

福井大学工学部先端科学技術育成センター

Center for Innovative Research and Creative Leading Education (CIRCLE)

CIRCLE News

2023. 3 [第24号]

2022スチールブリッジプロジェクト 2022年度日本スチールブリッジコンペティション結果報告



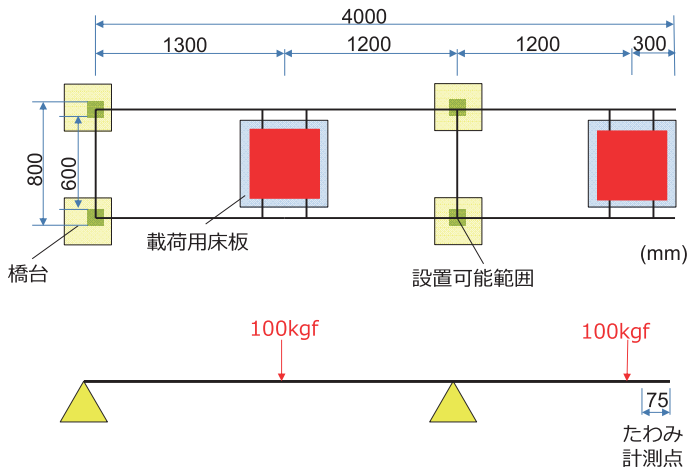
1. はじめに

新型コロナウイルスの影響により完全オンライン形式となった日本スチールブリッジコンペティション(JSBC)2021年度大会から1年を経て、2022年度大会は完全対面形式で開催された。福井大学は2014年度よりJSBCへの参加を続け、今回9回目を迎えた。今大会の福井大の陣容は大学院生7名、学部4年生5名と学部・院生の学年混成チームである。学部学生の内3名は、1年生のときにJSBC2019(九州工業大学開催)へ出場し、途中まで良好な結果を残しつつも、载荷競技で惜しくも失格となってしまった苦い思い出がある。今回はその時のリベンジとしての意味合いもあり、例年以上に思いのこもった取り組みとなった。

2. JSBC2022の概要

2022年の支点条件は張出し部を有するカンチレバー形式である。橋梁条件の図に示すように橋長4 m以上、支間2.5 mの中央に100 kgf、張出し部に100 kgf、計200 kgfの载荷が行われる。

評価は、架設コストC_c、構造効率性C_s、プレゼンテーション、美観の4項目からなり、表に示した総合ポイントの式に基づく総合パフォーマンスで勝敗を決する。まず、架設コストは、架設時間、架設作業者の人数が関係する。少ない人数で迅速な架設をするほど高評価となるが、架設作業者の内、河川内で作業をする人は人件費が2倍となるため、単純に人数を減じるのではなく、河川内作業者と陸上作業者の配置バランスを考慮しなくてはならない。つぎに、構造効率性は200 kgfフル载荷時の桁端部のたわみ値が小さいこと、そして橋梁の自重が小さいことの両立が求められる。総合ポイントの換算上、構造効率性の比重が7割と大きく、構造効率性を如何に向上させるかは重要なポイントとなる。そのほか、プレゼンテーションと美観は、審査委員や参加者による評価によって総合評価に関係する。



橋梁条件の図

$$\text{総合ポイント} = (0.7C_s + 0.3C_c) \times \gamma_p \times \gamma_A$$

C_s	橋梁重量 (kgf) $\times 10 + \delta \times 100$
C_c	(架設作業者の総数) \times (総架設時間(分)) $\times 5$
γ_p	プレゼンテーション係数 ($0.92 \leq \gamma_p \leq 1.00$)
γ_A	美観係数 ($0.92 \leq \gamma_A \leq 1.00$)

3. 機械学習を取り入れた設計

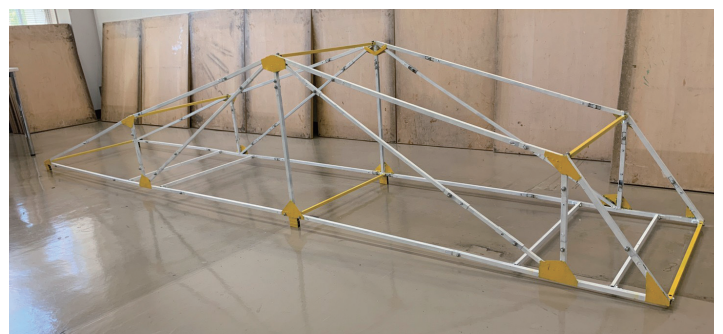
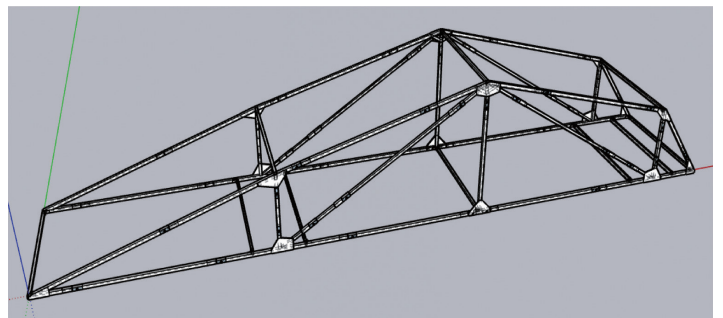
福井大学の特色は設計に機械学習を導入した点にある。概略設計について一人1案以上、合計15案を作成した。この15案について、詳細設計に向けた絞り込みに機械学習を適用した。まず、2020、2021年度大会に出場した27橋梁のスコアと特徴を分析した。構造タイプ等、橋梁の特徴を洗い出し、総合スコアを基に分類した。つぎに学習21橋、検証6橋で機械学習器を構築し、グリッドサーチでパラメータチューニングを行い、最も良好な性能を示したパラメータ群を選出した。この学習器の精度は83.3%を記録した。最後に概略設計15案をテストデータとして学習器に入力し、良好な橋梁8案を抽出した。

絞り込まれた8案から類似構造を統一し、さらに5案に絞り込み、FEM解析による200 kgf 載荷時のたわみ値を算出した。そして、部材長の合計から求めた自重とFEMで得たたわみ値から構造ポイント C_s を算出し、また架設作業者を6名、ボルト1点あたり20秒の架設時間と想定し、架設ポイント C_c を算出することで、総合ポイントを求めた。以上のシミュレーション結果を表に示す。

最も良好な成績が予想されたのは、takahashi1案であった。架設時間、橋梁重量でyamazaki1案に劣っているものの、たわみ量が小さく、総合順位で上回った。選出されたtakahashi1案を図に示す。横桁による曲げモーメントの影響を考慮し、張出し端部近くまで橋梁の高さを持たせ、たわみの低減を狙っている。

シミュレーション結果

モデル名	時間 (min)	たわみ (mm)	重量	総合	順位
sudo	28.0	2.66	23.5	1161	
takahashi1	31.3	1.13	20.4	742	1位
takahashi2	35.0	1.80	19.5	955	3位
yamazaki1	18.7	2.59	19.1	1026	
yamazaki2	28.7	1.86	23.0	938	2位



4. スケジュールマネジメント

JSBC2022のルールは5月中旬に公開されたため、例年より1か月ほど遅く、限られた時間での設計・製作が求められた。また新たに導入した機械学習の構築を設計工程に加えたため、スケジュール管理が特に重要となった。そのため、スケジュールマネジメントとして工程表を作成し、作業の進行を随時チェックした。さらにGoogleスプレッドシートを用いたクラウド形式の日報を作成することで、メンバーがシフトで作業を進める中でも、全員が引き継ぎ事項、作業進行を常時確認する環境を整え、作業効率の向上に努めた。

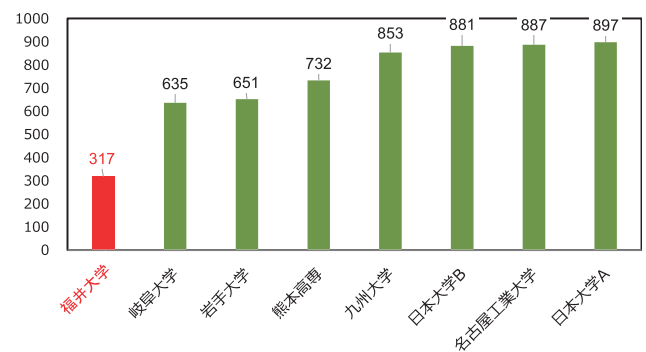
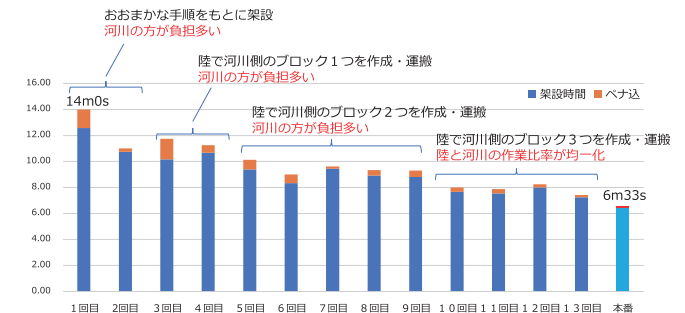
5. JSBC2022大会結果

JSBC2022は9月7日～9日にものづくり大学(埼玉県行田市)で開催され、日本全国より17の大学と高専、合計20チームが参加した。

福井大学の架設は、陸上作業員3名、河川内作業員2名の5名体制で臨んだ。ボルト落下によるペナルティの追加秒数5秒を含め、架設時間は6分33秒と高記録となり、架設部門で2位を記録した。練習時から大会本番に至る、架設時間の変遷を見るとわかるように、陸上作業員と河川内作業員の作業分担を等しくすることを主眼に架設作業のカイゼンを進め、当初より半分以下の時間で架設することが出来た。

載荷競技では1.52 mmのたわみを記録し、全チーム中1位となった。過去の福井大の記録ではFEMのたわみ値に対し、実載荷ではおよそ4倍程度のたわみが生じていたが、今回は1.35倍と解析に比較的近い記録を残すことが出来た。これはTIG溶接による製作精度の向上、ガセットプレート部位における部材間のギャップを低減したことが貢献したと考えられる。

載荷、架設の両面で高パフォーマンスを示したこともあり、2位に大幅な差をつけての総合優勝となった。



6. 教員より

今大会を振り返ると、学生が教員の想像を上回る提案、取り組みをしたというのが率直な感想である。当初機械学習を架設競技の最適化に使えないかという議論であったが、学生側より設計に適用すべきでは?という提案があり、その結果、他校を凌駕する記録を残した。2014年に初参加して以来の初めての優勝を飾ることが出来たのは感無量である。学生の能力の高さ、人間力の高さに脱帽である。

2023年度は室蘭工大での開催である。勝つて兜の緒を締めつつ、大会連覇を目指して一同、一層の努力に励む所存である。

動画資料

ブリッジプロジェクトを中心として、福井大工学部のプロジェクト型教育を特集して頂きました。

福井市広報課ふくチャンネル やろっさFUKUI

「ブリッジ模型で日本一!福井大学工学部のプロジェクト型教育」

2023年1月1日公開

<https://www.youtube.com/watch?v=Vnl8dfEtB2U>

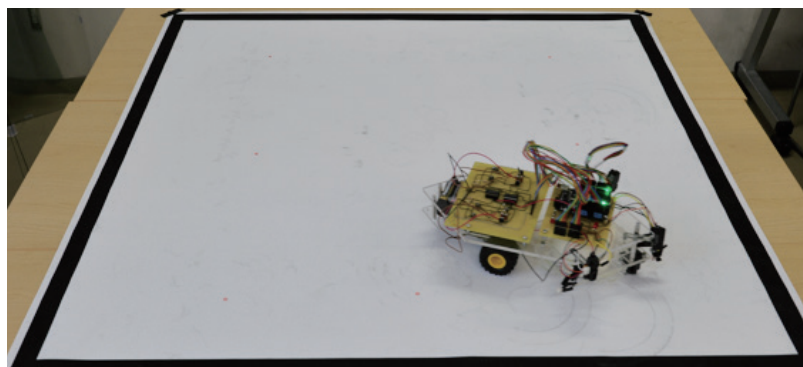
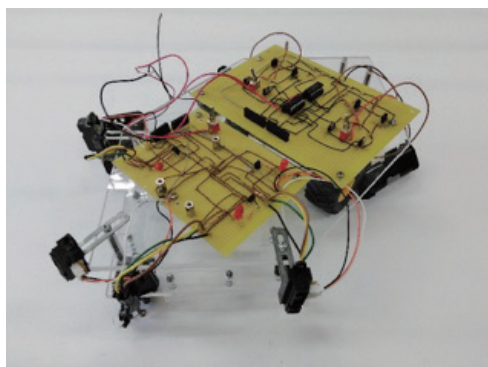


鈴木啓悟 (建築建設工学講座 准教授)、石田耀世、須藤魁斗、思川奈津実、墨健人、野坂成希、松下将大 (安全社会基盤工学専攻)、伊藤祥史、杉田朋海、富田尚人、野島悠生、山崎寛人 (建築・都市環境工学科)

Imagineer を育む創成教育

工学部では、夢を描き(IMAGIN)、それを形にする技術者(Imagineer)、すなわち、基礎知識や高度な専門技術に加えて、創造力、評価力、主体性、コミュニケーション能力を併せた総合能力の育成を目的に、創成教育推進経費により色々なプロジェクトや取り組みを行っています。

ロボット工学創造実験I・II



機械・システム工学科ロボティクスコースでは、1年生・2年生の教育の集大成として、自律移動ロボットの設計・製作を学生の課題とする授業「ロボット工学創造実験I・II」を行っています。この授業は規定のタスクをクリアする自律移動ロボットを作成できた班のみが単位を認定される実践的なプロジェクトです。今年度もコロナ禍のため、机の配置を工夫し、各班に個別に工具を貸与するなどして感染対策を行いました。例年、平面や立体のライトレースがメインでしたが、今年度はロボット掃除機をテーマとしました。具体的には障害物にぶつかることなく、卓上クリナーを保持しながら移動することで地面にある模擬ゴミを収集するものとなりました。前期は仕様書、組立図、回路図、部品図、部品表の作成まで行い、後期では切削、機械部品の組立、回路作成、プログラミングを行わせました。

この授業では、ロボット作成過程において発生する様々な問題の発見能力、克服に必要な問題解決能力、および、解決する際に不足している知識を補う自己学習能力の向上が期待できます。1グループ4人での取り組みになりますが、一人だけ頑張っても製作が間に合わないため、必然的に役割分担を行う必要が生じ、効率的な役割分担を行うためのコミュニケーション能力の向上にも寄与します。実際、最終レポートには班内での役割分担やコミュニケーションの重要性を力説した学生が多くいました。通年の授業であり、一年をかけて、これらの能力の涵養を目指しています。私たちはこの活動を通して、福井大学発のImagineerを育む活動に貢献していると確信しています。

今年度は、残念ながら年末に受講生のコロナ罹患が急増し、大学に学生が集まってロボット製作活動を継続するには感染拡大リスクが大きかったため、急遽、自宅でも達成可能な課題に再設定し、工作工具等を貸し出して各班で作業をしてもらいました。完成したロボットのお披露目も、各班においてビデオ撮影した動画データを所定のサーバ上にアップロードすることとしました。最後に提出してもらったレポートにはロボットに対する考察と課題、最後に感想を書いてもらいますが、年末に突然、実験の進め方と課題に変更があったにもかかわらず、大きな不平不満もなく、無事にロボットを完成させられたことを喜ぶ感想が多かったです。また、この年代は1年次からオンライン授業が多かったため、3年になってやっと対面での授業・実験が行えることを喜んでいました。

高橋泰岳（知能システム工学講座）

スマートグラスを用いた大学生活支援プロジェクト

1. 背景と目的

コロナ禍で、学生が大学に来ることすら難しい時期があり、様々な活動も制限され、充実した学生生活を送るために欠かせない友人や先輩・後輩との出会いやコミュニケーションの機会が激減した。本プロジェクトは、学際実験・実習iPFや創成活動に参加した学部生・院生の有志が集まり、一昨年から「コロナ禍における学生支援の活動」に取り組み、独自にアンケートを実施し、問題点を探りながら工学的な支援を行ってきた。授業に関して先輩からアドバイスを貰ったり、同級生と意見交換したりする場がない。普段、授業を受けている講義室の場所は分かるが、期末試験において講義室が変更されると学内で迷ってしまう。大学の施設の場所が良く分からない。近くまで来てても入館や利用方法が分からないなどといった様々な問題が浮かび上がった。そこで、授業や学生生活に関することを気軽に話し合えるサイトの開設、大学構内を案内するスマホアプリの開発などを行ってきた。

今年度は、スマートグラスを使用し大学内の施設案内を行うデバイスの開発に取り組んだ。スマホを活用した案内も実現可能であるが、歩きスマホなどの危険な要素を考慮し、将来的な普及も期待してスマートグラスでのアプリ開発を進めた。Nreal Airというスマートグラスは、接続したデバイスの画面を高輝度かつ広い視野角で、現実と重ね合わせる形で表示することができ、Nreal Adapterを併用することで、Windows、Mac、iOS、ほとんどのAndroid環境などで動作するデバイスの画面を表示できる。

将来的には、Raspberry Piなどの小型の端末にプログラムを実装し、ポケットに入れて持ち歩けるようにしたい。本製品は対応端末を用いることで、装着者の動きを取得して画面の動きを制御するようなMR (Mixed Reality) 的な活用方法もできるが、操作の手間を省くために、ARマーカーを眺めると直ちに情報を表示する方法を採用した。

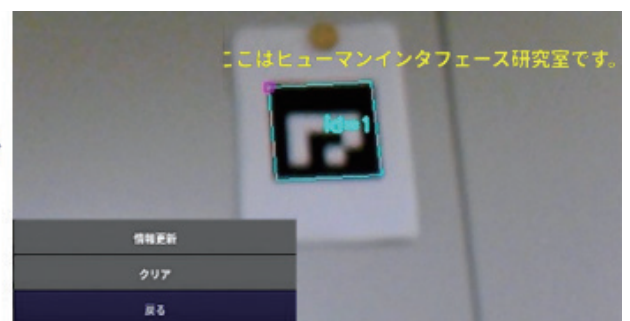
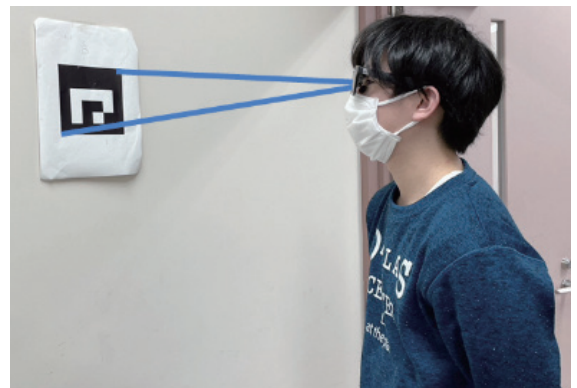
2. スマートグラスとARマーカーを用いた施設案内システムの開発

2.1 システムの概要について

大学内施設の情報を埋め込んだARマーカーを施設内にあらかじめ設置する。利用者はスマートグラス越しにARマーカーを眺める。すると、スマートグラス上にメニューが背景と重なるように表示される。続いて、メニューを選択すると施設情報が表示されるといったものである。

2.2 システムの構成と開発

今年度はプロトタイプシステムの開発をめざした。映像視聴に特化したスマートグラスであるNreal AirとNreal Adapterを購入し、Webカメラをグラスの脇に取り付け、システムを制御するために必要なノートPCにこれらを接続した。そして、上記の動作を行うためのプログラムを開発した。



3. まとめと展望

今年度は、目的の動作を行えるプロトタイプシステムの開発を進めることができた。今後、プログラムを制御する端末の小型化、施設情報のコンテンツを増やしたい。さらに、本学の学生の利用だけではなく、オープンキャンパスや学校案内などのイベントで大学を訪れた方々にも使用してもらえるような、大学構内を楽しめるような活用方法も検討したい。

知能システム科学コース1年 岩井 勇樹、ロボティクスコース4年 竹島 諒真、熊澤 里映、中川 景太
世話教員 小越 康宏

新栄地区における小規模混在型の保本的更新事業



新栄地区は、JR福井駅から徒歩約2～3分の福井市中心市街地に位置する商店街で、防火地域にありながら築70年以上の老朽化した木造建築が多い。土地・建物の権利関係も複雑でこれまでに3回、再開発事業に取り組んできたが、合意形成に至らず頓挫してきた。

こうした中で本事業では、福井市中心市街地にある新栄地区を対象に、「小規模混在型での保本的更新」を目指して地権者やテナント等と勉強会を行い、小規模な共同建替や複数物件の共同化によるリノベーションなど具体的更新手法や空間、機能の検討を行う。具体的には以下の4点に取り組む。①地権者やテナントへヒアリング、②先進事例の視察と東工大の研究室との交流会の開催、③モデル地区での実測調査と新栄地区全体の模型作成、④調査結果の報告・意見交換会の開催。

事業の成果：

①地権者やテナントへヒアリング

新栄地区内のテナント約36名と地権者15名へヒアリングを行うことができた。また月に1-2回開催される会合において、地権者と意見交換を行った。

②先進事例の視察と東工大の研究室との交流会の開催

富山県高岡市で長屋を複合施設としてリノベーションされた事例「サカサカ」などの視察において、これに関わられた東京工業大学の真野研究室に、高岡市のまちなか全体を含めて現地案内をして頂くと共に、教員や学生との交流会を開催した。

③モデル地区での実測調査と新栄地区全体の模型作成

この事業の事業計画や建築設計を担当されている建築士の野田明宏先生の指導のもと、東工大の真野研の学生とペアになって実測調査を行った。また現地での実測調査を元に、新栄地区全体の模型も作成した。

④調査結果の報告・意見交換会の開催

2023年3月13日に、ハビリンホールにおいて、地権者やテナントなど関係者を招いて、本事業を含めて新栄の未来を考える会の活動報告会を開催予定である。

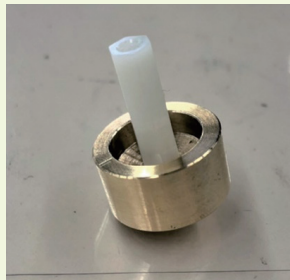
以上、本事業を通して、学生は、地元の地権者やテナントの方々をはじめ、まちづくり福井、福井市、福井県、他大学の教員や学生、建築設計などの実務者などと、調査や意見交換で関わることになり、コミュニケーション力や実行力、課題解決能力などを身につけることに繋がったと考えられる。

原田陽子（安全社会基盤工学専攻）

精密工作部門

～精密加工スペシャリスト育成プロジェクト～

— 全日本製造業コマ大戦に挑戦 —



精密工作部門では、汎用機械工作室および精密加工実験室に設置された各種工作機械を活用し、学生実験・実習や精密加工研究等において、安全教育や専門的な技術指導を行っています。また、試作業務では、研究で使用される実験装置の設計から加工・組立まで、総合的なものづくり技術で研究を支援しています。精密工作部門の取り組みは、当センターのHPやTwitterに随時掲載しておりますので、興味のある方はご一読ください。

さて、今回は汎用工作機械やCNC工作機械を用いてコマを製作し、東京で開催された全日本製造業コマ大戦in府中場所に挑戦した課題解決型学習(Project Based Learning:PBL)の内容をご紹介します。本PBLは、近代的かつ実践的な精密加工技術を体得するためのスペシャリスト育成プロジェクトとして機械工学講座の岡田将人教授が立ち上げられ、当センタースタッフの青山直樹技術班長が技術協力を行う体制でプロジェクトを進めました。受講学生は、対戦に用いるコマを個々人のアイデアを基に企画・設計し、当センターの汎用機械工作室に設置されているCNC旋盤やNCフライス盤等の工作機械を使用し、製作活動を行いました。製作したコマは、側面にイボのような突起物を付けた物や六角形を互い違いに重ねた物等、個性あふれるコマに仕上がりました。そして、自信作のコマを携えてコマ大戦in府中場所に挑戦しました。大会参加者は企業や工業高校生等で、過去の大会に何度も参加している方々でした。その中には、何度も準優勝している方や世界大会で優勝している方が参加しており、試合は困難を極めることが予想されました。試合は、参加者22名が4つのリーグに振り分けられ各々のリーグの上位3名が決勝トーナメントに進むという形式で進められました。本学チームからは学生3名が出場しました。しかし、全員がリーグ戦敗退という悔しい結果となりました。今回の敗因は、初めての大会参加ということもあり対戦相手の情報や試合勘の不足が影響していたと考えられます。しかしながら、大会に参加していた企業の方々からは、コマ回しの要領や製作に関する助言をいただくことができました。次の機会では、この経験を活かし学生達が良い成績を得られるように精密工作部門も積極的に技術的サポートを行う所存です。

先端科学技術育成センター 青山(工学部技術部)

編集室の窓

コロナ禍も少し落ち着いてきて、本年度あたりからは対面による活動も増えてきました。しかしまだ不安定な時代の中で手探りの創成教育であり、ある意味遠隔と対面の過渡期であり、ベストミックスを探る挑戦的な時期が続いているようです。そんな中で最初に紹介したスチールブリッジPIはうまく新しい時代に機能した取り組みだったのだらうと思います。これをきっかけにした福井市広報課ふくチャンネルの動画には福井大学での創成教育がいくつも紹介されているので、そちらもぜひ見ていただけたらと思います。

編集担当 光藤 誠太郎

CIRCLE News 第24号

発行日 令和5年3月31日

発行者 福井大学工学部先端科学技術育成センター長 鞍谷文保

メール: welcome@circle.u-fukui.ac.jp

ホームページ: <http://www.circle.u-fukui.ac.jp>

創成CIRCLEは、創造性を通じて人と社会を元気にするセンターです。そして、CIRCLE Newsは、創造性の価値に共感するCIRCLE仲間を結ぶ情報誌です。