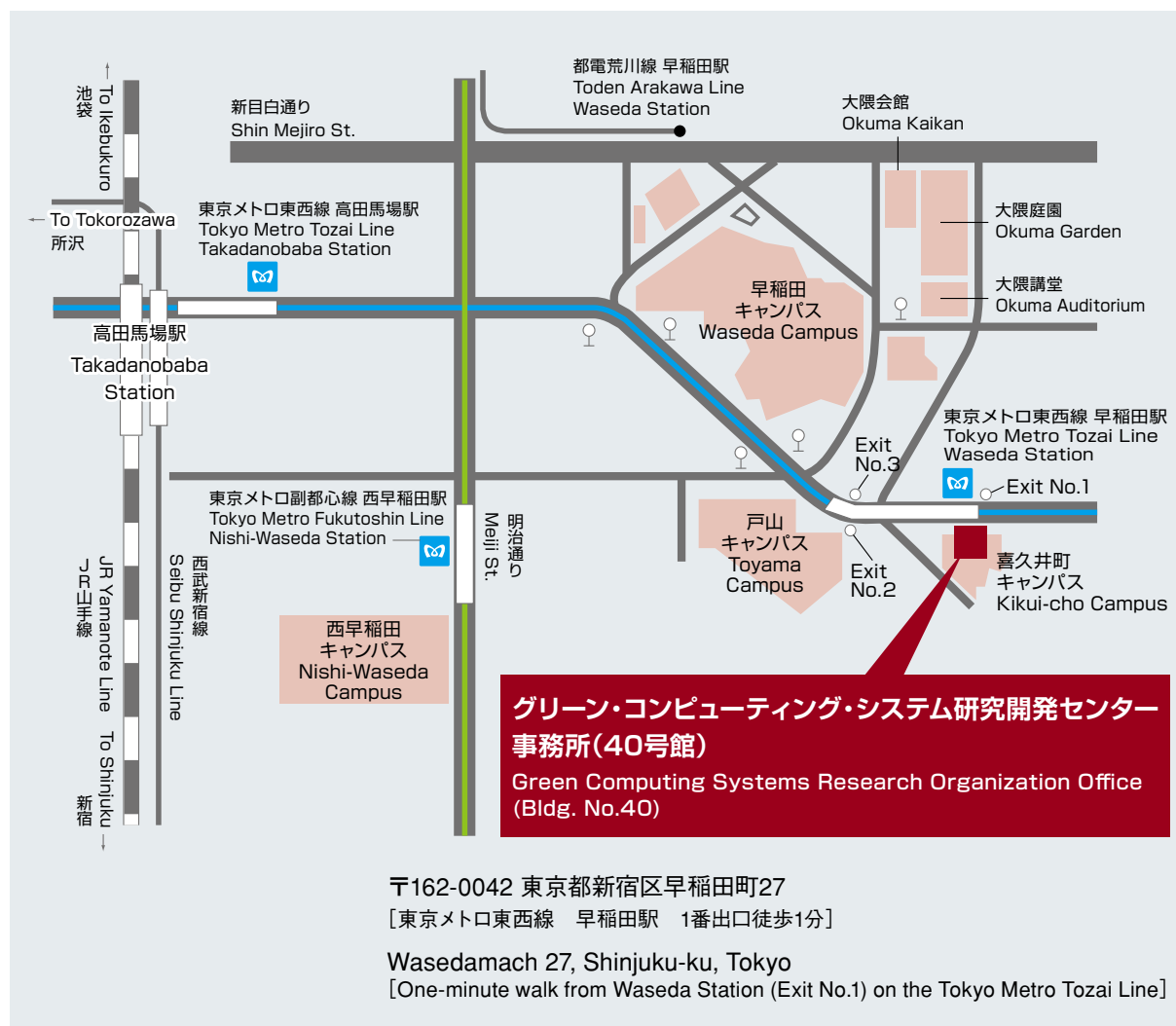
【共同研究企業を募集中】

共同研究先の企業は、当施設のプレゼンテーションルーム、実用化を目指した高セキュリティの産学協同研究フロアを利用可能です。

[Applications sought for collaborative research partner companies]

Collaborative research partner companies can utilize the presentation room and industry-academia joint research floors of the facility.





問い合わせ先 For Contact

早稲田大学 グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター 事務所 Green Computing Systems Research Organization Office, Waseda University

〒162-0042 東京都新宿区早稲田町27
早稲田大学 喜久井町キャンパス 40号館(受付1階)

Building No.40, Kikui-cho Campus
Wasedamachi 27, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-0042 JAPAN

TEL: +81-(0)3-3203-4369
E-mail: contact-gcs@list.waseda.jp

HP : <https://www.waseda.jp/inst/gcs/> (Japanese)

<https://www.waseda.jp/inst/gcs/en/> (English)



研究院事務所

グリーン・コンピューティング・システム研究機構事務所

〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513
早稲田大学 早稲田キャンパス 120-5号館201室
TEL : 03-5286-0679
FAX : 03-5286-9830
E-mail : contact-gcs@list.waseda.jp
HP : <https://www.waseda.jp/inst/gcs/>

Research Council Office

Green Computing Systems Research Organization

Room201 Bldg.No.120-5 Waseda Campus, Waseda University,
513Wasedatsurumaki-cho, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-0041, Japan
Phone +81-3-5286-0679
FAX +81-3-5286-9830
E-mail : contact-gcs@list.waseda.jp
HP : <https://www.waseda.jp/inst/gcs/en/>

