

## 日立市日立理科クラブ向け茨城大学特別授業

（自治体等側）日立市教育委員会・指導課長

**多田 賢一**

NPO 法人 日立理科クラブ

**瀧澤 照廣**

（大学側）理工学研究科（工学野）・工学部長

**乾 正知**

### 連携先

- ① 日立市教育委員会
- ② NPO 法人 日立理科クラブ

### プロジェクト参加者

倉橋 久美（日立市教育委員会、指導課指導主事）、担当：事業の企画・運営

池田 孝志（NPO 法人日立理科クラブ、理事、理数アカデミー理科クラス）、担当：事業の企画・運営

黒須 俊樹（NPO 法人日立理科クラブ、理事、理数アカデミー）、担当：遠隔授業の指導

鈴置 昭（NPO 法人日立理科クラブ、会員、理数アカデミー理科クラス）、担当：受講生の指導

正木 良三（NPO 法人日立理科クラブ、会員、理数アカデミー理科クラス）、担当：受講生の指導

関 由美子（NPO 法人日立理科クラブ、会員、理数アカデミー数学クラス）、担当：受講生の指導

作間 忍（NPO 法人日立理科クラブ、会員、理数アカデミー理科クラス）、担当：事業の記録、広報

堀 公彦（東京大学生産技術研究所、協力研究員）、担当：受講生の指導

乾 正知（茨城大学理工学研究科、教授）、担当：事業の企画・運営

車谷 麻緒（茨城大学理工学研究科、准教授）、担当：特別授業講師

品川 和雅（茨城大学理工学研究科、助教）、担当：特別授業講師

### プロジェクトの概要

#### ① プロジェクトの目的

日立市では科学への興味関心を高め、理数教育の充実を図るために、日立理科クラブの活動を支援している。日立理科クラブでは小中学校の児童生徒を対象に毎月1回、理数アカデミーを開講し、日立製作所や教職員OBが経験を活かして実験を中心に現象理解を深めさせる授業を実施している。理数アカデミーの児童生徒に、茨大工学部の先端研究を面白く理解できるよう工夫した特別授業を体験させる。日頃の理数教育と最先端の科学技術のつながりを理解させ、地域の小中学生の科学への学習意欲を向上させる。このような理数教育を推進することで、科学技術の発展に貢献し、国際社会で活躍する児童生徒の育成を目指す。

#### ② 具体的な活動計画及び役割

理数アカデミーでは、これまでに茨城大学工学部において特別授業を7回実施している。第1回は移動ロボットの製作実習、第2回はプログラミング学習と電気分解の体験実験、第3回は光る化合物とマグナス効果による飛行体の実験、第4回は手の運動能力測定と振動で発電する装置製作、第5回は人工宝石の合成実験と暗号計算ゲーム、第6回は匂いの科学・エステル合成と体験する暗号理論、第7回はマイクロコンピュータとセンサーと、線虫を使って匂いを感じる仕組みを調べるを行っており、いずれも好評を得ている。

日立理科クラブのメンバーは特別授業の企

## 令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

画、受講生の募集、引率、遠隔受講生向けのZoom配信を分担している。企業で製品開発を長く経験してきた技術者OBのため、先端技術について十分な知識を有しており、授業中の受講生のサポートも担当する。一方、茨城大学は大学の資産を活用し、先端技術を身近に体験できるよう工夫をこらした特別授業を計画し実施している。

日立市では、若い世帯の減少に伴う少子化が急速に進行している。若い世帯を地域に増やすためには、教育環境の魅力アップが重要であり、未来の生きる力として注目されているSTEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の充実は、小さな子供を抱える家庭にとって特に魅力的である。本事業は、地域の大学と、技術の最前線で活躍してきた経験を有するシニアがコラボし、地域の小中学校の理科教育をレベルアップさせるものであり、本学の地域連携の一つとして非常に有益なプロジェクトと考えている。

### 活動内容及び成果

#### ① 活動内容

日時：令和5年10月15日（日）12：35～15：50

活動内容：

No	カリキュラム	内容（実験・工作等）
1	大学紹介	茨城大学工学部の歴史について紹介
2	パスタブリッジ	橋は大きな構造物なので、実物実験ができません。そこで、1本では簡単に折れてしまう乾燥パスタやバルサ材を用いて、橋の模型を製作し、載荷実験を行うことで、橋の構造について学びます。
3	電気いらずのコンピュータ	コンピュータが発明される以前は、人々はどのように仕事をしてい

一	たのでしょうか。この授業では、コンピューターの先祖たちを紹介して、少し昔の時代に思いを馳せます。
---	--------------------------------------------------

会場：茨城大学工学部

No. 1：N4棟小平記念ホール

No. 2：E1棟4F製図室

No. 3：E1棟1F11番教室

講師：

No. 1：乾先生（工学部長）

No. 2：車谷先生

No. 3：品川先生

受講生：

中学1年：22名（遠隔4名含む）

中学2年：23名（遠隔2名含む）



図1 茨城大学工学部の紹介 乾工学部長

#### No. 1 大学紹介

乾工学部長による工学部紹介の後、受講生を2班に分け、下記の二つのカリキュラムに90分ずつ取り組んだ。

#### No. 2 パスタブリッジ

都市システム工学科車谷先生から橋の構造、強度について紹介があり、橋の側面を三角形で強化したトラス橋を勉強。乾燥パスタとで作るトラス橋模型、パスタブリッジの作り方を教えていただき、受講生全員がそれぞれ独自構造のブリッジを製作した。



図2 パスタブリッジ 車谷先生

制作したパスタブリッジの重さを測り、橋の底辺中央に重りを付けて載荷試験を行い、パスタブリッジが壊れる前の最大荷重を測定した。最大荷重を使用したパスタ重量で割って最も強度の高いブリッジを選んだ。

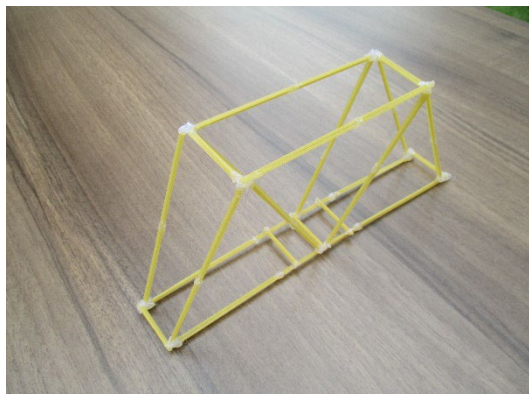


図3 パスタブリッジ

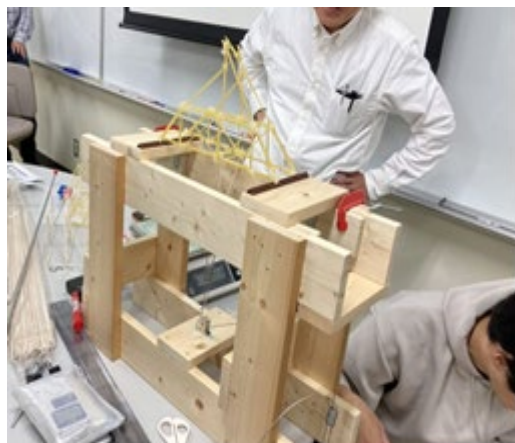


図4 載荷試験

受講生全員、時を忘れて壊れた箇所を補強し、繰り返し載荷試験に挑戦。あっという間に時間が過ぎてしまう特別授業であった。

### No. 3 電気いらずのコンピューター

情報工学科品川先生からは最初にパソコンの歴史について説明があり、インテル 80800 プロセッサ、アップル、マイクロソフトと続いた。



図5 電気いらずのコンピューター  
品川先生

次にパソコンの得意な計算に関して、コンピューター出現以前の機械式計算機についての話が展開された。電気いらずのコンピューター、機械式計算機は 17 世紀に出現していた。フランスのパスカルはパスカリーヌという機械式計算機を製作している。

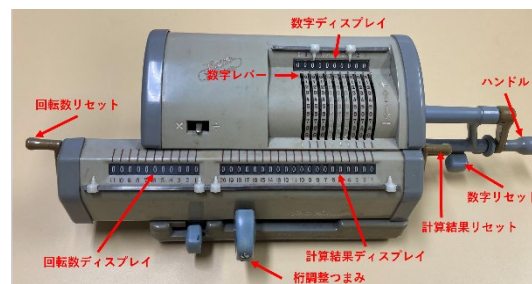


図6 手回し計算機

## 令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

パソコン出現以前は、例えばレンズの設計に手回し（タイガー）計算機が広く使われていた。手回し計算機の基本的使い方は数字レバーで好きな数字をセットして、ハンドルを手前方向に回すと、その数字が計算結果ディスプレイに足される。手回し計算機の使い方を足し算、かけ算についてステップバイステップの説明があり、グループに分かれて受講生全員が練習問題を手回し計算機で演習した。手回し計算機の原理は不明であったが、正しい手順でやれば間違いなく正しい結果が得られることは驚きであり、先人の工夫に受講生は感銘を受けた。



図7 手回し計算機の足し算、かけ算演習

### ② プロジェクトの成果

特別講義終了後の1週間(10/15-22)に、マイクロソフト365フォーム（クラウドストレージサービス）を使用して、特別講義に関する受講生の感想他のアンケート調査を実施した。参加者45名のうちアンケート回答者は39名で回答率は87%であった。下表に結果の一部を要約した。いずれも3択で質問を行い、yes、no、いずれでもないから選択してもらったうちのyes分の選択割合である。

表1 2023年度茨城大学特別講義

質問内容	パスタブリッジ	機械式計算器
時間が短かった	64%	36%
分かり易かった	92%	95%
興味深かった	95%	95%
進路選択に影響	33%	33%

特別講義2テーマともに興味深いテーマを分かり易く説明していただいたことが表1から確認できる。また、講義時間90分は少し足りなかったようである。受講生にとってもっとも重要な高校、大学の進路選択に、両講義とも3分の1の受講生が影響したと評価している。受講生へのインパクトは大きかったと評価できる。受講生が二つの特別講義から大きな感銘を受けたことを示す感想を付録に示す。

### 今後の課題及び展望

#### ① 今後の課題

(1) 二つの特別授業とも、演習時間が不足であった。パスタブリッジでは模型の製作時間、載荷試験の時間が、電気いらずのコンピューターでは手回し計算機の足し算、かけ算の演習時間が不足した。日立理科クラブでは実験時間短縮のため、実験手法をビデオに撮った上で、2-3分に編集して事前に実験ビデオ、実験動画を受講生に見せて、実験の全体と手順、勘どころを受講生に理解させた上で、受講生に実験をさせて実験や演習時間を短縮している。特別講義でもこの方法を用いることで演習時間を確保することができる。

(2) パスタブリッジでは、パスタを使った橋

## 令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

模型の製作方法及び载荷試験方法の動画を製作して受講生に事前に見せて、受講生が手を動かし始めるまでの時間を短縮する。少なくとも、1回目の载荷試験で壊れた部材を補強した2回目の载荷試験を完了するまでの時間を確保する。

(3) 電気いらずのコンピューターでは手回し計算機の足し算、かけ算の各ステップを説明する動画を作成し、演習前に受講生に見せた上で演習を開始し、手回し計算機を前にした受講生が躊躇する時間を短くし、全受講生が操作できる時間を確保する。

### ② 今後の展望

受講生に茨城大学工学部に来てもらって対面形式で特別授業に参加してもらおうのがベストであるが、遠方の子供達にも特別授業の一端を紹介するためにはZoom やマイクロソフト Teams といったリモート会議システムによるインターネット配信が不可欠である。また、受講生の感想にあるように他の学科の授業も体験したいという要望に応じていくべきであろう。いつでもどこでもだれでも茨大各学科の特別授業を見られるようにするためには、授業自体を動画として記録し、クラウドストレージに保存してインターネット配信できるようなシステムを構築すれば広く中高生の役に立つであろう。

### 付録 茨城大学特別授業 受講者の感想

#### ① パスタブリッジ

No.	感想
1	頑丈な形というのを初めて知っておもしろかったです。
2	私は、オンラインで参加したのですが、実際に家でパスタブリッジを作って麺の太さなどによって強度がどのように変化するかを実験してみた

	いと思いました。
3	自分でやってみようと思った
4	どうしたら橋が丈夫になるかなどを考えて実際に作ることがとても楽しかったです。
5	どうして側面が一番歪みやすいのかもっと知りたいです。
6	とても楽しくブリッジを作りましたが、少し時間が足りなくなかったので、もう少し時間が欲しかったです。
7	茨城大学に行ける機会があってとても楽しかったです。
8	全体に授業として、教わるというより、自分自身で考えて学んでいくやり方が、とても良かったです。
9	普段体験できない大学の授業を体験出来たので良い経験となった。
10	トラス構造の話に軽く触れていたもので、実際に聞いたことしかないものが実感できた。
11	貴重な体験をすることができた。
12	パスタブリッジが楽しかったです。
13	身近な建造物である橋が、安全でかつ低コストで作るために色々考えられて作られていることに驚きました
14	できるだけ重量を軽くし、耐久性をあげることが難しくも面白く、刺激的な体験でした。

令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

15	とても楽しかった。ほか学科の授業も受けてみたいと思った。	25	パスタブリッジの作成の際にどうしたら崩れにくいかを考えるのが楽しかった
16	パスタブリッジの端が壊れてしまったので、もっと補強しておけばよかった。	26	私はこのパスタブリッジの授業を通じて、三角形にパスタの形をすることが崩れにくいということに一番興味深かったです。実際にパスタブリッジを作ってみて思ったことは、私が作ったパスタブリッジは、正三角形に側面がなっていなかったの、あまり大きなものを持ち上げられるほどの威力がありませんでした。なので実際の橋を使うと車何台も橋の上に乗っていても崩れることがないので、私はとてもすごいなと当たり前のことながら自分が体験したら、感じられました。今回はこのような機会を設けていただきありがとうございます。
17	橋を設計する時には、橋の間のかたちで耐久性が変わるということが印象に残りました。楽しかったです。	27	一位の人が数学が得意なのかを知りたいです
18	パスタが意外と丈夫で驚いた！	28	橋の構造について理解することが出来てとてもためになりました。より強い構造について深く考えてみたいです。ありがとうございました。
19	パスタで橋を作って自分の理想の形にすることができたが、そこまで耐久性が高められなかったの、どうすればよいか将来の勉強に活かしたいと思った	29	橋を作る時に、どうすれば軽くて丈夫なものを作れるのか考えることが大変だと思いました
20	パスタブリッジを作った時、橋の幅が大きすぎて1.35kgまでしか測れなかったので、橋の幅を広くなりすぎないようにしなければいけないことが強く頭に残った。	30	似たような形でも、作り方の工夫が違くと丈夫さが変わることが印象に残りました。
21	昔の手回し計算機を使えて良かったです。また、パスタブリッジでは、作る人はいろんなことを考えて作っていることが分かりました。茨城大学の先生方有難うございました。		
22	とても面白く、興味深かったです。		
23	橋についてよく考えたことがなかったので、これを機会によく考えてみたい。		
24	自分のオリジナルの橋を作れて楽しかったです！		

## 令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

31	話を聞くだけでなく、実際に自分で作って、実験をしてみたりできてわかりやすかったです。また、みんなのアイデアを詰め込んだパスタブリッジも見ることができて、いろんな考え方があるんだなと改めて感じました。
32	今回の講義では、パスタやバルサ材を通して、建築物の強度をシュミレーションしているということが印象に残りました。今後もこのような機会がありましたら、参加していきたいです。

### ②電気いらすのコンピューター

No.	感想
1	電気を使わない計算機はどのような仕組みなのか気になりました。
2	私は、手回し計算機について特に印象が残りました。オンラインで参加したので、実際に操作することはできませんでしたが、また機会があったら試してみたいです。
3	機械式計算機をもっと知りたかった
4	タイガー計算機は、初めて使い、使い方が面白いなと思いました。
5	簡単な操作方法でも、すぐに答えが出てすごいなと思いました。
6	タイガー式計算機が出てからパソコンが普及するまでの時代についてもっと知りたいです。

7	手回し計算機が直にさわるととても楽しかったです。時間もちょうど良かったです。
8	わかりやすく丁寧に教えて下さり、ありがとうございました。
9	手回し計算機を実際に触って、計算をできたという体験ができて良かったと思います。
10	コンピュータは必ず電気を使うものだと思っていたが電気を使わないコンピュータもある事を知りとても驚いた。
11	コンピューターや計算機の歴史などについて知れた。
12	貴重な体験をすることができた
13	計算機を動かすのが楽しかった。
14	計算機が手動で動くことに驚きました。中の仕組みを見たいです。
15	手回しで計算ができる機械があると知り、とても驚きました。
16	他にどんな機械があるか知りたくなった
17	手回し計算機を初めて見たが、正確でかつ簡単に使うことが出来た。また、手回し計算機は、電卓が無い昔にあったため、人々には欠かせないものと言うことが分かりました。
18	電気が無い時代にも、技術を用いた工夫をして電気と同じ働きをするものを使っていたんだということが印象に残り

令和5年度地域支援プロジェクト（教員版）

	ました。		体験となりました。先日はありがとうございました。
19	昔の発明が面白かった！	28	手回し計算機の分解をしたいと思います
20	手回し計算機を使用して、友達と計算し協力しながら講義を受けることができた	29	電気を使わない計算機は知ってビックリしました。ありがとうございました。
21	手回し計算機で、負の数や、限界を超える数を入れるとバグが起きてチーンとなるところが興味深かったです。	30	電気を使わず計算できるものがあると知らなかったのも、面白いと感じました
22	貴重な計算機を使わして下さり、有難うございました。	31	電気を使わないで計算できる機械があること
23	昔の人は技術や資源が現在のよう発達してないのに、電気いらずのコンピューターを作り出したのが凄いなと思いました。	32	話を聞くだけでなく、自分で考えてみたり、手回り計算機を実際に使ってみたりして、電気がなくてもこんな事ができるんだと、凄さを感じました。
24	昔の人も電卓を使っていることを知り、驚いた。	33	今、日常で使われているコンピューターは電気が必要ですが、昔は手作業のコンピューター（計算機）が使われていたということが印象に残りました。
25	手回し計算機を開発した昔の人がすごいと思いました。貴重な機会ありがとうございました！		
26	手回し計算機を使い昔の人の知恵を体で感じる事ができた又今のようにスマホで計算ができるのがどれほど便利なのかも分かった		
27	私は、小学1年生から小学5年生の終わりまで、そろばんをやっていたので、タイガー計算機を使って計算を行ったときにはとても驚きが大きかったです。昔の人は色々と工夫をして計算をしているのだなと思いました。それ以外にもたくさんの興味深い話を伺うことができ、とても貴重な		