

超スマート社会推進コンソーシアム

活動報告書

Smart Infrastructure
maintenance

Quantum
Science

Smart
Robotics

Smart
Building

Smart
Mobility

Artificial
Intelligence

Smart
Agriculture

Smart
Workplace



目次

1. 第5期（2022年度）活動概要.....	1
1-1 超スマート社会推進コンソーシアムとは	1
1-2 第5期（2022年度）活動ハイライト	2
2. 超スマート社会推進委員会の活動.....	2
2-1 超スマート社会推進フォーラムの開催.....	2
2-2 One-Day School の開催	6
2-3 大田区起業体験セミナーの開催.....	6
3. 社会連携教育運営委員会の活動.....	7
3-1 サイバー・フィジカル・オフキャンパスプロジェクトの実施.....	7
3-2 超スマート社会創造科目	7
4. 異分野融合研究推進委員会の活動.....	8
4-1 マッチングワークショップの開催.....	8
4-2 超スマート社会教育研究フィールドの構築.....	8
4-2-1 スマートモビリティ	8
4-2-2 スマートロボティクス	9
・ Robot Zoo Sky.....	9
・ Robot Zoo Aqua.....	10
・ Robot Zoo Land.....	11
・ Smart Manufacturing.....	11
4-2-3 量子科学.....	12
・ 量子コンピューティング.....	12
・ 量子センサ.....	13
4-2-4 人工知能.....	13
4-2-5 スマートワークスペース.....	14
4-2-6 スマート農業	15
4-2-7 スマートインフラメンテナンス	16
4-2-8 スマートビルディング.....	17
5. 運営委員の紹介.....	19

2022 年度 超スマート社会推進コンソーシアム活動報告書

1. 第 5 期（2022 年度）活動概要

1-1 超スマート社会推進コンソーシアムとは

超スマート社会推進コンソーシアムは、来たる超スマート社会（Society 5.0）を牽引するリーダーを養成するために、人材育成から研究開発までを統合した次世代型社会連携教育研究プラットフォームを産官学が連携して共創することを目的として 2018 年 10 月に設立されました。2023 年 4 月現在では、研究機関、自治体、民間企業などから表 1-1 に示す 59 機関（個人会員を除く）が参加し、超スマート社会へ向けたオープンイノベーションとオープンエデュケーションを推進しています。

超スマート社会推進コンソーシアムには、図 1-1 に示す 3 つの委員会が設置されています。①超スマート社会推進委員会は、超スマート社会に向けたネットワークの場の提供を役割としており、超スマート社会推進フォーラム等の企画開催や、One-Day School の提供に

よる社会啓発などを行なっています。②社会連携教育運営委員会は、人材育成とキャリア支援を役割としており、超スマート社会卓越教育課程（2020 年 4 月に東京工業大学に設置）との連携による人材育成や、オフキャンパスプロジェクト（インターンシップ）の支援などを行っています。③異分野融合研究推進委員会は、研究開発チームのコーディネートを役割としており、マッチングワークショップの開催や、超スマート社会教育研究フィールドの構築などを行っています。本報告書では、これら各種委員会の 2022 年度の活動をまとめます。

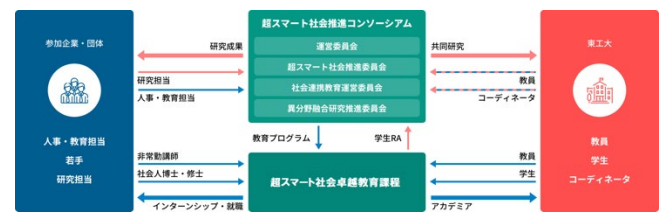


図 1-1 コンソーシアムの構成

表 1-1 コンソーシアム参加機関（2023 年 4 月現在）

1 国立大学法人 東京工業大学	31 株式会社ナイルワークス
2 国立研究開発法人 海洋研究開発機構	32 日本精工株式会社
3 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域	33 日本電気株式会社
4 国立研究開発法人 情報通信研究機構	34 日本電信電話株式会社
5 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構	35 パナソニック株式会社
6 国立研究開発法人 理化学研究所 革新知能統合研究センター	36 株式会社日立製作所
7 国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構	37 富士通株式会社
8 aiwell株式会社	38 株式会社ホンダ・リサーチ・インスティテュート・ジャパン
9 アズビル株式会社	39 牧野フライス精機株式会社
10 アンリツ株式会社	40 マツダ株式会社
11 株式会社イトーキ	41 みずほ第一フィナンシャルテクノロジー株式会社
12 出光興産株式会社	42 三菱地所株式会社
13 株式会社ACSL	43 株式会社三菱地所設計
14 AGC株式会社	44 三菱電機株式会社
15 NTTアーバンソリューションズ株式会社	45 株式会社安川電機
16 ウミトロン株式会社	46 横河電機株式会社
17 LG Japan Lab 株式会社	47 楽天モバイル株式会社
18 川崎重工業株式会社	48 株式会社リコー
19 株式会社クボタ	49 株式会社 ROCKY-ICHIMARU
20 KDDI株式会社	50 農林水産省
21 株式会社光電製作所	51 大田区
22 コマツ	52 目黒区
23 株式会社ジェイテクト	53 川崎市
24 ショーボンド建設株式会社	54 横浜市
25 ソフトバンク株式会社	55 独立行政法人 中小企業基盤整備機構 関東本部
26 株式会社デンソー	56 公益財団法人 笹川平和財団 海洋政策研究所
27 東海旅客鉄道株式会社	57 一般社団法人 大丸有環境共生型まちづくり推進協会
28 株式会社東急総合研究所	58 (エコツェリア協会)
29 株式会社東芝	59 一般財団法人 海洋文化・研究拠点化推進協議会
30 株式会社トレスバイオ研究所	60 一般財団法人 マリンオープンイノベーション機構

1-2 第 5 期（2022 年度）活動ハイライト

表 1-2 は超スマート社会推進コンソーシアムの第 5 期（2022 年度）の活動・イベント一覧を対応する委員会名とともにまとめています。各種委員会は合同で年 4 回開催し、超スマート社会推進事業や各イベントの企画立案を行いました。2022 年度はコロナ禍による行動制限が徐々に緩和され、9 月より 3 年ぶりとなる対面でのイベントの実施も可能になり、オンラインに比べて活発な議論が行われました。特にコロナ禍以降初の対面とオンラインのハイブリッド形式で開催した、秋の超スマート社会推進フォーラムは、「6G×超スマート社会」をテーマに開催され、500 名以上の登録者があり、デモ展示を含

めて大変盛況なイベントになりました。これを含め各イベントの詳細を本活動報告書にまとめます。

本コンソーシアムでは、超スマート社会に関するオープンイノベーションとオープンエデュケーションを促進するために、文部科学省卓越大学院プログラム助成金を含む複数の競争的資金を共同で獲得し、これまでに次に示す 8 つの超スマート社会教育研究フィールド（表 1-3 次ページ）を構築しました。これらの教育研究フィールドは、我々が目指す超スマート社会の縮図という位置付けであり、コンソーシアム参加機関であれば誰でも教育と研究に活用することができるオープンプラットフォームになっています。

教育研究フィールドのテーマや構成に関しては、前年度の各種委員会で公募を募り、関連するコンソーシアム参加機関での協議により決定されたものであります。コンソーシアム参加機関の皆様には積極的に教育研究フィールドの構築および活用に御貢献頂きたいと考えています。教育研究フィールドを活用した社会課題の解決や社会実装の検証など随時アイデアを募集しています。

2. 超スマート社会推進委員会の活動

2-1 超スマート社会推進フォーラムの開催

2022 度は、以下に示すように、前期、後期に超スマート社会推進フォーラムを 2 回開催しました。

(1) 第 6 回 SSS 推進フォーラム「6G×超スマート社会」
次世代ワイヤレステクノロジーである Beyond5G/6G では人間の活動範囲のすべてにおいて数テラビット/秒の超高速データ通信を実現し、これによりすべてのものがネットワークにつながる革新的な未来が期待されています。さらには、DT（Digital Twin）、AI（Artificial Intelligence）、ホログラフィックコミュニケーション、AR/VR/MR（Augmented Reality/Virtual/Mixed）などと融合することで、産業構造、社会生活、サービス、ライフスタイルなどがまったく新しいものに進化していくと考えられます。このような近未来を前提に、超スマート社会推進コンソーシアムでは、国内外から専門家を招聘し「6G x 超スマート社会」と題した技術フォーラムを開催しました。ここでは来るべき 6G 時代の世界を見据

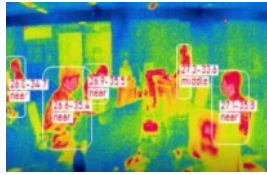
表 1-2 2022 年度活動・イベント一覧

時期	イベント	委員会
2022 年 4 月	スルガベイススマートオーシャン シンポジウム	①
6 月	第 14 回各種合同委員会	①②③
6 月	マッチングワークショップ (2022 年春)	②
6/7 月	超スマート社会創造科目 A3	③
8/9 月	オフキャンパスプロジェクト (2022 年夏)	②
9 月	超スマート社会推進フォーラム	①
10 月	第 15 回各種合同委員会	①②③
10/11 月	超スマート社会創造科目 A1	②
11 月	第 16 回各種合同委員会	①②③
11/12 月	マッチングワークショップ (2022 年秋)	③
12/1 月	超スマート社会創造科目 A2	②
12/1 月	超スマート社会創造科目 A4	②
12/1 月	大田区起業体験オフキャンパス プロジェクト	②
2023 年 1 月	SSS One-Day School	①
2/3 月	オフキャンパスプロジェクト (2023 年春)	②
3 月	第 17 回各種合同委員会	①②③
3 月	超スマート社会推進フォーラム	①

①超スマート社会推進委員会 ②社会連携教育運営委員会

③異分野融合研究推進委員会

表 1-3 超スマート社会教育研究フィールド

スマートモビリティ	スマートワークスペース
 自動運転やそれを活用したモビリティサービスに関する教育研究プラットフォームです。実際に体験可能な自動運転車と最先端ワイヤレス（5G/6G、ミリ波 V2X）を用いたフィールドを構築しています。	 より良い働く場の構築を目指すスマートワークスペースに関する教育研究プラットフォームです。多様なセンサや AI を用いた空調制御などポストコロナ時代のワークスペースを構築しています。
スマートロボティクス	スマート農業
 陸、空、水中、製造分野に関するロボット活用の教育研究プラットフォームです。野外用 4 脚ロボット、ドローン、水中/水上ドローン、デジタルマニュファクチャリング技術などを取り揃えています。	 日本型の小規模農業が抱える問題に対応するためのスマート農業に関する教育研究プラットフォームです。AI・IoT・ロボット技術を駆使して、高品質作物を自動安定生産可能な遠隔農業技術を構築しています。
量子科学	スマートインフラメンテナンス
 次世代の量子コンピューティング、量子センサに関する教育研究プラットフォームです。超高速次世代量子コンピュータと超高感度量子センサの研究・応用を実施しています。	 生活や産業すべての基盤である Sustainable Social Infrastructure (SSI)を実現し、インフラのメンテナンスを確実に行き、都市機能やレジリエンスの確保を目指す取り組みに向けたプラットフォームです。
人工知能	スマートビルディング
 人工知能に関する教育研究プラットフォームです。スパコン「TSUBAME」と Wi-Fi6 により機械学習サービスの活用基盤を構築しています。	 建物内に高密度に設置された高性能センサを用いた地震・台風時における建物の安全性・継続使用性の評価および居住者への早期通達を行うビル丸ごと一棟のフィールドです。

えて、ワイヤレス通信における要素技術からサービス、そしてそれらが導く超スマート社会の実現までの幅広いテーマについての革新的技術や最先端の知見を紹介するとともに、将来ビジョンを議論しました。

本フォーラムは、超スマート社会推進コンソーシアムが主催し、東京工業大学ならびに超スマート社会卓越教育院の共催、さらに情報処理学会、電子情報通信学会、応用物理学会、計測自動制御学会、みらい創造機構、B5G 推進コンソーシアム、ならびに IEEE Japan Council から協賛を頂き、大田区、目黒区、川崎市、横浜市ならびに蔵前工業会の後援で開催されました。プログラムを図 2-1 に示します。

図 2-1 第 6 回 SSS 推進フォーラムプログラム

今回のフォーラムでは欧米から基調講演をお願いしたため、時差を考慮し、[午前の部]と[午後の部]に分割し、その間にコンソーシアム参加機関による展示会を行いました。まず、東京工業大学の井村順一理事・副学長（教育担当）および経済産業省 商務情報政策局 情報産業課の金指壽課長からのあいさつの後、[午前の部]では 3 名、[午後の部]では 5 名の講演者が、6G 時代に向けた幅広いテーマについての革新的技術や最新の知見について講演しました。

まず、東京大学大学院工学系研究科の森川博之教授から、「5G/Beyond 5G/6G への向き合い方」と題した基調講演が行われました。ここでは、5G の土俵に乗ること、多様性の重要性、ステークホルダーの拡大という 3 つの観点から、5G/Beyond 5G/6G にどう向き合うかが述べられ、多様な背景を持つ人々を関与させて、問題発見、価値創造、イノベーション促進が重要であることが強調されました。その後、産業界からは株式会社 NTT ドコモの永田聡氏から「6G と NTT ドコモの取り組み」について、さらに日本電気株式会社の岩井孝法氏から、「AI × 6G における NEC の研究技術」に関する講演が行われました。[午前の部]の最後には、超スマート社会推進コンソーシアム運営委員長の岩附信行副学長（国際広報担当）が、超スマート社会推進コンソーシアムの説明を行いました。

昼休み時間を利用してコンソーシアム参加機関による技術展示会を開催しました（図 2-2）。12 の機関が参加し、各ブースでポスター展示（実物の展示、デモンストレーションを含む）を行いました。なお、オンラインでのフォーラム参加者向けに、展示会の様子をハンディカメラで実況中継配信も行いました。



図 2-2 展示会の様子

[午後の部]では、東京工業大学 超スマート社会卓越教育院長の阪口啓教授、国立研究開発法人情報通信研究機構の石津健太郎氏、ならびにエリクソン・ジャパン株式会社チーフ・テクノロジー・オフィサーの藤岡雅宣氏から、それぞれ「大岡山 Beyond 5G 実証フィールドと超スマート社会への展開」、「2030 年代の未来生活と Beyond 5G のシステム概念」、ならびに「6G に向けた技術課題とエリクソンの取り組み」と題した 3 件の講演が行われました。

最後に、欧州からはアーヘン工科大学の Haris Gačanin 教授から「Metaverse-ready wireless

networks」、ならびに米国からは Digital Twin Consortium の Co-Chairman (Natural Resources Working Group) の John Reynolds 氏から「The Role of Digital Twins: an Implementation Perspective」と題した基調講演がそれぞれ行われました。最後に、工学院院长井上光太郎教授が閉会のあいさつを行いました。

今回は対面とオンラインのハイブリッド開催とし、学内外から 119 名（現地開催）が、オンラインでは 429 名が参加し、最先端技術を共有するとともに活発な議論が行われました。

(2) 第 7 回 SSS 推進フォーラム 「超スマート社会 × Industry 5.0」

超スマート社会時代のプロダクションや工場全体のプロセス管理は、DX (Digital Transformation) が進展することで大きく変容していくと考えられます。更に AI、ML (Machine Learning)、CPS(Cyber Physical System) などの ICT(Information and Communication Technology) 技術を積極的に活用することで、より効率的で高精度なものに進化していくことが期待されています。また、ロボットと人との共存、ホログラフィックコミュニケーション、VR/AR/MR との融合などにより、産業構造やプロダクションは革新的なフレームワークに進化していくと考えられます。これらを踏まえ、「超スマート社会 × Industry 5.0」と題した技術フォーラムを開催しました。本フォーラムは、超スマート社会推進コンソーシアムが主催し、東京工業大学ならびに超スマート社会卓越教育院の共催、さらに電子情報通信学会、情報処理学会、日本機械学会、計測自動制御学会、精密工学会、日本工作機械工業会、みらい創造機構、笹川平和財団、ならびに IEEE Japan Council から協賛を頂き、川崎市、大田区、横浜市、目黒区、蔵前工業会、ならびに自動車技術会関東支部の後援で開催されました。プログラムを図 2-3 に示します。

超スマート社会推進委員長の福田英輔特任教授による開会のあいさつの後、DMG 森精機株式会社の神藤建太氏により、「自動化技術・計測技術との融合による加工機の進化」と題した基調講演が行われました。ここでは、(1)工程集約、(2)自動化、(3)DX の観点から DMG 森精機の取り組みについて、具体的な事例を交えた説明が行われました。

その後、川崎重工業株式会社の中野信一氏からは「働き方を変えるスマートなものづくり ～課題解決と将来

図 2-3 第 7 回 SSS 推進フォーラムプログラム

への布石の両立を目指して～」について、横河デジタル株式会社の小淵恵一郎氏からは「Autonomous Operation を目指した AI 技術の活用」について、次に株式会社ジェイテクトの小野崎徹氏からは「生産における省人化を目的とした AI・ソフトウェアの活用」について、そして株式会社安川電機の村井真二氏からは「ロボットの進化とデータドリブンによる自律分散型のモノづくりの実現」についての講演が行われました。最後に本学の田中智久准教授から「AM の動向と生産システムにおける実用化」についての講演が行われました (AM: Additive Manufacturing)。全体として、自動化・デジタル化・AI 技術・ロボティクスソリューションが、製造プロセスにおける広い分野に適用されていることが紹介されました。その後、超スマート社会推進コンソーシアム運営委員長の岩附信行副学長（国際広報担当）から超スマート社会推進コンソーシアムの説明が行われ、最後に超スマート社会卓越教育院の阪口啓委員長が閉会のあいさつを行いました。

今回も対面とオンラインのハイブリッド開催とし、学内外から 220 名が参加し、最先端技術を共有するとともに活発な議論が行われました。

2-2 One-Day School の開催

社会人リカレント教育の一環として、超スマート社会推進コンソーシアム参加機関向けに 4 つの分野（人工知能、量子科学、スマートモビリティ、スマートワークスペース）に関する教育研究フィールドの実習体験の機会を提供しました。実施状況を表 2-1 に示します。ここでは、One-Day School の名称の通り、1 日でひとつの教育研究フィールドに関する講義と演習を行い、コンソーシアム参加機関に教育研究フィールドを概観いただくことで、今後のフィールドの活用や研究開発を検討するための一助となることを目指しました。

表 2-1 One-Day School の実施状況

フィールド	開催日時	演習内容
量子科学	1/16	・量子現象の観測実験を通じた量子ビット素子冷却 ・精密測定に必要な技術に関する実習 ・量子センサを構成する超伝導体原子層薄膜試料の作製と物性測定技術に関する実習
スマートモビリティ	1/19	・自動運転、ITS、次世代無線通信技術に関する講義 ・自動運転車両を用いた演習
人工知能	1/20	・ニューラルネットワークの原理 ・勾配降下法とバックプロパゲーション、RNN と CNN の説明、TSUBAME の紹介 ・Google Colab を使った演習、言語獲得モデルの実験
スマートワークスペース	1/26	・スマートワークスペース教育研究フィールドの紹介 ・導入技術・センサの説明 ・人の温熱快適性・飛沫核挙動の見える化体感

参加人数は、原則としてひとつのフィールド当たり 5 ～10 名とすることで、担当教員との密接なディスカッション、ならびに参加者全員が教育研究フィールドに直接触れていただく機会を担保しました。スマートワークスペースの教育研究フィールドについては大手町 3×3Lab Future で、また人工知能については大岡山キャンパスで実施しました。今回は 5 社から 16 名が参加し、活発なディスカッションや演習体験を通して、コンソーシアム参加機関への技術的貢献を進めました（図 2-4）。今後、参加機関の皆様はこれらの教育研究フィールドをより一層活用していただけるよう、フィールドを拡充するとともに、その技術分野を拡大していく予定です。



図 2-4 One-Day School 実施風景（量子科学）

2-3 大田区起業体験オフキャンパスプロジェクトの開催

2021 年度に引き続き、大田区産業経済部 産業振興課と連携し、大田区起業体験オフキャンパスプロジェクトを開催しました。2021 年度は 2 日間のセミナー形式でしたが、2022 度は正式な科目として、3 名の方に非常勤講師に就任いただき、7 日間の開講日程で行ないました。プログラムを表 2-2 に示します。

表 2-2 大田区起業体験オフキャンパスプロジェクトのプログラム内容

実施日	開催場所	テーマ
12/7	大岡山キャンパス	「大田区×Tech・・・これまでとこれから」 ・先端テクノロジー社会実装に向けた実験場としての大田区の可能性：産業育成支援策等
12/14	大岡山キャンパス	大学と地域社会 ～大田区を知る（その 1） ・地域行政拠点の役割と機能
12/21	新井宿特別出張所 大田区立龍子記念館	大学と地域社会 ～大田区を知る（その 2） ・文化施設の役割と機能 ・文化施設等地域資源の活用
1/11	JAL SKY MUSEUM	技術者倫理と企業倫理 ～日本航空の安全管理の取組に学ぶ～
1/18	テクノ FRONT 森ヶ崎 羽田イノベーションシティ きらぼし銀行 KicSpace HANEDA	①大学と地域社会 ～大田区を知る（その 3） ・大田区の産業特性と課題、産業振興：町工場の集積と工場アパート ②起業ベンチャーファイナンス
1/25	羽田イノベーションシティ きらぼし銀行 KicSpace HANEDA	先端テクノロジーによる社会課題解決 ～社会実装への取り組み事例紹介～
2/1	大岡山キャンパス	Closing～大田区から未来へ

2021 年度のプログラムでは、羽田イノベーションシティ（HIC）において、事業計画書の作成演習に特化して実施しましたが、2022 年度はそれだけに留まらず、本学大岡山キャンパスでの講義や、普段はなかなか立ち入ることのできない JAL SKY MUSEUM、大田区大森南四丁目工場アパート（テクノ FRONT 森ヶ崎）など、ユニークな大田区内の施設視察を実施し、学生の啓蒙を図りました（図 2-5）。



図 2-5 大田区起業体験オフキャンパスプロジェクト（JAL 整備工場見学）の様子

また事業計画書の作成においては、2021 年度同様、ベンチャー起業に関心のある学生に対し、「研究テーマの事業化」を想定した具体的な起業ノウハウに関する講義を行うとともに、様々な業界で活躍されている方々にメンターとして参加いただき、実践的なカリキュラムを提供しました。更に、本学の OB・OG をゲストに迎え、ビジネス体験談の聴講を通し、「起業」というキャリアパスについて学ぶことができました。

3. 社会連携教育運営委員会の活動

3-1 サイバー・フィジカル・オフキャンパスプロジェクトの実施

社会連携教育運営委員会の活動の一環として、本コンソーシアムおよび超スマート社会卓越教育院では、サイバー・フィジカルオフキャンパスプロジェクト（修士課程および博士課程の学生向けの異分野融合型インターンシップ）を企画しています。2022 年度もコンソーシアム参加機関にインターンシップの募集をお願いしました。修士課程向けのインターンシップは超スマート社会卓越教育課程の登録に、博士課程向けのインターンシップは卓越教育課程修了に必要な主要な要件であり、モチベーションの高い学生の応募が期待できます。

修士課程向けインターンシップはコンソーシアムの Web サイトに各機関の募集情報を掲示し、広く学生に周知しました。新型コロナウイルスの影響も大きい難しい時期ではありましたが、2022 年夏季のインターンシップについては、9 機関に 18 名の学生のインターンシップを受け入れていただきました。2022 年冬季については、4 機関で 4 名の学生のインターンシップを受け入れていただきました。なお、コロナ禍の影響はやはり大きく、特に留学生を対象とする英語によるインターンシップが成立しにくいことが、大きな課題として残りました。

2023 年度の修士課程向けインターンシップは夏休み期間中（2023 年 8 月）、および 2024 年の春休み期間中を想定しています。英語によるインターンシップを含めて、ぜひ引き続きご協力をよろしくお願いいたします。

2022 年度より博士課程学生向けのインターンシップでは、学生のプライバシーを保護した上で、各学生の研究テーマや研究実績をまとめた情報を参加機関で共有する枠組みを構築することで、参加機関とのマッチングを効率的に実施できるよう改善しました。

2023 年度も引き続き参加機関の要望と学生の専門能力が合致する新たな分野を積極的に発掘し、より多くのインターンシップの受け入れをお願いしたいと考えています。

また、グローバル化の伸展を鑑みて、英語によるインターンシップの実現を働きかけるとともに、海外でのインターンシップも企画していきたいと考えています。ぜひ引き続きご協力をよろしくお願いいたします。

3-2 超スマート社会創造科目

超スマート社会卓越教育院では、本卓越教育課程登録の学生、または興味を持っている修士課程と博士課程の学生を対象に、超スマート社会を実現する専門力と俯瞰力を涵養するために、本コンソーシアム参加機関にご協力いただき、実社会の先端的課題に関するオムニバス講義を開講しています。これにより、サイバー・フィジカルの両面にまたがる専門分野で独創的な科学技術を創出するとともに、量子科学から超スマート社会までの道筋を俯瞰して様々な社会課題を解決し、産官学の各セクターを牽引できるリーダーシップ力を備えた学生の育成を目指します。2022 年度は、コンソーシアム参加機関のご協力による社会連携科目「超スマート社会創造 A1、A2、A3、A4」を開講しました。参加機関の研究者の方々による量子科学（A1）、IoT/ロボティクス/スマート

シティ(A2)、スマート農業(A3)、およびスマートワークスペース(A4)の最前線に関するオムニバス講義を、講義ビデオのオンデマンド配信と掲示板システムによるディスカッション等を用いて実施しました。超スマート社会創造 A1 には計 19 名が履修登録して 14 名が単位を取得、A2 には計 40 名が履修登録して 33 名が単位を取得、A3 には計 27 名が履修登録して 23 名が単位を取得、A4 には計 25 名が履修登録して 23 名が単位を取得しました。オンデマンドビデオ形式の講義や掲示板システムによるディスカッションは学内の様々な異なる系・コースに所属する学生達には好評で、熱心に講義を履修して議論を行い、講義の内容にも形式にも好意的な意見が多くありました。2023 年度には、既存の講義内容のアップデートを実施するほか、さらに製造プロセスイノベーションに関する「超スマート社会創造 A5」を開講すべく、関係機関と協議を進めています。引き続きご協力をよろしくお願いいたします。

4. 異分野融合研究推進委員会の活動

4-1 マッチングワークショップの開催

2022 年度前期は、6 月 8 日（対面）、6 月 29 日（オンライン）に異分野融合マッチングワークショップを開催しました。6 月 8 日は東工大学生からシーズを発信するラウンド（S-Round）、6 月 29 日は、超スマート社会推進コンソーシアム参加機関からニーズを提示いただくラウンド（N-Round）です。37 名の学生と 23 の機関の研究者、および本学教員が参加し、活発な議論が行なわれました。後期は、同様に S-Round（11 月 16 日）は対面、N-Round（12 月 7 日）はオンラインの形で開催しました。29 名の学生と 17 の機関の研究者、および本学教員が参加しました。2022 年度ではコロナ禍を乗り越えて、S-Round を限定に約 2 年半ぶりの対面開催（図 4-1）が実現できました。各開催では学生と参加機関双方にアンケートを取り、共同研究や人材のマッチングを図り、計 19 件のマッチングが成立しました。



図 4-1 2022 年度の S-Round 2 年半ぶりの対面開催

4-2 超スマート社会教育研究フィールドの構築

4-2-1 スマートモビリティ

超スマート社会卓越教育課程に登録する学生の教育、ならびに超スマート社会推進コンソーシアム参加機関とともに自動運転やそれを活用したモビリティサービスに関する共同研究を実施するためのプラットフォームを構築しています。

2022 年には、RSU（Road-Side Unit、路側機）にエッジコンピューティングサーバを導入し、高精度な大岡山キャンパス 3D モデルも作りました。エッジサーバ、3D モデル、および 2021 年と 2020 年に構築した V2X（Vehicle to Everything）ネットワークと ITS（Intelligent Transport System）センサネットワークを活用し、安全な運転を実現するため、図 4-2 に示すような東工大岡山キャンパスのスマートモビリティデジタルツイン（Digital Twin）を開発しました。図 4-3 に示すように、RSU は LiDAR（Light Detection and Ranging）とカメラのセンシングデータを利用し、エッジサーバで処理を行い、交通状況（例：車両と歩行者の位置、軌跡、速度など）をリアルタイムで検出します。その情報はすべてクラウドサーバに送信され、キャンパス内の交通状況に関するグローバルでリアルタイムな情報を持つデジタルツインが構築されます。これにより、デジタルツインを使用した多くのスマートモビリティアプリケーションがサイバースペース上で構築されます。デジタルツイン、RSU、V2X、エッジコンピューティングなどの新技術の有効性を確認するため、デジタルツインを用いたアプリケーションも本教育研究フィールドに開発中です。現在、次世代 ITS システムと安全な交通を支える自動運転車用のカーシェアリングシステムと、交差点における

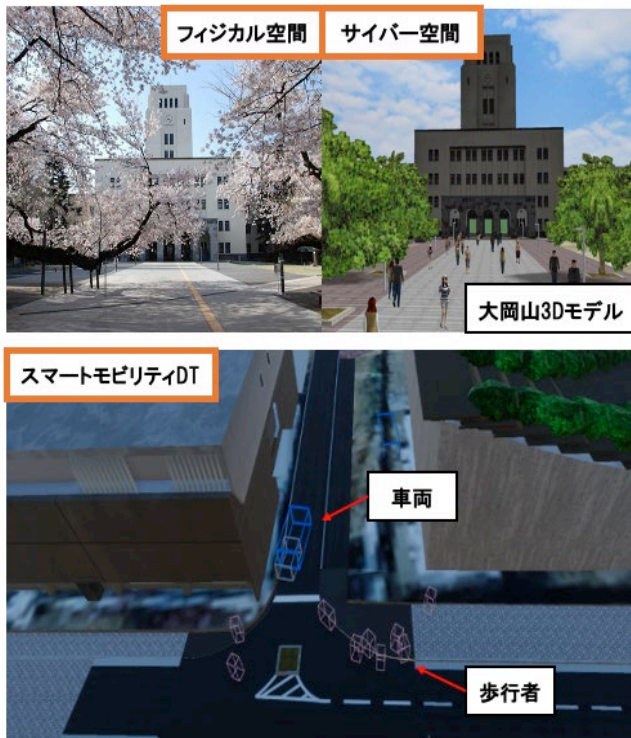


図 4-2 大岡山スマートモビリティデジタルツイン

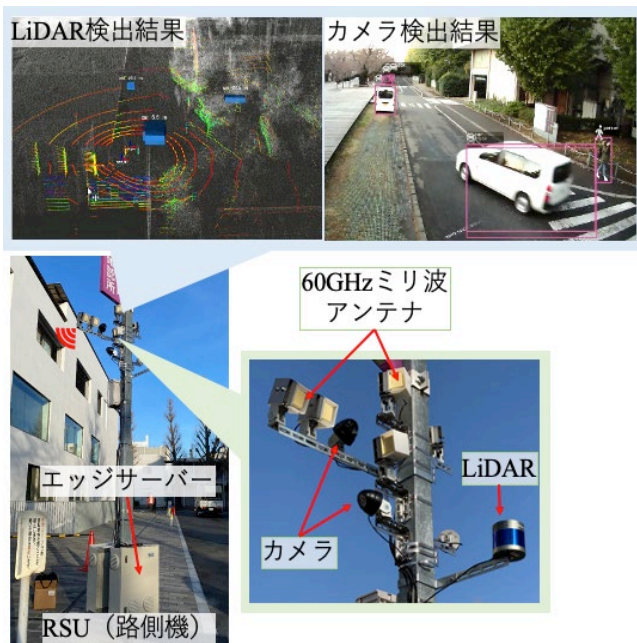


図 4-3 RSU とミリ波ネットワーク

衝突回避システムの 2 つのアプリケーションを開発中です。

これらの環境はコンソーシアム参加機関・超スマート社会卓越大学院登録学生の皆様にオープンにご活用いただけるものです。異分野融合や共同研究などによる新たなサービスを創出できるプラットフォームの実現が期待されます。また、本研究教育フィールドを活用し、自動

運転を実現する基礎技術の学習・体験を目的としたコンソーシアム参画機関向けのイベント One-Day School、卓越大学院登録学生向けの演習、見学会なども実施しました。

4-2-2 スマートロボティクス

● Robot Zoo Sky

Robot Zoo Sky は異種のドローンや移動ロボットを複数台同時に制御するプラットフォームとして、2019年度に構築されました。本教育研究フィールドは、効率的でロバストな環境モニタリング技術を開発することで、自然災害後の被害状況把握を支援し、レジリエンス強化の文脈で超スマート社会の実現に貢献することを目的としています。さらに、本教育研究フィールドでの演習を通じて、学生はネットワークで接続された複数のシステムを安全に制御・運用するための技術を修得することができます。

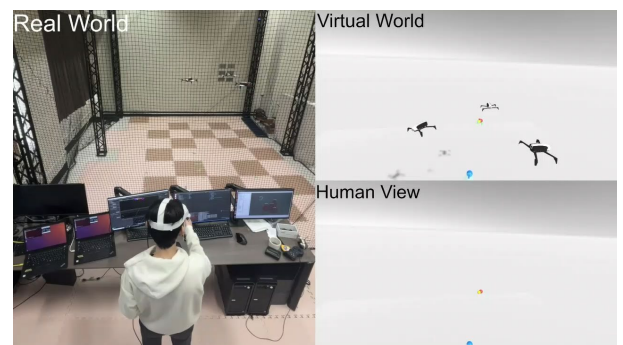


図 4-4 VR 技術に基づく人間とマルチドローンの協調制御システム

2022 年度は、VR 技術を利用した人間とマルチドローンの協調制御システムの構築を実施しました（図 4-4）。VR の情報処理を円滑化するため、最新の GPU RTX4090 搭載 PC を導入し、モーションキャプチャ用 PC を兼ねることによってシンプルなシステム構成を実現しました。本システムを活用した研究成果は既に国際会議論文として採択・発表されるなど順調に成果をあげつつあります。

2021年度に開始したスマート農業教育研究フィールドとの連携についても順調に進展しています。フィールド実験に向けて、Angle-aware Coverage Control と名付けた制御手法を、モーションキャプチャを前提とせずの実装するシステムを開発しました。さらに、東京都稲城市にある実際のブドウ園にて本制御システムを実装し、望ましいモニタリング性能が実現できることを確認しました（図 4-5）。



図 4-5 プドウ園でのフィールド実験の様子

風の影響を強く受けるスマート農業教育研究フィールドでの実験に向けては、より安定な飛行を実現する DJI 社の Mavic 3.0 を複数台導入しました。自動制御システムの構築が課題でしたが、Mobile SDK(Software Development Kit)と ROS2(Robot Operating System)を実時間で連携させることに成功しました。これにより、任意の制御アルゴリズムを ROS2 上で実装し、Mavic3.0 を自動制御する準備が整いました。さらに、ドローンに合わせて、高精度位置計測システムである RTK-GNSS (Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite System)モジュールも購入しており、このモジュールが得る位置情報を ROS2 に送信することができれば、スマート農業教育研究フィールドでの実験準備が整うことになり、今後さらなる研究の発展が期待されます(図 4-6)。

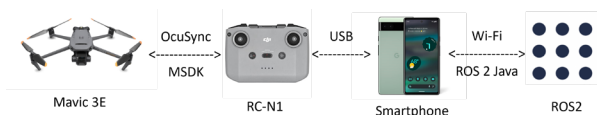


図 4-6 Mavic 3.0 の自動制御システムの構成 (上) と自動制御の様子 (下)

● Robot Zoo Aqua

Robot Zoo Aqua は、ロボットの活躍するフィールドを水中に大きく拡張することを目指しています。2020 年度に、本学大岡山キャンパス西 8 号館 W 棟 B107 号室の工学院システム制御系共通実験室に本教育研究フィールドを構築いたしました。

2022 年度は前年度開発した水上ドローンを簡易化し、量産化を可能とする新たな水上ドローン Karugamotを開発し、ROS2 による自動制御システムを構築しました。また、前年度までに敷設したモーションキャプチャシステムの ROS2 連携も完了しており、実施中のモデリング作業が終わり次第、水上ドローンのフィードバック制御を実装する環境が整いました(図 4-7)。

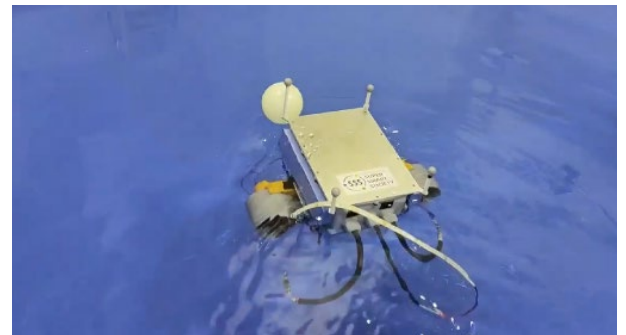


図 4-7 水上ドローン Karugamot

また、新型水中ヒューマノイドロボットのための手部の開発を行いました。本手部では、8 個の圧力センサが手の甲と手のひらに埋め込まれており、圧力値から手全体に作用する流体力を推定することが可能です。フィールド内にて性能試験を実施したところ、手部に作用する流体力を十分推定可能であることが確認されました(図 4-8)。



図 4-8 新型水中ヒューマノイドロボット用手部

●Robot Zoo Land

Robot Zoo Land は、協働ロボット、東工大が開発した野外フィールド用 4 脚ロボット、多機能ロボットアクチュエータモジュールといった教育研究用のロボットプラットフォーム群と、デジタルシグナルプロセッサ及びコントローラ装置、制御用高速モーションキャプチャシステム、高精度 GNSS+INS（Global Navigation Satellite System + Inertial Navigation System）ハイブリッド装置といった、ロボットの評価、制御設備群から構成されています。これらの設備を活用して、5G、IoT、AI を活用したスマートロボティクスの教育研究環境と、教育プログラムを提供し、災害対応・インフラ整備・高齢化等、社会課題を見据えた実践的教育研究の推進を目指しています。

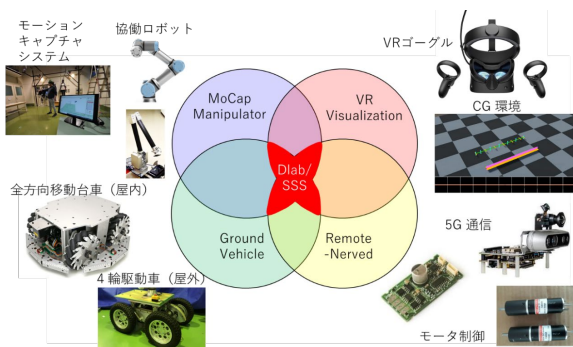


図 4-9 Robot Zoo Land で構築中の VR テレオペレーションシステムの全体像

2022 年度は、図 4-9 に示すように、VR 技術を用いた遠隔制御ロボットシステムの構築を未来社会 DESIGN 機構(DLab)の DLab Challenge と共同で進めました。これは 2021 年度までに整備した各種ロボット・計測装置・VR インターフェース・通信デバイスを有機的に統合するものです。実現したシステムの一例を図 4-10 に示します。VR ゴーグル内に投影される映像を元に、両手に



図 4-10 VR ロボット遠隔操作実験の様子

持った VR インターフェースで指示することで協働ロボットの先端位置を制御しています。

また Robot Zoo Land ではカーボン短繊維強化樹脂を造形できる 3D プリンタや、多数のセンサを内蔵するスマートアクチュエータモジュールを共用設備として保有しています。これらを有効活用することで、インフラ点検用長尺多関節ロボットを開発しました（図 4-11）。全長 4.5 m、質量 11 kg、全 5 自由度の超軽量の水平多関節型ロボットアームで、後端に付けられた水袋（緑）の質量をポンプにより調節することで、極めて低い消費電力で動作することができるロボットです。スマートアクチュエータモジュールを用いることで短期間にロボット開発を行うことができました。

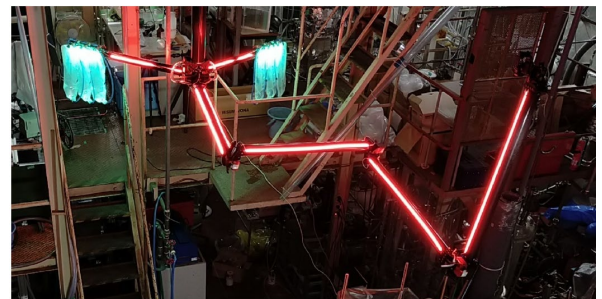


図 4-11 インフラ点検用長尺多関節ロボット

●Smart Manufacturing

2021 年度に引き続き所属学生向けに異分野融合研究企画集中演習を実施しました。受講生の多くは異分野をバックボーンに持つ学生であることを想定し、まず金型など複雑形状をもつ精密加工品の製作において近年多く用いられる多軸 NC（Numerically Control）加工機や、3D-CAD（Computer Aided Design）設計から CAM（Computer Aided Manufacturing）の機能などについて簡単に講義を行いました。

また 3D ソリッドモデルの標準的な表現であり、3D-CAD/CG モデラのみならず、3D プリンタ等で広く用いられている STL（Stereolithography）ファイルのフォーマットや、同様に自由局面の数学表現として多くのソフトで使われる NURBS（Non-Uniform Rational B-Splines、非一様有理 B スプライン）についても解説を行いました。その後、続く実習では昨年と同様 あらかじめ 3D-CAD でデザインしたパーツに対して、CAM を用いてツールパスを生成し、実加工まで見学することで、実際の複雑部品用金型製作の生産工程について学ぶこと

ができました。なお、時間の制約のある中の授業であるため、実際に学生自身がデザインや加工を行うことはありませんでしたが、次年度以降、準備を工夫することで部分的にでも体験を行えるようにすることが課題です。

一方、3D カメラによる高速認識とタッチプローブによる高精度計測の組み合わせによる加工対象の位置姿勢の高速高精度認識、およびそれを用いた高精度 NC 加工に関する研究を 2021 年度より引き続き実施しました(図 4-12)。

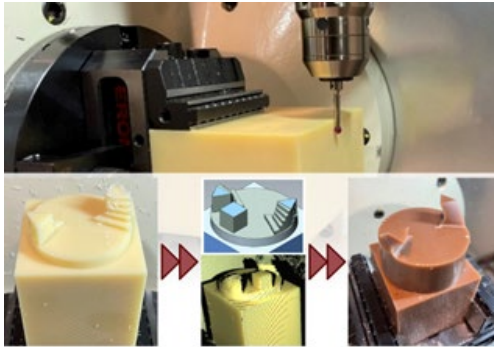


図 4-12 位置姿勢計測による高精度仕上げ加工

この取り組みは、本フィールドの現有設備を用いて実現することを目標として行っており、一部マニュアル操作が必要ですが、5 軸ミリングによる仕上げ工程について当初目標としたコンセプトに沿ったシステムを完成させました。こちらについても前述の教育関連の取り組み同様、自動化やさらなる高速高精度化が 2023 年度以降の課題となっています。

4-2-3 量子科学

●量子コンピューティング

量子コンピュータは、量子力学の原理に基づく超高速の次世代コンピュータとして、その実用化が期待されています。通常のコンピュータが「0」または「1」のいずれかの状態(ビット)を情報処理に用いるのに対し、量子コンピュータでは、「0」でもあり「1」でもある「重ね合わせ状態」をとることが可能な量子ビットを計算に使用します。大規模に集積した量子ビットを操作することで、超並列な高速計算が可能と期待され、その応用の探索も進んでいます。また、超スマート社会に要求される情報処理の問題解決への貢献も期待されています。

量子ビットを実現するための研究は、様々な物理系で精力的に行なわれています。超伝導体を用いる方式が進んでいますが、半導体シリコン量子ドット中のスピนม

有望な系の 1 つとして期待されています。この方式は、半導体加工技術による将来的な素子の集積化が可能で、更に情報の保持時間に相当するコヒーレンス時間が長いという利点があります。

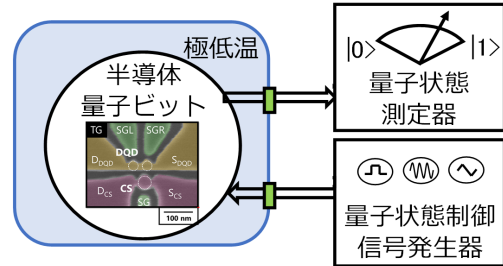


図 4-13 半導体量子ビット測定系の概念図

本教育研究フィールドでは、主にこのシリコンを用いた方式の研究に取り組みながら、人材育成と高度な量子技術の研究を行っています。2022 年度は、図 4-13 の模式図に示すような、極低温冷凍機と組み合わせた量子ビットを実装・評価するための測定系において、超スマート社会卓越教育院の所属学生が作製した量子ビットデバイスを動作させ、単一電荷読み出しや、単一スピンのコヒーレントな操作などを実証しました。超スマート社会推進コンソーシアム参加機関と共同研究を推進し、極低温における量子現象を観測するための高精度で低雑音な測定系への拡張など、フィールドを鋭意拡充しています。特に 2022 年度は新たな極低温冷凍機に対して、量子コンピューティングデバイス測定用の新たな設備を導入し、シリコン量子ビット操作を実証できる実験系を確立しました(図 4-14)。また、MOOC(Massive Open Online Course)「超スマート社会への招待」において本フィールドの活動内容等について紹介したほか、フィールドを活用して、コンソーシアム参画機関向けのイベント One-Day School や卓越大学院登録学生の演習などを実施し、最先端量子科学研究で用いられる高周波技術、精密測定技術、極低温技術、真空技術等の修得を目的と

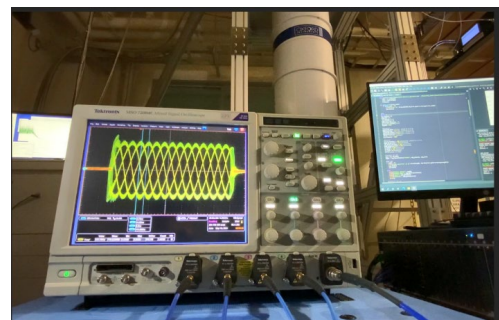


図 4-14 半導体量子ビット操作実験系

した、演習、デモンストレーション等を行いました。
2023年度以降も引き続き、本教育研究フィールドの拡張、機能拡充を行う計画です。関連する企業や国研等の方々にも活用していただき、共同研究を進めたいと考えています。

●量子センサ

センサとは物理現象や対象物の状態を、電気信号に変換する装置のことを言います。特に量子効果(量子力学に現れる現象)を使ったものを量子センサと呼び、従来よりも高感度な検出が期待でき、今までは検出できなかったものが検出することで超スマート社会構築への貢献が予想されております。

量子センサには様々なものが存在しますが、我々は特に微小な磁界を検出できる超伝導量子磁束干渉計(SQUID、Superconducting QUantum Interference Device)に注目しています。2022年度はこれまで同様、より小型で、高温で動作する SQUID 開発に向け、その材料となる、数原子層の厚さの高温超伝導体の開発を進めました。SrTiO₃ 基板上の単層 FeSe 薄膜に Te 原子を混ぜた際の超伝導特性の変化に着目しました。この物質はトポロジカル超伝導と呼ばれる特殊な超伝導状態で、次世代のトポロジカル量子コンピュータに応用できる可能性があります。

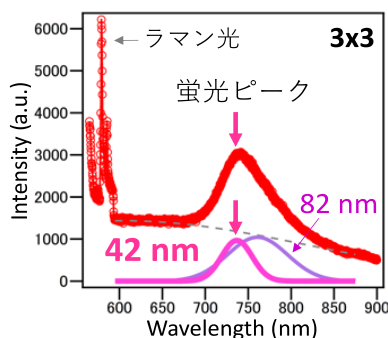


図 4-15 SiC の 3×3 表面を酸化して得られた
発光スペクトル

また、2021 年度より連携機関と共同で、ワイドギャップ半導体であるシリコンカーバイド(SiC)結晶表面の酸素欠陥を利用した新たな量子センサ開発に向け、最適な表面酸化条件の探索を始めました。2022 年度の成果として、酸化前の SiC 表面の周期構造により酸化後の発光特性が異なること、特に 3×3 構造表面は図 4-15 のように酸化後に半値幅の狭い(42nm)、鋭い蛍光ピークを示し、従来法よりも良い特性が期待できることが分かりました。今

後はこの発光源の構造およびエネルギー準位の特定、および欠陥密度を減らし、単一発光源の観測を行いたいと思っています。

さらに、建設した装置を活用して卓越大学院所属学生に異分野融合集中企画演習実習および連携機関の若手社員の方を対象に One-Day School を行いました。参加者からは「研究に関する説明の難易度は高かったものの、実際の実験設備を拝見して知見を得ることができた」「深くは理解できなかったが、概要は理解できた」という感想をいただきました。このように量子センサ教育研究フィールドでは、研究に取り組むと同時に人材育成と量子科学の教育を行っており、企業・国研の方々にも本フィールドを活用していただければと思います。

4-2-4 人工知能

超スマート社会では、日常のあらゆる機器がコンピュータに接続されたスマートなものになり、安全かつ便利な生活を送ることができると期待されています。コンピュータによる制御に欠かせないものが、センサやカメラによって周囲の状況を認識・理解し動作するシステムです。フィジカルな世界の情報にはノイズの入った曖昧なものが多く、これらをサイバーな世界で的確に処理するためには、コンピュータが扱いやすい記号的な情報に変換する必要があります。超スマート社会卓越教育院では、人工知能技術を超スマート社会におけるサイバーとフィジカルをつなぐ基盤技術のひとつとみなし、登録学生に手軽に人工知能技術を使いこなしてもらいたいという目標のもと、教育を行っています。東工大では、2020 年度より大学院課程の学生を対象とした全学規模のデータサイエンスおよび AI (DSAI: Data Science and Artificial Intelligence) 教育を開始しました。ここでは既存の座学のみでの授業とは異なり、実践的な環境を使って学生が実際に機械学習ツールを動かしながら演習を行えるのが特徴です。このための WiFi 6 を使った教育システムを構築し、2020 年度より稼働を開始しています。人工知能の一種である深層ニューラルネットワークと呼ばれる技術を効率よく使用するには、GPU (Graphics Processing Unit) と呼ばれる高度な計算環境が必要となります。GPU は、現時点ではまだすべての学生が購入するには高価な機材ですが、クラウド上のサービスを使えばすべての学生に同様な計算環境を安価に提供することができます。本教育システムでは、学生は自身の所有する PC を使って WiFi 経由でクラウド上の学習環境

に手軽にアクセスできます。クラウド上では Google Colaboratory^(注1) と呼ばれるサービスを使って、教員の提示した資料や課題を「動く教科書」として実際に実行してみることができ、快適に学習ができるようになっています(図 4-16)。また、本学のスパコン TSUBAME (図 4-17) 上に搭載されている GPU を利用することも可能です。

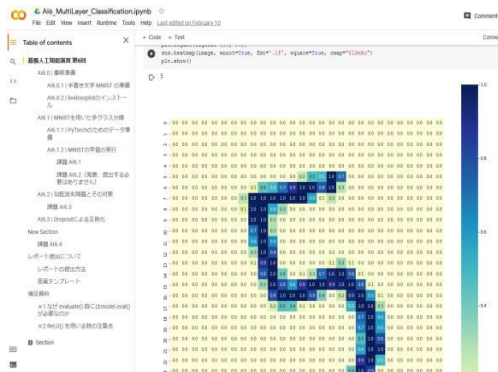


図 4-16 Google Colaboratory

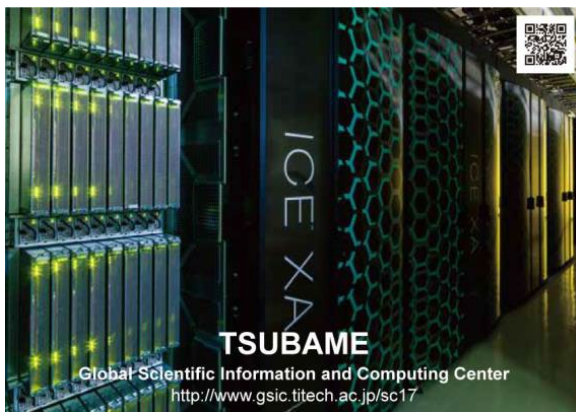


図 4-17 TSUBAME

超スマート社会卓越教育院では、修了する学生が一定の人工知能に関する素養を身につけるよう要件を課していますが、さらに意欲のある学生のために、2020 年度から、人工知能を使った異分野融合研究企画集中演習を実施しました。ここでは各学生は最先端の研究成果を、実演をととして本学教員から直に学ぶことができるようになっており、これを通して学生のさらなるスキル向上を目指しています。2022 年は 9 月 30 日にニューラルネットワーク技術に関する講義と画像認識をタスクとした演習を実践し、13 名が参加しました。学習の成果発表会もおこないました。

また、2022 年度は 2021 年度に引き続き、コンソーシアム参加機関を対象とした One-Day School も実施し、

2 機関より計 2 名の方にご参加いただきました。ここではニューラルネットワークの原理を説明し、Google Colaboratory の基本的な使い方と、PyTorch^(注2) を用いた簡単な演習を行いました。演習では一つの共通課題(画像のスタイル変換)と 3 つの選択課題(PyTorch の基礎、画像・音声認識、強化学習)に取り組みました。

(注 1) Google Colaboratory : Google 社が提供している機械学習の教育や研究用の開発環境

(注 2) PyTorch : コンピュータビジョンや自然言語処理で利用されている Python のオープンソースの機械学習ライブラリ

4-2-5 スマートワークスペース

本教育研究フィールドでは、一人ひとりが健康的にいきいきと働くことができる場の実現を目標に、「スマートワークスペース」をテーマとしたプラットフォームを構築しています。

2022 年度は、2021 年度に開発した熱画像×AI による温熱快適性判定システムを用いた空調制御実験を行いました(図 4-18)。提案する空調制御手法は、熱画像と AI 画像解析を用いて温熱快適性の指標である PMV (Predicted Mean Vote) を算出し、算出した PMV に基づいてワーカーの状態に寄り添った空調制御をする方法

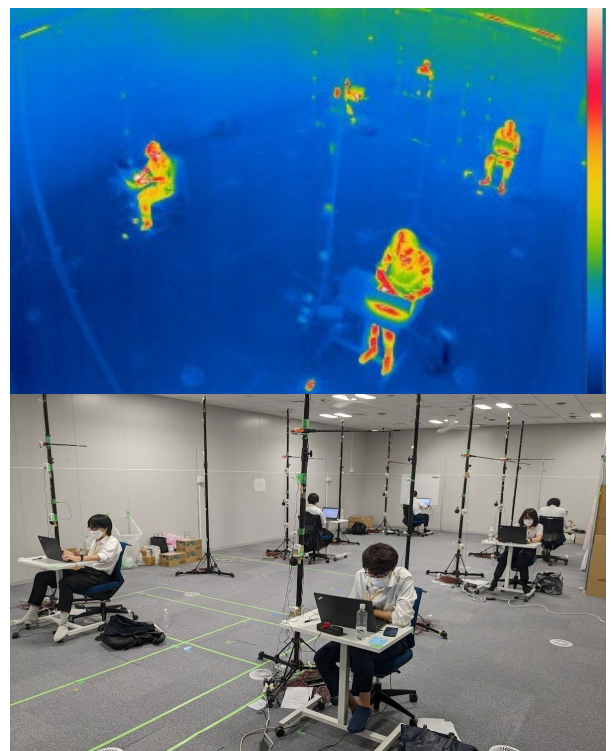


図 4-18 温熱快適性判定システムを用いた被験者実験

です。室温を一定に制御する従来の空調制御を基準ケースとし、温熱快適性や作業効率を比較する被験者実験の結果、提案した空調制御手法は、温熱快適性や主観作業効率を有意に高めることが示されました。

また、2021 年度に本学のすずかけ台キャンパスに構築した在宅勤務環境を再現するフィールド「スマートワークホーム」を利用した被験者実験も実施しました。従来からの住宅の役割である「休む」を睡眠効率によって、急速に需要が高まった「働く」を集中力や作業効率によって計測し、両者が最大化する住宅について、内装・換気・照明・アロマなど様々な角度から検証を進めています（図 4-19）。



図 4-19 「休と働」を両立する在宅勤務環境の検証

さらに大手町のサードスペース「3×3Lab Future」、その屋外にある「ホトリア広場」において、都市緑化空間に整備したワークスペースでの仕事の生産性に関する被験者実験も実施しました（図 4-20）。その結果、屋外のワークスペースは屋内に比べてリラックスを促進する可能性が示されました。



図 4-20 屋外のワークスペースの生産性実験の様子

以上の取組みは、ハウスメーカー、設計事務所のほか、建設会社、デベロッパーなど建築に関わる約 20,000 名以上の専門家が来場する日本最大級の建築に関する展示会「Japan Home & Building Show」で紹介を行いました。2023 年度は、これまでの成果を学会等で発信していく

とともに、2022 年度に整備した「オフィス」フィールドでの検証を進めていく予定です。

4-2-6 スマート農業

農業のスマート化は、DX により人々の生活をよりよくすることだけが目的ではありません。我々が取り組むべき課題は多岐にわたります。地球規模の観点からは、気象変動、人口爆発、食料危機、資源枯渇、農業の環境負荷などの問題があり、持続可能な高収量化が求められています。一方、日本の農業の課題として、就農人口の減少、山間部の小規模農地が多いことによる効率化の難しさなどがあり、私たちは、無人での運用が可能な遠隔農業を実現する必要があると考えています。

私たちは、これらの課題を解決する要素技術の教育研究プラットフォームとして東工大すずかけ台キャンパスにスマート農業フィールドを構築しました。それらの要素には、露地作物の生育状態と生育環境の正確かつ詳細な計測、データ駆動型農業、農業のデジタルツイン化（農作物とその栽培環境を仮想空間に再現すること）、農業データ連携基盤、農業ロボット、オフグリッド化（電力網に接続しない電気の自給自足化）などが含まれます。そして、私たちは、東工大が強みとするロボット技術、ICT 技術、AI の先端技術を活用することで、これらの要素技術を高め、持続可能な高収量化と無人での運用が可能な遠隔農業の実現を目指します。



図 4-21 スマート農業フィールドの空撮画像

2022 年度は、電気、通信、水道、定点観測センサネットワークと係留ドローン設備を構築しました（図 4-21、4-22）。光環境改善のために周辺樹木の大規模剪定の後、大豆の栽培をおこない、土壌の栽培特性を評価しました。また、オフグリッド化のために、追尾型太陽光発電・自動灌水設備を設置しました（図 4-23）。

さらに、センサネットワークの遠隔制御及びデータ管理のための屋内フィールドの構築を行い、遠隔で圃場の環境情報のリアルタイム取得が可能になりました。

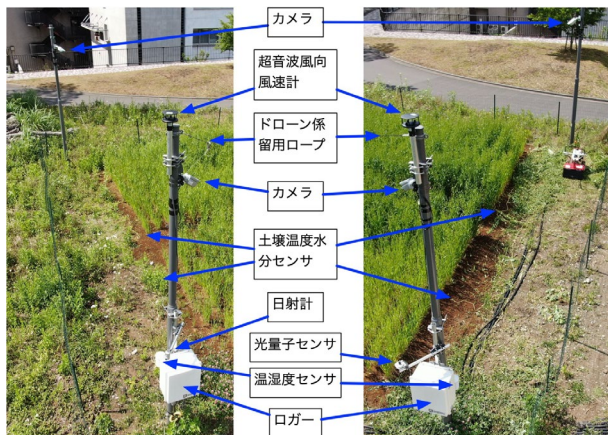


図 4-22 定点観測センサネットワーク設置鉄柱



図 4-23 オフグリッドシステム

2023 年度には通信の無線化、センサネットワークのオフグリッド化、地上ロボットによる自動センシング技術の開発、ドローンによる作物の形質計測技術の開発を実施予定です。

また、スマート農業を推進するリーダーを育成することを目的に、2023 年度には、スマート農業フィールドで演習を開講予定です。これらの講義と演習を通して、履修生は、日本型のスマート農業の未来と、その実現に向けた実践例を学ぶことができます。

4-2-7 スマートインフラメンテナンス

私たちの生活や産業等を支える基盤であるインフラのメンテナンスを確実に行うことは、都市機能やレジリエンスの確保に不可欠であり、東工大の戦略分野のひとつとして、SSI (Sustainable Social Infrastructure) に関する取り組みも掲げられています。本教育研究フィールドでは、超スマート社会の実現において重要となる、インフラメンテナンスのスマート化を図るべく、点検・調査、評価技術、補修・補強など、今後必要となる技術の開発と実証を進めることを目的としています。

本教育研究フィールドは、実験による個別要素技術の開発を行うための学内ラボと、開発技術や先端技術のデモンストレーションや演習等を行う実構造物フィールドから構成されます。実構造物フィールドは、学内に実際に存在する橋梁やトンネル等のインフラをターゲットに様々な技術を展開する場としての活用が期待されています (図 4-24)。

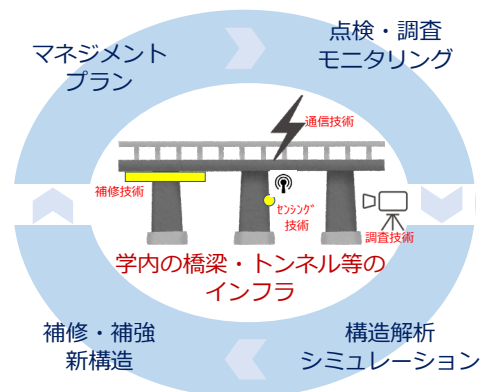


図 4-24 実構造物フィールドの活用

2022 年度においては、実構造物フィールドの構築を推進し、学内の 3 つの構造物（富士見橋、轟橋、石川台地区トンネル）に対して、加速度等の継続的な計測が可能なシステムを導入しました。インフラのメンテナンスでは、材料の特性や劣化が重要な因子と考えられることから、インフラの主要な材料である、コンクリートあるいは鋼を使用した構造物をターゲットとして選定し、技術の検討を展開していく予定としています。

図 4-25 は、計測システムが導入された富士見橋であり、鋼桁とコンクリート床版から構成されています。鋼桁、橋脚、橋台に加速度センサ等のセンサを設置し、常時計測を行い、現地のデジタルサイネージには、計測データの様子を表示しています。また、富士見橋を対象とした実構造物フィールドでは、既に共同研究も始まっており、情報管路の健全性把握のための計測システムも同時に構築しています。



図 4-25 富士見橋

各実構造物フィールドに導入した加速度等の計測データから、各構造物の状態を分析する技術、各構造物の特性を再現したデジタルモデルの構築、構造物の使用環境（通行車両重量等）の把握、地震時挙動の分析、ダメージインデックスの検討等を進めることとしています。図 4-26 では、橋梁の構造特性のひとつである、移動荷重に伴う変位の影響線を同定した例を示します。影響線を取得できると、通過車両の重量などの分析が可能となります。

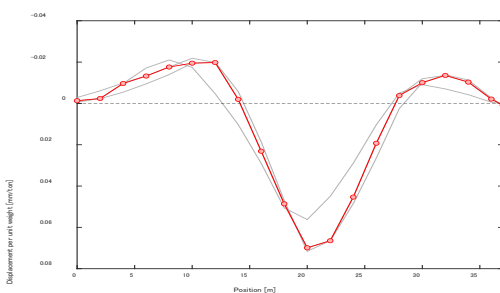


図 4-26 桁のたわみの影響線（富士見橋）

2023 年度においては、コンクリート構造物として選定した轟橋（図 4-27）や石川台地区トンネルを対象とした実構造物フィールドについても、富士見橋同様に導入した計測システムの活用、メンテナンス技術の適用検討等を進める予定としています。



図 4-27 轟橋における計測の様子

4-2-8 スマートビルディング

本教育研究フィールドでは、建物内に高密度に設置された高性能センサによる地震・台風時における建物の安全性・継続使用性の評価および居住者への早期通達方法に関する研究プラットフォームです。建物だけでなく都市機能のレジリエンス向上への貢献を目指しています。

私達はこれまでに、東京工業大学すずかけ台キャンパスにある超高層免震建物（J2-3 棟、図 4-28）を対象として、屋上に 2ch の風速計および 84ch の加速度、変位、歪みセンサを設置（図 4-29、30）、さらに 17ch の天井および非構造壁への加速度計の設置（図 4-31）を完了しています。それらのデータはインターネットを通して PC やスマートフォンで確認できるシステムを構築済みです。本システムを用いて常時計測を実施しています。ここでは観測例として 2022 年 3 月 16 日 23:36 に福島県沖で発生したマグニチュード 7.4 の地震の観測記録を示します。J2-3 棟の位置（横浜市緑区）では震度 3 程度ですが、高精度に地震応答を計測することができています。図 4-32、33 は地震発生直後に送信されたメールの文面および添付ファイルです。今後はこれらのデータをどのように居住者に伝えれば不安を低減できるかについて研究を進めていきます。



図 4-28 高密度観測を行っている超高層免震建物
(J2-3 棟, すずかけ台キャンパス)

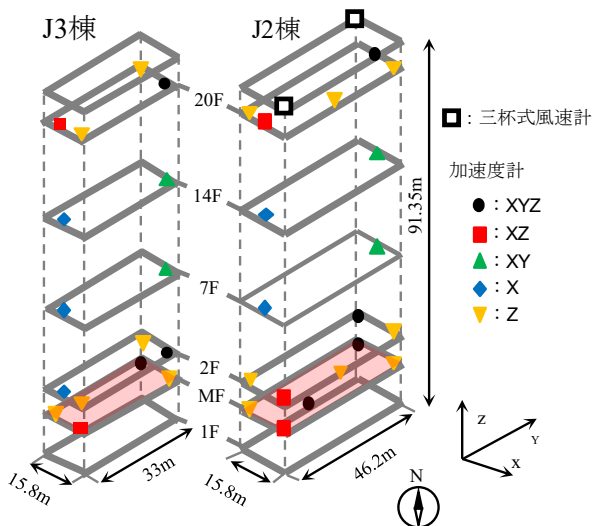


図 4-29 風速計および加速度設置位置

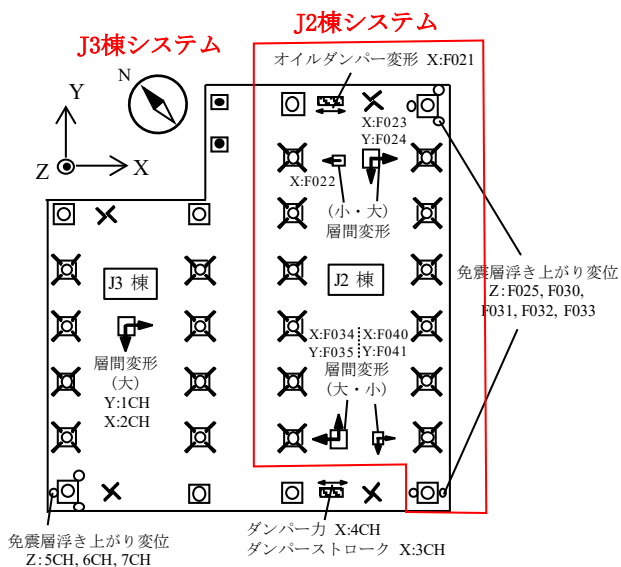


図 4-30 変位計設置位置 (免震層)

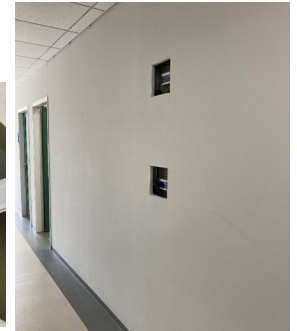


図 4-31 天井(左) および非構造壁(右) の加速度計設置状況

地震モニタリングシステムからの新しい地震記録の
情報です。

観測点 : J3 棟地震観測

記録日時 :
2022/03/16 23:37:24

震度階級(計測震度)相当値 :
3 (2.9)

3 成分合成最大加速度 :
15.9 (Gal)

各チャンネル最大値

Ch.01 :	13.9 Gal (J3-MF-No.1-X-NN)
Ch.02 :	10.8 Gal (J3-MF-No.1-Y-NN)
Ch.03 :	8.3 Gal (J3-MF-No.1-Z-NN)
Ch.04 :	15.9 Gal (J3-20F-No.17-X-EE)
Ch.05 :	20.0 Gal (J3-20F-No.17-Y-EE)
Ch.06 :	19.8 Gal (J3-20F-No.17-Z-EE)
Ch.07 :	8.8 mm (J3-H-2.ダンパー)
Ch.08 :	13.8 mm (J3-H-3.層間変形 X)
Ch.09 :	8.4 mm (J3-H-4.層間変形 Y)

図 4-32 地震発表直後に送信されたメール

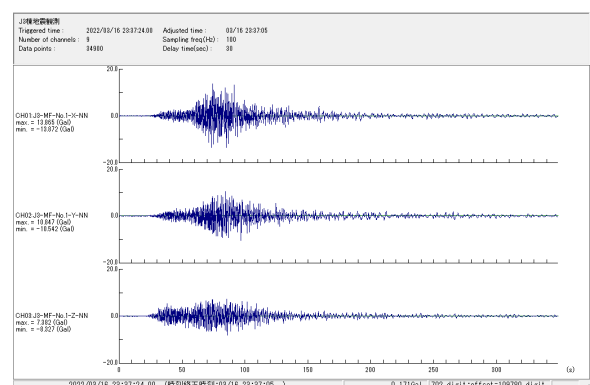


図 4-33 地震発表直後に送信されたメールの添付

5. 運営委員の紹介 (2023 年度体制)

**運営委員長**

岩附 信行
国際広報担当副学長
工学院 機械系 教授
専門分野：ロボットの機構と制御、音響環境、アクチュエータ

**コーディネーター**

阪口 啓
超スマート社会卓越教育院 院長
工学院 電気電子系 教授
専門分野：B5G、IoT、ミリ波、無線電力伝送、コネクティッドカー、自動運転

**副コーディネーター**

岡田 健一
工学院 電気電子系 教授
専門分野：無線、ミリ波、5G、IoT、BLE、PLL、アナログ回路、センサ、ADC

**超スマート社会推進委員会 委員長
事務局 全体幹事**

福田 英輔
工学院 特任教授
専門分野：ワイヤレスネットワーク、無線通信デバイス

**社会連携教育運営委員会 委員長**

三平 満司
工学院 システム制御系 教授
専門分野：非線形制御理論、制御応用、劣駆動システム

**異分野融合研究推進委員会 委員長**

篠田 浩一
情報理工学院 情報工学系 教授
専門分野：音声認識、映像理解、深層学習

**財務担当**

岩波 光保
環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授
専門分野：維持管理工学、海洋構造工学、マルチスケールデザイン

**設備担当**

鈴森 康一
工学院 機械系 教授
専門分野：人工筋肉、ソフトロボット、マイクロロボット、フルードパワーアクチュエータ

**評価担当**

高安 美佐子
情報理工学院 情報工学系 教授
専門分野：ビッグデータ解析、モデリング、統計物理学

**広報担当**

畑中 健志
工学院 システム制御系 准教授
専門分野：システム制御、人とロボット群の協調制御、ネットワークロボティクス、スマート農業

**学内教育担当**

藤澤 利正
理学院 物理学系 教授
専門分野：量子輸送現象、半導体ナノ構造、量子ホール効果

**グローバル連携担当**

高田 潤一
国際連携担当副学長
環境・社会理工学院 融合理工学系 教授
専門分野：電波伝搬、電波応用センシング・計測、ICT と国際開発

**オンライン教育担当**

Cross Jeffrey Scott
環境・社会理工学院 教授
専門分野：水素製造・貯蔵、廃棄物エネルギー変換、教育工学、AI、機械学習、VR

**オンライン教育担当**

妹尾 大
工学院 経営工学系 教授
専門分野：組織論、戦略論、知識・情報システム

**産学連携担当**

上島 敦
科学技術創成研究院 リサーチ・アドミニストレーター(URA)

**産学連携担当**

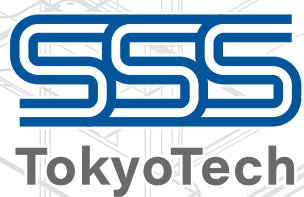
寺田 尚史
工学院 リサーチ・アドミニストレーター(URA)

**産学連携担当**

米山 晋
環境・社会理工学院 リサーチ・アドミニストレーター(主任 URA)

**推進アドバイザー**

渡辺 文夫
超スマート社会卓越教育院
専門分野：通信ネットワーク、無線通信システム、衛星通信システム



2022年度
超スマート社会推進コンソーシアム活動報告書

発行日 2023年6月20日

発行者 岩附 信行

編 著 超スマート社会推進コンソーシアム運営委員会

発 行 超スマート社会推進コンソーシアム事務局

〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 S3-14

TEL:03-5734-3625

無断転載を禁止します。