

TAMAGAWA UNIVERSITY

学術研究所

RESEARCH INSTITUTE

脳科学研究所

BRAIN SCIENCE INSTITUTE

量子情報科学研究所

QUANTUM ICT RESEARCH INSTITUTE

研究推進事業部

OFFICE OF RESEARCH PROMOTION

2023

玉川大学



学術研究所 脳科学研究所 量子情報科学研究所 2023

目 次

MISSION STATEMENT	1
研究所沿革	2
研究所組織図	3
学術研究所	
所長挨拶	4
K-16 一貫教育研究センター	5
ミツバチ科学研究センター	6
生物機能開発研究センター	7
菌学応用研究センター	8
人文科学研究センター	9
高等教育開発センター	10
主要実績	11
脳科学研究所	
所長挨拶	12
脳システム研究センター	13
脳・心・社会融合研究センター	14
先端知能・ロボット研究センター (AIBot 研究センター)	15
主要実績	
玉川大学脳科学トレーニングコース	16
玉川ロボットチャレンジプロジェクト	17
量子情報科学研究所	
所長挨拶	18
量子情報数理研究センター	19
超高速量子通信研究センター	20
主要実績	21
研究推進事業部	
研究推進課	22
知財戦略課	23
INTRODUCTION IN ENGLISH	24
アクセス・研究所の主な施設	40

MISSION STATEMENT

学術・文化の諸領域にわたる専門的・学際的・総合的研究活動を推進し、
国内はもとより、国際的学術・文化の向上・発展に貢献する。

The mission of our institutes is to promote research both specialized
and interdisciplinary in various academic and cultural areas,
and contribute to global academic and cultural prosperity.

UNLOCK OUR FUTURE

～未来をつくる～

with the Convergence of Knowledge

－学術研究所－

with Brain Science

－脳科学研究所－

with Quantum ICT Research

－量子情報科学研究所－

学術研究所・脳科学研究所・量子情報科学研究所

研究所沿革

- 1929年 ●創立者小原國芳により玉川学園が開校。玉川学園教育研究所の設置。
- 1947年 ●旧制玉川大学（文農学部文学科、農政学科）設置認可。
●玉川大学教育研究所と改称。
- 1979年 ●玉川学園学術教育研究所と改称（教育研究所、体育研究所、ミツバチ科学研究所を置く）。
- 1993年 ●玉川学園学術教育研究所に生産開発工学研究所（量子通信研究施設、品質工学研究施設）を開設、コンピュータセンター準備室開設。
- 1994年 ●玉川大学学術研究所と玉川学園教育研究所に改組。
- 1996年 ●玉川大学学術研究所に脳科学研究施設を開設。
- 1998年 ●玉川大学学術研究所に応用生命科学研究施設を開設。
- 1999年 ●玉川学園教育研究所を玉川学園全人教育研究所と改称。玉川大学学術研究所より全人教育研究施設を分離。
●第1回玉川学園風車コンテスト開催。
- 2000年 ●ソーラーカー工房完成。
- 2002年 ●玉川大学学術研究所に言語情報文化研究施設を開設。
- 2003年 ●玉川大学学術研究所が全人教育研究所を包括統合。人文科学研究施設、知能ロボット研究施設、量子情報科学研究施設を開設し、研究促進室を設置。
●応用生命科学研究施設から菌学応用研究施設を独立。
●ハイブリッドソーラーカーがオーストラリア大陸横断 4,000km を達成。
- 2004年 ●学術研究所別棟（GBI 棟：The Genetic Analysis and Brain Activity Imaging Laboratory）完成。
- 2006年 ●玉川大学学術研究所に体育・健康科学研究施設を開設。
- 2007年 ●玉川大学学術研究所より脳科学研究施設、知能ロボット研究施設、言語情報文化研究施設を分離し、玉川大学脳科学研究所を設置。全人教育研究施設を K-16 一貫教育研究施設へ改称。
- 2008年 ●各研究施設の名称をセンターへ改称。玉川大学学術研究所に教師養成研究センターを開設。
●応用生命科学研究施設を生物機能開発研究センターへ改称。
●研究センター棟完成。
- 2010年 ●Future Sci Tech Lab 完成。
●改組により玉川大学学術研究所に知的財産本部を設置。
- 2011年 ●玉川大学学術研究所より量子情報科学研究センターを分離し、玉川大学量子情報科学研究所（量子情報科学研究センター、超高速量子通信研究センター）を設置。
- 2012年 ●玉川大学学術研究所教師養成研究センターが教師教育リサーチセンターへ移管。
- 2013年 ●玉川大学学術研究所より K-16 一貫教育研究センター全人教育部門を移管。全人教育研究センターとして教育学部に設置。
●玉川大学学術研究所より体育・健康科学研究センターを移管。健康教育研究センターとして教育学部に設置。
●改組により玉川大学脳科学研究所に基礎脳科学研究センターおよび応用脳科学研究センターを設置。
- 2015年 ●改組により玉川大学学術研究所に高等教育開発センターを設置。
●玉川大学学術研究所より心の教育実践センターを高等教育附置機関内に TAP センターとして独立。
- 2017年 ●改組により玉川大学学術研究所に先端知能・ロボット研究センター（AIBot 研究センター）を設置。
●玉川大学量子情報科学研究所の量子情報科学研究センターを量子情報数理研究センターに改称。
●玉川大学脳科学研究所は文部科学省の共同利用・共同研究拠点「社会神経科学研究拠点」として認定。



農学部実験室（1955 年）



初代ハイブリッドソーラーカー
「アポロンディーヌ号」



脳科学研究所の研究拠点、GBI 棟



学術研究所・脳科学研究所・量子情報科学研究所
の研究拠点、研究センター棟



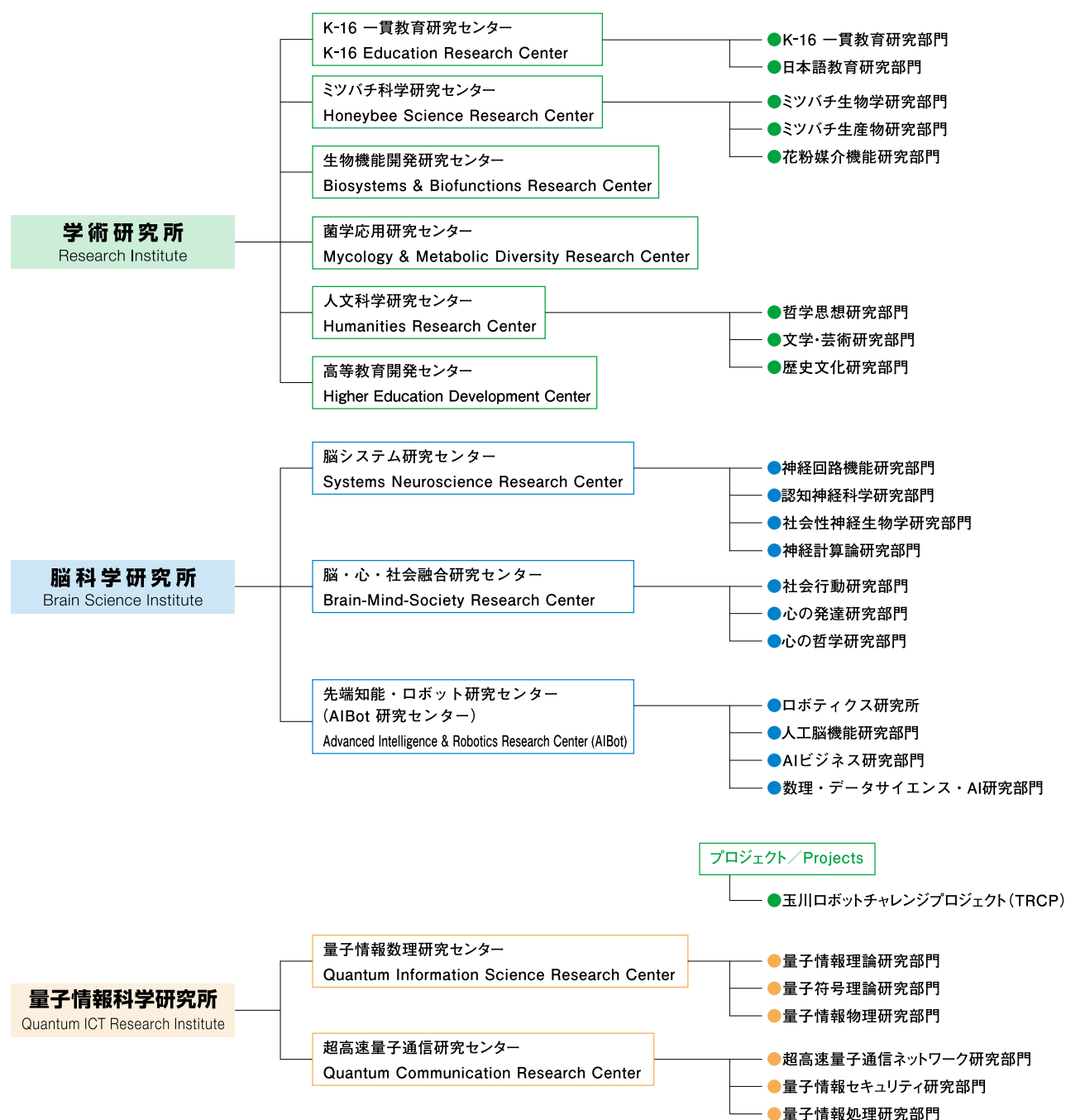
「植物工場・宇宙農場ラボ」「超高速量子光通信」
の研究拠点、Future Sci Tech Lab

- 2021年 ● Human Brain Science Hall 完成。
- 2022年 ● 玉川大学学術研究所に ICT 教育研究センターを開設。
 ● 玉川大学脳科学研究所の基礎脳科学研究センターを脳システム研究センターへ改称。
 ● 玉川大学脳科学研究所の応用脳科学研究センターを脳・心・社会融合研究センターに改称。
 ● 改組により玉川大学脳科学研究所に先端知能・ロボット研究センター（AIBot 研究センター）を設置。
- 2023年 ● 玉川大学学術研究所から ICT 教育研究センターが独立。
 ● 玉川大学学術研究所研究促進室と知的財産本部は、高等教育支援機関 研究推進事業部研究推進課と知財戦略課に改組。



脳科学研究所の研究拠点、
Human Brain Science Hall 完成

研究所組織図



RESEARCH INSTITUTE 学術研究所

所長 小野 正人



高等教育附置機関として、玉川大学の研究部門を担っています。前身である玉川学園教育研究所は1929年に開設され、本学の歴史と共に90年以上にわたる年月を歩んできました。その間、社会の状況やニーズの変化に対応し、名称や体制を柔軟に改変し今日に至っています。本学の特色となっている脳科学研究所、量子情報科学研究所、TAPセンター、ICT教育研究センターなど学内では幾つもの研究・教育部署の生みの親にもなってきました。

学術研究所の研究・教育活動は、文系、理系の諸領域にわたり専門的かつ学際的に展開されています。現在、人文、教育、農学、工学分野からなる6センターで構成され、本学が推進するESTEAMを念頭に様々な事業活動に対峙しています。また、「全人教育」の理念を継承し、研究活動を通じて「人を育てる」という観点から、各学部や大学院、脳科学研究所、量子情報科学研究所とも連携した組織的かつ横断的な取り組みにも注力しています。国内外の諸機関との共同研究や研修生の受入れ、民間企業との技術開発等にも積極的に取り組んでいます。

研究助成に関わる情報収集や申請業務ならびに知的財産を運用・管理する業務を担う研究推進事業部と連携し、研究成果の実装化を通じた社会貢献を目指しつつ、持続可能でより良い社会の実現に資することを目標(SDGs)として活動していきます。

「学術」が知財、人財、文化を育て、時代を創る！
「全人教育」の理念を継承し、学際的な研究を通して
「国際社会への貢献」を目指す

K-16 一貫教育研究センター



2022年2月25日(金)
幼児教育グループ研修会
「幼児教育と小学校教育の架け橋は何を目指しているのか」



2021年12月12日(日)
玉川大学IB教育フォーラム
2021
「新しい『プログラムの基準と実践要綱』と各校プログラムの開発と進化」

研究センターについて

本研究センターでは「全人教育」の理論および実践に基づき、K-16（幼稚園から大学）の教育活動の充実を求めて、以下の2部門で広く総合的に研究と実践を進めています。

K-16 一貫教育研究部門

全人教育学の理念に基づきながら、今日におけるK-16の教育課題を明らかにし、その具体的な改善に向けて理論的・実践的展開を図っています。以下の5グループによって、連携的に研究を進めています。

- (1) 理系教育グループ
- (2) 国際バカロレア教育グループ
- (3) 幼児教育グループ
- (4) 小学校英語教育グループ
- (5) 宗教・行事教育グループ

日本語教育研究部門

児童・生徒向けおよび成人向けの日本語教育、ならびに対象者の目的別の日本語教育のあり方を理論的に研究し、それぞれの実践に向けてプログラムを開発しています。それによって、学内の研修生・留学生等に対応するとともに、国内外の日本語学習のニーズに応じています。

玉川大学IB教育フォーラム2021(オンライン) ～新しい『プログラムの基準と実践要綱』と 各校プログラムの開発と進化～

日本のIB校が新しいIB評価プロセスへの理解を深めるためPSP2020を中心に教育フォーラムを企画し、この新しい評価プロセスの開発に大きく関わったエリン・アルブライト氏を招いて、学校が何を期待すべきかについて講演していただきました。また、世界各国のIB教育者を招致した分科会では、PSP2020のプラクティスについて詳説していただきました。

おもな研究内容

- 理数系教科教育の高大連携に関する研究と実践
- 理数系教員指導力向上研修プログラムに関する実践研究
- 知的探究心を育むための理数系教育の実践研究
- 玉川ロボットチャレンジプロジェクト(TRCP)における実践研究
- IB認定校と日本の一条校における学際的指導と学習
- K-12における乳幼児期から主に接続期の育ちの連続性および学びの質の探求
- 「日本語を母語に持たない児童・生徒」の実態調査
- 短期日本語研修プログラムに関する研究
- 英語視聴覚メディア、デジタル教材を用いた教育効果・教育支援

研究概要

科学への興味と知的探究心を育むための、 低・中学年を中心とした理数系教育の実践的研究

理系教育グループが中心となり、工学部および脳科学研究所、玉川学園K-12（低学年）、TRCPとの連携で、玉川学園K-12の4年生を対象とした体験的学習講座「ロボット製作実習」を実施しています。児童の科学技術に対する興味・関心を育むことがねらいです。児童を4～5名ずつの班に分け、各班に1名の大学生がつき、TAとしてロボット製作の指導にあたっています。

幼児教育グループ研修会の開催

保幼小連携はじめ、K-16に関する研修会を例年開催しています。2022年2月には「幼児教育と小学校教育の架け橋は何を目指しているのか」というテーマで、保幼小連携をご専門とされる渡邊英則氏、久保山茂樹氏、寶來生志子氏をお招きし、オンライン研修会を開催しました。個々のよさや多様性が尊重される保幼小の接続のあり方について議論が深められました。

IB教育研究：「学習する組織」の調査・研究の実施

日本におけるIB認定校が「学習する組織としての学校」になるための持続的な発展を計画するために必要な支援の調査・研究を行っています。IB機構との共同研究として昨年度9月に開始し、今年度も調査・研究に取り組んでいます。

K-12における日本語授業の企画実践および教材開発

K-12における日本語教育の現場として、以下のプログラムにおいて教材開発および教育の実践を行っています。

- (1) 台湾稲江高校からのオンキャンパスプログラムにおける日本語授業の企画、実践
- (2) 玉川大学リベラルアーツ学部において実施されている遠隔日本語授業の教材開発、企画実践
- (3) 春秋の短期研修生向け日本語授業

学術研究所

ミツバチ科学研究センター



町田市内で見つかったセイヨウミツバチの自然巣

おもな研究内容

- カースト分化における DNA メチル化の役割
- 出巢時積載蜜量からみたミツバチの採餌戦略の解明
- ミツバチの繁殖を制御する内分泌メカニズムの解明
- ミツバチによる餌資源利用の実態調査
- ハチ類の情報化学物質に関する総合的研究
- ハウス用ポリネーターの有効活用と新技術の開発
- ハチミツの熟成過程に関わる研究
- ミツバチを教材利用する環境教育の試み
- ミツバチへの農薬影響回避のためのフィールド調査
- 耕作放棄地の養蜂用資源化の有効性評価研究

研究センターについて

本研究センターは、1950 年以来、玉川大学農学部で続けられて来たミツバチ研究の成果を受け継ぎ、基礎から応用まで幅広く発展させるため、1979 年にミツバチ科学研究所として設置されました。1999 年より部門制が導入され、ミツバチ生物学研究部門、ミツバチ生産物研究部門、花粉媒介機能研究部門の 3 部門が設けられました。各部門は、それぞれ単独あるいは部門横断的に、また他大学などの研究機関や行政機関との共同研究、さらには企業等からの受託研究も含めて、多様な研究を展開しています。

研究対象はセイヨウミツバチ、ニホンミツバチに加え、優れた花粉媒介機能をもつマルハナバチ、ミツバチの天敵であり人間にとっても危険なスズメバチ、ハチ類の社会性の進化を探索するために重要なアリなど、ハチ類の主要なグループを網羅し、分子生物学から生態学まで幅広い研究を推進し、社会性昆虫の研究における拠点となっています。

毎年 2 月に本学で開催されるミツバチ科学研究会は、ミツバチ関連の研究成果の報告や時事問題の討議のために、全国から養蜂および関連産業の関係者、研究者、またミツバチに関心のある一般の市民まで 300 名ほどが参加しています。ミツバチに関する情報交換の場として、また参加者間の交流の機会として好評を得ています。

研究概要

1. ミツバチ生物学研究部門

生物としてのミツバチの基礎研究はもとより、家畜としてのセイヨウミツバチを中心とした養蜂学上の諸問題を扱う研究調査、社会性ハチ類全般の生理・生態学的な基礎研究とその応用展開、分子生物学的手法による社会構造の解析研究を行っています。また、ミツバチやその生産物を利用した教材開発、教育効果の評価などを通じて、理科教育や環境教育への関わりも本研究部門で強化しています。

2. ミツバチ生産物研究部門

現在は、ミツバチ生産物の生産基盤となる養蜂資源について、その質的評価やミツバチによる利用性、さらには耕作放棄地を利用した資源創出、農薬被害対策としての資源創出などを主要な研究テーマとしています。

3. 花粉媒介機能研究部門

農産物のポリネーターとしてのミツバチおよびマルハナバチを中心に、その利用に関する基礎と応用の両側面での研究を進めています。ポリネーター利用については園芸農家向けセミナーなどを通じて啓蒙活動も行っています。



花粉の DNA 観察



小学部の児童の体験学習（玉川大学にて）



第 40 回ミツバチ科学研究会（2018 年 1 月）

学術研究所

生物機能開発研究センター



Future Sci Tech Lab 「LED 植物工場研究施設・宇宙農場ラボ」

研究センターについて

生物が潜在的に持つ高い生理機能を利用することにより、効率的で安定した食料の生産システムの開発を目指しています。特に、LED を光源とした実用的な野菜生産システムの開発に焦点をあて、生産物の品質や安全性が高く、事業性に優れた普及版野菜生産システムの確立を目標に研究を進めています。西松建設株式会社との提携事業である事業化版 LED 自動化野菜生産施設 (Sci Tech Farm 「LED 農園」) の開発、稼働、事業化シミュレーション、自動化のためのロボット技術や ICT 技術の導入を進め、未来型農業ビジネスモデルの構築と提案を行います。あわせて医療機能や健康増進機能を持った作物生産、植物や微生物の特性を利用した農業開発、宇宙での農作物生産を目指した宇宙農場や宇宙環境微生物に関する研究についても継続して推進しています。



宇宙農場ラボの減圧植物栽培チャンバー



多段式 LED 水耕栽培システム

おもな研究内容

- LED を光源とした自動野菜生産施設の開発と事業実証
- 西松建設株式会社との産学連携事業
- 肥料低減化に関する技術開発
- 人工光植物工場での付加価値植物の生産
- ロボット技術、ICT 技術の野菜生産システムへの導入
- 植物の光形態形成メカニズムに関する研究
- 遺伝子組換え植物による医薬品など機能性物質の生産
- 宇宙空間における植物栽培システム・宇宙農場の開発
- 宇宙での食料供給をめざしたジャガイモの水耕栽培技術の開発

研究概要

LED を光源とした未来型農業生産システムの開発

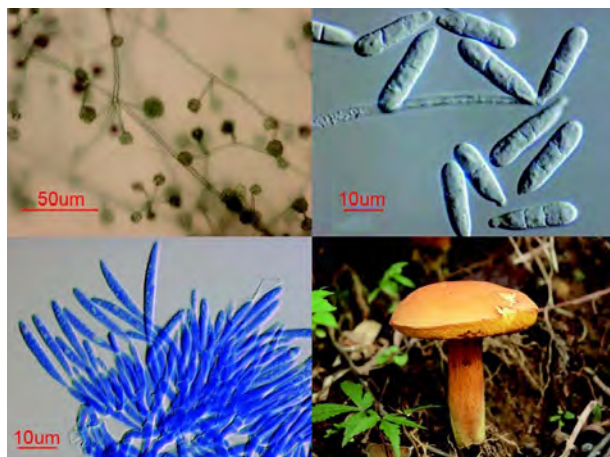
農場 (Farm) での栽培技術と工場 (Factory) での生産技術をあわせ持った未来型農業生産システムを Farmtory (Farm と Factory を合わせた造語) と名づけ、この新しい農業生産システムの確立と社会への発信、普及を目指しています。植物栽培用に新たに開発した高性能 LED ランプ「ダイレクト冷却式ハイパワー LED」を用い、高品質な野菜を効率的に栽培する野菜生産システムを開発しました。この生産システムを実証するための研究施設として、2010 年 3 月には学内に Future Sci Tech Lab を開設し、LED 光源を用いた野菜生産システムの研究開発を始めました。そこでの研究成果を利用して、2014 年 11 月には、事業化を目指した LED 野菜生産施設 Sci Tech Farm 「LED 農園」をフル稼働させ、1 日 3,000 株のレタスの生産、販売を開始しました。今後も西松建設株式会社と連携して野菜の生産事業の検証を進めます。

資源ロスゼロ化、環境負荷ゼロ化型植物工場をめざして

「2050 年カーボンニュートラル」に向けて、人工光植物工場も取り組んでいかなければなりません。植物が成長する時には光合成を行って CO_2 を吸収しますが、都市部の人工光植物工場では外部機関からの電力の供給は不可欠ですから、現時点では都市部の人工光植物工場は CO_2 を排出していることになります。この収支をゼロにすることは難しいのですが、色々なアイデアで克服しようとしています。 CO_2 を強く吸着させる物質を使って、そこから植物に供給させる技術もありえるでしょう。また、私たちは肥料の低減化にも取り組んでいます。水耕栽培では植物の成長に必要な量よりも多く施肥されるので、水中に残った多量の肥料が流されています。無駄な廃棄につながらないように、新しい施肥管理技術の開発に取り組んでいます。

学術研究所

菌学応用研究センター



おもな研究内容

- 我が国の有用微生物（糸状菌および野生きのこ）の分布と採集・分離収集・培養法の開発とライブラリー化、データベース化
- 微生物代謝産物から酵素阻害物質および農業用抗生物質をはじめとする生理活性物質の探索と単離・精製・構造決定
- 微生物の蛍光検出法の開発
- 極限微生物の研究

左上〈*Pochonia suchlasporia*〉岡山大学との共同研究で特許を取得した昆虫の脱皮に関わる酵素の阻害剤生産菌。この菌株は玉川学園内の土壌から分離されたが、昆虫病原菌として知られている。右上〈*Hypomyces pseudocorticicola*〉新種記載した糸状菌。新規抗カビ抗生物質を生産する。左下〈*Fusarium incarnatum*〉C型肝炎ウイルスの阻害剤の生産菌。菌株は鎌倉七里ヶ浜の土壌から分離された。右下〈コガネヤマドリ (*Boletus aurantiosplendens*)〉日本各地に分布。周囲の樹木と菌根を形成して共生しており、森林の生態系の維持に役立っている。

研究センターについて

微生物は、今日 SDGs の観点から人類に有用な資源として注目されています。我が国では、約 13,000 種の菌類が報告されていますが、実際には 200,000 種は生息していると予測され、地球上にはまだまだ未知の微生物が数多く存在すると考えられています。

新規微生物の探索は純粋な生物学の立場だけでなく、資源に乏しい我が国の有用持続可能資源として産業面からも重要視されています。

このような背景から、当研究センターでは、未知生物遺伝資源として菌類を採集・分離し、ライブラリー化を行い、これらを用いて医薬・農業のリード化合物の発見を目指して国内外の企業との共同研究を進めてまいりました。

また、民間企業や研究機関の研究者を対象とした「微生物資源ワークショップ」を開催してきました。

2012 年には日本微生物資源学会から公的微生物株保存機関の一つとして認証を受けました。主に国内で採集・分離した糸状菌やきのこ、約 15,000 株の一部を公開し、要望に応じて世界各国の研究者に分譲しています。

株式会社ハイファジェネシス

株式会社ハイファジェネシス (HGI) は、玉川大学発・初のベンチャー企業として、2005 年 8 月に設立されました。1) ゲノム科学に代表される生物学の世紀のバイオ産業、2) 生物多様性条約とわが国の生物資源に関する施策と科学教育、3) 微生物科学基礎分野の教育研究の重要性、の 3 つのキーワードのもと、リード・シード探索、研究用ライブラリーの提供および受託研究等を展開しています。

研究概要

本研究センターで行われている研究教育活動は以下のとおりです。

- 1 我が国の生物資源としての菌類の分布を調べ、採集分離を行い、菌類ライブラリーとデータベースを構築しています。(株) ハイファジェネシスと共同で分離した約 15,000 株の菌類、7,000 株の放線菌から新種 25 種、日本産新種 27 種類以上を発見しています。
- 2 構築したライブラリーを用いて、抗カビ、抗細菌、各種酵素阻害物質のスクリーニングを行っています。これまでに、新規化合物・新規活性物質 14 種以上、物質特許・製法特許申請が 6 件あります。
- 3 地球外での微生物探索を目指し、土壌や岩石中の微生物の蛍光検出法の開発を進めています。
- 4 光合成細菌を固定化した光合成細菌ビーズを使った環境浄化の研究や、他機関と共同で固定化光合成細菌を用いてアマモ場の再生のための試験を行っています。
- 5 糸状菌の同定技術法を広めるためワークショップを開催しています。
- 6 玉川学園と (K-12) と協力して小中学生に微生物に興味を持ってもらうサマースクールを開催し、人材育成を行っています。



アジア留学生を対象とした国際菌学ワークショップ



小学生を対象とした微生物観察のサマースクール

学術研究所

人文科学研究センター



波多野精一像（大学2号館横）

研究センターについて

本研究センターは、人文科学の総合的な共同研究の進展、発展を目指して、2003年度より活動を開始しました。特に、哲学思想、文学・芸術、歴史・文化を中心とした幅広い人文系学問領域を包摂しうる研究を進めています。2003年より3年間の学際的研究の全体テーマを「他者」とし、各部門においてこの主題に沿った研究活動を遂行してきました。その研究成果は、2006年度玉川大学出版部より『他者のロゴスとバトス』として公刊しました。また、2010年度には年報『フマニタス』を創刊し、現在まで毎年発刊しつづけて、所員の研究成果を発表しています。



2010年度に創刊し、毎年刊行している年報『フマニタス』



プラトン全集、ステファヌス版
（プラトン研究のリファレンスとして使用）
※現在では稀覯本。本学図書館所蔵

おもな研究内容

- 「他者」に関する学際的研究
- 人文科学における個別性と普遍性
- 人文科学研究の現在
- 人文科学研究の未来
- 人間性の再検討
- 現代社会における人文科学研究の意義
- 現代における生と死
- 大学教育における人文科学の意義

研究概要

本研究センターは、下記の3部門からなり、それぞれの部門での研究活動、ならびに全体の研究会、また公開の講演会やシンポジウムなどを定期的に行っています。

1. 哲学思想研究部門

現実世界における諸存在および諸事象の原理および構造に関して、また、人間世界およびそこでの価値や意味に関する哲学的な研究とともに、諸哲学思想および研究自体についての理論的検証を行っています。たとえば、存在論の問題、認識論の問題、宗教の問題、道徳・倫理の問題などがあります。

2. 文学・芸術研究部門

人間・社会探究としての側面を持つ文学に関して、複数の地域文化との交流も視座としながら領域横断的に研究しています。

また、演劇や舞踊、音楽、美術、デザインなどといった芸術的手段による人間の創造的活動について、理論的・実証的な研究を展開しています。

3. 歴史文化研究部門

西洋文化及び日本文化の生成、発展、成立あるいは没落といった過程としての文化史の原理及び意味構造についての歴史学的研究を行なっています。

また、歴史や文化の中での人の心のあり方の探求など、心理学の視点からの研究も行っています。

波多野精一と玉川大学

小原國芳先生の京都大学時代の恩師である波多野精一先生は、玉川大学の創立に大きく貢献されました。波多野先生は晩年、玉川学園で生活されるとともに、大学でも学生たちを指導されました。波多野先生の630冊の蔵書は玉川大学に寄贈され、波多野文庫として現在でも閲覧することができます。

学術研究所

高等教育開発センター



アクティブ・ラーニングを推進する大学教育棟 2014

研究センターについて

大学における学びは、時代や社会とともにこれまでも変化してきました。それでは、知識基盤社会とされる現代の大学は、どのような学びを提供すべきなのでしょう。また、大学に入る手段が多様化し大学へと進学しやすい時代に学ぶ学生は、どのような目的をもって大学へと来るのでしょうか。そして、大学で学んだ学生は、将来社会に出る時に、どのように大学での学びを活用するのでしょうか。

これらの疑問は、これまでも多くの大学関係者を悩ませ、そして、これからも悩ませ続けるでしょう。そこで、本センターでは、主に以下の観点にもとづき、就学前、初等、中等教育の次に位置付けられる高等教育の在り方についてさまざまな視点に立って考えることを、その設立の趣旨に据えています。

研究概要

学生の学修やその支援

現在日本の学生の学修は、例えば、他国に比べるとどのように映るでしょうか。知識へのアクセスが容易な時代において、大学で学ぶ者にまず求められるものは、断片的で表層的な知識の多寡や学力（とりわけ偏差値）の高低ではなく、むしろ、知識を活用する柔軟かつ独創的で豊かな思考力や想像力ではないでしょうか。その根幹にある学修に目を向けることで、現在の日本の学生たちが抱える課題が浮き彫りになると考えられます。

また、大学としてその学修を支援する姿も自ずと見えてくると思います。特に、多様な学修履歴を持つ入学者の増加に伴い、学生一人一人に合わせたきめ細やかな学修支援のニーズが高まっています。

教員および職員のあり方

大学の教員のあり方もまた、今後劇的な変化にさられることが予想されます。そこで、大学の教員に求められる資質能力、教育と研究のバランスの図り方、自己研鑽や研修（faculty development）の在り方を検討する必要があります。同時に、組織の管理・運営に携わる職員が、その本務の遂行に必要な知識・技能、資質能力を養うことも求められて来ます。職員を

おもな研究内容

- 学生の学修やその支援に関する研究
- 教員および職員のあり方に関する研究
- 大学卒業後の学びに関する研究
- 大学スポーツおよび体力づくりに関する研究
- Institutional research (IR) に関する研究

対象とする研修（staff development）の在り方も、併せて検討する必要があるでしょう。

大学卒業後の学び

大学での学修を経た者たちは、大学で得た知識や経験を社会でどのように活用するのでしょうか。生涯学習という言葉が広く認知されるにつれて、生涯を通して学び続ける原動力への関心も高まっています。高等教育段階における学びが、その後の人生における学びに与える影響は非常に大きいものと考えられます。大学での充実した学修経験は、学びに対する成功体験として、生涯にわたり新たな学びへの活力となることでしょう。常に学び続けて新しい社会変革に適応する適者生存の原理は、とりわけこれからの時代には強く求められると考えられます。

大学スポーツおよび体力づくり

大学生活や大学卒業後の学びを充実したものにするためには、スポーツ活動をととして、健康や体力を作り上げていくことが大切です。また、スポーツ活動は、人間性の向上をはじめとする全人教育の実現に重要な意義を有するものであることは言うまでもありません。このような観点から、大学におけるスポーツ活動や健康・体力づくりについて、学術的・科学的に研究を進めます。

Institutional research

現在 700 を超える大学があるなかで、玉川大学が今後も玉川大学として存続するためには、どこにその活路を見出せば良いのでしょうか。強みを見つけ、その分野で生存競争を勝ち抜いて行くための方策は、やはり、自大学を客観視することから始まります。自大学を客観的に知るためには、他大学との比較検証が有効な手段として挙げられます。

今まで学内にただ蓄積されるだけであった膨大なデータを有効に活用することは、教育の改善・向上、研究のより一層の促進と発展、あるいは、組織のより良い管理・運営に繋がると期待できます。大学という機関の研究を意味する大学 IR は、今後生き残りを賭けて挑戦する大学にとって大きな示唆を与えてくれるでしょう。

学術研究所

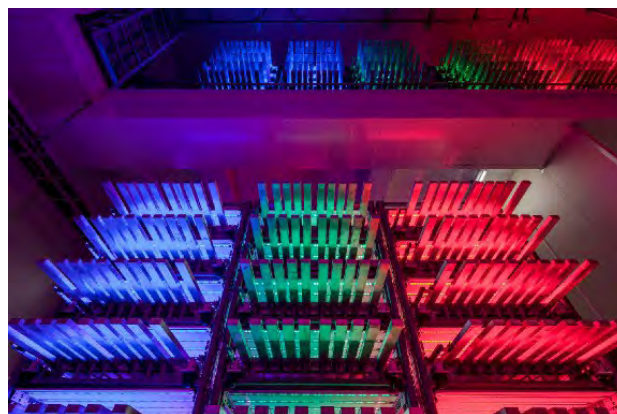
主要実績

研究成果の社会実装: Sci Tech Farm 「LED 農園®」による玉川ブランドのリーフレタス「夢菜®」

LED 農園®で生産されるリーフレタス「夢菜®」は最初3品目から始まり、現在は7品目。小田急線沿線のスーパーマーケット「Odakyu OX」を中心に販売されています。LEDの青色光をあてると野菜はストレスを感じ、体内にビタミンやポリフェノールなどの抗酸化成分が蓄積。葉が褐色に色づいたり、苦味が出たりします。LEDの赤色光をあてると品種によっては葉が大きく成長し、苦味が抑えられて甘みが出てきます。このように生育過程において細かくLED光のバランスを調整することで、栄養価が高く、さまざまな風味や食感が楽しめる「夢菜®」は、人気の玉川ブランド野菜として好評です。



LED 赤色光でのレタス栽培



Sci Tech Farm 「LED 農園®」の内部

授業でのミツバチ学習・メディアでのハチ類研究の紹介

大学の農学部や大学院農学研究科の授業や研究はもちろんのこと、幼稚部や低学年（小学1年生～4年生）対象のサマースクールでのミツバチ観察やハチミツ採取、高学年（中学3年生～高校3年生）のSSH（スーパーサイエンスハイスクール）の授業での養蜂学習や採蜜体験など、さまざまな機会に教材としてのミツバチを生かしたアウトリーチ活動が展開されています。また、テレビや新聞など、メディアでもそれらの研究成果や取り組みが紹介されています。



幼稚部でのハチミツ採取



ノサブマルハナバチの女王蜂

BRAIN SCIENCE INSTITUTE

脳科学研究所

所長 坂上 雅道



心臓は血液を循環させる働きを持つ臓器です。胃は食べ物を消化します。では、脳はどのような働きをする臓器でしょうか？ 心を作り出す臓器と言っているのかもしれませんが。

脳は、私たちの周りの環境の情報を電気に変換して取り込み、視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚といった感覚を介して、今感じている「世界」を作り出します。そうやって作り出された「世界」をもとに、私たちがよりよく生きていくための行動を、やはり電気で筋肉を動かして実行します。つまり、脳という臓器の働きは、感覚情報を行動情報に変換することです。ただ、環境の入力情報を行動の出力情報につなげるだけなら単純なロボットにもできますが、人間の脳は入力と出力の間に、学習や記憶さらに思考や感情という演算回路を付加して、様々な環境に柔軟に対応するための仕組みを備えています。一般には、このような付加的回路の働きを心と呼んでいるようです。しかも、このような働きはすべて電気よって行われています。脳科学研究所では、脳の神経細胞の活動を記録・解析し、それをモデル化することにより、人間の心さらに社会的判断に至るまでを科学的に明らかにすることを目指します。そのために、1996年に開設された脳科学研究施設は、2007年に脳科学研究所になり、今や大学院脳科学研究科修士課程と博士課程後期を合わせ持つ、約110名が学び研究する組織になりました。

脳科学にかかわる学際的研究・教育活動を通して、
独創性の高い研究成果を世界に発信し、
心の科学と教育を担う次世代リーダーの育成を目指す

脳科学研究所

脳システム研究センター



人間の高次脳機能を担う脳内活動を fMRI 装置で画像化します
(ヒト認知神経科学研究部門)

研究センターについて

私たちが学校で学び、職場で働くとき、私たちの脳は外部から必要な情報を取り込んで、過去の経験と照らし合わせ、やる気を出し、最良の判断を下して、実際に行動に移します。本研究センターではこのような認知、記憶、学習、動機づけ、意欲、推論、思考、意思決定、随意運動、社会行動などの働きを担っている脳の仕組みを解明することを目指しています。そのために、人間と動物（ネズミ、サル、ミツバチなど）を研究対象とする4つの研究部門が連携し、最先端技術を活かした実験と高度な理論的予測・検証を駆使して、細胞から個体さらに社会行動にわたる多階層的な脳科学研究を推進しています。特に、私たちが生きるうえで大切な意思決定の分野では、第一線の専門家が多数参集する研究拠点として国際的にも注目を浴びています。脳の基本原理を科学的見地から正しく理解することにより、将来の豊かな人間社会の構築に貢献することが、私たち基礎脳科学者の願いです。

脳を刺激する2大イベント

毎年、脳科学研究所では、脳科学トレーニングコースと脳科学ワークショップという2つのイベントを開催しています。脳科学トレーニングコースは社会貢献活動の一環として、脳科学を志す全国の学部学生、大学院生、若手研究員に、脳科学の研究手法の基礎と応用を実習で学んでもらうために実施しています。毎回多数の応募があり、受講生から大変な好評を博しています。一方、脳科学ワークショップは、当研究所に所属するすべての教員、ポスドク研究員、大学院生たちが合宿形式で参加し、各自の研究の過去・現在・未来に関して発表して、徹底的にディスカッションし合う相互研鑽の場です。学問とは何か、深く考えて将来に活かす絶好の機会となっています。

おもな研究内容

- 運動制御の中樞神経メカニズム
- 身体認識の脳内処理機構
- 質感知覚から価値への脳内処理機構
- 大脳皮質・海馬における記憶・学習システム
- 価値に基づく意思決定の神経回路基盤
- 学習と意思決定の理論モデル
- 意欲・動機づけ・学習性無力感などの仕組み
- 推論・思考などの高次脳機能の神経科学的理解
- 昆虫にみられる社会行動や学習の機構

研究概要

システム神経科学研究部門

動物は、周囲を的確に認識し、状況に応じた行動をとります。脳は、このような入出力変換を自らの状態によって変化させる複雑なシステムです。本部門では、ネズミやサルにも現れる認知、学習、意思決定、行動制御などを手掛かりに、様々な手法で神経信号や動物行動を記録し、緻密に分析することで、脳システムの動作原理を解明することを目指しています。

ヒト認知神経科学研究部門

ヒトの知覚、認知、思考、意思決定、記憶・学習、動機づけなどの脳の機能の理解を目指し、MRIなどの画像的手法や脳波などの電気生理学的な手法を使って脳を解剖的・機能的に計測しています。これらの研究を通じて、人間らしさを司る脳の働きの解明に挑んでいます。

神経計算論研究部門

脳の基本原理に迫るためには、脳の活動を観察・操作するだけでなく、確たる理論に裏打ちされることが重要です。特に、意思決定の仕組みについてシミュレーションや理論モデル化の手法を使って、観察事実を理論的に検証し、次の実験の仮説と計画に役立てる「実験と理論の融合」を具現化しています。

社会性神経生物学部門

人間の社会の仕組みは、人間以外の生物の巧妙な社会の仕組みと対比してみるとよく理解できます。そこで、学術研究所ミツバチ科学研究センターと連携して、社会性昆虫の社会行動や学習に神経系の遺伝子制御がどの様に関与しているのかを追求する研究などを進めています。

脳科学研究所

脳・心・社会融合研究センター



ヒトを対象とした実験室を集約した新棟 Human Brain Science Hall (HBSH)

研究センターについて

今後さらに複雑になることが想定される社会の中で、人間がお互いを分かち合い、幸せに暮らすためには、社会の中における人間らしさというものを新たな視点で探究し、人間の本質を理解することが重要なのではないだろうか。私たちは、「ヒトが集団という社会の中での経験から価値観をどのように形成し、社会環境変化にどのように適応させるのか？」という、ヒトと社会の相互作用の中で生み出される社会的こころの働きをシステムとして理解することが必要であると考えています。これまでの社会的こころに関する研究では、「社会」という環境中心に研究を行う人文・社会科学研究と、ヒトの認知機能を中心に研究を行ってきた脳科学、生理学的研究にはギャップがあり、ヒトと社会の相互作用を考慮した社会的こころの研究は十分に行われていませんでした。脳・心・社会融合研究センターでは、この問いに応えるため、共感、信頼、協力、互惠、公正などの人間の向社会性、言語やコミュニケーションなどの社会性の発達、脳科学と哲学からみた人間の心とは、という学際的なテーマを設定し、脳科学研究所の他の2センターとも連携しそれを様々なアプローチで解いていくことで、人間の本質の理解を目指します。

研究概要

社会行動研究部門

人間が社会的動物である由縁は、その向社会性にあると考えます。共感、信頼、協力、互惠、公正などの人間の向社会性は、どのような心理特性から構成されているのか、それを実現する神経メカニズムは何かについて、社会科学実験と脳機能イメージング、遺伝子解析を使って明らかにしていきます。さらに、経済学・法学といった社会科学と密接に連携することにより、科学的人間理解に基づく社会制度の設計にも貢献していきたいと考えています。

おもな研究内容

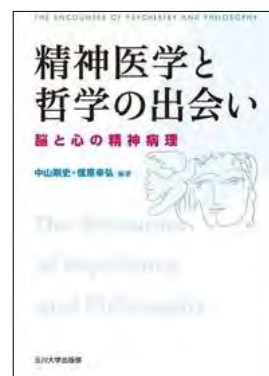
- 社会性を司る脳メカニズムの解明
- 向社会性の発達と脳機能・脳構造についての研究
- 乳幼児の音声知覚認知および言語の発達に関する研究
- 保育の場での子どもと大人の社会的関わりに関する研究
- 乳児の睡眠と発達機序に関する研究
- 脳科学の中高校生への教育活用に関する研究
- 脳科学 ELSI(Ethical, Legal and Social Issues) に関する研究

心の発達研究部門

玉川大学脳科学研究所には、約 1,000 名の赤ちゃん被験者プールをもつ赤ちゃんラボがあり、乳児から幼児までさまざまな調査を行っています。特に、言語発達の基盤に認知機能の発達があるという視点で、実験心理学・比較認知科学・神経科学的手法により、両者の関係を明らかにする研究は、玉川大学脳科学研究所の特徴であり、世界的評価を受けています。また、大学や併設校の教員とのコミュニケーションをとおりて、研究成果の教育への還元も図っていきます。

心の哲学研究部門

哲学は、その長い歴史をとおりて、人間の心と行動についての深い洞察を提供して来ました。玉川大学脳科学研究所は、哲学者と脳科学者が対話を行う場を設けることによって、哲学的洞察に裏づけられた道徳観・倫理観・生命観に自然科学のメスを入れる努力を続けてきました。その成果は、『脳科学と哲学の出会い』『精神医学と哲学の出会い』（ともに玉川大学出版部）といった書籍の出版として結実しています。また、最新の脳科学研究を、専門家でない一般の人たちにどう伝えるかの研究も、哲学者と脳科学者が共同で行っています。

『脳科学と哲学の出会い—脳・生命・心—』
玉川大学出版部 2008 年 4 月刊行『精神医学と哲学の出会い
—脳と心の精神病理—』
玉川大学出版部 2013 年 4 月刊行

先端知能・ロボット研究センター (AIBot 研究センター)



ロボカップ世界大会 2017 (ドイツ) にて、イノベーションアワードを受賞

研究センターについて

人々が想像し、夢や希望から生み出された「技術」で世界は創られてきました。空想の世界で生まれた「ロボット」という言葉は、技術の進歩に伴い、驚くべき速度で現実の世界へと発展し、人々の労働生産性を飛躍的に高め、社会の成長を支えてきました。

21 世紀を迎え、「人工知能」の実現が現実的な問題として議論され始めています。人々が作った知能が自らの限界を超え、従来の人類と技術の関係が逆転する、すなわち技術が人より賢くなる社会の到来が捉えようのない不安と共に予想されています。

人工知能やロボットが普及した未来は人々と「技術」が共に生き、共に働く社会であるべきです。そこは、一人ひとりが様々な価値を認め合う社会であることが大事です。

本研究センターでは多様な価値が調和的に創造される社会の実現を目指し、人工知能、認知科学、ロボットテクノロジーをキーワードに人間中心の社会知性の創成を支援するための研究を推進します。

私達が目指すのは、人々と「技術」が共に生き、共に働く社会を創ることです。人々が活躍し、人々の幸せを実現する社会のために、「技術」が貢献できることは何かを考え、人と「技術」が調和する社会の実現を求めます。

World Robot Summit

2015 年に策定された「ロボット新戦略」に基づき、日本政府主催で 2021 年夏に World Robot Summit (ロボット国際大会) を開催しました。玉川大学・玉川学園はこれまでのロボット競技会への積極的な参加と優秀な成績を評価され、World Robot Summit の活動拠点として選ばれました。2022 年夏に向けて各種のワークショップや競技会を開催し、玉川大学・玉川学園をロボット競技会の発信地として活動を行いました。

おもな研究内容

- 記号創発ロボティクスによる人間機械コラボレーション
- 知覚的シンボルシステムの実現に向けて、人間知能の構成論的理解
- AI・ロボティクスに関連するビジネスモデルの研究
- STEM から STREAM へ、STEM 教育の理論的実践的基盤の解明

研究概要

記号創発ロボティクスによる人間機械コラボレーション (社会知性創成研究部門)

本研究では、人間と機械が意味理解を伴ったコミュニケーションに基づいて日常的なタスクを協調しながら達成する、人間機械コラボレーションを実現するための基盤技術を確立することを目指します。そのためには、機械が言葉など記号の真の意味を獲得する必要があります。私達は、実世界での意味理解を扱う「記号創発ロボティクス」のアプローチを、コミュニケーションやビッグデータ利用へ拡張し、これを実現したいと考えています。成果の検証のため出場しているロボカップ @ ホーム競技では、2008 年、2010 年、2021 年と 3 度の世界チャンピオンに輝き、2016 年の世界大会ではイノベーションアワード、2023 年の大会では Smoothest、Safest Navigation Award を受賞しました。

知覚的シンボルシステムの実現に向けて、人間知能の構成論的理解 (社会知性創成研究部門)

従来の認知科学や人工知能では、知能の表現をプログラミング言語のような記号操作に求め、それゆえの表現の限界がしばしば指摘されてきました。Barsalou はそのような記号操作を中心とした認知システムの表現を Amodal (感覚独立) であると指摘し、知覚的シンボルシステムは Modal (感覚従属) であるべきだと指摘しました。非知覚的な認識論が抱える問題にとらわれることなく、複雑で外乱に富んだ実世界から得られる情報に関して、十分に機能的な概念形成システムを目指した知覚的シンボルシステムの実現に向けた学際的な議論を行います。

AI・ロボティクスに関連するビジネスモデル研究 (先端知能・ロボットビジネスモデル研究部門)

本研究では、AI やロボティクスの新規ビジネスモデル策定に関する研究を行い、事業化における諸問題に対する解決策等を明らかにします。

STEM から STREAM へ：STEM 教育の理論的・実践的基盤の解明 (STREAM 教育研究部門)

従来の STEM に芸術(Art)とロボティクス(Robotics)を加えた STREAM (Science, Technology, Robotics, Engineering, Art, and Mathematics) 教育の体系化を目指し、理論と実践の両側面からの研究を進めます。本研究は、UCSD (米国) や南開大学 (中国)、Kasetsart University (Thailand) など世界各国の研究機関と連携し、STREAM 教育を国際的に発信する拠点とします。

脳科学研究所

玉川大学脳科学トレーニングコース

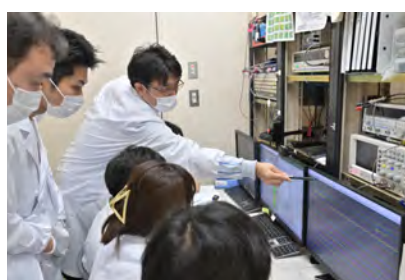
毎年6月頃、玉川大学脳科学研究所では、脳科学を志す全国の学部学生、大学院生、若手研究員を対象に、研究手法の基礎と応用を実習で学ぶ脳科学トレーニングコースを開催しています。このトレーニングコースは、2011年、脳科学研究所の学術普及活動の一環として、「ラットの先進的マルチニューロン記録と解析法」コース、「霊長類のトレーニングと単一神経活動記録」コース、「ヒトのfMRI基礎実習」コース、「乳幼児の脳波計測と行動計測」コースの構成で始まりました。2014年には「社会科学実験入門」コースが加わり、脳科学分野の研究手法の基礎と応用を幅広くカバーする充実した実習内容となっています。例えば、ヒトのfMRI実習コースでは、受講生は情動や社会脳科学のテーマでのヒトの行動課題の作成法を学び、お互いに被験者となってfMRI装置を使った脳測定実験およびデータ解析を行います。例年、計二十数名の受講定員に対して全国の国公立大学、私立大学、国立研究機関の大学院生と研究員を中心に百名を超える応募があり、書類選考で選ばれた熱心で優秀な受講生たちが3日間の実習コースに参加します。

各実習コースに加えて、トレーニングコース名物の「Jam Session 〜分野を越えて思考の調和を奏でよう〜」が催されます。Jam Sessionとはジャズ音楽の演奏者が集まって即興演奏を行う集まりのことで、異なる手法で脳科学に取り組む受講生たちが、受講コース間の垣根を越えて、与えられたテーマを巡って熱く議論を交わすグループ・ディスカッションを楽しみます。また、著名な研究者を招いたランチョンセミナーや解析ソフトウェアの講習会を設ける年もあります。こうして脳科学の研究手技だけではなく学際的な考え方も学べるようにプログラムを組んでおり、受講をきっかけに受講生同士や脳科学研究所の教員、研究員、大学院生たちとの学術交流の輪が広がっていきます。

2020年から2021年は新型コロナウイルスの影響により、中止とオンラインでの開催でしたが2022年からオンサイトでの実習を再開しました。玉川大学脳科学トレーニングコースの受講生の皆さんが、将来の脳科学の担い手となって国内外で活躍していただけることを心から期待しています。



げっ歯類を用いた脳システム研究法コース (2022)



霊長類霊長類の行動・神経科学実習コース (2023)



ヒトのfMRI基礎実習コース (2022)



赤ちゃんのコースの心拍計測技法の実習 (2023)



社会実験コースの唾液から遺伝子抽出技法実習 (2023)



社会科学実験手法コース (2022)



fMRI撮像のためのシミュレーター (2022)



Jam Sessionでの発表風景 (2023)



懇親会 (2016)

脳科学研究所

玉川ロボットチャレンジプロジェクト

TRCP(Tamagawa Robot Challenge Project) は、玉川大学が開発しているロボット技術を教育現場で活かし、学生・生徒の理科への興味を活性化すると同時に高い教育効果を実現する方法を開拓することを目指し、玉川大学／玉川学園におけるロボット関連の活動と教育の活性化を目指して 2011 年から 5 年の期間で行われてきた第一期計画に引き続き、さらなる発展のため第二期計画（2016 年～ 2021 年）に進んだ研究開発プロジェクトであり、2022 年以降も活動を続けています。

このプロジェクトのテーマは大きく二つあり、一つは『ロボット競技会への出場支援による活発な学生生活の実現』、もう一つのテーマはその先にある『ロボットを題材とした理科学習教材の開発』です。後者は、大学の研究開発資産を小中高の教育に活かすという意味で、より重要なプロジェクトの目標となり、玉川学園では、低学年・中学年・高学年でのロボット制作の演習や、サイエンス部とロボット部の活動を支援し、玉川大学と大学院では、工学部でのロボット技術の教育と研究を進め、その成果は学会発表や外部資金獲得に繋がっています。

競技会

2023 年度は、これまでの実績を活かし、研究を更に発展させるため、ロボカップ世界大会への出場を目指すとともに、(1) 工学部をフィールドとしたロボット技術教育法の開発と体系化を行い、入門から競技会までの各種教材ロボットを開発、(2) RoboCup@home 部門、日本大会および世界大会への参加、(3) RoboCup@home 部門、世界大会用ロボットの開発（世界に誇れる玉川型ロボットの継続的開発。家庭での利用を想定して、従来に比して大幅な小型化、高性能化の実現）、更に教育・芸術への拡がりを模索しました。

ロボットは子どもたちの興味や、さらに先へと学ぼうという意欲を引き出す、強力な教材となる可能性を秘めています。玉川大学には、世界的な競技会で優勝するレベルの高いロボット技術と経験があります。そこで TRCP では、玉川大学と玉川学園が協力してロボット活動の交流の場を作り、脳科学研究所や大学（工学部）の研究者から学園の教員や生徒にロボットに関する研究開発の知見・技術を提供するとともに、生徒たちへの指導の経験を蓄積してきました。それを活かして、『ロボット競技会への出場による活発な学生生活の実現』『ロボットを題材とした理科学習教材の開発』というテーマのもと、子どもたちのチャレンジ精神を引き出す教育の場を作ろうとしています。



ロボカップアジアパシフィック大会参加者全員での記念写真



eR@sers Education チームの競技会の様子

2009 年と 2010 年度に小原教育研究奨励基金による活動として始まった玉川ロボットチャレンジプロジェクト (TRCP) はその後、12 年の年月を経て全学的なロボットプロジェクトに発展しました。その間、ロボカップ世界大会での三度の優勝など大きな成果を挙げ続けています。TRCP には工学部および工学研究科だけでなく、学術研究所、脳科学研究所が深く関与しており、結果として大学という枠にも囚われない幅広い活動が行われたてきました。成果をみると、これまでもロボットに親しんでいた工学部についてはより深いロボット利用の技術教育の進展がみられ、さらにそれ以外の教育学部や学園の低学年・中学年・高学年でそれぞれ新しい展開の萌芽がみられました。

そしてなにより、これらの活動が相互に連携して玉川大学／学園全体の理科教育にロボットを取り入れていこうという機運ができたことがうれしい展開です。

今後の展望として、玉川大学で進められている「数理・AI・データサイエンスリテラシー教育」との関連をより強め、K-16 を一環としたロボット・AI 教育の基盤となっていくことを強く望んでいます。

QUANTUM ICT RESEARCH INSTITUTE

量子情報科学研究所

所長 相馬 正宜

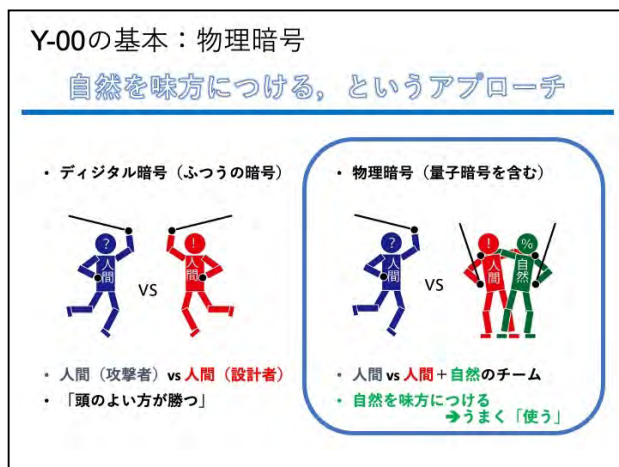


玉川大学量子情報科学研究所は、2011年4月に玉川大学学術研究所に属していた量子情報科学研究センターを発展的に拡充して設立されました。

前身の量子情報科学研究センターは1990年に量子情報に関する世界最大の国際会議を創設しました。20年にわたりその運営を行い、2010年、国際運営委員会にその運営を委譲しました。この会議を通して量子情報科学の基礎的な学問が急速に発展し、いくつかの魅力的な技術の出現がありました。その中でも量子暗号は今日のネットワークの安心・安全を実現する基幹技術となり得るものと期待されています。特に本学で開発された新量子暗号は世界最高性能を達成しており、その成果は米国の学会などを通して世界に発信されています。これらの成果を発展させるため、量子情報数理研究センターでは新しい基本原理の探求を、超高速量子通信研究センターでは本学のオリジナルである新量子暗号と量子レーダーの実用化を目指して研究にとりこんでおります。

量子情報理論の数理的研究を推進し、
その成果を設計理論研究に移行させ、その結実に基づき、
実社会への応用可能な技術を社会に発信する

量子情報数理研究センター



Y-00 光通信量子暗号の特徴

おもな研究内容

- 量子ガウス通信路に関する基礎研究
- 量子誤り訂正と情報セキュリティのための符号理論
- 量子論の操作的・確率的な性質に関する基礎研究
- 光通信量子暗号と量子レーダ



海外研究機関における講演の様子

研究センターについて

量子情報理論は、私たちの研究センターの中心的なテーマです。量子情報理論が果たすべき役割は、古典的な情報理論では得られない情報通信技術 (ICT) の将来展望を提供することです。そのために、情報理論的な視点と量子論的な視点を融合させ、新しい ICT を創造していきます。特に、量子通信、量子暗号、量子センシング、量子コンピュータの原理と性能限界を明らかにし、実用的な応用方法を確立することが重要であると考えています。さらに、量子情報科学とその周辺に横たわる基本的な問題にも取り組んでいます。

研究概要

1. 量子ガウス通信路でも情報伝送に関する基礎研究

宇宙光通信分野の目覚ましい発展のなか、ガウス通信路に対する情報理論の成果が実用される局面にあります。そこで最終的な通信方式を理論的にサポートするために、これまで本学で開発してきた量子ガウス通信路の理論に基づいて、波形伝送方式の設計法の研究をさらに進め、宇宙光通信において量子効果を利用することの技術的な利点の発見を目指すとともに、その達成法を解明していきます。

2. 量子誤り訂正と情報セキュリティのための符号理論の研究

量子計算においてデコヒーレンス等の量子雑音に抗する技術として、また情報を盗聴者から秘匿するための技術として高性能な代数的誤り訂正符号が求められています。これらの符号の構成法の考案や基礎理論の構築を目指しています。

量子誤り訂正および量子暗号に有用な誤り訂正符号の研究が盛んに進められていますが、本質的に、これらの符号は通常の線形符号の一般化である剰余符号 (quotient codes) とみなすことができます。これまでに古典および、量子盗聴通信路に有効な一般的な剰余符号の構成方法 (従来から知られる連接法の一般化) を考案しています。特に、情報理論的に定式化された盗聴下通信の問題への適用において提案符号の漸近

的最適性を示すことに成功しており、これは明示的に構成された世界初の最適符号です。この成果を機軸に、基礎・応用を問わず多角的な発展を目指し研究を推進してゆきます。

3. 量子論の操作的・確率的な性質に関する基礎研究

複雑な量子プロセスを考える際、数式の代わりに図式を用いると厳密性を損なうことなくより素直に定式化できることがわかってきています。また、量子論の操作的・確率的な性質をより一般的な理論である操作的確率論の視点から眺めると、直観的に理解できることが多々あります。そこで、図式や操作的確率論が持つ性質そのものを解明するとともに、これらを積極的に用いて量子論の数学的構造や性質を説明するための新たな手法を考案しています。さらに応用として、いくつかの量子技術の限界性能を解明するための最適化理論を構築しています。

4. 量子検出理論とその応用：光通信量子暗号と量子レーダ

量子検出理論は、光信号の最適な検出方法を様々な条件下で探索するための基礎となる理論です。信号検出時の誤り確率を最小化する量子受信機の数学的構造を解明することは、量子通信への扉を開くだけでなく、量子暗号の安全性解析や量子レーダの設計理論につながると期待される。研究対象は、光ファイバ通信システム、自由空間通信やセンシングシステムなどです。数理解析を通じて、量子検出理論の基礎的な部分を解明し、量子ストリーム暗号や量子レーダなど、幅広い応用を目指します。

超高速量子通信研究センター



左画面の映像が暗号化され光ファイバ回線を通して通信され右画面にリアルタイムで表示されている



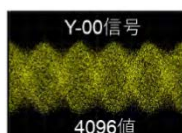
Y-00 暗号試作機
Y-00 暗号のライブデモ@ FST 棟 2F 展示室

研究センターについて

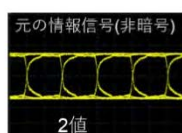
本研究センターは光通信あるいは超高速計算機に代表される現代最先端情報技術を超える画期的な技術開発を目指し、量子情報理論から導き出される新原理や新手法の実験検証を実施し、産業界や現実社会に有益な技術に発展させることを目的としています。今日のネットでは、個人情報や機密情報が光通信回線を介して通信されています。そのため、通信情報の漏洩を防ぐために、光通信回線にも安全性の高い暗号の開発が求められています。本研究センターは、従来の暗号は難解な数学が用いられていますが、更に安全性を高めるために物理効果も利用する新たな方式を考案し、その基礎研究や応用研究を実施しています。また、物理効果を用いてレーダーの感度を飛躍的に高めるために、巨視的量子効果を利用する基礎研究を実施しています。



通信容量：1.5Gb/s、信号多値数：4096



Y-00 型量子エニグマ暗号トランシーバと暗号波形



おもな研究内容

- Y-00 暗号の基礎研究
- Y-00 暗号の高性能化・安全性強化に関する研究
- Y-00 暗号のデジコヒ通信方式への応用研究
- Y-00 暗号の実用化に向けた研究開発
- 量子レーダーの基礎研究



研究概要

1. Y-00 暗号の基礎研究

Y-00 暗号には、従来の暗号では実現できない様々な特徴があります。例えば、暗号通信終了後に暗号鍵が盗まれたとしても、暗号が解読されないことが理論的に示されています。私たちは基礎研究として、これらの理論的に示された特徴を実験的に検証する方法を検討し、実際に実験検証することを目指しております。

2. Y-00 暗号の応用研究

Y-00 暗号は、光ファイバ通信システムとの接続性に優れています。そこで、実運用中の光通信システムに接続可能な Y-00 暗号トランシーバのプロトタイプを開発しました。このプロトタイプを光通信システムに接続する実験を実施し、Y-00 暗号の高い安全性と通信性能の検証を行っています。また、光通信通信技術として既に実用化されているデジタルコヒーレント通信システムに Y-00 暗号を適用し、大容量化や通信距離の長距離化など、更なる通信性能の向上手法を実験検証しています。更に、信号ランダム化技術の導入による安全性の向上も実験的に実証しています。

3. 量子レーダーの基礎研究

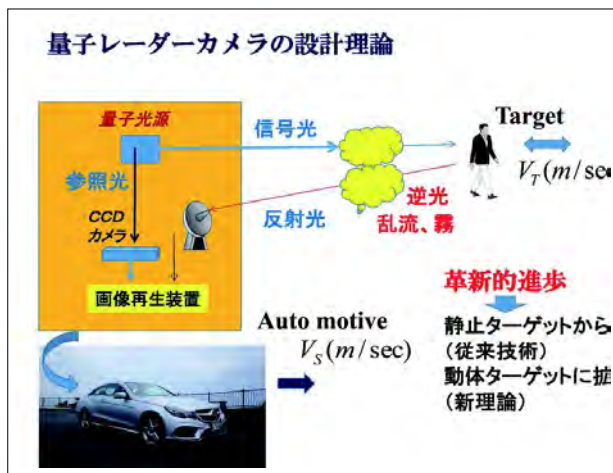
近年、自動車の自動運転が注目され、その基盤技術であるレーダーの精度を極限まで高める技術が求められています。本研究センターは、究極的感度を持つ量子レーダーの実現に向け、巨視的量子効果であるスクイズド光やエンタングルド・コヒーレント状態を生成する技術の基礎研究を実施しています。

量子情報科学研究所 主要実績

光通信量子暗号の開発



自動運転用センサーの光源開発



Wiener 思想の継承



量子通信理論の研究

数理系基礎研究の実績

Shannon型量子通信理論の基礎研究 代表的な論文

A.S.Holevo, M.Sohma, O.Hirota,
Physical Review A, vol.59, no.3,
pp.1820-1828, 1999.

A.S.Holevo, M.Sohma, O.Hirota,
Report on Mathematical Physics,
vol-46, no.3, pp.343-358, 2000

Wiener型量子通信理論の基礎研究 代表的な論文

V.P.Belavkin, O.Hirota, R.Hudson,
Quantum Communication and
Measurement, Plenum Press, 1995.

R.L.Stratonovich, V.P.Belavkin

量子力学の基本原理の研究

標準量子力学の破れを
予言 (1994年)

「条件付アイソメトリック作用素」
Open System and
Information Dynamics
vol-2,no-2, 157-174,1994

現在、世界で信じられている標準量子力学の原理が成立しない
物理世界が存在する仮説を提唱し、その数学体系を定式化。
それに対応する物理現象がメリーランド大学で発見された。

廣田：1988~1994
仮説の提唱

Chilids-Yimang：2016
物理現象の発見

実験による実証が
期待される

米国物理学会：Physical Review A
vol-93, no-2, 2016

量子通信国際賞受賞者 (玉川大学創設)

1996年	Charles Bennett, Carl Helstrom, Alexander Holevo, Horace Yuen
1998年	Jeffrey Kimble, Peter Shor
2000年	Paul Benioff, Christopher Monroe, David Wineland
2002年	David Deutsch, Serge Haroche, Benjamin Schumacher
2004年	Richard Jozsa, Prem Kumar
2006年	Ignacio Cirac, Philippe Grangier, William Wootters, Peter Zoller
2008年	Jeffrey Shapiro, Akira Furusawa, Anton Zeilinger
2010年	Gerard Milburn, Masanao Ozawa, Christopher Fuchs, Alexander Lvovsky

研究推進事業部

研究推進課

研究推進課では、学術研究所、脳科学研究所および量子情報科学研究所の各センターの研究活動支援を行っています。また、玉川大学の全学的な研究助成・研究補助事業に係る情報収集および科学研究費補助金をはじめとする外部研究資金（競争的資金・受託研究・共同研究等）、内部研究資金の申請・管理、学内外の諸機関との連携等の業務を担っています。

おもな業務

- 学術研究所、脳科学研究所、量子情報科学研究所の運営・支援
- 研究費の執行・管理
- 学部間共同研究の募集、審査、交付決定
- 競争的研究費等の獲得支援、手続き
- 他機関との委託研究・受託研究・共同研究の手続き支援
- 研究者の採用・雇用の手続き支援
- 研究活動支援および研究者支援
- 研究に関する文部科学省等のガイドライン、指針、方針への対応
- 研究倫理・コンプライアンス研修および啓発活動
- 不正防止対策の策定と履行状況、監査対応
- 研究費配分機関・研究協力機関への対応
- 研究成果の活用・社会実装の促進
- 小原國芳教育学術奨励基金
- 玉川大学研究倫理委員会、玉川大学倫理審査委員会、玉川大学動物実験委員会、玉川大学遺伝子組換え実験安全管理委員会
- 学内外の研究に係る調査等への対応

取扱い学内助成金一覧

- 学部間共同研究
- 小原國芳教育学術奨励基金
- 研究活動等助成金
- 国際学会等での発表助成
- 若手研究活動助成金

<学部間共同研究採択状況>

【令和4年度】

研究期間：令和5年4月1日～令和6年3月31日

- 森×ドローン×AIの融合：高解像度空中画像における樹木個体の自動判別法の開発（農学部・工学部・脳科学研究所）

研究期間：令和5年4月1日～令和6年3月31日

- ニチニチソウの葉に含まれるアルカロイドおよびポリフェノール類の紫外・可視光・近赤外光・ラマン散乱スペクトルによる非破壊定量方法の開発（農学部・学術研究所）

研究期間：令和5年4月1日～令和6年3月31日

- ELF (English as a Lingua Franca) の観点をういた小中高の英語教科書および英語授業の批判的分析ーダイアローグ分析を中心にー（文学部・教職大学院・ELFセンター）

<小原國芳教育学術奨励基金採択状況>

【令和4年度】

事業期間：令和5年4月1日～令和6年3月31日

- 乳児の語意理解発達に関する言語間比較研究

事業期間：令和5年4月1日～令和6年3月31日

- 玉川学園における「全人」「玉川っ子」使用傾向の分類および概念・意味変容の検証

事業期間：令和5年4月10日～令和5年4月18日

- 米国シカゴで開催される American Educational Research Association(AERA) の年次大会 2023 における研究発表 "Effects and Challenges of Collaborative Online International Learning (COIL) in Pre-service Teacher Education" および米国ウィルクス大学との共同研究の今後の発展に向けた意見交換

事業期間：令和5年6月1日～令和6年1月31日

- 玉川ーベルリン・フィルハーモニー管弦楽団員 教育プログラム 2023 (略称：ベルリン・フィル 2023)

事業期間：令和5年12月22日～令和6年1月31日

- 2023 年「嘉義市国際音楽祭」への参加について～玉川学園の一貫した音楽教育および吹奏楽指導の実践発表～

<競争的研究費の採択事例>

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) 領域「生物資源の持続可能な生産と利用に資する研究」
課題名「難防除病害管理技術の創出によるバナナ・カカオの持続的生産体制の確立」

研究代表者 農学部教授 渡辺京子

主要相手国研究機関 フィリピン共和国 セントラル・ルソン大学

日本の政府開発援助 (ODA) として、開発途上国を中心とする生産国で深刻化し世界中で防除方法の開発を目指すバナナ・カカオの病害の病害防除管理栽培技術の開発に挑戦するとともに、日々の若手人材の育成を行います。

病気の予防と防除の視点により、植物病理学だけでなく、病原菌の分類・生態学、植物生理学、分子生物学、土壌肥科学、栽培学ならびに工学等の専門家が参画し、植物の健康状態と病原菌を診断する方法、ならびに病害発生予測 AI を開発します。加えて、土壌還元消毒法など栽培管理技術も現地に移転します。これらを経済的な視点で評価し、改良を加えて病害防除管理技術体系を構築し、フィリピンの政策として小農を含めたバナナ・カカオ産業界に普及することを目指します。

現在は3名の留学生が本学で学んでいます。研究期間は2026年までの予定です。

【本研究による SDGs への貢献】

本研究は、持続可能な開発目標(SDGs)である「2. 飢餓をゼロに」「12. つくる責任 つかう責任」「15. 陸の豊かさを守ろう」などへの具体的な貢献が期待されます。

2. 飢餓をゼロに



本研究で目指す病害防除管理技術は、社会面ではバナナとカカオの持続的生産、収益の増大に繋がり、これによる農家の所得向上、農村部住民の健康と生計向上に貢献できます。病害管理技術を世界中に普及することで世界の食料安全保障にも寄与するだけでなく、経済発展により資金の流入にも繋がる事が期待されます。

12. つくる責任 つかう責任



本研究では、研究を通じて設置する微生物遺伝資源センターを基軸とし、植物保護研究への提供はもとより、遺伝資源の産業分野での利用を促進します。また、難防除病害管理技術体系の構築により、環境保全型農業としてフィリピン共和国国内でバナナ、カカオの生産性向上に貢献し、適切な防除体系は、減農薬に繋がり、持続可能な農業生産を可能にします。

15. 陸の豊かさを守ろう



本研究では、これまでほとんど手付かずであったフィリピン共和国の微生物多様性を明らかにし、微生物遺伝資源センターにて収集菌株の収集を行います。その保存菌株は、農業への活用だけでなく、創薬スクリーニング源などの遺伝資源として産業的な利用が期待できます。



研究推進事業部

知財戦略課

玉川学園は創立以来、全人教育を教育理念の中心に、人生の開拓者を育てることを使命とした教育活動や研究活動などに幅広く取り組んでいます。それらの活動は学園のこれまでの不断の努力により積み上げられたものです。伝統という古きに縛られることなく、時代の流れの中で常に進取的な活動の展開が試みられています。

知財戦略課は、本学の理念に基づき、これらの教育研究活動により蓄積された研究成果や発明などを広く世の中に公表し、学術分野の増進を図ることで社会に貢献することを目的として設置された知的財産本部を前身としており、本学の3研究所や大学の研究成果だけでなく、全学の教育研究活動の成果を対象とした点は、本学の社会貢献への取り組みの大きな特徴といえます。具体的には本学園の教育研究活動の成果やそれに基づく特許・発明などの知的財産の発掘・創出、保護・管理だけでなく、知的財産に係る評価及び活用、産学官連携及び社会実装の推進、大学発ベンチャー創出の支援、また、利益相反・責務相反への対応や安全保障輸出管理などの法令順守、また、研究インテグリティの確保になります。

今後は、大学における研究支援機能の充実と体制の強化のため、研究推進課との連携をさらに強め、「研究成果の活用」、「産学連携の推進」、「社会実装の促進」、「研究コンプライアンス」を強化するべく、一貫した運営を進めてまいります。

おもな業務

- 本学の研究シーズの開拓と外部への情報公開
- 産学官連携及び社会実装の推進
- 本学の研究成果に関する特許などの権利化及び管理支援
- 本学の研究成果に関する技術移転の支援
- 研究活動に係るコンプライアンス推進支援
- 研究活動に係る契約手続きの支援

産学連携事例の一部



【農学部】コスモス新品種の育成



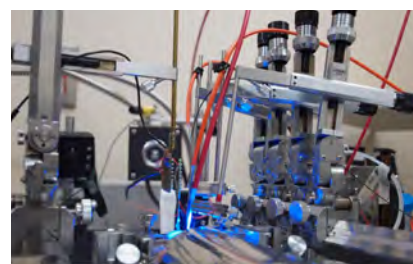
【農学部】アワビの陸上養殖に係る産学官連携



【農学部】ミツバチによる授粉昆虫プロジェクト

【量子情報科学研究所】
量子エンギナ暗号トランシーバ (TU Cipher-0)

【工学部】玉川サステナブル・ケム・カー・プロジェクト



【脳科学研究所】動物学実装装置

知的財産コンサルタント

研究・教育活動を知的財産管理の側面からサポートする目的で、現職の弁理士を毎月2回知的財産コンサルタントとして配置し、研究内容・特許出願・産学連携など様々な相談に対応しています。

知財セミナー

2017年より教職員・大学院生を対象に「知財セミナー」を開催しています。第1回セミナーは「知的財産制度説明会」と題し、特許庁産業財産権専門官による特許制度の概要についての講義が行われました。第2回セミナー「研究と特許」では、特許出願に実績のある4名の教員と知財コンサルタントによるパネルディスカッション、第3回セミナーは「なぜ知的財産権の学びが必要なのか」と題し、知財コンサルタントより知的財産権の概要についての講義を通して、それらの知識や理解を深める活動を実施しました。

第1回知財セミナー
2017.12.20 開催第2回知財セミナー
2018.12.21 開催

Research Institute

Masato Ono, Director of the Institute

Conduct academic activities to develop intellectual property, human resources and culture for the creation of a new era! Pass down the philosophy of “Zenjin education” to younger generations and contribute to the international community through multidisciplinary research.



The Research Institute is the research arm and a higher education affiliated division of Tamagawa Academy & University. Initially founded in 1929 as the Tamagawa Gakuen Education Institute, it has been making contributions as part of Tamagawa Academy & University for more than 90 years. During this period, it has changed its name and undertaken organizational reforms in order to adapt to social changes and meet new social needs, while also giving birth to the Brain Science Institute, Quantum ICT Research Institute, Center for Tamagawa Adventure Program (TAP), Center for ICT in Education Research and various other research and education facilities that are now regarded as unique features of the University.

At the Research Institute, academic research and education activities are conducted in a professional and multidisciplinary manner across both the humanities and the sciences. Presently, the Institute comprises a total of six centers, which are implementing projects in the fields of humanities, education, agriculture and engineering based on the concept of ESTEAM education promoted by the University. Also, in line with the philosophy of “Zenjin education” passed down over the generations at the Academy & University, the Institute is fostering collaboration for human resource development with the University’s Colleges, Graduate Schools, the Brain Science Institute and the Quantum ICT Research Institute. Moreover, we accept trainees and are proactively conducting joint research with various institutes both within and outside Japan, while also developing technologies in cooperation with companies in the private sector.

In collaboration with the Research Coordination Department, which collects information and deals with applications for research subsidies while also managing intellectual property, the Institute will continue to conduct its activities, aiming to make contributions to the creation of a better and more sustainable society as its own sustainable development goals.

K-16 Education Research Center

Main Research Topics

- Research and implementation of science and mathematics curriculum continuum from upper secondary school to university level
- Study of leadership training for science and mathematics teachers
- Study of science and mathematics education that fosters intellectual curiosity
- Practical research under the Tamagawa Robot Challenge Project (TRCP)
- Interdisciplinary teaching and learning in International Baccalaureate World Schools and Japanese Article 1 schools
- Research into the continuity of growth from infancy and learning quality in K-12 education, which is conducted with a focus on the start & approach periods
- Survey on children whose first language is not Japanese
- Research on short-term Japanese language training program
- Effects of using English audiovisual media and digital teaching materials

About the Research Center

Based on the theory and practice of “Zenjin education,” this center enhances K-16 (kindergarten to university) educational activities and has been involved in comprehensive research and practice in the following two divisions.

K-16 education research division

Based on the “Zenjin education” philosophy, this division aims to identify challenges in today’s K-16 education and develop theoretical and practical solutions to them. To this end, the following five groups are conducting collaborative research activities.

- (1) Science education group
- (2) International Baccalaureate education group
- (3) Early childhood education group
- (4) Elementary school English education group
- (5) Religion and event-related education group

Japanese language education division

This division engages in theoretical studies on the approaches of Japanese language education for infants, children and adults as well as on differentiated approaches for different learning purposes, and develops practical programs based on the results, thereby meeting the needs of trainees and international students learning at the University and of other Japanese language learners in and outside Japan.



Tamagawa University IB Education Forum 2021 (Online)

The new IB programme standards and practices and developments in school authorization, evaluation, and programme development

To help IB schools in Japan to deepen their understanding of the new IB evaluation process, we held an education forum with a focus on PSP 2020, inviting Erin Albright, who was deeply involved in the development of the new evaluation process, to give the keynote address. In her speech, Ms. Albright talked about what should be expected of IB schools. Also, at the breakout sessions, IB educators invited from around the world offered detailed explanations about the implementation of PSP 2020.

Overview of Research

Practical research into science and mathematics education with a focus on the First and Middle Divisions to help students develop intellectual curiosity and an interest in science

In cooperation with the College of Engineering, the Brain Science Institute and Tamagawa Academy K-12 (First Division) and through the TRCP, the science education group plays a central role in running “Robot Building Training,” a hands-on seminar for fourth graders at Tamagawa Academy designed to nurture their interest in science and technology. In the training, each group of four to five students makes a robot under the guidance of a university student serving as a teaching assistant (TA).

Organization of a training seminar by the early childhood education group

The group annually holds a training seminar on K-16 education, including issues related to nursery-kindergarten-primary school collaboration. In February 2022, it held this annual seminar online with a focus on the goal of bridging early childhood education and primary school education by inviting experts in the field, namely, Hidenori Watanabe, Shigeki Kuboyama and Kishiko Horai. At the event, participants spoke in depth about how to foster nursery-kindergarten-primary school collaboration with respect for the diversity of individuals.

Research into IB education: Surveys and research looking at “learning organizations”

For IB schools in Japan to become “schools as learning organizations,” we are conducting research to identify what kind of support the schools need to make sustainable development plans. This activity was launched as a joint research project with the International Baccalaureate in September 2021 and has been continued this academic year.

Planning of Japanese language classes and development of teaching materials in K-12

We develop teaching materials and teach the Japanese language in the following K-12 Japanese language education programs:

- (1) On-campus Japanese language teaching program for Taiwan's Dao Jiang High School students
- (2) Remote Japanese language teaching program at the College of Arts and Sciences
- (3) Japanese language teaching program held in spring and fall for short-term trainees

Honeybee Science Research Center

Main Research Topics

- Role of DNA methylation in caste differentiation
- Bee foraging strategy as elucidated from the amount of honey carried during the out-from-hive period
- Elucidation of endocrine mechanisms that control bee reproduction
- Survey of food resource utilization by honeybees
- Comprehensive study on semiochemicals of bees
- Effective use and development of new technology for house pollinators
- Studies on the honey aging process
- Attempts at environmental education using honeybees as teaching materials
- Field survey for developing measures to minimize effect of insecticides on bees
- Evaluation and research of the effectiveness of using abandoned farmland as a resource for apiculture

About the Research Center

Studies on honeybees at Tamagawa University started in the Faculty of Agriculture in 1950. The Honeybee Science Research Center (HSRC) was established in 1979 to further develop the outcomes of the research in the Faculty of Agriculture and to promote a wide range of basic and applied research activities in the field of honeybee science. Subsequently, in 1999, the HSRC was divided into the honeybee basic biological research division, the honeybee product research division and the honeybee pollination function research division. These divisions are engaged in a range of research activities, including independent research, joint research between the divisions and with research groups of other universities and public agencies, and research projects commissioned by companies.

In addition to European honeybees and Japanese honeybees, the HSRC conducts research using other insects such as bumblebees, which have excellent pollination functions; wasps, which are natural enemies of honeybees and are



dangerous to humans; and ants, which are closely related to bees and wasps and are important for exploring the evolution of sociality in this insect group. The HSRC promotes a wide range of studies from molecular biology to ecology, using research targets that cover this major group of social insects, to form a hub of this research field.

The Honeybee Science Research Meeting that is held every February represents a forum to report recent studies on honeybees and to discuss emerging issues in beekeeping, in which more than 300 people participate from all over Japan, including those related to the beekeeping industry, researchers and general citizens interested in honeybees. This meeting is highly rated by participants as an event that provides them with an opportunity for information and interpersonal exchange.

Outline of Research

1. Honeybee basic biological research division

In addition to conducting basic biological research into honeybees, the division conducts research and surveys about beekeeping-related issues with a focus on European honeybees as a “livestock” species. It also conducts basic and applied research into the physiological and ecological aspects of social bees and analyzes their social structure by using a molecular biological method. Moreover, by developing teaching materials using honeybees and their products and evaluating the educational effect of using such materials, the division enhances its involvement with science and environmental education.

2. Honeybee product research division

At present, the division conducts research into beekeeping resources that provide the basis for the creation of honeybee products, with a focus on the qualitative evaluation of the resources, their usability for honeybees, the transformation of abandoned farmland into a beekeeping resource and on the creation of beekeeping resources to deal with the damage caused by agricultural chemicals.

3. Honeybee pollination function research division

This division fosters basic and applied research into the role of honeybees and bumblebees as pollinators for agricultural products. It also holds seminars and other awareness-raising events to help horticultural farmers make better use of these pollinators.

Biosystems & Biofunctions Research Center

Main Research Topics

- Development and demonstration of the business feasibility of an automated vegetable production facility using LEDs as a light source
- Industry-academia cooperation project with Nishimatsu Construction Co., Ltd.
- Development of technologies to reduce the use of fertilizers

- Production of value-added plants at an artificially lit indoor farm
- Introduction of robot and ICT technologies into vegetable production systems
- Research on the light morphogenesis mechanism in plants
- Production of functional materials such as pharmaceuticals by using genetically modified plants
- Development of a plant cultivation system and a farm in outer space
- Development of potato hydroponics technology for food supply in space

About the Research Center

The Research Center aims to develop an efficient and stable food production system by exploiting the potential of the physiological functions of living organisms. In particular, we have been conducting research to establish a practical vegetable production system that uses LEDs as a light source, aiming for the commercialization and popularization of a system for producing high-quality and safe vegetables. We will build and propose a future agriculture business model through a partnership venture with Nishimatsu Corporation Co., Ltd., under which an automated LED vegetable production facility (Sci Tech Farm “LED farm”) using robot technologies and ICT systems will be developed and operated as a trial with a view to commercialization. We also promote research for the production of crops with medical and health promoting functions and of biological pesticides derived from plants or microorganisms, while also engaging in research for agricultural production in outer space and fostering the research of microorganisms in the space environment.

Overview of Research

Development of a future agricultural production system that uses LEDs as a light source

We coined the name “Farmtory” by combining “farm” and “factory” to describe a future agricultural production system that is equipped with both the cultivation technologies found on farms and the production technologies used in factories. We aim to establish this new agricultural system, and then introduce it to society and promote its popularization. To this end, by using high-performance LEDs newly developed for vegetable plant cultivation (direct cooling-type high-power LEDs), we developed a system to produce high-quality vegetables in a highly efficient manner. As a demonstration facility for this production system, the Future Sci Tech Lab was opened on the premises of the University in March 2010. Subsequently, in November 2014, by making use of the results of the research conducted at the Lab, we started the full-scale operation of the Sci Tech Farm “LED farm” for commercialization and began producing and selling 3,000 heads of lettuce per day. We will continue to



verify the business feasibility of the production system in cooperation with Nishimatsu Construction Co., Ltd.

Aiming to build a vegetable plant factory with zero resource loss and zero environmental impact

Toward “carbon neutrality by 2050,” we need to do more work on artificially lit indoor farms. Plants grow by absorbing CO₂ for photosynthesis, but artificially lit indoor farms located in urban areas require external power to operate, and therefore emit CO₂. It is difficult to offset these CO₂ emissions with the plants being grown, but we are working to meet this challenge by adopting a range of ideas, including using a substance that strongly adsorbs CO₂ to provide plants with CO₂. We are also striving to reduce the use of fertilizers. Growing plants hydroponically uses more fertilizers than necessary for plants to grow, of which a vast amount is discarded as residue contained in wastewater. In order to reduce such waste, we are working on the development of a new fertilizer management system.

Mycology & Metabolic Diversity Research Center

Main Research Topics

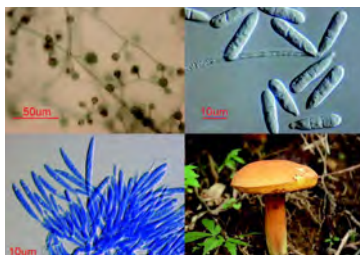
- Sampling, isolation and cultivation of useful microorganisms (filamentous fungi and wild mushrooms) in Japan and construction of a microbial library and databases
- Search for bioactive substances, such as enzyme inhibitors and agricultural antibiotics, from among microbial metabolites, and their isolation, purification and structural determination
- Development of a fluorometric detection method for microorganism
- Research into extremophiles

About the Research Center

Microorganisms are garnering considerable attention as a useful resource from the perspective of the SDGs. In Japan, about 13,000 fungal species have been reported, while the actual number is predicted to be 200,000 species or more. This means that there are many unknown microorganisms living alongside us.

The search for new microorganisms is deemed important not only from a purely biological standpoint but also from an industrial one, as certain microorganisms may prove to be both useful and sustainable resources for Japan, a country that is not blessed with abundant natural resources.

Against this backdrop, the Research Center collects and isolates fungal species as unknown biological genetic resources and creates a microbial library to facilitate



the use of these species in identifying lead compounds for medical and agricultural use through joint research with companies in and outside Japan.

We have also been holding the Workshop on Microbial Resources targeting researchers both in industry and academia.

In 2012, the Center was certified as an official microbial culture collection institute by the Japan Society for Culture Collections (presently the Japan Society for Microbial Resources and Systematics). We provide open access to part of our collection of about 15,000 strains of filamentous fungi and mushrooms collected and isolated in Japan and distribute them upon request to researchers around the world.

HyphaGenesis Inc.

HyphaGenesis Inc. (HGI) was established in August 2005 as the first venture company launched by Tamagawa University. HGI searches for lead compounds and research seeds, provides researchers with a microbial library and conducts research by commission, with the following three areas of focus: (1) cutting-edge 21st century bioindustries, such as genome science; (2) the Convention on Biological Diversity, measures for Japan's biological resources, and science education in the country; and (3) education and research in the field of basic microbial science.

Overview of Research

The Research Center conducts the following research and education activities:

1. Investigates the distribution of fungi in Japan as a national biological resource and collects and isolates a range of fungi to create a microbial library and database. The roughly 15,000 strains of fungi and 7,000 strains of actinomycetes that the Center has isolated in partnership with HyphaGenesis Inc. include 25 new species and more than 27 species newly recorded in Japan.
2. Using the established library, conducts screening of antifungal and antibacterial substances as well as enzyme inhibitors. So far, at least 14 types of new compounds and new active substances have been identified and a total of six substance patent and process patent applications have been made.
3. Pushes forward with the development of a microorganism fluorometric detection method for microbes in soil and rocks, with a view having it adopted for extraterrestrial microbial search.
4. Conducts research on environmental purification using beads that contain immobilized photosynthetic bacteria, and carries out tests for the restoration of eelgrass beds through the use of immobilized photosynthetic bacteria in cooperation with other organizations.
5. Holds a workshop to promote the spread of the fungal identification method.
6. Organizes a summer school for human resource development in cooperation with Tamagawa Academy (K-12), specifically to increase participants' interest in microorganisms.

Humanities Research Center

Main Research Topics

- Interdisciplinary research on the concept of “the Other”
- Individuality and universality in humanities
- Current situation of humanities research
- Future of humanities research
- Rethinking human nature
- Significance of humanities research in modern society
- Life and death in the modern age
- Significance of humanities in university education

About the Research Center

The Research Center was established in AY2003 to drive the progress and development of integrated collaborative research in the humanities. In particular, the Center fosters research across the discipline with a focus on philosophical thought, literature, art, history and culture. The Center specified the overall research theme for a period of three years from 2003 to be “the Other” and each division carried out research activities in line with this subject. The results of the activities were published in a book on the Logos and pathos of the other (Tamagawa University Press) in AY2006. Subsequently, in AY2010, the Center published the first issue of its annual report, titled “Humanitas,” which it continues to release in order to share the results of research conducted by its members.

Overview of Research

The Research Center is composed of the following three divisions, which conduct research individually and hold cross-divisional research meetings. The Center also regularly holds open lectures and symposiums.

1. Philosophical thought research division

This division conducts philosophical research into the principles and structures of various modes of existence and events in the real world as well as into human society and the value and meanings found in it, while carrying out theoretical examinations on philosophical thought and philosophical research itself. For example, research is conducted into issues related to ontology, epistemology, religion, morality and ethics.

2. Literature and art research division

In its interdisciplinary research into humankind and society, this division focuses on literature, including cultural exchange across multiple regions among its viewpoints.

Also, the division conducts theoretical and demonstrative research into creative



activities executed through artistic means, such as acting, dance, music, fine arts and design.

3. History and culture research division

This division conducts historical research into the principles, meaning and structure of cultural history, which denotes the process of generation, development, establishment and downfall of cultures, in the West and in Japan.

The division also conducts research into the psychological aspects of people's lives in different historical and cultural settings.

Seiichi Hatano and Tamagawa University

Dr. Seiichi Hatano, a former instructor of Tamagawa University founder Kuniyoshi Obara when he was enrolled at Kyoto University, made a tremendous contribution to the University's founding. In his later years, Dr. Hatano lived on the premises of Tamagawa Academy and taught students at the University. Dr. Hatano's collection of 630 books, known as the “Hatano Bunko,” was donated to the University and remains available for perusal.

Higher Education Development Center

Main Research Topics

- Students' learning and learning support
- Faculty development and staff development
- Lifelong learning
- University sports and health/physical fitness
- Institutional research (IR)

About the Research Center

What students learn at university changes over time. In today's knowledge-based society, what kind of education should universities offer to students? On a related note, the diversification of admission pathways is providing today's students with broader access to higher education. In such an age, why do students choose to study at university and how do they make use of what they have learned after graduation?

These questions have been and will continue to be difficult to answer for many of the people who engage in university education. Based on this recognition, the Research Center, as its founding purpose, ponders and explores the desirable forms of higher education, as distinct from the preschool, primary and secondary education that precedes it.



Overview of Research

Students' learning and learning support

Compared with other countries, what are the features of university learning in Japan? In our present-day society that offers easy access to knowledge, what students need from a university is not fragmented and shallow learning or even academic ability (which is graded on a curve) but rather the ability to think agilely and exercise abundant creativity to make effective use of the knowledge they acquire. By giving insights into the meaning of learning based on this recognition, we can identify the issues faced by students in Japan today.

In doing so, we can also identify what kind of support universities should give to students. Due to an increase in the number of new students with diverse educational backgrounds, it is becoming even more important for universities to provide individual students with attentive and customized learning support.

Faculty development and staff development

University faculty members will also experience dramatic changes in terms of what is expected of them. We therefore need to examine the qualitative requirements to be met by academic staff, the balance between education and research, and the self-directed professional development and training necessary for faculty development. University support staff, who are engaged in the organizational management and operation of their university, are also required to develop the knowledge, skills and qualities necessary to perform their jobs. Accordingly, we also need to examine methods for staff development.

Lifelong learning

How can those who have studied at a university make use of the knowledge and experience that they gained? As the term “lifelong learning” becomes more widely recognized, the public's interest in what's behind it is also increasing. Learning at higher educational facilities is thought to have a great impact on subsequent learning, and students who have had a positive learning experience at university do indeed continue to pursue opportunities for learning throughout their lives. Going forward, in keeping with the principle of survival of the fittest, people will increasingly need to continue learning in order to adapt to new social developments.

University sports and health/physical fitness

For a fulfilling life on campus and in lifelong learning programs, students can enhance their health and physical fitness through sporting activities. Needless to say, sports are also considered an indispensable part of “Zenjin education,” including for the development of personal qualities. Based on this recognition, we are promoting academic and scientific research into university sports activities and health/physical fitness.

Institutional research (IR)

There are currently more than 700 universities in Japan. In order to ensure the sustainability of Tamagawa

University, what measures should we implement? As the first step to identify the University's particular strengths that will enable it to survive and thrive in the fields in which it excels, we need to examine the University in an objective manner, for which comparing it with other universities is an effective means.

By utilizing the voluminous data accumulated at the University more effectively, we can further improve our education, promote and develop our research activities, and improve our organizational management and operation. Examining our own university through institutional research (IR) will give us great insights toward meeting the challenge of surviving the inter-university competition.

Major Achievements

Practical use of research results in society: Tamagawa-branded leaf lettuce “Yumesai” grown at the Sci Tech Farm “LED Farm”

Three types of leaf lettuce were initially produced as “Yumesai” at the LED Farm, and now seven types of the lettuce are sold mainly at Odakyu OX supermarkets located alongside the Odakyu Line. Applying blue LED light to vegetables imparts stress on them, causing accumulation of vitamins, polyphenols and other antioxidants, which changes the color of their leaves to brown or gives them a bitter taste. In contrast, applying red LED light to certain vegetables helps their leaves grow larger and makes them taste sweet, reducing bitterness. By adjusting the application of LED light to Yumesai in its growth process, leaf lettuce becomes highly nutritious and provides a variety of tastes and textures. As such, they are popular as Tamagawa-branded vegetables.

Provision of classes on bees and the introduction of bee research through various media

Outreach activities are conducted by using teaching materials on bees in addition to classes held and research conducted on bees at the College of Agriculture and the Graduate School of Agriculture. These activities feature observation of bees and collection of honey in summer school programs for kindergarten children and children in lower grades (first to fourth graders at elementary school); and learning about beekeeping and hands-on experience collecting honey at the Super Science High School (SSH) classes for children in higher grades (third graders at junior high school to third graders at senior high school). Also, the research results and initiatives are introduced through various media such as TV programs and newspapers.



Brain Science Institute

Masamichi Sakagami, Director of the Institute

Through brain science-related interdisciplinary research and educational activities, we aim to present the world with unique research results and nurture the next generation of leaders in research and education on the human mind.



The heart plays the function of circulating blood throughout the body. The stomach digests the food that you have eaten. So what function does the brain fulfill? It can be said that the brain is the organ that transforms the human mind.

The brain transforms the information that we gain from our surrounding environment into electrical impulses and thereby creates the world that we experience through the senses of sight, hearing, touch, taste and smell. Then, in the world thus created, the brain guides our behavior in ways that will help us thrive by using electrical signals to move our muscles. The brain is therefore an organ that converts sensory information into behavioral information. Even a simple robot can take information inputs from the environment and output behavioral information, but the human brain can do more in the process between input and output. Being additionally equipped with an operational circuit for learning, memory, thought and feeling, it can also adjust its responses to suit different environments. Generally, the functions performed by this circuit are regarded as the functions of the human mind, all of which powered by electricity. Researchers at the Brain Science Institute record and analyze the activities of brain neurons and create models of them to scientifically elucidate the human mind, including how human beings make social decisions. To pursue this endeavor, the brain science research facility established at the University in 1996 was transformed into the Brain Science Institute in 2007. Today, the Institute offers both master's and doctoral courses as part of the Graduate School of Brain Sciences, where around 110 people are engaged in learning and research.



Systems Neuroscience Research Center

Main Research Topics

- Central nervous system for motor control
- Neural process for body recognition
- Neural process for transformation from perception of “shitsukan” to value function
- Memory and learning system in the cerebral cortex and hippocampus
- Neural basis for value-based decision-making
- Theoretical model for learning and decision-making
- Mechanisms of motivation and learned helplessness
- Neuroscientific understanding of higher brain functions such as inference and thought
- Social behaviors and learning mechanisms observed among insects

About the Research Center

When we learn at school or perform tasks at a workplace, our brains take in the information we need from the external environment, compare it to what we have experienced in the past and motivate us to make the optimal decision and take actions accordingly. The Research Center seeks to elucidate the mechanisms of the brain that perform the functions required for cognition, memory, learning, motivation, inference, thought, decision-making, voluntary movement and social behavior. To this end, the Center has four divisions for the study of humans and animals (including rodents, primates and honeybees) that collaborate with one another to advance research into brain science on multiple levels, including research into cells, individuals and social behaviors, through experiments based on state-of-the-art technologies and advanced theoretical prediction and verification. In particular, for the field of decision-making, which is an aspect of mental processing that is central to our lives, the Center has been attracting international attention as a research facility with a large number of specialists making active contributions. Our goal as researchers undertaking basic brain science is to help enrich human society through a better understanding of the fundamental principles of the brain.



Two major events to stimulate the brain

The Brain Science Institute holds a training program and a workshop on brain sciences as its two major annual events. As a social contribution activity, the training program targets undergraduate students, graduate students and young researchers from across Japan, teaching them about basic and applied research methods used in brain sciences in a practical manner. This program attracts a large number of applicants every year and is rated highly by participants. The workshop (training camp) on brain sciences is held with the participation of all faculty members, postdoctoral researchers and graduate school students at the Institute. Participants make presentations about their past, present and future research activities and engage in in-depth discussions. The event provides them with a tremendous opportunity to provide deeper insights into the meaning of learning.

Overview of Research

Systems neuroscience research division

Animals take actions according to their circumstances by appropriately recognizing what is happening around them. The brain is a complex system that controls input-output conversion based on an understanding of the situation. We aim to elucidate the behavioral principles of the brain system by recording and precisely analyzing neural signals and animal behaviors through various methods, paying attention to the cognition, learning, decision-making and behavioral control functions that are observed among rodents and primates.

Human cognitive neuroscience research division

In order to understand the functions of the human brain for perception, cognition, thought, decision-making, memory, learning, motivation and others, we measure brain activity by using MRI and other imaging systems as well as by electrophysiological methods such as EEG measurement. We aim to elucidate how the human brain works and the differences between human brains and animal brains.

Neural computation research division

To pursue the basic principles of how the brain works, it is important to observe and manipulate brain activity and also support these observations and manipulations with proven theories. Based on this recognition, targeting the decision-making system in particular, we are working to theoretically verify observation results to make hypotheses and plan further experiments based on the verification results obtained through simulation and theoretical modeling methods, thereby achieving a “fusion of theory and empirical research.”

Social neurobiology research division

We can deepen our understanding of human society by comparing it to the elaborately organized social systems of other living creatures. We are therefore cooperating

with the Research Institute's Honeybee Science Research Center to investigate how the genetic control of the nervous system plays a role in the social behaviors and learning of social insects.

Brain-Mind-Society Research Center

Main Research Topics

- Neural bases of sociality
- Development and neural bases of prosociality in adolescents and young adults
- Speech perception and cognition and language development in infants
- Social relationships between children and adults at nursery schools
- Sleep and developmental mechanisms in infants
- Educational use of brain science for K-12 students
- Brain Science ELSI program

About the Research Center

As we go about our daily lives we have various thoughts and feelings. This means that we have a “mind,” which is generated by the brain as a scientific fact. The brain functions as a “living” information processing organ that interacts with the external environment via the body. In the external environment, there are other individuals who have an enriched mind just like we do. We are not alone. We communicate with one another and form a society by cooperating and competing with one another. Throughout recorded history, human beings have been examining both the mind and society, including through philosophy, literature, psychology, economics, law and historical studies, within the broader fields of humanities and social sciences. Now, in the 21st century, brain sciences are becoming more interconnected and fused with computational science as well as with the humanities and social sciences to promote a shift from the elucidation of the human mind and society to the redefinition of how we live. In response, the Brain-Mind-Society Research Center aims to foster research in line with this new shift and cooperates with two other research centers of the Brain Science Institute to share information about findings that can contribute to the peace and prosperity of humankind.



Overview of Research

Social behavior research division

We believe that it is our prosocial nature that makes human beings a social animal. What psychological traits comprise human prosociality? Empathy, trust, cooperation, reciprocity, fairness, and what? What neural mechanisms make human beings prosocial? We address these questions through social science experiments, functional neuroimaging and genetic analysis. We also aim to contribute to designing a social system based on the scientific understanding of human beings by collaborating with researchers in economics, law, and other social science fields.

Development of mind research division

The Tamagawa University Brain Science Institute has a laboratory with access to a pool of around 1,000 baby subjects, and conducts a range of studies about babies and infants. Based on the idea that the development of cognitive functions underlies language development, we elucidate the interrelations between cognitive development and language development from the perspectives of experimental psychology, comparative cognitive science and neuroscience. This is one of the unique features of the Institute, for which it is recognized internationally. Moreover, through communication with faculty members at the University and teachers at the Academy, we are working to make use of our research results in education.

Philosophy of mind research division

Throughout its long history, philosophy has provided deep insights into the human mind and human behavior. The Tamagawa University Brain Science Institute has been continuing efforts to incorporate scientific viewpoints into morality, ethics and life established based on philosophical insights. As a result, two books by Institute-affiliated authors, “The nexus between neuroscience and philosophy” and “The nexus between psychiatry and philosophy,” have been published by Tamagawa University Press. In addition, philosophers and neuroscientists are collaborating at the Institute for research into the ways of communicating the latest brain research findings to the general public.

Advanced Intelligence & Robotics Research Center (AIBot)

Main Research Topics

- Human-machine collaboration through “symbol emergence in robotics”
- Constructive understanding of human intelligence for the establishment of a perceptual symbolic system
- AI -and robotics-related business models
- Elucidation of theoretical and practical foundations for STEM education toward a shift from STEM to STREAM

About the Research Center

Every technology in the world was originally derived from the imaginations, dreams and hopes of human beings. Robots—originally an invention of fiction—have developed at a surprisingly fast speed thanks to various technological advances, leading to a dramatic increase in labor productivity that has supported economic growth.

Since the beginning of the 21st century, issues related to artificial intelligence (AI) have come to be discussed as practical, real-world problems. There are vague concerns, for example, that AI, which is a human creation, will surpass the limits set by its creators to become more intelligent than human beings, reversing the traditional master-servant relationships between humans and technology.

A future society in which AI and robots are widely used should be one where people can live and work in harmony with these technologies and where there is mutual recognition among individuals of the different types of value they embody.

For the creation of a society where diverse value is created in a harmonious manner, the Research Center will foster research to support the creation of human-centered social intelligence with a focus on AI, cognitive science and robot technology.

We aim to realize a society where people live and work in harmony with technology. To this end, we will continue to think about the contributions technologies can make to create a society that allows individuals to thrive and be happy.



World Robot Summit

The Japanese government held the World Robot Summit again in the summer of 2021, based on Japan's Robot Strategy set in 2015. In recognition of its proactive participation and outstanding achievements in past robot competitions, Tamagawa Academy & University was selected to be one of the activity bases for the next Summit. Accordingly, we conducted activities, including holding workshops and robot competitions, in the lead-up to the summer of 2022.

Overview of Research

Human-machine collaboration through “symbol emergence in robotics”

(Social intelligence creation research division)

We aim to establish the basic technologies for human-machine collaboration, which means humans and machines performing daily tasks in cooperation with one another by engaging in communication designed for mutual understanding. To this end, machines need to understand the true meaning of words and other symbols used in the real world, and to meet this requirement we take an approach based on “symbol emergence in robotics” and apply it to the issues of human-machine communication and the use of big data. At the RoboCup@Home international competition, in which we participate to verify our research results, we have taken home the championship three times—in 2008, 2010 and 2021—and also received an innovation award at the RoboCup international competition held in 2016. Furthermore, at the competition held in 2023, we were granted the Smoothest, Safest Navigation Award.

Constructive understanding of human intelligence for the establishment of a perceptual symbol system
(Social intelligence creation research division)

In the traditional cognitive science and AI fields, symbol manipulation, such as that done by programming languages, has been regarded as a representation of intelligence. The limits of such representation have often been pointed out. According to Lawrence W. Barsalou, for example, a symbol manipulation-based cognitive system is amodal, while what is needed is a modal perceptual symbol system. We will promote interdisciplinary discussions toward the establishment of a perceptual symbol system for the functional formation of concepts from the information obtained from real-world environments that are full of complexity and disturbance, without becoming trapped by issues concerning non-perceptual epistemology.

Research for AI - and robotics-related business models
(Advanced intelligence - and robotics-related business model research division)

For AI and robotics, we will find solutions for business feasibility-related issues by conducting research to create new AI - and robotics-related business models.

Shift from STEM to STREAM: Elucidation of theoretical and practical foundations for STEM education

(STREAM education research division)

Aiming for the establishment of STREAM education by adding art (A) and robotics (R) to the traditional science, technology, engineering and mathematics (STEM) education, we will foster both theoretical and practical research in cooperation with UCSD in the US, Nankai University in China, Kasetsart University in Thailand, and various other research institutes across the world so that we can share our knowledge and findings as an international base for STREAM education.

Major Achievements

Training Courses for Brain Sciences at Tamagawa University

Every year around June, the Tamagawa University Brain Science Institute holds a practical training program on the basics and application of research methods that is attended by undergraduate and graduate students as well as postdoctoral researchers aspiring to a career in brain sciences from around Japan. This training program was started in 2011 as part of the Brain Science Institute's activities to promote academic pursuits and consists of the Course in Multineuronal Recording and Analysis Using Rats, the Course in Behavioral Training and Single Unit Recording Using Monkeys, the fMRI Course for Beginners and the course on Measurement and Analysis of Brain Electrical Activity and Physiological Data in Infants. Moreover, the Course for Experimental Social Science was added in 2014 to enrich the content of the practical training program and extensively cover the basic and applied research methods used in the field of brain sciences. In the fMRI Course for Beginners, for example, students learn modeling techniques for behavioral tasks in humans under the themes of emotional and social brain sciences. In this practical course, they also take turns to conduct brain function imaging on each other and analyze the obtained data. Every year more than 100 applicants, mainly graduate students and researchers from national, public and private universities and national research institutes, vie for a total of around 20 slots, with the most outstanding and passionate students and researchers selected to participate in the three-day practical training program through document screening.

In addition to the provision of practical training, the program also features the popular “Jam Session—Orchestrating Harmony across Fields of Thoughts.” In this “jam session,” a term that originally referred to an impromptu jazz performance, participants in all courses of the training program, who are taking different approaches to brain sciences, gather to enjoy group discussions on a given theme. In some years, the training program also includes lunchtime seminars with renowned researchers and training on analytic software. The program is thus designed to provide participants with an opportunity to learn about interdisciplinary ideas in addition to brain science research techniques, as well as to expand their academic networks with other trainees and with teachers, researchers and graduate students from the Brain Science Institute.

For the period from 2020 to 2021, the training program was canceled or held online due to COVID-19, but in 2022, it returned to an in-person format. We sincerely hope that all participants in the aforementioned training courses for brain sciences held by Tamagawa University will take an active part in domestic and international activities to lead brain science initiatives into the future.



Tamagawa Robot Challenge Project (TRCP)

Through the Tamagawa Robot Challenge Project (TRCP), we aim to make use of the robot technologies developed by Tamagawa University in education, both as a means of boosting educational effects and increasing students' interest in science. To this end, we implemented the first phase of the TRCP over five years from 2011. During this period we promoted robot-related activities for the revitalization of education at Tamagawa Academy & University facilities. We then proceeded to the second phase of the R&D project for the period from 2016 to 2021, and have been continuing the TRCP activities since 2022.

We have set two major themes for the project: "Realization of lively student activities through participation in robot contests" and "Development of science learning materials using robots as subjects." The latter theme represents a more important target for the project as the University's R&D fund is also utilized for the education of primary and secondary school students. Specifically, the fund is used to support robot building by students at Tamagawa Academy and the activities of its science and robot clubs, while at Tamagawa University's College of Engineering and Graduate School of Engineering, education and research on robot technologies are promoted for presentations at academic meetings and for the acquisition of external funding for related activities.

Robot Competitions

In AY2022, in order to further advance our robotics research based on the work we have already done, we tackled the following themes: (1) Develop and systematize a robotics education method at the College of Engineering

and develop a range of robots to be used for educational purposes, including for teaching the basics of robotics and participating in robot competitions; (2) Participate in the RoboCup@Home competition, RoboCup Japan and international competitions; and (3) Develop robots for entry into the aforementioned competitions (continuous development of world-class robots unique to Tamagawa University and the substantial downsizing of higher-performance robots for future household use) and promote the use of robots in the fields of education and art.

Robots can be a great teaching aid to increase children's interest in and motivation for learning, and Tamagawa University has advanced robot technologies and expertise, as evidenced by its victories at international robot competitions. Through the TRCP, Tamagawa Academy & University has been promoting cooperation for joint activities for robots, with the College of Engineering and the Brain Science Institute sharing information about the knowledge and technologies that go into robot R&D with teachers and students at Tamagawa Academy and providing instruction to students. Based on our experience and guided by the aforementioned two major themes, we are working to create educational facilities where children are encouraged to take on challenges.

The TRCP was launched in 2009 and conducted in AY2010 as an activity funded by the Obara fund to promote education and academic activities. Subsequently, the initiative was continued for 12 years and developed into a university-wide robot project, with great achievements made during the period, including becoming a three-time winner of the RoboCup international competition. Along with the College of Engineering and the Graduate School of Engineering, the Research Institute and the Brain Science Institute are deeply involved in the TRCP, making it a cross-disciplinary initiative. In terms of results, education on technologies for using robots has been further advanced at the College of Engineering, where robots have long been a familiar fixture. Moreover, new developments in the field have been made at the College of Education and at Tamagawa Academy.

We are particularly pleased that through the TRCP Tamagawa Academy & University has increased momentum for the use of robots in science education.

Going forward, we aim to enhance the linkages between the TRCP and the mathematics, AI and data science literacy education promoted at Tamagawa University to build a foundation for integrating learning on robots and AI into K-16 education.



Quantum ICT Research Institute

Masaki Sohma, Director of the Institute

Promote mathematical research into quantum information theory, make use of the research findings for research into design theory and, based on those results, introduce technologies that can be practically applied in society.



The Tamagawa University Quantum ICT Research Institute was established in April 2011 by expanding the former Quantum Information Science Research Center, which was attached to the Tamagawa University Research Institute.

The former Quantum Information Science Research Center initiated the largest international conference on quantum information science in 1990. Subsequently, in 2010, after organizing the conference for 20 years, the Center relinquished the role to the international steering committee established for the conference. This conference has contributed to the rapid development of basic studies in the field of quantum information science and to the emergence of some attractive technologies. Among the technologies thus developed, quantum cryptography is highly expected to provide a foundation for the creation of safe and secure online networks. In particular, the Quantum Enigma Cipher, which is a new quantum cipher developed by the University, achieved the world's highest performance, a triumph that we announced to the world at an academic conference held in the United States and via other channels. In order to make further achievements, the Quantum ICT Research Institute's Quantum Information Science Research Center is searching for new principles and theories while the Quantum Communication Research Center is conducting research with an eye to making practical use of the new quantum cipher and quantum radar developed by the University.



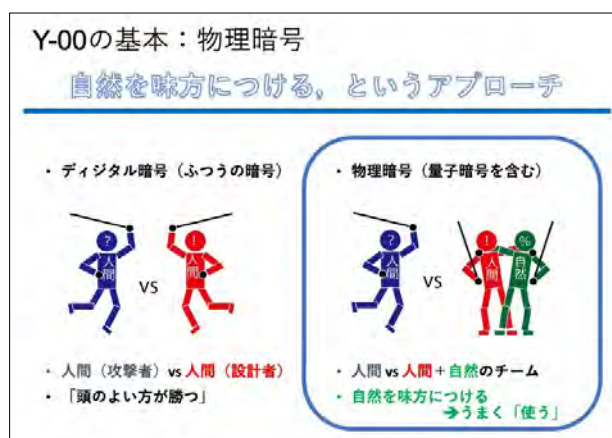
Quantum Information Science Research Center

Main Research Topics

- Quantum Gaussian channels
- Coding theory for quantum error correction and information security
- Operational and probabilistic nature of quantum theory
- Quantum stream cipher and quantum radar

About the Research Center

Quantum information theory is the central subject at our research center. The essential role of quantum information theory is to provide future outlooks of information and communications technologies (ICT) that are difficult to acquire based on classical information-theoretic views. To this end, we orchestrate the information-theoretic and the quantum-theoretic perspectives to create new ICT. In particular, we regard it as essential to elucidate the principles and performance limits of quantum communications, quantum cryptography, quantum sensing, and quantum computer and establish practical application methods. Furthermore, we are challenging fundamental issues lying in quantum information science and related fields.



1. Fundamental Research on Quantum Gaussian Channels

With the remarkable development of the space optical communication field, several achievements from information theory for Gaussian communication channels are now in the actual application phase. To theoretically support the advanced communication systems, we will further research the design method of the waveform transmission system based on the quantum Gaussian communication channel theory developed in our institute. Furthermore, we aim to identify the technological merits of quantum effects in free-space optical communication and will search for ways to achieve this target.

2. Fundamental Research on Coding Theory for Quantum Error Correction and Information Security

High-performance algebraic error-correcting codes are required to resist quantum noise, such as decoherence in quantum computation, and to keep information secret from eavesdroppers. The critical task is to devise a construction method for these codes and develop a fundamental theory. Although error-correcting codes valid for quantum error correction and quantum cryptography have been actively studied, these codes can be considered quotient codes, generalizations of ordinary linear codes. One of the members has devised a generalized method of constructing quotient codes (a generalization of the conventionally known concatenation) that is effective for both classical and quantum eavesdropping communication channels. In particular, he has succeeded in showing the asymptotic optimality of the proposed code in its application to the communication problem under wiretapping formulated in information theory, which is the first explicitly constructed optimal code in the world. Promoting this research in basic and applied aspects is one of the crucial subjects, aiming at multifaceted development based on the achievements obtained so far.

3. Fundamental Research on The Operational and Probabilistic Nature of Quantum Theory

When addressing complex quantum processes, it has been known that diagrammatic formulas can be represented more straightforwardly than mathematical ones without compromising rigor. In addition, the operational and probabilistic properties of quantum theory can often be intuitively understood from the perspective of operational probabilistic theory, which is more general than quantum theory. We are clarifying the properties of diagrammatic formulas and operational probabilistic theory themselves. Also, by using them, we are finding new approaches to explain the mathematical structure and properties of quantum theory. As applications, we are developing optimization theories to derive the performance limits of some quantum technologies.

4. Quantum Detection Theory and Its Applications: Quantum Stream Cipher and Quantum Radar

Quantum detection theory is a basis for exploring optimal detection methods of optical signals under various criteria. The elucidation of the mathematical structure of a quantum receiver that minimizes the error probability in signal detection not only opens the door to quantum communications but is also expected to lead to the security analysis of quantum cryptography and the design theory of quantum radar. Our research targets include fiber-optic communication systems and free-space communication/sensing systems. Through mathematical analysis, we will elucidate the fundamental aspects of quantum detection theory and its wide range of applications, such as quantum stream cipher and quantum radar.

Quantum Communication Research Center

Main Research Topics

- Basic Research into the Y-00 cipher
- Enhancement of the communication performance and security of the Y-00 cipher
- Practical application of the Y-00 cipher
- Application of the Y-00 cipher to digital coherent communication systems
- Basic research for quantum radars



About the Research Center

In the search for revolutionary technologies that transcend current state-of-the-art information technologies, as represented by optical communication and ultra-high-speed computers, the Research Center is working on experimental verification to transform the new principles and methods derived from research in the field of quantum information theory into new technologies beneficial for industry and society. On the Internet today, personal and confidential information is communicated via optical communication systems. Therefore, there is a need to develop highly secure cipher for such optical communication systems to prevent leakage of data in the system. Conventional cryptography uses difficult mathematics, but the Research Center has devised a new method that also uses physical effects to further increase the security and is conducting basic and applied research on this new method. In addition, we are conducting basic research on the use of macroscopic quantum effects to dramatically increase the sensitivity of radar.



Overview of Research

1. Basic research into Y-00 cipher

The Y-00 cipher has various features that conventional ciphers cannot be achieved with conventional ciphers. For example, it has been theoretically shown that even if the encryption key is stolen after cipher communication is completed, it cannot be deciphered. As our basic research, we are investigating methods to experimentally verify these features experimentally and aims for experimental verification.

2. Applied research and development of Y-00 cipher

The Y-00 cipher has high compatibility with optical fiber communication systems. A prototype of Y-00 cipher transceiver that can be connected to an optical fiber communication system in service has been developed. Using this prototype, we are demonstrating application experiments in optical communication systems to verify the high security and communication performance of the Y-00 cipher. We have applied the Y-00 cipher to the recently implemented digital coherent communication system and are experimentally verifying methods to further improve further communication performance, such as increasing communication capacity and extending communication distance. In addition, we are experimentally demonstrating security enhancement by introducing signal randomization technique.

3. Basic research for quantum radars

Autonomous driving systems for vehicles have recently been attracting a lot of attention. The technologies used to maximize the precision of radars are fundamental technologies for self-driving cars. The Research Center is working for a quantum radar with the ultimate level of sensitivity by making use of macroscopic quantum effects, such as squeezed light and entangled coherent states.

Development of a light source of a sensor for self-driving technologies



Passing down the ideas proposed by Norbert Wiener



Major Achievements

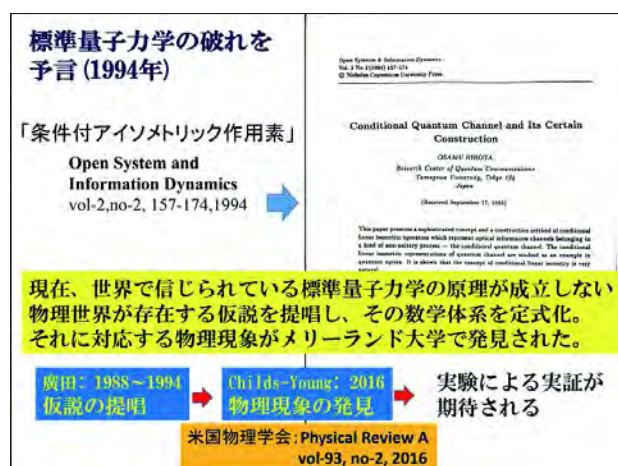
Development of a quantum cipher for optical communication



Research into quantum communication theory



Research into the basic principles of quantum mechanics



Recipients of the international quantum communication award (founded by tamagawa university)

1996年	Charles Bennett, Carl Helstrom, Alexander Holevo, Horace Yuen
1998年	Jeffrey Kimble, Peter Shor
2000年	Paul Benioff, Christopher Monroe, David Wineland
2002年	David Deutsch, Serge Haroche, Benjamin Schumacher
2004年	Richard Jozsa, Prem Kumar
2006年	Ignacio Cirac, Philippe Grangier, William Wootters, Peter Zoller
2008年	Jeffrey Shapiro, Akira Furusawa, Anton Zeilinger
2010年	Gerard Milburn, Masanao Ozawa, Christopher Fuchs, Alexander Lvovsky

Office of Research Promotion

Research Coordination

Research Coordination supports research activities conducted by the Research Institute, the Brain Science Institute and the Quantum ICT Research Institute. It also collects information from across the University about research projects that have received grants and subsidies, handles the application and management of research funding such as grants-in-aid for scientific research as well as other external funding forms (competitive funding, commissioned research, joint research, etc.) and internal funding, and cooperates with other organizations inside and outside the University.

List of Internal Grants Handled by the Office

- Grant for joint research performed by the Colleges
- Kuniyoshi Obara fund to promote education and academic activities
- Grant for research activities and others
- Grant for presentations at international academic meetings
- Grant for young researchers' activities

Major Tasks

- Support the operation of the Research Institute, the Brain Science Institute and the Quantum ICT Research Institute
- Ensure the appropriate use of the research budget
- Solicit applications for joint research proposals by the Colleges, examine the applications submitted and select those to be funded
- Help the Institutes win competitive grants, including with procedural and administrative assistance
- Help the Institutes follow the procedures for commissioned / joint research with other organizations
- Assist the Institutes with following the procedures for recruitment and employment
- Support research activities and researchers
- Implement measures to comply with the research guidelines and policies set by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology and other organizations
- Provide training and conduct awareness-raising activities for research ethics and compliance
- Set measures to prevent unfair acts, check the implementation status and deal with audit-related issues
- Communicate with research fund distribution organizations and research support organizations
- Make effective use of research results and foster their practical use in society

- Manage the Kuniyoshi Obara fund to promote education and academic activities
- Communicate with Tamagawa University's committees on research ethics, ethics examination, animal experimentation and on the management of safety for genetic recombination experiments
- Engage with internal and external surveys on issues related to research activities

Intellectual Property

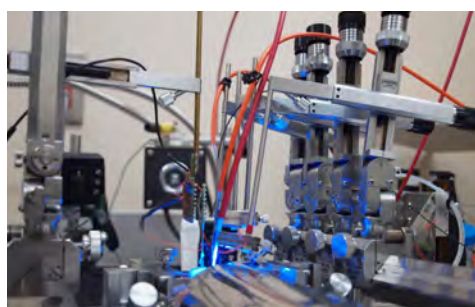
Since its founding, Tamagawa Academy & University has been conducting a range of educational and research activities to develop “pioneers in life” based on its educational philosophy of “Zenjin education.” These activities, which were strenuously promoted by our predecessors, have been passed down to the current generation, who are advancing them while avoiding being trapped by tradition or outdated ideas.

The Intellectual Property Section's predecessor, the Office of Intellectual Property, was established to help Tamagawa Academy & University contribute to society in accordance with this educational philosophy by widely disclosing research results and inventions to the public and promoting the development of academic fields. As one of its unique features, the Section aims for socially beneficial utilization of the results of activities conducted at our educational facilities as well as at our three research institutes and University. Specifically, the Section engages in the following activities: creation, identification, protection and management of intellectual property, such as patents and inventions, with regard to educational and research activities conducted at Tamagawa Academy & University; evaluation and utilization of intellectual property, promotion of industry-academia-government collaboration and practical use of the research results in society; provision of support for the creation of university ventures; responses to conflicts of interest and conflicts of commitments; and ensuring compliance with laws and regulations for security export control and others as well as research integrity.

Going forward, we will further enhance collaboration between this Section and the Research Coordination Section to enhance the research support functions and system at the University. Also, we will foster integrated management to enable the utilization of research results, industry-academia-government collaboration, practical use of the research results in society, and research compliance.

Major Tasks

- Search for research seeds and external disclosure of information
- Promote industry-academia-government collaboration and foster cooperation with local communities
- Support the acquisition and management of patents for research results achieved at the University
- Support technology transfer and the conclusion of agreements for research results obtained at the University



アクセス・研究所の主な施設

小田急線「玉川学園前」駅下車

●新宿より小田急線の快速急行、急行に乗り、「新百合ヶ丘」駅で各停、準急に乗り換え。
所要時間 約 30 分。

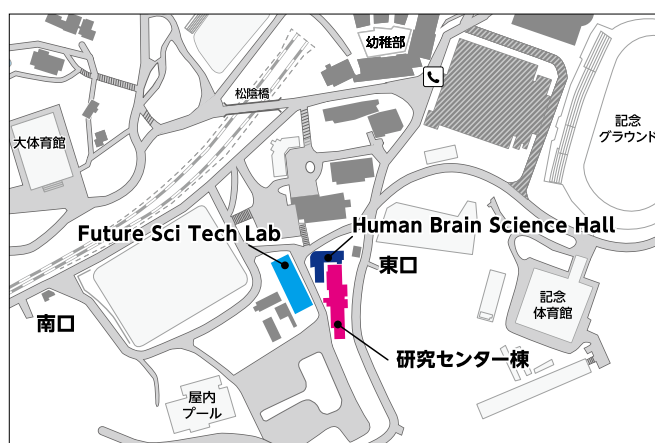
●横浜・八王子から JR 横浜線に乗りし「町田」駅で小田急線各停、準急に乗り換え。
所要時間 約 45 分・約 40 分。

●小田原より小田急線の快速急行、急行に乗りし、「町田」駅で各停、準急に乗り換え。
所要時間 約 60 分。

●羽田空港から京急空港線に乗りし、「京急蒲田」駅で京急本線に乗り換え「横浜」駅へ。
JR 横浜線に乗り換え、「町田」駅で小田急線各停、準急に乗り換え。
所要時間 約 90 分。



*学術研究所・脳科学研究所・量子情報科学研究所の受付窓口は、研究センター棟 1 階にあります。
南口門からお入りいただき、研究センター棟までお進みください。
(玉川学園前駅から徒歩約 10 分)
なお、お越しいただく場合は、事前にご一報くださいますようお願いいたします。



お問い合わせ

玉川大学 学術研究所
玉川大学 脳科学研究所
玉川大学 量子情報科学研究所
玉川大学 研究推進事業部

〒194-8610 東京都町田市玉川学園 6-1-1
Tel 042-739-8666 Fax 042-739-8663
E-mail t.instit@adm.tamagawa.ac.jp

Contact us

Tamagawa University Research Institute
Tamagawa University Brain Science Institute
Tamagawa University Quantum ICT Research Institute
Tamagawa University Office Of Research Promotion

6-1-1 Tamagawagakuen, Machida-shi,
Tokyo, 194-8610 Japan

URL

玉川大学 学術研究所
玉川大学 脳科学研究所
玉川大学 量子情報科学研究所

<http://www.tamagawa.jp/research/academic/>
<http://www.tamagawa.jp/research/brain/>
<http://www.tamagawa.jp/research/quantum/>



玉川大学 研究所

