



Title	サイバーフィジカルものづくり教育研究基盤室の取り組み
Author(s)	尾関, 智恵; 笹竹, 佑太; 石原, 秀昭 他
Citation	サイバーメディア・フォーラム. 2025, 26, p. 15-19
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/103407
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

サイバーフィジカルものづくり教育研究基盤室の取り組み

岐阜大学 航空宇宙生産技術開発センター 尾関 智恵
岐阜大学 航空宇宙生産技術開発センター 笹竹 佑太
岐阜大学 航空宇宙生産技術開発センター 石原 秀昭
岐阜大学 航空宇宙生産技術開発センター 毛利 哲也
岐阜大学 航空宇宙生産技術開発センター 伊藤 和晃

1. はじめに

東海国立大学機構岐阜大学高等研究院航空宇宙生産技術開発センターは、内閣府「地方大学・地域産業創生交付金」および、岐阜県「航空宇宙産業生産技術人材育成・研究開発事業費補助金」の支援を受け、国内初となる航空宇宙生産技術に関する教育・研究機関として設置されました[1]。岐阜大学が持つ航空宇宙生産技術と、名古屋大学が持つ航空宇宙設計技術の互いの強みを活かし、必要とされる教育・研究、地域企業との連携を推進していくことが、当センターのミッションです。

航空宇宙産業の密度が高く、内閣府により国際戦略総合特区として指定されている東海地域の産業の生産性向上や雇用創出、イノベーション創出に貢献するとともに、デジタル変革を基に、社会変革・地方創生を先導することを目指しています。

2. サイバーフィジカルものづくり教育研究基盤室の目標と役割

タイトルにあるサイバーフィジカルものづくり教育研究基盤室(以下CP ものづくり教育研究基盤室)は、人材育成部門にあるVR/MR+力触覚等を活用した研究開発と教育実践を目的としており、「先進的なものづくり教育」を幅広いステークホルダーに展開するため、ものづくりの喜びや集合知の形成に繋がる世界初の「五感を感じとれる遠隔実習」=「サイバーフィジカルものづくり遠隔実習(以下 CP ものづくり遠隔実習)」の教育基盤の構築を進めています(表 1)。各分野横断の組織力を結集し、CP ものづくり遠隔実習を実現して、インフラ整備、カリキュラム整備に加え、リアルな「対面」実習を超えるものづくり遠隔教育の実現を目指し、現在複数のプロ

ジェクトが展開されています。本稿では現在整備されつつある学習環境と、令和 5 年度から開始された教育環境開発と実践事例について一部ご紹介します。

表 1 : CP ものづくり遠隔実習の概要

	従来の 大学の学び	これまでの 遠隔教育	CP ものづくり 遠隔実習
学びの場所	大学キャンパス	学外(在宅等)	学外(在宅等)
座学・実験 【修得型】	対面 学友相互の刺激	修得型(プログラ ムされたもの)の 遠隔授業・操作は 満足できるレベル	サイバー空間に仮想キ ャンパスを建設 教育用 CP 技術開発 ① 教育用※メタバ ース・システム ② 五感を扱う遠隔ロボ ティクス ⇒ 五感を感じとれる遠 隔実習
ものづくり実習 【能動型】	対面 グループワークで の試行錯誤 モノを体感する、体 得する	ものを触る等の操作 体感は得られない	
特徴	対面教育の効果大 時間・場所の制約大	遠隔教育の促進 時間・場所の制約緩和	遠隔教育の促進 +集合知の形成 時間・場所の制約緩和

3. 学習環境・設備等

CP ものづくり遠隔実習を実現するために、HMD をはじめとした VR 機材の他、触覚提示装置、これらを実装する物理世界・仮想世界(図 1)にデジタルルツインを意識した教室を管理・運営しています。



図 1 : 仮想世界の航空宇宙生産技術開発センター

機材に関しては、MetaQuest3 および周辺機器そし

てゲーミングノート PC を約 30 台ずつ稼働できるよう管理しており、講義やクラス単位での学習利用を可能にしています。これらの機材はメタバース利用をしたことがない未経験者を想定しており、センター内で利用方法や接続方法を習得したあとは自宅からのアクセスを可能にするための導入教育用として貸し出しを行っています。これらの VR 機材と組み合わせて使う触覚提示装置については、CP ものづくり遠隔実習の研究開発のために現在は使われており、貸し出しあは行なっておりません。来年度以降、徐々に実装できるよう準備をしているところです。

教室としては物理世界の当センター内にあるものと同じ教室や設備について、仮想世界共に同じ外観で内部も同じ見た目・機能を有する IPTeCA サイバー空間と呼ぶメタバース環境（図 2.3）を用意しています。この環境はブラウザベースでアクセスでき、当センターに来なくても学習活動を実施できるようになっています。



図 2：仮想世界のセミナー室



図 3：仮想世界のオープンラボ

4. 教育実践例

前章で紹介した学習環境・設備等を用いて R5 年度より現在まで実施した教育実践について一部紹介します。

4.1. 製造技術特論のプロジェクト型実習

当センターの人材育成では社会人向け教育プログラム（リカレント教育プログラム）として P A L (Production-system Architect Leader) 育成講座を開講しています[2]。本講座は、俯瞰的な視野で実務を推進できる能力や将来構想を立案できる能力を身につけることを目的とし、若手リーダーや幹部人材の創出に繋げることを目指しています。

この講座に組み込まれている製造技術特論は、大学院生および社会人を対象とし、電動模型飛行機の自動組立ライン装置を活用して、工程管理・工程設計の講義と実習、ロボット操作や PLC のプログラミング演習を行います。その際、社会人・学生混成グループ、あるいは社会人グループによる多方向討論や協同作業を行うことが本講義の特色となっています。具体的には、センター内にある電動模型飛行機の自動組立ライン装置を用い、対面の受講生は物理的な演習室に集まり実物の動きを見ながら議論を進めます。これと同様の活動を CP ものづくり遠隔実習として遠隔から参加可能にしたのが、前章で紹介した IPTeCA サイバー空間のオープンラボ（図 3）です。この空間にはブラウザベースで PC もしくは HMD でアクセスでき、実際の演習室と同様の見た目のメタバースとして複数人同時に利用することができます。



図 4：360° 動画をメタバース内で共有しながら議論



図 5：最終成果をメタバース内で発表する様子

できます。図 4 にあるように 3D モデルで自動組立

ライン装置を再現していますが、その傍に実際の装置の動きを撮影した 360° 動画を配置し、この動画を好きな位置から視聴することで物理的な演習室と同様のグループ活動を実施しています。令和 6 年度は受講希望者の関係で、名古屋大学からの参加者 1 名と岐阜大学・企業からの参加者 5 名の混合チームのみメタバース利用を行いました。その結果、遠隔であっても活発な議論を展開することができ、対面のチーム同様の学習活動を実施することができました。最終成果発表会についても、授業終了後に改めて受講生以外の学生たちや地域の方々にメタバース内で発表する機会を持つことができ（図 5）、持続的な学習活動の場として IPTeCA サイバー空間が機能可能なことを確認しました。

これから実施予定の令和 7 年度の講義では、昨年度よりも名古屋大学からの受講生が 5 名と増加しました。メタバースを利用する複数の混合チームによる教育効果を調査していく予定です。

4.2. 自律滑空機制作の連携実習科目の体験

岐阜大学・名古屋大学の連携実習科目では、自律滑空機を構想・設計・製作し、各大学で飛行発表会を行います。これに関連する科目は、名古屋大学では 3 年後期に、岐阜大学では 4 年前期に飛行ロボットとしての授業を実施します。本講義は令和 3 年度より開始し、毎年両大学の優秀機を選抜し、東海 No.1 を決める対抗戦「東海クライマックスシリーズ」を開催しています（図 6）[3]。



図 6：実際の東海クライマックスシリーズの様子

この対抗戦や講義で試行錯誤している様子は、本講義に携わる教職員や受講生に熱量の高い学習活動を実現しています。この試みは HP や動画等で広く

アウトリーチしていますが、これらの資料と合わせて体験することで自律滑空機を飛ばすときのドキドキや面白味を当事者として感じられるようにとメタバースコンテンツを構築したのが「東海クライマックスシリーズ紹介ワールド」です。本ワールドはあらかじめ用意された自律滑空機のパーツを自由に選択し、組み合わせることで飛行結果が変わってくるミニゲームを体験することができます（図 7）。その際、ただゲームをするのではなく、メタバース内にいる岐阜大学の学生による導入解説や対話を重視しているコンテンツです。どの材質や形状を選ぶと飛行にどんな影響が出るかをユーザは岐阜大学の学生と対話し、最後に一緒に飛ばしてみてその結果をさらに議論する構成となっています（図 8）。



図 7：パーツを選んで自律滑空機を組み立てる様子



図 8：自律滑空機の飛行を参加者全員で見る様子

このような対話を伴う学習活動は、主体的学習を促すアクティブラーニングの理論に基づき、議論や推定を効果的に引き出すように学習デザインしています。遠隔から学習活動に参加できることに着目されがちですが、メタバースは学び自体の改善や理解支援の道具立てとして活用できると考えています。



図 9 : 東京大学入江英嗣先生の講演会の様子[6]



図 10 : 岐阜大学で行った学習体験会の様子[5]

CP ものづくり教育研究基盤室では、ここでご紹介したような独自の学習コンテンツの開発だけでなく、他大学で構築や授業で導入されている技術理解に特化したメタバース学習コンテンツ[4]について積極的に情報収集し（図 9）[6]、それを活用することの教育効果を追跡する試み（図 10）を共同研究として開始しています[5]。

4.3. IPTeCA バーチャル・イノベーション展示館

当センターでは CP ものづくり教育研究以外にも研究開発・技術開発・実証・コンソーシアム等の地域企業と連携した生産技術に関する挑戦的な試みも数多く展開しています。こういった教育・研究、地域企業との連携を行い魅力ある大学づくりと地域産業のさらなる発展のために、これらの事例や成果をアウトリーチすることも重要な活動として取り組んでいます。毎年 12 月にシンポジウム[7]として発表の機会を作っていますが、時間的・空間的制約から一部の紹介に留まってしまう状況となりました。そこで、令和 7 年度はポスター発表に関してメタバース会場を構築し、公開していくことを予定しています[8]。

メタバース会場は IPTeCA バーチャル・イノベーション展示館として、CP ものづくり教育研究基盤室のメンバーだけでなく、VR・メタバース技術に興味

を持っている学生を募集し、学生・社会人の目線やアイデアを採用しやすい体制で構築を進めています。全体構想やワールド設計は教員が担当し、展示物の装飾や備品（図 11）の構築を学生が担当しています。現在、11 月の公開に向けて毎月関係者によるメタバース内でのミーティングを定期的に行っており（図 12）、構築過程を実践的な学習活動の一つと捉えて進めています。

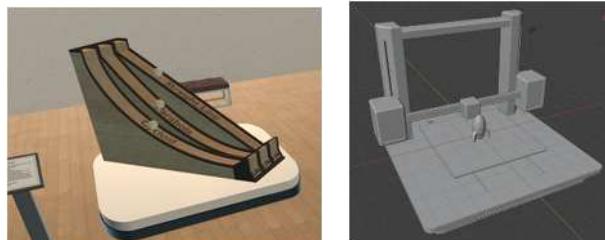


図 11 : 展示館に配置する学生が制作した 3D モデル



図 12 : 展示館ワールド構築について議論する様子

4.4. メタバース × 触覚技術による教材開発

メタバースの学習コンテンツの教育効果の向上や、より質の高い遠隔学習を実現するために、触覚技術等のマルチモーダルな学習環境を研究開発しています。

ものづくり現場では、熟練者の手業や感触が重要な要因であることはわかっています。これまでリアルタイムで正確な力覚提示を可能にするシステム（図 13）や、VR アプリケーションと連携の取りやすい力覚提示グローブ（図 14）など、要素技術の準備をしてきました。現在はまだ試作段階ではありますが、前節までの教育実践と成果との組み合わせで、今後新たな教材開発を進めていく予定です。



図 1-3：正確な力覚提示を遠隔に伝えるシステム



図 1-4：力覚提示可能な VR グローブ

5. まとめ

本稿では、CP ものづくり教育研究基盤室で令和 5 年度より取り組んできた CP ものづくり遠隔実習の実現のための取り組みを紹介してきました。

当センターが位置する東海地域はものづくり産業の中心であり、中小企業も含めて、航空宇宙産業以外には国内自動車関連製造業の約半分が集積している地域です。しかし、専門性を底上げする実習を伴った研修の実施には時間的・地理的なハードルが存在します。

また、昨今の技術の高度化・複雑化する課題解決には、AI 技術を取り入れる等の DX に対する知識や画期的な効率化やコスト削減のための分析や遂行が急務ですが、そのための教育実施も特に中小企業では難しい状況です。今後、この地域の産業や業界がブレイクスルーを起こすためには中小企業も含めて若年層の人材を取り入れることが必須であり、ものづくり産業の魅力や底力を再生するための若年層に対するアプローチと教育もますます求められます。

CP ものづくり教育研究基盤室はこれらのニーズに応えるため、「五感を感じとれる遠隔実習」の実現に向けて教育研究と開発を進めてまいります。

参考文献

- [1] 航空宇宙生産技術開発センター、
<https://ipteca.gifu-u.ac.jp>
- [2] 社会人向け教育プログラム（リカレント教育プログラム）、
https://ipteca.gifu-u.ac.jp/program/recurrent_education/
- [3] 東海クライマックスシリーズ、
<https://ipteca.gifu-u.ac.jp/program/tokai-cs/>
- [4] 入江英嗣, 小泉透, 塩谷亮太, のりたま, きつねこ狐猫, プロセッサの仕組みを見よう ! Just In-order Superscalar, バーチャル学会 2024, 69, https://doi.org/10.57460/vconf.2024.0_215
- [5] 尾関智恵, 毛利哲也, 入江英嗣, 山田宏尚, 笹竹佑太, 伊藤和晃, メタバース活用による工学概念の参加型学習と直感的理解の向上の試み, 日本教育工学会 2025 年秋季大会, 2-K05, pp.295-296
- [6] IPTeCA 人材育成部門シンポジウム PAL 業務改善展示会、
<https://ipteca.gifu-u.ac.jp/event/3616-2.html>
- [7] 令和 7 年度 航空宇宙生産技術開発センター シンポジウム、
<https://ipteca.gifu-u.ac.jp/event/symposium2025.html>
- [8] 笹竹佑太, 尾関智恵, 伊藤和晃, メタバース展示で効果的な学習空間を作るための要素研究, 日本教育工学会 2025 年秋季大会, 2-G04, pp.247-248