

クラウド IOT とテックメタバースを活用した データサイエンス AI 教育教材の開発

立花 尚登¹⁾, 後藤 仁志^{1),2)}

1) 豊橋技術科学大学 情報メディア基盤センター

2) 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

tachibana.naoto.gz@tut.jp

Development of Data Science AI Educational Materials Using Cloud IoT and Tech Metaverse

Naoto Tachibana¹⁾, Goto Hitoshi^{1),2)}

1) Information Media Center, Toyohashi University of Technology.

2) Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology.

概要

本研究では、クラウドサービスを活用した IoT/データサイエンス教育の実践について報告する。対象は学部 3 年生から修士 2 年生までの学生であり、Raspberry Pi とセンサーを用いたデータ収集、AWS 上でのデータ処理、および Python による可視化演習を行った。これにより、IoT デバイスからクラウド基盤、さらにデータ分析に至る一連の流れを体験的に学習する機会を提供した。また、本講義では次世代の教育基盤として注目されるテックメタバースについても触れ、実世界データを仮想空間に可視化・共有する学習環境の可能性を提示した。

1 はじめに

IoT (Internet of Things) やクラウドコンピューティングは、社会基盤や産業システムを支える重要な技術として広く利用されている[1]。センサーデータの収集、クラウド上での蓄積・処理・解析は、スマートシティ[2]、製造業[3]、エネルギー管理、ヘルスケア[4]など多様な分野に応用されている。このような状況を踏まえると、大学教育においても IoT デバイスの操作やクラウドサービスの利用、データ解析の基礎を体験的に学習することが求められる。本学では、Raspberry Pi[5]及びセンサーを用いたデータ収集、AWS[6]によるクラウド処理、Python[7]によるデータ可視化を組み合わせた演習を実施した。これにより、学生は IoT からクラウド、さらにデータ解析に至る一連の流れを実践的に学習した。さらに、本講義では次世代の教育基盤として注目される「テックメタバース」についても解説を行った。これは、実世界の IoT データを仮想空間に可視化・共有し、没入的かつ協働的に学習を行う新しい枠組みである。本論文では、クラウド IoT を活用した教育

実践の内容と成果を報告するとともにテックメタバースを取り入れた今後の教育展開について展望を示す。

2 講義の設計と実施

本講義は、IoT デバイスによるデータ収集からクラウドサービスを利用した蓄積・処理、さらに Python による可視化・解析に至る一連の流れを体験的に学習することを目的として設計した。対象は学部 3 年生から修士 2 年生までの学生であり、情報系を中心に多様な分野の学生が参加した。

2.1 実習環境

演習において使用した環境は以下の通りである。

- IoT デバイス: Raspberry Pi 4 Model B, BME280 センサー (温度・湿度・気圧の測定用)[8]
- クラウドサービス: AWS (EC2, S3, DynamoDB, Lambda, CloudFormation, IoT Core, Kinesis)
- 可視化環境: Google Colaboratory[9], Grafana (紹介のみ)[10]
- アクセス制御: IAM ポリシーを学生ごとに設定

以上の構成により、学生はセンサーによるデータ取得からクラウド上での保存・処理、Python を用いた可視化までを一貫して学習できるように設計した。

2.2 講義内容と進行

講義は全 6 回(各 90 分)で構成し、オンライン(Google Meet)と学内演習室を組み合わせたハイブリッド形式で実施した。第 1 回ではクラウドコンピューティングの基礎を取り上げ、クラウドの歴史、主要サービス(AWS、GCP[11]、Azure[12])、SaaS・PaaS・IaaS[13]の特徴と課題について学習した。第 2 回では AWS の主要サービス(EC2、S3、DynamoDB)の概要を扱い、AWS CLI を用いた S3 バケット操作(作成、アップロード、削除)を演習した。第 3 回では Raspberry Pi と BME280 センサーを用いた IoT データ収集を行い、OS のセットアップ、センサー接続、Python スクリプトによる環境データ取得と DynamoDB への送信を実施した。第 4 回では DynamoDB に蓄積されたデータの可視化と解析を行った。当初は AWS Lambda による処理と Grafana によるダッシュボード構築を予定していたが、演習環境の制約により Grafana の権限付与が困難であったため、S3 にエクスポートしたデータを Google Colaboratory で読み込み、Python を用いて可視化を行った。また、可視化結果を仮想空間に反映する事例を紹介し、IoT データの応用について議論した。第 5 回ではサーバレスコンピューティング[14]とコンテナ技術[15]の基礎を取り上げ、Infrastructure as Code の概念を説明し[16]、CloudFormation によるインフラ構築と管理を演習した。第 6 回では AWS IoT Core を利用したデバイス通信と Amazon Kinesis によるリアルタイムデータ処理を扱い、ストリーミングデータの生成、受信、保存を体験した。

3 結果と考察

3.1 講義時間

本講義は当初、各回 90 分を想定して設計したが、実際には講義パート終了後に演習を連続して実施したため、全体の所要時間は 2 時間 30 分から 3 時間を超える回もあった。表 1 に各回の講義時間と演

習時間を示す。なお、第 3 回は対面形式で実施し録画を行っていなかったため、時間は概算値である。

表 1. 実施した講義及び演習の時間

回	講義時間(分)	演習時間(分)	総時間(分)
第 1 回	130	69	199
第 2 回	110	83	193
第 3 回	90	90	180
第 4 回	65	72	137
第 5 回	80	152	232
第 6 回	78	115	193

3.2 小テストの結果

実施した小テストの各平均点を表 2 に示す。第 1 回および第 2 回は平均 90 点以上であった。第 5 回は 94.0 点であり、比較的高い得点が得られた。第 6 回は 80.6 点であり、他の回に比べて平均点が低下した。これは、リアルタイムデータ処理や IoT Core のような高度なクラウドサービスの習得に難しさを感じた学生が増加したと推察される。

表 2. 実施した講義の各小テストの結果

回	平均点
第 1 回	97.9
第 2 回	92.0
第 5 回	94.0
第 6 回	80.6

3.3 授業アンケートの結果

授業アンケートの結果を表 3 に示す。アンケートでは、授業内容の理解度について「十分に」「ほぼ十分に」「半分程度」「あまり分からなかった」「全く分からなかった」の 5 段階で、授業全体の評価については「大変良かった」「良かった」「普通」「あまり良くなかった」の 4 段階で回答を求めた。課題の分量や難しさについても「適当」「ほぼ適当」「普通」「やや不適当」などの選択肢で評価した。結果として、第 1 回から第 3 回は「十分に」

「ほぼ十分に」とする回答が多く、基礎的内容の理解は比較的高かった。第4回も理解度は維持されたが、第5回および第6回では「半分程度」や「全く分からなかった」とする回答が増加し、理解の難しさが強調された。授業全体の満足度については全般的に「良かった」「大変良かった」が多くを占めたが、第5回と第6回では「普通」とする回答が増加した。自由記述では、初回に「自動音声に加えた補足説明がわかりやすかった」という意見や「課題の設計改善を求める」意見があった。第2回以降では「1.2倍速再生が適切」「半期科目が望ましい」「非情報系学生には対面でのTA支援が必要」といった要望がみられた。第3回では「コード自作演習を求める意見」があったが、受講者数の増加を考慮するとスケーラビリティと適切な難易度設定の両立が課題となる。第4回および第5回では「進行方式の効率化」「解説音声の改善」が指摘され、第6回では「実際のサービスを演習で触れたことが学びになった」との意見が寄せられた。

表3. 実施した授業アンケートの結果

回	理解度の傾向	満足度の傾向
第1回	「十分」「ほぼ十分」が多数	「良かった」「大変良かった」が中心
第2回	「十分」「ほぼ十分」が半数以上だが差あり	「良かった」が多数
第3回	「ほぼ十分」が多数	「良かった」が中心
第4回	「十分」「ほぼ十分」が8割	「良かった」が中心
第5回	理解度にばらつき	「普通」が増加
第6回	「分からない」が増加	「普通」が増加

3.4 考察

講義時間や小テスト、授業アンケートの結果を踏まえると、授業の効果とともに、運営方法や教材設計に関する課題も明らかになった。前半の基礎的内容では小テストおよびアンケートの結果か

ら高い到達度が確認され、クラウドとIoTの基礎教育として一定の効果があつたと考えられる。一方で、サーバレスやリアルタイム処理といった高度な内容に進むにつれて理解度が分散し、学生間のスキル差が顕著になった。難易度を段階的に調整することや、追加教材やTAによる補完が必要である。

さらに、本講義では講義パート（約90分）に加えて演習を連続して行ったため、授業全体の所要時間は3時間を超える回もあり、学生の集中力や理解度に影響した可能性がある。特に演習時間の長かった第5回、第6回は、アンケート結果において理解度や満足度が相対的に低下しており、授業時間の設計と学習効果との関連が示唆される。今後は授業時間の分割や進行方式の再検討が必要である。

自由記述では、進行方式、音声教材、課題設計に関する改善要望が多く寄せられており、大人数での実施を見据えた場合に解決すべき課題といえる。一部の学生からはコーディングを行う演習を求める意見があったが、その一方で基礎的な操作に困難を示す意見もあった。現状のColaboratory上のノートブックを実行する方式を基盤としつつ、適切な難易度と多数の受講者への対応を両立できる演習設計が求められる。最終回のアンケートでは、実際のクラウドサービスに触れることが学習意欲や理解の促進に寄与したという意見があり、実習型授業の有効性が確認された。

4 今後の展望

本講義では、IoTデバイスからクラウドへのデータ収集、処理、可視化までを学習する教育モデルを構築した。基礎的な内容については一定の効果が確認されたが、クラウドサービスの高度な内容に進むにつれて理解度の差が大きくなり、受講者のスキル差や教材設計に課題が残された。今後は、教育のスケーラビリティを確保するための改善が必要である。次世代の教育基盤としてテックメタバースを活用する展開を検討している。テッ

クメタバースは、実世界の IoT データを仮想空間に統合し、可視化や共有を行う学習環境である。これにより、没入的な学習、複数の学生による協働的な課題解決、さらには情報系以外の分野への応用が期待できる。

今後はクラウド IoT 演習で得られた基盤を拡張し、テックメタバース環境との連携を取り入れた教材開発を進める予定である。完成済みコードを用いた基礎学習と、仮想空間におけるデータ活用を組み合わせることで、スケーラブルかつ実践的な教育モデルの構築を目指す。

参考文献

- [1] P. Sethi and S. R. Sarangi, “Internet of things: architectures, protocols, and applications,” *Journal of electrical and computer engineering*, vol. 2017, no. 1, p. 9324035, 2017.
- [2] R. Sánchez-Corcuera *et al.*, “Smart cities survey: Technologies, application domains and challenges for the cities of the future,” *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 15, no. 6, p. 1550147719853984, 2019.
- [3] T. Kalsoom *et al.*, “Impact of IoT on manufacturing industry 4.0: A new triangular systematic review,” *Sustainability*, vol. 13, no. 22, p. 12506, 2021.
- [4] C. Li, J. Wang, S. Wang, and Y. Zhang, “A review of IoT applications in healthcare,” *Neurocomputing*, vol. 565, p. 127017, 2024.
- [5] “Raspberry Pi Official Website.” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.com/>
- [6] “Amazon Web Services (AWS) — Cloud Computing Services.” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/>
- [7] “Python Official Website.” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.python.org/>
- [8] “BME280 Combined Humidity and Pressure Sensor.” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.bosch-sensortec.com/products/environmental-sensors/humidity-sensors-bme280/>
- [9] “Google Colaboratory (Colab).” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://colab.research.google.com/>
- [10] Grafana Labs, “Grafana — The Open Observability Platform.” [Online]. Available: <https://grafana.com/>
- [11] “Google Cloud Platform (GCP).” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://cloud.google.com/>
- [12] “Microsoft Azure — Cloud Computing Services.” Accessed: Sep. 25, 2025. [Online]. Available: <https://azure.microsoft.com/>
- [13] C. M. Mohammed and S. R. Zeebaree, “Sufficient comparison among cloud computing services: IaaS, PaaS, and SaaS: A review,” *International Journal of Science and Business*, vol. 5, no. 2, pp. 17-30, 2021.
- [14] Z. Li, L. Guo, J. Cheng, Q. Chen, B. He, and M. Guo, “The serverless computing survey: A technical primer for design architecture,” *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 54, no. 10s, pp. 1-34, 2022.
- [15] D. Merkel and others, “Docker: lightweight linux containers for consistent development and deployment,” *Linux j*, vol. 239, no. 2, p. 2, 2014.
- [16] M. Artac, T. Borovssak, E. Di Nitto, M. Guerriero, and D. A. Tamburri, “DevOps: introducing infrastructure-as-code,” in *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering Companion (ICSE-C)*, IEEE, 2017, pp. 497-498.