

きづく、つながる、体感する、 AI-ICT を利用する科目連携による学びの深化

佐藤 学[†]

“Find, connected and Experience,”

Deepening learning through course collaboration utilizing AI-ICT

Manabu SATOU[†]

ABSTRACT

We examined teaching materials to promote and deepen students' independent learning by making students aware of and utilizing the connections between lesson subjects and experiencing the solutions of familiar phenomenon problems. AI-ICT was used for the relationship between physics and mathematics in vibration phenomena, and AI-IoT was used to connect hot summer heat and measurement engineering. It is expected that AI-ICT and AI-IoT will be used as a starting point for further deepening and expanding learning from the collaboration between subjects in the teaching so far.

Key Words: *Improvement in education method, Experiments and practical training, Supplementary materials, Computer, Artificial Intelligence, Environment, Thermal Engineering, Measurement Engineering, SDGs*

キーワード: 教育改善, 実験実習科目, 補助教材, コンピュータ, AI, 環境, 熱工学, 計測工学, SDGs

1. 緒言

授業科目のつながりに気づくことは初学者には難しいと思われる。例えば「微分」は微分、「基礎物理学」は基礎物理学、「機械力学」は機械力学と全く別物として学生はとらえ、単なる公式として記憶しようとする傾向が学生には見られる。何の役に立つのか、卒業後によりよく大学の学びが実社会の学びとつながっていることに気付く場合もあるかもしれない。授業科目間のつながりを学生に気づかせ、学生が活用

し、身近な事象や課題の解決を学生が体感することによって、学生の自主的な学びを促進・深化させる。つまり「わかった」あるいは「気づいた」が学生の自主的な学びを促進させる原動力となり得る。これが次の学びに繋がれば、さらに学びの深化も期待できる。

本学でもIT (Information Technology)に関する学びを希望する学生が増加しており、ゲームクリエイターになりたいと希望する学生もある。記述すべきスクリプトのルールだけでなく、物体の自然な動きをプログラムするための物理学やリンク機構の理解もクリエイターには必要であろう。仮想空間での学びを現実体験に結びつける、従来はその逆であったように思うが、学生の自主的な学びを促進できるならばICT

令和4年2月7日受付

[†] 工学部機械工学科・教授

(Information and Communication Technology) は積極的に利用したい。

本論文では、授業科目間のつながりを学生に気づかせ活用し、身近な事象や課題の解決を学生が体感することによって、学生の自主的な学びの促進・深化に資することを目的とする。

身近な事象を通して科目間のつながりを認識できる事例として、物体トラッキングによって「基礎物理学I」の振動や「微分」で学んだ微分方程式の解が、確かに三角関数として表現されていることを学生に伝達できる教材作成を行う。課題解決を直接的に体感できる事例として、工作技術センター仕上げ室の熱伝達（建物の冷却）を取り上げる。AI-IoT (Artificial Intelligence – Internet of Things) プラットフォームを利用して建物内部の多地点温度履歴測定を実施する。

AI-ICTの活用例を示し、学生が体感することにより、本学工学部学生必携となったパソコンの活用の呼び水となり独創的な活動のきっかけになることを期待する。

2. 経過と成果概要

2.1 身近な事象を通して科目つながりを認識できる事例教材の作成

AI-ICTを用いた物体トラッキングによって「基礎物理学I」の振動や「微分」で学んだ微分方程式の解が、確かに三角関数として表現されることを「物理学実験（ボルダ振子による重力加速度の測定）」の課題の中で確認できる教材を作成した。図1に様子を示す。パソコンに取り付けたUSBカメラで振り子を撮影し、黒点として捉え赤丸でマークする。カメラ画面上での振り子の位置を認識しその時間変化を記録する。位置の時間変化をグラフ表示すれば見慣れた曲線となる。これらは数行のPythonプログラミング言語で記述した。一昔前であれば高度な画像処理を行うアルゴリズムや画像データを取り扱うハードウェアそれぞれに大きな障壁があった。しかしながら近年では、OpenCV (Open Source Computer

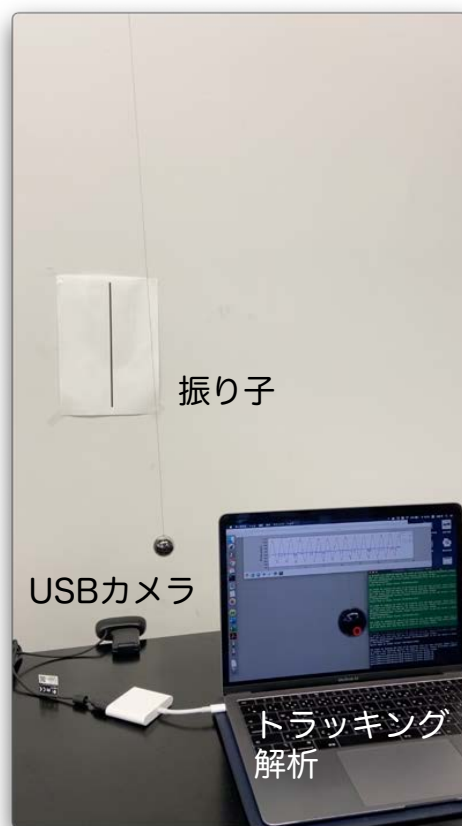


図1 「物理学実験」での説明 カメラで捉えた振子を追跡し位置の時間変化をグラフ表示した例

Vision Library)というコンピューター・ビジョン・ライブラリで画像や動画を処理するのに必要な機能を付加できる。また数値計算を高速で行うNumPyというPythonの拡張モジュールも利用できる。例えば、技術情報共有サイトQiitaなどや「python トラッキング」などをキーワードとしてWeb検索すれば参考となるコード例も得られる。しかも自分のパソコンを通して体感できる。学生は、振り子位置の時間変化が数学の教科書に出てきた曲線になることに気づく。これまで学んだ物理学と数学とのつながりを認識し、これを端緒に、少し踏み込んだ解析を行うのに必要な、これから学ぶ専門的な授業科目へのつながりも見つけることが期待される。このような体験を自らのパソコンを活用して実施するには、2022年度からの新しいカリキュラムでも取り入れられると期待される。

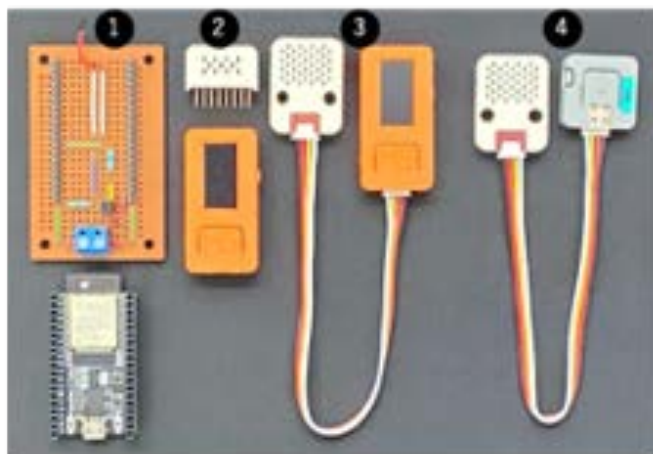


図2 温度測定機器の検討

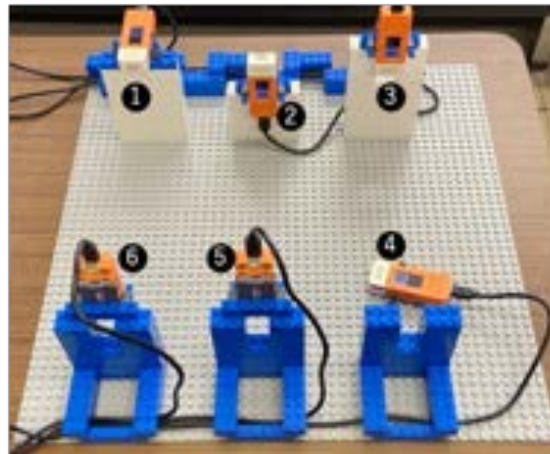


図3 温度測定機器設置向きの検討

2.2 身近な事象を通して科目つながりを認識できる事例教材を活用する改善

身近な事象と自らの学びのつながりに気づく事例教材としてパソコンに接続したカメラと簡単なコードで作成した上述の教材を物理実験室での講義で活用するには改善が必要であった。教員が実験課題の説明をする教卓と振り子のデモンストレーションをする場所が離れているため、実験課題の説明用パソコンの設定あるいはプロジェクタとの接続の切り替えを要した。カメラを接続しトラッキング解析するパソコンを安価に入手できるシングルボードコンピュータのRaspberry Pi (ラズベリーパイ) で置き換える変更を行なった。上述のコードを含めたシステムはそのままラズベリーパイで使用できる。物理実験室内のWi-Fi環境は現状十分でないのでラズベリーパイをローカルなWi-Fiアクセスポイントとした。また、ネットワーク上の離れたコンピュータを遠隔操作するソフトウェアVNC (Virtual Network Computing) を使って説明用パソコンにラズベリーパイのデスクトップ画面を表示可能とした。これによって、接続切り替えなしにカメラケーブルから切り離された説明用パソコンでもカメラをパソコンに直接接続した場合と同様に振り子の様子を表示することが可能となり改善した。

2.3 課題解決を直接的に体感できる科目連携事例教材の作成

工作技術センター仕上げ室の壁面や天井には断熱材がなく、日射による温度変化は著しい。大学の豊富な水源を活用して水かけで冷却するアイデアがある。温度変化の程度を実測し、水かけ冷却の効果を定量的に把握するため、AI-IoTプラットフォームを利用して仕上げ室内部の多地点温度履歴測定を実施した。

温度センサーの検討：多地点の温度計測にあたり、まず温度センサーを検討した。標準的な「計測工学」の授業ではアナログ温度センサーとして熱電対とサーミスタが取り上げられる。はじめに、図2の①に示すサーミスタを用いて、Wi-FiとBluetoothを内蔵するESP32マイクロコントローラーの開発ボードを利用したデータ収集を検討した。測定データはWi-Fi接続した専用のコンピュータに定期的に記録することが可能である。しかし①のユニットを多数作製する工数削減が必要であることがわかった。その後、図2の②に示すDHT12デジタル温度湿度センサーなどが搭載された環境センサーが入手可能となった。ENV HATという名称でESP32搭載したM5StickC (IoT開発基板) に直接接続できる。開発基板に直接接続するため、基板温度の発熱が温度測定

に影響を及ぼす恐れがある。影響の少ない設置方向を検討するため、図3のようにセンサーの位置等（①横、②上、③下、④机上、⑤と⑥は下位置で個体差確認のため）の差異を確認した。さらにその後、図2の③に示すSHT30デジタル温度湿度センサーなどが搭載された環境センサー(ENV.II UNIT)が入手可能となった。この場合はセ

ンサー部が開発基板からケーブルにより20 cmほど離すことができる。加えて、図2の④に示すような、よりコンパクトな開発基板ATOM Liteが入手可能となった。結局、ATOM LiteとENV.II UNITの組み合わせで温度測定と記録を行うこととした。

データ記録法の検討：多地点の計測温度データ記録の仕組みを検討した。Wi-FiあるいはBluetooth接続されたデータサーバーに保存することもできる。例えば安価に入手できるラズベリーパイなどでも設定可能である。サーバーは工作技術センター内のネットワークにアクセスできる場所に設置する必要がある。熱や管理の観点からマスワークス社が提供するIoTプラットフォームであるThingSpeakを利用することとした。クラウドでセンサーのデータを収集保存できる。I2C (Inter-Integrated Circuit)接続された温度・湿度・気圧の各センサーの計測データを5分ごとにWi-Fi接続されたクラウドに保存するには図4のスケッチによった。部屋内の3つの高さで4つの位置で計12箇所での測定を4週間程度継続して行った。



図4 計測データをクラウドに保存するスケッチの例

2.4 工作技術センターの温度測定記録

温度測定記録結果の一部として図5に1日の室温変化を示す。床面からの高さによって、赤色で上部、橙色で中部、青色で下部としている。上

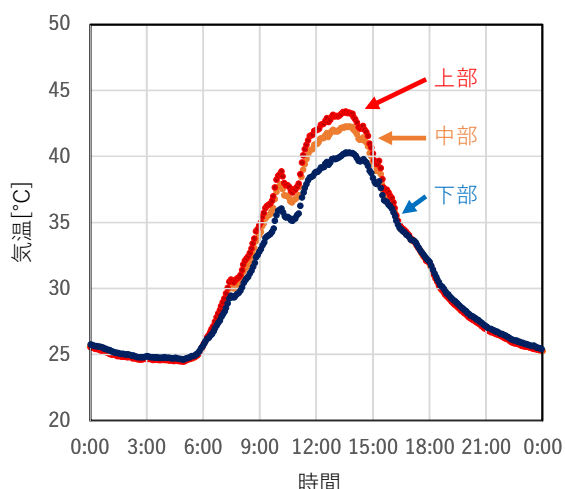


図5 工作技術センター仕上げ室の室内温度の1日の時間変化

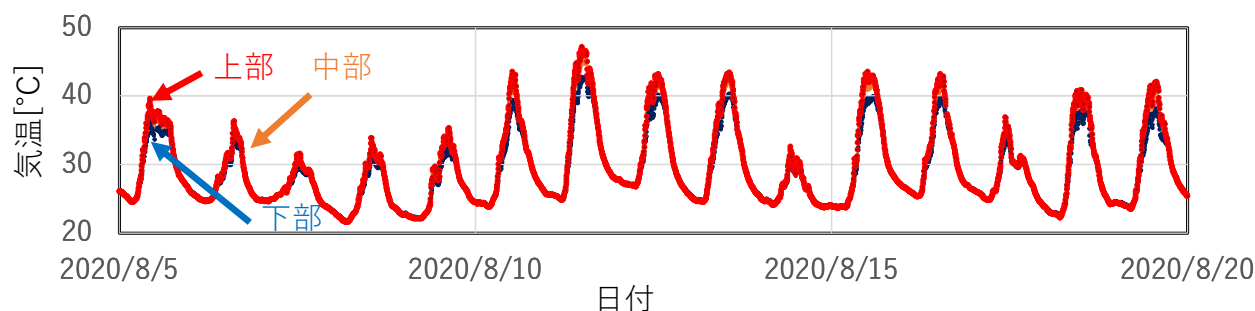


図6 工作技術センター仕上げ室の室内温度の時間変化

部の天井近くで室温が高く、14時頃に最高温度となっている。室温を下げるには、天井からの熱の遮断あるいは屋根の冷却が効果的と推測される。図6に数日間の温度変化を示す。図5と同様に、床面からの高さの上中下を色分けして示している。昼夜の繰り返しがあり、ところによっては20℃近くの日較差で繰り返され最高50℃近くに達している。8月9日頃と21日頃は10 mm以上の降

雨が八戸市で観測されているので気象状況に応じた室温となっていると推定される。

比較のため大学敷地内の機械工学専門棟3階南側の居室の312室の室内温度の測定も実施した。工作技術センター仕上げ室での測定と同様に、ATOM LiteとENV.II UNITの組み合わせで温度測定と記録を行った。温度データを図7に示す。312室は南側にあり日射が強く、最高温度は34℃になる場合がある。室温の日較差は最大でも4℃程度である。常に暑いものの工作技術センター仕上げ室と比較して日較差は穏やかである。気象庁が公開している過去の気象データから八戸市8月の気温データも比較して示した。八戸市の日照時間データと室内最高気温との相関について図8に示した。八戸市の観測地点は大学敷地から10km程度離れているが、日照時間との正の相関から日射の影響はあると考えられる。

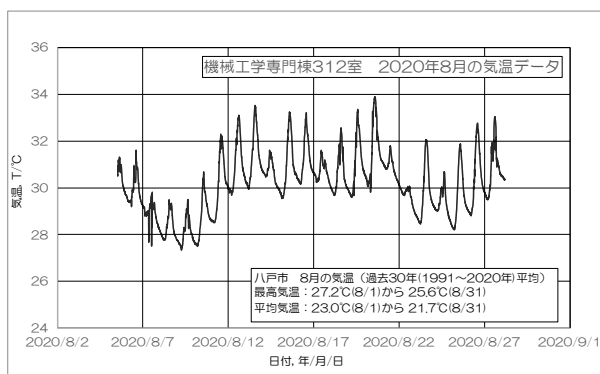


図7 機械工学専門棟3階南側居室の室内温度の時間変化

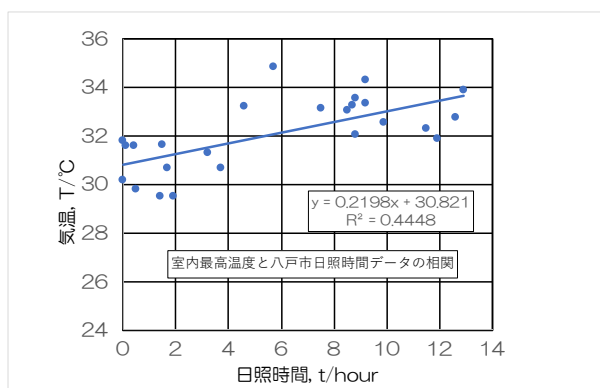


図8 室内最高温度と日照時間の関係

3. 結言

身近な事象を通して科目つながりを認識できる事例教材を用いる1年次の「物理学実験（ボルダ振子による重力加速度の測定）」の説明では、Pythonの簡単なコードで物体トラッキングができることも合わせて紹介している。2021年度からのパソコン必携化により学生自身がパソコン活用方法にさらに関心をもつことも期待される。このような事例紹介を通じて学生の独創的な活動のきっかけになることを期待する。今回はICTやAI-IoTを利用する教材作成を進めた。画像解析ではPythonモジュール、温度測定ではセンサーユニ

ットの小型化やパッケージ化の進化によって、画像処理やセンサーを使えるように実装する部分の動きは極めて早いことを体感した。このようなICTやAI-IoTを利用するパソコンの設定、いわゆる環境を整える際、一般的にはつまづきが生じやすいかもしれない。しかしながら、最近ではブラウザ上で Python を記述・実行できる Google「Colaboratory」も本学で利用可能となっている。学生と教員が「Colab ノートブック」を共有してより身近にICTやAI-IoTを学生が体感でき

る環境が整ってきた。使いやすく実装されたAI-ICTを教材作成に有効に活かす、本取り組みは引き続き進めてゆきたい。

謝辞

本稿は令和2年度教育改革支援経費助成として採択頂いた課題について報告したものである。各位に感謝申し上げます。

要 旨

授業科目間のつながりを学生に気づかせ、活用し、身近な事象課題の解決を学生が体感することによって、学生の自主的な学びを促進・深化させることを目的とした教材を検討した。AI-ICTを振動現象における物理学と数学との結びつきに、AI-IoTを暑い夏の熱と計測工学との結びつきになど身近な事象に活用した。これまでの学びにおける科目間連携から、さらなる学びの深化や広がりへのつながる端緒としてAI-ICTやAI-IoT活用が期待できる。

キーワード: 教育改善, 実験実習科目, 補助教材, コンピュータ, AI, 環境, 熱工学, 計測工学, SDGs