

公立はこだて未来大学 2023 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2023 Systems Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

数理モデリングプロジェクト

Project Name

Mathematical Modeling Project

グループ名

グループ A

Group Name

Group A

プロジェクト番号/Project No.

04

プロジェクトリーダー/Project Leader

山田真史 Masafumi Yamada

グループリーダー/Group Leader

山田真史 Masafumi Yamada

グループメンバ/Group Member

山田真史 Masafumi Yamada

太田東吾 Togo Ota

小松和司 Kazushi Komatsu

篠田朋花 Tomoka Shinoda

里田琉海 Ruka Satoda

加茂歩享 Hotaka Kamo

一戸太志 Taiji Ichinohe

後藤航希 Koki Goto

中村虹太 Kota Nakamura

清水寛太 Kanta Shimizu

大國克拡 Katsuhiro Okuni

岡本結叶 Yuika Okamoto

指導教員

寺井あすか 田中吉太郎 石尾隆 中田隆行

Advisor

Asuka Terai Yoshitaro Tanaka Takashi Ishio Takayuki Nakata

提出日

2024 年 1 月 17 日

Date of Submission

January 17, 2024

概要

公立はこだて未来大学では 2023 年 10 月 7 日から同月の 8 日にかけて 23 回目の未来祭が行われた。未来祭では未来祭実行委員が用意していたパンフレットの数よりも多く人が未来祭に参加した。本プロジェクトはパンフレットの用意する数が実際の参加者数と差異がある原因は「未来祭実行委員が未来祭参加者数を正確に予測できないから」と考えた。そこで、本プロジェクトの目的を「イベント参加者数を予測する Web サイトの開発とそれを未来祭主催者へ提供する」とした。はじめに数値計算と数理モデルに関する輪講を行い、数理モデルに関する知識と微分方程式についての理解を深めた。続いて X (旧 Twitter) における情報の伝達状況から参加者数の予測ができれば、配布するパンフレットの発行部数の決定に役立つと考えたため在校生または未来祭参加者に対して未来祭への参加と X の関係についてのアンケートを取った。アンケート結果から情報の伝達状況のシミュレーションが可能になるモデルの作成と必要になるパラメータの推定を行った。作成したモデルから参加者を予測するため各パラメータと未来祭参加者の割合をアンケート結果から推定した。これらを用いてシミュレーションした結果を未来祭主催者に活用してもらうため、入力した値からイベント参加者数を予測する Web サイトを開発した。Web サイトでは参加者数の予測だけでなく各パラメータの推移をグラフを用いて視覚的に確認することができる。Web サイト開発後評価実験を行った。評価実験の結果「システムが実際あればとても便利だと思う」、「必要な情報が大きな字で書かれていてとても見やすく使いやすかった」といった意見や感想が得られた。この評価実験の結果から Web サイトとしての有意性があることが分かった。

キーワード 数理モデリング, 情報拡散, Web サイト, 常微分方程式, 数値解析, X, SNS, イベント

(※文責: 山田真史)

Abstract

Future University Hakodate held its 23rd Future Festival from October 7 to 8, 2023. More people attended the festival than the number of pamphlets prepared by the festival committee members. This project considered that the reason for the difference between the number of pamphlets prepared and the actual number of participants was the inability of the Future Festival Committee members to accurately predict the number of participants in the Future Festival. Therefore, the purpose of this project is to develop a website for predicting the number of event participants and to provide the website to the organizers of the Future Festival. First, we had a round-table lecture on numerical computation and mathematical modeling to deepen our knowledge of mathematical modeling and understanding of differential equations. Then, we conducted a questionnaire survey on the relationship between participation in the Future Festival and X (formerly Twitter) among current students and Future Festival participants, because we thought that if we could predict the number of participants based on the status of information transmission on X, it would be useful in determining the number of copies of pamphlets to be distributed. Based on the results of the questionnaire, we created a model that enables simulation of information transmission and estimated the necessary parameters. To predict the number of participants from the model, we estimated each parameter and the percentage of participants in the Future Festival from the results of the questionnaire. In order for the organizers of the Future Festival to utilize the results of the simulation using these parameters, a website was created to predict the number of participants in the event based on the input values. After the website was created, we conducted an questionnaire study. As a result of the questionnaire study, the following comments and impressions were obtained: “I think the system would be very useful if it actually existed” and “The necessary information is written in large letters and is very easy to read and use”. The results of this questionnaire study showed that the website has significance as a website.

Keyword Mathematical Modeling, Spreading Information, website, Ordinary Differential Equation, Numerical Analysis, X, SNS, Events

(※文責: 山田真史)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.1.1	活動の背景	1
1.1.2	2023 年度までの未来祭実行委員会のパンフレット発行部数の予測方法	1
1.1.3	問題に対する考察	2
1.2	目的	2
第 2 章	先行研究及び技術・知識の習得	3
2.1	Python による数値計算とシミュレーション	3
2.1.1	知識の獲得目的	3
2.1.2	常微分方程式の数値解法	4
2.1.3	輪講内で行った数値解の可視化	5
2.2	SIR モデルについて	6
2.2.1	輪講の目的	6
2.2.2	SIR モデル	6
2.2.3	SIR モデルの数値解	7
2.2.4	シミュレーションからの考察	8
2.3	成果物の公開方法	8
2.3.1	Amazon Web Service について	9
2.3.2	Web サイト公開方法	9
2.4	プロジェクトマネジメントについて	10
2.4.1	スケジュール管理方法	10
2.4.2	プロジェクト遂行に当たって工夫した点	11
第 3 章	成果物の開発	12
3.1	モデルの作成について	12
3.1.1	SIR モデルを選んだ理由	12
3.1.2	SIR モデルの改良	12
3.1.3	完成した数理モデル	13
3.2	パラメータ決定に向けたアンケート	15
3.2.1	アンケートの目的	15
3.2.2	アンケートの方法	15
3.2.3	アンケートの結果	16
3.2.4	考察	24
3.3	パラメータの決定	25
3.3.1	X 未来祭モデルのパラメータの決定	25
3.3.2	参加率の決定	28
3.4	成果物「X における未来祭参加者予測ツール」の開発	29

3.4.1	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の概要	29
3.4.2	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の目的	30
3.4.3	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の機能	30
3.4.4	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の設計	31
3.4.5	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の開発環境と開発方針	32
3.4.6	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」のサイト構成と画面構成	33
3.4.7	「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の機能実装	35
3.5	評価実験	36
3.5.1	実験目的	36
3.5.2	実験方法	36
3.5.3	実験結果	42
3.5.4	実験考察	47
第4章	中間発表会	49
4.1	中間発表の準備	49
4.2	当日	51
4.3	発表評価について	51
4.4	質疑応答を踏まえた考察	55
4.5	前期の活動まとめ及び後期の展望	56
第5章	成果発表会	57
5.1	成果発表の準備	57
5.2	当日	61
5.3	発表評価について	61
5.4	質疑応答を踏まえた考察	66
5.5	後期の活動まとめ	67
第6章	まとめ	68
6.1	活動の総括	68
6.2	今後の展望	69
第7章	プロジェクト内のインターワーキング	71
7.1	山田真史	71
7.2	太田東吾	72
7.3	小松和司	76
7.4	篠田朋花	77
7.5	里田琉海	78
7.6	加茂歩享	81
7.7	一戸太志	82
7.8	後藤航希	84
7.9	中村虹太	87
7.10	清水寛太	91
7.11	大國克拡	92

7.12 岡本結叶	95
参考文献	98

第 1 章 はじめに

本章では、本プロジェクト活動にあたっての背景と目的を述べる。

(※文責: 太田東吾)

1.1 背景

1.1.1 活動の背景

公立はこだて未来大学では、毎年「未来祭」が開催されている。そこで、未来祭が抱える問題を調査した結果、未来祭にはいくつか問題があることが分かった。その問題の中でも、未来祭で配布するパンフレットに過不足があるという問題があった。実際 2023 年度の未来祭では、1 日目に用意していたパンフレットの半分以上を配ってしまったため、2 日目に 1 グループにパンフレットを 1 冊配っていた。パンフレットを多く作りすぎて、パンフレットが余ると紙資源の無駄遣いとなってしまった。

それに対し、現代の社会では SDGs の貢献に力を入れている。SDGs とは、「Sustainable Development Goals」の略称で、日本語に直訳すると「持続可能な開発目標」という意味である。SDGs には 2030 年までに達成すべき 17 の目標が掲げられており、これらは 2015 年に開催された国連サミットにおいて採択された。その中でも我々は、SDGs の 13 個目の目標である「気候変動に具体的な対策を」に注目した。

未来祭が抱える問題と SDGs の 13 個目の目標を考慮すると、パンフレットを多く作りすぎて、パンフレットが余ると紙資源の無駄遣いとなってしまい、環境に悪影響を及ぼしてしまう問題がある。なぜなら、ゴミ焼却時の温室効果ガスの発生だけでなく、ゴミ処理場への運搬にも多くのエネルギーが使われてしまう。さらに、必要以上に大量のパンフレットが生産される際にもエネルギーが使われ二酸化炭素が排出されるためである。このことは、SDGs の観点的にも良くないといえる。反対に、パンフレットを少なく作った場合、未来祭来場者にパンフレットが行き渡らないため、満足度の低下につながる問題がある。

したがって、本プロジェクトでは解決すべき問題として「配布すべきパンフレットの予測が困難である。」ということにした。

(※文責: 太田東吾)

1.1.2 2023 年度までの未来祭実行委員会のパンフレット発行部数の予測方法

1.1.1 で挙げた問題より、2023 年度までの未来祭実行委員会のパンフレット発行部数の予測方法について調査を行った。結果未来祭実行委員会は前年度のパンフレット発行部数を参考にし、パンフレットを発行していることが分かった。

しかし、2020 年に新型コロナウイルスによって 2020 年度の未来祭は中止された。また、2021 年度の未来祭はオンラインでの開催となった。そして、2022 年度は例年通り対面での開催となった。

これより、2020 年度からイレギュラーが続いており予測が難しいことが認識できた。

(※文責: 太田東吾)

1.1.3 問題に対する考察

1.1.1 で述べた問題を解決するためには、未来祭の参加者数を予測する事ができれば、問題解決に繋がると考えられる。

参加者数を予測することができれば、パンフレットの発行部数を予測することができるためである。また、パンフレットだけでなく他にも応用が利くと考えられる。例えば、未来祭に出店される出店の準備である。参加人数を予測することによって、出店の準備で適切な食材の量を準備することができる。

このように、参加者数を予測することによって、未来祭の実行委員会、出店の関係者などに役立つと考えられる。またパンフレットの発行部数や準備をする材料の量を適切な数にする事によって、資源ゴミなどのゴミを減らすことができる。そのことは、SDGs の 13 個目の目標の「気候変動に具体的な対策を」につながる。具体的には、地球温暖化や環境汚染が進んでる理由の 1 つとして、ゴミを処理する際の二酸化炭素によって進行していると考えられている。このように未来祭で出るゴミを減らすことによって、SDGs の 13 個目の目標の「気候変動に具体的な対策を」につながると言える。

(※文責: 太田東吾)

1.2 目的

1.1.1, 1.1.2 で述べた問題を解決するためには、「未来祭の参加者数を予測し、未来祭実行委員会が利用できる未来祭参加者予測ツールを開発する。」ということを目的とした。未来祭の参加者数を予測することで、配布すべきパンフレットの予測できるようになると考えられる。また、誰でも予測できるような予測ツールを開発することによって、未来祭実行委員会が予測することができるようになれば、1.1.1 で述べた問題を解決できると考えた。

したがって本プロジェクトの目的は、「未来祭の参加者数を予測し、未来祭実行委員会が利用できる未来祭参加者予測ツールを開発する」ことと定めた。

(※文責: 太田東吾)

第 2 章 先行研究及び技術・知識の習得

本章では、先行研究および技術・知識の習得のために行った活動について述べる。主な活動は、「Python による数値計算とシミュレーション」、「SIR モデルについて」、「成果物の公開方法」、「プロジェクトマネジメントについて」である。それぞれの項目についての目的と内容、成果などの詳細について述べる。

(※文責: 里田琉海)

2.1 Python による数値計算とシミュレーション

このプロジェクトでは、プロジェクトメンバー全員が数値計算法を習得する必要があり、そのために輪講形式で数値計算に関する学習を行った。数理モデルは、時間とともに変化する現象を複数の微分方程式を使用して簡略化して表現する手法である。これらの学習内容を活用し、数理モデルを構築し、コンピュータを使用して現象のシミュレーションを行う準備が整った。プロジェクトメンバーは、これらのスキルを活用して数理モデルの解析とシミュレーションを進めることができる。また、数理モデルを基にしたシミュレーションを行うため数値計算法の習得が不可欠であり、数値計算の学習を輪講形式で行った。数理モデルは、複数の微分方程式を用いて時間とともに変化する現象を簡略化して表現する手法であり、具体的な数値計算法は数理モデルを構成する微分方程式の近似解を繰り返し計算によって得る手法である。コンピュータを活用して計算を行うことが望ましい。

(※文責: 里田琉海)

2.1.1 知識の獲得目的

数理モデルを使用して X 内で情報の拡散を予測を行うには、まず現象を数学的な形で表現する必要がある。このために、微分方程式などの数学的表現が一般的に用いられる。そして、その数学的表現を基に、コンピュータを活用して現象を詳細に理解し、シミュレーションすることが重要である。その際、微分方程式の近似解を求める解析手法を習得することは不可欠である。

この状況から、私たちのプロジェクトでは、主に常微分方程式の近似解をプログラムを使用して得るスキルを習得することを目的として輪講を実施した。このスキルの習得により、数理モデルに基づく現象の解析とシミュレーションの能力が向上し、プロジェクトの成功に大いに貢献した。プロジェクトメンバーは、習得した知識とスキルを活用して、数学的モデルの構築から詳細な解析、シミュレーションまでを効果的に実行できるようになった。このプロジェクトを通じて、数理モデルに基づくアプローチの重要性とその実用性を実感し、私たちの能力向上に寄与した。

(※文責: 里田琉海)

2.1.2 常微分方程式の数値解法

教科書として「Pythonによる数値計算とシミュレーション」[1]という専門書を用いて、数値計算の仕組みの理解とPythonによる数値計算のコーディングを輪講形式で行った。

まず、数値計算の基本であるオイラー法について学んだ。ここで、オイラー法について説明する。与えられた微分方程式

$$\frac{dy}{dt} = f(t, y) \quad (2.1)$$

を考える。ここで、 y は未知関数で、 t は独立変数である。オイラー法は、微分方程式の初期条件 $y(t_0) = y_0$ から出発して、微小なステップ h ごとに方程式を逐次的に更新し、近似解を求める。基本的なアイデアは、微分方程式における傾き $f(t, y)$ を用いて、現在の点 (t_n, y_n) での傾きを求め、それを用いて次の点 (t_{n+1}, y_{n+1}) を推定することである。ここで、 $t_{n+1} = t_n + h$ であり、 y_{n+1} は以下のように推定される。

$$y_{n+1} = y_n + h \cdot f(t_n, y_n) \quad (2.2)$$

これにより、微小なステップごとに関数の値を更新することで、近似的な解を求めることができる。オイラー法は単純で理解しやすい反面、精度が低いという欠点もある。特に微小なステップ幅を取ると計算は安定するものの、計算機リソースの制約や数値誤差の蓄積により、解の精度が低下する可能性がある。数値解析においては、オイラー法は基本的な手法として用いられることがありますが、厳密な解を求めるためには他の高度な数値積分法や数値解法も検討されることがある。

その後、ルンゲ=クッタ法について学んだ。ルンゲ=クッタ法は、オイラー法に比べて精度と効率の面で優れており、さらに幅広い種類の微分方程式に対応できる。ルンゲ=クッタ法は複数のステップを組み合わせることでより正確な予測を行える。この方法はオイラー法よりも複雑な実装を必要とするが、その代わりに数値解の精度が向上する。ここでは、ルンゲ=クッタ法を取り上げている。

ルンゲ=クッタ法の与えられた微分方程式

$$\frac{dy}{dx} = f(x, y) \quad (2.3)$$

と初期条件

$$y(x_0) = y_0 \quad (2.4)$$

を持つ場合に、特定のステップサイズ h に対して $y(x)$ の近似値を計算する。ルンゲ=クッタ法の基本的な手順は、微小なステップごとに導関数 $f(x, y)$ を評価し、そのステップ間での変化を近似的に計算することである。ルンゲ=クッタ法の一般的な形式は、4次のルンゲ=クッタ法 (Fourth-Order Runge-Kutta method) である。これは以下のステップで数値解を計算する。

1. 初期条件を使用して $y_0 = y(x_0)$ を設定する。
2. x_0 から始めて、ステップサイズ h だけ x を進める。
3. 以下の4つの係数を計算する。

$$k_1 = h \cdot f(x, y) \quad (2.5)$$

$$k_2 = h \cdot f\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{k_1}{2}\right) \quad (2.6)$$

$$k_3 = h \cdot f\left(x + \frac{h}{2}, y + \frac{k_2}{2}\right) \quad (2.7)$$

$$k_4 = h \cdot f(x + h, y + k_3) \quad (2.8)$$

4. 新しい y の値を計算する.

$$y_1 = y + \frac{k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4}{6} \quad (2.9)$$

5. 新しい x の値を計算し, x_0 を更新する.

$$x_1 = x_0 + h \quad (2.10)$$

6. もし x_1 が目標の x の値に達していない場合のみ, ステップ 2 から繰り返す. そうでなければ計算を終了し, 数値解が得られる.

輪講の目的は, まず数値計算法のアルゴリズムを詳細に解説し, その後, Python を使用していくつかの代表的な微分方程式を用いた数値計算の実習を行うことだった. このプロセスを通じて, 参加メンバー全員の数値計算技能を向上させることだった. また, 数値計算法の理論的な理解を深め, 実際の問題に対して効果的かつ正確な計算が行えるようになることだった.

(※文責: 里田琉海)

2.1.3 輪講内で行った数値解の可視化

輪講を通じてオイラー法やルンゲ=クッタ法を学習し, それを活用して数学的モデルを構築し, Python プログラムを使用して現実の現象のシミュレーションに応用することができた. この経験により, 様々な物理現象や数学的モデルの計算と可視化が可能になり, 具体的には自由落下などの 1 次元運動, 電場中の電荷の動きなどの 2 次元運動, ロジスティック方程式, および単振動の方程式の解を求め, その結果を 2 次元のグラフとして視覚化するスキルを身につけた.

オイラー法やルンゲ=クッタ法の理解を通じて, 物理学や数学の基本的な原理を実際の問題に適用し, 計算機を用いて数値的に解析する手法を習得した. これにより, 理論的な知識だけでなく, 実際の現象の予測や挙動の理解にも深みを加えることができた.

ここで, 一例として方程式

$$x(t) = -x^3 + \sin(t) \quad (2.11)$$

について初期値を $x = 0.0$ として設定した図は以下の図 2.1 のようになる.

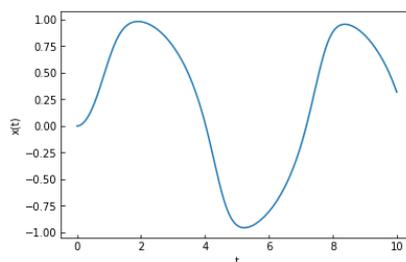


図 2.1 ルンゲ=クッタ法による $-x^3 + \sin(t)$ のシミュレーション結果

このようなスキルの習得により, プロジェクトメンバーはさまざまな現象に対する洞察を深め, 問題の解決に貢献できるようになった.

(※文責: 里田琉海)

2.2 SIR モデルについて

本章では、SIR モデルの概要および SIR モデルの知識を学ぶために行った活動、またさらにそこから得た成果や生まれた考察について述べる。

(※文責: 中村虹太)

2.2.1 輪講の目的

輪講の目的は、数理モデルに対してグループメンバー全員が共通認識を持ち、専門知識を深め、より有意義で円滑に活動を進められるようになることである。そのために、プロジェクト学習の前半ではプロジェクトテーマでもある数理モデルを Python で表せるようになることを目的とした数値計算についての輪講を行ってきたが、実際にそれまでに学んだ内容をより深く理解するために、微分方程式や微分方程式を用いた数理モデルを実際に用いている例として SIR モデルについて学ぶことにした。そして、今まで学んできたことが実際にどのように扱われているのかや、SIR モデルから今後の自分たちの活動に活かせる知識や技術はないかなどを調べるために、SIR モデルについての輪講を行った。

(※文責: 中村虹太)

2.2.2 SIR モデル

輪講では、まず SIR モデルがどのようなもので実際にどのようなシチュエーションで使われているのかを学んだ。SIR モデルとは、感染症が流行したときに、どのように感染者が広がっていくのかを表したモデルである。

では次に SIR モデルがどのような微分方程式を用いた数理モデルなのかを述べる。ある集団を S: 未感染者, I: 感染者, R: 隔離者（病気から回復による免疫保持者、もしくは隔離者・死亡者）の 3 つの状態に分けたときに、各状態の人口の増減が時間変化とともにわかるようになる数理モデルである。

まず、それぞれ時刻 t における S, I, R の人数を $S=S(t)$, $I=I(t)$, $R=R(t)$ とすると, S, I, R は以下のような微分方程式で表せる。

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \quad (2.12)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \quad (2.13)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (2.14)$$

β : 感染率

γ : 回復率, 隔離率)

```

import numpy as np
from scipy.integrate import odeint
from scipy.optimize import minimize
import matplotlib.pyplot as plt
%matplotlib inline

#function
def SIR_E0(v, t, beta, gamma):
    return [-beta*v[0]*v[1], beta * v[0] * v[1] - gamma * v[1], gamma * v[1]]

#parameters
t_max = 180
dt = 1
beta = 0.25
gamma = 0.1

#initial state
S_0=0.98
I_0=0.02
R_0=0
ini_state = [S_0,I_0,R_0] #[S(0), I(0), R(0)]

#numerical integration
times = np.arange(0,t_max, dt)
args = (beta, gamma)

#Solver SIR model
result = odeint(SIR_E0, ini_state, times, args)

#plot
plt.plot(times,result)
plt.legend(['S', 'I', 'R'])
plt.show()

```

図 2.2 SIR モデルのプログラム

感染率 β は、一人が毎日接触する人数の平均を M 人、接触するごとに感染が生じる 1 日当たりの確率を P 、 S と I と R の総和を N としたときに、 $\beta = \frac{MP}{N}$ という式で求められる。

では次にこれら 3 式がどのように導出されるのかを述べていく。

まず第 1 式についてだが、 $\frac{dS}{dt}$ とは未感染者 S の時間変化率を表している。これは未感染者と感染者が接触することで感染が広まるので、接触率は化学反応式のように S と I の積に比例する。そしてその積に感染率 β をかけ、未感染者は減少していくことから負の数となるので $-\beta SI$ となり、未感染者の減少を表している。

次は第 2 式の前に第 3 式を求める。 $\frac{dR}{dt}$ とは隔離者（病気から回復による免疫保持者、もしくは隔離者・死亡者） R の時間変化率を表している。隔離人口は、感染者 I が回復率 γ で回復して増加するため、 γI と求められる。

最後に第 2 式だが、 $\frac{dI}{dt}$ とは、感染者 I の時間変化率を表している。 $S+I+R(=N)$ は総人口で定数となるため、時間微分は 0 となるので、 $\frac{dS}{dt} + \frac{dI}{dt} + \frac{dR}{dt} = 0$ となる。ここで $\frac{dS}{dt} = -\beta SI$ 、 $\frac{dR}{dt} = \gamma I$ より、第 2 式の $\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I$ と求められる。

これらの 3 つの式によって、各状態の人口の増減が表されるモデルが SIR モデルである。

(※文責: 中村虹太)

2.2.3 SIR モデルの数値解

輪講を行うことで、感染症が流行している際の感染者数の増減を表す SIR モデルについて理解することができた。また、SIR モデルの概要を理解しただけではなく、実際に Python で実装して S 、 I 、 R がどのように変化していくのかを視覚的にとらえることができるようになった。実際に、輪講内で自分たちが実装したプログラムのコードとプロットされた SIR モデルを図 2.2 と 2.3 に示す。

(※文責: 中村虹太)

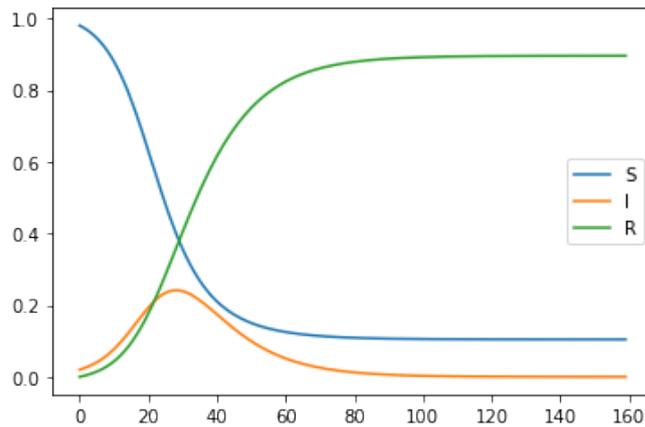


図 2.3 SIR モデルのシミュレーション結果

2.2.4 シミュレーションからの考察

S の人数は単調減少、R の人数は単調増加していき最終的に頭打ちになるが、I の人数はある一定の値までは単調増加するものの、その値に到達した後は単調減少することが分かった。さらに、パラメータを変えても増減の速度は変化するものの、増加や減少の仕方自体は変わらないことが分かったため、感染率と回復率を変えて多くの感染症に適応することができるのではないかと感じた。またほかの状態の人と接触することで病気が感染していくという現象が、ある情報を知っている人と知らない人が接触することで、その情報を知っている人数が増加していくという現象と酷似していると考えた。一例として、X において、ポスト（旧ツイート）することで情報を知らないフォロワーに拡散されていくという現象が挙げられる。そこで 3 つの状態 S, I, R や各パラメータ、微分方程式を自分達なりに考え、Python を用いて可視化することで、ある特定の情報の拡散の様子分かるようになるのではないかと考えた。しかし、例えばパラメータ β は、感染症の数理モデルにおいては感染率を表していたが、情報の拡散という数理モデルではとりあえずここでは β を拡散率というものとして仮定した場合、感染率と全く同様な影響を及ぼすパラメータではなく、多少なりとも違う点があると予想されるため、自分たちで何かしらの実験や調査などをして、パラメータ設定などを細かく行っていく必要があると感じた。

(※文責: 中村虹太)

2.3 成果物の公開方法

本節では主にバックエンドで使用するために習得したサーバー構築の技術、知識について説明する

(※文責: 山田真史)

2.3.1 Amazon Web Service について

本プロジェクトの成果物作成に当たってだれでも自由にアクセス出来るように Web ページで公開することにした。Web ページとして公開するために、AWS(Amazon Web Service) という Amazon が提供するクラウドプラットフォームを使用した。AWS を使用した理由は四つある。一つ目の理由は世界で幅広く採用されている点である。言い換えれば世界中の多くの人々が使用している。そのため多くの参考文献がインターネット上に存在する。結果、成果物開発において課題が発生しても課題解決するため迅速に解決方法を調べることが出来た。二つ目の理由は本学の講義『システム管理方法論』にてサーバ管理の方法について学んでおり、その知識を活用することで Web ページの公開を行うことができると考えたからだ。三つ目の理由は AWS の使用料金の設定である。AWS は使用した分だけ使用料金が発生する従量制料金のため、月額制のサービスよりもコストが抑えられると考えた。四つ目の理由としてサーバ管理が容易である点である。本プロジェクトの成果物は今後の未来祭の運営に使用してもらうことを目的としているので、継続的なサーバ管理が必要となる。AWS ではサーバの通信量や CPU 使用率などをモニタリングできる機能が備わっている程度である程度の知識がある人であれば容易に管理ができると考えた。また管理者から別のユーザに許可を与えることによってサーバ管理を行う人を増やすことができる点も活用できると考えた。また本プロジェクトのみでサーバ管理を行うのではなく本プロジェクト外でも管理を行えるような作業を行えるようにする必要があった。AWS を用いることによって別のアカウントにファイルを含めた全く同じサーバの環境を構築できるので本プロジェクトが終了した後も Web サイトを引き続き公開することができるようになっている。本プロジェクトでは仮想サーバの構築として AWS EC2 を利用し OS は Amazon Linux 2023 を利用した。Web サイト公開のために習得した技術・知識の詳細については次節にて記す。

(※文責: 山田真史)

2.3.2 Web サイト公開方法

AWS 上に Linux サーバを構築し Apache を導入し HTTP サーバの設定を行った。成果物作成の目的達成のためサーバ上の `/var/www` 内にファイルを置き成果物を公開した。

Web サイトでは数値計算を行うために複数のパッケージを含む Python の動作が必要であった。Web サーバ上でパッケージを使えるようにするために、サーバ内に必要な Python パッケージの導入を行った。パッケージはサーバ全体に適用させる必要があったため、管理者権限を用いてパッケージのインストールを行った。

入出力データを機能が実装されていることの確認や数値モデルのパラメータの改善のために保存しておく必要があったため、AWS の機能である RDS でデータベースサーバを構築し、MySQL を用いてデータベースを用意しデータの管理を行えるようにした。MySQL については本学の授業である『データベース工学』においてデータベースの操作を学んでいるので活用できると考えた。

また AWS の機能である Route53 を用いて、Web サイト用のドメイン (`modeling2023.com`) を取得した。これにより web サイトの URL を EC2 のサーバが指定してきたものから本プロジェクト独自のものに変更を行った。更にそのドメインに対して同じく AWS の機能である Certificate Manager を用いて、SSL 証明書の取得を行った。これによって Web サイトの通信方法を HTTP から HTTPS に変更し、Web サイトのセキュリティ面の強化を行った。

2.4 プロジェクトマネジメントについて

本節では本プロジェクトの進行にあたって行ったスケジュールの管理方法や工夫したことについて説明する。

(※文責: 山田真史)

2.4.1 スケジュール管理方法

プロジェクトのスケジュール管理では各タスク各日付ごとにデッドラインが視覚的に確認でき、さらにプロジェクトメンバー全員が確認できるという理由で図 2.4 のような google ドライブのスプレッドシートを用いて行った。スケジュール管理を行う上で2つのことに注意した。

一つ目は各作業にバッファを用意することである。バッファとは作業に対し時間的なゆとりや余裕を持たせることである。バッファを設ける理由は予期せぬ事態に対応するためである。実際成果物作成の際サーバー構築に時間がかかってしまった。その際スケジューリングの段階でバッファを用意していたため、手の空いていたメンバー全員で解決方法について調べることができた。

一つ目は各作業にバッファを用意することである。バッファとは作業に対し時間的なゆとりや余裕を持たせることである。バッファを設ける理由は予期せぬ事態に対応するためである。実際成果物作成の際サーバー構築に時間がかかってしまった。その際スケジューリングの段階でバッファを用意していたため、手の空いていたメンバー全員で解決方法について調べることができた。結果サーバー構築はデッドラインに間に合わせる事が出来た。

二つ目は月初めにプロジェクトメンバー全員でスケジュールの確認とリスケジュールを行うことである。リスケジュールとはスケジュールの立て直しである。プロジェクトメンバー全員でスケジュール確認・リスケジュールを行う理由は個人作業の進捗にずれを生じさせないためである。リスケジュールの際は各作業の進捗と発表会までの期間から逆算してスケジュールを立て直すとうまくいくことが分かった。

次に実際のスケジュール表を用いて説明する。以下が実際本プロジェクトで使用したスケジュール表である。まずスケジュール表に使われている色の意味について説明する。

- グレー : オンスケジュール (予定通り作業が進んでいる)
- 赤 : 作業の遅れ
- 黒 : バッファ (作業に対し時間的なゆとりや余裕)

続いてスケジュール管理で google ドライブのスプレッドシートを用いた3つの理由について説明する。一つ目の理由はプロジェクトメンバー全員が常に確認できるためである。本プロジェクトでは情報共有や議事録を google ドライブを用いて行っていたため、スケジュール表を google ドライブにアップロードすることでプロジェクトメンバー全員がスケジュール表を確認することが出来る。二つ目の理由はプロジェクトメンバー全員がスケジュール表の書き換えが可能になっていることである。各タスクが完了次第担当者がスケジュール表のマスの色を変えることで担当者以外のメンバーであっても大まかなプロジェクト全体のタスクの進捗が確認できる。三つ目の理由はすべてのタスクを一覧で見ることが出来ることである。スプレッドシートを用いることですべてのタスクが一目で確認できるため、タスクの忘れを防ぐことが出来る。

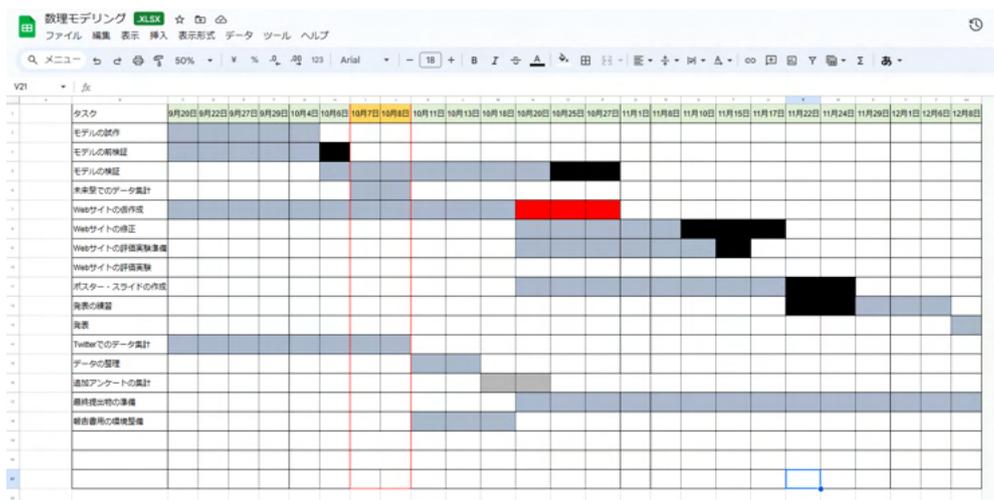


図 2.4 使用した Google スプレッドシート

(※文責: 山田真史)

2.4.2 プロジェクト遂行に当たって工夫した点

プロジェクトマネジメントにおいて工夫したことはコミュニケーション・情報共有を行うにあたって正確に情報を伝えるようにすることである。本プロジェクトでは連絡・情報共有は discord というアプリを使用した。discord ではチャット機能だけでなくボイスチャットも可能である。また discord のチャット機能はチャンネルを作成することができるため用途毎に専用のチャンネルを使うことが出来る。その結果会話が流れることなく正確に連絡・情報共有が可能になった。

(※文責: 山田真史)

第 3 章 成果物の開発

本章では習得した技術・知識を生かして開発した本プロジェクトの成果物「Xにおける未来祭参加者予測ツール」を開発するにあたって実際にツールにも使用されている数理モデルの内容についてや数理モデルを作成する上で行ったアンケートなどについて詳しく説明する。また、「Xにおける未来祭参加者予測ツール」について未来大生を対象として行った評価実験についても詳しく説明する。

(※文責: 一戸太志)

3.1 モデルの作成について

「Xにおける未来祭参加者予測ツール」を開発するにあたり、現象を数式化することができる数理モデルを用いることとした。さらにツールに使用する数理モデルを作成する際に感染症の拡がりや予測することができる SIR モデルを参考にした。

(※文責: 一戸太志)

3.1.1 SIR モデルを選んだ理由

SIR モデルを選んだ理由として、私たちのプロジェクトの目的はイベントの参加者数を予測する Web サイトを開発し、未来祭主催者へ提供することである。その目的を解決する手段として X 内での情報の拡散を予測する数理モデルの作成を行い、そのモデルに基づいて参加者数を予測できる Web サイトの開発を掲げている。そこで感染症の拡がり方を予測することができる SIR モデルに注目し、情報の拡散の様子についても予測することができると考えた。また、輪講で SIR モデルについて学んでいたため、プロジェクトのメンバー全員がどのようなモデルを扱っているのかわかりやすいという点から SIR モデルを選んだ。

(※文責: 一戸太志)

3.1.2 SIR モデルの改良

SIR モデルの改良をするにあたり、大きく 3つのステップに分けて改良を行った。

1. 対象の集団をグループに分ける

SIR モデルに倣い、集団 N を以下の 3つのグループに分けた。

対象の集団: N … 未来祭への参加する可能性がある, X を利用している群→モデルのシミュレーション結果から良いものを推定→約 1800 人

グループ 1: S…未来祭についての情報を X 経由で知らない人数. 初期値は $(N - I - R)$ 人

グループ 2: I…未来祭についての情報を X 経由で知っており, 拡散する人数. 初期値は 1 人 (未来祭実行委員)

グループ3: R...未来祭についての情報を X 経由で知っており, 拡散しない人数. 初期値は 0 人.
※未来祭についての情報→未来祭の開催日時がわかる内容のもの (参加するかしないかの判断ができる情報)

2. 各グループ間の相互作用を考える

I と接触した S は $C_{S \rightarrow (I,R)}$ の割合で I か R (情報を認知している群) に遷移すると考えた.

※ S の端末上に I の発信した情報が出力されていても, S が認知しない (見逃す場合) があると考えた.

情報を認知した S は, $P_{(I,R) \rightarrow I}$ の割合で I へ遷移する, →情報拡散者となる

情報を認知した S は, $(1-P_{(I,R) \rightarrow I})$ の割合で R へ遷移する, →非情報拡散者となる

I, R から S への遷移は無いと仮定→一度情報を認知したら忘れることはないと仮定

I は一日で拡散能力を失い R へ遷移すると仮定

R は I と接触しても I へ遷移しないと仮定→一度拡散をしなかった人は, その後も拡散しないと仮定

3. 相互関係を数式化する

相互作用を数式化する上で, 情報の拡散を質量作用の法則のように捉えた.

以下で質量作用の法則について説明する.

(質量作用の法則)

- ・例として「R は I と接触することでパラメータ C だけ I へ遷移する」相互作用について考え, R と I の関係を下記の化学反応式のように捉える.

上記の相互作用に関する化学反応式: $I + R \rightarrow I$

この化学反応式の I の増える量は, 質量作用の法則を用いることで求められる.

$$\frac{dI}{dt} = C \times [I] \times [R]$$

ただし, I は I のフォロワーのみと接触すると仮定したため化学反応式は下記のようなになる.

$$\frac{dI}{dt} = C \times [I] \times \frac{F}{N} \times [R]$$

質量作用の法則についてが図 3.1 のようになる.

以上が質量作用の法則についての説明となる.

そして, 質量作用の法則について考慮した相互作用について考えた図が図 3.2 のようになる.

(※文責: 一戸太志)

3.1.3 完成した数理モデル

以上の相互作用を考慮した SIR モデルは下記の 3 つの式で表される.

$$\frac{dS}{dt} = -C_1 \times \frac{F}{N} \times [I] \times [S]$$

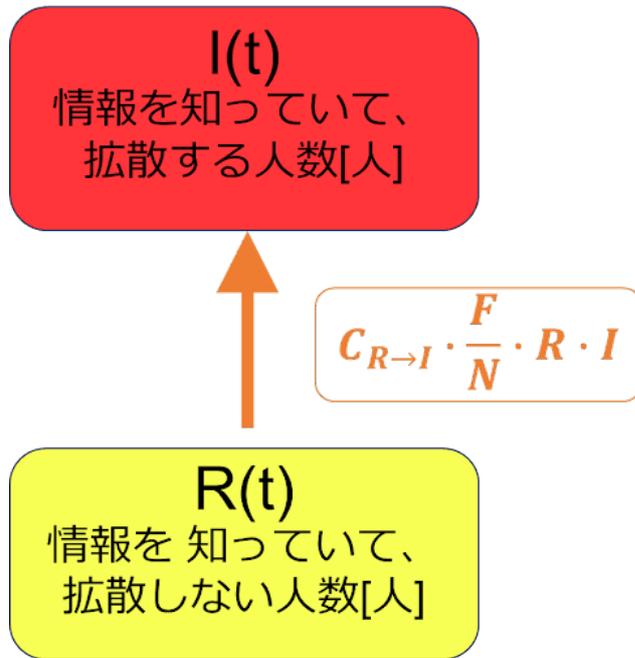


図 3.1 質量作用の法則について

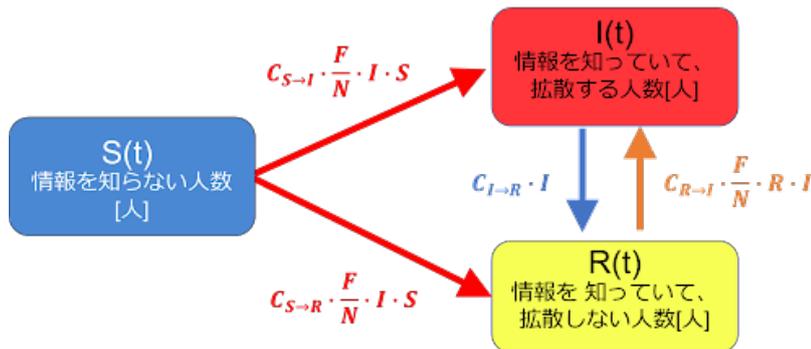


図 3.2 相互作用について

$$\frac{dI}{dt} = C_4 \times C_1 \times \frac{F}{N} \times [I] \times [S] + C_2 \times \frac{F}{N} \times [R] \times [I] - C_3 \times [I]$$

$$\frac{dR}{dt} = (1 - C_4) \times C_1 \times \frac{F}{N} \times [I] \times [S] + C_2 \times \frac{F}{N} \times [R] \times [I] - C_3 \times [I]$$

※ $C_{S \rightarrow (I,R)} \rightarrow C_1, C_{R \rightarrow I} \rightarrow C_2, C_{I \rightarrow R} \rightarrow C_3, P_{(I,R) \rightarrow I} \rightarrow C_4$ とした.

相互作用を考慮した SIR モデルは上記の 3 式となった.

(※文責: 一戸太志)

3.2 パラメータ決定に向けたアンケート

前節で述べた数理モデルのパラメータを決定するために、今年度の未来祭と X に関するアンケートを実施した。本節では、実施したアンケートの目的、方法、結果、考察について記述する。

(※文責: 小松和司)

3.2.1 アンケートの目的

本プロジェクトでは、イベントの参加者数を予測するために、未来祭の情報を知っている人の人数や情報を拡散する人の人数を予測する数理モデルを作成した。しかし、この数理モデルには値が未知のパラメータが含まれている。値が未知のパラメータは、 $N, F, C_{S \rightarrow (I,R)}, P_{(I,R) \rightarrow I}, C_{R \rightarrow I}, C_{I \rightarrow R}$ の 6 つである。そこで、これらのパラメータの値を決定するために、今年度の未来祭と X に関するアンケートを実施した。

(※文責: 小松和司)

3.2.2 アンケートの方法

本アンケートは未来祭に参加した人と参加しなかった人をそれぞれ対象として、Google フォームを用いて実施した。アンケートを実施する手段として Google フォームを選んだ理由は、回答データを Google スプレッドシートに蓄積させることで集計を行いやすくするためである。

本アンケートは 2 回に分けて実施した。1 回目は主に未来祭の参加者、2 回目は主に未来祭の非参加者を対象に実施した。アンケートの実施期間は、1 回目が 2023 年 10 月 7 日から 10 月 11 日まで、2 回目が 2023 年 10 月 11 日から 10 月 18 日までとした。また、1 回目のアンケート実施期間中かつ未来祭の当日である 2023 年 10 月 7 日と 10 月 8 日には、本プロジェクトのメンバーが未来祭の参加者に対して本アンケートに回答してもらうよう呼びかけを行った。2 回目のアンケートでは、実施期間中に本プロジェクトメンバーの知人に本アンケートに回答してもらうように促した。

本アンケートの回答者には、個人情報の取り扱い事項に同意の上で、以下の質問に回答してもらった。これ以降、下記の「 n .」の後に続く質問を「質問 n 」と記述する。

1. あなたの年齢を教えてください。
2. あなたの属性を教えてください。
3. あなたは未来祭に参加しましたか。
4. あなたは X (旧 Twitter) のアカウントを持っていますか。
5. あなたの X アカウントのフォロワー数を教えてください。回答したくない場合は、次の質問にお進みください。
6. 今年度の未来祭の開催日がわかる (カウントダウンや「○日開催」など) ポスト (旧ツイート) を X で見たことがありますか。
7. 今年度の未来祭の開催日がわかるポスト、またはリポスト (旧リツイート) をしたことがありますか。
8. (質問 6 で「はい」と回答した方) 今年度の未来祭の開催日がわかるご自身のポストの URL を教えてください。複数回ポストされた方は、可能な限り教えてくださいと助かります。回

答したくない方は、次の質問にお進みください。

9. これらの未来大に関係がある X アカウントをフォローしていますか。

- 未来祭実行委員会: https://twitter.com/funfes_mirai
- 3UP (トライアップ) : <https://twitter.com/3uphakodate>
- 未来大生協: https://twitter.com/fun_coop
- 生協学生委員会: https://twitter.com/funcl_GI

これらの質問のうち、質問 2, 3, 4, 6, 7 は回答を必須とした。ここでは、上記の質問の詳細について述べる。

質問 1 と質問 2 は、回答者の年齢や属性の分布を把握するために設けた。また、これらの質問は選択式とした。質問 1 の選択肢は「19 歳以下」「20～29 歳」「30～39 歳」「40～49 歳」「50～59 歳」「60 歳以上」とした。質問 2 の選択肢は「未来大の在学生」「未来大の教職員」「その他」とした。

質問 3 は、未来祭の非参加者かどうかを判別するために、2 回目のアンケートにのみ設けた。この質問は選択式であり、選択肢は「運営として参加した」「来場者として参加した」「参加しなかった」とした。このうち、「参加しなかった」以外を選択した回答者に対しては、2 回目のアンケートの対象外となるため、ここで本アンケートへの回答を終了させた。

質問 4 は、本アンケートの回答者が作成した数理モデルに含まれる N の人数に含まれるかを判別するために設けた。この質問は選択式であり、回答者には「はい」か「いいえ」のどちらかに回答してもらった。つまり、この質問に「はい」と回答した回答者は、未来祭に参加する可能性があり、X のユーザーである人として N の人数に含まれる。また、これ以降の質問は X のユーザーを対象にしているため、この質問に「いいえ」と回答した回答者に対しては、ここで本アンケートへの回答を終了させた。

質問 5 は、作成した数理モデルの F の値を決定するために設けた。この質問には、回答者が自分の X アカウントのフォロワー数を記述するという形式で回答してもらった。

質問 6 と質問 7 は、作成した数理モデルの値を決定するために設けた。それぞれの質問によって決定できるパラメータは、質問 6 は $C_{S \rightarrow (I,R)}$ 、質問 7 は $P_{(I,R) \rightarrow I}$ である。これらの質問はどちらも選択式であり、回答者には「はい」か「いいえ」のどちらかに回答してもらった。

質問 8 は、未来祭の開催日がわかるポストのいいね数やリポスト数を把握するために設けた。この質問は記述式として、回答者自身のポストの URL を直接記述してもらった。

質問 9 は、未来祭に関係する 4 つのアカウントをフォローする割合が数理モデルに役立つと考えられたために設けた。しかし、この質問の回答結果は作成した数理モデルには用いなかった。

以下の図 (3.3) から図 (3.11) は、実際にアンケートで使用した質問のスクリーンショットである。

(※文責: 小松和司)

3.2.3 アンケートの結果

本アンケートでは、1 回目は 146 件、2 回目は 18 件の回答を得られた。以下の図 (3.12) から図 (3.26) は、本アンケートの各質問の回答結果をグラフに表した図である。そのうち、図 (3.12) から図 (3.18) は 1 回目のアンケート結果、図 (3.19) から図 (3.26) は 2 回目のアンケート結果である。ただし、質問 8 の回答結果は作成した数理モデルに直接関係しない点、回答者のプライバシー保護という点の 2 点より省略する。

1. あなたの年齢を教えてください。

19歳以下

20~29歳

30~39歳

40~49歳

50~59歳

60歳以上

図 3.3 質問 1 のスクリーンショット

2. あなたの属性を教えてください。*

未来大の在学生

未来大の教職員

その他

図 3.4 質問 2 のスクリーンショット

3. あなたは未来祭に参加しましたか。*

運営として参加した

来場者として参加した

参加していない

図 3.5 質問 3 のスクリーンショット

4. あなたはX (旧Twitter) のアカウントを持っていますか。*

はい

いいえ

図 3.6 質問 4 のスクリーンショット

5. あなたのXアカウントのフォロワー数を教えてください。回答したくない場合は、次の質問にお進みください。

回答を入力

図 3.7 質問 5 のスクリーンショット

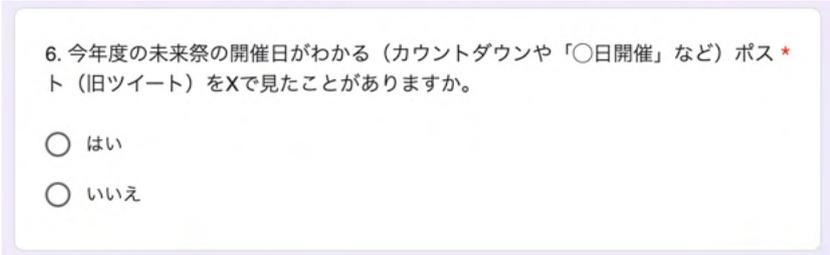


図 3.8 質問 6 のスクリーンショット

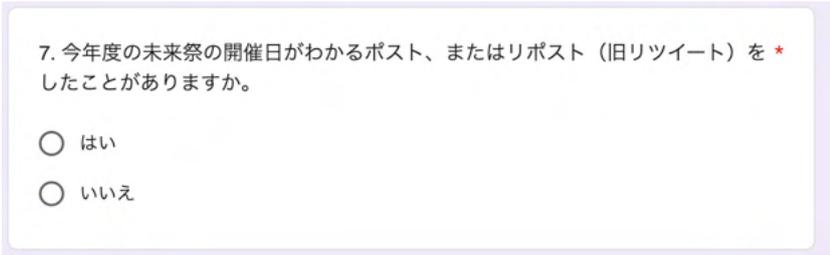


図 3.9 質問 7 のスクリーンショット

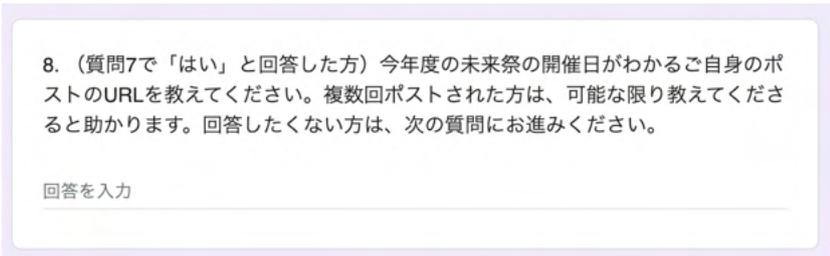


図 3.10 質問 8 のスクリーンショット



図 3.11 質問 9 のスクリーンショット

1. あなたの年齢を教えてください。

● 20～29歳 ● 19歳以下 ● 30～39歳 ● 40～49歳 ● 60歳以上 ● 50～59歳

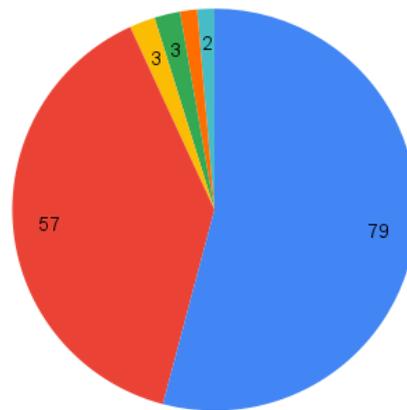


図 3.12 質問 1 (1 回目) の回答結果

2. あなたの属性を教えてください。

● 未来大の在学生 ● その他

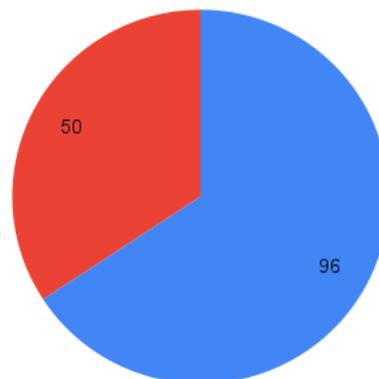


図 3.13 質問 2 (1 回目) の回答結果

4. あなたはX(旧Twitter)のアカウントを持っていますか。

● はい ● いいえ

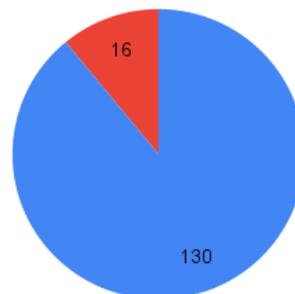


図 3.14 質問 4 (1 回目) の回答結果

5. あなたのXアカウントのフォロワー数を教えてください。回答したくない場合は、次の質問にお進みください。

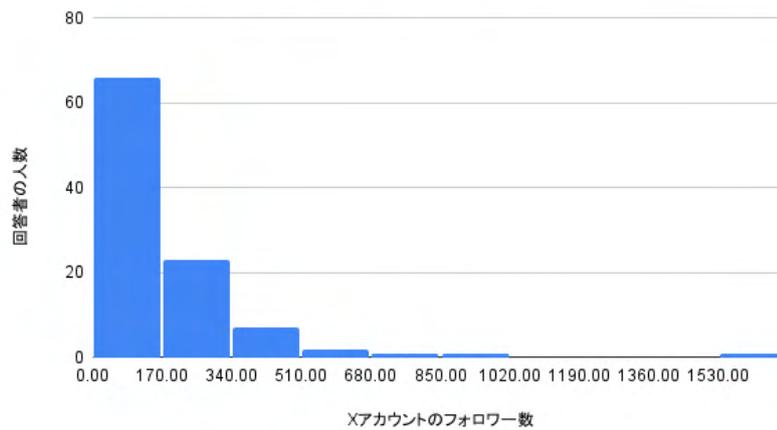


図 3.15 質問 5 (1 回目) の回答結果

6. 今年度の未来祭の開催日がわかる(カウントダウンや「○日開催」など)ポスト(旧ツイート)をXで見つことがありますか。

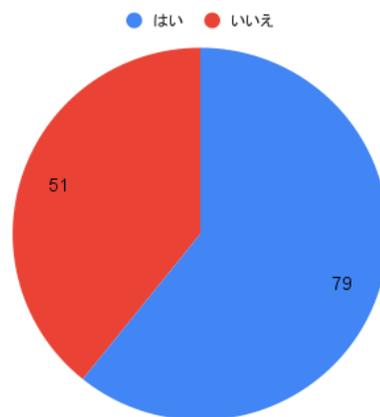


図 3.16 質問 6 (1 回目) の回答結果

7. 今年度の未来祭の開催日がわかるポスト、またはリポスト(旧リツイート)をしたことがありますか。

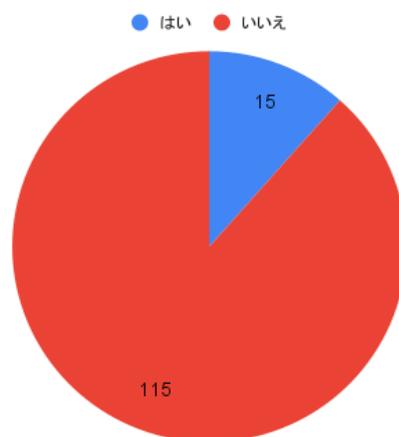


図 3.17 質問 7 (1 回目) の回答結果

9. これらの未来大に関係のあるXアカウントをフォローしていますか。

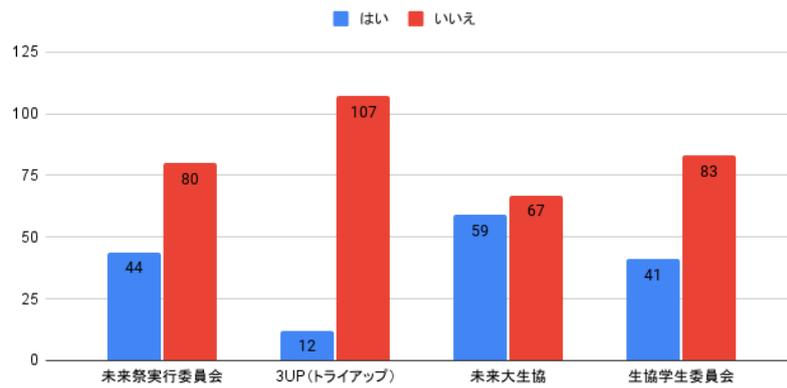


図 3.18 質問 9 (1 回目) の回答結果

1. あなたの年齢を教えてください。

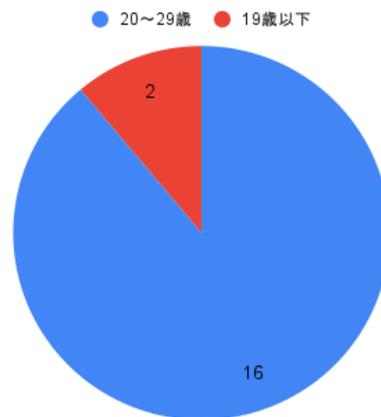


図 3.19 質問 1 (2 回目) の回答結果

2. あなたの属性を教えてください。

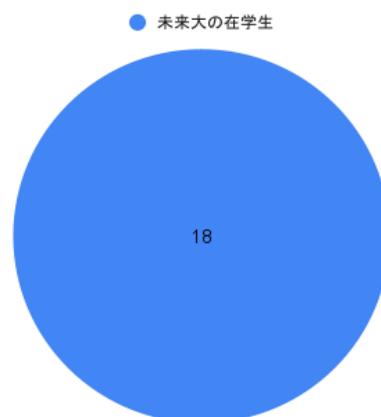


図 3.20 質問 2 (2 回目) の回答結果

3. あなたは未来祭に参加しましたか。

● 来場者として参加した ● 参加していない ● 運営として参加した

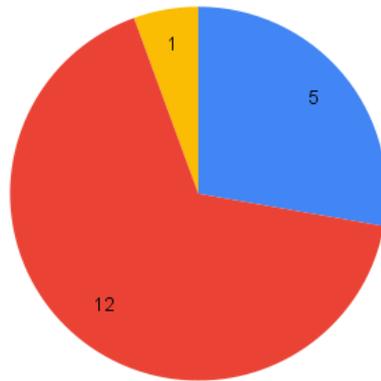


図 3.21 質問 3 (2 回目) の回答結果

4. あなたはX(旧Twitter)のアカウントを持っていますか。

● はい ● いいえ

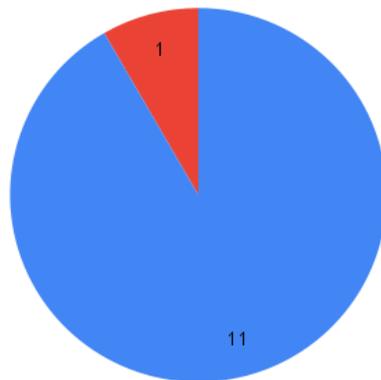


図 3.22 質問 4 (2 回目) の回答結果

5. あなたのXアカウントのフォロワー数を教えてください。回答したくない場合は、次の質問にお進みください。

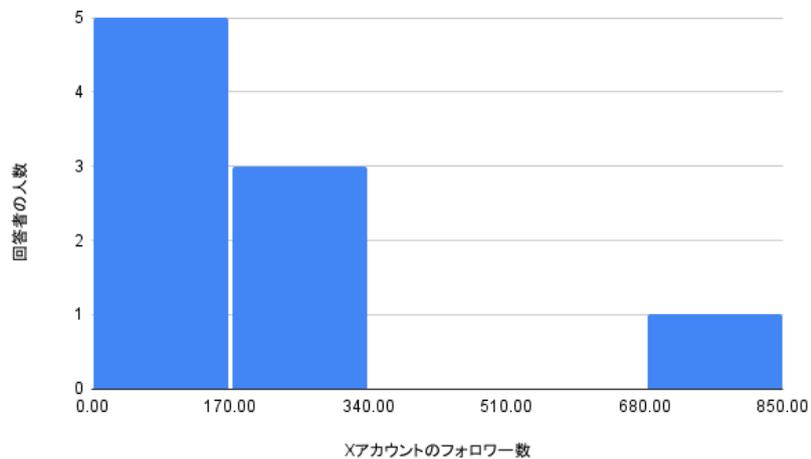


図 3.23 質問 5 (2 回目) の回答結果

6. 今年度の未来祭の開催日がわかる(カウントダウンや「〇日開催」など)ポスト(旧ツイート)をXで見つけたことがありますか。

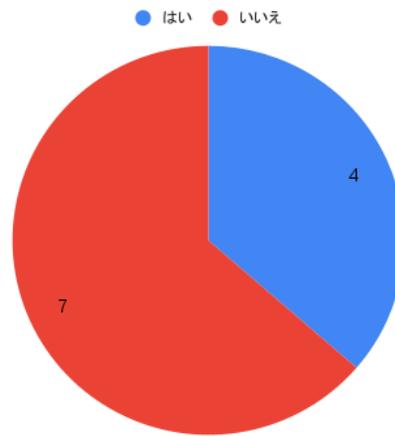


図 3.24 質問 6 (2 回目) の回答結果

7. 今年度の未来祭の開催日がわかるポスト、またはリポスト(旧リツイート)をしたことがありますか。

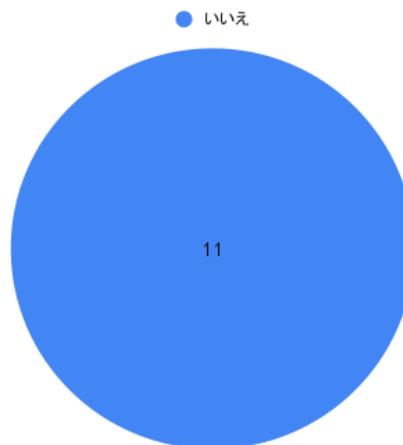


図 3.25 質問 7 (2 回目) の回答結果

9. これらの未来大に関係があるXアカウントをフォローしていますか。

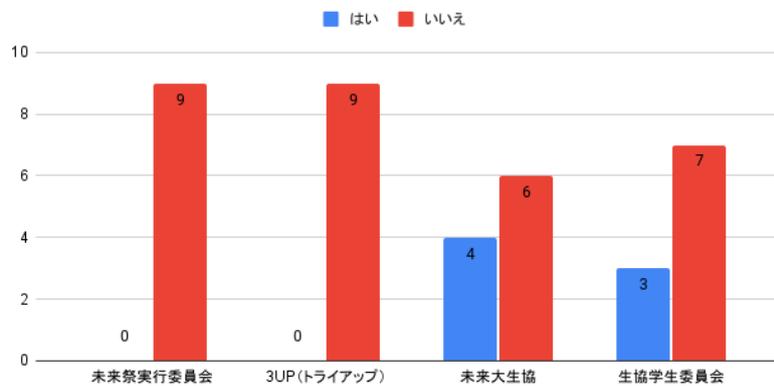


図 3.26 質問 9 (2 回目) の回答結果

3.2.4 考察

ここでは、各質問の結果についての考察を述べる。

質問 1 と質問 2 からわかることは、1 回目と 2 回目のアンケートでは回答者の属性の分布が異なるということである。1 回目のアンケートの回答者は 20 代が約 54 %、10 代が約 39 % と 20 代以下が大半を占めるものの、30 代以上の回答者も存在する。しかし、2 回目の回答者は全員 20 代以下である。また、1 回目の回答者は高校生や一般客などの「その他」に該当する属性であることに対して、2 回目の回答者は全員が未来大の在學生である。これは、アンケートの方法が 1 回目と 2 回目で異なることが原因であると考えられる。よって、数理モデルのパラメータを決定するとき、2 回目のアンケートの回答者の属性は 1 回目と比べて偏りがあることを考慮する必要があると推測される。

質問 3 からわかることは、回答者のうち、未来祭に参加していない回答者が全体の 3 分の 2 ということである。しかし、2 回目のアンケートの実施方法が回答者の偏りを生む方法であったこと、回答者の母数が 18 人と少ないことから、この結果から未来祭の参加率を予測することは難しいと考えられる。

質問 4 からわかることは、未来祭への参加率と X アカウントの所有率の相関は小さいことである。1 回目の回答者における X アカウントを持っている割合は約 89 %、2 回目の回答者における割合が約 92 % である。このことから、未来祭への参加者と非参加者では X アカウントの所有率に大きな違いはないと言える。よって、未来祭への参加率と X アカウントの所有率の相関は小さいと考えられる。

質問 5 からわかることは、X アカウントのフォロワー数と未来祭へ参加するかどうかに関係はあまり見られないということである。1 回目のアンケートではフォロワー数の平均が約 116 であった。それに対して、2 回目のアンケートではフォロワー数の平均が約 216 であった。この結果のみを見れば非参加者の方がフォロワー数が多い傾向があると考えられるが、フォロワー数が 1600 以上の参加者やフォロワー数が 10 未満の非参加者も存在する。よって、フォロワー数と未来祭へ参加するかどうかに関係はないと考えられる。

質問 6 からわかることは、カウントダウンなどの今年度の未来祭の開催日がわかるポストは、未来祭の参加率を向上させることにつながることである。1 回目のアンケートでは、質問 6 に「はい」と回答した人の割合は約 61 % であった。それに対して、2 回目のアンケートでは、質問 6 に「はい」と回答した人の割合は約 36 % であった。よって、未来祭に参加した人は、未来祭の開催日がわかるポストを見たことがある場合が多い。このことから、未来祭の開催日がわかるポストは、未来祭の参加率を向上させることにつながると考えられる。

質問 7 からわかることは、未来祭に参加した人は、未来祭に関する情報を積極的に拡散する傾向があることである。1 回目のアンケートでは質問 7 に「はい」と回答した人の割合が約 12 % であるが、2 回目のアンケートでは「はい」と回答した人の割合が 0 % であった。よって、未来祭に参加した人の中には未来祭の開催日がわかるポストやリポストを自分から行った人がいたが、参加しなかった人の中にはいなかったことがわかる。したがって、未来祭に参加した人は、参加していない人と比べて、未来祭の開催日などの未来祭に関する情報を積極的に拡散する傾向があると推測される。

質問 8 は回答者の母数が少ないため、考察するために十分なデータを取ることができなかった。

質問 9 からわかることは、未来祭に参加した人は、未来祭に関連する情報を自分から集めようとしている傾向があるということである。1 回目のアンケートでは未来祭実行委員会のアカウントをフォローしている人の割合が約 35 %，3UP のアカウントをフォローしている人の割合が約 10 % であった。それに対して，2 回目のアンケートでは未来祭実行委員会，3UP のアカウントをフォローしている人の割合がともに 0 % であった。このことから，未来祭に参加した人は，未来祭に参加しなかった人と比べて未来祭に関連する X アカウントをフォローしている割合が高いことがわかる。よって，未来祭に参加した人は，参加しなかった人と比べて，未来祭に関連する情報を自分から集めようとしていると考えられる。

(※文責: 小松和司)

3.3 パラメータの決定

本プロジェクトではパラメータを主に数理モデルを作る上での仮定と，未来祭の参加者と非参加者に対しての「2023 年度の未来祭への参加と X の関係についてのアンケート」の結果，実際のデータの三つから決定した。その後，実際の数値や結果と比較することで調整した。一部実際の結果から予測する形で決定したものもある。本節では数理モデル（以下 X 未来祭モデル）のパラメータと参加者数を予測するのに用いたパラメータ（以下参加率）を決定した過程を説明する。

(※文責: 加茂歩享)

3.3.1 X 未来祭モデルのパラメータの決定

X 未来祭モデルのパラメータは $N, F, C_{S \rightarrow (I,R)}, P_{(I,R) \rightarrow I}, C_{S \rightarrow I}, C_{S \rightarrow R}, C_{I \rightarrow R}, C_{R \rightarrow I}$ である。

- N

N は他の X 未来祭モデルのパラメータと参加率の計算式が全て決定した後，実際にモデルをシミュレーションし，実際の参加者数に近づく値を決定した。その結果， N の値は 1900 とした。

- F

F はアンケートで調査した参加者 101 人と非参加者 9 人のそれぞれの合計フォロワー数と未来祭実行委員のフォロワー数，未来祭実行委員のフォロワーの合計フォロワー数から平均値をとることで決定した。未来祭実行委員のフォロワーの合計フォロワー数に関しては，未来祭実行委員のフォロワー全てのフォロワー数を調べることができなかったため，別のアカウントから見るができるランダムに表示されるフォロワーから計算した。二つのアカウントを使い，ランダムに表示された未来祭実行委員のフォロワーのフォロワー数の合計の平均とそれぞれの人数の平均を使い合計を求めた。一つ目は 66 人，二つ目は 60 人だった。計算は以下のとおりである。

Mathematical Modeling Project

$$\begin{aligned} & \frac{(\text{参加者の合計フォロワー数}) + (\text{非参加者の合計フォロワー数}) + (\text{未来祭実行委員のフォロワー数}) + (\text{未来祭実行委員のフォロワーの合計フォロワー数})}{(\text{それぞれの人数の合計})} \\ &= \frac{16362+1947+1545+14742}{101+9+1+63} \\ &= \frac{34596}{174} \\ &= 198.8275... \\ &\simeq 198.828 \end{aligned}$$

よって, $F = 198.828$ に決定した.

• $C_{S \rightarrow (I,R)}$

$C_{S \rightarrow (I,R)}$ はアンケート結果と実際のデータ, N の数値を用いて計算した.

まず, 未来祭への参加の有無, 学内の人であるかどうかを基準に人を分類し, それぞれ S から I, R へ遷移した人の人数を計算した. それらの合計で S から I, R へ遷移した人の人数を求めた.

計算式とそれぞれの計算は以下のとおりである.

計算式:

$$\begin{aligned} & (\text{分類された人の人数}) \times (\text{ポストを見た人の割合}) \\ &= (S \text{ から } I, R \text{ へ遷移した人の人数}) \end{aligned}$$

2023 年度の未来祭での一日の参加者数は 1000 人, 2023 年度の公立はこだて未来大学の在校生の人数は 1060 人だった.

参加者に対するアンケートの回答者の内アンケートの対象だった人の人数は 130 人, その内公立はこだて未来大学の在校生は 96 人 (この結果から本プロジェクトでは参加者の内三分の二が学内の人であるとした), 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポストを X で見たことがある人の人数は 79 人だった.

非参加者に対するアンケートの回答者の内アンケートの対象だった人の人数は 11 人, その内 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポストを X で見たことがある人の人数は 4 人だった.

$$\text{参加した学内の人} : 1000 \times \frac{2}{3} \times \frac{79}{130} = 405.128... \simeq 405$$

$$\text{参加した学外の人} : 1000 \times \frac{1}{3} \times \frac{79}{130} = 202.564... \simeq 203$$

$$\text{参加していない学内の人} : (1060 - 1000 \times \frac{2}{3}) \times \frac{4}{11} = 143.030 \simeq 143$$

$$\text{参加していない学外の人} : \{(N - 1000) - (1060 - 1000 \times \frac{2}{3})\} \times 0 = 0$$

よって, N の内 S から I, R へ遷移した人の人数は以下のとおりである.

$$405 + 203 + 143 + 0 = 751$$

次に, この S から I, R へ遷移した人の人数を使い $C_{S \rightarrow (I,R)}$ を求める.

$C_{S \rightarrow (I,R)}$ の計算式と計算は以下のとおりである.

$$\begin{aligned} C_{S \rightarrow (I,R)} &= \frac{(S \text{ から } I,R \text{ へ遷移した人の人数)}{N} \times \frac{1}{(\text{未来祭開催日までの日数})} \\ &= \frac{751}{1900} \times \frac{1}{9} \\ &= 0.04391... \\ &\approx 0.044 \end{aligned}$$

$C_{S \rightarrow (I,R)}$ は実際のデータと近づけるために調整した.

よって, $C_{S \rightarrow (I,R)} = 0.05$ に決定した.

• $P_{(I,R) \rightarrow I}$

$P_{(I,R) \rightarrow I}$ はアンケート結果と $C_{S \rightarrow (I,R)}$ を求めるときに計算して求めた S から I,R へ遷移した人の人数を用いて計算した.

まず, S から I,R へ遷移した人を未来祭への参加の有無, 学内の人であるかどうかを基準に人を分類し, それぞれ I,R から I へ遷移した人の人数を計算した. それらの合計で I,R から I へ遷移した人の人数を求めた.

計算式とそれぞれの計算は以下のとおりである.

計算式:

$$\begin{aligned} &(\text{分類された人の人数}) \times (\text{ポストまたはリポストをした人の割合}) \\ &= (I,R \text{ から } I \text{ へ遷移した人の人数}) \end{aligned}$$

参加者に対してのアンケートで 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポストを X で見たことがある人の内, 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポスト, またはリポストをした人の人数は 15 人だった.

非参加者に対してのアンケートで 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポストを X で見たことがある人の内, 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポスト, またはリポストをした人の人数は 0 人だった.

$$\text{参加した学内の人} : 405 \times \frac{15}{79} = 76.898... \approx 77$$

$$\text{参加した学外の人} : 203 \times \frac{15}{79} = 38.544... \approx 39$$

$$\text{参加していない学内の人} : 143 \times 0 = 0$$

$$\text{参加していない学外の人} : 0 \times 0 = 0$$

よって, N の内 I,R から I へ遷移した人の人数は以下のとおりである.

$$77 + 39 + 0 + 0 = 116$$

次に, この I,R から I へ遷移した人の人数を使い $P_{(I,R) \rightarrow I}$ を求める.

$P_{(I,R) \rightarrow I}$ の計算式と計算は以下のとおりである.

$$\begin{aligned} P_{(I,R) \rightarrow I} &= \frac{(I,R \text{ から } I \text{ へ遷移した人の人数})}{(S \text{ から } I,R \text{ へ遷移した人の人数})} \\ &= \frac{116}{751} \\ &= 0.15446... \\ &\approx 0.154 \end{aligned}$$

$P_{(I,R) \rightarrow I}$ は実際のデータに近づけるために調整した.

よって, $P_{(I,R) \rightarrow I} = 0.155$ に決定した.

- $C_{S \rightarrow I}$

$C_{S \rightarrow I}$ は $C_{S \rightarrow (I,R)}$ と $P_{(I,R) \rightarrow I}$ を用いて計算した. 計算式は以下のとおりである.

$$C_{S \rightarrow I} = C_{S \rightarrow (I,R)} \times P_{(I,R) \rightarrow I}$$

- $C_{S \rightarrow R}$

$C_{S \rightarrow R}$ は $C_{S \rightarrow (I,R)}$ と $P_{(I,R) \rightarrow I}$ を用いて計算した. 計算式は以下のとおりである.

$$C_{S \rightarrow R} = C_{S \rightarrow (I,R)} \times P_{(I,R) \rightarrow I}$$

- $C_{I \rightarrow R}$

本プロジェクトでは時間経過で I の拡散能力が消失することで R へ遷移すると仮定し, I の拡散能力が消失する時間を 1 日とした. そのため, $C_{I \rightarrow R} = 1$ と決定した.

- $C_{R \rightarrow I}$

本プロジェクトでは R は I が拡散した情報と接触しても I に遷移しない, つまり, 情報を知っている非拡散者から拡散者にはならないと仮定した. そのため, $C_{R \rightarrow I} = 0$ と決定した.

(※文責: 加茂歩享)

3.3.2 参加率の決定

参加者数は参加者に対してのアンケート結果と実際のデータ, X 未来祭モデルのシミュレーション結果から求めた. 参加者数の計算はイベント開催日における 3 種類の人数にそれぞれ違う参加率をかけたものの合計とした. 3 種類の人数とは, X 未来祭モデルのシミュレーションにより出力したイベント開催日の S の人数, イベント開催日までに S から I へ遷移した人数, イベント開催日までに S から R へ遷移した人の人数である. これらをそれぞれ S', I', R' とし, 参加率をそれぞれ S' の参加率, I' の参加率, R' の参加率とした.

参加率を求める計算式と S', I', R' のそれぞれの参加率の計算は以下のとおりである.

$$\text{計算式: (各参加率)} = \frac{(\text{参加者の内の各変数の割合}) \times (\text{実際の参加者数})}{(X \text{ 未来祭モデルによって出力された } S' \text{ or } I' \text{ or } R')}$$

2023 年度の未来祭での一日の参加者数は 1000 人だった。

参加者に対してのアンケートの回答者の内アンケートの対象だった人の人数は 130 人、その内 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポストを X で見たことがある人の人数は 79 人、その内 2023 年度の未来祭の開催日がわかるポスト、またはリポストをした人の人数は 15 人だった。

X 未来祭モデルのシミュレーションにより出力した S' 、 I' 、 R' はそれぞれ 1146 人、117 人、637 人だった。

$$S' \text{ の参加率} : \frac{\frac{130-79}{130} \times 1000}{1146} = 0.34232\dots$$

$$I' \text{ の参加率} : \frac{\frac{15}{130} \times 1000}{117} = 0.98619\dots$$

$$R' \text{ の参加率} : \frac{\frac{79-15}{130} \times 1000}{637} = 0.77285\dots$$

これらを用いた参加者数の計算式は以下のとおりである。

$$\text{参加者数} = S' \times (S' \text{ の参加率}) + I' \times (I' \text{ の参加率}) + R' \times (R' \text{ の参加率})$$

X 未来祭モデルのシミュレーションからの参加者数の計算結果が実際のデータに近づくように各参加率を調整した。その結果、各参加率は以下のように決定した。

S' の参加率 $\rightarrow 0.34$

I' の参加率 $\rightarrow 1.0$

R' の参加率 $\rightarrow 0.8$

(※文責: 加茂歩享)

3.4 成果物「X における未来祭参加者予測ツール」の開発

本プロジェクトでは前節で記述した内容や習得した技術、収集したデータを元に未来祭の参加者数を予測する Web サイト「X における未来祭参加者予測ツール」を開発した。本節では開発した Web サイトについての概要、目的、機能、設計、開発環境と開発方針、サイト構成と画面構成、機能実装について、それぞれ記述する。

(※文責: 清水寛太)

3.4.1 「X における未来祭参加者予測ツール」の概要

「X における未来祭参加者予測ツール」は、未来祭における参加者を X のフォロワー数や開催までの期間などの値から参加者数を予測するツールである。利用者に必要な値を入力してもらうことによって、参加者数の予測値を数値で出力することがインタラクティブに行うことが可能である。数値だけでなく参加者数の予測値の推移をグラフで出力することによって視覚的にも見て取れるようになっている。また利用者が希望する参加者数と予測された参加者数を用いて、実際に希望する

参加者数にどれだけ近い人数になるかを表す確率をパーセント表記で出力される。本サイトは様々な機種に対応した画面表示に調節されるので PC だけでなくタブレットやスマートフォンなどの機種でも使用することが出来る。

(※文責: 清水寛太)

3.4.2 「X における未来祭参加者予測ツール」の目的

本サイトは本プロジェクトの目的である、「未来祭の参加者数を予測し、未来祭実行委員会が利用できるようにする。」を達成するために、本サイトの目的を「利用者にデータを入力してもらうことによって、未来祭の参加者数の予測を出力する。」ことに決定した。本サイトの機能として、詳しいことは後述するが中心の機能として与えられたデータから未来祭の参加者数を予測するといったものがある。これを利用することによって、パンフレットの発行部数の参考につながるといった利点がある。参考にするものが無い場合、パンフレットの発行部数を決める要因が無く過不足が生じてしまう。発行部数が不足している場合、未来祭の参加者全員にパンフレットを配ることが出来ず、参加者間に不公平が生じてしまう。一方で発行部数が超過してしまうとパンフレットが余ってしまい、ごみとして廃棄しなければならなくなってしまうため環境に悪影響である。本サイトを用いてもらうことによって、これらのような状況を防ぐことにつながる。

また本サイトでは参加者数の予測の推移をグラフで出力する機能が備わっているため、どのようなイベントの宣伝を行うことが効果的なのかを知ってもらうことも目的の一つとなっている。

(※文責: 清水寛太)

3.4.3 「X における未来祭参加者予測ツール」の機能

本サイトは利用者に参加者数の予測を行ってもらい、イベント運営の手助けになる事を目的として以下の機能を実装した。

- 入力された値を元に参加者数の予測を行う機能
- 入力された参加者数の希望値と予測値から希望する人数が来る確率を求める機能
- 参加者数の推移をグラフとして出力する機能

これから各機能についての詳細を説明する。

入力された値を元に参加者数の予測を行う機能

利用者に必要なデータを入力してもらうことによってイベント参加者数の予測を行う機能を実装した。本サイト内では「イベント開催期間内の合計参加者数」という値で出力されている。この機能は本サイトの中心の機能である。利用者に入力してもらうデータは以下の6つである。

- イベントまでの日数
現在（初めて開催日時が分かる情報を含んだポストをした日）からイベントが開催されるまでの日数
- イベント開催期間
イベントが開催されている期間

- 参加者数の希望値
開催されるイベントに対して希望するに参加者数（イベントに来てほしい人数）
- 対象者の総人数
イベントに参加する可能性があり、X のアカウントを持っている人数
- X の平均フォロワー数
対象者の X の平均フォロワー数
- 初めにポストする人数
初めて開催日時が分かる情報を含んだポストを行う人数

入力された値を元に参加者数の予測を行う機能

前節の機能で得ることができた「イベント開催期間内の合計参加者数」と利用者に入力してもらった「参加者数の希望値」を用いて、利用者が希望する参加者数にどれだけ近づくのかを計算し、確率をパーセント表記で出力する機能を実装した。この機能は本サイトの目的でもある「イベントの物品の準備に役立ててもらおう」に基づいて、参加者数の希望値から少なくとも多くても良くないことを考慮して、計算にはポアソン分布を用いている。このようにして求められた結果を本サイト内の「合計参加者数が希望値となる確率」という値で出力されている。

参加者数の推移をグラフとして出力する機能

入力された値を元にどのような情報の拡散が行われているのかを利用者に分かりやすく伝えるためにグラフを用いて 1 日毎の各集合の移り変わり及び参加者数の推移を出力する機能を実装した。このグラフでは棒グラフが参加者数の推移を表しており、棒グラフでは各集合の推移を表している。棒グラフについては緑色の部分がイベント開催期間前でこの時点での予測参加者数、水色のグラフがイベント開催期間内での予測参加者数を表している。折れ線グラフでは青色のグラフが対象者のうち X 経由で情報を知らない人数、赤色のグラフが対象者のうち情報を知っており拡散を行う人数、黄色のグラフが対象者のうち情報を知っており拡散しない人数を表している。このグラフを用いてもらうことによって情報の拡散をどのように行うとより効率的に広まっていくのか、いつから情報の拡散を行うといつまでにどれくらいの人数に影響を与えるのかなどの考察につながる。

全ての機能に関して出力結果は図 3.27 のように画面に表示されるようになっている。また本サイトの開発のために実装した利用者に見えない機能として入出力データの保存・閲覧がある。これは実際に入力した値が反映されているかどうか、入力した値によってどのような出力が得られることができるのかを知ることによってより精度の高い数理モデルの作成に役立つと考えたため実装を行った。この機能によって実際に Python での数値計算の不具合を発見し、エラーを無くすことができた。

(※文責: 清水寛太)

3.4.4 「X における未来祭参加者予測ツール」の設計

本サイトでは前項で記述した機能を中心として設計を行った。本サイトの目的である「利用者に入力したデータを入力してもらうことによって、未来祭の参加者数の予測を出力する。」を満たすために利用者にとって使い方が複雑でなく分かりやすい Web サイトにすることとした。利用者が Web サイトにアクセスしてすぐの画面に使い方についてのページに飛ぶための画面を設置したり、値を入力してもらう画面に値の説明を記述することで使いやすさを実現した。更に PC だけでなく、タブ

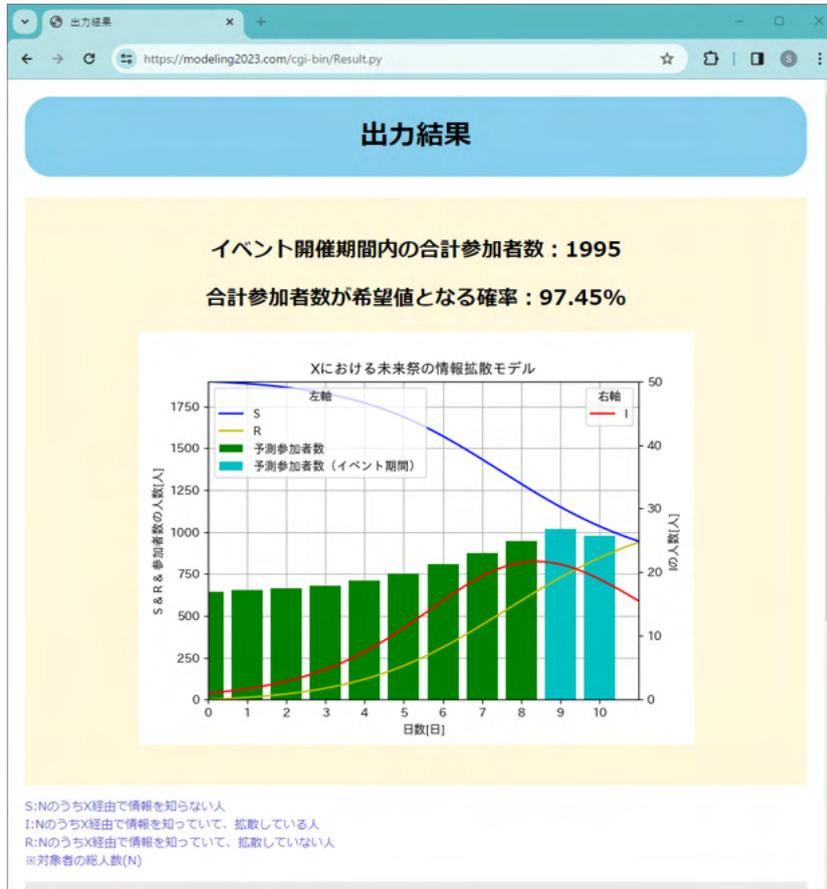


図 3.27 出力画面

レットやスマートフォンでの閲覧を可能にするために閲覧している機種に合わせてサイト内の表示を適宜調節するような設定を組み込んだ。入出力データの保存方法については Web サーバとは別にデータベース用のサーバを構築してそこにデータテーブルを用意することによって入出力データの保存を行った。開発については次項以降で詳しく記述する。

(※文責: 清水寛太)

3.4.5 「X における未来祭参加者予測ツール」の開発環境と開発方針

本サイトを開発するにあたって、入力された値を元に数値計算及びグラフの描写を行うために Python を用いて開発を行った。Python を用いた理由として、複雑な数値計算やグラフの描写のためのモジュールが豊富であることや今までの授業で Python を用いたことがあるためプログラムに慣れていること、輪講で Python を用いた数値計算の方法を扱っていたことなどが挙げられる。また Web サイトの画面を入力画面や使い方の説明画面の静的な部分を HTML と PHP、出力結果画面の動的な部分を CGI-bin を用いて開発を行った。入出力データの保存については Python ファイルでデータベースサーバに送信する形をとった。データベースの管理には MySQL を用いる方法にした。HTML は一般的な Web サイトの開発に多く用いられているために、PHP は利用者にデータを入力してもらうフォームの作成に適していると考えたため、CGI-bin は Python で得られた計算結果を Web サイトの画面に出力させることに適しているために今回利用することとなった。MySQL については前章で記述したように知識を習得済みであったことから活用できると

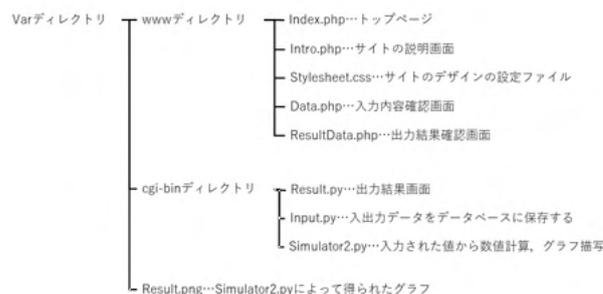


図 3.28 ファイル構成図

したために、利用することに決定した。Web サイト内の表示を調節するためには Web サイトで多く用いられている CSS を使用して開発を行った。開発環境としては、AWS が提供している「EC2 Instance Connect」を用いて HTML, CSS, CGI-bin の記述を行った。「EC2 Instance Connect」を用いた理由として、本サイトを「AWS EC2」を用いて公開しているため「AWS EC2」に付いているコマンドラインで操作を行える機能を用いて作業を行うことが適切だと考えたからである。Python を用いた数値計算及びグラフ描写の開発には「Spyder」を用いた。これは輪講で Python を用いた数値計算を学ぶ際に用いた環境を使用することによって学んだ内容を最大限に生かせると思ったからである。開発した Web サイトの画面を確認する為には「Google Chrome」を用いた。「Google Chrome」には Web サイトの開発者に向けた機能が備わっているために選んだ。

本サイトの開発方針として、どのように Web サイトを公開するのかを決定してから数値計算を行う Python プログラムを開発するメンバーと Web サイトのシステム及び画面についての HTML, PHP, CGI-bin, CSS を開発するメンバーに手分けして開発を行った。Python プログラムについては、アンケートで決定したパラメータを元により現実的な値を出力できるように教員や TA と相談を重ねながら開発を進めた。Web サイトのシステム及び画面についてのプログラムは HTML, PHP, CSS についての知識をインターネットや書籍 [3] を用いて身に付けていながら開発を行った。また CGI-bin については教員からの提案によって利用することを決定し、HTML や CSS と同じようにインターネットで調べながら開発を行った。また開発した Web サイトを他のメンバーや教員に確認してもらったり、プロジェクト外の人に評価実験を行ってもらったことによって改善点を見つけて本サイトの改善を進めた。評価実験については次節以降で詳しく説明を行う。

(※文責: 清水寛太)

3.4.6 「X における未来祭参加者予測ツール」のサイト構成と画面構成

はじめに本サイトのサイト構成について説明する。本サイトの基本構成は HTML で入力された値を Python に与えて数値計算を行い、出力結果を CGI-bin で受け取り Web サイト上に表示することとなっている。本サイトは図 3.28 のように以下の 8 つのファイルで構成されている。

Index.php で入力された値を Result.py に変数として送信するような仕組みとなっている。Result.py は Simulator2.py と Input.py をパッケージとしておりそれぞれのファイルが持つ関数を呼び出している。Simulator2.py の関数では与えられた変数を数理モデルに当てはめて計算を



図 3.29 トップページ上部

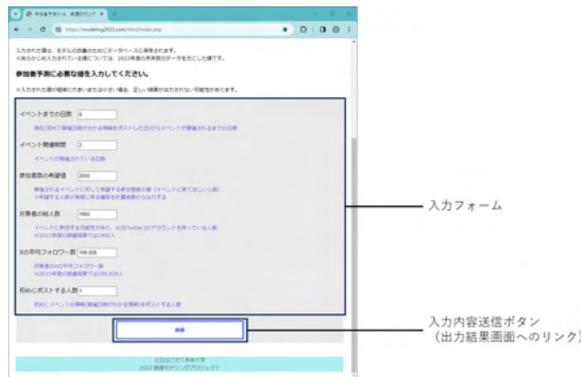


図 3.30 トップページ下部

行うことによって計算結果の値の出力と作成したグラフを Result.png に保存する動作を行う。Input.py の関数では与えられた入力データと計算で求められた出力データをそれぞれ別のデータテーブルに保存を行う動作をする。Simulator2.py の関数で求めた計算結果を Result.py 内の HTML のコードの変数部分に代入してそのコードを用いて画面に表示する機能を CGI を用いて実装した。Data.php と ResultData.php はサーバ管理者以外の人でも入出力データをデータテーブル一覧を Web サイト上で閲覧するためのファイルである。

次に本サイトの画面構成を説明する。本サイトを閲覧しているデバイスのサイズに合わせて表示を自動調節しており、PC とスマートフォンで同じ画面を表示している。トップページでは図 3.29 のように本サイトの概要と、使い方の説明のページのリンクが表示されている。使い方の説明のページは別のタブとして表示されるために PC で使用する際には使い方を確認しながら本サイトを使用できるような設計を行った。またスマホで使用する場合を考え、サイト下部にはタブを閉じてトップページに戻れるように設計を行った。

図 3.30 はトップページの下部を示しており、利用者が必要な値を入力するフォームがある。このフォームには数値のみを入力できるようにしてあり、利用者が入力する前にはサンプルとして 2023 年度の未来祭のデータを元にした値があらかじめ入力されており、具体的な数値が分からなかったり試しに使ってみたいときに活用できるようにしてある。数値を入力後「送信」をクリックすることで出力結果画面に移動できる。

図 3.31 と 3.32 では出力結果画面を示している。出力結果画面には入力された値から計算されたイベント開催期間内の合計参加者数、合計参加者数が希望値となる確率、参加者の推移を表すグラ

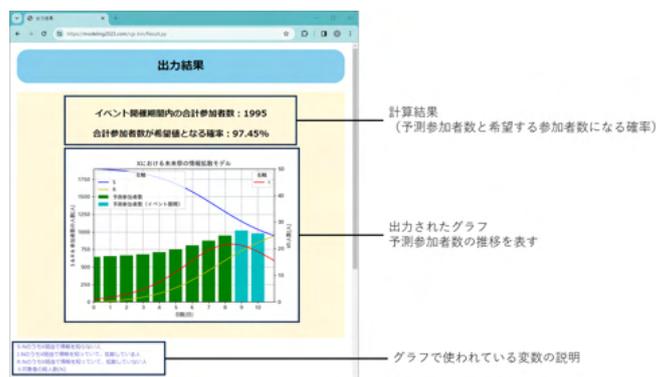


図 3.31 出力結果画面上部

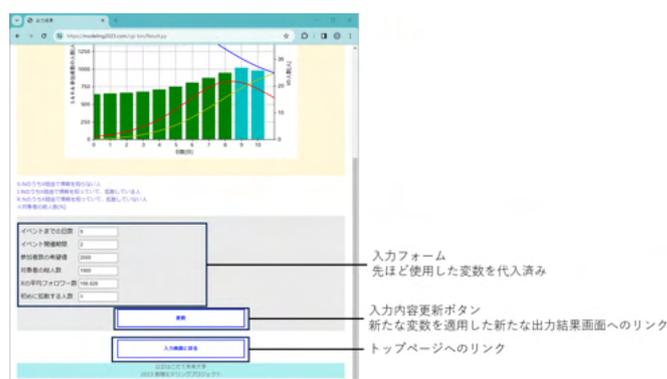


図 3.32 出力結果画面下部

フが表示されている。その下にはグラフ内で使われている用語についての説明がされている。更に下には値の入力フォームがあり、先ほど計算で使用した値をフォーム内に予め入力されているようにしている。これによってこのページ内で出力結果を元にまた別の値を用いた出力を行いたくなったときに用いてもらう。

(※文責: 清水寛太)

3.4.7 「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の機能実装

- 入力された値を元に参加者数の予測を行う機能
参加者数の予測を行うにあたって、前節で得られた数理モデルを用いて計算を行う機能を実装した。数理モデルの中の複数の変数についてサイト内で入力してもらうことによって、それらの値に対応した計算を行い結果を出力している。変数に代入される値がマイナスの値になっていたり0だったりすると数理モデルが正しく動作せずにエラーを吐いてしまうため、サイト内の設定で正の数のみ入力できるようになっている。また数理モデル内で用いるパラメータについては前節で行ったアンケート結果から求めることができた値を使用している。
- 入力された参加者数の希望値と予測値から希望する人数が来る確率を求める機能
入力された参加者数の希望値と数理モデルを用いて計算を行うことによって得られた参加者数の予測を比較して、入力された値の状況の場合に使用者が希望している参加者数にどれ

だけ近づくことになるのかを表す確率を出力する機能を実装した。この機能を実装することによってどのように情報の拡散を行うことによって使用者が希望する参加者数に近づけることができるのかをより具体的に示すことができる。この確率は予測された参加者数に多くても少なくとも低い値を出力されなければならないので、求める方法としてポアソン分布を用いた。

- 参加者数の推移をグラフとして出力する機能

参加者数の予測結果を数字としてのみ出力するのではなく、より効果的な情報を与えるためにグラフを用いた出力を行う機能を実装した。数理モデルの計算で得られる値のリストを用いてグラフを出力できるような機能となっている。このグラフには数理モデルで用いられている変数 (S, I, R) の増減を折れ線グラフで、イベント期間外の現段階での予測参加者数とイベント期間内での予測参加者数を棒グラフで出力している。

(※文責: 清水寛太)

3.5 評価実験

本プロジェクトが開発した成果物である Web サイト「X における未来祭参加者予測ツール」について、評価実験を実施した。本節では、評価実験の目的、方法、結果、考察についてまとめた。

(※文責: 篠田朋花)

3.5.1 実験目的

本プロジェクトは、「イベント参加者を予測すること」ことを目的とし、入力された値を元に、未来祭の参加者数を予測する Web サイト「X における未来祭参加者予測ツール」を開発した。本実験の目的は、開発した Web サイト「X における未来祭参加者予測ツール」が、未来祭の運営を担う学生にとって手助けになり得るものであるかどうかを検証することである。

(※文責: 篠田朋花)

3.5.2 実験方法

2023 年現在、インターネット上で行われるアンケートの手段の中では Google フォームが主流になっている。また、CSV 形式で回答を出力できることから、Google フォームでアンケートを実施した。対象者は、はこだて未来大学の学生 10 人とした。

はじめに、「X における未来祭参加者予測ツール」を使用する仮定条件を示した。以下の図 3.33 は、仮定条件の詳細である。

以下の状況を仮定して、以降の質問に回答してください。

あなたは、未来祭実行委員会に所属している実行委員の一員と仮定します。
(未来祭実行委員会は、未来祭の準備・運営を行う団体です。)

また、未来祭に関する告知などを、未来祭実行委員会の公式X(旧Twitter)でポスト(旧ツイート)できる立場です。

今、未来祭の開催に向けて、パンフレットの発注や備品の用意などの準備をしています。

準備に際して適切な数の備品を用意するために、次に説明するWebサイトを使用し、未来祭の参加人数を予測して参考にすることにしました。

これから答えていただく際には、次に説明するWebサイト(URL: <http://ec2-43-206-215-127.ap-northeast-1.compute.amazonaws.com/html/Index.php>)にアクセスし、**使用しながら**回答してください。

図 3.33 仮定条件文のスクリーンショット

次に、「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の使い方の説明を示した。以下の図 3.34 は、使い方の説明の詳細である。

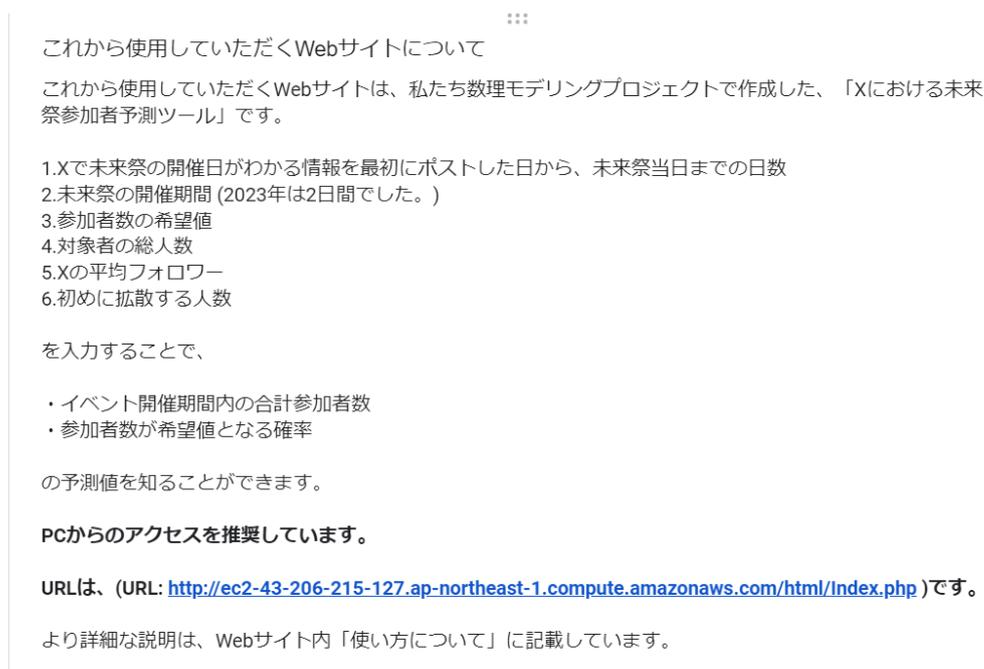


図 3.34 使い方のスクリーンショット

最後に、「Xにおける未来祭参加者予測ツール」を閲覧してもらいながら、「Xにおける未来祭参加者予測ツール」の使用感に関する質問の回答を行ってもらった。質問は合計で13問あった。内訳は、回答者の属性に関する事前質問が2問、1を「そう思わない」、5を「そう思う」として、1から5の5段階で評価を行ってもらった必須の質問が7問、なお、不足があり実験途中で追加した必須の質問が1問あり、8人からの回答を得た。記述式かつ任意の質問が3問である。以下に質問の詳細を述べる。

まず、回答者の属性に関する事前質問に回答してもらった。

- ・事前質問 1: あなたは、未来大の何年生ですか。
- ・事前質問 2: あなたは、未来祭実行委員会に所属していたことがある、あるいは現在所属していますか。

事前質問 1 のスクリーンショットを図 3.35 に、事前質問 2 のスクリーンショットを図 3.36 に示した。

次に、本質問に回答してもらった。

はじめに、「X における未来祭参加者予測ツール」内にある「使い方について」の説明がわかりやすいものであるか評価を行ってもらった。

- ・質問 1: 「使い方について」の説明は、わかりやすいですか。

次に、前述した本サイトの機能（要確認）を使用する為の入力項目に関して、記述式かつ任意の質問も合わせて評価を行ってもらった。

- ・質問 2-1: 各入力項目の意味はわかりやすいですか。
- ・質問 2-2: 意味がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。
- ・質問 3-1: 各入力項目の下にある、青字の説明はわかりやすいですか。
- ・質問 3-2: 説明がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。

質問 1 のスクリーンショットを図 3.37 に、質問 2-1 のスクリーンショットを図 3.38 に、質問 2-2 のスクリーンショットを図 3.39 に、質問 3-1 のスクリーンショットを図 3.40 に、質問 3-2 のスクリーンショットを図 3.41 に示した。

次に、本サイトの機能（要確認）である出力について、記述式かつ任意の質問も合わせて評価を行ってもらった。

- ・質問 4: 「送信」を押した後に出る画面の内容は、見やすいと思いませんか。
- ・質問 5: 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、パンフレットの発行部数を設定する上で役立つと思いませんか。
- ・質問 6: 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、未来祭を運営する上で、パンフレットの発行以外でも総合的に参考になると思いませんか。

次に、「X における未来祭参加者予測ツール」の全体に関する評価と「X における未来祭参加者予測ツール」が未来祭の運営者にとって、運営の手助けとして有用であるかどうか、評価を行ってもらった。

- ・質問 7: Web サイト全体のレイアウトについて、見やすいと思いませんか。
- ・質問 8: この Web サイトを、実際に未来祭の準備をするときに使ってみたいと思いませんか。

最後に、「X における未来祭参加者予測ツール」全体に関する記述式の評価を、任意で行ってもらった。

- ・質問 9: 最後に、改善のためのご意見・ご感想などあれば、ご記入ください。

質問 4 のスクリーンショットを図 3.42 に、質問 5 のスクリーンショットを図 3.43 に、質問 6 のスクリーンショットを図 3.44 に、質問 7 のスクリーンショットを図 3.45 に、質問 8 のスクリーンショットを図 3.46 に、質問 9 のスクリーンショットを図 3.47 に示した。

1. あなたは、未来大の何年生ですか。*

- 学部1年生
- 学部2年生
- 学部3年生
- 学部4年生以上
- 未来大生ではありません

図 3.35 事前質問 1 のスクリーンショット

2. あなたは、未来祭実行委員会に所属していたことがある、あるいは現在所属していますか。*

- 所属していた
- 所属している
- 所属したことがない

図 3.36 事前質問 2 のスクリーンショット

1. 「使い方について」の説明は、わかりやすいですか。*

- | | | | | | | |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| わかりにくい | <input type="radio"/> | わかりやすい |

図 3.37 質問 1 のスクリーンショット

2-1.各入力項目の意味はわかりやすいですか。*

- | | | | | | | |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| わかりにくい | <input type="radio"/> | わかりやすい |

図 3.38 質問 2-1 のスクリーンショット

2-2.意味がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。

回答を入力

図 3.39 質問 2-2 のスクリーンショット

3-1. 各入力項目の下にある、青字の説明はわかりやすいですか。*

	1	2	3	4	5	
わかりにくい	<input type="radio"/>	わかりやすい				

図 3.40 質問 3-1 のスクリーンショット

3-2.説明がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。

回答を入力

図 3.41 質問 3-2 のスクリーンショット

4. 「送信」を押した後に出る画面の内容は、見やすいと思いませんか。*

	1	2	3	4	5	
思わない	<input type="radio"/>	思う				

図 3.42 質問 4 のスクリーンショット

5. 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、^{*}パンフレットの発行部数を設定する上で役立つと思いますか。

	1	2	3	4	5	
思わない	<input type="radio"/>	思う				

図 3.43 質問 5 のスクリーンショット

6. 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、未^{*}来祭を運営する上で、パンフレットの発行以外でも総合的に参考になると思いますか。

	1	2	3	4	5	
思わない	<input type="radio"/>	思う				

図 3.44 質問 6 のスクリーンショット

7. Webサイト全体のレイアウトについて、見やすいと思いますか。^{*}

	1	2	3	4	5	
思わない	<input type="radio"/>	思う				

図 3.45 質問 7 のスクリーンショット

8. このWebサイトを、実際に未来祭の準備をするときに使ってみたいと思います^{*}か。

	1	2	3	4	5	
思わない	<input type="radio"/>	思う				

図 3.46 質問 8 のスクリーンショット

9. 最後に、改善のためのご意見・ご感想などあれば、ご記入ください。

回答を入力

図 3.47 質問 9 のスクリーンショット

(※文責: 篠田朋花)

3.5.3 実験結果

それぞれの質問に対する 5 段階評価を Excel でまとめ、平均値および標準偏差を求めた。

事前質問 1: あなたは、未来大の何年生ですか。

回答から円グラフを作成すると図 3.48 のようになった。

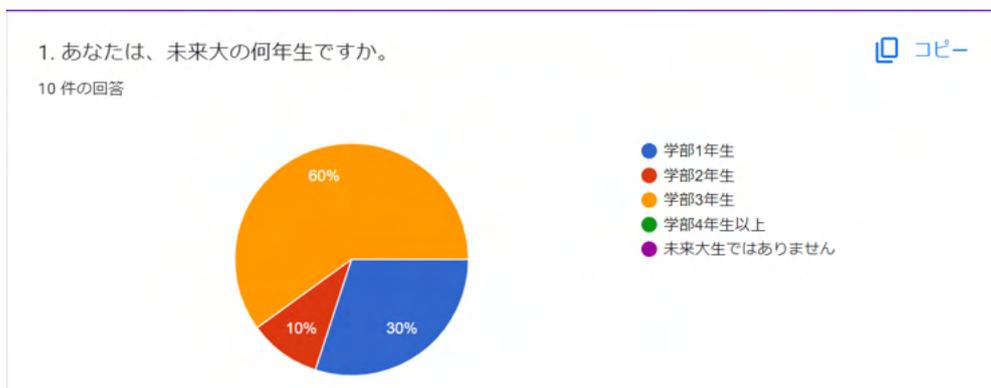


図 3.48 事前質問 1 の回答スクリーンショット

事前質問 2: あなたは、未来祭実行委員会に所属していたことがある、あるいは現在所属していますか。

半数の回答者が、未来祭実行委員会の活動経験があると回答した。回答から円グラフを作成すると図 3.49 のようになった。

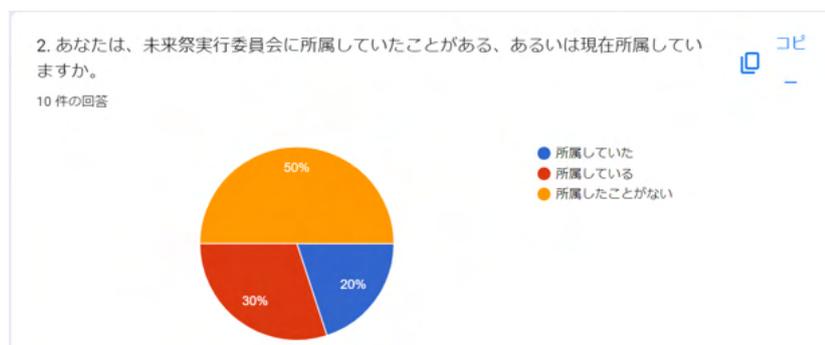


図 3.49 事前質問 2 の回答スクリーンショット

Mathematical Modeling Project

質問 1: 「使い方について」の説明は、わかりやすいですか。

平均値は、 $m=3.7$ 、標準偏差は、 $SD=1.25$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.50 のようになった。

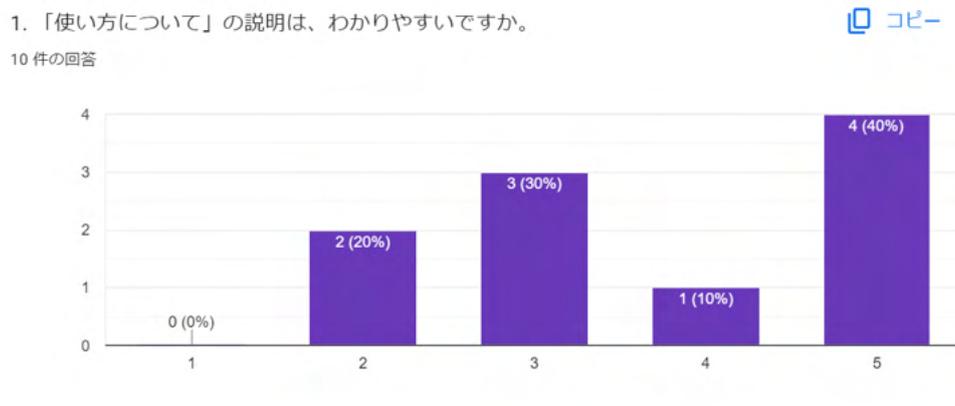


図 3.50 質問 1 の回答スクリーンショット

質問 2-1: 各入力項目の意味はわかりやすいですか。

平均値は、 $m=4.3$ 、標準偏差は、 $SD=0.83$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.51 のようになった。

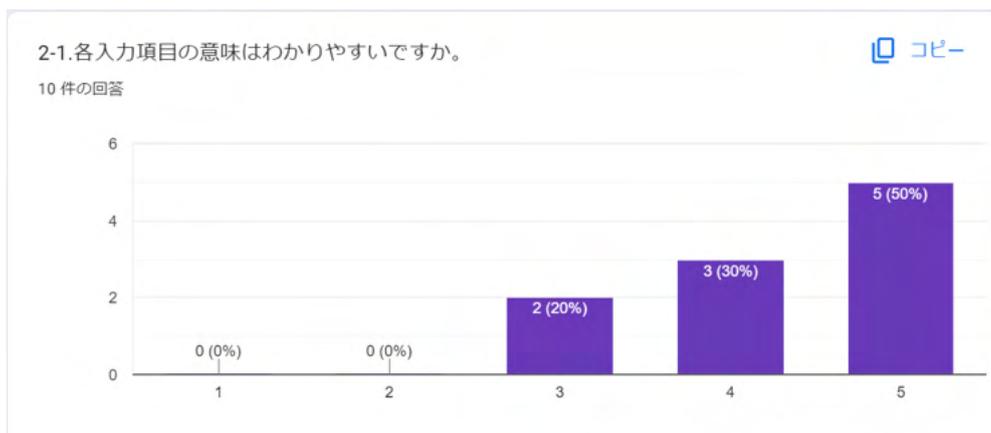


図 3.51 質問 2-1 の回答スクリーンショット

質問 2-2: 意味がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。

いただいた回答を以下に示した。

- ・初めに拡散する人数
- ・「対象者の総人数」が自分では予測して入力できない

質問 3-1: 各入力項目の下にある、青字の説明はわかりやすいですか。

平均値は、 $m=4.2$ 、標準偏差は、 $SD=0.63$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.52 のようになった。

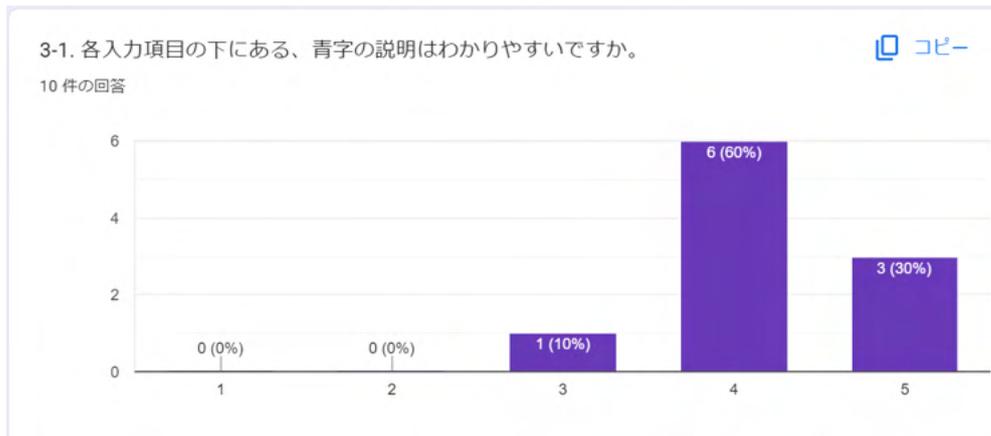


図 3.52 質問 3-1 の回答スクリーンショット

質問 3-2: 説明がわかりにくい項目があれば、ご記入ください。

いただいた回答を以下に示した。

- ・参加者数の希望値の部分の” ※希望する人数が実際に来る確率を計算結果から出力する”の意味がわからない、必要性を感じなかった。

- ・開催期間以外のイベントまでの日数

質問 4: 「送信」を押した後に出る画面の内容は、見やすいと思いませんか。

平均値は、 $m=3.2$ 、標準偏差は、 $SD=1.14$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.53 のようになった。

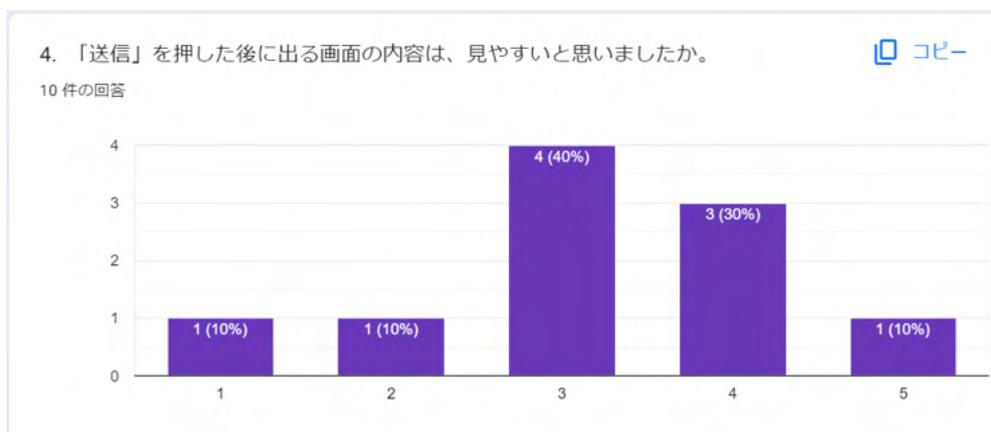


図 3.53 質問 4 の回答スクリーンショット

質問 5: 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、パンフレットの発行部数を設定する上で役立つと思いますか。

平均値は、 $m=4.0$ 、標準偏差は、 $SD=1.25$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.54 のようになった。

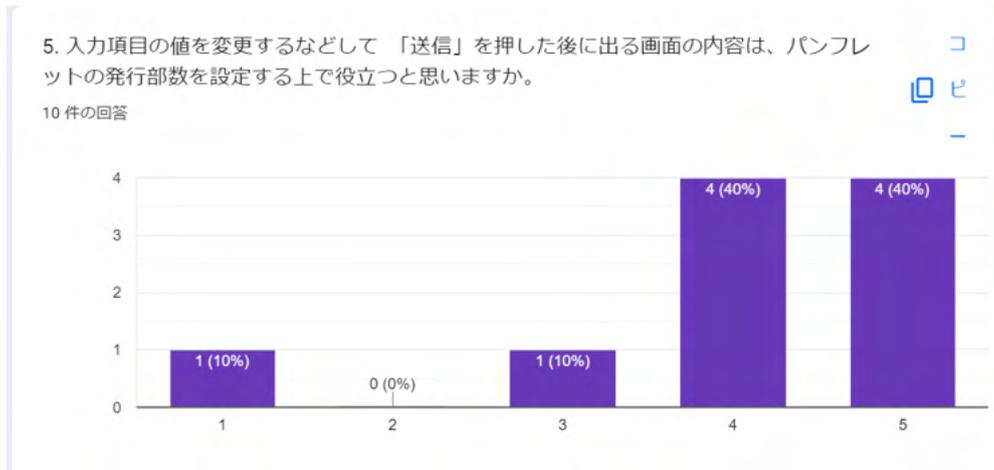


図 3.54 質問 5 の回答スクリーンショット

質問 6: 入力項目の値を変更するなどして「送信」を押した後に出る画面の内容は、未来祭を運営する上で、パンフレットの発行以外でも総合的に参考になるとと思いますか。

平均値は、 $m=3.9$ 、標準偏差は、 $SD=0.88$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.55 のようになった。

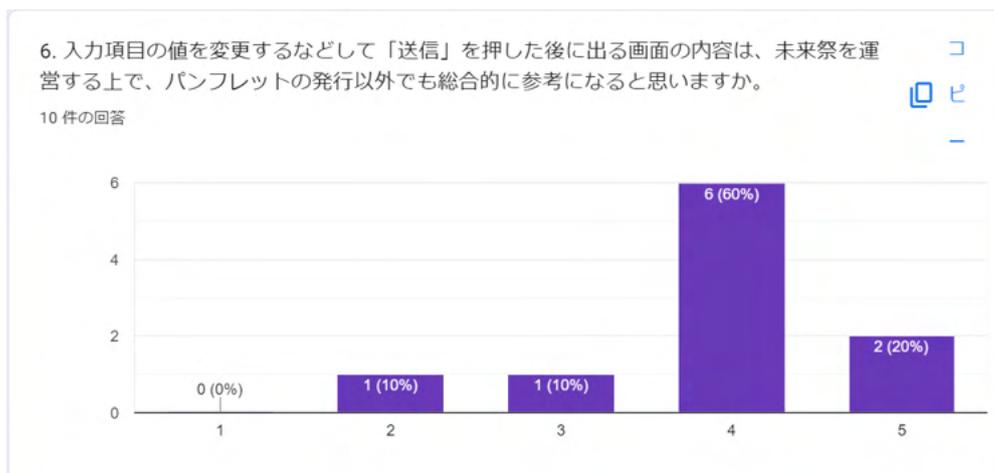


図 3.55 質問 6 の回答スクリーンショット

質問 7: Web サイト全体のレイアウトについて、見やすいと思いますか。

平均値は、 $m=3.1$ 、標準偏差は、 $SD=0.99$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.56 のようになった。

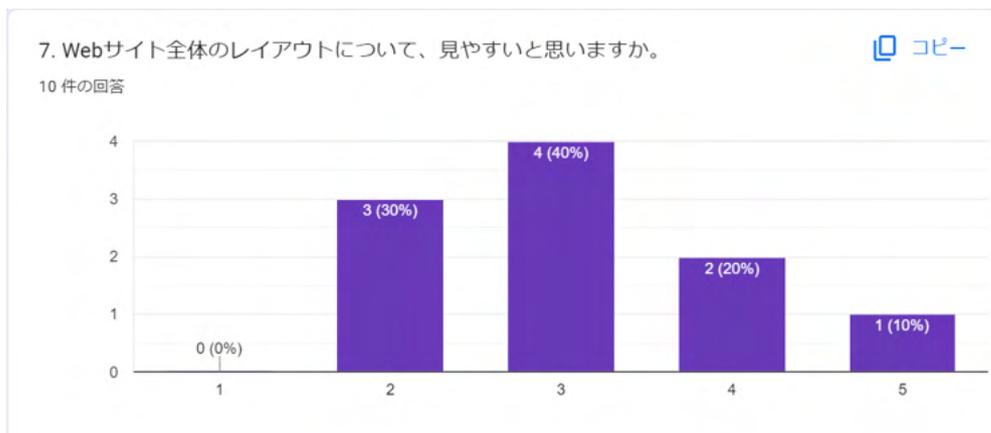


図 3.56 質問 7 の回答スクリーンショット

質問 8: この Web サイトを、実際に未来祭の準備をするときに使ってみたいと思いますか。

平均値は、 $m=3.6$ 、標準偏差は、 $SD=1.40$ となった。回答からヒストグラムを作成すると図 3.57 のようになった。

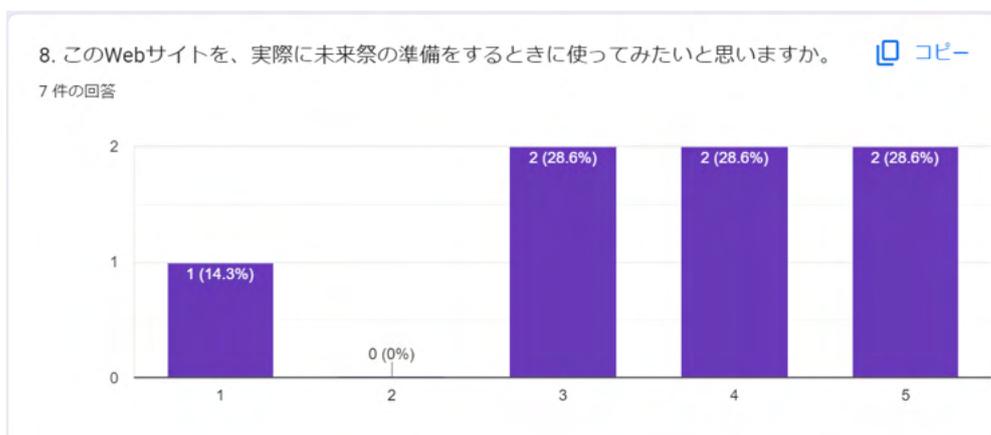


図 3.57 質問 8 の回答スクリーンショット

質問 9: 最後に、改善のためのご意見・ご感想などあれば、ご記入ください。

いただいた回答を以下に示した。

- ・必要な情報が大きな字で書かれていたのでとても見やすく使いやすかった。
- ・未来祭実行委員会に実際所属していたので未来祭のことについてこのようなサービスを考えていただけることに感謝しています。
- ・送信を押した後の画面で、S や N などの説明がある部分について、N についてを一番最初に持って行った方が親切かなと感じました。
- ・使い方についての部分で全画面で見ると画面の端から端まで文章が続いているので読みにくいと感じます。図やイラストが入っていると直感的にイメージしやすいのかなと感じました。
- ・箇条書きの中身は「ですます」必要ないと思います。
- ・そもそも使い方についての画面も必要ない気がします。真面目な人は使い方について読む傾向があると思いますが、なんとかなるだろうと読まずに使う人が多い気がします。
- ・このシステムが実際あればとても便利だと思うので応援しています。
- ・全体的にちょっと見にくいと思う。

3.5.4 実験考察

それぞれの質問に対して平均値と標準偏差、そして回答の傾向より考察を行う。

質問1の「使い方について」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値にばらつきがあり、回答の傾向からもばらつきがあることが捉えられる。また、画面の端から端まで文章が続いて読みにくい、図やイラストがあると良いという回答や、「使い方について」の画面は必要ないのではないかという回答もあった。よって、「使い方について」を必要とする人にとってわかりやすいものにするために、「使い方について」内の文章以外で説明可能な部分を見つけて、文章量を減らす、そして減らした文章に相当する情報を、図やイラストに置き換えるといった工夫があると考えられる。

質問2-1, 2-2の「入力項目の意味」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値に大きなばらつきはなく、回答の傾向から概ねわかりやすいと評価されていると捉えられる。しかし、「初めに拡散する人数」や「対象者の総人数」がわからないという回答があった。よって、入力項目の意味をよりわかりやすくするためには、Webサイトの利用者にとってわかりにくいとされる「初めに拡散する人数」や「対象者の総人数」の表記を伝わりやすい表記に工夫する必要があると考えられる。

質問3-1, 3-2の「入力項目の説明」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値に大きなばらつきはなく、回答の傾向から概ねわかりやすいと評価されていると捉えられる。しかし、「※希望する人数が実際に来る確率を計算結果から出力する」の意味や「イベントまでの日数」の説明がわからないという回答があった。よって、入力項目の説明をよりわかりやすくするためには、「希望する人数が実際に来る確率」や「イベントまでの日数」の内容について、意味を簡潔に記載しておくだけでなく、具体例を記載するなどの工夫があると考えられる。

質問4の「送信を押した後に出る画面の内容」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値にかなりばらつきがあるが、回答の傾向からは2以下が20%、4以上が40%と、見やすいとの好意的な回答が多いと捉えられる。よって、すべての人にとって見やすい「送信を押した後に出る画面」を作るために、情報量の多いグラフの見た目や、表示する内容を整理するなどの工夫があると考えられる。

質問5の「送信を押した後に出る画面の内容がパンフレットの発行部数を設定する上で役立つか」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値にかなりばらつきがある。回答の傾向からは、2以下が10%、4以上が80%と、見やすいとの好意的な回答が多いと捉えられる。よって、未来祭の運営を担う学生にとって手助けになり得るものであるかどうかにおいて、Webサイトはパンフレットの発行部数の設定に役立つという点で有用性があるといえる。

質問6の「送信を押した後に出る画面の内容がパンフレットの発行以外でも総合的に参考になるか」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値に大きなばらつきはなく、回答の傾向から概ね参考になると評価されたと捉えられる。よって、未来祭の運営を担う学生にとって手助けになり得るものであるかどうかにおいて、Webサイトは総合的に有用性があるといえる。

質問7の「Webサイト全体のレイアウト」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値に大きなばらつきはなく、回答の傾向から概ね「見にくい」と評価されたと捉えられる。よって、Webサイトのレイアウトに関する考慮が不十分であったと考えられることから、今後はレイアウトの改良を1番に行う必要があると考えられる。

Mathematical Modeling Project

質問 8 の「実際に使ってみたいか」に関して、平均値と標準偏差より回答された数値にかなりばらつきがあるが、回答の傾向からは、2 以下が 14.3 %、4 以上が 57.2 %と、半数以上が役立つと回答したと捉えられる。よって、Web サイトのレイアウトに対する考慮が不十分であったと考えられることから、今後はレイアウトの改良を 1 番に行う必要があると考えられる。具体的には、質問 9 で「必要な情報が大きな字で書かれていたのでとても見やすく使いやすかった」という回答があったので、良い点として参考にできると考えられる。

質問 9 や、質問に対する考察の中で触れなかった意見、感想に関して、未来祭実行委員会に実際所属していたのでサービスを考えていただけことに感謝というご感想や、このシステムが実際あればとても便利だと思うので応援しているというご感想をいただいた。よって、Web サイトが未来祭の運営を担う学生にとって手助けになり得るなど、好意的な印象を持っていただいていると考えられる。

(※文責: 篠田朋花)

第 4 章 中間発表会

本節では中間発表会を行うまでの準備、中間発表会の当日、学生や教員の方々からいただいた発表評価を振り返る。

(※文責: 大國克広)

4.1 中間発表の準備

本プロジェクトでは中間発表会でより効果的に発表内容を伝えるために、主にスライドを用いて発表することとした。また、補助的な資料としてポスターを作成することにした。最初にポスターとスライドの軸となるアウトラインを本プロジェクトのメンバー全員で話し合うことで決定した。アウトラインとしては特に、本プロジェクトが活動する上での動機、目的、手段、考察を丁寧に話し合った。そこから、プロジェクトメンバーをデータ集め班、モデリング班、ポスター班に分割して作業を進めることとし、ポスター班の清水、岡本がポスターの作成、大國がスライドの作成をするように振り分けた。ポスター作成には Adobe Illustrator を用いた。作ったポスターを他のメンバーや担当教員にフィードバックしてもらい、内容やデザインを修正することで、必要な情報をシンプルにまとめた 1 枚のポスターを完成させた (図 4.1)。スライド作成では、ポスターの内容とできるだけ一致するように作成した。始めは文字が多く、内容がバラバラでプロジェクトのストーリーが伝わりにくいスライドとなっていた。スライドの枚数も 20 枚以上では多いことが分かり、スライド 1 枚 1 分、合計約 10 枚のスライドとする必要があった。必要な文言を精査し、適切な情報を加えることで、見やすさや分かりやすさを改善させていった。発表練習は 2023 年 6 月 30 日から約 1 週間、スライドの修正と並行して行った。発表練習をするたびに修正すべき箇所が見つかり、十分な練習ができなかったため、プロジェクト学習の時間外で集まって練習することもあった。

数理モデリングプロジェクト Mathematical Modeling Project



プロジェクトメンバー：山田真史 Masafumi Yamada, 一戸太志 Taiji Ichinohe, 岡本結叶 Yuika Okamoto, 大國克広 Katsuhiko Okuni, 太田東吾 Togo Ota, 加茂歩享 Hotaka Kamo, 後藤航希 Kouki Goto, 小松和司 Kazushi Komatsu, 里田琉海 Ruka Satoda, 篠田朋花 Tomoka Shinoda, 中村虹太 Kota Nakamura, 清水寛太 Kanta Shimizu

問題の背景 Background of the problem

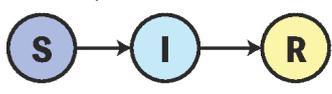
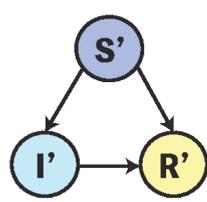
SNS やポスターなどを用いた**情報の拡散**は宣伝の一つの有効な手段である。
先行研究では Twitter を題材にしたものを中心に様々な状況の**情報拡散のモデル化**が盛んに研究されている。
Spreading information by using SNS and suchlike are effective means of advertising.
Prior research has conducted **modeling of spread of information** in various situation with mainly Twitter.

目的と手段 Purpose and method

<p>参加者が少ない Low participants</p> <p>近年大学内のイベント（生協など）の参加人数が少なく困っている。 Recently, the number of participants in university (co-ops, etc.) is low.</p>	<p>認知度を上げたい We want to raise awareness</p> <p>原因の一つに、イベントの認知度が低いことが上げられるので改善したい。 One of the causes is low awareness of event, so we want to improve it.</p>	<p>認知度をあげるには？ How to raise awareness?</p> <p>どのような宣伝方法が最も適しているのかを数理モデリングを用いて検証していく。 We will discover the most suitable advertising method by using a mathematical model.</p>
--	---	--

数理モデルについて Mathematical model

今回は感染症の広がり方を予測するために作られた「**SIR モデル**」を元に本プロジェクトで改良を加えた**情報拡散を予測する数理モデル**を使用する。
We will use a **mathematical model that predicts the spread of information**.
For that, we alterd "SIR model" created to predict the spread of infectious diseases.

<p>SIR モデル</p> <p>【微分方程式】 $dS(t)/dt = -\beta S(t)I(t)$ $dI(t)/dt = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t)$ $dR(t)/dt = \gamma I(t)$</p> <p>【扱う変数】 S(t)…非感染者数 I(t)…感染者数 R(t)…免疫保持者数</p> <p>N…人口 M…一日あたりに接触する人数の平均 P…一日あたりの各接触について感染する割合</p> <p>β…感染率 $\rightarrow (M \times P) \div N$ γ…回復率 $\rightarrow 1 \div (\text{感染者の回復日数})$</p> 	<p>仮の情報拡散モデル (Twitter の例)</p>  <p>【微分方程式】 $dS'(t)/dt = -\beta S'(t)I'(t)$ $dI'(t)/dt = a\beta S'(t)I'(t) - \gamma I'(t)$ $dR'(t)/dt = (1-a)\beta S'(t)I'(t) + \gamma I'(t)$</p> <p>【扱う変数】 S'(t)…情報を知らない人数 I'(t)…情報を知っていて、拡散する人数 R'(t)…情報を知っていて、拡散しない人数</p> <p>γ…I' から R' に移行する割合 (情報を拡散しなくなる割合) a…情報を知っている人 (I' + R') のうちの情報拡散者の割合</p> <p>N…人口 M…情報拡散者が一日に情報を届ける人数の平均 P…届いた情報を S が認知する (認知していない人が認知する) 割合</p> <p>β…情報拡散率 $\rightarrow (M \times P) \div N$</p>
--	--

今後の流れについて Future schedule

- 必要なデータの収集…Twitter やイベントなどで必要なデータを集める。
Collecting necessary data … Collecting necessary data on Twitter or events.
- 数理モデルの作成、改良…他の情報拡散の状況においても表せられるようにモデルを作成する。
また、集まったデータを元にモデルを改良していく。
Making and improving mathematical model … Making model to showing in other spread of information situations.
Also, improving model based on data collected.

図 4.1 中間発表会で使用したポスター

(※文責: 大國克広)

4.2 当日

2023年7月7日の金曜日にプロジェクト学習中間発表会にて本プロジェクトの中間発表を行った。発表時間10分、質疑応答5分の時間配分で3回発表を繰り返した。前半の発表は大國、太田、加茂、篠田、中村、山田の6名が担当し、後半の発表は一戸、岡本、後藤、小松、里田、清水の6名が担当した。発表は予定していた通りスライドとポスターを用いることとし、3名程度で1回の発表を行った。当日は42人の方が来場し、フィードバックや質問をいただいた。質問やフィードバックについては4.3に記載する。

(※文責: 大國克広)

4.3 発表評価について

中間発表会当日に関するアンケートをGoogleフォームを通して行った。公立はこだて未来大学の学生と教員を含む42名の回答を集計した。評価項目は発表技術についてと発表内容についての2つであり、この2つの項目は1(非常に悪い)から10(非常に優秀)の10段階評価と自由記述のコメントである。また、アンケートの結果として、発表技術の評価の平均は $m=7.50$ (有効回答数 $N=42$, 標準偏差 $SD=1.68$)であり、発表内容についての評価の平均は $m=7.90$ (有効回答数 $N=42$, 標準偏差 $SD=1.54$)であった。発表技術についての評価と人数のグラフを図4.2に、発表評価についてのグラフを図4.3に示す。

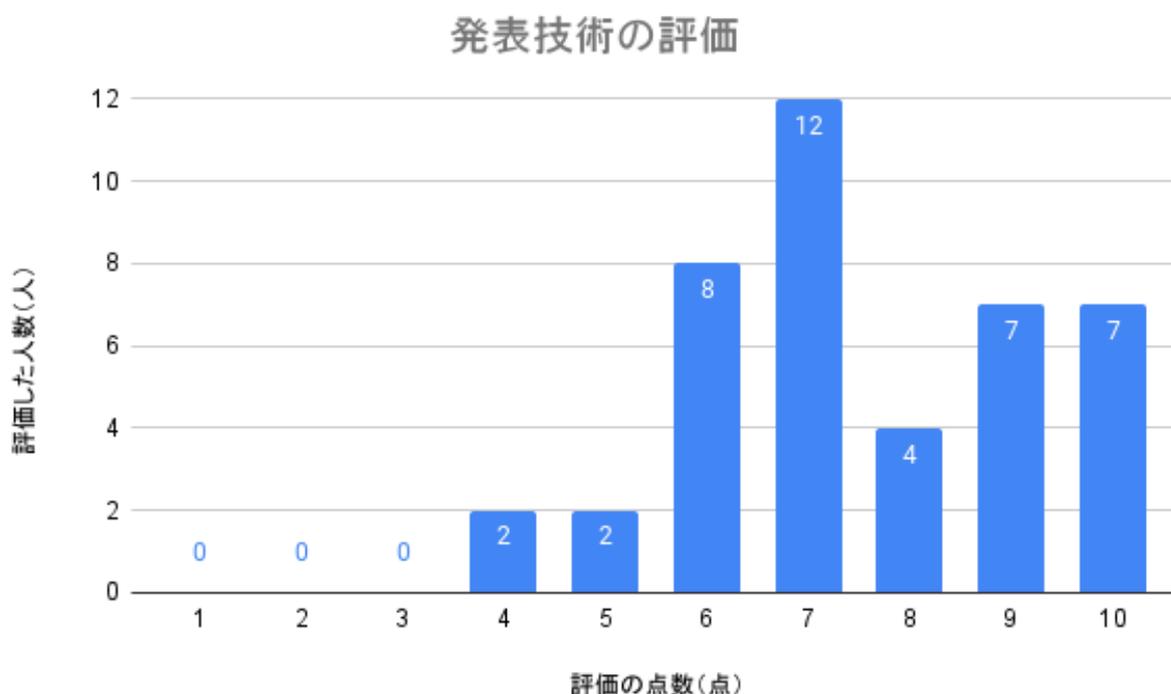


図 4.2 発表技術についての評価のヒストグラム

発表技術の評価について、最低評価は 4、最高評価は 10、最も評価の評価は 7 の 12 人となっている。全体的に評価が低いため、あまり良い結果ではなかったといえる。

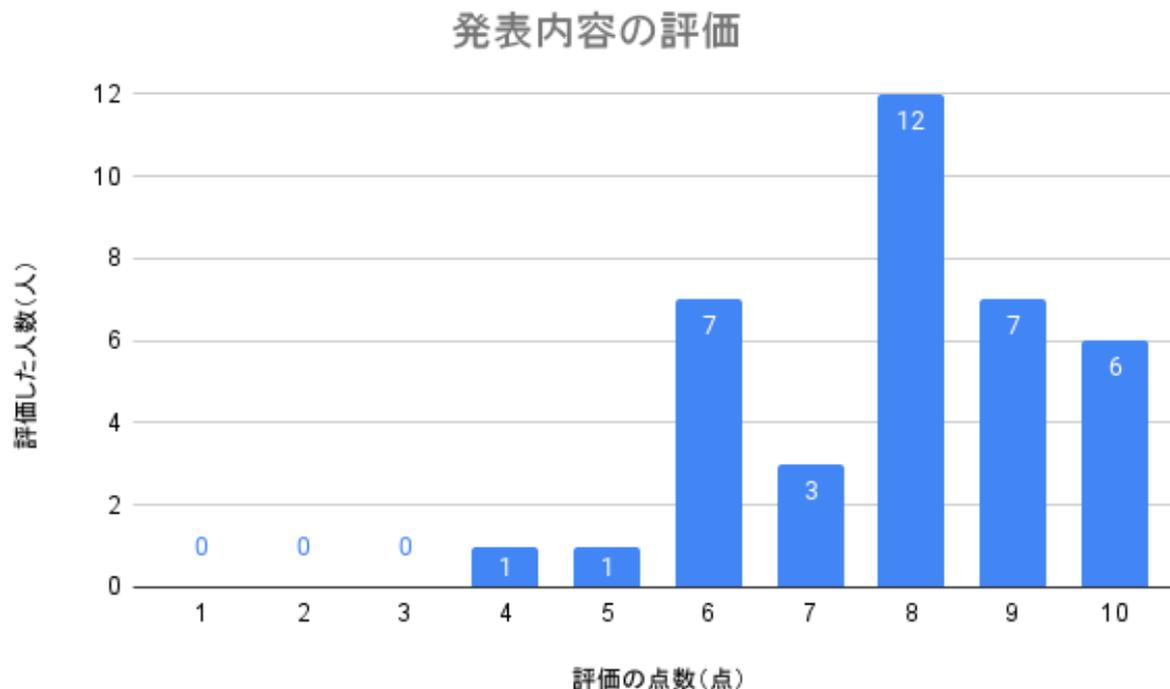


図 4.3 発表内容についての評価のヒストグラム

発表内容の評価について、こちらも最低評価は 4、最高評価は 10 とっていた。最も評価の評価は 8 の 12 人となっている。評価にばらつきがあることから、こちらも満足の得られる結果とはならなかった。

加えて、発表技術および発表内容について記入してもらったコメントを抜粋し、良かった点、改善点について分けて以下に記載する。

発表技術についてのコメント

良い点

- ・前半 1 発目の男性の声量が聞き取りやすかった。
- ・生協のイベント参加者を増やすための目的・計画がまとまっていて、よく伝わった。
- ・生協の企画の参加者を増やすため（企画の認知度）を増やすために数理モデルを使うという斬新さがよく伝わりました。
- ・全体的にわかりやすい説明になっていた。
- ・それぞれに章立てがされてて理解しやすかった。
- ・発表者の声の大きさは適切なものであったと思う。
- ・スライドが綺麗にまとめられていた。
- ・よく練習している様子が伝わってきました（前半 2 回目）。

- ・数理モデリングとは何か？という説明があったので、数理モデリングの知識が無い人でも大まかに理解できた。
- ・SNS を SIR モデルに当てはめるといいう部分が分かりやすかった。
- ・目標や手段を丁寧に説明していることによって内容を理解しやすかった。
- ・スライドを使用してわかりやすく説明をできています。変数や用語の説明も丁寧に行われていてとても良いと思いました。
- ・情報の拡散に、図を用いて SIR モデルを説明していたので、分かりやすかったです。
- ・数式の説明を細かくしていたおかげで、数学が苦手な人でもわかりやすかったと思う。
- ・スライドが見やすかった。
- ・Twitter や生協など身近な話題で考えやすかった。
- ・数理モデリングとは何かについて理解出来ていなかったけど、発表を聞いて理解出来た。
- ・数理モデルの説明が細かくされていて、丁寧だと思いました。
- ・どのようなプロジェクトなのか知らなかったが、スライドとポスターが要点を見やすくまとめていたので分かりやすかった。
- ・視点を注目させている。
- ・完結でわかりやすい。
- ・数式を使った難しい内容だが、丁寧に説明され理解することができた。
- ・プロジェクトの計画は明確に説明されていてよく伝わりました。
- ・説明の難しい数学的な分野の説明をしっかりできていて良かった。
- ・目的は非常にわかりやすく、手段も明確で良かった。

改善点

- ・スライドが突っ込まれないように書かれていると思うが見づらい。
- ・もう少し声が大きいと聞きやすくなると思いました。
- ・SIR モデルや式など専門的な用語の説明をもう少し加えてほしかった。
- ・SIR の説明、単語の由来などがもう少しあるとよりわかりやすいかなと思いました。
- ・発表に対しての準備不足を感じる部分があった。
- ・もう少しスライドの内容を見ないで発表できたらなお良いと思います。
- ・スライドに向かって話している感じがして、所々聞こえづらかったので、なるべく前を向いて話すといいと思った。
- ・計算式が多く圧倒された。
- ・分かりやすい例がもう少し欲しかった。
- ・I wanted a little motivation, as an event organizer, how to apply this.
- ・聞き取りやすい声の方と周りの声に負けてしまっている方がいました。また、情報拡散のモデルの説明が早く、理解することが少し難しかったです。
- ・マスクをしているので声をもう少し張ると良いです。
- ・スライドの文字や図が小さく見づらかった。
- ・マスクのせいもあると思うが声が聞き取りにくかった。
- ・改善点は、数式ばかりあるスライドがあり文字が小さくなっていたので、スライドを分けてサイズを大きくしたらもっと見やすくなると思いました。
- ・数理モデルの大雑把な説明が最初に合った方がわかりやすいかなと感じました。
- ・スライド中のグラフが、差がそこまでないように見えて違いが分かりづらかったです。

- ・どこを話しているか手振りで指すこと。
- ・スライドの考察のあるページがどのように変化したか少し分かりにくく感じた。
- ・スライドに文字が多いので、図やイラストなどで視覚的にわかりやすくするべきだと思います。
- ・数式や文章ベースなので内容について詳しい内容がわかりにくいと感じた。
- ・数学的な説明が多すぎるのももう少しコンパクトにまとめた方が良かった。
- ・数式などが多いのももう少しスライドなど理解する時間がほしかったかなと思いました。

発表内容についてのコメント

良い点

- ・情報拡散の数理モデルを感染症のモデルで考えた理由がとても分かりやすく説明されていた。
- ・感染症モデルをそのまま使うのではなく情報拡散の特徴（情報を知っているが拡散しない人がいる）に対する工夫がよかった。
- ・SIR モデルを使った分析を使うことで、生協のイベントに齎す効果や有用性についてもう少し聞きたかったです。
- ・目的と手段→活動内容の繋がりはよかったと思います。
- ・自分が生協学生委員に所属していたこともあり、目標設定の内容が身近な内容ですごく画期的なものでありました。
- ・適切な目標設定・計画がなされていた。両者とも詳しく書かれていてよかった。
- ・病気の感染から情報の感染というテーマにアプローチをしていることに興味を持ちました。
- ・テーマでもある数理モデリングを用いて現象を数式化していて、目標に向けての活動が適切に行われていると思う。
- ・”情報を知る”ことを”病気に感染する”と表して SIR モデルを用いて分析していることがいい案だと思った。
- ・難しく感じたけどなんとか理解できました。ぜひ成功してほしいプロジェクトです。
- ・幾つかのモデルで比較してみると良さそうに思いました。
- ・プロジェクトの目的に至った敬意が理解しやすくていいと思った。
- ・何をしたいかが明確。
- ・変数の説明が丁寧でいいね。
- ・感染症モデルの中身を別の事柄に置き換えるという発想が面白かった。
- ・実際に大学の生協をモデルとして採用していてとても親しみやすい数理モデルだと思っていいと思った。そしてとてもわかりやすい目標でイメージしやすいと思った。そして定義などを細かく説明していて分かりやすかった。
- ・すごくはっきり目標設定を行えていると思います。実際に他の情報拡散方法でもモデリングをしてみると面白い結果になると思いました！
- ・SIR モデルをこの目標に設定したことは面白いと思います。
- ・初めに主題の生協イベント利用者の参加人数が低いことを挙げ、その上でモデルの説明とそれをどう応用するかの説明が手順を踏んでいて分かりやすかったです。
- ・SNS での情報の拡散というテーマが私たちに身近なものなので、面白そうだと感じた。
- ・Twitter よく使うから面白かった。
- ・グラフ化してるので分かりやすかった。
- ・実用的でとてもよい。

改善点

- ・生協の Twitter だけでなく、よく拡散されている情報との比較するとどれだけ違うのかが知りたいと思った。
- ・情報の拡散モデルのお手本として感染症のモデルを当てはめることが、果たして最適なのかどうか。その辺りの説明が弱かったかも。
- ・進む道があるとは限らない状態で進んでるように感じた。
- ・I couldn't really judge without some more concrete example.
- ・今後のスケジュールが具体的に分かりませんでした。
- ・ β などの変数をどのような根拠で置き換えたのか知りたかった。今後このモデルをどうやって活かしていくのかも詳しく知りたかった。

得られたコメントから中間発表会を振り返る。まず、発表技術について振り返る。発表技術についてのコメントでは主に発表の丁寧さや分かりやすさについて高評価を受けていた。しかし、発表の声が小さかったことや、スライドの情報量が多くて見づらかったといったコメントを受けた。次に、発表内容について振り返る。発表内容のコメントではプロジェクトの目的設定や、SIRモデルを情報の拡散に応用するというアイデアが肯定的な評価を受けていた。しかし、成果物の具体的なイメージや変数を設定できる根拠が分かりづらいつらいつらという改善案のコメントも受けた。最後に発表技術、発表内容について合わせて振り返る。本プロジェクトについて全く知らない聞き手に発表内容を理解してもらえよう、丁寧な説明を心がけていた目標設定のところや発表の分かりやすさについてはコメントに反映されていたため良かった。しかし、10分以内に発表をまとめようとし過ぎてしまい、制限時間に対する伝える情報量が多くなってしまった。指摘された声の小ささ、具体的な成果物の形については今後改善していくことも必要である。中間発表会では発表練習の重要性を体感できたため、今後の成果発表会の準備では発表資料の作成よりも発表練習を重点的に行えるようにスケジュールリングする。

(※文責: 大國克広)

4.4 質疑応答を踏まえた考察

発表技術と発表内容の改善に向けて、本プロジェクトでは中間発表会后、いただいたフィードバックと質問について議論した。発表技術についていただいたフィードバックは成果発表会の際に留意することとした。発表内容についてのフィードバックを基に議論した結果、まず成果物について具体的な形が決まっていなかったことから、Webサイトを作ることに決定した。そこで、今後は少し変わってWebサイトを開発する「成果物班」、モデリングに必要なデータを集める「データ集め班」、データをもとに数理モデルを構築する「モデリング班」の3班に分かれて活動することになった。成果物班はWebサイトを作るための技術を学ぶこと、データ集め班は必要なデータを取れているかの確認、取る手段を確立されること、モデリング班は実現可能なモデルを再構築することが必要になった。また、今後のスケジュールについては、作業内容を記載するスプレッドシートを用いることで作業の可視化をすることとした。

質問について、インフルエンサーの存在はモデルにどのような影響をもたらすのかという質問が

あった。構築したモデルは平均フォロワー数を取っているためインフルエンサーの影響は考慮しない。フォロワー数のばらつきやリポストによって計算が複雑になると考えられていたが、本プロジェクトでは平均値をもとにモデルを構築するため、簡単にモデルによるシミュレーションができることを伝えるべきであった。また、そもそも広報の数理モデルは存在するのではないかという質問があった。広報の数理モデルについては詳しく調査しておらず、発表会で答えられなかった。後に調査したが、本プロジェクトの目的に合った数理モデルの先行研究は見つからなかった。同時に、中間発表会では、「イベントの認知度を上げるのにどのような宣伝方法が最も適しているか数理モデリングで検証すること」を目的を達成するための手段としていたが、教授からイベントの参加者を増やしたいのなら大勢で宣伝するのが最も良い宣伝方法であることは明確ではないかというご指摘をいただき、テーマ設定を具体的に再考することとなった。

(※文責: 大國克拡)

4.5 前期の活動まとめ及び後期の展望

前期の活動としては「イベントの参加者数を増やす」ことを大きなテーマとして、まず「Pythonによる数値計算とシミュレーションについての輪講」、「SIRモデルについての輪講」で数理モデリングについて学んだ。その後、数理モデリングやSIRモデルについての先行研究を調査し、自分たちにできそうなことをイメージしながら議論してプロジェクトのテーマを設定した。中間発表会にはSIRモデルを参考にした「twitterにおける情報拡散モデル」を構築して参加した。しかし、その前期までのモデルはパラメーターの導出が困難である等の理由より、新モデルの模索へ移行することとなった。テーマ設定について、中間発表会までは学内のイベントの参加者数が少ないという問題があることから、本プロジェクトではイベントの認知度を高めれば参加者数が増えると考え、最適な宣伝方法を数理モデリングによって検証することを設定した。しかし、「参加者を増やす」ことは数理モデリングで可能か、繋がりが薄いのではないかというご指摘を受けた。このことを踏まえ、今後は私たちにとって身近なイベントである未来祭が抱えているパンフレッド数に過不足があるという問題に着目した。プロジェクトの目的を「未来祭の参加者数を予測する」ことに変更し、数理モデリングを用いて未来祭の参加者数を予測できるWebサイトを作成するために活動していった。

(※文責: 大國克拡)

第 5 章 成果発表会

2023 年 12 月 8 日の金曜日にプロジェクト学習の成果発表会が行われた。成果発表会では本プロジェクトの活動と成果物について発表した。

本章では成果発表の準備、成果発表会当日について、発表評価とその振り返り、後期の活動まとめについて述べる。

(※文責: 岡本結叶)

5.1 成果発表の準備

本プロジェクトでは、作成したスライドをホワイトボードに映し発表を行った。スライドでは説明できない部分を含むプロジェクトの概要、本プロジェクトで作成した数理モデルの説明、本プロジェクトで開発した Web サイトの説明を 3 枚のポスターに記述した。スライドは大國と里田の 2 名で作成し、ポスターは太田と岡本の 2 名で作成した。スライドは計 20 枚からなり、プロジェクトの概要、作成した数理モデルについて、実施したアンケートについて、成果物の説明、成果物の評価実験についてを記述した。スライドが見やすくなるように使う色の数をできるだけ 3 色に抑え、シンプルなデザインにした。また、なにも知らない第 3 者から見て理解できるような説明を心がけた。発表のやり方によってスライドも変更しなければいけないため、発表練習時に発見したスライドの不備や発表に合わない部分をプロジェクトのメンバー全員で指摘し、修正を繰り返した。スライドが仮完成したあとは担当教員からフィードバックを受けてさらに修正を重ねた。成果発表会当日まで修正を繰り返し、スライドを完成させた。

発表練習については、前半を担当したメンバーと後半を担当したメンバーが互いに練習の改善点を指摘し合いながら行った。それぞれを担当したメンバーについては 5.2 に記述する。このとき決められた時間内に発表を収めるため、時間を測りながら話す速度を調整して練習を行った。また、教員からのアドバイスで発表人数をできるだけ少なくし、発表者の交代に時間をとられないよう工夫をした。スライドを使用しながら説明をする途中で、成果物の Web サイトを実際に使用する様子を見せられるように、スライド画面から Web サイト画面にスムーズに切り替える準備をして挑んだ。

ポスター作成は Adobe Illustrator を使用し、活動の概要や成果物の説明をまとめた。スライド内の表記やデザインと差異がないよう常に確認しながら作成した。また、メンバー間でポスター内容の確認を取り、誰が見ても理解できるよう心がけて作成を行った。さらに、担当教員からのフィードバックも踏まえ修正を行いポスターを完成させた。成果発表会時に使用したポスターは以下の図 5.1, 5.2, 5.3 である。

2023年 システム情報科学実習 No.4

担当教員：寺井あすか Asuka Terai, 田中吉太郎 Yoshitaro Tanaka, 石尾隆 Takashi Ishio, 中田隆行 Takayuki Nakata

数理モデリングプロジェクト

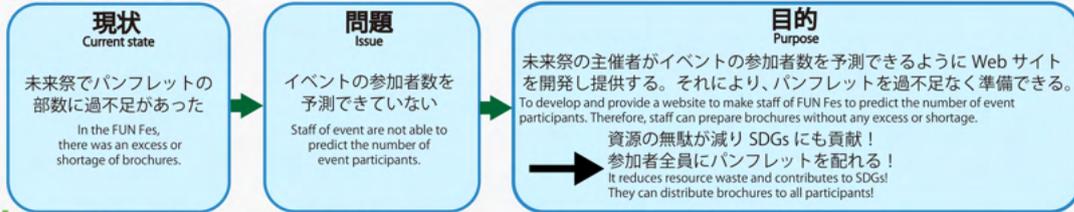
Mathematical Modeling Project

山田真史 Masafumi Yamada, 一戸太志 Taiji Ichinohe, 岡本結叶 Yuika Okamoto, 大國克広 Katsuhiro Okuni, 太田東吾 Togo Ota, 加茂歩享 Hotaka Kamo, 後藤航希 Kouki Goto, 小松和司 Kazushi Komatsu, 里田琉海 Ruka Satoda, 藤田朋花 Tomoka Shinoda, 清水寛太 Kanta Shimizu, 中村虹太 Kota Nakamura



プロジェクトの目的 Purpose

※未来祭…公立はこたて未来大学の学校祭
FUN Fes - School Festival of Future University Hakodate

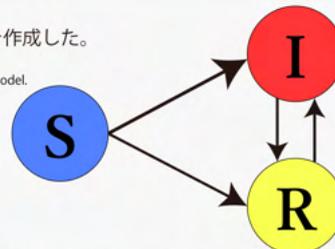


作成したモデルの概要 Overview of Created Model

本プロジェクトでは SIR モデルを改変し、X(旧 Twitter)における未来祭についての情報拡散モデル(以下 X 未来祭モデル)を作成した。X 未来祭モデルの変数として認知状況の違う集団を以下の3つに分類した。

In this project, we created an information diffusion model (hereinafter X FUN Fes model) about X (old Twitter) based on the SIR model. As variables in the X FUN Fes model, we classified the group with different cognitive status into the following three categories.

- S: 未来祭についての情報を X 経由で知らない人数
S: The number of people who are unaware of information about the FUN Fes through X.
- I: 未来祭についての情報を X 経由で知っており、拡散する人数
I: The number of people who are aware of information about the FUN Fes through X and spread it.
- R: 未来祭についての情報を X 経由で知っており、拡散しない人数
R: The number of people who are aware of information about the FUN Fes through X but do not spread it.



微分方程式によって S と I と R の人数を求め、それに対し 2023 年度の未来祭への参加と X の関係についてのアンケートの結果から求めた参加率を用いることによって、参加者数を計算する。具体的なモデルの説明は「今回作成したモデル」のポスターに記載。

If the number of S, I and R are determined through differential equations, correspondingly the participation rate derived from the survey results of the relationship between participation in 2023 FUN Fes and X is utilized to calculate the number of participants. The specific model details are explained on the "The model created in this project" poster.

Web サイト Website

未来祭の主催者が予測できるように、上記の X 未来祭モデルを使用し、未来祭の参加者数を予測できる Web サイトを作成した。Web サイト内の「使い方について」に従い数値を入力し、送信するとイベント開催期間内のイベント参加者数の予測や S, I, R の推移がグラフとして表示される。

具体的な Web サイトの説明は「Web サイト」のポスターに記載。Using the above X FUN Fes model, a website was created to predict the number of FUN Fes participants to make it accessible for the staff of FUN Fes.

Following the instructions in the "How to Use" section on the website, inputting values and sending will display the predicted number of event participants and graph showing the progression of S, I, R during the event period. The specific website are explained on the "Website" poster.

Web サイトのアクセスはこちらから！
The website can be accessed through the QR code provided here.



評価実験 Evaluation Experiment

評価実験は Web サイトの有効性を確かめることを目的とした。5段階評価のアンケートを未来祭実行委員と、未来祭実行委員の経験がある人を含む 10 人を対象に行った。Web サイトは 10 人中 80% の人が役に立つと感じ、7 人中 57% の人が実際に使ってみたいと感じた。しかし、Web サイトが見やすいと感じた人は 10 人中 30% しかいなかった。また、使い方についても評価にばらつきが見られた。よって、有効性は確かめられたが、デザイン面に課題があることがわかった。

The purpose of the evaluation experiment was to verify the effectiveness of the website. 5 stage evaluation was answered to 10 individuals, including current and past members of FUN Fes organizing committee, to assess their opinions. The website was perceived as useful by 80% out of 10 individuals, and 57% out of 7 individuals expressed an interest in trying it out. However, only 30% out of 10 individuals found the website to be user-friendly. Furthermore, there was variability in the evaluation of the usability of the website. Therefore, the effectiveness was confirmed, but there are issues of design aspect.

今後の課題 Future Work

- 未来祭以外のイベントにも応用させる。
• Extend the application to events other than the FUN Fes.
- Web サイトのデザイン面を改良させる。
• Enhance the design aspect of the website.
- データを増やしモデルの精度を向上させる。
• Increase the data and enhance the accuracy of the model.

図 5.1 メインポスター

今回作成したモデル The Model Created in This Project

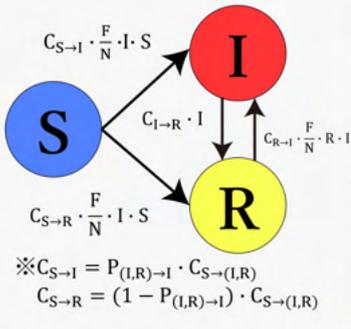
以下は SIR モデルを参考に作成した X 未来祭モデルの説明である。
The following is an explanation of the X FUN Fes model made in reference to the SIR.

変数
variables

S(t): 未来祭についての情報を X 経由で知らない人数
S(t) : The number of people who are unaware of information about the FUN Fes through X.

I(t): 未来祭についての情報を X 経由で知っており、拡散する人数
I(t) : The number of people who are aware of information about the FUN Fes through X and spread it.

R(t): 未来祭についての情報を X 経由で知っており、拡散しない人数
R(t) : The number of people who are aware of information about the FUN Fes through X but do not spread it.



パラメータ
parameters

N: 未来祭に来る可能性がある人かつ X を使用している人
N : The number of people who may come to FUNFes and are using X.

F: N 一人あたりの平均フォロワー数
F : Average number of followers per person of N.

$P_{(I,R) \to I}$: S から I と R へ移動した人数のうち、I へ移動する人数の割合
 $P_{(I,R) \to I}$: Percentage of the number of people moving from S to I out of the number of people moving from S to I or R.

$C_{R \to I}$: R のうち、一日あたりの I へ移動する人数の割合
 $C_{R \to I}$: Percentage of the number of people moving from R to I per day.

$C_{I \to R}$: I のうち、一日あたりの R へ移動する人数の割合
 $C_{I \to R}$: Percentage of the number of people moving from I to R per day.

$C_{S \to (I,R)}$: S のうち、一日あたりの I と R へ移動する人数の割合
 $C_{S \to (I,R)}$: Percentage of the number of people moving from S to I or R per day.

微分方程式
differential equations

$$\frac{dS(t)}{dt} = -C_{S \to (I,R)} \cdot \frac{F}{N} \cdot I \cdot S$$

$$\frac{dI(t)}{dt} = P_{(I,R) \to I} \cdot C_{S \to (I,R)} \cdot \frac{F}{N} \cdot I \cdot S + C_{R \to I} \cdot \frac{F}{N} \cdot R \cdot I - C_{I \to R} \cdot I$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = (1 - P_{(I,R) \to I}) \cdot C_{S \to (I,R)} \cdot \frac{F}{N} \cdot I \cdot S - C_{R \to I} \cdot \frac{F}{N} \cdot R \cdot I + C_{I \to R} \cdot I$$


X 未来祭モデルのパラメータと参加率を決定させるために、未来祭当日（2023 年 10 月 7 日・8 日）に選択式のアンケートを行なった。数理モデリングプロジェクトのメンバーが未来祭の会場に赴き、参加者に呼びかけをしアンケートを実施した。結果、146 件（うち 130 件が有効）の回答が得られた。また、パラメータを決定させるために未来祭に参加していない人にもアンケートを実施し 18 件（うち 11 件が有効）の回答が得られた。

※本プロジェクトでは 2023 年度のデータを用いてパラメータと参加率を求めた。
A selective questionnaire was conducted on the day (October 7 and 8, 2023) of the FUN Fes to determine the parameters and participation rate of the X FUN Fes model. The member of Mathematical Modeling Project went to the venue, made announcements, and conducted questionnaire with participants. As a result, 146 responses (130 responses were valid) were received. Also, a questionnaire was conducted for not participants of FUN Fes to determine the parameters and 18 responses (11 responses were valid) were received.
*We determined parameters and participants rate by using data of 2023 in this project.

アンケート結果により定義された各変数の参加率の計算式は以下の通りである。
The calculation formula for participation rates for each variable defined by the questionnaire results are as follows.

$$\text{各変数の参加率} = \frac{(\text{アンケート結果による参加者のうちの各変数の割合}) \times (\text{実際の参加者数})}{(\text{モデルによって出力された各変数の総数})}$$

この定義に従い、S, I, R の参加率を求める。
S, I, R の参加率はそれぞれ S の参加率、I の参加率、R の参加率とする。
また、モデルによって出力された各変数の総数は
S': 未来祭開催日の S の人数
I': S から I へ移動した人数
R': S から R へ移動した人数



参加者数を求める式は以下のようになっている。
The formula calculating the number of participants is as follows.
参加者数 = S' \cdot S の参加率 + I' \cdot I の参加率 + R' \cdot R の参加率
Number of participants = S' \cdot participation rate of S + I' \cdot participation rate of I + R' \cdot participation rate of R

図 5.2 作成したモデルについてのポスター

Web サイト Website

Xにおける未来参加者予測ツール

このサイトは未来祭における参加者をX(Twitter)のフォロー数や開催までの期間などの値から参加者数を予測するツールです。

※ツールは2023年度の未来祭の開催を元に作成されているため、2024年度の状況が異なる可能性があります。そのため実際の値とは異なる可能性があります。あらかじめご了承ください。

初めて使用する方は下の「使い方について」を必ず読んでから使用するようにお願いします。

送信ボタン

入力された値は、ウェブのCookieのみにデータベースに保存されます。
※あらかじめ入力されている値については、2023年度の未来祭のデータを用いた最新です。

参加者予測に必要な値を入力してください。

※入力された値が極端に大きすぎるとエラーが発生し、正しい結果が出力されない可能性があります。

イベントまでの日数

※初めに投稿した日から開催までの期間をポストした日(初めにイベントが開催されるまでの日数)

イベント開催期間

※イベントが開催されている日数

参加者数の希望値

※期待されるイベントに対して希望する参加者数の値(イベントに来てほしい人数)
※希望する人数が実際に参加する確率を計算結果から出力する

対象者の総人数

※イベントに参加する可能性がある、Xのアカウントを持っている人数
※2023年度の調査結果では1900人

Xの平均フォロワー数

※対象者のXの平均フォロワー数
※2023年度の調査結果では198.828人

初めにポストする人数

※初めにイベントの情報(開催日時がわかる情報)をポストする人数

送信

※このサイトで未来祭祭
2023 数値モデリングプロジェクト

Web サイトで以下の数値を入力し「送信」ボタンを押すことで、未来祭の参加者数を予測することができる。
By entering the following values and pressing "send button" on the website, it is possible to predict the number of participants for the FUN Fes.

- イベントまでの日数**
現在(初めて開催日時が分かる情報をポストした日)からイベントが開催されるまでの日数
- イベント開催期間**
イベントが開催されている日数
- 参加者数の希望値**
開催されるイベントに対して希望する参加人数の値(イベントに来てほしい人数)
※希望する人数が実際に来る確率を計算結果から出力する
- 対象者の総人数**
イベントに参加する可能性があり、Xのアカウントを持っている人数
※2023年度の調査結果では1900人
- Xの平均フォロワー数**
対象者のXの平均フォロワー数
※2023年度の調査結果では198.828人
- 初めにポストする人数**
初めにイベント情報(開催日時がわかる情報)をポストする人数
- The Number of Days until the Event**
The number of days from the present (when the event date was first posted) to the date of the event.
- The Duration of the Event**
The number of days the event is being held.
- The Expected Number of Participants**
The expected number of participants for the upcoming event. (The desired number of participants)
The calculated result outputs the probability of the expected number actually participating.
- The Total Population of Object People**
The number of people who have the potential to participate the event and have accounts of X.
In the survey results for the fiscal year 2023, there were 1900 people.
- The Average Number of Followers on X**
The average number followers on X among the target audience.
In the survey results for the fiscal year 2023, there were 198.828 people.
- The number of people to post initially**
The number of account who initially post the information.

「送信」ボタンを押すと右の画面のように表示される。
画面の上部に「イベント開催期間内の合計参加者数」と「合計参加者数が希望値となる確率」が表示される。
「イベント開催期間内の合計参加者数」は計算より予測された合計参加者数である。「合計参加者数が希望値となる確率」は計算結果で出力されたイベント参加者数、入力画面で入力した「参加者数の希望値」に達する確率である。
送信後に入力内容を変更し、「更新」ボタンを押すと、グラフが更新される。

When you press the "Send button", the screen on the right will be displayed.
At the top of the screen, the "Total Number of Participants Within Event Duration" and the "Probability of Expected Participants Actually Attending" will be displayed. The "Total Number of Participants Within Event Duration" is total number of participants predicted by calculating. The "Probability of Expected Participants Actually Attending" is the probability that the calculated event attendance number, output from the calculation results, reaches the entered "The expected number of participants" on the input screen.
After sending, if you modify the input and press the "Update button", the graph will be refreshed.

グラフの説明 Graph Explanation

- ・横軸：日数 [日]
・ Horizontal Axis : Days
- ・縦軸 (左) : S と R とイベント参加者の人数 [人]
・ Vertical Axis (Left) : S, R and Event Participants
- ・縦軸 (右) : I の人数 [人]
・ Vertical Axis (Right) : Number of I
- ・青色の線グラフ : S (N'のうちX経由で情報を知らない人)
・ Blue Line Graph : S (People out of N' who are unaware of information about the FUN Fes through X)
- ・赤色の線グラフ : I (N'のうちX経由で情報を知っていて、拡散している人)
・ Red Line Graph : I (People out of N' who are aware of information about the FUN Fes through X and spread it)
- ・黄色の線グラフ : R (N'のうちX経由で情報を知っていて、拡散していない人)
・ Yellow Line Graph : R (People out of N' who are aware of information about the FUN Fes through X but do not spread it)
- ・緑色の棒グラフ : 予測参加者数
・ Green Bar Graph : Number of Predicted Event Participants
- ・水色の棒グラフ : 予測参加者数 (イベント期間)
・ Light Blue Bar Graph : Number of Predicted Event Participants (event duration)
- ※N : 対象者の総人数
※N' : The Number of the Target Population

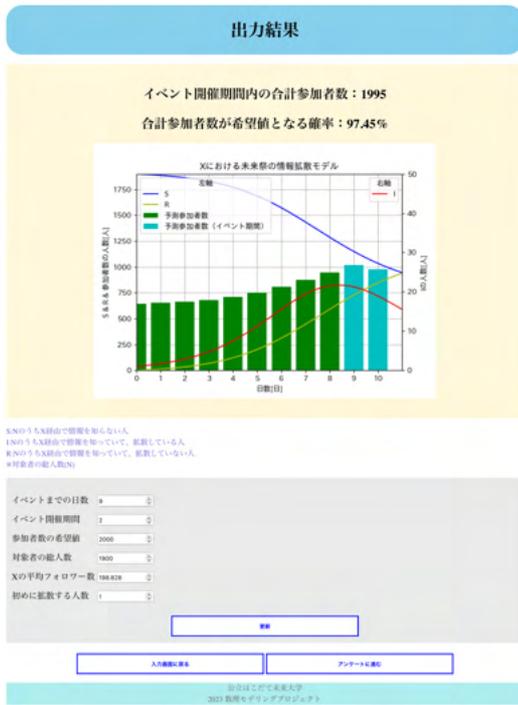


図 5.3 Web サイトについてのポスター

(※文責: 岡本結叶)

5.2 当日

2023年12月8日の金曜日に成果発表会は行われた。本プロジェクトは3階のエレクトロニクス工房前で発表を行い、前半の発表は一戸、太田、加茂、小松、清水、里田の6名が担当し、後半の発表は大國、岡本、後藤、篠田、中村、山田の6名が担当した。スライドを映す際は、来観者が見やすいように大きく映せるホワイトボードを使用した。また、3枚のポスターはイーゼルに乗せて並べて設置した。

当日に行ったアンケートについては5.3、質疑応答などに対する考察は5.4に記述する。

(※文責: 岡本結叶)

5.3 発表評価について

成果発表会当日に関するアンケートをGoogleフォームを使用して行った。公立ほこだて未来大学の学生と教員を含む計41名の回答を集計した。アンケートの項目は「発表技術の評価」と「発表内容の評価」の2つであり、この2つの項目は1(非常に悪い)から10(非常に優秀)の10段階評価と自由記述のコメントで評価を受けた。アンケートの結果として、「発表技術の評価」の平均値は $m=8.29$ (有効回答数 $N=41$, 標準偏差 $SD=1.37$)であり、「発表内容の評価」の平均値は $m=8.56$ (有効回答数 $N=41$, 標準偏差 $SD=1.08$)であった。

「発表技術の評価」と「発表内容の評価」の各評価の人数は以下の図5.4と図5.5のとおりである。

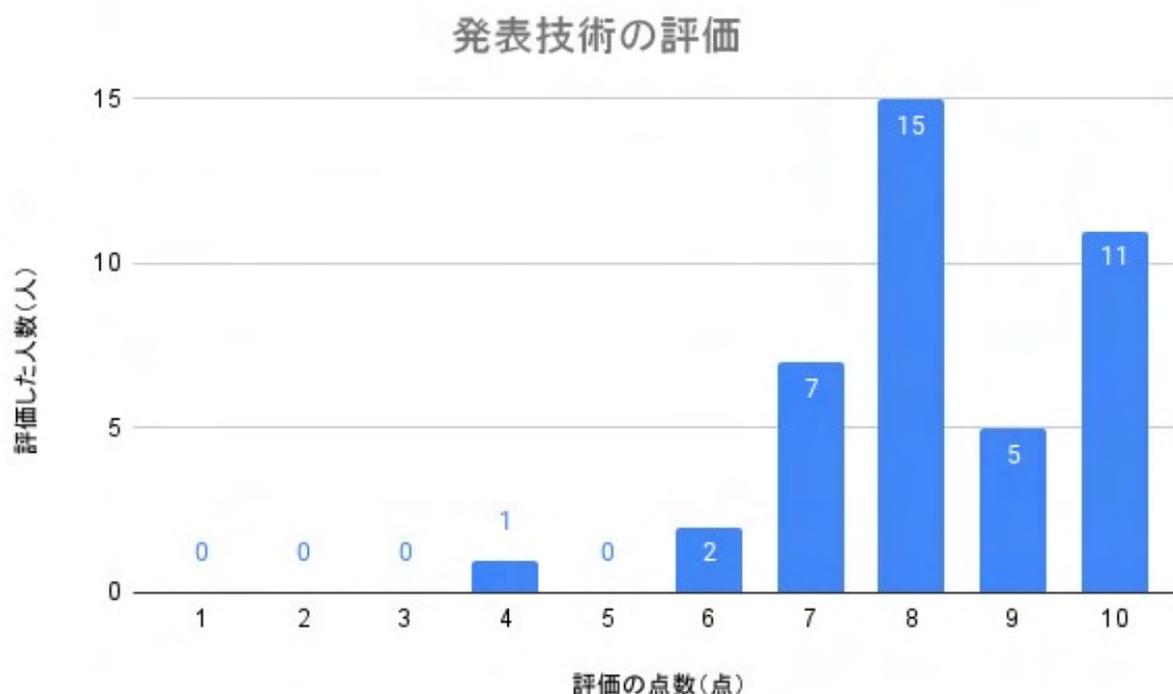


図 5.4 発表技術についての評価のヒストグラム

成果発表会の発表技術についての評価は図 5.4 のようになった。最低評価は 4 で、最高評価は 10 である。最も多い評価は 8 の 15 人となっている。

図 4.2 の中間発表時の発表技術の評価と比べて、全体的に評価が上がっていることから、発表技術は改善されたと考えられる。

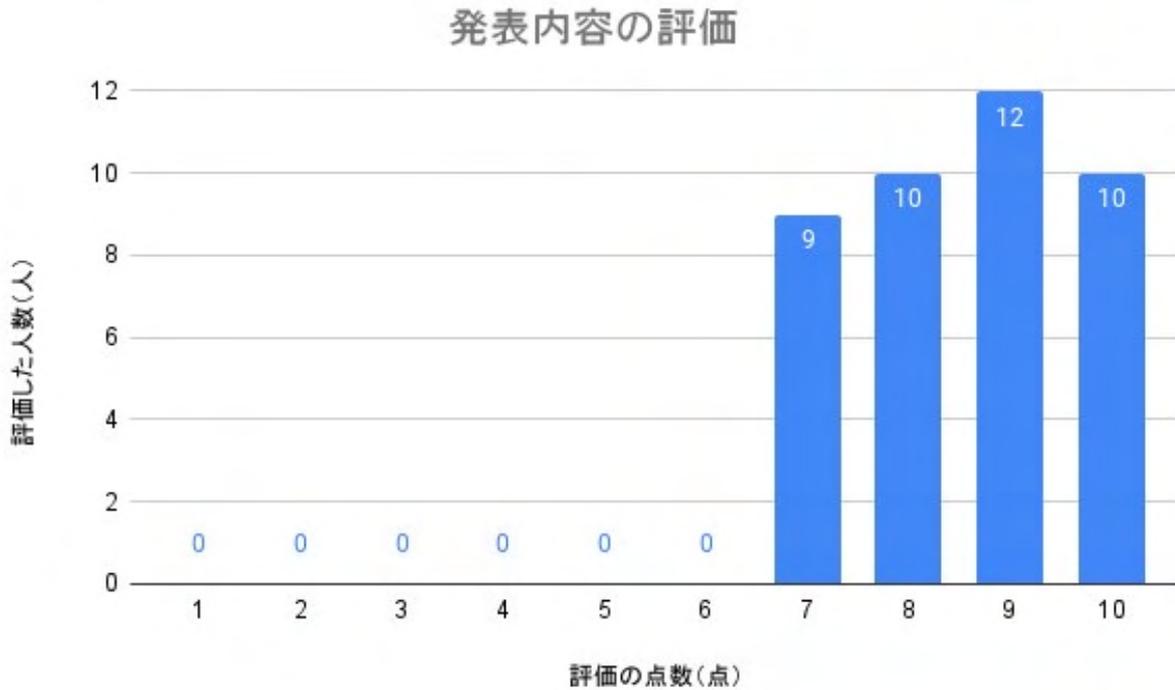


図 5.5 発表内容についての評価のヒストグラム

成果発表会時の発表内容についての評価は図 5.5 のようになった。最低評価は 7 で、最高評価は 10 である。最も多い評価は 9 の 12 人となっている。

図 4.3 の中間発表時の発表内容の評価と比べて、全体的に評価が上がっていることから、より発表内容が伝わり高く評価できる結果を出せたと言える。

次に、実際に寄せられたコメントを記述する。

発表技術についてのコメント

良い点

- ・全体的にまとまっていて分かりやすかったです。
- ・数理モデリングプロジェクトの評価実験アンケートに参加させてもらいましたが、説明が丁寧で答えやすかったです。
- ・前提やパラメータなど、各要素を丁寧に日本語化しているおかげで、数学が苦手でも聞きやすかった。
- ・ハキハキ喋っていて聞きやすかった。
- ・実際に作ったアプリでデモを行っていたため、どのような内容なのかがわかりやすかった。

- ・実際に目的に対して、どれぐらい成果が出たのか明確に理解することができた。
- ・シンプルなスライドで分かりやすいと思った。
- ・発表に活動内容が網羅的に含まれており、わかりやすかった。
- ・発表者の声が聞きやすく、難しそうな内容でもある程度概要を理解できるほどわかりやすかった。
- ・発表形式、デモ、発声全て良く、わかりやすかったです。
- ・技術の詳細に立ち入らずにモデルの説明にとどめることで成果の全体が把握しやすかった。
- ・難しい内容をできるだけわかりやすく説明するように心がけていたように思う。
- ・発表の最後に目的と今後の課題を説明していたので発表の全体的な内容が掴みやすかった。
- ・微分方程式など数学について知らない人でもわかりやすいような説明ができていた。
- ・情報がきちんと整理されて、筋道だった説明がされていた。
- ・実際にどういう方式で立式しているのかなどかスライドで順序だって説明しているのでわかりやすいと感じた。
- ・デモがあることでイメージしやすい。
- ・プロジェクターでスライドがでていて、見やすかったです。
- ・難しそうな内容でしたが、噛み砕いて説明していたり、すっ飛ばしていたりしていたので、全く知識がない人にとっては概要を捉えやすかったと思います。
- ・ポスターとスライドで内容の粒度を分けているのが良いと思いました。
- ・前半わかりにくい部分もありましたが、全体的に聴きやすかったです。
- ・実際にデモをやった事で、説明ではわからなかった事がわかったのが良かった。
- ・プロジェクトの目的に対し、自分達の成果内容が合っていたと感じた。また、発表もスライド、レーザーポイントを使っていたので、何を話しているのかわかりやすかった。
- ・発表の順序も何が疑問で、そこに対し何ができるかを考え、実行に移すという順序であったためどんなことをやったのか理解できた。
- ・一見難しい数式を取り扱っているがグラフや表を用いていて分かりやすかった。
- ・聞き取りやすい発表でした。
- ・数学による分析という難しいテーマを用いているにもかかわらず、例えや図を用いることでとてもわかりやすかった。
- ・スライドが見やすく纏まっていて良かった。
- ・スライドの説明がシンプルで必要な情報だけがあって良かったです。また、実際に開発したWebサイトを試してもらった結果もあってユーザ目線の意見もあって良かったです。
- ・全体的に説明が丁寧でした。
- ・ポスターがわかりやすかった。
- ・目的と専門的な説明もわかりやすく、実際に使ってもらった評価からシステムの有用性が表されていて、全く知らない人でも関心できた。
- ・実際にサイトのデモを見せながら発表していてわかりやすかったです。
- ・数式の解説が詳しい。
- ・説明は、目的や手段、工夫した点、成果などが明確で、とてもわかりやすかったです。

改善点

- ・計算式をスライドを表すとわかりやすくするのが難しいとおもった。
- ・根拠がわかりづらいです。

Mathematical Modeling Project

- ・スライドに文字が多くて素人にはわかりづらかった。
- ・スライドの文を読むだけなので分かりづらい。
- ・強いて言うなら、時間の関係上スライド遷移が速く、式等がゆっくり見れなかったのが残念です。
- ・数理モデリングとはそもそもなにをするものなのかを知りたかった。導入でなぜ未来祭？と感じた。
- ・過去のデータから予測することはダメなのか、なぜ X を使ったのかを詳しく知りたい。
- ・パラメーターがこの意味を持つというより、こういうものがこういうパラメーターで表されていると説明する方がわかりやすい。
- ・インタラクティブな操作とは？
- ・入力すべき値の下 2 つが難しそう、平均フォロワー数など。
- ・評価実験に関しては、5 段階評価など、もっと詳しくやるべきだなと感じた。特に数値の入力のしやすさなど、使いやすいかどうかというよりはどこがどのように感じたかなどの方が活かしやすい。取って付けたような感覚があった。
- ・背景に対しての理由が分からなかった。なぜ未来祭に限定したのか、ほかのものではダメだったのか。
- ・モデルという言葉が何を意味するのか説明されていなかったと思う。
- ・プレゼンでスライドとポスターを行ったり来たりするのはプレゼンが途切れてしまう感じがした。
- ・評価実験者数が 10 名のうち、2 人がなぜ使いたがらないと回答したのか知りたいと思った。
- ・いきなり未来祭の参加者予想をする話から始まったため、なぜそうなったかが分からずとても気になった。

発表内容についてのコメント

良い点

- ・目的、手法、成果の順に示されていてよかったです。
- ・作成された Web サイトも見やすかったです。
- ・数理モデルという敷居が高い内容を扱っていながら、発表や成果物から、それを一般にわかりやすく還元しようという姿勢が見て取れた。
- ・X の投稿を使って未来祭の来場者数を予測するというのがとても興味深かった。
- ・ターゲットを絞って、未来祭実行委員に需要のあるものを作っているところがよいとかんじた。
- ・実際に成果物を試験使用しており、優位性がわかりやすかった。
- ・不確定な要素が多い中、よく考えられた複雑な数式を立ててモデルを作り、Web サイトに活用するまでの成果を上げていて素晴らしいと思った。
- ・デザイン面に難があると言っていましたが、触った感じわかりやすかったので問題ないと思いました。
- ・成果物としては完成していてとてもすごいなと思いました。
- ・目的から評価実験にかけてよく説明されていると思います。
- ・作成したモデルから Web サイトもいいと思います。
- ・身近で解決可能な課題を選定しており、テーマにも合致しているため非常に優秀であると考ええる。

Mathematical Modeling Project

- ・目的が具体的でわかりやすかった。
- ・他のイベントにも参加者予測を流用することも考えられると思った。
- ・実際に使えるツールまで作り込んだのは良いと思った。
- ・成果物がどんな人でも使用できる点はとてもいいと思った。
- ・提供できる段階の評価物の評価実験まで行っていたのが良いと思いました。
- ・未来祭のパンフレットをテーマにするのが面白いと感じました。
- ・パンフレット数の予測という問題に対し、未来大の十八番である機械学習等を使わず、数学を用いて解決するという内容は面白いと感じた。
- ・Web サイトも作られており、未来大ならではのものもあって尚面白かった。
- ・このプロジェクトは多くのイベントなどの場面で活用できそうだと感じた。
- ・目的が明確で更に成果もわかりやすかった。
- ・評価実験までしっかりと行われていて、とても良かった。
- ・パラメータの詳細が説明されており式についてもスライドやポスターで説明されておりわかりやすいと感じた。
- ・目的が絞り込まれていたため、その成果が達成できたかが直ぐに分かる構造が良かったです。
- ・実際に、現段階でデザイン面に問題があるという結果が出ているのも良かったです。
- ・Web サイトがわかりやすい。
- ・有用というのがしっかりと結果で出たため。
- ・イベントの予測ができる Web サイトは、未来祭だけではなく、他のイベントでも活用できていいなと思った。
- ・Web サイトで数字を入力したあとにも、その入力した値を基にグラフを見られるのが便利だと思った。
- ・実用性の高い Web ページを作成していた。
- ・数理モデルというわかりにくいものを、分かりやすい目的に応用するという工夫は評価できます。ツールとして実装し、予測結果をグラフで表現するのも、とてもよいと思います。

改善点

- ・なぜ未来祭にしたのかが気になった。
- ・課題が残っているということで、年度を重ねていかないと結果が出ていかないということにモヤモヤを感じた。でもそういうことであれば来年も頑張ってもらいたい。
- ・予測モデルの考え方はなんとなくわかったけど、予測モデルの妥当性がわからなかった。
- ・実際に予測結果があっていたのかどうかわからなかった。
- ・変数や式が難しいのでより簡単かつ分かりやすい説明が欲しい。
- ・ところどころ発表内容などに詰めが甘いのかなと感じる節があり、残念だなとも感じました。もう少しいろんな人に聞いてみて手法やデザインをよりよくするのも試してみたいと思います。
- ・課題として全てに適應できると使いたいかも。
- ・情報を知っている人を具体的にどのように定義しているのかがわからなかった。
- ・xのみを対象としているだけでは不十分なのではないかと感じた。天気や過去の参加者等から別の要素も意味をもつのではないかと思った。
- ・Web サイトを作った上で実際の未来祭のパンフレットの問題が解消できたのか行くと良かった。

- ・パンフレットを複数枚貰う人がいる場合も考慮に入れた数理モデリングができると現実性が上がると思いました。
- ・実際に試してみてもどの程度の精度なのかが知りたい（研究期間の都合で難しいのは重々承知しているが）。
- ・ツールを使用するユーザからは、数理モデルは依然としてブラックボックスのままなのが残念です。たとえば、拡散の様子をグラフィカルに可視化するとか、数理モデル自体をわかりやすく伝えられるとよかったです。

以上のことから、中間発表と比べて改善された点といくつかの問題が判明した。まず、発表時の声の大きさや目的のわかりやすさは高く評価されている。しかし、発表技術に関しては、発表のやり方に至らない点があることや、説明不足な点、未来祭の話がいきなり出るというプロジェクトの活動の動機が理解できないといった指摘があった。発表内容に関しては、数理モデルについて十分に伝わっていないことや改善できる点があるということがわかった。しかし、開発した Web サイトへの評価が高いコメントがいくつか見られ、成果物としてのクオリティは高いと思われる。

(※文責: 岡本結叶)

5.4 質疑応答を踏まえた考察

5.4 では成果発表会で得た質問に対する考察をしていく。

まず、本プロジェクトで作成した数理モデルが扱えるケースが不明と質問がきた。この質問への答えは、未来祭の 1, 2 週間前の期間かつ X を使用している人を対象とする場合は扱うことができ、確実に扱えるのは今年度（2023 年）の参加者数に対してである。

別の質問に、未来祭以外のイベントでもパラメータを変えれば Web サイトを活用することができるのかというものがあつた。この質問の答えとしては、データを集めパラメータを求めれば別のイベントにも活用できる。

また、本プロジェクトが作成した数理モデルはどのような根拠で導出できたのかという質問を受けた。これに対し、根拠については要検討となったが、今年度のデータと照らし合わせたときほぼ一致したので、今年度に関しては有効と言える。

$C(R \rightarrow I), C(I \rightarrow R)$ などどのような根拠で導出したかという質問も受けた。 $C(R \rightarrow I)$ は R は I と接触しても I へ遷移しないと仮定し導出している。 $C(I \rightarrow R)$ については、I は 1 日で拡散能力を失い R へ遷移すると仮定し導出している。この質問への答えは成果発表時に使用したスライドにも記述している。

Web サイトに「参加者数の希望値」を入力させた理由をきかれた。これに対して、イベントに目標があつた場合にいつから広報を始めればよいかという目安にできるため、この欄を設けたという結論になった。

年齢層による X の使用率は異なっていることを考慮できているのかという質問も受けた。これに対し、X を利用している人だけを対象として、フォロワー数などの拡散状況は平均として出しているので問題はないと結論づけた。

「情報を知っている」の定義についての質問も受けた。これに対しては、未来祭の開催日時や場所を知っていることとした。

I や R から S へ遷移しないのはなぜかという質問も受けた。これは、パラメータが増えすぎる問

題や影響が少ないこと、さらにこの短期間では未来祭に関する情報を全て忘れるということは起きづらいので S へ遷移することはないとしている。

また、成果発表会では伝えることのできなかつた前期の活動について聞かた。前期では別の章でも記述したとおり、主に輪講やプロジェクトのテーマ決め、数理モデルの作成を行ってきた。

他には別の年度のデータは取れなかつたのかという質問を受け、今年度のデータ以外にデータは集められなかつたと応答した。

評価実験より Web サイトが見つらいと評価されたのはなせかという質問に対しては、文字などの情報量が多かつたためではないかと考察した。

以上のことから、質問発表で伝わってなかつた部分や説明不足だつた部分で質問を受けたように思われる。そのため、発表の準備や練習が足りなかつたと考えられる。しかし、声の大きさや話す速度を意識して発表練習をしたことや、5.3 で紹介したコメントから考えると、発表時の話し方が原因で評価が低くなつたとは言えない。さらに、出てくるであろう質問を予想したうえで成果発表会に挑んだため、主に足りなかつたのは発表の方法よりもなにをどのように伝えるかという発表技術面だつたと考えられる。

(※文責: 岡本結叶)

5.5 後期の活動まとめ

後期の活動では、数理モデルに使うデータ収集やアンケートの実施、そして数理モデルの検証と成果物である Web サイトを開発し、Web サイトの評価実験を行った。『データ集め班』が未来祭に関するデータを X から収集した。さらに、未来祭当日には作成したアンケートを用いて未来祭の来場者からデータを集めた。その後、未来祭に参加しなかつた人にもアンケートを行なつてデータを集めた。その後、データの整理を行い、それを『数理モデル班』に提供して『数理モデル班』はそのデータを元に数理モデルの検証を行ってきた。パラメータの決定や数理モデルのシミュレーションを行い、プログラムの清書を行った。そして、数理モデルの検証が終わり提供できるようになると、予め Web サイトを作り始めていた『成果物班』に数理モデルを提供し、Web サイトに組み込んだ。『成果物班』は、入力欄に入力された数値からイベント当日に来る参加者の数をグラフと文字で表示されるよう Web サイトを開発した。Web サイトが完成した後は、Web サイトが実用できるか、有効であるかを確かめるために未来祭実行委員を含む 10 人を対象に評価実験を行った。評価実験の結果をグラフにしまとめてメンバー全員で共有をした。そして、これらの活動をポスターとスライドにまとめ発表の練習をし、成果発表会に挑んだ。その後、成果発表会で出てきた質問に対する答えや考えについて話し合つた。それが終わると、報告書を含む後期の提出物に向けた環境の構築や提出物の確認作業を行った。また、課外発表会に向けた準備も行った。

(※文責: 岡本結叶)

第 6 章 まとめ

6.1 活動の総括

本プロジェクトでは「イベント参加者数を予測する Web サイトの開発とそれを未来祭主催者に提供する」ことを目的に活動に取り組んだ。目的の背景として、公立はこだて未来大学で毎年開催されるイベント「未来祭」におけるパンフレット不足が挙げられる。イベントの参加人数を予測することで、パンフレット等の過不足を予防できるのではないかと考えた。ここでは私たちが行った活動の総括として、以下 4 項目のまとめと評価を行う。1 つ目は習得した技術について、2 つ目は開発した成果物について、3 つ目は中間発表会及び成果発表会について、4 つ目は前期・後期の活動についてである。

まず、本プロジェクトが目的達成のために習得した技術について述べる。本プロジェクトでは輪講形式で微分方程式の数値計算法を習得した。その結果、いくつかの力学系の現象について数値計算を行い、解軌道をグラフに出力することが可能となった。また、感染症の流行を表現した連立の微分方程式である「SIR モデル」について学んだ。一部担当者は、Web サイトの公開に必要な技術の習得に挑戦した。得られた知識は後述する成果物開発時に大いに活躍した。微分方程式の数値計算法は自作の数理モデルの解析を行う上で必要不可欠であり、SIR モデルについての学びを通して数理モデルの構築をスムーズに進めることができた。ここで述べた技術以外にもスケジューリングやコミュニケーション等、多くのことを学ぶことができ、非常に充実した活動となった。本プロジェクトで得られた技術を、今後の進路でも活かしていきたい。

次に、本プロジェクトが開発した成果物について述べる。1 つ目は自作の数理モデルである。輪講で学習した SIR モデルを参考に、情報拡散を連立の微分方程式で表現した。方程式内のパラメータについてはアンケートを実施し、その結果を基に定めた。アンケートは 2 回行った。1 回目は 2023 年度の未来祭にて、未来祭参加者に呼びかけを行う形で実施した。2 回目は本プロジェクトメンバーが各自の知人に回答を依頼する形で実施した。完成した数理モデルを用いて、2 つ目の成果物である「X における未来祭参加者予測ツール」を開発した。「X における未来祭参加者予測ツール」とは、未来祭の参加者数を予測する Web サイトである。利用者に必要な値を入力してもらうことで、参加者数の予想値の出力をインタラクティブに行うことができる。主な機能は「入力された値を元に参加者数の予測を行う機能」「入力された参加者数の希望値と予測値から希望する人数が来る確率を求める機能」「参加者数の推移をグラフとして出力する機能」の 3 点である。また、使い方についてのページを設けるなど、利用者が使いやすい設計に拘った。「X における未来祭参加者予測ツール」について評価実験を行った結果、「システムが実際あればとても便利だと思う」、「必要な情報が大きな字で書かれていてとても見やすく使いやすかった」といった所感が多く寄せられた。この評価実験の結果から、本成果物の Web サイトとしての有意性を確認できた。したがって、本プロジェクトの目的達成に必要な「イベント参加者数を予測する Web サイト」は開発できたと考える。一方で UI に関する指摘もいただいたため、デザイン面のブラッシュアップを行う必要がある。

続いて、本プロジェクトが行った中間発表会及び成果発表会について述べる。中間発表会についての評価アンケートの平均結果は、発表技術が 10 点中 7.50 点、発表内容が 10 点中 7.90 点であっ

た。発表技術については、発表の声が小さかった・スライドの情報量が多くて見づらかった等の意見をいただいた。発表内容については、成果物の具体的なイメージや変数を設定できる根拠が分かりづらい等の意見をいただいた。これらの意見を基に入念にフィードバック及び修正を重ねた。結果、成果発表の際の評価の平均値は発表技術が 10 点中 8.29 点、発表内容が 10 点中 8.56 点であった。中間発表会での反省を踏まえ、評価アンケートの結果が約 1.0 点増大した点は非常に良かったと感じる。一方で、説明が不足している・プロジェクトの動機が理解できない等のご指摘もあり、今後秋葉原にて発表を行う時までには修正したい。

最後に、前期・後期の活動について振り返りと総合的な評価を行う。前期の活動では、まず輪講を通して研究に必要不可欠な基礎知識・数学的な技術を身に付けた。その後、先行研究調査と並行しプロジェクトのテーマ決めを行った。テーマ決定後は数理モデル作成・ポスター及びスライド作成・データ集めの 3 つの作業を分担して行い、中間発表に備え各自作業に注力した。後期の活動では、数理モデル作成担当者は数理モデル再構築・シミュレーター作成・パラメータの導出等を行った。ポスター及びスライド作成担当者は、前期の反省を踏まえ早期の段階から成果発表会に向け作成を開始した。データ集めの担当者は未来祭までにアンケートを作成し、当日はアンケートの呼びかけを行った。また、新しく成果物開発担当者を定め、担当者は Web サイト構築に向け勉強を開始した。各作業のフィードバックはプロジェクト活動日の最後に行い、進捗や課題などを共有した。また、時には別に時間を設け進捗を詳細に説明した。また、個別に連携を取り合い、積極的にコミュニケーションを重ね、内容の齟齬が無いように尽力した。更に、前期で報告書作成が困難であったことを踏まえ、報告書作成担当者を定めた。担当者は Github 等の作業効率化を手助けするツールについての勉強や Latex を扱える環境構築を通して、プロジェクトメンバー全員がスムーズに作業に着手できるよう奮闘した。総合的な評価については、非常に充実した活動ができ大変満足している。プロジェクトメンバー個人についても、以下の 7 章に詳細が記載されている通り、各自大きな学びを得ることができた。作業の手際なども活動を重ねるごとにブラッシュアップされ、時には大きな問題にぶつかってしまうこともあったが、それでも足を止めず試行を重ね成果につなげることができたこの経験は、プロジェクトメンバーの自信となり各自の今後の進路でも活かされるだろう。

(※文責: 後藤航希)

6.2 今後の展望

本プロジェクトでは、「イベント参加者数を予測する Web サイトの開発とそれを未来祭主催者に提供する」ことを目的に、未来祭の参加者数を予測する Web サイト「Xにおける未来祭参加者予測ツール」を開発した。しかし、成果物の評価実験や成果発表会の評価アンケートよりいくつかの課題が露呈した。主な課題について述べる。

私たちの今後の課題の 1 つに、発表の際、数理モデルについての説明が不足している点が挙げられる。本プロジェクトでは成果発表会の際、数理モデルの作成手順や変数の意味、パラメータの導出方法などを詳細に説明した。しかし、成果発表会の評価アンケートでは「変数や式が難しいのでより簡単かつ分かりやすい説明が欲しい」といった意見をいただいた。これは、扱っている技術が高度な数学であることに起因し、一般の方に初見で内容を伝えきるには現状よりもっとかみ砕いた説明が必要になることを意味する。この問題の背景に、成果発表会の資料作成時および発表練習時に関わった全員が数学的知識を保有していたことが挙げられる。輪講によりプロジェクトメンバー

Mathematical Modeling Project

全員が専門的な数学の技術を身に付けたことが、裏目に出てしまったと言えるだろう。リハーサルの際は担当教員やT Aの方にチェックをお任せしており、したがって成果発表の資料に数学的知識を持たない方の意見は反映されていない。つまり、数学に詳しくない方の客観的視点が欠如した状態で作業工程を進めてしまっていたのである。この問題解決のために今一度、数学に詳しくない方にも内容を伝えられるような表現やデザインを模索していく。

上記の課題を解決し、今後行われる秋葉原での発表に臨みたい。

(※文責: 後藤航希)

第7章 プロジェクト内のインターワーキング

7.1 山田真史

私は本プロジェクトにおいてプロジェクトリーダーとしてプロジェクトの進行管理を主に行ってきた。ここではプロジェクトのプロジェクト学習で行ったこと、学んだことについて述べる。

プロジェクトリーダーとして行ったことは、プロジェクトメンバーのタスクの進捗の管理とスケジュールの管理及び共有、議論の進行、輪講の資料の準備である。

プロジェクトメンバーのタスク管理について。プロジェクト学習を円滑に進行するため、プロジェクト活動中自身の作業の合間に各班の進捗について聞き込みを行った。班ごとの作業に移るとコミュニケーションロスが発生するため、聞き込みには班の間での情報のすれ違いをいち早く察知するなどの意図がある。また、活動時間の初めには各班の当日の活動内容について発表させた。活動時間終了前に各班の進捗に発表させた。活動内容及び進捗の発表には活動内容の明確化と共有するために行った。長期休暇の際は、Discord で情報共有を行い、Google ドライブのスプレッドシートを使用しタスクの管理を行った。

スケジュール管理及び共有について。プロジェクト学習では2回の発表会がありそれをゴールにスケジュール立てを行った。スケジュール立ての際は、作業の遅れが発生する可能性を考慮して常にバッファを用意することを意識した。月初めや大きいタスク完了後にはプロジェクトメンバー全員でスケジュールの確認とスケジュールの立て直しを行うことでプロジェクトメンバーにスケジュールを共有した。スケジュール表は Google ドライブでスプレッドシートで公開しプロジェクトメンバー全員が確認できるようにした。

議論の進行について。プロジェクト学習の活動中に行われた議論の場では進行役を務めた。

輪講の資料の準備について。輪講で使われるプリントの印刷を行った。

次にプロジェクトメンバーとして行ったことについて述べる。プロジェクトメンバーとして行ったことは、成果物の開発のサポートである。

本プロジェクトでは成果物として参加者を予測するツールを開発した。3章で述べた通り成果物は AWS で開発した。開発環境を共有することはできなかったため、サポートに回った。サポートの内容は、未実装機能のプログラムコードを提供、問題発生時ツールの開発者と協力して問題を解決することである。

未実装機能のプログラムコード提供について。ツールの開発においてまだ実装されていない必要ページや機能を自身の開発環境を使って試験的に開発しプログラムコードの動作を確認した。プログラムコードが機能していることを確認できればそのプログラムコードをツールの開発者に提供し開発の時間短縮を行った。

問題発生時ツール開発者と協力し問題を解決することについて。ツールのバグやエラーに対して協力して問題の解決法について調べた。

プロジェクト全体を通して大きいタスクを遂行するのではなく、小さいタスクを同時並行してこなすことでプロジェクト内で出た問題に迅速に対応できるようにした。

次にプロジェクト学習の活動から得られた2つの学びについて述べる。

1つ目の学びはスケジュールの立て方についてである。前述のとおりプロジェクト学習では2回

の発表会がある。1回目の発表会では目の前のタスクを優先したスケジュールリングをしていたため発表資料の作成や発表の練習期間を十分に確保することが出来なかった。しかしながら2回目の発表ではゴールから逆算したスケジュールリングをしたため、1回目の発表会より長く準備期間を準備することが出来た。以上の経験からプロジェクトに向けたスケジュールの立て方を知ることが出来た。この学びを今後の大学生活や社会人生活に活かしたいと考える。

2つ目の学びはプロジェクトにおけるコミュニケーションの重要性である。本プロジェクトは12人からなるプロジェクトでありプロジェクト内では各タスクごとに担当する人が集まる班が存在する。班分け直後の活動では班の間でのコミュニケーションがうまくできていないため、齟齬が生じていた。しかしながらしばらく経つと各班の情報共有が盛んになり班分け直後のような齟齬は見られなくなった。以上の経験からプロジェクトにおけるコミュニケーションはプロジェクトを円滑に進める為に必要であり、情報共有は自身のタスクの進捗を理解するいい機会になることを学んだ。この学びは将来の社会人生活においてとても貴重な学びだと考える。

最後にプロジェクト学習全体を通した学びについて述べる。10人を超える組織で一つのゴールを目指し活動した経験は今後のすべての活動に大きく影響すると考える。中でもプロジェクトリーダーとしての経験は自身のリーダーシップを磨くいい経験になった。プロジェクトメンバーをまとめることに苦戦したが最終的に自身なりの考え方やまとめ方について学べた。

(※文責: 山田真史)

7.2 太田東吾

私はプロジェクト学習を通してこの1年間多くのことを学び経験してきた。ここでは1年間のプロジェクト活動について、プロジェクト全体と個人の活動を結びつけながら詳細に振り返り、評価していく。

前期の活動では大きく分けて、「輪講」、「テーマ決め」、「データ収集方法の決定」の3つの活動を行った。

輪講では、数値計算、シミュレーション、および数理モデルに関する知識と技術を得ることを目標とし活動した。輪講の進め方は、1つの専門書を分割し、メンバーがそれぞれ担当者となる。なお専門書は、小高知宏著「Pythonによる数値計算とシミュレーション」の第1章と第2章を用いた。また担当者は、プロジェクトメンバーに対して専門書の割り当てられた箇所を板書、pythonのプログラミングを用いて解説を行っていく形式である。私が担当した箇所は、「Pythonモジュールの活用」、「桁落ちが生じるときの例」、「2次元運動シミュレーション」を担当した。最初の輪講は人に授業形式で物事を教える経験は、初めてで苦戦してしまった。しかし、回を重ねる毎に輪講の質が上がった。輪講の質を上げるために事前に板書用のノートを作成したり、メンバーが困りそうな点を予め考慮するなどをした。さらに、専門書の内容だけでなくさらに応用的な内容の説明を付け加えるなどして輪講の質を高めた。また、今回行った輪講は担当者が2人ずつであった。そのため、2人で協力して輪講の準備をする機会があり、お互いを補いながら成長できたと感じた。また、専門書だけでなくSIRモデルの輪講を行った。SIRモデルは、本プロジェクトで作成したモデルを参考にしたため、とても有効であったと感じる。輪講の結果、プロジェクトメンバー全員が、「常微分方程式の一般解の導出法」、「ルンゲ=クッタ法を用いた力学系の現象のシミュレーション方法」、「SIRモデルの知識」などを身につけることができた。また、輪講をする事によってメンバーと話すきっかけとなり、メンバー同士の距離が縮まった。さらに輪講を経験したおかげで、後

の中間発表と成果発表で人の前で話す練習にもなったと感じる。このように、輪講は知識や技術を身につけるだけでなくメンバーとのコミュニケーションのきっかけとして有効であると感じた。

次にテーマ決めである。本プロジェクトのテーマを決める際に反省点がいくつかあると感じた。

第1に時間をかけすぎてしまった事である。2023年5月13日から6月21日の間にテーマ決めに割いてしまった。時間がかかってしまった原因は、軸が定まっていなかった事であると考えられる。私たちは、数理モデリングプロジェクトであるにもかかわらず、数理モデルに合わないような候補を多く出してしまったと感じる。具体的には、「食堂や避難経路の人の流れの予測」、「値段予測」、「影響の強い広告の予測」、「情報の拡散」などが挙げられた。また、話し合いの場では大枠の案しか出さずに具体的な案を考慮できていなかったと感じられる。よって今後テーマを設定する際は、「スケジューリング」、「研究分野に合っているか」、「実現可能性」の3つを重視する事が大事であると学んだ。前期のこの時点で決定した大まかなテーマは、「情報の拡散」について予測するということに決定した。情報の拡散にした理由は、岡田他著「拡張 SIR モデルによる Twitter でのデマ拡散過程の解析」[1]で述べられている、Twitter 上のデマ情報の拡散の様子をモデル化した先行研究を見つけた。私たちは、SIR モデルについて輪講で学んだため自分たちに合っているのではないかと考えた。そのため、本プロジェクトのテーマを「情報の拡散」とした。

テーマ決めが完了した後は、プロジェクトを円滑に進めるためにグループ分けをした。グループは、「モデリング班」、「データ集め班」、「ポスター・スライド班」と分かれた。私は、データ集め班のリーダーとしてこの1年間活動をした。リーダーという役割は、初めての試みであった。リーダーとして主に行った事は「スケジューリング」、「班内の議論の進行」、「班員のタスクの振り分け」であった。スケジューリングは、google スプレッドシートを活用して視覚的に分かりやすくスケジュール表を作成した。また、無理のない期間を決める事を意識した。さらに、イレギュラーを想定してスケジュールの設定を行うことができた。班内の議論の進行では反省点があったと思った。議論がいき詰まった状況の際に、柔軟に対応することができなかつたと感じた。議論にいき詰まった際は、今までに議論した事を整理する事が重要であると学ぶ事ができた。そして、班内のタスクの振り分けでも反省点があったと感じた。班員のタスクに偏りができてしまい、班員全員の力を十分に活かすことができなかつた。そのため、班全体を見渡す力を身につけなければならないと感じた。

次に、データ集め班の前期の活動内容についてである。前期では、主に「収集するデータ」、「データの収集方法」について議論した。収集するデータについては、まだ情報の拡散についての対象を決定していなかったため問題点を見つけるために、生協学生委員会、事務局・教務課 入試・学生募集担当、サークル運営協議会、未来祭実行委員会、コネクションズカフェなどに連絡を取り、参加者数やアンケートの実施状況などを調査した。調査の結果から議論して、最終的に未来祭についてのデータを収集する事が決定した。さらに、より具体的な集めるべきデータはモデリング班と話し合い、情報拡散者が1日に情報を届ける人数の平均などのデータが必要であることを確認した。データの収集方法は X 上で未来祭に関するデータを探し、TwitterAPI を使用することを検討した。しかし、TwitterAPI を使用する際の手続きに苦戦し最終的に手作業でデータを収集する事にした。

2023年7月7日には中間発表会を行った。中間発表では、テーマ決めに難航してしまい十分な時間をとれなかつた。そのため、満足のいく発表ではなかつた。具体的には、発表の流れが良くなかつた点である。発表の構成を考えているときは問題点が分からなかつたが、いざ聞き手になって発表の構成を見ると流れが断続的であり、支離滅裂であったと言える。また、スライドの内容も字数が多く分かりにくかつたであると思われる。これらの改善案として、発表のための準備期間を多

めを取る必要があると感じた。そうすれば、スライドの準備や発表の構成も良くなったであろうと思われる。そのため、後期の成果発表では発表の構成を意識し、実際に聞き手側に立ち考慮しなければならなかったと思った。この点を後期の成果発表で活かしたいと感じた。しかし、発表者の声量は良く話すスピードも概ね良かったと感じた。これは、輪講で人前で話す練習の成果であったと感じる。

夏休みでは、データ収集を行った。収集するデータは主に未来祭実行委員会のアカウントのポストの表示回数といいね数とリポスト数である。期間は、2023年9月7日から未来祭前日の10月8日までの1ヶ月間である。

ここからは後期の活動内容について記す。まず後期ではプロジェクトのテーマがより具体的となり、「イベントの参加者数を予測する Web サイトを開発し、未来祭主催へ提供する。」とした。そのため後期では「データ集め班」、「モデリング班」に加え、新しく「成果物班 (Web サイト開発班)」が新設された。後期でも引き続きデータ集め班のリーダーとして活動した。リーダーとして主に行った事は前期と同じである。また、データ集め班としての活動内容は「前期で決定した収集すべきデータの他のデータの収集」、「データ整理」を行った。さらに、成果発表の準備のための活動ではポスター作成を行った。

後期のデータ集め班のリーダーとしての活動では、前期で反省した点を活かしてより良く活動できたと感じた。班員のタスクの偏りがなく、議論も活発に行うことができたためである。

次に、データ集め班としての活動を記す。後期で新しく集めるべきデータは、未来祭当日に未来祭の来場者にアンケートを実施した。アンケートは、今回もモデリング班と相談して決定した。アンケートの目的は、モデルのパラメータなどを決定するために必要なデータを集める事である。具体的なパラメータは、1日あたりの未来祭の情報を知らない人から未来祭の情報を知らない人への移り変わる割合である。また、未来祭への参加率の値である。アンケート内容は、以下の通りである。

1. あなたの年齢を教えてください。
2. あなたの属性を教えてください。
3. あなたは X (旧 Twitter) のアカウントを持っていますか。
4. あなたの X アカウントのフォロワー数を教えてください。回答したくない場合は、次の質問にお進みください。
5. 今年度の未来祭の開催日がわかる (カウントダウンや「○日開催」など) ポスト (旧ツイート) を X で見たことがありますか。
6. 今年度の未来祭の開催日がわかるポスト、またはリポスト (旧リツイート) をしたことがありますか。
7. (質問6で「はい」と回答した方) 今年度の未来祭の開催日がわかるご自身のポストの URL を教えてください。複数回ポストされた方は、可能な限り教えてくださいと助かります。回答したくない方は、次の質問にお進みください。
8. これらの未来大に関係がある X アカウントをフォローしていますか。

未来祭実行委員会:

3UP (トライアップ)

生協学生委員会

班員の協力により、アンケートは143件回答していただけた。また、未来祭の非来場者にも同様のアンケートを実施した。そして、収集したデータをモデリング班が使うようにデータ整理を行った。データ整理をする際、上手くタスクの振り分けをする事ができたと感じた。そのため、作業が

スムーズにする事ができた。

次に、成果発表の準備のために活動したポスター作成について。ポスター作成では2人で中心に活動を行った。ポスター作成も初めての試みであった。苦戦したのがいくつかある。第1に配色である。配色は3色を使うのが主流だがその配色選びが困難であった。理由は、ポスターの配色は服や部屋の配色と違うためである。服や部屋の配色は日常的に経験しているため勝手に分かるが、ポスターにしたときは字の見やすさを意識した配色にしなければならないため困難であった。第2に構成である。ポスターの構成でもスライドの構成同様、流れを意識しなければならなかった。そのため前期の中間発表の反省を活かし、ポスターの構成を考えた。結果的に、「データ収集 → データを利用して参加者数を予測するモデルの作成 → そのモデルより成果物の Web ページの開発」という構成にした。第3にポスターとスライドの内容や表記ズレが発生していないかである。ポスター作成の担当者とスライド作成担当者が違うため、こまめにコミュニケーションを取り、内容や表記ズレが発生しないようにした。第4にイラストレーターの使用方法である。イラストレーターを使用したのが今回が初めてだったが、ポスター作成の担当者と試行錯誤しながら学んだ。そして、ある程度のノウハウを学び一通り使用できるようになった。第5にモデリング班、データ集め班、成果物班の意見を取り入れる事である。データ集め班としての意見は、私がデータ集め班のリーダーであったためあまり苦労はしなかった。しかし、モデリング班と成果物班は班が違ったためコミュニケーションをこまめに取り工夫した。ポスターの数値モデルの部分は、本プロジェクトで使用したモデルについての理解度が浅かったため、モデルの勉強から始まった。そして、理解したモデルをポスターに収めるのが難しく感じた。成果物班も同様にポスターに収めるのが難しかった。このようにポスター作成では、多くの学びがあった。1番重要なことはコミュニケーション能力であると感じた。

成果発表会では、中間発表会の反省を活かしていたと感じた。ポスターの内容はしっかりと構成が整っていたためである。発表者の発表の仕方も中間発表に引き続き良かったと感じる。実際に、成果発表会の評価者の意見にも、肯定的な意見が多かった。発表技術の評価の平均点は10点中8.29点であった。また、プロジェクトの評価平均点は10点中8.56点であった。これは、客観的に見ても高いであろう。

次にこの1年のまとめを記す。1番印象に残った事は、データ集め班のリーダーとして活動したことである。リーダーの役割を通して自分の成長を大きく実感できたと感じる。また、数値モデリングの技術である。常微分方程式が与えられたなら、pythonを用いてルンゲ=クッタ法で数値解を出すことができるようになった。また、常微分方程式のパラメータの設定なども少し理解できた。このように、数値モデリングの基礎を身につける事ができた。また、プロジェクト学習では大人数で作業を行っていく難しさを実感できた。その経験により、「情報のすり合わせ」が重要であると学んだ。そのためにもコミュニケーション能力は必要不可欠であると再認識できた。具体的には自分から情報を伝えるときは情報を省略せずに、正確に、短く伝えることが重要であると学んだ。これらのことは、これからの研究、社会人生活においても重要であると思われるため、この1年間で学んだことを活かしていきたいと思った。

(※文責: 太田東吾)

7.3 小松和司

私は1年間のプロジェクト学習を通して、様々な活動に関わり、その中で様々なことを学んできた。ここでは、私がこの1年間で関わった活動と、その中で学んだことを記述する。

輪講では、数理モデルの理論など、自分の担当箇所について学習したことをプロジェクトメンバーの前で発表した。この活動から学んだことは、他者に物事をわかりやすく説明するには事前の準備が必要であるということである。私は自分の発表が始まる前に、事前に自分が学習した箇所の要点をまとめて、それを専門用語の使用が最低限となるような説明ができるように自分のタブレット端末に整理した。これを用いて発表を行った結果、教員からわかりやすい発表だったという講評をもらうことができた。逆にあまりこういった準備をせずに行った発表は、自分が伝えたいことを発表のなかで明確にできなかったため、長くわかりづらい発表となった。以上のことから、物事をわかりやすく説明するには、要点をまとめるなどの事前の準備が必要であることを学ぶことができた。この学んだことを研究室配属後の輪講や成果発表などで活用していきたいと考える。

数理モデルの作成では、パラメータ決定に向けたアンケートの作成を主に担当した。この活動から学んだことは、アンケートを実施するときは、アンケートの回答者にそのアンケートによって得られた情報をどのように扱うかを明確に伝える必要があるということである。作成途中のアンケートを教員に確認してもらったときに、回答者が不安にならないようにアンケートの目的と個人情報の取り扱いを丁寧に書いたほうが良いという指摘を受けた。この指摘を受けて、自分が回答者であるときに回答内容の取り扱いが曖昧であったら、アンケート元に不安を感じて回答しないかもしれないと気づいた。そのため、アンケート中の「本アンケートの目的」と「個人情報の取り扱いについて」という項目は、実際の質問内容と同程度に丁寧に作成した。これらの項目の丁寧さが1回目のアンケートの146件という高い回答数に繋がったのではないかと考えられる。このことから、アンケートを実施するときは、得られた情報の取り扱いを明確に伝えることの必要性を学んだ。

成果物の開発では、評価実験の作成と実施を主に担当した。この活動から学んだことは、自分の意見を積極的に発言することの重要性である。今回の評価実験は、成果物であるWebサイトのプロトタイプと評価実験のためのGoogleフォームを未来祭実行委員会に送り、期間内に回答してもらうという形式で実施した。しかし、自分では未来祭実行委員にプロジェクトメンバーの前で成果物を利用してもらうことで、その中で感想をGoogleフォームに記入してもらうという形式が良いと考えていた。その形式であれば、未来祭実行委員が成果物の使用方法でわからないことがあったときに質問しやすいと考えたためである。しかし、自分の意見を積極的に発言できなかったことで、自分の意見を他のメンバーに知ってもらうことができなかった。このことから、複数人で行われる話し合いでは、自分の意見を積極的に発言することが重要であると知ることができた。

中間発表と成果発表では、スライドと発表内容の修正を行った。また、中間発表では実際の発表も行った。この活動から学んだことは、グループ活動における擦り合わせの重要性である。スライドをメンバーに作成してもらうときに、私は自分が行ってきた活動が他のメンバーが行ってきた活動とどのように繋がっているかをあまり理解していなかったため、自分の行った活動に関する情報を断片的にスライドを作成するメンバーに伝えた。その結果、初めはスライドの内容や発表内容が断片的な発表となった。その後、数理モデルそのものを作成したメンバーや数理モデルのパラメータを決定したメンバーとよく話し合っ、自分が作成したアンケートが数理モデルの作成にどのように活かされているかを理解した。そして、その内容をスライドや発表内容に盛り込んでもらうことで、発表を改善させることができた。以上のことから、グループ活動では他のメンバーの活動と

の摺り合わせが重要であると学ぶことができた。

報告書の執筆では、GitHub によってメンバーが書いた内容を簡単に合成できるような環境を作成した。この活動から学んだことは、メンバー間で作業を分散させることの重要性である。中間報告書は一人のメンバーにそれぞれのメンバーが書いた内容を送って、それを Tex の形式に変換するという方法で執筆していた。しかし、この方法では Tex の形式に変換する一人のメンバーに負担が偏ってしまった。そこで、報告書に関するファイルを入れる GitHub のリポジトリを作成して、報告書に必要な Tex ファイルをメンバー全員が編集できるようにした。また、各メンバーごとにブランチを作成して、各メンバーの編集はすべてそのブランチ内で行ってもらった。このようにして、各メンバーは自分が書きたい内容を Tex によって書くことができるため、メンバーの負担を分散することができた。その結果、各メンバーが書いた内容を一つのファイルにまとめる作業が、中間報告書のときと比べて明らかに楽になった。このようにして、複数人で共同作業をするときは、メンバー間で作業を分散させることが重要であると学んだ。

プロジェクト中の話し合いでは、自分の意見を積極的に発言したり、リーダーが進行に困っていたときのサポートをすることを意識した。この活動から学んだことは、状況を見て自分の意見を発言することの難しさである。私はプロジェクトのテーマを決めるときなどに、自分の意見を積極的に発言するようにした。しかし、自分以外にも自分の意見を積極的に発言するメンバーが多いため、毎回の話し合いに時間がかかってしまっていた。このようなときは、自分の意見について発言することを一度やめて、それまでの話し合いで出てきた意見を整理する時間を設けるように促すべきであったと考えられる。そのようにすれば、その話し合いで決定すべきことに向けて何をすべきかを把握しやすくなり、その結果話し合いの時間を短縮することができたと推測される。以上のことから、話し合いではただ自分の意見を主張するのではなく、状況を見て発言することも必要であると学ぶことができた。

最後に、プロジェクト全体を通して、研究活動の進め方を学ぶことができた。今回のプロジェクトでは、数理モデルに関する知識をつけるための輪講、プロジェクトのテーマ設定、必要なデータの収集、数理モデルを含む成果物の開発、発表という流れで活動を進めてきた。このような活動の流れは、実際の研究とも大きく変わらないのではないかと推測される。これは、教員の話や研究室訪問からの推測である。さらに、複数人で活動するときに必要なことも学ぶことができた。その具体的な内容は前述の通りである。研究室配属後も共同研究など、複数人で研究活動を進めていく機会があると考えられる。そのため、今回のプロジェクト学習では、研究室配属後の研究活動につながるような経験や学びが多くできていると考えられる。今回のプロジェクト学習で学んだことを整理して、研究室配属後の研究活動にも活かしていきたいと考える。

(※文責: 小松和司)

7.4 篠田朋花

私はこの1年間、プロジェクト学習を通して多くのことを学んだ。ここでは私個人がプロジェクト学習で経験したことや反省点について述べる。

前期は、数理モデリングに関する輪講を行った。輪講は、未経験者が多かった為、2人1組で行った。輪講の形式を知ることができたことは良い学びであった。しかし、輪講の担当部分の準備が不十分であったことや、数式の知識がある学生を頼りすぎてしまったという反省点がある。次に、プロジェクト学習のテーマを決める話し合いを行った。テーマ決めは非常に苦戦して、一度考

えた案を白紙に戻すこともあった。何度かテーマを検討する中で、見つけたい先行研究を探すという経験を多く積むことが出来た。しかし、数理モデリングというというプロジェクト名から由来する枠組みに囚われて、数理モデリングを使えるテーマを見つけないといけないと感じてしまうなど、視野が狭くなってしまったという反省点があった。中間発表会やその準備では、聴衆の前で発表するという経験を積めた。しかし、準備が大きく遅延し、その影響で発表練習が不足したことで、結果的に不安定な発表になってしまった。

後期は、パラメータを決めるためのデータ集めを行った。未来祭実行委員会の方々に協力を依頼して、多くのデータを集めることができた。しかし、未来祭実行委員会の方との連絡のやり取りが多くなってしまったことが反省点であった。今後は、依頼先の方の状況や立場を考える必要があると考えられる。次に、Web サイト開発に少し携わった。講義で学んだ内容を活かすことができた。しかし、更に発展的な部分の理解や対応が追いつかず、より詳しい学生に任せてしまったという反省点があった。次に、評価実験の準備から考察までを行った。実験を行う際には、多くの友人や友人の交友関係に助けられ、最低限の回答数はいただくことができた。しかし、実験後に具体的なご意見など詳細を知りたいと感じることも多かった。よって、評価実験の準備段階で十分な実験作成が求められることを学んだ。最後に、成果発表会とその準備では、中間発表会での反省を踏まえ、準備時間を多く取った。よって、自信を持って発表することができた。最後に、プロジェクト全体を振り返る。12人で1つのテーマを行うという、人数の多いプロジェクトであったため、情報共有の難しさや意見がまとまらずに多くの時間を消費してしまうということを痛感した。一方で、情報共有などコミュニケーションを重要視して工夫を行ったことで、プロジェクトに一体感ができ、早めの準備や相互のケアができることも学ぶことができた。今後も複数人で1つのことを行う機会は必ずあると思うので、プロジェクト学習で培った経験や気が付いた反省点を活かしたい。

(※文責: 篠田朋花)

7.5 里田琉海

1年間のプロジェクト学習について、前期と後期の活動を振り返り詳細に評価する。

前期では、数値計算、シミュレーション、および数理モデルに関する知識と技術の獲得を目指して輪講を行った。最初に、数値計算とシミュレーションに関する Python の輪講を行い、次に数理モデルに関する輪講を行った。輪講では、1つの専門書を分割し、メンバーがそれぞれ担当者となり、板書と Python プログラミングを使用して内容を詳細に解説した。Python に関する輪講では、「Python による数値計算とシミュレーション」[1]という専門書を使用した。また、SIR モデルに関する輪講も行い、SIR モデルの理解とプログラム構築が可能になった。

輪講を通じて、情報の伝達スキルの重要性を強く認識した。特に中間発表や成果物の提示時に、相手にわかりやすく伝えるために声の大きさや話すスピードを調整する必要があることが明確になった。これにより、効果的なコミュニケーションが成り立つことを実感した。また、2人組での作業を通じて、協力の大切さを深く理解した。協力を重視することで、プロジェクトの効率と品質を向上させる方法を学んだ。特に、お互いの強みを活かし合い、バランスの取れた協力関係を築くことで、作業の偏りを防ぎ、より良い成果を得ることができることを学んだと感じている。

一方、輪講の反省点として、以下の点が浮かび上がった。自己主張の不足が課題でした。自分の意見を率直に交換せず、他の参加者に自分の考えを明確に伝えることができなかったため、この点を改善する必要がある。また、プログラミングの作業を避ける傾向があったため、自分から周りに

質問する重要性を学んだ。質問を通じて新たな知識を得ることができ、プロジェクトの進行をスムーズにする手段であることを理解した。これらの経験を通じて、知識の深化だけでなく、コミュニケーション能力や協力スキルの向上が得られたことを認識し、今後のプロジェクトや学習に生かしていきたいと考えた。

輪講が終了した後、プロジェクトのテーマを決定しました。私は、「卵などの食品の値段」についての先行研究を調査した。自分の調査したテーマと他のテーマと比較して議論を続けた結果、テーマを「生協が運営する食堂などにおける人流」に変更した。しかし、このテーマではプロジェクトの目的を決定するのが難しかったため、最終的に「広告の情報拡散」にテーマを変更した。

テーマが決まった後、プロジェクトチームを「ポスター班」、「データ集め班」、「モデリング班」の3つに分けた。私は「データ集め班」として活動しました。この班では、生協学生委員会、事務局・教務課 入試・学生募集担当、サークル運営協議会、未来祭実行委員会、コネクションズカフェなどに連絡を取り、参加者数やアンケートの実施状況などを調査した。また、データ収集方法をモデリング版と検討し、情報拡散者が1日に情報を届ける人数の平均などのデータが必要であることを確認した。これらのデータを収集するために、生協のイベントに関連するデータを探し、TwitterAPIを使用してデータを収集する試みも行った。

2023年7月7日(金)に中間発表を行った。テーマの決定に難航し、それに伴い準備に十分な時間を割けなかった点が課題だった。また、直前に体調を崩してしまい、他のメンバーに迷惑をかけていた。発表において、私は個人として、目線や身振りが少なく、重要なポイントを強調するためには声の強弱や自分の感情に合わせたリズムが重要であると感じた。これは私自身の課題として捉えられる。これに関して、具体的な改善点として、発表中に目線を使って聴衆とコミュニケーションを図ることや、身振りを活かして情熱や重要なポイントを視覚的に伝えることが挙げられる。さらに、声の強弱やリズムに工夫を加え、自分の感情や言葉に合わせて表現することで、聴衆の共感を得ることができる。この認識を元に、今後の発表では意識的に目線や身振りを活用し、声の強弱やリズムに注意を払いながら、聴衆とより深いコミュニケーションを築くよう心がけていきたいと考えている。全体的には、聴衆からの質問に適切に答えることが難しく、ポスターやスライドなどの資料が見づらい点も指摘された。今後、これらの課題を克服し、より質の高い発表を行うために努力したいと考えた。中間発表時の振り返りを踏まえ、それぞれのポイントに焦点を当ててスライドの構成を再考し、数式や内容の説明を充実させる必要性を感じた。

このプロジェクトでは、前期の輪講を通じて数値計算、シミュレーション、数理モデルの知識と技術を習得し、プロジェクトのテーマを選定し、データ収集の準備を進めた。

後期の前半は、データ集めの活動を行った。データ集め班は、未来祭実行委員会、3UP、生協学生委員会、未来大学生協の4つの未来祭に関連するアカウントに連絡を取り、許可を得た。その後、2023年9月7日から10月8日までの期間において、1日に昼と夜の2回、各アカウントのポストに関する情報を収集した。収集したデータには引用リポスト、リポスト、いいね数、リポストしたアカウントのフォロワー数などが含まれている。このデータは、パラメータを決定することに使用することは結果としては、ありませんが、グラフ化などを行うことで情報の拡散されていく様子を視覚的にわかりやすくすることに助力したのではないかと考えている。

未来祭当日には、アンケート調査を実施した。アンケート項目には、未来祭に参加したアカウントのフォロワー数や、未来祭に関連するポストを見たかどうかなどが含まれていた。さらに、未来祭終了後にも、未来祭に参加していない人を対象に同様のアンケート調査を行った。これらのデータを元に、モデルのパラメータを確定させるための準備を進めた。

未来祭終了後、私は成果発表会に向けてのスライドの作成補助に専念した。具体的な作業内容は

以下の通りである。

主に、発表内容の提案やスライドの修正を行った。発表内容の提案では、発表者に対して内容をより魅力的に伝える方法を提案した。これには、重要なポイントの強調、視覚的要素の追加、論理的な流れの改善が含まれた。発表の質を向上させるために助言を行った。

また、スライドの修正においては、既存のスライドを詳細に検討し、必要な修正を行った。これには、テキストの整理、図表の追加、フォントや配色の調整などが含まれた。視覚的な要素を最適化し、情報をより分かりやすく、魅力的に伝えるよう努力した。

さらに、スライド1枚1枚の情報量に注意し、情報の過不足を避けるよう心がけた。スライドは発表の視覚的な補助として機能し、重要なポイントを簡潔に表現する必要がある。情報の効果的な伝達を確保するため、テキストと図表の選択に細心の注意を払った。

これらの作業を通じて、クリアで効果的なプレゼンテーションのためのスライドを作成し、参加者に情報を効果的に伝える役割を果たした。

2023年12月8日(金)に行われた成果発表会では、中間発表時の不備や説明不足を振り返り、それを改善するためにしっかりと準備をしていたものの、いくつかの課題が浮き彫りになった。具体的には、スライドの構成に関する不備や数式の説明不足があった。これが結果として、自分たちが取り組んできた内容を効果的に伝えられなかった主な理由だった。

1年間の活動を通じて、自己評価を行った結果、いくつかの改善点が浮かび上がった。

1つ目の改善点は、主体性に関する課題がある。主体性を発揮するためには、他者の指示に従うことばかりでなく、自ら率先して行動することが重要だ。共同作業や意見出しの際に、自分の考えを積極的に提示し、リーダーシップを発揮するよう努めたいと思った。これまでの課題を克服するために、行動する際には自分の考えをしっかりと持ち、周囲と協力しながらも自主性を持った行動を心がけていく。自分の言葉でしっかりとした文書にまとめることで、自らの意見やアイデアを明確に表現できるよう努めるつもりだ。

2つ目の改善点は、広い視点を持つことの重要性だ。過去の経験から、自らが担当している業務に過度に集中し、視野が狭くなる傾向が見受けられた。業務に集中することは重要ですが、過度な集中は全体像を見失う可能性がある。今後は、自らの担当業務だけでなく、全体の流れや他のメンバーの活動にも関心を持ちたいと思った。広い視点を保ちながら行動することで、チーム全体の目標や進捗に寄与できると考えている。これまでの経験を活かし、自分の仕事を遂行しつつも、常に全体像を把握するよう努める。情報を集め、他のメンバーとのコミュニケーションを通じて、より包括的な視点を確立し、チーム全体の成果に貢献していきたいと思う。

3つ目の改善点は、積極的なコミュニケーションの不足だ。コミュニケーション不足がチームに影響を与えてしまったことを反省し、今後は積極的かつ効果的なコミュニケーションを重視したいと考えている。プロジェクト内での活動において、他の班や個人との円滑な情報共有を確保するために、積極的にコミュニケーションを取ることを心がける。定期的なミーティングや進捗報告の機会を活用し、関係者との意見交換や進行状況の共有を行う。また、他のメンバーとの連携を強化するために、適切なタイミングでコミュニケーションを取ることで、情報の不一致や誤解を未然に防ぐよう努める。チーム全体が同じ目標に向かって進むために、円滑なコミュニケーションが重要であり、それを実現するための努力を惜しまないつもりだ。これらの改善点を踏まえ、今後の活動においては自己の成長に向けて、これらの課題に取り組んでいきたい。

(※文責: 里田琉海)

7.6 加茂歩享

私は本プロジェクトでは主にモデルを作成する班（以下モデルリング班という）のリーダーとして活動をした。本プロジェクトでは基本的に班として活動することが多かったため、それぞれのほとんどの活動をすべて一人でやるということは少なかった。プロジェクト内での私が関わった主な活動内容としては、輪講やモデルの対象の設定、変数とパラメータの意味の設定、変数とパラメータの単位の確認、パラメータの設定、モデル全体の調整、参加率の設定、班のまとめ役としての活動、発表に使ったスライドのブラッシュアップ、ポスターのブラッシュアップなどである。ここではプロジェクトで行ったこれらのことや、そこから得られた学びや反省などを述べる。

まず、輪講では python モジュールの活用や電荷による 2 次元運動のシミュレーションの解説などを主に担当した。説明するときは教科書に書いてある内容をわかりやすく説明するだけでなく、なぜそのようになるのかを説明することを意識して行った。また、自分が説明される側のときもなぜそのようになるのかを理解することを意識して学んだ。モデルの対象の設定ではモデリング班で話し合いをしながら、モデルの数式がどのような意味を持って作られているのかを考えた。さらに、モデルを改良したときに意味が変わっていないかを確認し、対象の設定をより正確にするように努力した。変数とパラメータの意味の設定では、その変数やパラメータがなぜ必要なのかを考えた。また、変数とパラメータの単位の確認も行い、単位からも意味を考えた。その結果、自分達があらかじめ考えていたパラメータの計算方法に間違いを見つけることができ、修正することができた。パラメータの設定ではデータを集める班と協力して 2 回アンケートを実施した。パラメータを求めるためにどのような情報が必要なのか、どのような質問をすれば必要な情報を手に入れることができ、また、回答してもらいやすいかを考えた。その結果、未来祭参加者に対してのアンケートでは予想よりも多くの回答を集めることができた。他にも、確認した単位から計算方法を確認し、シミュレーション結果を確認しながら計算結果を細かく調整した。参加率の設定では、どのような値を用いて計算すれば参加者数を求めることができるのかや、どのようなデータから計算することができるのかを考えた。モデルのパラメータと同様にシミュレーションを繰り返して調整をした。班のまとめ役としての活動では、決められた計画を確認しながらその日どのような活動をすればいいのかを決め、班のメンバーの役割分担をした。また、班の活動内容の確認や他の班での活動とモデリング班との連携、また、製作物やポスター、発表のためのスライドの主にモデルに関してを重点的に確認、ブラッシュアップをした。

次に、これらの活動から学んだことや反省点を述べる。まず輪講などの必要な知識を学ぶ段階ではなぜそのようになっているのかを考えることが重要だと感じた。プロジェクトで作成したモデルをシミュレーションしたとき、なぜそのように動いているのかなどを考えることができたことで、モデルのどの部分が影響しているかを見つけることができ、モデルを改良することに役に立った。モデルの作成をする中では、メンバー全体で情報の共有や考えを統一することが非常に重要だと学んだ。モデルを作成する上で早い段階からそれらは意識していたが、それでも違う解釈や考えのまま作業を進めてしまうことがあった。そしてその後意見が合わずに作業が中断されてしまうことがあった。その結果、それまでに行ってきたことの確認やもう一度全体で考えをまとめなければならぬことなどが発生し、時間にロスが生まれてしまった。このようなことが起こってしまった原因は、様々なことを考える内に決定したことの内容が混ざってしまったり、前後してしまったりしたからだと考えられる。そのため、決定したことや共有することをより細かく確認しやすいところにまとめておく必要があったと考えた。今後このように複数人でプロジェクトを進めるときはその

ようなことに注意して行いたいと思う。成果物の開発やプロジェクトの発表スライドの作成では、プロジェクトについてまったく知らない人でもわかるように説明するということが非常に難しいということがわかった。自分達が当たり前と思っている内容が説明される側にはわからないということは、自分達が長くその内容について触れていればいるほどわからなくなると感じた。そのため、客観的な視点で見るということの重要性を学び、場合によっては全く内容を知らない人の意見を聞くことで気付かなかった部分に気付くこともあるのだと知った。今回の成果物や発表でもその部分についての指摘がいくつかあったため、今後も課題としていきたいと思う。モデリング班のまとめ役としての活動では、活動の優先順位を定め、全体の予定を把握することが大切だと学んだ。前期では計画が不十分で時間に追われた。後期はその反省点を活かし計画を立て、毎回の活動で何をしなければならないかを考えることで「今何をすればいいのか」が明確になったと感じた。その結果、班での活動を把握することができ、他の班との連携もしやすくなった。さらに、前期よりも時間に余裕をもつことができたと思う。

最後に、プロジェクトの全体で感じたことを述べる。今回のプロジェクトではメンバー同士での考えの統一など、できていると思っていたことが十分にできていないということが多くあったと思う。これは自分達がこのように複数人でプロジェクトを運営するということへの経験が浅く、慣れていなかったことが大きな要因の一つであると感じた。そのため、この活動で多くの失敗や反省点が生まれた。今後それらをうまく活用し、より効率的に完成度の高いことをできるようになりたいと思う。

(※文責: 加茂歩享)

7.7 一戸太志

私はこの1年間、プロジェクト学習を通して様々なことを学び経験してきた。ここでは、前期と後期に分けて私が得た学びと活動内容について述べる。まず、前期の活動で私が行ったことについて述べる。

5月は、輪講が主な活動となった。輪講では常微分方程式の一般解の導出法や、ルンゲ=クッタ法等を用いた力学系の現象のシミュレーション方法などを学んだ。「Pythonによる数値計算とシミュレーション」という参考書についてプロジェクトメンバー内で担当カ所を定め、担当者はまず参考書の問題を解き、そして自分で解いた解法についてメンバーに向け板書での説明およびシミュレーションプログラムの解説を行った。輪講の内容は他の授業で学んだ内容が多かったため、内容の理解についてはできた一方で、他のメンバーに向け内容説明を行う際、時間を掛けずにすぐ次の内容へ入ってしまったことが反省点として挙げられる。主な原因として事前準備にかかる時間の少なさやグループ全体を通して中途半端な満足感を得ていたことが原因だと考えた。また、輪講全体を通してグループメンバーとコミュニケーションを取ることで、プロジェクトのメンバー間でのコミュニケーションが円滑になるとともに、伝えたい情報の伝達を相手にすることの難しさも感じた。話す声の大きさや速さなどを意識的に変えることで、相手に情報がうまく伝わることがわかり、中間発表や成果発表会でも活かすことができた。

6月はテーマ設定と作成する数理モデルに使用するシミュレーション方法の決定を行うために様々な参考文献を調べ、モデルの作成に取り組んだ。

まず、調べた参考文献をもとにプロジェクトのテーマを設定を行った。しかしテーマ設定に関し

て時間を掛けすぎてしまったことが反省点として挙げられる。主な原因としては自分たちの議論の進め方に問題があったと考えられる。

7月は中間発表準備と中間発表を行った。まず、スライドの作成を行い、次にポスターの作成と発表練習を行った。実際にグループメンバーや教員方の前で発表を行い、フィードバックをいただき何度も修正を重ねた。しかし、中間発表では「声が聞き取りにくい」「説明が分かりづらい」等の意見が多くみられた。中間発表の反省点として、テーマ設定に時間を掛けすぎてしまい、発表の準備に取り掛かる時期がかなり遅くなってしまったという問題があった。発表の準備が遅くなり、結果として不十分な準備のまま中間発表を迎えることになってしまった。

前期の活動の総評として、輪講に関してはメンバー間とのコミュニケーションを取りながら、取り組むことができた点はよかった。ただし、輪講の進め方については少し問題があったと考えられる。そして中間発表の準備に関しては準備に取り組むのが遅く、スライドの出来もよくなく、発表練習に関しても不十分であったため、いい取り組み方があったのではないかと考えた。他にもスライドの作製を一人に頼りすぎている点も反省点として挙げられる。

次に夏休みの活動について述べる。プロジェクト全体で夏休み中に活動を行う予定はなかったが、中間発表の際に作成した数理モデルの安定性に関して質問を受け、十分な解答をすることができなかつたことから数理モデルの安定性を調べるプログラムの作成を個人的に行った。

次に後期の活動について述べる。

9月は6月に作成した数理モデルの改良を行った。6月に作成した数理モデルの問題点として、情報の拡散という現象を数理モデルに落とし込むことができているのか不明瞭な点やモデルに使用しているパラメータの数が多いというのが主な問題となっている。情報の拡散という現象を数理モデルに落とし込むことができているのか不明瞭な点に関しては、情報の拡散という現象について詳しく調査を行い、どのような相互作用に着目しているのか、またどのような条件を定めているのかなどを重点的に調べた。また、パラメータの数が多いという問題は相互作用について見直しをすることで不必要なパラメータを探しだした。

10月の活動は、アンケート調査を行うためのアンケートの作成とアンケートの結果を用いたパラメータ推定を行い、数理モデルの作成を行った。また、作成を行った数理モデルの安定性があるのか夏休みに作成したプログラムを用いることで確認を行った。

11・12月は主に成果発表回に向けてスライドやポスターの作成や発表練習などを行い、成果発表会に望んだ。中間発表の際準備が遅いことで不十分な状態で発表に望むことになったため、前回の反省を活かして早い段階で発表準備に取り掛かることができた点はとてもよかった。反省点として、スライドの見やすさや文字の統一性の無さなどが教員からのフィードバックをもらうことで気づいたため、グループ全体で確認すべき事項が疎かになっていたことが挙げられる。

後期の活動の総評としては、スケジューリングを行ったことでプロジェクトの活動がとても円滑に回っていたという印象が強い。また、前期での反省点を活かして活動をすることができた。反省点としては発表の準備を早めに取り掛かることができたからこそスライドの出来をさらによくできたのではないかと考えた。さらに、個人的な反省点としては体調を崩すことが多かったため、他のメンバーに迷惑をかけることがあったのも反省点として残っている。

最後にプロジェクト活動1年を通して感じたことを述べる。今回のプロジェクトという活動ではメンバー同士間での意思疎通ができていると思っていたことが十分にできていないということが多くあり、情報の伝達の大切さを知ると共に正しく情報をメンバーに伝達する難しさも感じられた。これは自分達がこのように複数人でプロジェクトを運営するということへ慣れておらず、コミュニケーションをとるべきタイミングでコミュニケーションを取ることができず、いい加減な行動を

取ってしまうことがあったことが主な要因だと考えられる。ほかに感じたこととして、プロジェクト内で完成させた成果物が十分な出来栄えだと考えていたが、他の教員や生徒からの視点の意見をもらうことで成果物の妥当性や欠点など見直すべき箇所が複数見えたことから、客観的な視点で成果物について考えることも必要だと分かった。また、個人的な反省点としては体調を崩すことが多かった点とプロジェクトの活動内で一人で作業する時間が多かったことと主体性を発揮することが少ないことが反省点として挙げられる。特に一人で作業する時間が多かったといことは、メンバーとのコミュニケーションが少なくなることがまず問題としてあり、他のメンバーからみてもプロジェクトの活動に意欲的に参加しているようには見えなくなってしまうと考えた。そのため、もう少し積極的にコミュニケーションを取るべきだったと考えた。また、主体性を発揮できていないことは、共同作業や話し合いなどの意見出しの際に、自分の考えを積極的に提示し、リーダーシップを発揮する必要があると考えた。とくに私自身話し合いの際に周りの意見を待ってから議論に参加することが多いということの問題視しているため、主体性を発揮するためにも、行動するには自分の考えをしっかりと持ち、周囲と協力しながらも自主性を持った行動を努めていきたい。プロジェクト学習はグループ開発やディスカッションの経験から多くのことを学ぶいい機会であったと考えている。プロジェクト学習で学んだことを4年次の卒業研究に活かし、充実した研究活動にしていきたいと思う。また、グループ開発やディスカッション、コミュニケーションのノウハウなどは就職して、社会人になってからも活用していきたい。

(※文責: 一戸太志)

7.8 後藤航希

私はこの1年間、プロジェクト学習を通して様々なことを学び経験してきた。ここでは、私個人がプロジェクト学習で行ったこと、そこから得た学びについて述べる。

まず、前期の活動で私が行ったことについて述べる。5月には主に、輪講に注力した。輪講では常微分方程式の一般解の導出法や、ルンゲ=クッタ法等を用いた力学系の現象のシミュレーション方法などを学んだ。なお参考書は、小高知宏著「Pythonによる数値計算とシミュレーション」を用いた。上記の参考書についてプロジェクトメンバー内で担当カ所を定め、担当者はメンバーに向け板書での説明およびシミュレーションプログラムの解説と実演を行った。これまでの授業で触れる機会の多い分野だったこともあり、輪講ではスムーズに内容を理解することができた。一方で、他のメンバーに向け内容説明を行う際、非常にたどたどしい説明となってしまったことが反省点として挙げられる。発表技術の拙さと事前準備にかかる時間の少なさが原因として考えられ、ここで得られた反省は後述する中間発表会及び成果発表会に活かされている。また、輪講全体を通してグループメンバーとコミュニケーションを取る機会が数多くあり、グループにプロジェクト開始時にはなかった一体感が生まれたようにも感じた。

6月には、モデルのプロトタイプ作成を行った。プロジェクト活動のテーマ決定後、輪講で学んだSIRモデルを参考に、Xにおける情報拡散モデルの試作及びシミュレーター作成に着手した。シミュレーターとは、ルンゲ=クッタ法を用いて数理モデルの挙動をグラフに出力するPythonのプログラムである。モデルの試作版完成後はメンバーやTA、先生方に概要の説明とシミュレータープログラムの共有を行った。また、シミュレーターの改良やシミュレーション結果の解析等に挑戦した。良かった点として、モデルとシミュレーターの作成を迅速に行うことができた点が挙げられる。輪講で学び実践してきた経験をモデル作成に活かすことができたと感じる。特にテーマ決

定が遅く中間発表まで時間が少なかったため、スムーズにモデルのプロトタイプを考案できてよかった。反省点はXにおける情報拡散という現象自体の調査不足である。私がここで作成したものはSIRモデルを模倣したものに過ぎず、Xにおける情報拡散のメカニズムを真に反映できているかは非常に懐疑的である。要するに作成したモデルでは表現できていないかつ重要な相互作用を見逃している可能性が考えられ、したがってモデルの妥当性は非常に希薄であるといえる。シミュレーターについては変数名が分かりづらい点などが反省点として挙げられる。

7月には、中間発表準備を行った。まず、発表用スライド作成のためモデル説明のスライドを作成しスライド作成担当者へ送った。モデル説明のスライドにはモデルの各変数間に発生する相互作用のイメージ図やパラメータの説明文、シミュレーション結果のグラフなどを載せた。次に、発表練習を行った。実際にグループメンバーや先生方の前で発表を行い、フィードバックをいただき何度も修正を重ねた。しかし、中間発表では「声が聞き取りにくい」「説明が分かりづらい」等の意見が多くみられ、改めて情報を伝えることの難しさを感じた。

夏休みである8月には、以下3つのことを行った。1つ目が新モデルの模索である。先述したように自作したモデルのプロトタイプには問題があり、その解決策を思案した。解決策は2つあり、1つ目は自作したモデルのプロトタイプに改良を施す方法である。しかし、先述したように私自身のXにおける相互作用についての理解が足りておらず、したがって現状で改良に着手したとしても良い結果は残せないだろうと考えた。2つ目の解決策はモデルを一から作り直すことである。こちらはより確実な方法ではあるが、一から作り直すため時間がかかってしまうというリスクを持つ。したがって、夏休みという時間を活用し、新モデルの模索に着手した。具体的には、先行研究調査を行った。夏休みでは、先行研究調査で思うような成果は上げられず、夏休み後もこの作業は続行した。夏休みに行った2つ目のことは相平面解析を行うプログラムの作成である。従来は縦軸が時間で横軸が人数のグラフを出力していたが、例えば縦軸が「イベントの情報を知っており、情報を拡散する人数」、横軸が「イベントの情報を知らない人数」のグラフを出力することができれば、解析の幅が広がると感じ、個人的にプログラム作成に取り組んだ。最終的にプログラムは完成し、夏休み後にSIRモデルについて相平面解析を行った。夏休みに行った3つ目のことは3次元プロットを行うプログラムの作成である。私たちのモデルは3変数からなるため、その3変数をそれぞれx, y, z軸とした3次元プロットを行うことができれば解析の幅が広がると感じ、作成に取り組んだ。結果としてプログラムは完成し、SIRモデルの3次元プロットを行うことができたのを確認した。これらが夏休みに着手した私の個人的な活動である。

次に、後期に行ったことについて述べる。9月には先述したモデルの改良を行った。6月に試作したモデルのプロトタイプには先述したような問題の他に、モデルのパラメータが多く、導出が困難であることが考えられた。したがって、モデルの改良に着手した。モデルの改良にあたり、まず先行研究調査とXにおける情報拡散という現象の調査を行った。先行研究調査では、Xにおける情報拡散に関係する研究を調べ、どのような相互作用に着目しているのか、またどのような条件を定めているのかを参考にした。現象の調査では、情報拡散のメカニズムを見直し、相互作用について再考した。結果として、情報拡散の特徴をモデルに反映させることができた。良かった点として、一度作成したモデルを作り変える決断ができた点が挙げられる。反省点は、この段階で変数の詳細な定義が曖昧であった点である。

10月には定数の厳密な定義やモデルの単位の確認、アンケート内容の精査等を行った。定数の厳密な定義では、微分方程式の両辺の単位が揃っているかの確認や、各変数の詳細な設定を定めた。アンケート内容の精査では、アンケートで私たちのグループが知りたい情報を得られるか確認した。アンケートの質問文については、より分かりやすい表現を模索した。また、この時期から成

果発表会を意識し、モデルの作成手順や詳細な説明を簡単にまとめ、スライドに記入した。このスライドはグループ全体への説明を目的としており、より円滑に成果発表を行うために作成した。スライドに記入したモデルの作成手順は、「1 対象の集団をグループに分ける」「2 各グループ間の相互作用を考える」「3 相互作用を数式化する」「4 モデル化」「5 パラメータ設定」「6 シミュレーション」「7 解析」の7項目に分けて説明をした。説明には図や表を多用し、分かりやすい表現ができるように努めた。また、詳細な説明ではモデルの原理である「質量作用の法則」にも触れている。「質量作用の法則」とは化学反応系で用いられる法則で、私たちのグループでは情報の拡散を化学反応のように捉えた。10月に行った個人の作業で良かった点は、細かい齟齬をこの段階で確認・修正することができたことである。また、スライドにモデルの説明をまとめたことで、改めてグループの現状を把握することができた。このスライドはGoogleドライブに保存し班員に共有したため、早期のスライド・ポスター作成の手助けができた点も良かった。一方で反省点として、細かい定義の確認等で他のメンバーを頼ってしまった場面が多く、自分で判断し自分の責任で作業を進めることができなかつた点が挙げられる。それにより、グループ全体の作業効率を悪くしてしまった点が非常に悔やまれる。また、この段階からより積極的に他班にモデルについて情報共有をしておくべきであったと考える。10月ではモデルの定義について多くの変更があったため、他の作業を担当していたメンバーを混乱させてしまった。より理路整然かつ小まめに変更点の報告を行えると良かった。

11月には、成果発表に向けグループメンバーへ作成したモデルの説明を行った。モデルの説明は上記のスライドを用いて、発表前には数理モデル作成に携わったメンバーで軽く情報共有や確認を行った。その後、シミュレーターのブラッシュアップを行った。具体的には、変数名の改良・コメントの追加等を行った。変数名の改良では、より明確に変数の意味が伝わるような名前にして、表記方式も統一した。コメントの追加では、各計算がどのような意味を持つのかについて明確にした。この作業では、多くの表記揺れや冗長な計算方法が見られた。また、出力結果のグラフについてもブラッシュアップを行った。具体的には、二軸グラフ化を行った。二軸グラフ化を行った理由として、情報拡散に多大な影響力を及ぼす「イベントの情報を知っていて、情報を拡散する人数」が全体の人数と比較し非常に少ない点が挙げられる。そのため、従来の一軸グラフでは「イベントの情報を知っていて、情報を拡散する人数」の変位が相対的にほとんど無いように見えてしまっていた。したがって、二軸グラフ化を行った。グラフの色についてはポスター・スライド作成担当者と連携し、ポスターやスライドと色が揃うようにした。このコードは成果物班と共有し、Webサイトに反映してもらった。11月の後半には発表練習を重ねた。発表練習は成果発表会本番を想定し、担当教員の方とTAに見ていただき、グループ内でもフィードバックを重ね、修正を何度も行った。

12月には、成果発表会を行った。私は作成したモデルについての説明を担当した。発表は計3回行った。成果発表会の後、いただいた質問や所感についてグループでフィードバックを行い、報告書作成に着手した。続く1月では、報告書作成を続行した。以上が、私個人がプロジェクト学習で行ったことである。

私の本プロジェクト活動における反省点を述べる。大きな反省点として、意見の提案をあまり行えなかつた点である。テーマの決定時等、グループメンバー全員で話し合いをする場面で、より積極的にアイデアを出すことができれば、よりグループに貢献することが可能となったと考える。アイデアの提案だけでなく、賛成・反対といった自分の主張を積極的に開示していくことも重要だと感じた。これらの主張が消極的になると、グループ全体の動きが鈍くなり話し合いが停滞してしまう。今後はこの反省点を活かし、積極的に意見を出していきたい。私は直接意見を提案する際に考

えを上手くまとめられないことが多いため、前もって自分の考えをドキュメントやスライド等にまとめるなどの工夫もしていく必要があると考える。

私が本プロジェクトで得た学びについて述べる。まず、コミュニケーションの重要性について学んだ。本プロジェクトでは全体を通して他の作業担当者とのコミュニケーションを取る機会が多かった。例えば、作成した数理モデルについてスライド作成担当者に情報共有をしたり、アンケート作成担当者とアンケート内容のすり合わせを行ったりなどを行った。初めは他のメンバーに自分の考えや作成したモデルについての説明が上手にできない日々が続いていた。しかし、何度もコミュニケーションを重ね、それらの過程の中で徐々に伝える力・聞く力を身に付けていくことができた。具体的には、説明の際にはスライドやドキュメントを活用するなどの視覚的な工夫や、説明前に自身の考えを整理する等の工夫を行った。中間発表会・成果発表会では聴衆の方とのコミュニケーションを取る機会があり、質問に対してその場で対応する力や、より分かりやすく説明する力を身に付けることができた。分かりやすく説明する力には具体的に、相手に聞こえやすい声量やボディランゲージの活用などが挙げられる。次に、微分方程式の数値計算法やシミュレーション法、解析などの技術的な学びを得ることができた。これらの学びは、輪講を通して得ることができ、特に自分で説明した部分についてはより深く理解できたように感じる。また、実際に数理モデルを自作・解析したことにより、研究の難しさ・苦しい部分を知ることができた。前述したように、私が作成したモデルは一度、一から作り直している。思うように成果が得られない中でどのようにモチベーションを保つのか、どのように次の方法を探るのかといった研究活動には必須な技術を、実践を通して学ぶことができた。この他にも、スケジューリングやタスク管理について等、数多くの学びを得ることができ、非常に充実した時間を過ごすことができた。これらの学びを今後の進路に活かしたい。

(※文責: 後藤航希)

7.9 中村虹太

私はプロジェクト学習を通して多くのことを学んだ。そこで以下に私が学んだことや考察したことを述べる。

前期ではまず、プロジェクトテーマでもある数理モデリングについての知識を深めるために輪講を行った。輪講は小高知宏著「Python による数値計算とシミュレーション」[1]という教科書を用いて行った。輪講のテーマは、オイラー法やルンゲ＝クッタ法の数値計算の方法や常微分方程式の一般解を求める方法、SIR モデルの概要や計算方法、力学系の現象の数値計算の方法などである。輪講では各章の内容を理解するだけでなく、Python で実際に数値計算を行い、どのようなプログラムになるかを理解することもできた。輪講の方法は、各章ごとに二人ずつ担当を当て、授業当日までに二人で内容を理解し、授業当日にグループメンバーの前で授業形式で内容を伝えるという方法で行った。初めは発表の準備がおろそかだったり声や板書が小さく、グループメンバーに伝わりにくいという反省点があったが、これは後述する中間発表会や成果発表会で反省を活かしたと感じた。また、この時点ではまだグループメンバーとまだ関わり始めたばかりで対話も少なかったが、輪講を通じて今後プロジェクトを進めるために必要な一体感が生まれたと感じた。

教科書を用いた輪講が一通り終わった後は、テーマ決めを行った。ここでは、まずグループメンバーが数理モデリングに関係していて自分達でも難しすぎないテーマの論文を各自で調べて、授業で発表した。私は株価の変動というテーマに関して調査をした。ただ株価のようなランダム性のあ

る事象はブラウン運動という自分たちが輪講で学んだ内容にはない分野が含まれてしまうため、もしこのテーマを進めるとなるとさらに輪講が必要で時間がかかってしまうという結論になった。その後、テーマの候補が多くなってしまったために中々絞り切れず時間がかかってしまったが、とりあえず仮のテーマとして「食堂や避難経路の人の流れの予測」、「値段予測」、「情報の拡散」、「影響の強い広告の予測」に決定した。テーマが決定した後は、このテーマに関連する論文などをさらに各グループメンバーで調べた。そこで調査を進めていくうちに、「食堂や避難経路の人の流れの予測」は食堂との連携が難しかったり、避難経路に関してはハザードマップで十分なのではないかという池田もあり、却下となった。「値段予測」は、中でも商品の値段の予測と株価の予測が考えられたが、どちらも値段変動に関わってくる要因が多すぎるために、パラメータや式が多くなりすぎてしまう可能性であったり、株価に関してはランダム要素もあり、数理モデルで表すことが難しいと判断したため、却下となった。「影響の強い広告の予測」は、内容が「情報の拡散」と被っている点やそもそも企業が広告に関しての情報を開示していなく、データが集めにくいという点があるため、とりあえず「情報の拡散」と合わせて考えることにし、余裕があれば細分化して考えるという方針になった。

その後、論文を調査しているときに見つけた岡田他著「拡張 SIR モデルによる Twitter でのデマ拡散過程の解析」[2] で述べられている、Twitter 上のデマ情報の拡散の様子の解析方法が自分たちのテーマに活かせるのではないかと考えた。そこで私たちは参考のできる論文があるため X (旧 Twitter) を用いた情報の拡散を行っていて、かつ学内のイベントの情報であればデータが集めやすいという点から、中間発表までの仮テーマを「イベントの参加者数を予測する」に決定した。ここでいうイベントとは、公立はこだて未来大学で毎年開催されている未来祭のことである。

さらに、同時期から作業を効率化するためにグループメンバーを「モデリング班」、「データ集め班」、「ポスター・スライド班」に分けて作業を行うようになった。私はモデリング班として最後まで活動したため、ここからは主に自分を含めモデリング班が行ってきたことについて述べて行く。

モデリング班が行ったことは主にデータ集め班が調査して集めたデータをもとにパラメータを設定して微分方程式を作り、数理モデルを完成させることである。そこでまずは、仮テーマ決定から中間発表会までに行った活動について述べていく。

中間発表会に向けてモデリング班がまず行ったこととして、上述した論文を読み込み、自分たちなりのテーマに沿わせるためにはどのようなことが必要かをメンバーで考えた。基本的な S, I, R の三つの状態という点はなるべく変えずに、各状態の相互作用やパラメータ、微分方程式を考えた。以下は前期にモデリング班で考えた微分方程式である。

$$\frac{dS'(t)}{dt} = -\beta S'(t)I'(t) \quad (7.1)$$

$$\frac{dI'(t)}{dt} = a\beta S'(t)I'(t) - \gamma I'(t) \quad (7.2)$$

$$\frac{dR'(t)}{dt} = (1-a)\beta S'(t)I'(t) + \gamma I'(t) \quad (7.3)$$

ただし、 $S'(t)$ は情報を知らない人数を、 $I'(t)$ は情報を知っていて、拡散する人数を、 $R'(t)$ を情報を知っていて、拡散はしない人数を、 β は情報伝達率を、 γ は I' から R' に移行する割合を、 a は情報を知っている人 ($I' + R'$) のうちの情報拡散者の割合をそれぞれ表す。

この微分方程式を用いた数理モデルのイメージ図を図 7.1 で示す。

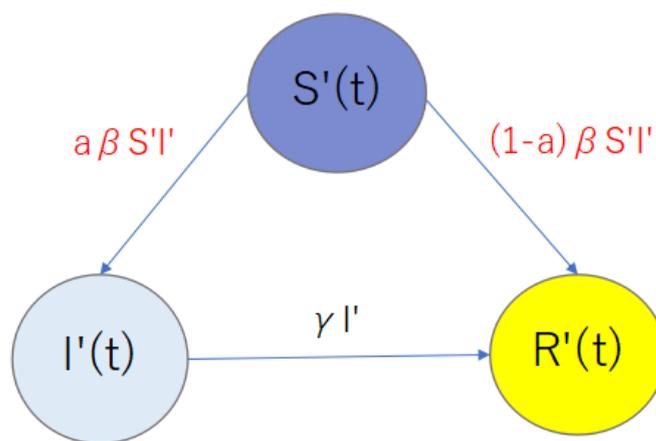


図 7.1 SIR モデルのイメージ図

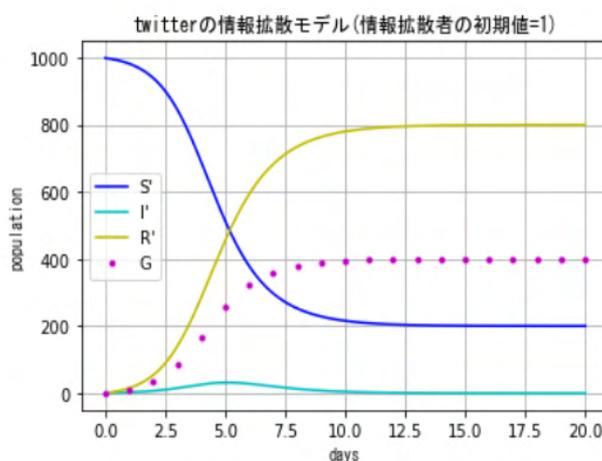


図 7.2 SIR モデルと G の増減

このイメージ図を見て分かる通り、私たちが考案した数理モデルは元の SIR モデルにはなかった $S'(t)$ と $R'(t)$ の間にも相互作用がある。ここで、 $S'(t)$ から $I'(t)$ と $R'(t)$ の分岐においてどちらに作用するのかを決める重要なパラメータとして新しく設定したパラメータが、 a (情報を知っている人 ($I' + R'$) のうちの情報拡散者の割合) である。私たちは $S'(t)$ から $I'(t)$ を経由しないで $R'(t)$ に行く人、つまり情報を新しく知っても他人に拡散することがない人がいるという場合を考えた。そのため確率 a で $S'(t)$ から $I'(t)$ に行く人と、その確率 a を外れて $(1 - a)$ という確率で $S'(t)$ から $R'(t)$ に動くという関係を持つ数理モデルを作成した。また、この数理モデリングと直接的な関係はないが、新たに $g_{I'}$ と $g_{R'}$ というパラメータを設定した。これらはそれぞれ I' のうちイベントの参加者の割合と、 R' のうちイベントの参加者の割合である。このようなパラメータを設定することで、ここまでの数理モデリングではわからなかったイベントの推定参加者数 G の人数を、 $G = g_{I'} * I' + g_{R'} * R'$ という式で表すことが出来るようになった。図 7.2 が実際に Python で実装した SIR モデルと合わせて G の増減を表したものである。

ここまですべてモデリング班が中間発表前までに行ったことである。次に、中間発表会について述べる。中間発表会は、本番までにあまり発表練習に時間が取れず、満足のいくリハーサルなどができなかった。その為、学校内のプロジェクト学習内だけでなく、休み時間で合ったり、家で発表練習

をすることで、プロジェクト内での発表練習不足を補えたかなと思う。また、中間発表会本番では、それらのような発表練習の甲斐があり、個人的には声量や話すスピード、目線などを意識して、聴衆に少しでもわかりやすく聞いていただけるような発表ができたと感じた。後期の成果発表会では、このスケジューリングがうまくいかずあまり発表練習時間が取れなかったという反省点を生かして、しっかりスケジューリングを組み、満足できる発表練習の時間を設けられるようにしたい。また、発表全体を通じた発表評価に関しては、第4章で多数の良かった点や反省点の意見が延べられているので、後期はそれらをうまく継続、改善しながら進めて、よりよい成果物を作りたい。

次に、後期の活動について述べていく。後期はまず、前期に作っていた SIR モデルをもう一度見直して、各式の相互関係やパラメータの値、またパラメータや式の見やすさなど細かい部分にも気を付けながら数理モデルを作成してきた。

まず前期では元の SIR モデルと区別するために S を S'(t), I を I'(t), R を R'(t) と'をつけていたが、結果的にスライドやポスターはおろか自分たちの書くどうでも見づらいつと感じることが多かったため、そこは今まで通り S(t), I(t), R(t) で統一した。また、微分方程式を以下のように修正した。

$$\frac{dS}{dt} = -C_{S \rightarrow (I,R)} * \frac{F}{N} * I * S \quad (7.4)$$

$$\frac{dI}{dt} = P_{(I,R) \rightarrow I} * C_{S \rightarrow (I,R)} * \frac{F}{N} * I * S + C_{R \rightarrow I} * \frac{F}{N} * R * I - C_{I \rightarrow R} * I \quad (7.5)$$

$$\frac{dR}{dt} = (1 - P_{(I,R) \rightarrow I}) * C_{S \rightarrow (I,R)} * \frac{F}{N} * I * S - C_{R \rightarrow I} * \frac{F}{N} * R * I + C_{I \rightarrow R} * I \quad (7.6)$$

ただし、N はイベントに参加する可能性があり、X のユーザーである人数を、F : N は平均フォロワー数を、C_{S → (I,R)} は S のうち、1日あたりの I, R へ移動する人数の割合を、P_{(I,R) → I} は S から I, R へ移動した人数のうち、I へ移動する人数の割合を、C_{R → I} は R のうち、1日あたりの I へ移動する人数の割合を、C_{I → R} は I のうち、1日あたりの R へ移動する人数の割合をそれぞれ表す。

また、前期の参加者数の計算は間違っていて、修正版としては以下のような式で求められる。
参加者数 = S' * S の参加率 + I' * I の参加率 + R' * R の参加率
ただし、S' を未来祭開催日の S の人数を、I' を S から I へ移動した人数を、R' を S から R へ移動した人数をそれぞれ表す。

また、参加率とは以下の式で求められる。

$$\frac{\text{(アンケート結果による参加者のうちの各変数の割合)} * \text{(実際の参加者数)}}{\text{モデルによって出力された各変数の総数}}$$

以上が、数理モデル班が成果発表会までに行ってきた活動である。

最後に、成果発表会の反省を述べる。成果発表会は中間発表会の一番の反省点ともいえる発表練習の時間が取れなかったという点を意識することができ、多くの時間を発表練習に割くことができた。そのため、成果発表会本番では時間配分やスライド変更などに手間取ることなく進行することができた。また、個人的に特に意識した点として、多くのパラメータや微分方程式など初見ではわかりにくい部分をいかにわかりやすく時間をかけずに伝えるかという点も、中間発表会より意識することができた。

一年間のプロジェクト学習を通して多くのことを学ぶことができたが、特に私が重要だと感じた点は、タイムマネジメントである。すべての活動においてタイムマネジメントを意識して余裕を

持って活動することが重要であり、またタイムマネジメントにおいてどの活動にどのくらいの期間・時間を設けるかという優先度の決定も同時に重要だと感じた。

これからは、卒論を書いていくので、この一年間のプロジェクト学習を通して学んだこと、特にタイムマネジメントを意識して進めていけるように意識していきたい。

(※文責: 中村虹太)

7.10 清水寛太

私は本プロジェクトの活動を通して、多くの経験や学びを得ることが出来た。ここでは一年間でのプロジェクトの活動を通して学ぶことができたことや反省するべき部分などについて述べていく。

前期の活動では、Python を用いた数値計算についての輪講や本プロジェクトのテーマ設定、中間発表会に向けたポスター作成にグループ報告書の執筆を主な活動としてきた。はじめに輪講について。今回の輪講では Python は他の授業で扱ったことがあるため自分が理解すること自体はそれほど苦では無かったのだが、自分が教える立場となる回ではどれ位内容を詰める必要があるのか、どこが他の人にとって難しいと感じる箇所なのかを考えることがとても困難であった。ただ今回の輪講では二人一組になって授業を担当していたために同じ回の人と協力して必要な情報をまとめたり、板書用のノートの作成に取り組むことによって効果的な授業を行うことができたのでは無いかと考える。また輪講を通して他の人たちと話すきっかけにもなったため全員が初対面であったプロジェクトメンバーに対する緊張が少し解れたようにも感じた。次に本プロジェクトのテーマ設定について。本プロジェクトのテーマを決める話し合いについては反省するべき点が多かったように感じている。話し合いが始まった当初はとても緊張しており自分の考えを上手くまとめて言葉にできない、他の人の意見を正しく検討できないなど参加してる意味が無いほどであった。ただプロジェクトに慣れていくうちに少しずつ自分の意見を言う回数を増やしていくことで話し合いに参加する意義を付けていけたと思う。一方でテーマ設定が長引いてしまい、中間発表会まで時間が無くなってしまったことによって焦りが露呈してしまい固まり切っていない意見を通せばならないと強行しようとしてしまったことがあったので急いでいるからこそ落ち着いて考えるべき点を探してより良いテーマ設定につなげていくべきなのだと感じた。次に中間発表会に向けたポスター作成について。ポスター班は二人で中心に活動を行い、ポスターのデザイン面と中身についてそれぞれ分担しながら作業を進めていった。テーマ設定で遅れを取っていた分なんとか間に合わせないといけないと強く感じていたため自分たちで良いと思ったら次の内容に着手していったので教員への確認が遅れてしまい、内容が不十分であったりそもそも書くべきことが丸々抜けていたり自分たちで気づくべき範囲の中で気づけなかった部分が多くあった。最終的には中間発表会までに何とか形にはできたがもっと良い内容にはできたのではないかと今は考える。ただし中間発表会での反省点は成果発表会に活かすことができていたので悪いことばかりでは無かったと考える。最後にグループ報告書について。前期の時には全員で報告書を書く環境が無かったため自分がグループメンバーの内容をまとめて書いていく作業を行った。他の人が送ってくれた内容を書いていけば良いからそこまで負担にはならないだろうと考えていたが、作業を進めていくうちにそれぞれの人の表現の違いや誤字脱字の判断などやるべきことが多くあり、仕事が多いと気付いたときに他の人に頼ってれば良かったのだか自分が請け負った仕事だからと自分の力でどうにかしようとした結果とても時間がかかってしまい、ポスター同様教員へのチェックが遅くなってしまった。それが原因の一つとなって

中間のグループ報告書はお世辞にも良い内容とは言えないものとなってしまった。前期の活動を振り返ると大きく二点の反省点があるように思う。一つは人を頼らないところ。焦りを覚えるとどんどん自分でどうにかしなければならぬと感じて自分の業のように作業を進めてしまったために、人に話を聞くことなく自分で作業してしまっていた。もう一つは作業に余裕が無かった点。プロジェクトのスタートであるテーマ設定が大事だと時間をかけすぎてしまったからそのあとの作業に負荷がかかり続けたのだろうと感じた。

続いて後期の活動について述べていく。後期では主に成果物の Web サイトの開発を担当した。前期の時点でこの作業に取り組むことはわかっていたので夏季休暇の間に HTML についての勉強を重ねていた。しかし実際に必要なスキルはそれだけでなく、Web サイト公開に向けた Web サーバの構築や CGI, PHP を用いた Web ページの開発など今までに触れたことの無い分野を用いた作業が必要だったので必要に応じて勉強をしながら作業を進めていった。この作業は基本的に自分が中心で進めていたため一人での活動が多かったが、前期と比べて人と話しながら作業することを心がけながら Web ページを開発した。これによって自分の悩みを打ち明けると他の人が一緒になって調べてくれたり、分からないときは教員からアドバイスを受けることができたりと前期に比べて作業の質が上がったように思える。また気持ち的にも重い気持ちのまま作業をすることが減り、楽しいと思いながら作業に臨むことができたためとても良かった。グループ全体としては前期の反省を踏まえてタイムスケジュールの管理を行い、ある程度の余裕を残したうえでスケジュールを作成していたため、作業に難航して想定よりも作業時間が伸びてしまったがその余裕があったために特に問題無く作業を完遂することができた。この作業を踏まえて成果発表会でも作成した成果物に対してちゃんと説明を行い、質問の受け答えも正しくできたことから今回の成果物についてちゃんと見てくれた方々に伝えることができたのではないかと思う。後期の活動を考えると前期に比べて格段に人に頼りながら作業を行うことができたと思う。

一年間のプロジェクト学習を通して大人数で作業を行っていく難しさと共にどのように作業を進めていくことによってより良い成果物を作り出すことができるのかを身をもって経験することができた。今までの中で一つの制作物に賭ける時間は一番長い上にこれまでは何かしら作成する際には一人での作業ばかりだったので慣れないことばかりだったが実際に体験したタイムスケジュールの立て方だったり、人との助け合いの方法をこれから先の卒業研究や社会に出てからの働き方についてももっと上手に立ち回れるようにしていけたらよいなと思った。

(※文責: 清水寛太)

7.11 大國克拡

私はプロジェクト学習を通してこの1年間多くのことを学んできた。ここでは私がこの1年で学んだことや経験したこと、活動の振り返りや反省について述べる。

前期の活動として、輪講、テーマの話合い、班に分かれての活動を行った。

輪講では「Python による数値計算とシミュレーション」を教科書として、微分方程式の基礎や数理モデリングの基本的なノウハウを学ぶために行った。私は今まで輪講をしたことが無かったため、教える側を担当する際は入念な準備をした。特に、空気抵抗を考慮した落下運動の章を担当した際は、本プロジェクトが微分方程式について学び始めたタイミングでもあったため、立てられる運動方程式からどのようにしてその微分方程式が導出されるか調べて丁寧に解説できるように準備した。輪講を受ける際は分からないことがあったら質問し、確実に理解できるように努めた。

また、プログラミングに苦手意識があったため、プログラムの課題がある章は予習しておいた。pythonでのプログラミングによって電荷の動きをシミュレーションする章などでは理解が遅れるなどしてなるべく迷惑がかからないように取り組んだ。輪講での反省点として、準備のときに前のめり過ぎたことがあった。教える際は2人で準備して教える必要があっが、振り返ると協力するメンバーのペースを考えず、自分勝手に進めていた節があった。これからメンバーと協力する際は、落ち着いて相手のことをよく考えながら取り組みたい。

テーマ決めの話合いの際は、学生から挙げられた4つの大きなテーマから1つのテーマに絞ることから議論があまり進まなかった。プロジェクト学習の時間外で話し合わなければならないほど難航していた。私は配属前からしてみたかった「情報の拡散」というテーマに縛られて柔軟なアイデアを出すことができなかった。してみたいという思いだけで具体的な解決すべき課題も出せず、結果他の人が提案した「生協でのイベント」の課題を解決する方向になった。プロジェクト全体でやりたいテーマではなく、できそうなテーマを選ぶ流れになってしまったため、これからはモチベーションを重要視してできそうだから取り組むのではなく、やりたいから取り組むようにしたい。話し合いの際は話している内容を冷静に把握し、自分が考えられるさまざまな視点からの意見や課題を出すことが重要だと学ぶことができた。

中間発表会の準備ではポスター班として、スライドの作成を担当した。スライドの内容がポスターの内容と一致するよう、主にポスター班のメンバーと積極的にコミュニケーションを取って活動した。発表で聞き手がプロジェクトの内容を全く知らない状態から理解できるよう、できるだけ丁寧に説明できるスライドを作成した。しかし、初めは発表時間の目安が10分間なのに対して20枚以上のスライドになっており、これでは多いというご指摘をいただいた。また、本プロジェクトのテーマ設定で、動機、目的、手段が学生の中では良いと考えていたものの、教員から見るとストーリーが分かりづらいことや繋がりが薄いなどの突っ込みどころがあり、大きな修正が必要となってしまった。その結果、中間発表会に向けた練習時間が少なくなって十分に全体での練習ができず、自分としては満足のいく発表会にはならなかった。改善点として、教員やTAに直接確認を取ったり、最初からスライドの作成に取りかかるのではなく、伝えるべきことを整理して具体的にイメージしてからスライドの作成に取りかかったりすれば良かった。

中間発表会後からは、データ集め班として活動した。私はXにて函館にある大学のイベントを告知しているアカウントの3UP様に許可をいただき、夏休みから未来祭までの1ヶ月間、Xでモデリングに必要な、ポストのインプレッション数やポストしたアカウントのフォロワー数などの情報を忘れずに収集した。また、未来祭当日には対面でアンケート調査を担当した。未来祭来場者へ積極的に話しかけ、約50人のアンケート結果を得ることに貢献できた。対面でたくさんの人に話しかけることは初めての経験で準備段階から不安だったが、感じの良い態度で話しかけると良い態度で返してくれることを学んだ。

成果発表会の準備でもスライドの作成を担当した。スライドを作成するにあたり、プロジェクト全体の流れ(ストーリー)を大事にするべきであるという助言を中間発表会の準備のときに頂いていたため、それをもとにスライドの作成をすることができた。特に、本プロジェクトのテーマを述べてから次に続いていくスライドの内容に繋がりがあるように作成できた。他には、重要な部分を強調したり聞き手の負担をできるだけ減らしたりするためにアニメーションを最小限にすること、伝える情報量に過不足がないようにすることを意識して作成した。しかし、パラメータの表記の変更などがあり、修正が困難になったことで途中からGoogleスライドの機能を利用してスライドを作成した。複数人で取りかかるとスライドの形が早くまとまったが、表現や表記のずれが発生し、修正箇所が多くなることを学んだ。発表では中間発表会の反省から、遠くにいる聞き手にも聞こえ

るような大きな声で発表できた。なるべくスライドではなく聞き手の方を見て、ただ発表するだけでなく聞き手の反応を見てスピードを変えるなどして伝えることを意識できた。

次に、個人の反省とプロジェクト全体の振り返りおよび反省点について述べる。個人の反省としては悔しい気持ちや申し訳ない気持ちが多い。素晴らしい成果物ができた中で、担当した発表スライドは本プロジェクトの素晴らしさを十分に伝えられるものではなかった。成果発表会に向けた準備ではスライド作成での作業の一部を任せてしまったため、同じ活動をしていたメンバーが体調を崩してしまったことから、任せていたところの修正が遅れてしまった。そのため、発表練習が十分にできず、メンバー全員に迷惑をかけてしまった。成果発表会での発表の評価は上がっていたものの、中間発表会から挽回しようとしていたため悔しい結果となってしまった。また、話し合いの際での反省点として、自信のある意見しか発表できず、あまり積極的に意見を出すことができなかつたことが挙げられる。話し合いはたくさんの意見の中で最も良い意見に収束していくものであるため、たくさん意見を出すべきである。しかし、他のメンバーの方が建設的な意見を出していると感じてしまい、思いついたことをすぐに発表することができなかつた。他の意見を気にせず、自分の意見に自信をもって積極的に議論に参加するべきだと感じた。一方、輪講やデータ集め班での活動は良かった。慎重に入念な準備をすることができ、自分の役割を把握して主体的に取り組めた。輪講で教えている際はメンバー全員の様子を見ること、活動に必要なスクリーンやモニターの準備をしておくなど、自分の良さとして自然と周りを見て行動できることを発見できた。また、班に分かれて活動する際、活動の中で分からないことや困ったことなどが出てきたら、自分から積極的にコミュニケーションを取りにいった。それによって、班同士で話し合うことなどに繋がる場面が何度かあり、班同士の円滑なコミュニケーションをするための架け橋となることができていた。さらに、未来祭当日にアンケート調査を行った際は、人を恐れず積極的に話しかけ、アンケート調査を行うことができた。そのときプロジェクトに関する質問などをされたが、テンポよく受け答えすることができた。このように、コミュニケーション面ではこのプロジェクトに貢献できていたと考える。プロジェクトの活動で自分が司会や書記などの進行役のときには、時間管理の難しさを学ぶことができた。活動前に限られた時間でやるべきことをピックアップして予定を立てたが、その予定通りに進まないことがあった。区切りの良い時間で休憩を挟むなどしてできるだけ円滑に活動できるように対応できたが、今後は時間をこまめに見てなるべく予定通りに活動できるように工夫していきたい。

プロジェクト全体に関して、今年はプロジェクトメンバーが12人と多く、複数の班に分かれて活動することが多かった。班に分かれて活動する中で、進捗や問題点などを把握することが情報をよくすり合わせることができた。その結果、大きなトラブルが起これずに成果発表会に臨めた。技術面では、オイラー法やルンゲ=クッタ法などの基礎的な数理モデリングの実践を通して学ぶことができて良かった。成果物としては、インタラクティブなWebサイトを開発することができ、教員からの評価の高かったためこのプロジェクトで活動できて良かったと感じた。しかし、私の技術面での成果物への貢献度としては低かった。未来祭でたくさんのアンケート結果を得ただけで満足しているところがあったため、自分から成果物班などの手伝いをすれば良かった。また、テーマ決めの話し合いでは話が少しずつ脱線していったため時間がかかってしまった。話し合いの前には何を話すべきか、何を決めなければならないか明確にするべきであることを学べた。

最後に、プロジェクト学習のような成果を上げるために一からメンバーと協力して活動することは初めてで、テーマ設定の段階から複数人で何かを成し遂げることの難しさ、情報をすり合わせることやスケジューリングの重要性を学ぶことができた。また、プロジェクトの中で最もスライドの作成に携わり、伝えるための活動をしてきて伝える難しさや重要なことを学べた。培った常に聞き

手の立場になって考えること、活動のストーリー（動機、目的、手段、考察）の重要性などはよく覚えておき、今後の研究発表などに活かしていきたい。

（※文責: 大國克広）

7.12 岡本結叶

私はこの一年間、プロジェクト学習で数理モデルについての知識とプロジェクトの進め方、そして共同作業で必要なことを学ぶことができた。

前期ではプロジェクトのメンバー全員で輪講を行った。輪講では Python と教科書を使用しながら数理モデルとプログラミングについて学んだ。輪講では、数理モデルを Python で書き、シミュレーションした結果をグラフで表すなどをした。これにより、簡単な数理モデルのシミュレーションをプログラムで行えるようになった。輪講ではメンバーが交代で教え合うようになっており、メンバーに学習内容を上手く伝えることに苦戦した。輪講の予習をし、伝える内容と伝えるための言葉選びを考えながら板書の下書きをして挑んだ。実際にメンバーに教えるときは話す速度やメンバーが理解できているかを意識して行った。輪講は人に教えることを経験する良い機会になった。また、前期では司会と議事録を書く役割があり、司会を行ったときはどう進行していけばよいかわからなかった。司会は段取りを予め考えなければ上手く進行できないということを学んだ。また、議事録で記録することは話すこととは違う難しさがあり、わかりやすく記録するために間隔を空けて文字を書くことや文字の太さや色を変えて認知負荷のかからない文書になるよう意識をした。このような工夫が後のポスター作成にも役に立った。

また、プロジェクトで行うことを決めるための話し合いでは、複数の意見が出たがなかなか決まらず、決まった後も問題が出てくることがあった。そのため、なにかを決めるときはその決め事が実行できることなのかどうかを考えることが必要だと感じた。このとき、ただ実行できると考えるだけではなく、具体的にどのように実行することができるかという案を複数個用意することで、問題が発生したときにすぐに別の対応に移せると学んだ。また、なかなか発言することができなかったため、積極性が足りなかったと思われる。

プロジェクトで行うことを決めたあとは、ポスター作成の際に必要な Adobe Illustrator の使い方を学びながら実際に動作を確認した。作成を始める前に、どのようなレイアウトで書き始めるかメンバーと相談をしてからとりかかった。ポスター 1 枚の中で数理モデルやプロジェクトについてまとめあげ、なにも知らない人が見たときに理解できるよう、短く情報の不足がない文章を書き、シンプルなデザインを心がけた。教員など自分以外の人にポスターを確認してもらうことで、自分では気づかないような問題部分も見えてきた。内容を知っている自分たちにとっては理解できても何も知らない人にとっては理解ができないことや違和感を覚える書き方をしていることがあった。そこで、何も知らない人の気持ちになってポスターを見返すといった確認方法で修正を重ねた。見やすさやわかりやすさだけではなく、書く文章にも配慮をした。本プロジェクトがどのような動機でどのようなことを成し遂げたいのかを上手く伝えられるように、メンバーや教員に確認してもらいながら調整を行った。また、図や文字の位置を揃え整ったポスターになるよう、確認しながら作業をした。さらに、ポスターに書いた文章を英語でも書かなければいけないため、英文を作りそれをメンバー間で正しいかどうか確認をしてポスターに記述した。前期では 1 枚にまとめることやスライドと表記を統一させることに苦勞し、使い慣れていない操作で時間がかかってしまったため、後期ではこれらの反省点を活かしてポスター作成に挑んだ。

夏季休暇中に、数理モデルを作るために必要なデータを集めた。2023年9月7日から10月8日までの期間、『データ集め班』のメンバーで交代しながら毎日2回ずつXの投稿を確認し、未来祭に関する投稿の情報を記録した。また、未来祭当日に実施するアンケートの作成に協力をし、アンケートの文面を調整した。アンケートは答える人が不安にならないよう情報の扱い方を明確に提示できるよう言葉を選んだ。このとき、誰かに見せる文書は混乱を引き起こさないよう余分なことは書かず、不明な点は出さないようにと過不足なく書くことを意識した。このような文言を考えることは日常ではなかなかないので、このときに意識したことを今後も活かしていきたい。そのアンケートを未来祭当日に来場者に受けさせるため、メンバーと会場に赴き呼びかけを行った。手作りの看板を持ち、会場を歩きながら多くの人に呼びかけを行いデータを集めた。未来祭終了後は『データ集め班』のメンバーで集めたデータの整理を行った。整理したデータに誤りがないか数人で確認作業をして『数理モデル班』にデータを提供した。

『データ集め班』としての活動終了後、成果発表会に向けてポスター作成に取りかかった。スケジュールを確認しながらポスター作成の進め方を調整した。後期ではプロジェクトの概要と、作成した数理モデルとWebサイトについてまとめた。前期の反省を活かし、伝えるべきことを全て書けるようにポスターは3枚に増やすことにした。後期では見やすさだけでなく、見る人の立場になって直感的に理解できる配色にすることや書く内容の順番に気をつけた。例えば、Webサイトの説明をするときは説明したいWebサイト内のグラフと同じ色で文字を書き、説明とWebサイトを照らし合わせて見ることができるようにした。また、時間を無駄にしないよう初めのうちからスライドと表記を統一するようメンバーと相談しながら作成を進めた。ここで、作業を始める前のメンバーとの相談や決め事が効率に繋がることを学んだ。また、Webサイトなどのポスターに書くべき内容が変更されてもすぐに対応できるよう、余裕を持って空白部分を作り、全てを書ききれるように調整をした。さらに、活動の終わりにはポスターの進捗をメンバーに共有し、改善すべき箇所がないか確認をとり、指摘された部分をすぐに修正した。ポスターに書く内容が不明なときや説明が正しいかわからないときはすぐにメンバーに確認をとることで時間を無駄にせず正しい情報を書くことができた。また、記述する英文は日本語と同じ意味で伝わるか調べながら作って記述した。このときに、日本語を英語に直訳しても上手く伝わらないのではないかという悩みもあり、英文として伝わる表現になっているか、単語のニュアンスはその文にふさわしいかを調べながら英文を作り上げた。前期よりも作成する速度が速くポスターの中身が見やすいように作成ができた。しかし、それは前期と比べた場合に改善されたと言えるだけで、ポスター作成としての反省点はいくつか挙げられる。反省点は計画性のなさ、ポスターの見づらさ、そして効率の悪さが挙げられる。まず、計画性のなさについては、ポスターが完成したのは成果発表会の前日であり、スケジュールのとおり作業は終わらなかった。本プロジェクトは人数が多くポスター作成を始める前は手が空いていたので、別の班の手伝いをしていた。しかし、途中から手伝いに入ったのでその班が行っている内容をあまり理解できず、役に立つことができなかった。そのため、自分ができないことはやらずに、そのときからポスターの作成を始めているべきだったと反省した。また、ポスターの見づらさに関しては前期よりも文字を大きくしたり余白を作ったが、それでもまだ見づらさを感じた。その原因は、書く内容が多いためポスター内の文字が多くなり、情報量が多いため見づらい見た目になってしまったと思われる。これは、ポスターの枚数をさらに増やすか文章を短くするか文字のための余白を空けてデザインするべきだったと思った。最後に効率の悪さについては、次のとおりである。ポスターに書くべき内容が曖昧であったり、本プロジェクトで作成した数理モデルを理解できていなかったりしたことで、メンバーに質問をすることが多く、そこで時間を費やしてしまった。そのため、ポスターを作成する前から議事録や資料を確認し、別の班の動きや活動

内容も把握することで効率良く動くことができたのではないかと反省した。他の効率の悪さの原因として、レイアウトをしっかりと考えてからポスター作成にとりかからなかったことがあげられる。どこに文章と画像を入れるか悩み変更しながら作成していたため、余計な時間を費やしてしまった。作成を始める前にレイアウトを全て決めてからとりかかるべきだと考えた。

成果発表会が終わった後は、早いうちに学習フィードバックと学習ポートフォリオの記述を終わらせた。その後、プロジェクトのメンバーの学習フィードバックへコメントをした。さらに、報告書作成に向けて環境構築をし、冬季休暇中に文書の作成を進めた。そこでメンバーと協力をしながら報告書の文章を確認した。画像の挿入に苦戦したが、メンバーと共に複数の案を試して解決することができた。

この一年間、自分のできることを探しながら活動を進めてきたが、タスクの優先順位やスケジュール管理などのプロジェクトの進行に関わる部分を考えることが難しかった。教員や TA からのアドバイス、本学の講義やメンバーのやり方を見てタスクの達成率を記録することや全てのタスクの期限を可視化してメンバーと共有するなどいくつかのスケジュール管理の方法を知ることができた。また、プロジェクトリーダーの動きなどを見て、自分が行なっている作業以外にも把握してプロジェクト全体の進行具合を確認することも重要だと知った。全体の動きがわかると自分がすべきことや自分の作業の進め方も見えてくるので共同作業では情報共有がとても重要だと実感した。さらに、なにかわからないことがあるときはすぐに誰かに質問することの重要性も理解できた。今まではなかなか質問することができなかったが、すぐに質問をすることで時間を無駄にせずに作業を進めることができた。しかし、スケジュール管理の方法だけを知っても実行できずに作業が遅れてしまうので、スケジュールが妥当かどうかを確認するためにさらに細分化したスケジュールを立て、余裕を持って終わらせることのできる計画を立てられるよう意識していきたい。また、話し合い時になかなか意見を出せなかったので、意見を出せるようにそのときに必要なことを調べ、有効な意見を出せるよう準備することが必要だと考えた。

これから卒業研究などの作業を進めるときには、プロジェクト学習で学んだことを参考にし、自分に合っているやり方でスケジュールの管理方法を活用していきたい。

(※文責: 岡本結叶)

参考文献

- [1] 小高知宏, 2018, Python による数値計算とシミュレーション, オーム社
- [2] 岡田佳之・榊剛史・鳥海不二夫・篠田孝祐・風間一洋・野田五十樹・沼尾正行・栗原聡. 2013. 拡張 SIR モデルによる Twitter でのデマ拡散過程の解析. https://www.jstage.jst.go.jp/article/pjsai/JSIAI2013/0/JSIAI2013_3I40S14b1i/_pdf
- [3] たにぐちまこと. よくわかる PHP の教科書: PHP7 対応版. マイナビ出版. 2018