

インクルーシブラボで生物実験タイム！

ひらめき・ときめきサイエンス

東京大学先端科学技術研究センター
インクルーシブデザインラボラトリー

第1回

2025年8月30日（土）午前10時～午後5時
先端科学技術研究センター4号館2階講堂

第2回

2025年10月11日（土）午前10時～午後5時
先端科学技術研究センター3号館南棟4階454室

はじめに	2
当日のスケジュール	3
場所	3
実験内容	5
実験1 筋電位の計測	5
目的	5
実験装置	5
基本的な実験手順	5
実験2 ハエトリソウの電気応答の計測	6
目的	6
実験装置	6
基本的な実験手順	6
参考資料1 過去の実験プログラムの様子	8

2024年度DO-IT Japan	8
授業の様子	9
筋電位を計測する様子	10
ハエトリソウに触って電気応答を計測する様子	11
NHKによる取材	11
2023年度DO-IT Japan	12
科学実習参加者の感想	12
2024年「東大の研究室をのぞいてみよう！多様な学生を東大に」インクルーシブ特別企画	14
参考資料 2 実験室の紹介	16

はじめに

東京大学の並木研究室では、障害や病気の有無に関わらず、科学の研究や学習ができるような環境をつくる方法を研究しています。その研究の一環として、このプログラム「インクルーシブラボで生物実験タイム！」では、障害や病気のある中学生・高校生を研究室に招き、実際に実験を行ってもらうことで、実験環境のバリアをなくしていくためにはどうしたらよいのかをいっしょに考えていきます。

障害のある生徒は、学校の理科実験では同級生の作業を見るだけで、自分自身で手を動かすことが少ないかもしれません。このプログラムでは、まず自分自身で実験を行ってもらうことを目指します。実験の作業が難しい場合は、どのような工夫や支援があればできるようになるかを考えます。社会生活において障害のある人の体験する社会のなかのバリアを解消するための対応のことを「合理的配慮」といいますが、実験室でも同じように、合理的配慮の具体的な方法を検討していきたいと思います。生徒だけで考えるのではなく、プログラムに参加する教員や研究者、支援機器の専門家、医療専門職のスタッフと話し合いをして、いっしょに手段を検討していきます。

今回取り組む実験のテーマは「生体電気の計測」です。生き物の電気を測る実験は、測定機器が高額で、また、機器のセットアップも複雑であるため、大学の生物学実験レベルでないと取り上げられることが少ないという事情がありました。しかし、米国の企業によって安価で小型の測定装置が開発されたため、このプログラムではそれを使います。手のひらサイズであることから、実験中の移動が少なくなり、手の動作の範囲もより狭いものになるため、例えば車椅子の利用者にとって使いやすいです。

実験内容は、大きくふたつに分かれています。前半は、手技としては比較的簡単な筋電の計測を通じて、生体電気の基礎を学びます。自分の腕などに電極を貼り、アンプを使って増幅した信号を、オシロスコープのアプリで確認します。また、音や振動に変換して同じ筋電位の信号を体験してみます。

後半は、より細かい操作が求められる植物の電気生理実験を行います。あまり知られていませんが、植物の体内でも動物の神経系のような電気信号による情報処理が行われています。虫にかじられたときなどに信号が発生しますが、このプログラムでは、観察がしやすい材料として、食虫植物のハエトリソウやオジギソウなどの動く植物をあつかいます。どちらの植物でも、機械的な刺激によって葉が閉じますが、このときに葉と土にそれぞれ電極をさすことで、間を流れる電気を測ることができます。

実施場所

〒153-8904 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学先端科学技術研究センター 4号館2階講堂

[先端研へのアクセス](#)（研究所のウェブページ）

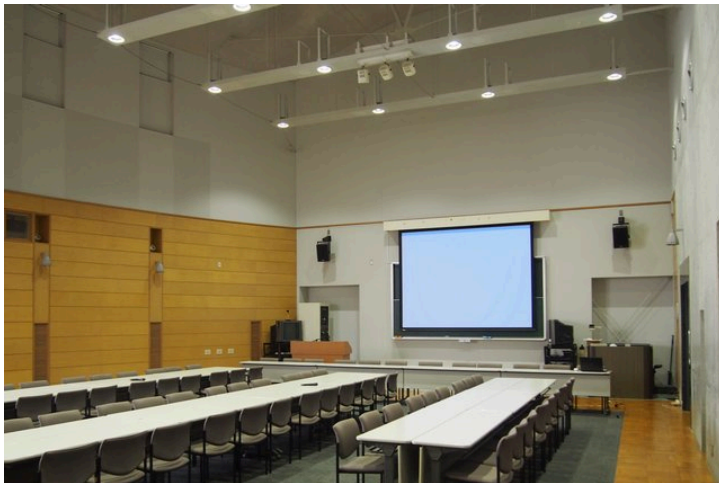
[先端研内の駐車場スペース](#)（jpgファイル）（障害者用スペース有）

※正門右手の守衛所で行き先を並木研（内線55194）と記入をお願いいたします。

先端研4号館外観



会場: 先端研4号館2階講堂



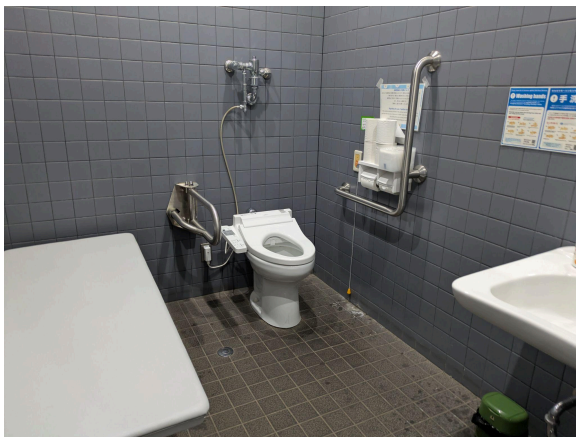
休憩室: 先端研4号館2階講義室(講堂の隣)



講堂(会場)前のエレベーターホールにはウォーターサーバー、その裏手に自動販売機があります。



会場の建物の1階に車いす用トイレがあります



所内の多目的トイレ

3号館南棟1階、3号館1階および5階、4号館1階に多目的トイレがあります。

- [多目的トイレの写真](#) (jpgファイル)

当日のスケジュール

以下のスケジュールは大まかな目安です。参加者の様子を見ながら、実験の進行速度を調整したり、休憩を取ったりします。また、実験用の植物の状態によっても、実験内容がいくらか変更になる可能性がありますので、ご了承ください。

9時30分	受付開始
10時	参加者の自己紹介、研究室の紹介など 講義「実験室の合理的配慮」

11時	筋電位の計測 講義「生き物が使う電気について」 実験「自分の筋肉の電気を測ってみよう」
12時	お昼休み
13時	(必要に応じて、筋電位の計測の続き) 植物電位の計測 講義「植物の運動について」(資料： PDF) 実験「植物の電気を測ってみよう」
14時30分	休憩
15時	植物電位の計測の続き
16時	実験の振り返り 未来の博士号授与式
17時	解散

実習の参考資料(動画)

[①合理的配慮](#) (28分)

([実験室の合理的配慮](#)、[合理的配慮の事例](#)、[障害者のSTEM支援事例](#))

[②動物の電気について](#) (14分)

[③植物の電気](#) (11分)

([電気計測実験の動画](#))

実験内容

実験1 筋電位の計測

目的

自分の筋肉に電極を付けて、電圧の変化を測定する。筋肉に力を入れたり、力を抜いたりしたときに、どのような電圧の変化が生じるかなどを観察する。

実験装置

測定装置 Muscle SpikerBox (Backyard Brains社)

- メーカーウェブページ：<https://backyardbrains.com/products/muscleSpikerbox>
- 実験例の動画：https://www.youtube.com/watch?v=E2dALNLa8_g

分析用アプリ Spike Recorder (Backyard Brains社)

- メーカーウェブページ: <https://backyardbrains.com/products/spikerecorder>

基本的な実験手順

手順1. 医療用の電極を皮膚に貼り付ける。計測したい筋肉の上に2枚、それ以外の皮膚の上に1枚、合計3枚の電極を用いる。



図. 電極を貼り付ける様子

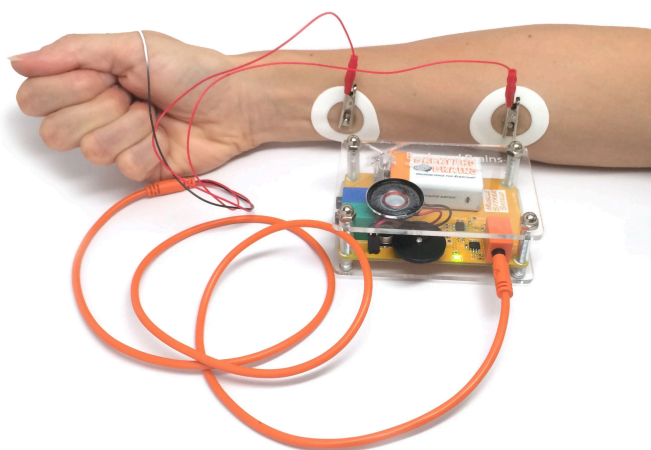


図. 貼り付けた電極の金属部分をワニ口クリップでつかむ

手順2. 3枚の電極と測定装置を導線でつなぐ。



図．ケーブルを装置（SpikerBox）に差し込む



図．電極とアンプをケーブルでつなぐ

赤いケーブルを測る筋肉へ、黒いケーブルは筋肉が少ないところへ（参照電極）（
Backyard Brains社ホームページの画像）

<https://backyardbrains.com/cdn/shop/files/muscleSpikerBoxHand.jpg?v=1737581020>

手順３．測定装置のスイッチを入れると、筋肉のつくる電気を検出することができる。

手順４．筋電をいくつかの方法で観察する。測定装置をスピーカーやイヤホンにつなげば、電気信号を音として観察することができる。また、タブレットやパソコンなどにつなげば、装置を作ったメーカーのアプリを使って、信号をグラフとして見たり、録音したりすることができる。

SpikerBoxで筋電図を測る様子：<https://www.youtube.com/watch?v=ORKiNwgW9Lc>

実験2 ハエトリソウの電気応答の計測

目的

植物に電極を付けて、電圧の変化を測定する。今回の実験では、ハエトリソウという速い動きを特徴とする植物を実験に使用することで、植物の動きに伴って生じる電気信号を計測する。

参考ウェブページ：基礎生物学研究所「食虫植物ハエトリソウの記憶の仕組みを解明」

<https://www.nibb.ac.jp/press/2020/10/06.html>

実験装置

測定装置 Plant SpikerBox (Backyard Brains社)

- メーカーウェブページ：<https://backyardbrains.com/products/plantspikerbox>
- 使用法の動画：<https://www.youtube.com/watch?v=g7qHtdkzIEo>
- 使用法の説明文書：
https://backyardbrains.com/experiments/plantspikerbox_VenusFlytrap
- 製品紹介動画 (TED)：<https://www.youtube.com/watch?v=pvBISFVmoaw>

分析用アプリ Spike Recorder (Backyard Brains社)

- メーカーウェブページ：<https://backyardbrains.com/products/spikerecorder>

基本的な実験手順

手順1：ハエトリソウの葉の外側に接触するように、金属線でできた電極を設置する。



手順2：葉と電極の間に導電性ジェルを付けて、通電しやすくする。



手順3：参照電極を近くの土にさす。

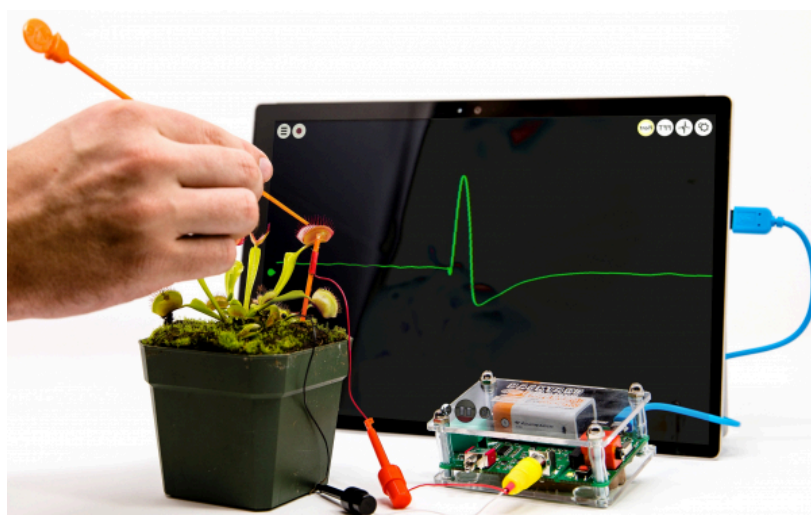


手順4：2つの電極と測定装置を導線でつなぐ。

手順5：測定装置とタブレット端末（またはパソコン）をケーブルでつなぐ。

手順6：測定装置のスイッチを入れ、タブレットのアプリを起動すると、ハエトリソウの電気を計測することができる。

手順7：葉の内側にある感覚毛のうち、1本を1回だけ触る。（2回触れたり、2本の感覚毛に触れたりすると、葉が閉じてしまう。1度閉じると、数日間開かなくなることがあるので注意する。）



以上の実験内容を紹介する写真の著作権は、Backyard Brains社に帰属します。

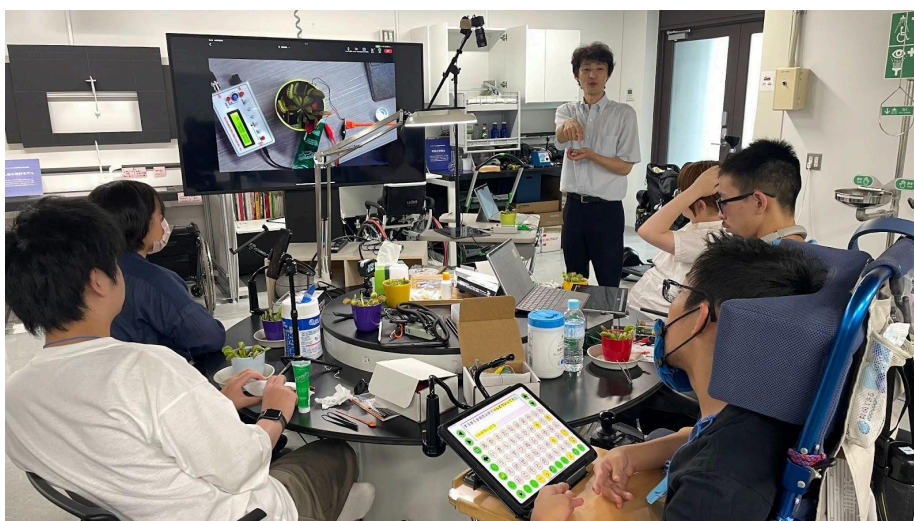
参考資料1 過去の実験プログラムの様子

これまでにインクルーシブデザインラボラトリーで行った科学実習の様子を紹介します。

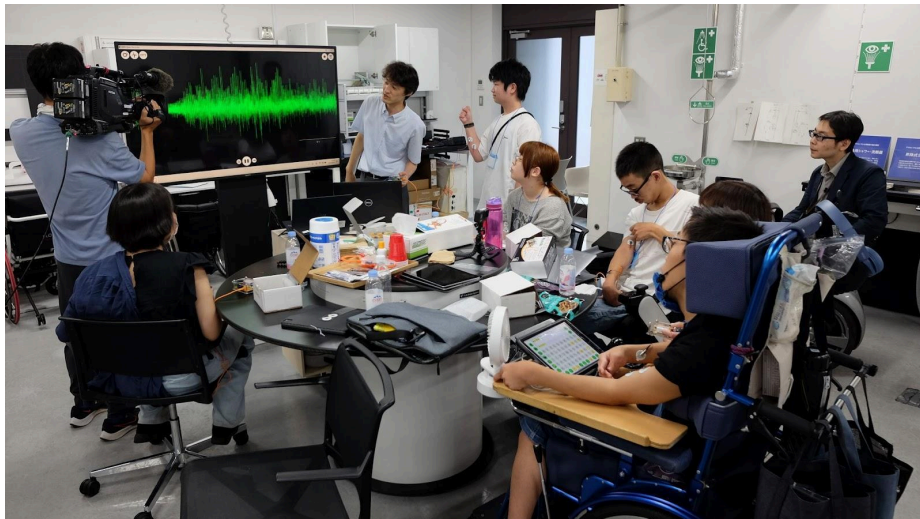
2024年度DO-IT Japan

普通校から、病気、肢体不自由や発達障害、視覚障害のある生徒が参加してくれました。

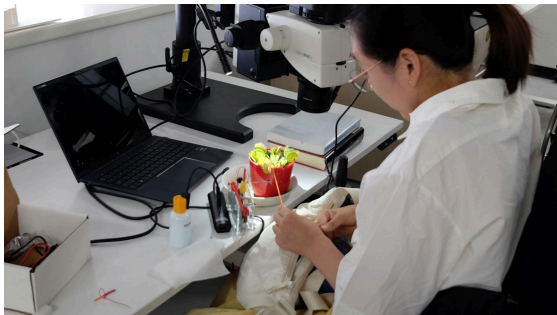
授業の様子



筋電位を計測する様子



ハエトリソウに触って電気応答を計測する様子



NHKによる取材

DO-IT Japanの様子は、2024年12月12日にNHK Eテレ番組バリバラで紹介されました
([「「学びたい」を諦めない!理系×障害者」](#))。



「学びたい」を諦めない!理系×障害者

公開: 2024年12月26日(木)午後6:37 | 更新: 2024年12月26日(木)午後6:37
NHK

最新記事



[「学びたい」を諦めない!理系×障害者 >](#)

[オタクたちの挑戦～密着!動画制作プロジェクト～ >](#)

[クリスマス料理SHOW >](#)

[山本ゆりさんのクリスマスレシピ >](#)

[自分らしく働きたい! トランスジェンダー×仕事 >](#)

2023年度DO-IT Japan

普通校から、肢体不自由や発達障害、視覚障害のある生徒が参加してくれました。

科学実習参加者の感想

引用元: [『DO-IT Japan 2023 REPORT』13ページ](#)

- 自らの手で楽しめなかった実験室での「生物実験」に本気で向き合い、求めるべき配慮について理解できました。いままで、実験とは周りの人が行う様子を見学するものでした。

今回は、人に容易に支援を求められる環境がありました。また、机や洗面台の高さを変更でき、緊急用シャワーも車いすの人が利用できるようになっていました。

- 正に「新発見」でした。高校の実験では、障害による困難等で時間が掛かり、授業の速さについていくのがやっと…。インクルーシブ・ラボでは高さ調整可能な机や流し台。障害を理解してくれる方々の存在。まさにインクルーシブでした。進学等

で重要になる「自分の困難や障害」への認識、「自分の個性」を新発見できました。

- 実験の際の見えにくさによる困難さがあり、視覚補助具を使用し参加した経験はありましたが、1人でできる作業には限りがありました。今回、実験時に初めて見る視覚補助具も体験して、ほぼ全ての作業が1人ででき、とても達成感がありました。適切な合理的配慮を受ければ周囲と同様に実験を行うことができることを実感しました。
- 参加前は実験動作に苦勞すると予想していたが、一番苦勞したのは実験動作の手本を見ることであった。テーブルに近づき前屈みの姿勢を維持するのが大変であった。しかし、手本をカメラに映して、手元のiPadで見ることで解決できた。「実験の授業での自分の困り事と、それに対する解決策」を大学入学後、生かしていきたい。

【参加者の感想】



正野 寛一郎
2021 スカラー

自らの手で楽しめなかった実験室での「生物実験」に本気で向き合い、求めるべき配慮について理解できました。いままで、実験とは周りの人が行う様子を見学するものでした。

今回は、人に容易に支援を求められる環境がありました。また、机や洗面台の高さを変更でき、緊急用シャワーも車椅子の人が利用できるようになっていました。



加藤 弘絵
2020 スカラー

正に「新発見」でした。高校の実験では、障害による困難等で時間が掛かり、授業の速さについていくのがやっと…。インクルーシブ・ラボでは高さ調整可能な机や流し台。障害を理解し支援してくれる方々の存在。まさにインクルーシブでした。進学等で重要になる「自分の困難や障害」への認識、「自分の個性」を新発見できました。



佐藤 殊菜
2021 スカラー

実験の際に見えにくさによる困難さがあり、視覚補助具を使用し参加した経験はありましたが、1人でできる作業には限りがありました。今回、実験時に初めて見る視覚補助具も体験して、ほぼ全ての作業が1人ででき、とても達成感がありました。適切な合理的配慮を受ければ周囲と同様に実験を行うことができることを実感しました。



飯野 あすか
2019 スカラー

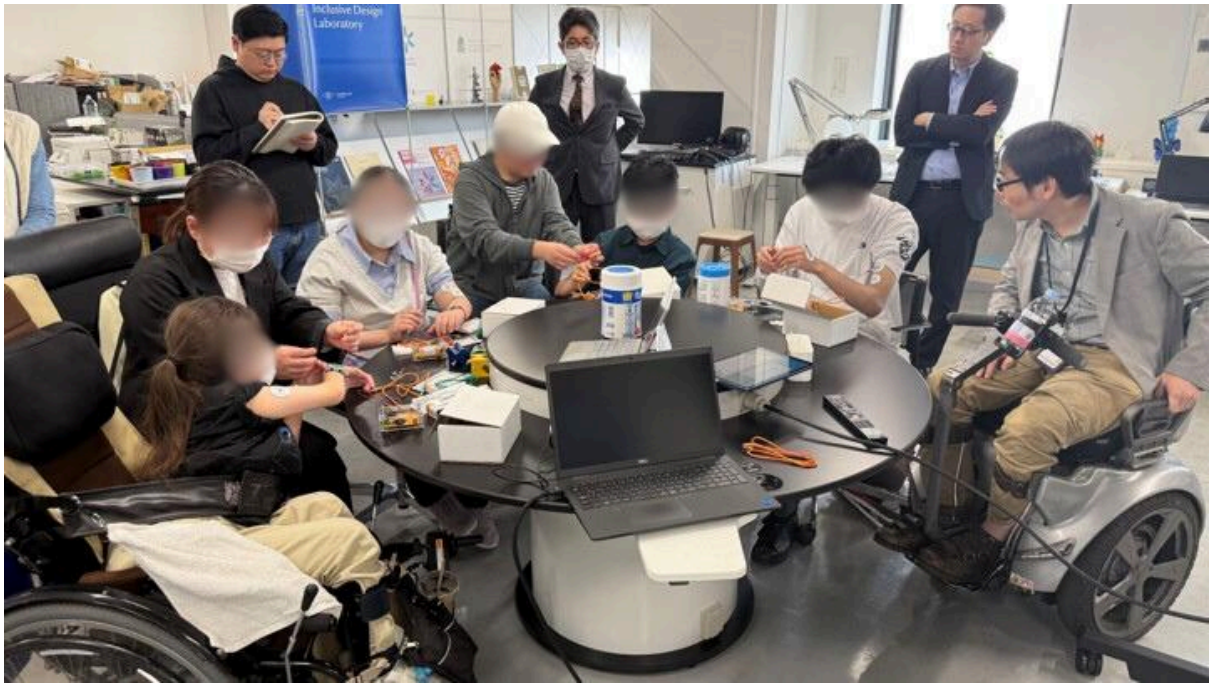
参加前は実験動作に苦勞すると予想していたが、一番苦勞したのは実験動作の手本を見ることであった。テーブルに近づき前屈みの姿勢を維持するのが大変であった。しかし、手本をカメラに映して、手元のiPadで見ることで解決できた。「実験の授業での自分の困り事と、それに対する解決策」を大学入学後、生かしていきたい。

2024年「東大の研究室をのぞいてみよう！多様な学生を東大に」インクルーシブ特別企画

東京大学の「[東大の研究室をのぞいてみよう！～多様な学生を東大に～](#)」プログラムのインクルーシブ特別企画として、障害のある高校生を対象として、科学実習「インクルーシブラボで生物実験タイム！」を開催いたしました。特別支援学校・普通校から、病気、肢体不自由や視覚障害のある生徒が参加してくれました。

初等中等教育の理科においても、障害の有無にかかわらず、同じ場所で学ぶインクルーシブ教育に向けて、すべての生徒が実験に参加できる環境の整備が望まれています。東京大学先端科学技術研究センターのアクセシブル実験室において生物学の実習を開催し、実験作業を通じて生徒が直面する可能性のある困難を具体的に想定し、実験での合理的配慮の考え方や、配慮を実現するための具体的なアドボカシーの手法を学びました。

普通校に通う障害のある生徒さんや、特別支援学校の生徒さんの参加がありました。さらに教育に関心のある方、このテーマに関心のある企業の方などの参加もありました。好評につき、来年度以降も開催していきたいと思います。



参考資料2 実験室の紹介

障害のある人のSTEM分野への参加を増やすという目標のもと、インクルーシブデザインラボラトリーでは以下の活動を行っています。今回の実習では、障害のある生徒が実験を行うために、インクルーシブデザインラボラトリーのスペースを使用します（図1）。この実験室の開発した実験テーブル、流し台、収納、緊急用シャワーなど、アクセシビリティが考慮されたものを使用しています。以下ではインクルーシブデザインラボラトリーで行っている研究を紹介します。

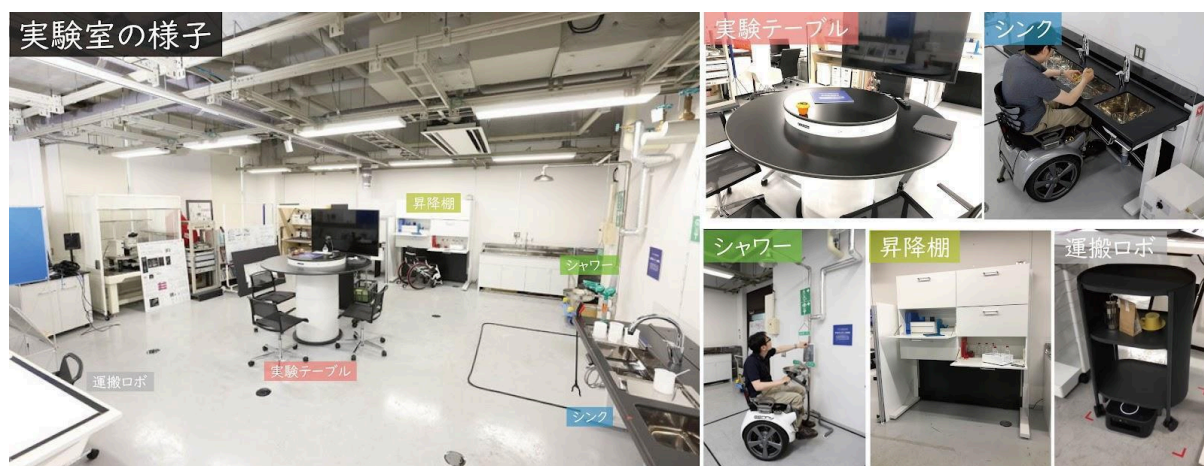


図1. 科学実習を開催する実験室スペース。室内の全景と（左）、実験室内の設置された什器を示す（右）。実験室内は車椅子がすれ違う分の通路幅が確保されている。車椅子利用者へのアクセスを考慮した実験什器の他、実験道具・試薬を移動するためのロボットも配置されている（プリファードロボティクス、「カチャカ」）。

障害のある研究者に加え、デザイナー・理化学機器の専門家らによるチームを組織して、共同でバリアフリー実験室の設計を行いました。流し台・緊急用シャワー・実験台など個別の什器のアクセスについて、車椅子利用者など身体障害のある人にとっての現行設備の課題を明確にし、その解決策となるデザインを検討しました。このため設計のすべての段階で、障害当事者の参加を求めるインクルーシブデザインのアプローチを用いました（図2）。什器の設計・製作はヤマト科学株式会社と株式会社GK設計との共同研究により行いました。

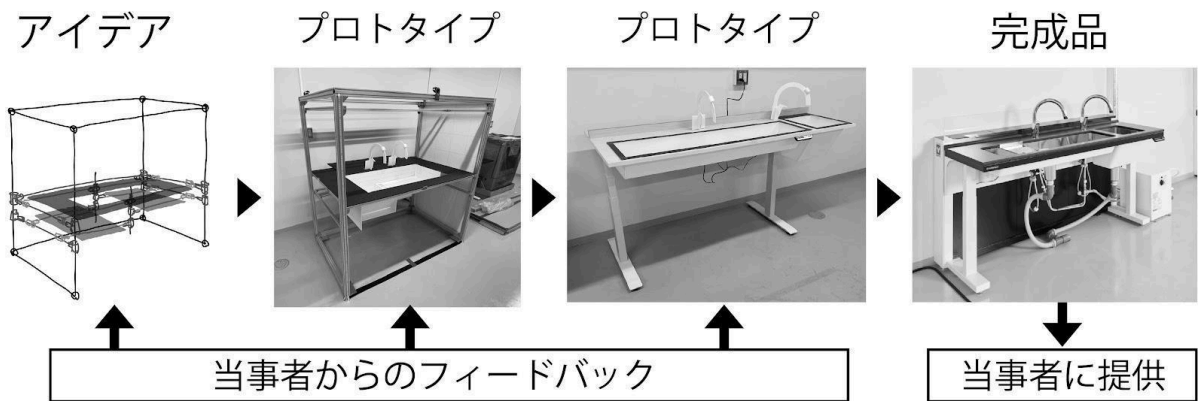


図2. インクルーシブデザインによる流し台製作の工程. アイデアを形にするうえで、いくつかの試作品（プロトタイプ）を製作し、それぞれの段階で障害当事者の意見を反映した。

アクセシブルな流し台 研究室ではまずアクセシブルな流し台の製作に取り組みました。設計段階からすべてのプロセスにおいて車椅子のユーザーに参加してもらい、アクセシブルな流し台を作製しました。実験室の一般的な流し台では車椅子等の座位では、正面からアクセスすることが難しいのですが、この課題に対し、流し台下部のけこみ（クリアランス）を用意し、座位によるリーチの長さに対応して奥行の短いデザインを試作しました。さらに人によりを使いやすい流し台の高さが異なること、立位の人も使用することから、電動昇降機能を取り付けました。プロトタイプを製作した段階で、車椅子利用者がシンクに体重を預けて使うニーズを受けて流し台の前部を滑らかに加工し、さらにつかまり立ちのニーズを受け、つかまることができるようシンクの前縁部に返しの構造を設けました。また同時に支援者が作業するというニーズを受け、2人で作業できるよう流し台の幅を広げました。これらの要素を備えた流し台について製品化を行っています（ヤマト科学株式会社・LSSB-L189TZ）（図3）。

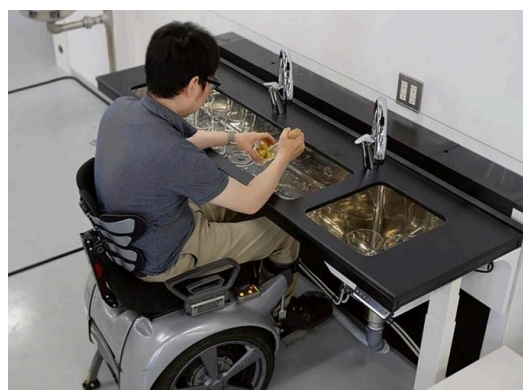


図3. アクセシブルな実験室流し台。

この流し台を含む実験室空間のコンセプトモデルLab Space Systemは2022年度の公益財団法人日本デザイン振興会[グッドデザイン賞](#)を受賞しました。流し台およびデザインの様子は2023年のNHK

BS1スペシャル「[当事者が研究者](#)」にて紹介されました。さらにアクセシブルな流し台の有効性の効果検証にも取り組み、株式会社TOTOユニバーサルデザイン研究所と共同し、身体の各関節に慣性計測装置を取り付けることで、流し台を使用する際の車椅子利用者の動作分析を行いました（**図4**）。流し台の高さにより間接の動作範囲が変化しており、高さの調整によって作業の負荷を軽減されることが分かり、昇降機能の有用性が示されました。

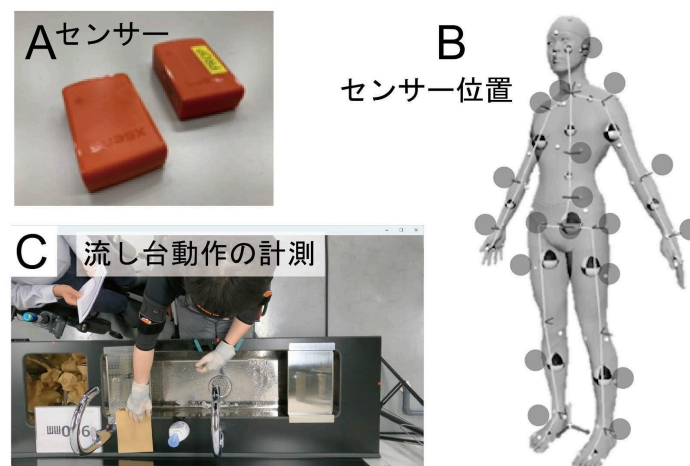


図4. 流し台使用時の動作分析。

アクセシブルな実験テーブル 複数の学生で利用できる実験テーブルのアクセシビリティを検討しました（**図5**）。電動昇降機能に加えて、テーブルの形状を円形とした。これは実験に参加する学生のコミュニケーションを促す効果を意図しています。例えば手話を使って実験中にコミュニケーションをとる場合、一般的な長方形のテーブルの場合、両端の学生の手話によるコミュニケーションが間に座る学生によってさえぎられてしまう場合があります。しかし円形のテーブルの場合、どの位置に座っていてもコミュニケーションが遮られることはありません。加えて、車椅子利用者のアイデアで、中華料理店でよく使われる回転テーブルの構造を取り付けました。店舗では料理をシェアするために使われますが、実験室においては共用して使う物品や試薬のシェアに効果的であると考えています。実験テーブルを動作する様子はTBSテレビの報道番組「[news23](#)」で紹介されました。



図5. アクセシブルな実験テーブル。

アクセシブルな緊急用設備 国内では労働安全衛生法などに化学物質を扱う場所では緊急用洗浄設備（シャワー・洗眼器）の設置が義務付けられています。洗浄設備の具体的な規格については国内で基準が定められておらず、実際には米国国家規格のANSI（ANSI Z358.1）に従っていることが多いです。しかしこの規格は必ずしも障害のある人を考慮に入れて設定されているわけではありません。研究室では日本エンコン株式会社から提供を受けた、車椅子で利用できるシャワーを導入しています。さらにシャワーの設置場所について、国内の大学では廊下に設置されることが多いのですが、ANSIの基準では暴露から10秒以内のシャワーへのアクセスを求めており、車椅子利用者にとっては困難となっています。このためシャワーを室内に設置していることも特長になっています。

シャワーを使用した場合の漏水を防ぐために、一般的にプール状の構造をした止水用パンが用いられます。止水用のパンは車椅子で乗り越えることが困難であるため、柔らかい止水パンとして、吸水性ポリマーを使ったデザインを発売し、特許を取得しました（[日本国特許7272567](#)）。また塩化ビニルを使った別の止水パンについても特許出願中です（図6）。

A 吸水性ポリマー



B 塩化ビニル



図6．車椅子で利用できる防水パンの試作品。(A) 吸水性ポリマーを止水壁として利用したデザイン、水が触れるとポリマーが膨張して止水される。(B) 塩化ビニルを加工することにより、車輪で乗り越えることができる止水壁のデザイン。車輪の通過後に形状が回復する。

アクセシブル実験室検討のためのバーチャルリアリティ（VR） 実験室空間を設計するうえで、障害の当事者を含めて多様なステークホルダーの意見を取り入れるためには、図面のみでは不十分です。将来的な実験室の整備のためのテスト環境および課題となる動作のシミュレーションとして利用するため、実験室空間および什器のCADデータを作成し、VRコンテンツを制作しました(図7)。文献調査によって定めた暫定基準に従い、実験室内の移動が最小化されるような実験室内の図面を作成しました。意見交換を効果的に行うため、遠隔地で共通のVR空間を同時に体験し、円滑なコミュニケーションが可能なVRシステム（遠隔共同体験VRシステム）を整備しています（図7）。このシステムにより、全国から複数の異なるユーザーが同一のVR空間内にアクセスできるようになっており、外出が難しいような障害のあるユーザーからの意見を集めることができます。現在までに、本研究室が活動する東京大学の[インクルーシブデザインラボラトリーのVR](#)に加えて、東京大学の理系学部では必修となっている科目を行う[化学実験室のVR](#)を作製しています。

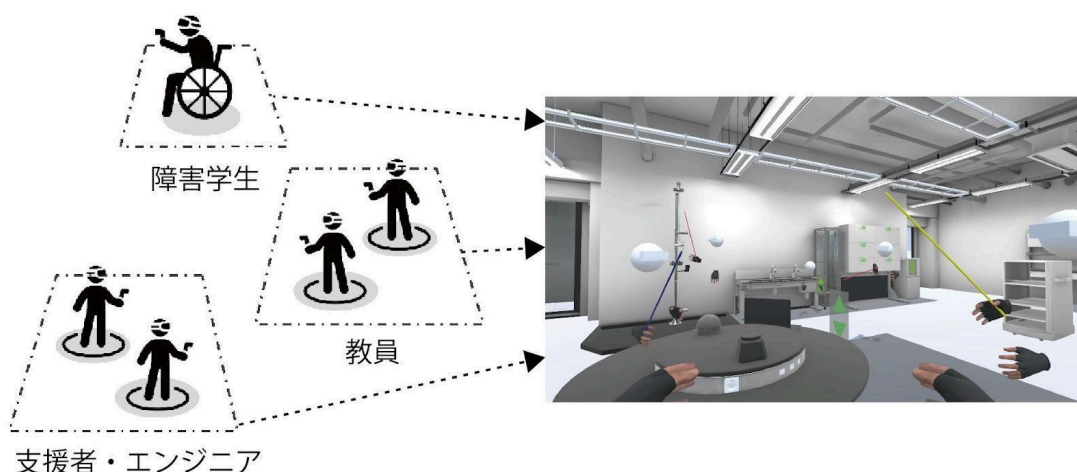


図7．遠隔共同体験VR。学生と遠隔地にいるステークホルダーが同一の実験室VRにそれぞれアクセスし、VR上でデザインの議論や建設的対話を行う。イメージ中に各参加者のコントローラに対応した「手」が表示されている。VRはインクルーシブデザインラボラトリーの設計に使用した。株式会社kaimenとの共同開発。

実験室什器の紹介動画：

 障害のある学生や研究者の活躍応援基金のご紹介

本プログラムは、日本学術振興会科研費25HT0036の助成を受けたものです。

実施機関：国立大学法人東京大学

実施代表者：並木重宏

連絡先：namiki@rcast.u-tokyo.ac.jp