

公立はこだて未来大学 2022 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2022 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.

20-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

浅野雄太 Yuuta Asano

グループリーダー/Group Leader

浅野雄太 Yuuta Asano

グループメンバ/Group Member

伊藤憲人 Kento Itou

佐藤遊 Yuu Satou

桑原瞭 Ryo Kuwahara

江藤亘啓 Nobuhiro Etou

浅野雄太 Yuuta Asano

指導教員

田中吉太郎 寺井あすか 美馬義亮 宮本エジソン正

Advisor

Yoshitaro Tanaka Asuka Terai Yoshiaki Mima Edson Tadashi Miyamoto

提出日

2023 年 1 月 18 日

Date of Submission

January 18, 2023

概要

2020年度から始まった新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、未来大学においては、陽性者数が多いタイミンングでも大事を取って対面活動の制限が続いていた。このような状況下において未来の陽性者数を予測できれば感染リスクの管理と行動予定を立てる判断の補助を行うことが可能となり、対面活動を最大化できるのではないかと考えた。そこで、本プロジェクトの目的を「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」と設定した。はじめに数値計算と数理モデルに関する輪講を行い、陽性者数のシミュレーションに必要な技能を習得した。また、函館市の陽性者数の動向を調査し、傾向の分析を行った。続いて実際の陽性者数データを用いたパラメータ推定を行い、シミュレーションの精度の向上を図った。これらを用いて行った陽性者数の予測結果を活用してもらうため、予測結果を公開する Web サイト「コロナ予報」を作成した。「コロナ予報」では予測結果とそれに応じた行動予定のアドバイスを閲覧でき、2パターンの予測結果を比較できる。さらに、実際に「コロナ予報」を利用した感想についての評価実験を実施した。評価実験の結果「サイトを開いてすぐ結果が見えるように配置するとより便利になると思う」、「予測結果のグラフが7日間移動平均のグラフから伸びている理由をサイト内に記述しておくとおくと親切かと思った」といった感想が得られ、これを基に改善していく。

キーワード 数理モデル, SIR モデル, 新型コロナウイルス感染症, 函館市, 陽性者数, Web サイト

(※文責: 佐藤遊)

Abstract

Because of the outbreak of COVID-19 that began in 2020, face-to-face activities at FUN continued to be restricted due to serious concerns, even when the number of infected people was not high. Under these circumstances, we thought that if we could predict the number of positive cases ahead of time, it would be possible to maximize face-to-face activities by managing the risk of infection and assisting with decisions on action plans, and set the objective of this project as 'to maximize face-to-face activities that have been limited by COVID-19 and help FUN students to lead safer and more fulfilling university lives'. At first, we learned numerical computation and mathematical modeling in a rotational format to acquire the skills needed to simulate the number of infected people. We also researched the change of the number of infected people in Hakodate and analyzed trends. Next, we performed parameter estimation using actual data on the number of infections to improve the accuracy of our simulations. In order to have people make use of the forecast results made using these methods, we created a website called "COVID-19 Forecast," which makes the forecast results available to the public. COVID-19 Forecast allows you to check the forecast results, advise action plans accordingly, and compare the results of two forecast patterns. In addition, we conducted an evaluation experiment on how users felt about the actual use of the COVID-19 Forecast in practice. As a result of the evaluation experiment, we received feedback such as "I think it would be more convenient if the results are arranged so that they can be seen immediately after opening the site," and "I thought it would be helpful to describe the reason why the graph of forecast results has grown from the graph of 7-day moving average in the site," etc. We will make improvements based on these feedbacks.

Keyword Mathematical model, SIR model, COVID-19 infection, Hakodate, Number of infected people, Website

(※文責: 佐藤遊)

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	函館市の感染状況の調査	1
1.1.3	感染状況に対する考察	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についての輪講	3
2.1.1	輪講の目的	3
2.1.2	輪講の内容	3
2.1.3	輪講の成果	4
2.2	SIR モデルについての輪講	4
2.2.1	輪講の目的	5
2.2.2	SIR モデルとは	5
2.2.3	輪講の内容	5
2.2.4	輪講の成果	6
2.2.5	シミュレーションからの考察	7
2.3	函館市の感染状況の調査の継続	7
2.3.1	調査目的	7
2.3.2	調査方法	8
2.3.3	調査結果	8
2.3.4	考察	9
2.4	パラメータの決定	9
2.4.1	データ同化	9
2.4.2	γ の設定	10
2.5	さくら VPS を用いたサーバー構築	10
2.5.1	さくら VPS	10
2.5.2	Web サイト公開方法	11
2.5.3	プログラムの自動実行方法	11
第 3 章	成果物の開発	12
3.1	成果物「コロナ予報」の開発	12
3.1.1	「コロナ予報」の概要	12
3.1.2	「コロナ予報」の目的	12
3.1.3	「コロナ予報」の機能	13
3.1.4	「コロナ予報」の設計	15
3.1.5	「コロナ予報」の開発環境と開発方針	15

3.1.6	「コロナ予報」のサイト構成と画面構成	16
3.1.7	「コロナ予報」の機能実装	19
3.2	評価実験	20
3.2.1	実験目的	20
3.2.2	実験方法	20
3.2.3	実験結果	24
3.2.4	実験考察	28
第4章	中間発表会	30
4.1	中間発表の準備	30
4.2	当日	32
4.3	発表評価について	32
4.4	頂いた質疑応答などに対する考察	35
4.5	前期の活動まとめおよび後期の展望	35
第5章	成果発表会	36
5.1	成果発表の準備	36
5.2	当日	38
5.3	発表評価について	38
5.4	発表評価の振り返り	42
5.5	後期の活動まとめ	43
第6章	まとめ	44
6.1	活動の総括	44
6.2	今後の展望	45
第7章	プロジェクト内のインターワーキング	47
7.1	浅野雄太	47
7.2	伊藤憲人	48
7.3	江藤亘啓	49
7.4	桑原瞭	51
7.5	佐藤遊	52
参考文献		54

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: 浅野雄太)

1.1 背景

1.1.1 活動の背景

新型コロナウイルスは 2019 年に中国武漢市で発見され、全世界に感染拡大した病原体であり、ヒトからヒトへの感染は咳や飛沫を介して起こる [1]。そのため、日本では多くの人が集まる会社や大学などの学校は対面での活動を制限し、新型コロナウイルスに感染するリスクを抑えようとした。私達も 1、2 年生のとき対面での授業や対面でのサークル活動といった対面での活動の制限を受け、期待していた大学生活を送ることができずにいた。

(※文責: 江藤亘啓)

1.1.2 函館市の感染状況の調査

本プロジェクトではまず函館市の新型コロナウイルスによる感染状況を調べることにした。函館市公式ホームページ [2] に掲載されている 2022 年 1 月 1 日から 6 月 20 日までの函館市における陽性者数を調査し、以下の図 1.1 に示した。図 1.1 によると多い場合だと 200 人、少ない場合は 10 から 20 人ほどしか陽性者がいない日があった。また、陽性者数が多い期間と少ない期間がはっきりと分かれていると示された。

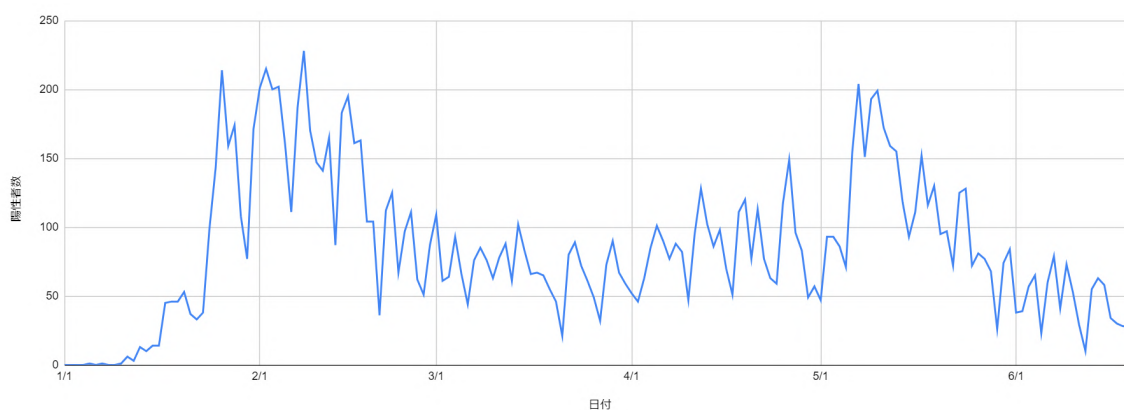


図 1.1 函館市の陽性者数の推移

(※文責: 江藤亘啓)

1.1.3 感染状況に対する考察

感染状況の調査結果より、本プロジェクトでは陽性者数の少ない傾向にある期間では感染リスクを管理し、対面活動を行う事ができる可能性があると考えた。一方で、陽性者数が多い傾向にある期間には対面活動を控える必要があると考えた。そこで、本プロジェクトでは数理モデルを使用することで未来の陽性者数をシミュレーションし、対面活動の判断補助ができると考察した。その背景には函館市における陽性者数は日毎に更新されるため、シミュレーションを動的に行えること、過去のデータを参照して使用した数理モデルの当てはまり具合を検証することができることの2つのが挙げられる

(※文責: 江藤巨啓)

1.2 目的

1.1.3 で述べたように、数理モデルによる陽性者数傾向のシミュレーションを基にした対面活動の判断補助が行えれば、未来大学での対面活動を最大化できると考えた。また、未来の陽性者数がわかることで感染リスクが管理しやすくなり、未来大生が安心してより充実した大学生活を送れるのではないかと考えた。

よって、本プロジェクトの目的を「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」と設定した。

(※文責: 佐藤遊)

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についての輪講」、「SIR モデルについての輪講」、「函館市の感染状況の調査の継続」、「パラメータの決定」、「サーバーに関連する技術・知識の習得」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: 伊藤憲人)

2.1 Python による数値計算とシミュレーションについての輪講

本プロジェクトでは数理モデルを基にしたシミュレーションを行うにあたり数値計算法をメンバー全員が習得することが不可欠だと考え、数値計算の学習を輪講形式で行った。数理モデルと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すものである。加えて、具体的な数値計算法について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り、コンピュータで計算することが望ましい。

(※文責: 佐藤遊)

2.1.1 輪講の目的

数理モデルでは、現象を微分方程式などに落とし込み、シミュレーションする。そのためには第一に微分方程式の近似解を求める解析手法を習得する必要性があった。そのため、常微分方程式及び偏微分方程式の近似解をプログラムによって得る技能を習得することを目的として、輪講を行った。

(※文責: 桑原瞭)

2.1.2 輪講の内容

はじめに最も基礎的な数値計算法であるオイラー法を学習した。オイラー法は微分方程式

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x) \quad (2.1)$$

について時刻を細かく分割した刻み幅 h を用いて

$$x(t+h) = x(t) + \frac{(k_1 + 2 \times k_2 + 2 \times k_3 + k_4)}{6} \times h \quad (2.2)$$

$$k_1 = f(t, x) \quad (2.3)$$

$$k_2 = f\left(t + \frac{h}{2}, k_1 \times \frac{h}{2}\right) \quad (2.4)$$

$$k_3 = f\left(t + \frac{h}{2}, k_2 \times \frac{h}{2}\right) \quad (2.5)$$

$$k_4 = f(t + h, x + h \times k_3) \quad (2.6)$$

とする。

差分方程式をこのように代用して計算を繰り返すことで、オイラー法に比べ精度の高い近似解を得ることができる数値計算法がルンゲ=クッタ法である。輪講でははじめに数値計算法のアルゴリズムを解説し、次にいくつかの代表的な微分方程式を用いて Python による数値計算の練習を行うことでメンバー全員の数値計算技能の習得を目指した。

(※文責: 佐藤遊)

2.1.3 輪講の成果

輪講を通じてオイラー法やルンゲ=クッタ法を習得したことにより、自由落下などの 1 次元運動や電界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や単振動の方程式の解を、Python によるプログラムを使ってシミュレーションを行い、その結果を 2 次元のグラフとして描画することを可能にした。一例として、ロジスティック方程式

$$\frac{du}{dt} = u(1 - u) \quad (2.7)$$

について、 $u = \frac{1}{3}$ を初期値と設定した結果のグラフは図 2.1 のようになる。

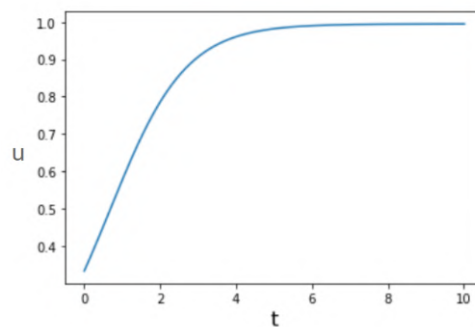


図 2.1 ルンゲ=クッタ法によるロジスティック方程式のシミュレーション結果

(※文責: 伊藤憲人)

2.2 SIR モデルについての輪講

数理モデルを用いて陽性者数の予測を行う上で、感染症の数理モデルの基礎を理解するため最も単純かつ一般的な感染症の数理モデルである SIR モデル [3] を学習対象とした。SIR モデルについて輪講形式で学習し、プログラム上で数値計算およびシミュレーションを実行した。

(※文責: 佐藤遊)

2.2.1 輪講の目的

感染症の陽性者数を予測する成果物を数理モデルを用いて作るためには陽性者数の予測ができる数理モデルを学ぶことが必須である。そこで、最も単純かつ一般的な感染症の数理モデルである SIR モデルについて輪講を用いて学習することで、感染症の数理モデルの基礎を理解することを目的とした。

(※文責: 桑原瞭)

2.2.2 SIR モデルとは

「感染症の数理モデルと対策」[3]によると、SIR モデルとは人口集団を感染のステージにより、感受性 (Susceptible)、感染性 (Infectious) ならびに隔離や回復 (Removed/Recovered) の 3 つのコンパートメントに分け、感染に係る状態の時間的な変化をボトムアップ式にモデル化したものである。図 2.2 は中間発表で使用した、SIR モデルについて説明したスライドである。

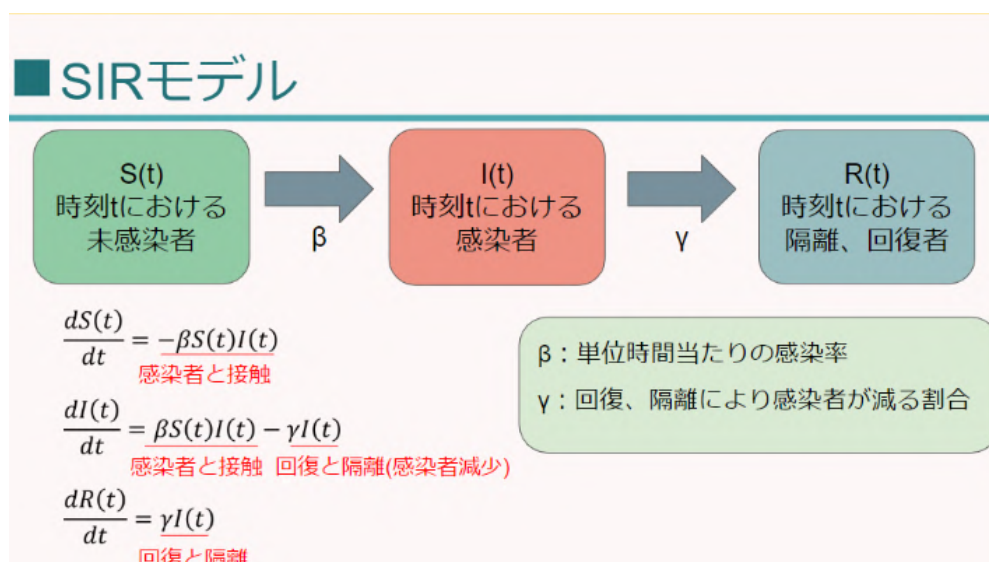


図 2.2 SIR モデルの概念図および説明

(※文責: 伊藤憲人)

2.2.3 輪講の内容

輪講では、SIR モデルの仕組みや微分方程式中の項が意味することについて解説が行われた。SIR モデルの仕組みについて、感受性者数 (感染症にかかりうる人の人数)、感染者数、回復及び隔離者数をそれぞれ時間 t の関数としてそれぞれ $S(t)$, $I(t)$, $R(t)$ とし、単位時間あたりの感染力を β 、回復隔離等による除去率を γ とすると、SIR モデルは下記の 3 つの微分方程式で表される。
(β, γ はそれぞれ定数)

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = -\beta S(t)I(t) \\ \frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} = \gamma I(t) \end{cases} \quad (2.8)$$

上記の微分方程式の (2.8) の第 1 式は感受性者と感染者が接触し、割合 β によって感染者が発生することを表している。(2.8) の第 2 式は感染者の中から割合 γ によって回復隔離者が発生する人数を差し引いていることを表している。(2.8) の第 3 式は感染者の中から割合 γ によって回復隔離者が発生することを表している。

また、また、以下のように割合 β と割合 γ によって表される数値の一つに実効再生産数 R_t というものがある。

$$R_t = \frac{\beta}{\gamma} \quad (2.9)$$

実効再生産数 R_t は、1 よりも小さい場合は感染症の流行は収束に向かっていることを、1 よりも大きい場合は感染症の流行が拡大していることを表している。

(※文責: 桑原瞭)

2.2.4 輪講の成果

SIR モデルについて輪講を行ったことで一番単純な感染症の数理モデルについて学習し、感染症の数理モデルの基礎を理解することができた。また、SIR モデルを用いてより良い予測をするためにはパラメータを工夫する必要があることがわかった。加えて、2.1 で学んだことを活用することで SIR モデルについての数値計算をパラメータ β, γ の値を固定した状態で本プロジェクトのメンバー全員が行うことができるようになった。また、今回はパラメータ β, γ を変化させてシミュレーション結果を行い比較した。図 2.3 と図 2.4 はシミュレーション結果のグラフである。

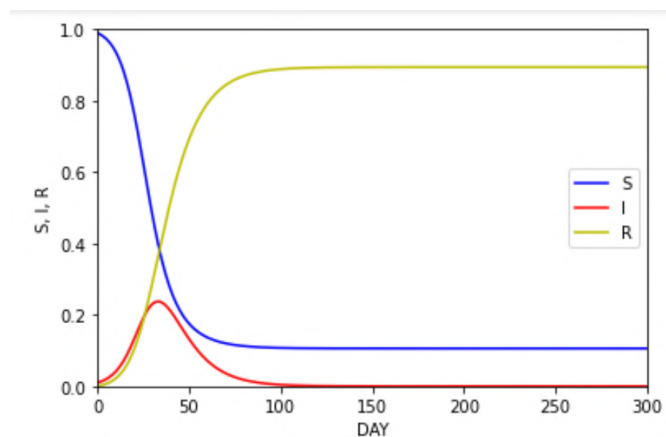


図 2.3 SIR モデルのシミュレーションの結果 ($\beta = 0.25, \gamma = 0.1$)

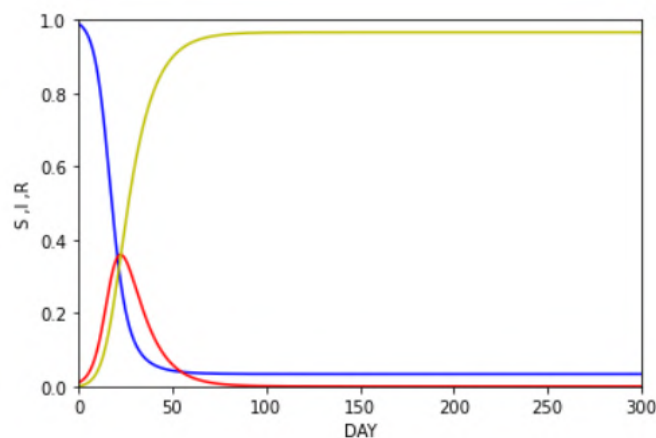


図 2.4 SIR モデルのシミュレーションの結果 ($\beta = 0.35, \gamma = 0.1$)

(※文責: 江藤亘啓)

2.2.5 シミュレーションからの考察

陽性者数 I (赤のグラフ) を比較すると図 2.4 の方が陽性者数が最大となるまでの時間が短く、陽性者数の最大値もより大きいものとなっていることがわかる。したがって、SIR モデルでは感染率 β が大きくなるほど短時間で感染流行が起こり、陽性者数がより多くなると考えられる。このようにパラメータの設定を変化させることにより陽性者数の傾向を変化させシミュレーションできると推測される。

(※文責: 江藤亘啓)

2.3 函館市の感染状況の調査の継続

函館市の新型コロナウイルス感染症の感染状況を把握するため、1.1.2 で述べた函館市の陽性者数の調査を継続した。本節では調査結果とその考察について述べる。

(※文責: 浅野雄太)

2.3.1 調査目的

函館市に適した数理モデルを構築するためには函館市の新型コロナウイルスによる感染状況の把握が必要であると考えた。そのため、プロジェクト立ち上げ時に行った函館市の新型コロナウイルスによる感染状況の調査を継続し、範囲を拡大して行った。

(※文責: 浅野雄太)

2.3.2 調査方法

函館市公式ホームページ [2] に掲載されている 2020 年 11 月 4 日より 2022 年 9 月 23 日までの函館市の新型コロナウイルス陽性者数について調査を行い、Google スプレッドシートにまとめた。

(※文責: 浅野雄太)

2.3.3 調査結果

2020 年 11 月 4 日から 2021 年 10 月 31 日の函館市の陽性者数の推移を図 2.5 に、2021 年 11 月 1 日から 2022 年 9 月 23 日の函館市の陽性者数の推移を図 2.6 に示す。図 2.5 より陽性者数が増加傾向にあるのは 2021 年 1 月半ばと 7 月から 9 月の初めにかけてとわかる。また、図 2.6 より 2022 年 1 月と 7 月初めから陽性者数の増加傾向が見られた。

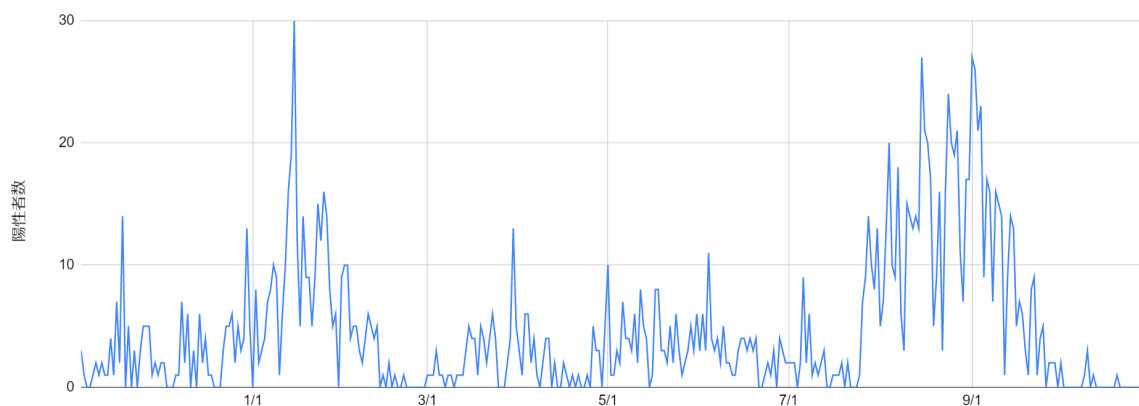


図 2.5 2020 年 11 月 4 日から 2021 年 10 月 31 日の函館市の陽性者数の推移

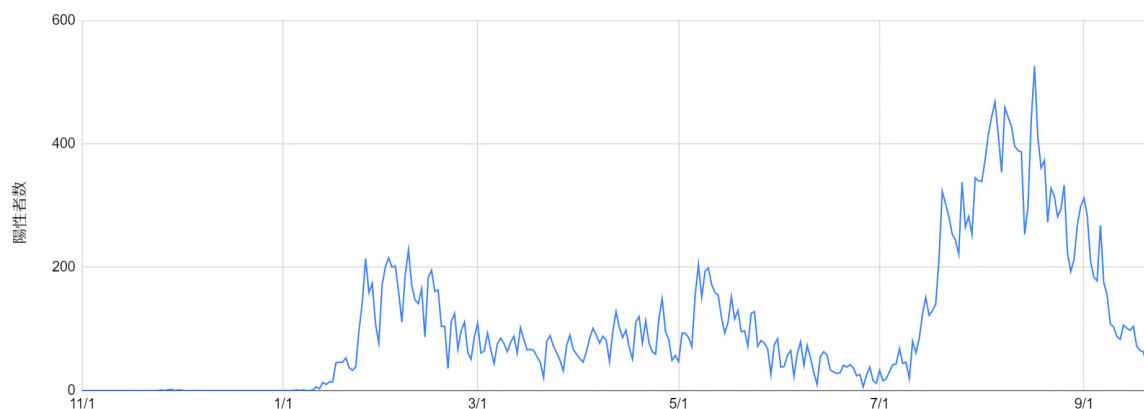


図 2.6 2021 年 11 月 1 日から 2022 年 9 月 23 日の函館市の陽性者数の推移

(※文責: 浅野雄太)

2.3.4 考察

感染リスクを管理するためには大きく陽性者数が増加する要因が重要だと考えたため、陽性者の数が大きく増加した理由を考察した。函館市公式サイトに掲載されている「新型コロナウイルス感染症 函館市内の発生状況」2021年1月15日の資料 [4] より12日から14日にクラスターが発生していたとあるため、1年半ばの陽性者の増加はクラスターが原因であると考えた。「新型コロナウイルス感染症 函館市内の発生状況」2021年7月29日の資料 [5] に「函館市内でもデルタ株に置き換わりつつありますが、変異株であっても、感染対策は従来と同じです。」という記述が追加された。このことから2021年8月から9月の初めにかけての増加傾向はデルタ株への置き換わりが原因だと考えられる。また、2022年1月からの陽性者数の増加は新型コロナウイルス第6波であるオミクロン株への置き換わりと時期が重なる。同じく7月から始まったオミクロン株 BA.5 による第7波と函館市の7月初めからの陽性者数の増加傾向と時期が重なるためこの増加傾向も株の置き換わりが要因だと考察した。以上のことより主に株の変化が函館市の陽性者数の増加傾向に影響を与えていると考えられる。感染力 β は株によって変化することより、株の置き換わりの際にも予測の精度を保つためには構築するモデルの β の数値を固定することは避け、陽性者数から β の値を更新するべきであると結論付けた。また、函館市の感染状況は月曜日の陽性者数が極端に低くなることが多く、周期的なものであるため感染状況とは別の要因であると考えた。そこで、本プロジェクトでは曜日による数値のばらつきを抑え感染傾向を正確に考察するため一週間の日数である7日間移動平均を用いることとした。7日間移動平均は当日の陽性者数に前6日間の数値を加え平均化したものである。

(※文責: 浅野雄太)

2.4 パラメータの決定

本プロジェクトでは SIR モデルによるシミュレーションの精度をより高めるためにパラメータの値を工夫することにした。本節では SIR モデルにおけるパラメータである β, γ の設定方法について説明する。

(※文責: 江藤亘啓)

2.4.1 データ同化

本プロジェクトでは SIR モデルにおけるパラメータ β について、データ同化の手法を用いることで設定することにした。データ同化とはシミュレーションを実際に観測されたデータと付き合わせて軌道修正を行うことにより「確からしさ」を高める作業のことである。今回データ同化を行うにあたって、日本機械学会環境工学部門 NEE 研究会第25回講演討論会におけるスライド「感染症流行モデルによるシミュレーションと評価」を参考にした [6]。では、パラメータ β におけるデータ同化について詳しく説明する。まずはじめに SIR モデルにおけるパラメータ γ の値を固定し、 $\beta = 0.001$ として陽性者数 $I(t)$ の数値解 $I_\beta(t)$ を求める。次に標準正規分布に従う乱数 ϵ を生成し、先程求めた数値解 $I_\beta(t)$ に加えることで $\tilde{I}_\beta(t)$ を求める。これは実際に観測されたデータには観測誤差などが含まれているため、その分の差を小さくするために乱数 ϵ を数値解 $I_\beta(t)$ に

加えている。この算出された $\tilde{I}_\beta(t)$ と実際の陽性者数における 7 日間移動平均である $I_R(t)$ の 2 乗誤差

$$E(\beta) = \sum_{k=1}^{31} |\tilde{I}_\beta(t+k) - I_R(t+k)|^2 \quad (2.10)$$

を求める。7 日間移動平均を使用した理由として、実際の陽性者数を利用すると曜日ごとの検査数などによって陽性者の数変動してしまうため 7 日間移動平均を利用した。これら 2 乗誤差を求めるまでの操作を 0.001 ~ 1.0 で β の値を変化させて $E(\beta)$ が最小となる、つまり誤差が最も小さくなるような β である β^* を得る。これらの操作を ϵ の値を変化させ 100 回繰り返して行うことにより得た β^* の分布を正規分布で近似し、95 % 信頼区間の中央値を β として定めることで SIR モデルにおけるパラメータである β を求めることができる。本プロジェクトでは実際にこの手順通りにデータ同化を行うことができるプログラムを、輪講で学んだ Python の知識を生かして作成した。

(※文責: 江藤亘啓)

2.4.2 γ の設定

前述のようにデータ同化によりパラメータ β の決定を行った後にパラメータ γ の決定に着手した。はじめに β と同様の手法による推定を試みたが、決定した γ では精度の良い予測結果が得られなかった。そのため、 γ の定義である「回復または隔離により感染者数が減る割合」に基づき、回復期間、あるいは感染から隔離までの日数の逆数として設定することとした。 γ の根拠となる日数について調査した結果、現在の日本では陽性と判断されてから 1 日で隔離期間が始まり、療養期間は 7 日間と定められていることがわかった [7]。よって、 γ の値を 1/1, 1/7 とし、シミュレーションでは 1.0, 0.14 として利用することとした。 γ は感染者数が減る割合であり、感染対策が行われている場合ほど感染者数は早く減少し γ が大きくなるため、今回は感染対策が行われている場合を $\gamma = 1.0$ 、感染対策が行われていない場合を $\gamma = 0.14$ と設定した。

(※文責: 佐藤遊)

2.5 さくら VPS を用いたサーバー構築

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: 桑原瞭)

2.5.1 さくら VPS

本プロジェクトのアドバイザーである美馬義亮先生の推薦もあり、レンタルサーバーにはさくら VPS を使用し、サーバー構築をすることで Web サイトを公開する技術を習得した。VPS とは、Virtual Private Server の略称である。さくら VPS を使用する背景として、さくら VPS ではサーバーの構築が比較的容易であり、使用する OS を選び、使用用途に合った設定ができることが挙げ

られる。本プロジェクトで運用するサーバーには、OS は CentOS7 x86_64 を導入し、Http サーバーとして Apache を導入した。また、サーバー構築を行うには CGI を操作できる必要があるため、その過程で Linux コマンドについても習得した。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: 桑原瞭)

2.5.2 Web サイト公開方法

さくら VPS のレンタルサーバー上にて、特定のディレクトリ (/var/www/html/) に公開したい Web サイトの HTML ファイルを格納することで Web サイトが公開できることがわかった。また、公開する Web サイトが信頼できるものであることを証明するために SSL 証明を Let's Encrypt で導入することで、公開する Web サイトの信頼性を獲得することができた。

(※文責: 桑原瞭)

2.5.3 プログラムの自動実行方法

さくら VPS のレンタルサーバ上にて、特定のコマンドを日時指定して自動実行させる機能として crontab がある。vim から crontab を編集し、設定することで、サーバー上でコマンドを自動実行させる技術を習得した。下記は実際に本プロジェクトが運用しているサーバーの crontab の設定である。

```
SHELL=/bin/bash
|PATH=/sbin:/bin:/usr/sbin:/usr/bin:/bin/python3:/var/www/html
MAILTO=b1020071@fun.ac.jp

0 0 * * * cd /var/www/html; /usr/bin/python3 /var/www/html/gamma=0.14.py
0 0 * * * cd /var/www/html; /usr/bin/python3 /var/www/html/gamma=1.0.py
```

図 2.7 サーバーの crontab の設定

(※文責: 桑原瞭)

第3章 成果物の開発

本章では習得した技術・知識を生かして作成した本プロジェクトの成果物「コロナ予報」について詳しく説明する。また、「コロナ予報」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: 江藤亘啓)

3.1 成果物「コロナ予報」の開発

本プロジェクトは前章で得た技術・知識・データを用いて、未来の陽性者数を予測する Web サイトの開発を行い、それを「コロナ予報」と名付けた。本節では開発した「コロナ予報」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、それぞれの詳細を述べる。

(※文責: 伊藤憲人)

3.1.1 「コロナ予報」の概要

「コロナ予報」とは、過去の陽性者数のデータを参照することによって未来の陽性者数を予測し、その結果を表示する Web サイトのことである。予測結果は様々な形で表示されており、閲覧者側が自由に取捨選択することが可能である。過去の陽性者数のデータは函館市の公式ホームページを参照しており、毎日午前0時に過去の陽性者数のデータおよびそれによる予測データが自動的に更新される。サイト上部には「コロナ予報」に関するおおまかな説明が載っている他、数理モデルなどの用語の説明も閲覧することが可能である。また、「コロナ予報」はパソコンからだけでなくスマートフォンからも利用することが可能であり、スマートフォンから「コロナ予報」を閲覧すると、スマートフォンに応じた画面構成に切り替わって見やすくなるようになっている。

(※文責: 伊藤憲人)

3.1.2 「コロナ予報」の目的

本プロジェクトの目的である「対面活動の最大化」を達成するために、「コロナ予報」の主な目的を「陽性者数の予測結果をユーザーに閲覧、活用してもらう」ことと設定した。詳しい機能については後述するが、「コロナ予報」には感染対策が行われている場合と行われていない場合の、2種類の予測結果を表示する機能があり、それぞれに予測結果をグラフ、表、メッセージなどで表示する機能が備わっている。これらの機能を利用することによる利点が2つある。

- 感染傾向の把握
- 適切な行動の選択

まず、感染傾向の把握について説明する。グラフと表を用いることによって予測結果が可視化され、その全容を掴みやすくなっている。また、グラフの予測結果の部分は移動平均というものを用いているため、直線あるいはそれに近い単純なグラフとなり、感染傾向の把握を行いやすくなっている。

次に、適切な行動の選択について説明する。前述したように、2種類の予測結果を表示する機能があり、それぞれの結果に陽性者数の傾向に応じたアドバイスのメッセージを表示する機能をつけている。これらの機能により、外出自粛や政策などの、自分の周りの社会状況に応じて予測結果を選択することで、自らが取るべき適切な行動がわかりやすくなっている。

(※文責: 伊藤憲人)

3.1.3 「コロナ予報」の機能

感染リスクの管理と対面活動の判断の補助のため、「コロナ予報」には4つの機能を設けた。

- 陽性者数の傾向をグラフで表示する機能
- 数字として予測値を表示する機能
- 陽性者数の傾向に応じて異なるメッセージを表示する機能
- 2種類の予測データを表示する機能

以下にそれぞれの機能の詳しい説明について述べる。

陽性者数の傾向をグラフで表示する機能

実際の陽性者数や予測した陽性者数を、図3.1のようなグラフで表示する機能を設けた。グラフの青色の線が実際の陽性者数、緑色の線が実際の陽性者数の移動平均、赤色の線が予測した陽性者数を、それぞれ表している。実際の陽性者数は函館市のデータを参照に、サイトを閲覧した日から過去1週間分を表示している。移動平均とは、特定の日にちを基準とした一定期間のデータの平均値のことであり、このグラフでは特定の日にちも含んだ過去1週間の陽性者数の平均値を示している。予測した陽性者数は、1週間後までの分を移動平均で表示している。この機能を利用すれば、陽性者数の傾向を視覚的に読み取ることが可能になる。

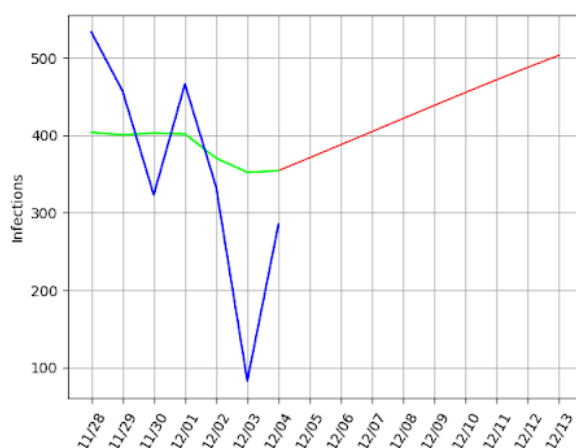


図 3.1 「コロナ予報」における陽性者数の予測結果 (グラフ)

数字として予測値を表示する機能

予測した陽性者数を、図 3.2 のような表で表示する機能を設けた。この表では図 3.1 と同じ予測データを使用しており、サイトを閲覧した日とその 1 週間後までの予測した陽性者数を、日ごとに数字で表示している。この機能を利用すれば、陽性者数の予測値同士の比較により、陽性者数の増減の度合をより詳しく読み取ることが可能になる。

陽性者数の予測数値

11/23	11/24	11/25	11/26	11/27	11/28	11/29	11/30
368	374	373	371	369	367	364	360

図 3.2 「コロナ予報」における陽性者数の予測結果（表）

陽性者数の傾向に応じて異なるメッセージを表示する機能

陽性者数の増減の傾向に応じて、図 3.3 のようなメッセージを表示する機能を設けた。この機能では、上部に実効再生産数を、下部に陽性者数の傾向に応じたメッセージを表示している。実効再生産数とは、1 人の陽性者から次に平均して何人に感染が広がるかを推定した値のことであり、感染状況を示す指標の一つとなりうるものである。この値が 1 を超えることは、次に平均して 1 人以上に感染が広がることを示しているため、陽性者数が増加傾向だということを表している。逆に、この値が 1 より小さいことは、次に平均して 1 人未満に感染が広がることを示しているため、陽性者数が減少傾向だということを表している。実効再生産数は 1 との差が大きいほど増減が激しくなり、差が小さいほど増減が緩やかとなる。また、陽性者数の傾向は、実効再生産数を基準として分析、判断を行っている。例えば図 3.3 では、実効再生産数は 1.32 であり 1 よりも大きいため、陽性者数が増加傾向であることを示している。また、図 3.3 の下部には、陽性者数が増加傾向であるため対面活動はなるべく控えた方がよいという旨のメッセージが表示されている。この機能を利用すれば「コロナ予報」が、サークル活動やイベントなどの対面活動の予定を決めるときにおける、一つの判断材料になり得ることが期待できる。

予測結果

実効再生産数：

1.32

増加傾向です。対面活動や外出はなるべく控えるべきでしょう

図 3.3 「コロナ予報」におけるメッセージ表示

2 種類の予測データを表示する機能

感染対策が行われている場合と行われていない場合、2 つの予測データを図 3.4 のように表示する機能を設けた。予測に使用している SIR モデルのパラメータ γ の値を変更することで、外出自粛や緊急事態宣言などの政府や自治体による感染対策が行われている場合と行われていない場合、2 つの予測データの表示を可能にした。2 つの予測データはグラフの上部にあるタブで切り替えることが可能である。この機能を利用すれば「コロナ予報」が、外出自粛や政策などの社会状況に応じて、適切な予測データの使い分けが可能になることが期待できる。

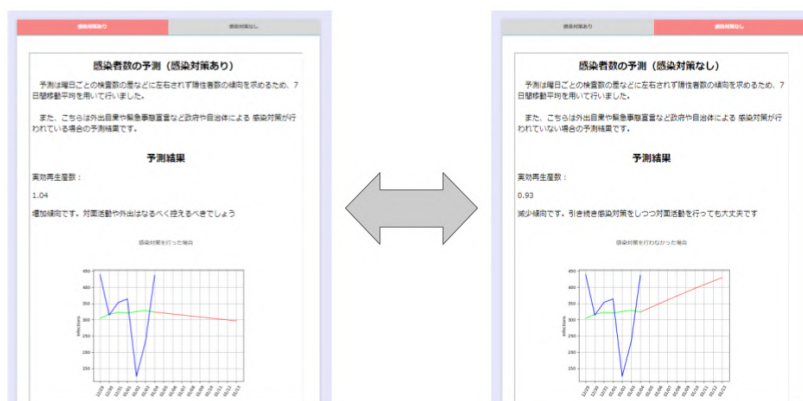


図 3.4 「コロナ予報」における陽性者数の予測結果の切り替え表示

(※文責: 伊藤憲人)

3.1.4 「コロナ予報」の設計

前項で決定した機能を基に、「コロナ予報」の設計を行った。「コロナ予報」の目的は「陽性者数の予測結果をユーザーに閲覧、活用してもらう」ことであるため、今回はユーザーによる複雑な操作を必要としないシンプルな Web サイトとして作成することにした。続いてページを大きく分けて「予測結果を含めたトップページ」と「数理モデル及び SIR モデルの説明のページ」の2つとすることでサイト内でのページ移動を減らし、ユーザーにとって閲覧しやすいものを目指した。さらに、Web サイトを自動更新ができるようにし、発表された陽性者数を更新することでサーバー上でシミュレーションが自動実行され、予測結果が更新される仕様にした。同様にしてスマートフォン版の作成も計画し、PC 以外の機器からの閲覧もしやすいようにした。開発の詳細については次項以降で記述する。

(※文責: 佐藤遊)

3.1.5 「コロナ予報」の開発環境と開発方針

「コロナ予報」の作成にあたって、SIR モデルにおける数値計算とデータ同化を行うプログラムを Python で開発を行うこととした。理由として Python は Web サービスや Web アプリケーション開発が得意なことや数値計算に関するモジュールが豊富であること、コードが読みやすいこと、輪講で学んだことを活かせることなどの理由が挙げられる。また、Web サイトの画面は、現在でも多く使われており、最も一般的かつ最も使いやすいとされる HTML を用いて開発を行った。開発環境として SIR モデルにおける数値計算とデータ同化では主に Anaconda 内で利用可能な Python による統合開発環境である「Spyder」と Microsoft が提供しているソースコードエディタ「Visual Studio Code」を使用し、Web サイトの画面開発では HTML を記述するために「Visual Studio Code」と実際のサイト画面を確認するために Google が提供している Web ブラウザである「Google Chrome」を使用し開発を進めた。このような開発環境を用いた理由として「Spyder」は講義内でインストールした Anaconda 内に含まれていて、メンバー全員が使用できる環境であり、なおかつ使用経験がある人がいたこと、「Visual Studio Code」はライブラリがとても豊富で、

なおかつ様々な種類のファイルが同時に開けること、「Google Chrome」は開発者に向けた機能が充実していることなどが挙げられる。

「コロナ予報」の開発方針として数値計算とデータ同化では主に輪講で作成した SIR モデルにおける数値計算プログラムとデータ同化のプログラムを基盤として開発を進めた。設計の案をもとに足りないと思われる機能を各メンバーが手分けしてプログラムを作成し、基盤となるプログラムに追加するような形で開発を進めた。Web サイト画面では今までほとんど触れて来なかった HTML を用いての開発であったためアドバイザーの教員に訪ねたりインターネットで調べながら開発を進めた。また、Python ファイルと HTML ファイル間における数字のやり取りに関してはアドバイザーの教員から多くのアドバイスを頂くことでなんとか開発することができた。

(※文責: 江藤亘啓)

3.1.6 「コロナ予報」のサイト構成と画面構成

はじめに「コロナ予報」のサイト構成について述べる。「コロナ予報」の基本構造は Python でシミュレーションした結果を HTML にて Web 上で表示するというものである。「コロナ予報」は以下の 17 個のファイルで構成されている。



図 3.5 「コロナ予報」内のファイル構成図

csv ファイルの陽性者数データが更新され py ファイルの数値計算がサーバー上で自動実行されると計算結果が json ファイル内に保存され、グラフが png ファイルとして出力される。json ファイル内の保存された数値はテキストとして HTML 上へ表示され、png ファイルのグラフは画像として表示する。また、HTML ファイル同士の関係は以下の通りとなっている。

図 3.6 のように、前述のシミュレーション結果の表示を予測結果を表示する HTML 上で行い、これをホームの HTML 上に埋め込んで表示するという構成となっている。また、アクセス後は最初に index.html のページが開かれ、ページ内のリンクをクリックすることで数理モデルの説明の

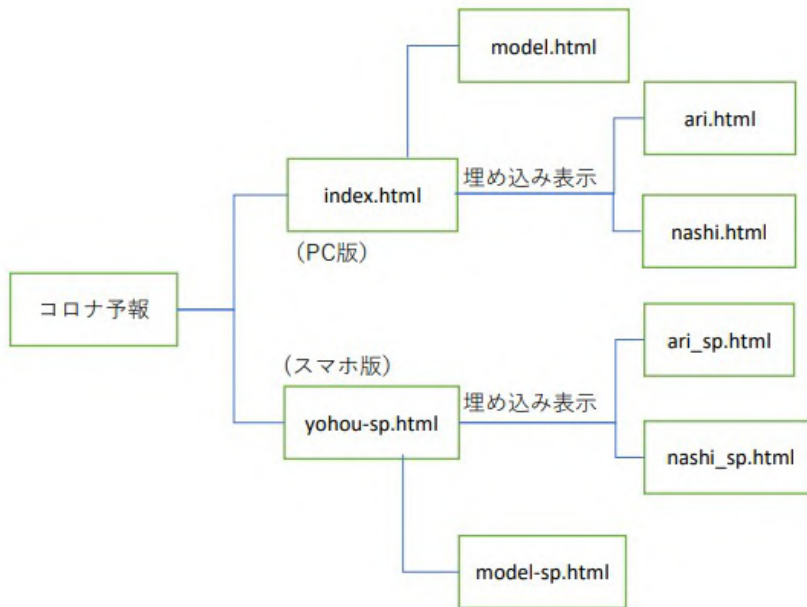


図 3.6 HTML 関係図

ページやスマホ版のホームに移動することができる。続いて、「コロナ予報」の画面構成について述べる。

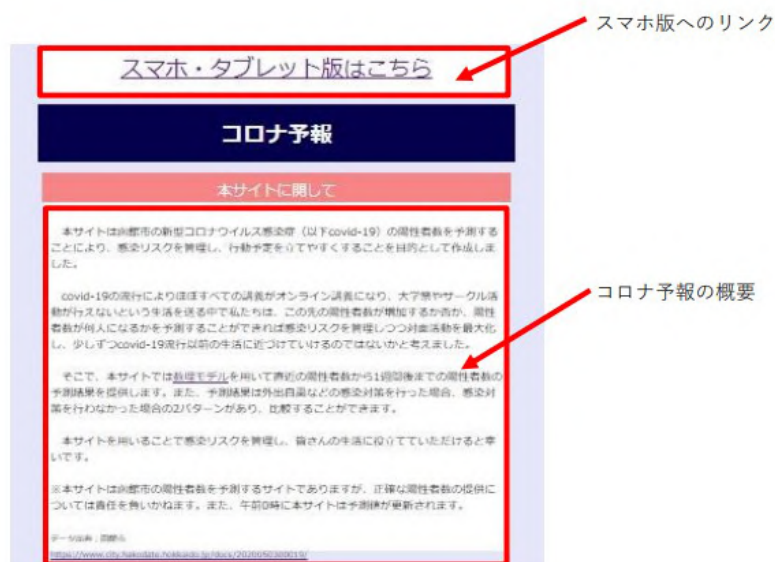


図 3.7 「コロナ予報」の画面 1



図 3.8 「コロナ予報」の画面 2

図 3.7 と図 3.8 は「コロナ予報」の実際の画面を示している。「コロナ予報」のホームページにアクセスすると、はじめにパソコン版のサイトが表示され、一番上のリンクからスマートフォン版のサイトに移動できる。ホームでは「コロナ予報」の概要のタブ、続いて予測結果のタブという順番で表示されており、予測結果のタブでは予測結果の説明、陽性者数傾向に応じたメッセージ、予測結果のグラフ、予測結果の数値という順番となっている。また、予測結果のタブの上には予測結果の切り替えのボタンがあり、この部分をクリックすることで感染対策ありと感染対策なしの予測結果の切り替えができる。

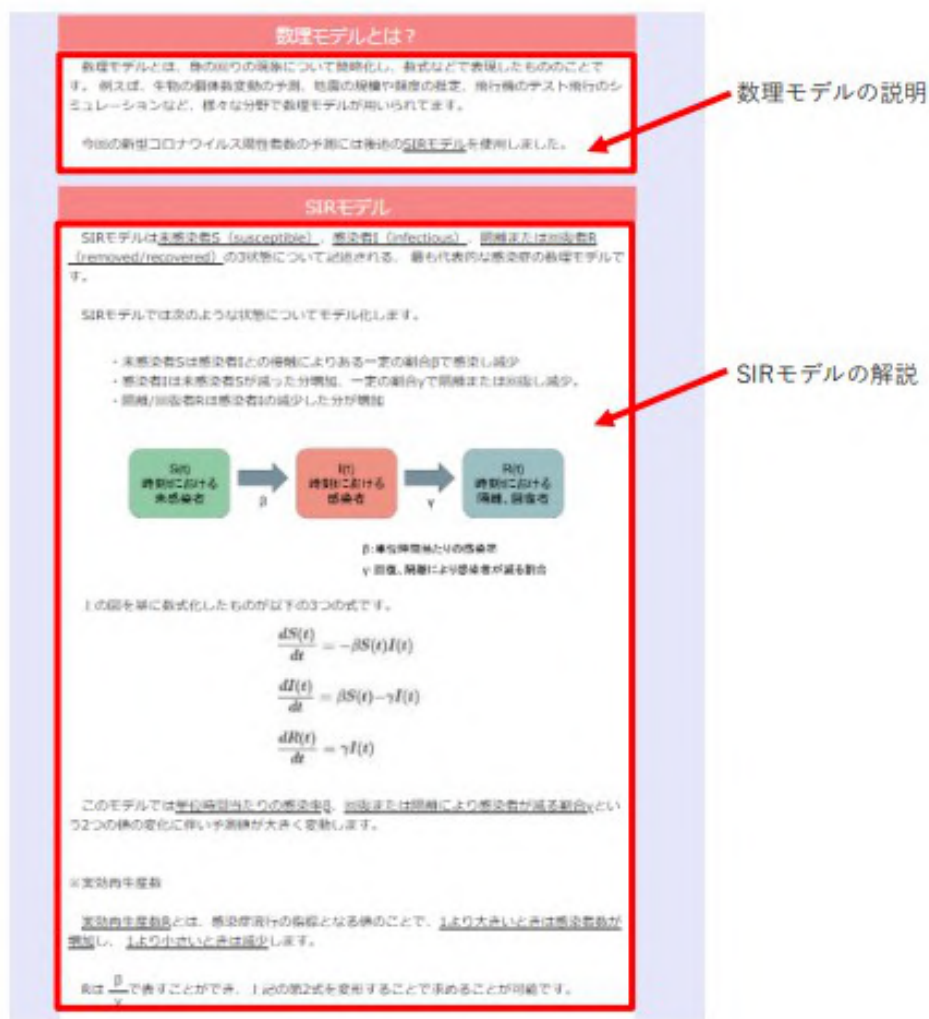


図 3.9 「コロナ予報」の画面 3

また、「コロナ予報」概要の文中にある「数理モデル」という部分のリンクをクリックすることで数理モデルの解説のページに移動できる。このページでは数理モデルの説明に加え、予測に用いた SIR モデルと実効再生産数の解説を見ることができる。

(※文責: 佐藤遊)

3.1.7 「コロナ予報」の機能実装

- 陽性者数の傾向をグラフで表示する機能
- 数字として予測値を表示する機能

陽性者数の予測結果を視覚的に表示する手段としてグラフを、数値的に表示する手段として表を、それぞれ実装した。陽性者数の予測結果は、SIR モデルの陽性者数 I について計算することで求めている。また、SIR モデルの計算には、データ同化によって過去一か月分の陽性者数のデータから推定したパラメータ β を用いており、その値によって予測結果が大きく変動するようになっている。しかし、データ同化に実際の陽性者数のデータをそのまま用いると、曜日ごとの検査数などに左右されてしまい、予測した陽性者数の傾向が変化する可能性が生じてしまう。よって、データ

同化の際には実際の陽性者数のデータをそのまま用いるのではなく、移動平均の形にしてから計算を行うようにしている。

- 陽性者数の傾向に応じて異なるメッセージを表示する機能

陽性者数の予測結果を表示したグラフや表を閲覧しても、陽性者数の傾向がわかりづらい、対面活動の予定を立てていいのかわからないという人がいる可能性を考慮して、陽性者数の傾向に応じて適切な行動を促すメッセージを表示する機能を実装した。メッセージは、陽性者数の傾向が増加傾向の場合と減少傾向の場合の2パターンが存在しており、実効再生産数とともに表示している。実効再生産数は陽性者数の傾向を判断する基準であり、感染率 β 、回復・隔離率 γ を用いて β/γ の値として求めることが可能である。

- 2種類の予測データを表示する機能

外出自粛や政策などの、閲覧者の身の回りの社会状況に応じて、より適切な予測データを提供するために、2種類の予測データを表示する機能を実装した。1つは、外出自粛や緊急事態宣言などの政府や自治体による感染対策が行われている場合の予測データであり、もう1つは感染対策が行われていない場合の予測データである。2.4.2でも記述したように、これらの予測データはSIRモデルのパラメータ γ の変更によるものであり、感染対策が行われている場合は $\gamma = 1/1 = 1.0$ 、感染対策が行われていない場合は $\gamma = 1/7 \approx 0.14$ として、それぞれ計算を行っている。

(※文責: 伊藤憲人)

3.2 評価実験

本プロジェクトが開発した成果物である「コロナ予報」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る。

(※文責: 伊藤憲人)

3.2.1 実験目的

本プロジェクトは、「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」ことを目的とし、過去の陽性者数を参照することによって未来の陽性者数を予測するWebサイト「コロナ予報」を制作した。本実験の目的は、「コロナ予報」を利用することで、感染リスクの管理や適切な行動予定の決定が行われたかどうかを検証することである。

(※文責: 伊藤憲人)

3.2.2 実験方法

2022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おり、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することにした。対象者ははこだて未来大学の学生7人とし、「コロナ予報」を閲覧してもらった上で、

「コロナ予報」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7つあり、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。また、これらの質問とは別に、「コロナ予報」に関する意見や感想などの自由記述を、任意で行ってもらった。以下に質問の詳細を述べる。

- 質問1「サイト内の以下の部分では予測結果をグラフ化したものが表示されています。こちらのグラフを通して陽性者数の予測結果はわかりやすいと思いますか。」
- 質問2「サイト内の以下の部分では予測結果の数値が表示されています。こちらの表を通して陽性者数の予測結果はわかりやすいと思いますか。」

まず、「コロナ予報」の要である SIR モデルおよびデータ同化を用いた陽性者数の予測結果の使用感に関する質問を2つ設けた。予測データの表示形式の設定が閲覧者にとって理解しやすいものであるかどうかを、グラフと数値表、それぞれの評価を行ってもらった。

- 質問3「サイト内の以下の部分では予測結果について説明しています。こちらの説明はわかりやすいと思いますか。」
- 質問4「以下のように、赤い矢印で指した箇所のリンクから数理モデルの解説のページにアクセスできます。こちらの解説はわかりやすいと思いますか。」

次に、サイトに掲載されている、「コロナ予報」の用語についての説明に関する質問を2つ設け、評価を行ってもらった。2つの質問のうち、1つは予測結果が掲載されている部分の上部にある、予測結果についての説明が閲覧者にとって理解しやすいものであるかどうかという質問とした。もう1つは、サイトの上部にある「コロナ予報」の概要の説明文中のリンクからアクセスできるページに掲載されている、数理モデルについての説明が閲覧者にとって理解しやすいものであるかどうかという質問とした。

- 質問5「サイト内のレイアウトは見やすいものであると思いますか。」
- 質問6「サイト内の配色は見やすいものであると思いますか。」

次に、「コロナ予報」のデザインに関する質問を2つ設けた。「コロナ予報」のレイアウトおよび配色が、閲覧者にとって見やすいものであるかどうか、評価を行ってもらった。

- 質問7「「コロナ予報」を行動予定を立てる際の判断材料として日常的に使いたいと思いますか。」

最後に、「コロナ予報」の利用に関する質問を設けた。「コロナ予報」が閲覧者にとって、行動予定を立てる際の判断材料として機能するかどうか、評価を行ってもらった。



図 3.10 質問 1 のスクリーンショット

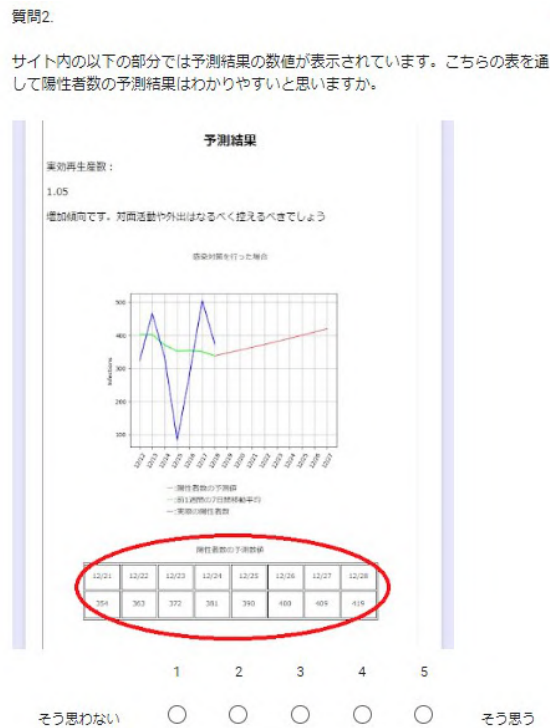


図 3.11 質問 2 のスクリーンショット

(※文責: 伊藤憲人)

質問3.

*

サイト内の以下の部分では予測結果について説明しています。こちらの説明はわかりやすいと思いますか。

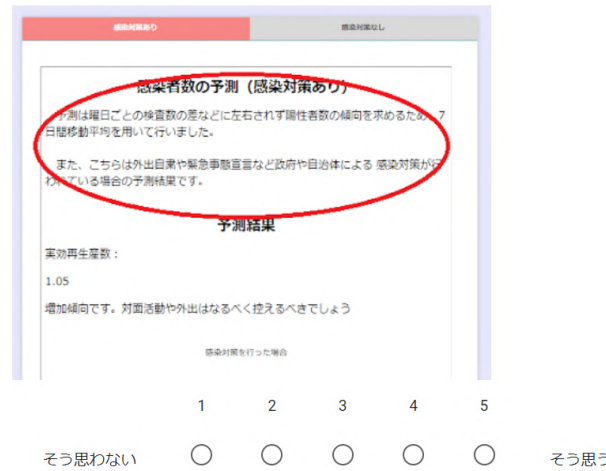


図 3.12 質問 3 のスクリーンショット

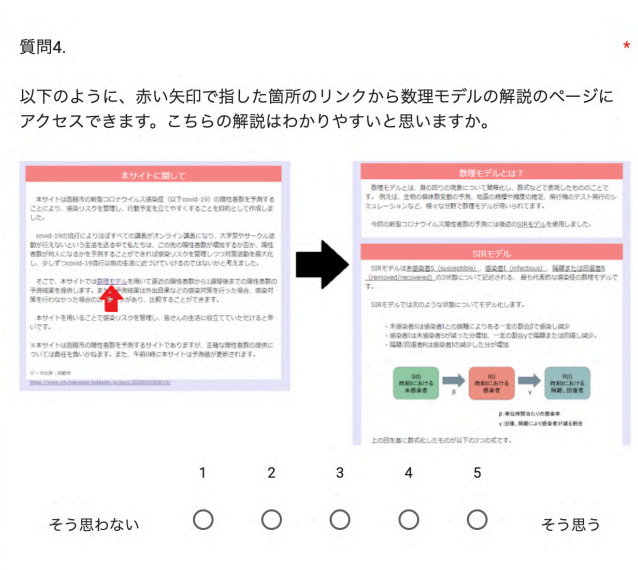


図 3.13 質問 4 のスクリーンショット

質問5.

*

サイト内のレイアウトは見やすいものだと思いますか。



図 3.14 質問 5 のスクリーンショット

質問6. *

サイト内の配色は見やすいものであると思いますか。

1 2 3 4 5

そう思わない ○ ○ ○ ○ ○ そう思う

図 3.15 質問 6 のスクリーンショット

質問7. *

コロナ予報を行動予定を立てる際の判断材料として日常的に使いたいと思いますか。

1 2 3 4 5

そう思わない ○ ○ ○ ○ ○ そう思う

図 3.16 質問 7 のスクリーンショット

3.2.3 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、ヒストグラムを作成すると以下ようになった。

- 質問 1 「サイト内の以下の部分では予測結果をグラフ化したものが表示されています。こちらのグラフを通して陽性者数の予測結果はわかりやすいと思いますか。」

平均値は $m=3.85$ 、標準偏差は $SD=1.12$ となった。

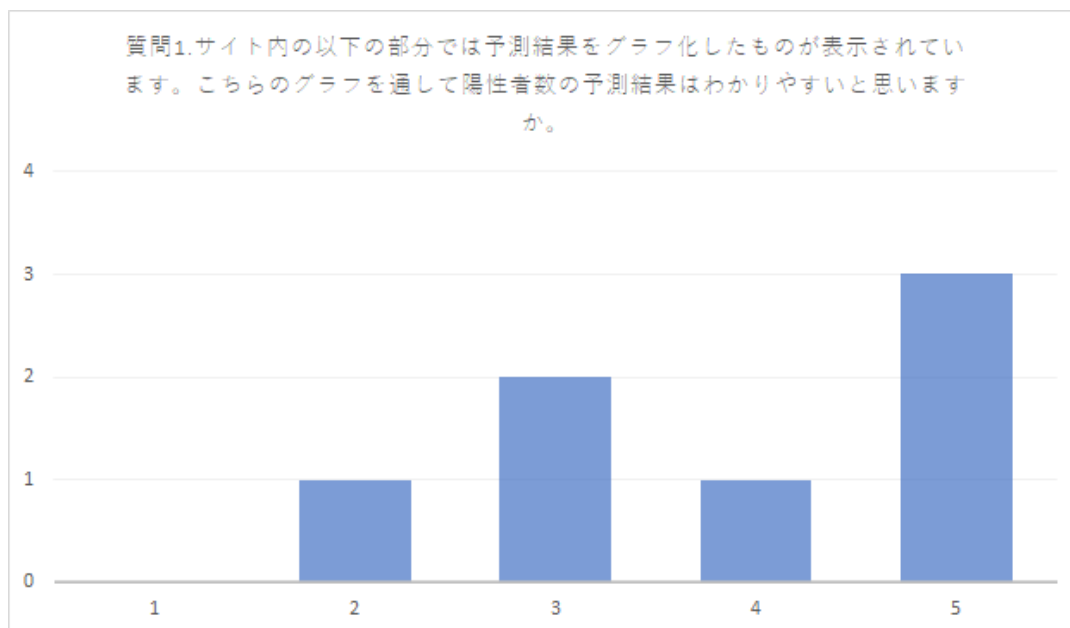


図 3.17 質問 1 の回答結果

- 質問 2 「サイト内の以下の部分では予測結果の数値が表示されています。こちらの表を通し

て陽性者数の予測結果はわかりやすいと思いますか。」

平均値は $m=4.0$ 、標準偏差は $SD=1.3$ となった。

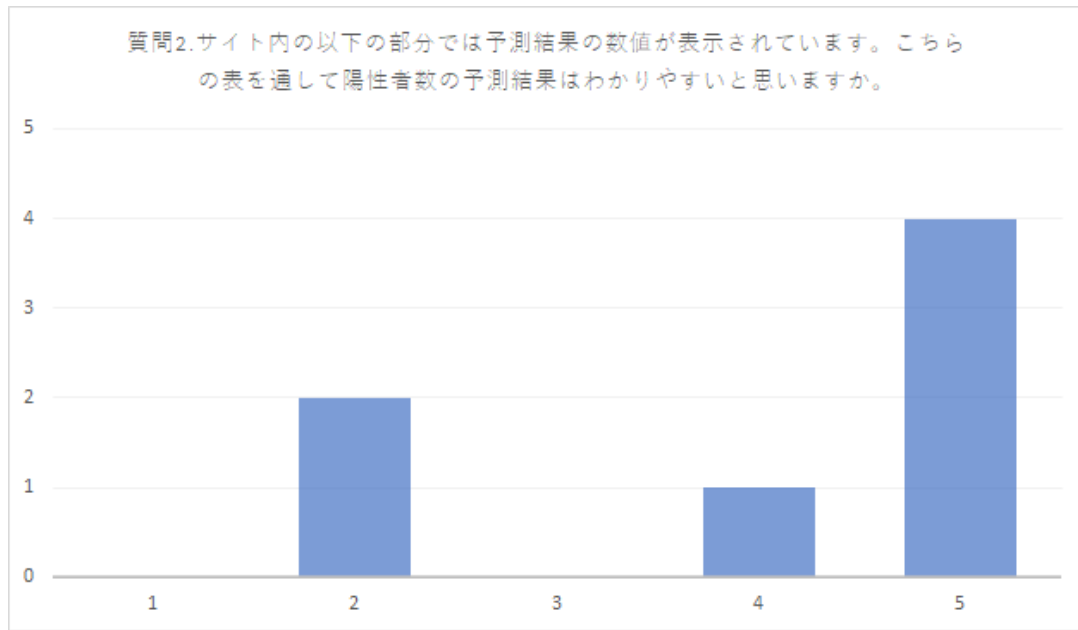


図 3.18 質問 2 の回答結果

- 質問 3 「サイト内の以下の部分では予測結果について説明しています。こちらの説明はわかりやすいと思いますか。」

平均値は $m=3.57$ 、標準偏差は $SD=0.49$ となった。

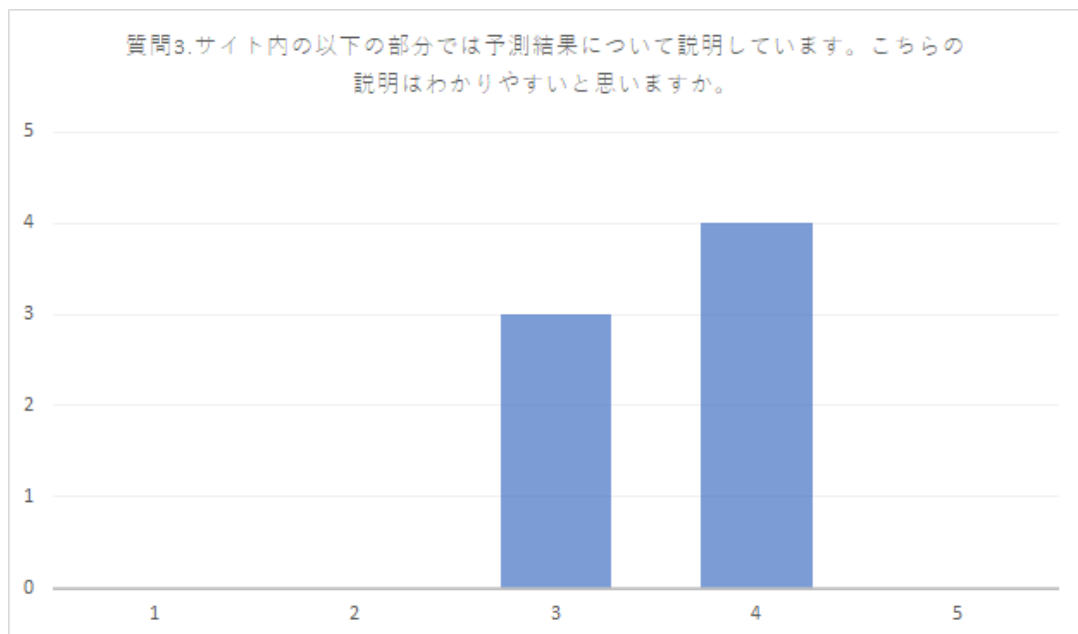


図 3.19 質問 3 の回答結果

- 質問 4 「以下のように、赤い矢印で指した箇所のリンクから数理モデルの解説のページにアクセスできます。こちらの解説はわかりやすいと思いますか。」

平均値は $m=3.85$ 、標準偏差は $SD=0.98$ となった。

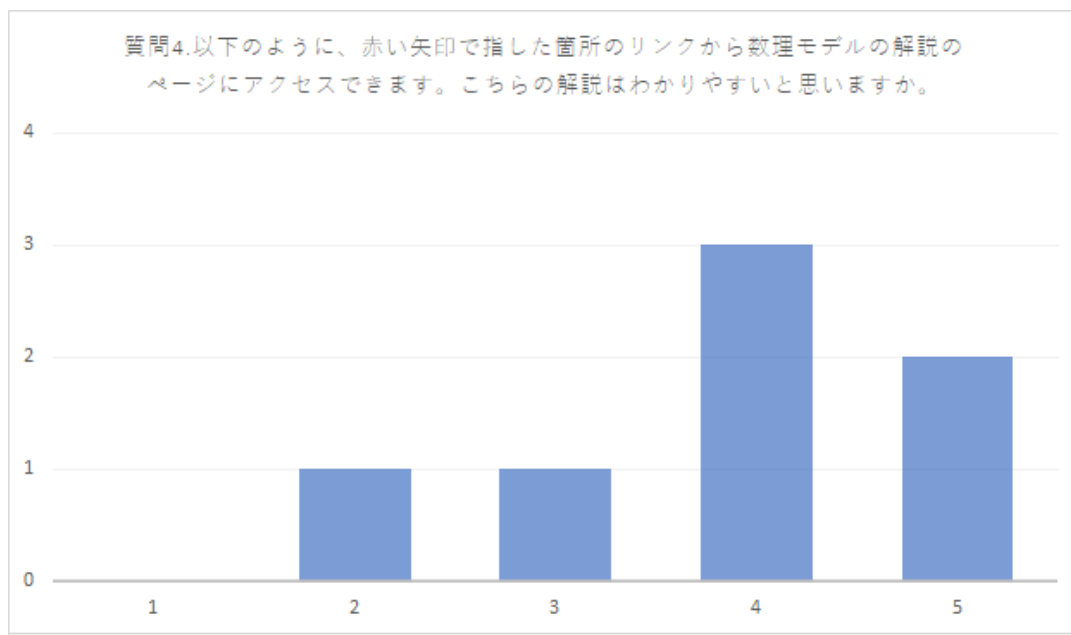


図 3.20 質問 4 の回答結果

- 質問 5 「サイト内のレイアウトは見やすいものだと思いますか。」

平均値は $m=3.57$ 、標準偏差は $SD=1.04$ となった。

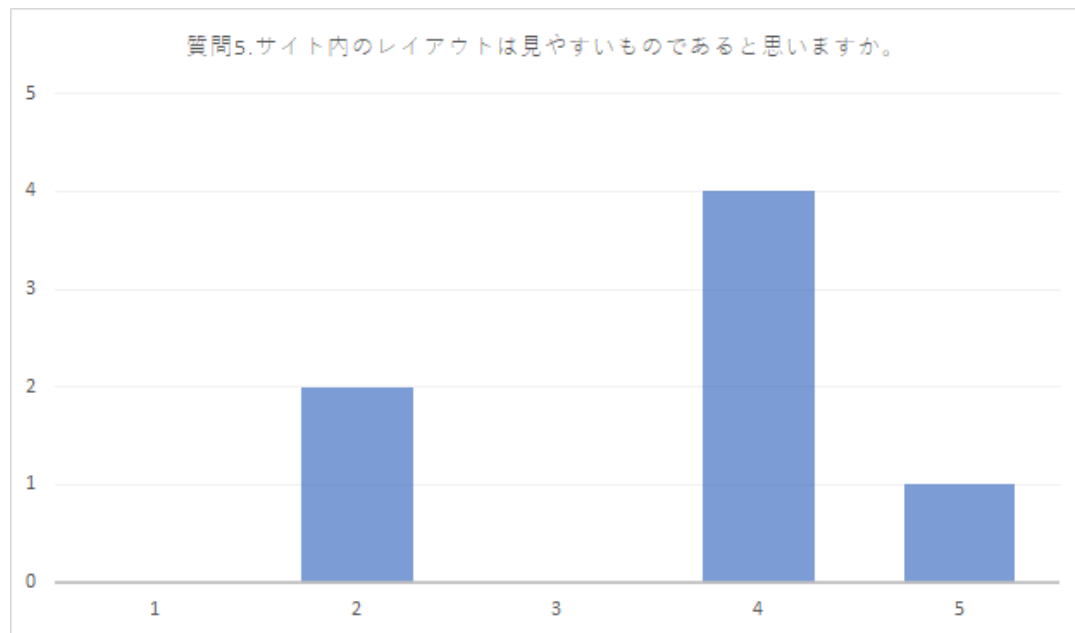


図 3.21 質問 5 の回答結果

- 質問 6 「サイト内の配色は見やすいものであると思いますか。」

平均値は $m=4.42$ 、標準偏差は $SD=0.72$ となった。

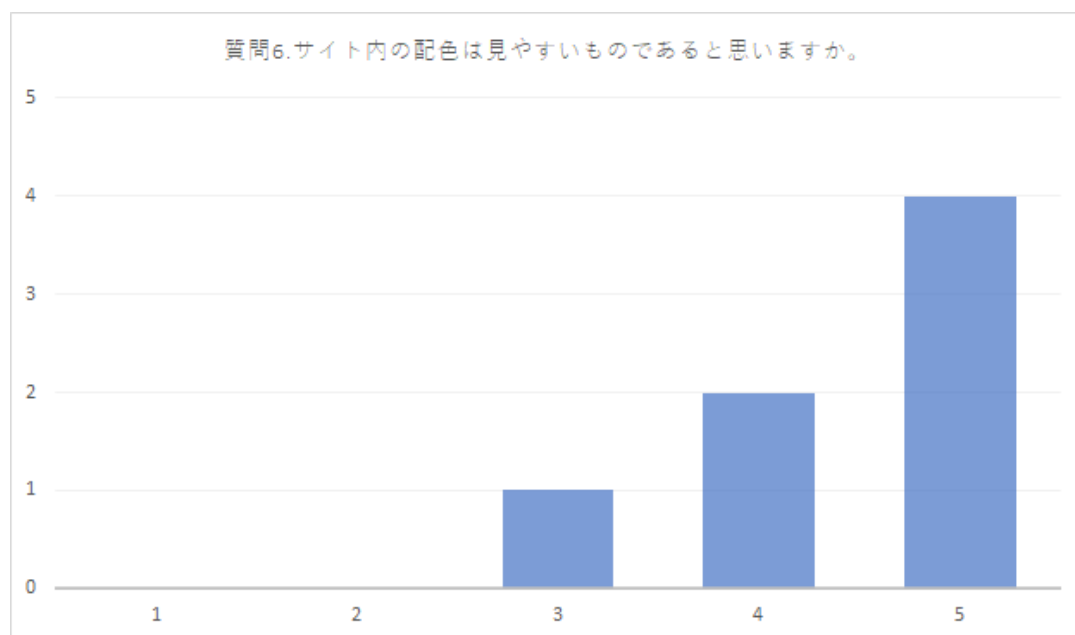


図 3.22 質問 6 の回答結果

- 質問 7 「コロナ予報」を行動予定を立てる際の判断材料として日常的に使いたいと思いますか。」

平均値は $m=3.42$ 、標準偏差は $SD=1.04$ となった。

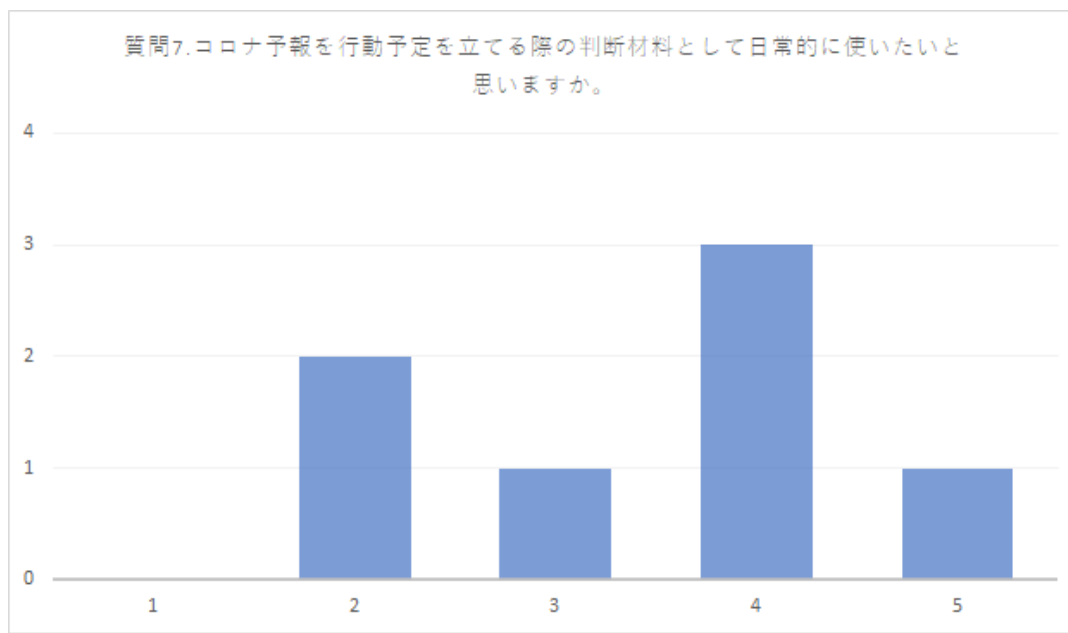


図 3.23 質問 7 の回答結果

また、いただいた意見は以下に記す。

- 本サイトに関してが下に行ったほうが、ページに飛んで見やすくいいと思いました。
- アイディアはとても面白く、まさに今使われるべきものだと思います。web サイトを開くのではなく生協アプリなどに組み込めば誰でも目にするのではないかと思います。
- サイトの配色やそれぞれの項目は見やすく良いと感じた。ただ、このサイトを日常的に利用する想定なら、サイトを開いてすぐ結果が見えるように配置するとより便利になるかなと思った。また、「陽性者数の予測値」のグラフが「前 1 週間の 7 日間移動平均」のグラフから伸びている理由をサイト内に記述しておく親切かと思った（初見だと移動平均の予測に見える。「移動平均の利用方法を記述する」や「予測値のグラフの色を実際の陽性者数の色に寄せる」、「移動平均のグラフを表示しないようにする」などでも解消される可能性はある）。

(※文責: 桑原瞭)

3.2.4 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 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り、回答の傾向からもばらつきがあることが捉えられる。よって、すべての人にわかりやすいグラフを作るために、意見で頂いたように 7 日間移動平均からグラフが伸びている理由を付け加えるなどの工夫を加える必要があると考えられる。

質問 2 に関して、平均値と標準偏差より質問 1 と比べて回答された数値に大きくばらつきがあり、回答の傾向から数値によって陽性者数の予測結果がわかりやすいと感じた人と分かりづらいつと感じた人がはっきりと分かれていることがわかる。よって、ただ数字を羅列するだけでは分かりづらいつと感じる人がいるため、特に陽性者が多い日には色をつけるなどの工夫をする必要があると考えられる。

質問 3 に関して、平均値と標準偏差より回答された数値にはあまりばらつきがなく、平均値を回

答者全体の意見として捉えることができる。よって、予測結果の説明に関して分かりづらいというわけではないが、まだ改善する余地があるということが考えられる。

質問4に関して平均値と標準偏差から回答に大きくはないが多少のばらつきがあり、回答の傾向から約7割の人から数理モデルの解説がわかりやすいと評価されていることがわかる。よって、数理モデルの説明部分を改善する必要はあまりないがもう少し詳細な説明を乗せるなど、数理に詳しくない人に向けた工夫をしても良いと考えられる。

質問5に関して平均値と標準偏差から質問4と同じく回答に多少のばらつきがあり、回答の傾向より回答が2以下である人の割合が28.5%、回答が4以上である人の割合が71.4%となっていることから、良い方と悪い方に二極化していることがわかる。加えて、いただいたコメントでも質問4の内容に触れるコメントを頂いている。このようなことからサイトのレイアウトに関して一番上に予測結果を表示することでサイトを開いてすぐに陽性者の予測が見れるというレイアウトに改善する、などの改善をしたほうが良いと考えられる。

質問6に関して、平均値と標準偏差から回答のばらつきはあまり大きくなく、平均が全体の意見と言っても良い。よって、サイト内の配色は見やすいものであるためこのままで良いと考えられる。

質問7に関して、平均値と標準偏差から回答に多少のばらつきがあることがわかり、回答の傾向から質問5と同じように二極化しているということがわかる。目的である「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」、ということを達成するためにはすべての人に日常的に使ってもらいたいと思ってもらわなくてはいけない。よって、今まで行ってきた考察や頂いた意見を踏まえてサイトを改善することですべての人に日常的に使いたいと思ってもらわなければならない。

質問に対する考察の中で触れなかった意見、感想について述べる。大学生協のアプリに組み込めばいいという意見についてだが、とても参考になる意見だが本サイトはあくまでWebサイトとして開発を行っているため組み込むのは難しいと思われる。しかし、URLを載せてもらう事によってより多くの人にアクセスしてもらう、などの工夫はできると考える。

(※文責: 江藤亘啓)

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、中間発表会当日の様子、教員の方々や学生からいただいたフィードバックについて振り返る。

(※文責: 桑原瞭)

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制作することにした。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。そこから、プロジェクトメンバーをポスター班の桑原とスライド班の浅野、伊藤、江藤、佐藤に分割して作業を行った。ポスター班では桑原が Adobe Express と Adobe Illustrator を用いてポスターを制作した。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最終的に図表を多く取り入れたポスターを完成させた (図 4.1)。スライド班では、はじめにスライドと文章を並行して作っていたが、教員からのフィードバックでスライドの枚数が 30 枚ほどでは多いことがわかり大幅に修正する必要がある。その後、スライド 1 枚 1 枚に対する説明を丁寧にする事でスライドの枚数を減らすことができた。教員からのフィードバックと本プロジェクトのメンバー全員のフィードバックを繰り返すことで発表会前日に最終的なスライドを完成させた。

(※文責: 江藤亘啓)

[2022 中間発表] No.20 担当教員 田中吉太郎 Yoshitaro Tanaka 寺井あすか Asuka Terai アドバイザー 美馬義亮 Yoshiaki Mima 宮本エジソン正 Edson T. Miyamoto

数理モデリングプロジェクト

Mathematical Modeling Project

浅野雄太 Yuta Asano 伊藤憲人 Kento Ito 江藤巨啓 Nobuhiro Eto 桑原瞭 Ryo Kuwahara 佐藤遊 Yu Satou

■ 本プロジェクトの目的 Project Objectives

オンラインでの講義
online lectures

対面活動の機会を最大化したい!

→

We want to maximize opportunities for face-to-face activity!

対面での講義
face-to-face lectures

■ 最終目標 final goal

「コロナ予報」サイトを作成し未来大学の対面活動を支援

To develop the "Covid-19 Forecast" website to support face-to-face activities of FUN

感染者数が予測できればリスク管理が可能!

If we can predict the number of infections, we can manage the risk!

■ 解析手段の確立 Establishment of Analytical Tools

4次のルンゲクッタ法

オイラー法における差分方程式 $y(x+\Delta x)=y(x)+f(x, y) \cdot \Delta x$ を以下の式で代用

Differential equation in Euler's method $y(x+\Delta x)=y(x)+f(x, y) \cdot \Delta x$ is substituted by the following equation

$y(x+\Delta x)=y(x)+\Delta x \cdot$
 $(k1+2 \cdot k2+2 \cdot k3+k4)/6$
 $k1=f(x, y)$
 $k2=f(x+\Delta x/2, \Delta x/2 \cdot k1)$
 $k3=f(x+\Delta x/2, y+\Delta x/2 \cdot k2)$
 $k4=f(x+\Delta x, y+\Delta x \cdot k3)$

ロジスティック方程式 $du/dt = u(1-u)$ の近似解を求め、下記のグラフを得た

Logistic equation $du/dt = u(1-u)$ is approximately analyzed in this way, the following graph is obtained

■ 感染症の数理モデル Mathematical Models of Infectious Diseases

SIRモデルと概念図

$dS(t)/dt = -\beta S(t)I(t)$
 $dI(t)/dt = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t)$
 $dR(t)/dt = \gamma I(t)$

S: 感受性者
I: 感染者
R: 回復者、隔離者
 β : 感染率
 γ : 感染者の減少率

S: 感受性者

β

I: 感染者

γ

R: 回復、隔離者

再感染を考慮したい

Want to consider reinfection

パラメータ β , γ の設定を変化させることによって、感染症が流行する様子をさまざまに記述することが可能

By varying the settings of parameters β and γ , we can describe different states.

今回は、パラメータ β と γ は感染者数から逆算的に決定したが、今後は解析的に決定していく必要がある

The parameters were determined backward from the number of infections. In the future, they need to be determined analytically

■ 函館のコロナの現状 Current Status of Covid-19 in Hakodate

東京都と函館市の1万人あたりの感染者数

この感染傾向をSIRモデルで This infection trend can be expressed by the SIR model as

初期値: 6/1の感染者数84人
得たい結果: 7/1の感染者数12人
一致はしたものの...

Initial state: 84 infections on June 1
Target prediction: 12 infections on July 1
The modeling matched the prediction, but...

GW前の感染傾向は似ている

Before GW, infection trends are similar.

GW後は函館で感染者が増加

After GW, the number of infections increased in Hakodate

観光客の増減は重要な要因

Increase/decrease in tourists is an important factor

$\beta = 0.09, \gamma = 0.16$

■ 今後のスケジュール Schedule

	8月	9月	10月	11月	12月
モデル作成					
コロナの調査					
Webサイト作成					
成果発表					

「コロナ予報」を作成していくにあたり、コロナの特徴についてさらに調査し、函館市の感染者数を精度よく予測することに特化した独自のモデルを作成し、ユーザーデザインに配慮したwebサイトを作成していく

In creating the "Covid-19 Forecast," we will further investigate the characteristics of Covid-19, create a unique model dedicated to accurately forecasting the number of infections in Hakodate, and create a website that takes user-centered design into consideration.

図 4.1 中間発表で使用したポスター

4.2 当日

7月8日（金）の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。発表は浅野、江藤、佐藤の 3 人で分担した。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 2.5.3 に記載する。

（※文責: 佐藤遊）

4.3 発表評価について

中間発表会に関するアンケートを Google フォームを通して行った。中間発表会を行った際に、評価アンケートを行うサイトを用意し、記入してもらった。アンケートの項目は、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、自由記述によるコメントである。発表技術についての評価の有効回答数は $N=44$ 、平均値は $m=8.34$ 、標準偏差は $SD=1.03$ であった。図 4.2 は発表技術に関する評価結果のヒストグラムである。

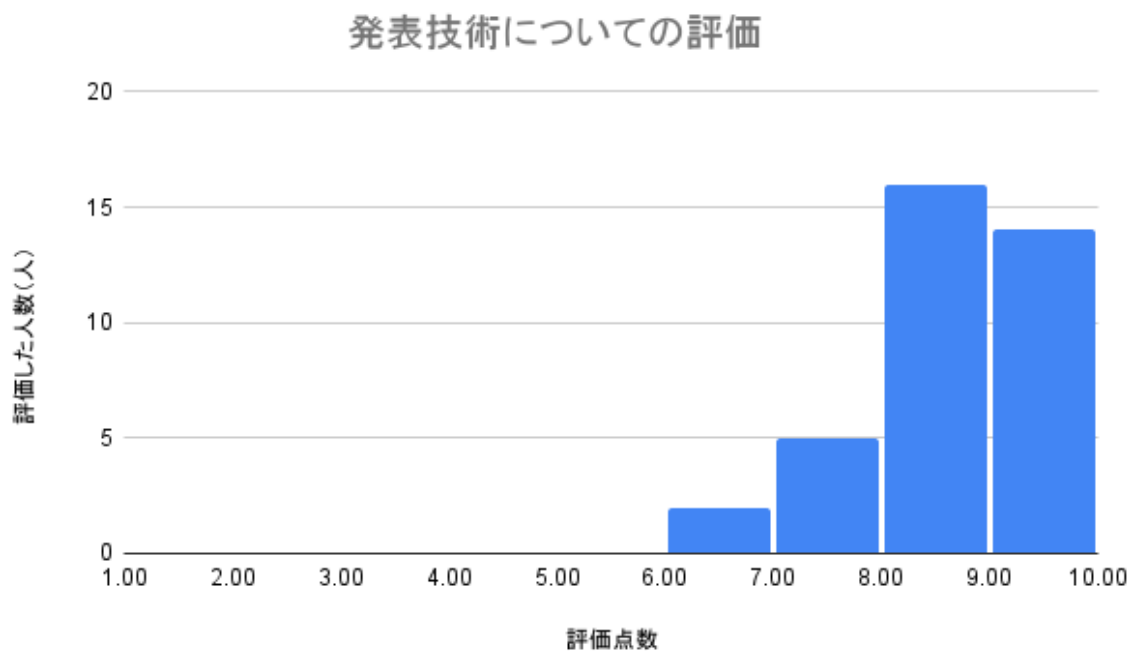


図 4.2 発表技術についての評価のヒストグラム

また、発表内容についての評価の有効回答数は $N=44$ 、平均値は $m=8.0$ 、標準偏差は $SD=1.20$ であった。図 4.3 は発表内容に関する評価結果のヒストグラムである。

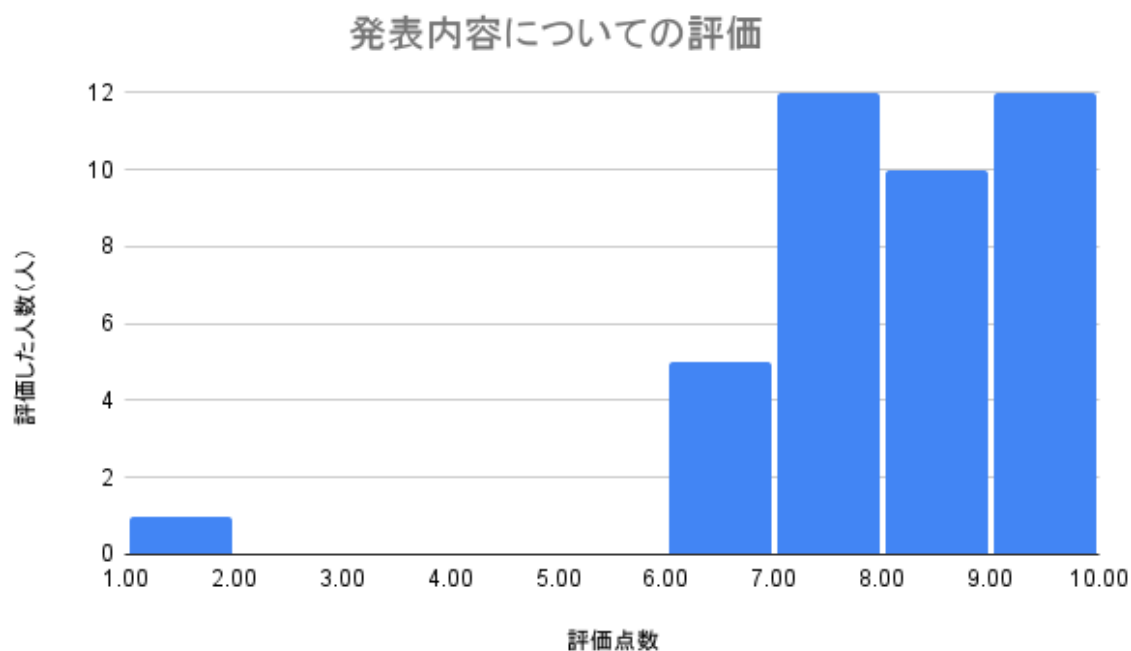


図 4.3 発表内容についての評価のヒストグラム

加えて、発表技術および発表内容について自由記述で記入してもらったコメントを抜粋し、良かった点、悪かった・指摘いただいた点について分けて以下に記す。

発表技術についてのコメント

良い点

- スライドはグラフや数式を交えて、詳細がわかりやすいように補足を加えていたので非常にわかりやすかった。発表スピードも丁度よく、場所にも恵まれて聞きやすく落ち着いて進行できたと感じた。
- スライドを使って、順を追って数理モデルを説明していた。数学が得意じゃない自分にとってもわかりやすい説明だった
- しっかりと観客の方を見ていてよかった。
- 指差しの手を使っていたり、指差しをしながらお話していたのが良かった
- ジェスチャーも多く行っていたので大事なポイントがわかりやすかったです。
- 座れたのでゆっくり見ることができた
- スライドも見やすく、専門的な内容を知らない人でもわかりやすかった
- 難しい内容ながらわかりやすく説明されていたと感じました。また、質疑などで分からない、まだ調べていないことを明言していたのも好印象です。中間発表ですし、前向きなアドバイスとして受け入れ、今後の活動に活かしていく姿勢が見られたのはとても良かったと思います。

改善点

- マスク越しの発表だったのでもう少し声を張ってほしかった。(スライドを指し示すとき文字等に腕が被っていたため)
- 数理モデル内の β や γ と言った値が何を示すのか聞いているうちに忘れてしまうことが

あったので、常に値の意味を表示してもらえたらもっと理解しやすかったように思う。

- 口頭で得られる情報のほとんどがスライドの内容と同じだったため、資料以外の話も聞きたかった。
- せっかくポスターがあるのだから、うまく連動したらよいのでは？ (メインポスター)
- 一人で通して発表してほしかった。
- 聞いている人の方を向けている人もいたが、聞いている人よりもスライド側に体が向いている人がいました。

発表内容についてのコメント

良い点

- ゴールに向けて活動している形が見えており、内容自体も非常に興味深かったです。学会発表を聞いているようでした。
- モデルをつかって実際のデータとの当てはまりを検証しているのは素晴らしい
- コロナの感染状況を数学で予測して大学での対面活動の機会を最大化していく、ということにとっても魅力を感じた。
- 使い方やモデルの改善により、非常に社会的に影響を与えるモデルとなりそうです。とても興味深いと思いました。
- 説明もわかりやすかったです。実際に利用可能段階まで行ってほしいと思ったプロジェクトでした。
- 専門用語など一般人が分かりづらい内容を分かりやすく説明してて良かったと思います。
- 実際の予測結果が示されている等視覚的に理解しやすかった
- 現段階ではとても満足レベルだったと思う。改良した数理モデルやベータの推定方法を発表できたら尚良い。
- パラメータをどのように改善するかを示していることが良いと思いました。
- どのように函館の感染者を推測したのかははっきりとわかってよかった
- 数式のどこの部分がどのような意味をなしているかが分かり易い

改善点

- 他にも感染者数予測をしている例はたくさんありますので、どのようなモデルが使われている、それとどう差別化していくのか（むしろ、函館ではどのように変更しないといけないのか）を明確にできるとよりよいプロジェクトになると思います。
- 遠いゴールに対しての第1歩目となるような活動をしているように見えているので、「予報の結果をどう活かしてもらおうのか」というストーリーをもう少し具体化できるとよいなあと感じました。
- もう少しパラメータの設定を諸条件を予測して設定してやることでいい結果が生まれると思いました。
- webサイトのプロトタイプがあると今後のサービスについて想像しやすかったです

(※文責: 桑原瞭)

4.4 頂いた質疑応答などに対する考察

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後、いただいた質問とフィードバックについて議論した。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の際に留意したい。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、函館市の感染者状況に合わせたパラメータの設定に関して、感染者数からパラメータを日々得ることにより精度の高い感染者数の予測ができるのではないかと考えた。また、函館市に合わせたパラメータ設定の他に、対面活動を増やすと感染リスクが上がることをモデル内で考慮する必要があることがわかった。後期はこの意見を参考にして函館市に特化したモデルを作成していきたい。

(※文責: 桑原瞭)

4.5 前期の活動まとめおよび後期の展望

本プロジェクトでは「陽性者数を可視化することで感染リスクの管理に役立つ成果物を作成し、未来大学の対面活動の最大化を図る」という目的を達成するため、前期の活動として 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」をはじめに行った。これらの活動で得た数値計算や数理モデルの知識と「函館市の感染状況における調査」で得た知識から函館市の SIR モデルを構築し、中間発表会に参加した。しかし、中間発表会の段階ではパラメータの解析的な設定が定まっていないなど、函館市の SIR モデルを構築するためには知識が足りていないと考えた。そこで、後期は SIR モデルの具体的なパラメータの設定方法を精査することとした。さらに、函館市の感染状況の調査範囲の期間を拡大し、函館に適したパラメータを設定できるよう函館市の感染状況の知識を深める。そして、中間発表会では、「対面活動を増やすと感染リスクが上がることは考慮されているか。危険性を考慮したモデルがあれば安心なのではないか」という指摘があった。このことも踏まえ、予測の精度を高め、よりの確な支援ができるよう活動していくこととした。

(※文責: 浅野雄太)

第 5 章 成果発表会

12月9日に開催されたプロジェクト学習の成果発表会にて、本プロジェクトの活動と成果物について発表した。本章では発表会までの準備、発表会当日、発表を通していただいたフィードバックについて述べる。

(※文責: 佐藤遊)

5.1 成果発表の準備

本プロジェクトは成果発表会において、おもにスライドを大型スクリーンに映して発表を行うこととした。ポスターは発表内容の補助として機能するように作成することとした。効率的に作業が行えるようにグループを分割して、スライド作成班に浅野、伊藤、江藤、佐藤の4名、ポスター作成班を桑原の1名を配置し、発表資料作成を行った。スライド作成班は、まず第一に活動内容が伝わりやすいアウトラインを作成するために「活動の背景」、「目的」、「調査から分析した現状の問題点」、「問題解決のために作成した成果物について」、「結論」の5つの要素に発表内容を切り分けし、アウトラインを作成した。この段階では成果物に対する評価実験ができていなかったため、発表内容には含まれていない。次に、発表スライドを10枚ほどにまとめるように内容を調整し、スライドとスピーカーノートを作成した。スライドを10枚ほどにした背景には、中間発表でのスライド作成の際、スライドの枚数が多すぎるとスライドの切り替わりも早くなるため、内容がつかみにくいと担当教員から指導いただいたことを反映させた。最後に、メンバー間で相互フィードバックをした後、担当教員からフィードバックをいただき、スライドの細かな修正などを繰り返し行い、発表会の前日にスライドが完成した。また、発表練習についてはスライドが完成した発表会前日の活動時間外に行った。ポスター作成班は Adobe Illustrator を使用し、スライドの発表内容に合わせて成果物の機能について重点的に説明したポスターを作成した。ポスターに関してもスライドと同様にメンバー間で相互フィードバックを行った後、担当教員からのフィードバックをいただき、修正を繰り返して可能な限り修正を行った。ポスターについても前日に印刷が完了した。(図 5.1)


(※文責: 桑原瞭)

[2022 成果発表] No.20 担当教員 田中吉太郎 Yoshitaro Tanaka 寺井あすか Asuka Terai アドバイザー 美馬義亮 Yoshiaki Mima 宮本エジソン正 Edson T. Miyamoto


数理モデリングプロジェクト

Mathematical Modeling Project

浅野雄太 Yuta Asano 伊藤憲人 Kento Ito 江藤巨啓 Nobuhiro Eto 桑原暁 Ryo Kuwahara 佐藤遊 Yu Satou




■本プロジェクトの目的 Project Objectives



オンラインでの講義
online lectures

対面活動の
機会を最大化
したい!




対面での講義
face-to-face
lectures

We want to maximize opportunities for face-to-face activities!

■最終目標 final goal

「コロナ予報」サイトを
作成し未来大学の
対面活動を支援

To develop the "Covid-19
Forecast" website to
support face-to-face
activities at FUN



感染者数が予測
できればリスク
管理が可能!

If we can predict
the number of
infections,
we can better
manage the risk!

■感染症の数理モデル Mathematical Models of Infectious Diseases

SIRモデルと概念図

$$dS(t)/dt = -\beta S(t)I(t)$$

$$dI(t)/dt = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t)$$

$$dR(t)/dt = \gamma I(t)$$

S(t) : 感受
性者
Sensitized person

I(t) : 感染者
Infections

R(t) : 回復、
隔離者
Recovering and
quarantined persons

β : 感染率
infection rate

γ : 感染率の減少率
Decrease in the number of infections

■成果物の詳細 Details of Deliverables

“コロナ予報”の機能紹介

函館市のコロナ感染者数を予測する
Webサイト“コロナ予報”を紹介
Introducing the "Covid-19 Forecast," a
website that predicts the number of
covid-19 infections in Hakodate City.

■予測に使用した数理モデルについて紹介

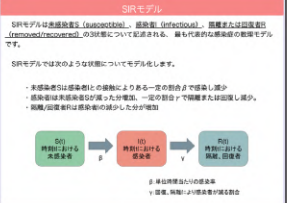
Introduction to the mathematical
model used for forecasting

SIRモデル

SIRモデルは感染状態 (susceptible, infected, removed/recovered) の3状態について記述される。最も代表的な感染症の数理モデルです。

SIRモデルでは次のような状態についてモデル化します。

- ・感染状態は感染数に比例して一定の割合で感染し減少
- ・感染状態は回復率に比例して減少
- ・回復/隔離状態は感染数の減少に比例して増加



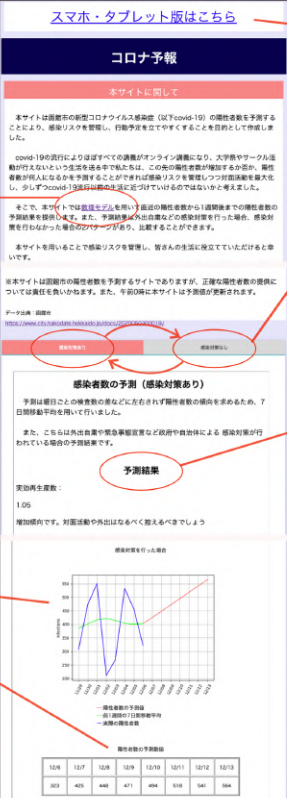
■今後の流行傾向の可視化

Visualization of future trends

向こう1週間の陽性者数をグラフと
表の2つで表示し、傾向をイメージ
しやすい形にした

The number of infections over the next
week is displayed as a graph and a table
to help the reader visualize the trend

スマホ・タブレット版はこちら



■PC版とスマホ、タブレット版の2つを切り替え可能

Switchable between PC and
smartphone or tablet versions

■感染対策の有無を切替可能

Switchable with or
without infection control

感染対策をした場合としなかった場合
とで比較できるよう、タブでページが
切り替えられるようにした

Tabbed pages for comparison between infection
control and non-infection control

■実効再生産数に応じた流行状況の評価、対面活動へのメッセージ

Evaluation of the epidemic situation according
to the number of effective reproductions,
messages to face-to-face activities

実効再生産数の値は、1.0以上が感染症の流行
拡大を意味し、この数値に応じて対面活動
の可否に関するメッセージを表示する

The value of the effective reproduction
number, where a value of 1.0 or higher
indicates the spread of an infectious disease
epidemic, and a message regarding the
availability of face-to-face activities is
displayed according to this value

■総括と今後の展望 Summary and Future Prospects

目的の達成度について

PWGの田中先生に成果発表会を
対面で行うかどうかの判断材料と
して使用していただいた。

Mr. Tanaka of the PWG used the results
presentation as a basis for deciding whether
or not to hold a face-to-face meeting.

今後の展望

- ・ Webサイトの評価実験を実施
- ・ SIRモデルの精度向上
- ・ Conduct website evaluation surveys
- ・ Improve accuracy of SIR model

WebサイトのQRコード

“コロナ予報”はこちらか
らご覧になれます

Click here to view the
"Covid-19 Forecast".




図 5.1 成果物発表で使用したポスター

5.2 当日

12月9日(金)に成果発表会が行われた。本プロジェクトもデルタビスタにて後半タームで3回発表を行い、そのうち2回を佐藤、1回を江藤が担当した。前半タームで同じ発表場所で発表したプロジェクトから大型スクリーンをお借りし、スライドを映して発表を行った。デルタビスタが縦長の発表場所であるという特徴を生かし、ポスターを発表観覧席の手前入り口側に配置することで発表前にポスターを見れるようにし、概要を把握してもらう工夫ができた。当日の発表に関するフィードバック、評価については5.3および5.4にて記載する。

(※文責: 桑原瞭)

5.3 発表評価について

成果発表会に関するアンケートをGoogleフォームを通して行った。学生と教員を含む36名の回答を集計した。また、評価項目は発表技術についてと発表内容についての2点であり、10段階評価とコメントを受けた。また、アンケートの結果として、発表技術の評価の平均は7.42(有効回答数 $N = 36$ 、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8.06(有効回答数 $N = 36$ 、標準偏差 $SD = 1.52$)であった。発表技術についての評価と人数のグラフを図5.2に、発表評価についてのグラフを図5.3に示す。また、得られたコメントを以下に列挙する。

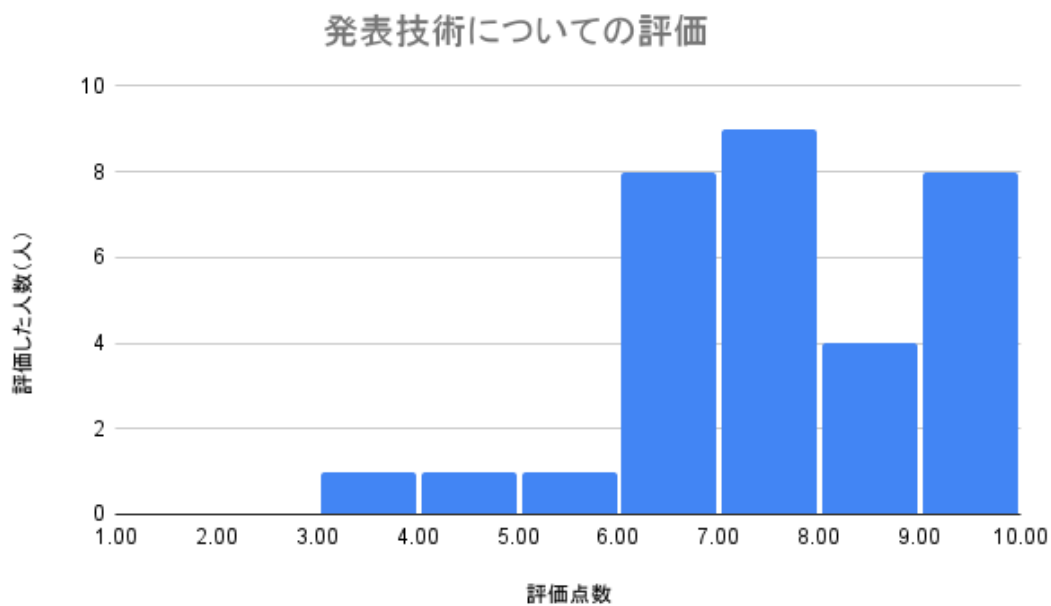


図 5.2 成果発表会の発表技術についての評価のヒストグラム

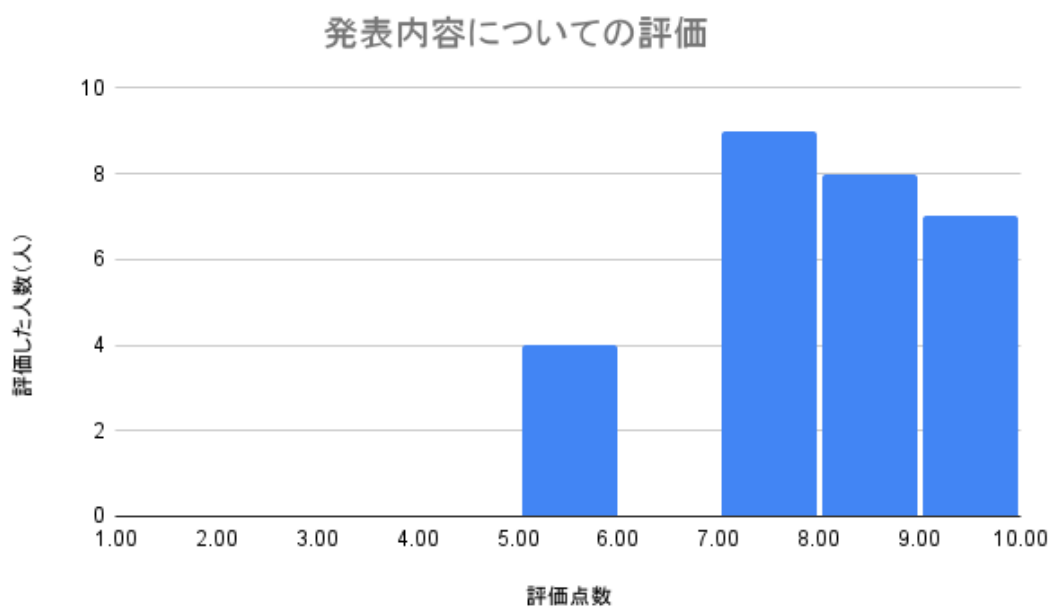


図 5.3 成果発表会の発表内容に関する評価のヒストグラム

発表技術についてのコメント

良い点

- スライドがわかりやすい
- 出典がかかれており、スライドをしっかり作っていることが伺える
- 話している内容に伴うスライドの細かな変化があることで今話している話題が理解しやすい
- 発表はジェスチャーがあり、わかりやすかった。
- 人に伝えようとしている努力が伝わりました
- プロジェクターを使った分かりやすい発表だった。

Mathematical Modeling Project

- この数理モデルできること4つを、説明するときにスライドが変化するのがよいと思った。発表の際に、メモなどに頼らず自分の言葉で発表していたのがすばらしかった。
- 内容的に文章が多くなりそうだったが、イラストやグラフを使う努力が見られた
- スライドや声がわかりやすく良かった
- ハキハキと話していて聞きやすかった。
- デルタピスタの特殊な形を導線に上手く生かしていた。初めにポスターを見せ、広く距離の取れた椅子に座ることで落ち着いて発表を聞くことができた。
- 原稿なしで喋っていたのがよかった。質疑も良し。
- モデルについてわかりやすく説明されていて良かった。
- 対面での発表会を例に説明するのよかったです。実際の計算の説明があつてよかった。
- 台本を見ずに、聴き手に向けて発表していた。
- 難しい数式や変数についても適宜説明があつたため、スライドの理解に困ることがなくて良かったと思います
- 話してる時に画面内転移がうまく使われておりわかりやすく感じた。
- 発表の構成はわかりやすく、目的やその目的に向けたアプローチも明確に説明されていました。素晴らしかったと思います。
- 非常にわかりやすい説明でした。

改善点

- 声が小さい
- 質問対応の際に声が小さくなって自信が無さそうだったので、本当に合っているのか心配になった。
- マスク越しだったので少し声が小さく感じた。聴衆に視線が向けられていたが、視線が向いている場所が一定だったので気になった。
- 質問に対して自信を持って答えられるとより良いと思います。
- 聴衆に伝えるべき情報をもう少し取捨選択すべきだと思いました。
- もう少し声量を大きくして欲しいです。
- 一見難しい専門的な単語がわかりやすく説明されていた。しかしすぐに忘れてしまうので、スライドの片隅にずっと置いておくなどしてほしい
- 残りのメンバーも発表に参加するべきだと思う、勿体無い。
- また実際に作成した Web サイトを見てもらいながら説明したら、対面形式である利点が最大化されると感じた。
- もう少し声を張ると尚良い。

発表内容についてのコメント

良い点

- さまざまな観点、手法で数理モデルを作成していて良い
- 今後の増加傾向を予測し可視化している点が素晴らしい
- 今日の対面活動に繋がったり、実際に活用されていて素晴らしいなと思いました。
- 具体的なデータの参照が具体的であり、理解しやすかった。
- 実際にサイトとして使用していくという考えは素晴らしいと思いました。
- 目的と行ったことの繋がりがわかりやすかったです

- 最近またコロナウイルス感染者が増加してきているので、このプロジェクトの知識が十分に生かせると思った。
- 今年度の成果物発表会がなぜ対面で実施できたか、という今年度ならではの話題が発表に含まれていたのが良かった。
- 実際に WG 長の先生がサイトを利用してもらい、対面で行うかどうかの判断材料にされたというのに驚いた。
- 数理モデリングについてはあまり詳しくありませんが、比較的わかりやすい導入で抵抗感がありませんでした。
- 数理モデリングについて分かりやすかった。動機と目的がハッキリしていて良かった。
- モデリング難しそうであったが、よくプロセスが練られていた。
- 身近な出来事 (新型コロナ) に絡めたプロジェクトで、興味を惹かれた
- 今後の感染症対策としたら大いに役立つとても良い成果物になりそうで素晴らしいと思います。
- 流れがしっかりしていてわかりやすかったです。
- 目標が明らかであり、それを達成したことも明らかだったのでわかりやすい発表だったと思う
- 初めて聞くワードの説明が丁寧で分かりやすかった。
- 難しい内容であったが、初めにどう言ったものなのかの説明がなされていてよかった。
- コロナ感染者の増減の傾向がグラフや数値で見やすく実用性のある成果物だった
- 実際に使ってもらうところまで達成できていて、完成度が高いなと感じた。
- 成果物の数理モデルが実際の意思決定に役立っていてすごいと思った
- モデリングをするだけでなく、その結果を用いたウェブサイトの作成まで行っている点が良かった。
- 実用的な機能が備わっていて面白いと感じた。グラフを使う説明により説得力とわかりやすさがあった。用語の説明も簡潔で良かった。感染者数の増減を実効再生産数から求め、それを判断材料に対面活動を推奨する手法をとっていて良い方法だと感じた。もう少し良い判断材料が追加で準備できるとさらに精度が増すのではないかと考えました。
- sir モデルの精度向上は中々難しいと思いますが、頑張ってください。
- 数理モデリングを行うにあたって使用される単語を説明しながら進めてくれたので、理解しながら発表を聞くことができた。
- 数理モデルという未来を予測するものを利用して、コロナ感染者数を予測するという数理モデルの利点を利用した成果物になっていて良いと思いました
- 実際の数値と近い値で出来たということで、素晴らしいと思います。サイトについても見やすかったです。
- とても良かった。
- 学会発表も期待している
- プロジェクトの成果が今回の成果発表会の対面実施の可否の判断材料として使われた、という点はとても強いと思いました。素晴らしいです。

改善点

- 成果についてももう少し具体的に知りたかった。函館市で使用することはきいたが、他の都市などで使用したり、他の場所でも使用できるように展開したら良いと思った。

- 作ったモデルの確認がもっとできていると良かったと思う。
- 本質的に困難な課題にチャレンジしていて、結果を見てもやはり困難だったのだな、という印象を受けました。
- ベータも可視化すると良いと思いました。また合っていたのかどうかもわかる機能があると良いです。
- もう少し良い判断材料が追加で準備できるとさらに精度が増すのではないかと考えました。
- 田中先生が今回の発表回で判断した時の予測値とか具体的な説明があると良いと思う
- 目標は、とてもよかったが、目標の達成度についての部分で、PWGの田中教授に判断材料として使用していただいたとっていたが、中間発表の時にも対面であったため、説得力があまりない。
- 田中さんのフィードバックが欲しい
- 達成したかがあまりわからない。
- 使ってもらったから達成なのか。
- 正直本当にわからない。
- 汎用性においては感染者数以外の用途も目を向けたらさらに実用性が深まると感じました。
- 性能を向上させる提案がどの程度の性能向上に寄与したのかを見える形で評価しているときさらに強かったと思いました。
- コメントを行いました。7日間の移動平均の7という数字の意味について言及するのもよいかと考えました。

(※文責: 浅野雄太)

5.4 発表評価の振り返り

得られたコメントから成果発表会を振り返る。

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スライドとモデル、数式についての説明が高評価を受けていた。しかし、発表の声が小さいこと、質疑応答の態度についてコメントを受けた。

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発表の構成、プロジェクトの目的設定、成果物が肯定的な評価を受けていた。だが、 β の可視化や判断材料の追加など成果物について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。数理モデルに詳しくない聞き手に発表内容を理解してもらえよう、準備段階から丁寧な説明を心がけていた数理モデルの部分、発表の構成についてはコメントに反映されていたためいい準備が出来た。しかし、指定された声の小ささ、質疑応答の対応態度への意識などは今後の発表でより留意して行うことが必要である。また、成果物の改善案より、利用者がどのような情報を求めているのかを考え成果物を改善していくことが必要だと考えた。

(※文責: 浅野雄太)

5.5 後期の活動まとめ

後期の活動は前期の活動を踏まえたパラメータの設定と「コロナ予報」の開発を行った。パラメータ β に関してはデータ同化のプログラムが完成し、 β の値を日々更新するという方針通りに開発することが出来た。 γ の設定は難航したが回復、隔離等による除去率という定義から二つ設定した。コロナ予報の開発では HTML 班とサーバ班に別れ作業を効率的に行うことが出来た。コロナ予報完成後、評価実験を行った。その結果、予測結果の説明、表示方法とサイトのレイアウトをより工夫する必要があることが分かった。そして、成果発表会でも発表、成果物共にご指摘いただき改善が必要であるとわかった。そのため、秋葉原 DX での発表までに修正を行なっていく。

(※文責: 浅野雄太)

第 6 章 まとめ

6.1 活動の総括

本プロジェクトでは函館市の新型コロナウイルス感染症の感染状況について調査を行ったところ、数理モデルを用いることで函館市の未来の陽性者数をシミュレーションし、それを基に対面活動の判断補助が行えると考えた。対面活動の判断補助を行うことにより感染リスクを管理しやすくなり、対面活動が最大化され、未来大生が安心してより充実した大学生活を送れるようになるのではないかと考えた。そのためプロジェクトの目的を「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」とし、活動を行った。

新型コロナウイルスの陽性者数の予測を行う上で基礎的な知識をプロジェクトメンバー全員で習得するため「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」を行った。

「Python による数値計算とシミュレーションについての輪講」では、常微分方程式及び偏微分方程式の近似解をプログラムによって得る技能を習得した。また、「SIR モデルについての輪講」では感染症の数理モデルの基礎的な知識と函館市に合わせた精度の高い予測をするためにはパラメータの工夫が必要であるなど活動の方針を得ることが出来た。

中間発表会では上記までの活動で函館市の SIR モデルを構築し、発表を行った。質疑応答では、「陽性者数から β を日々得ることができれば面白いものになるのでは?」、「対面活動を最大化するためのモデルとしての要素は加味されている?」などモデルに対してのアドバイスをいただいた。

中間発表会を終え、改めて函館市の新型コロナウイルス感染症の感染状況についての調査を範囲を拡大して行った。結果として函館市の陽性者数の増加には株の変化がかかっていると考察し、構築するモデルの β は陽性者の数から更新し続けるとした。

そして、 β の設定をデータ同化の手法を用いて行うとし、Python によってプログラムの作成を行った。また、もう一つのパラメータである γ は隔離期間を基準とした 1.0、療養機関を基準とした 0.14 とした。

また、モデルの構築と並行して成果物の詳細を決定した。陽性者数の予測結果をユーザーに閲覧、活用してもらうということから成果物を Web サイト「コロナ予報」として公開することとした。

コロナ予報の機能は主に 4 つであり

- 陽性者数の傾向をグラフで表示する機能。
- 数字として予測値を表示する機能。
- 陽性者数の傾向に応じて異なるメッセージを表示する機能
- 2 種類の予測データを表示する機能

である。これらの機能を提供し、陽性者数、及びその傾向の予測を示すことによって対面活動が可能かどうかの判断の補助を行おうと考えた。

また、評価実験もおこないコロナ予報を利用していただいた。その結果、予測結果のグラフや数

値の評価が2分され、色による視覚的な工夫などを行いさらにわかりやすくする必要があったと考えた。また、数理モデルなど普段扱わない専門的な要素の説明などの評価も十分とは言えず、さらに解説を加える必要があると考えられる。続けて、成果発表会時も β の可視化や判断材料の追加を行った方が予測の信頼度が上がるという指摘をいただいた。

一方で、「アイデアはとても面白く、まさに今使われるべきものだと思います。」という意見や「コロナ感染者の増減の傾向がグラフや数値で見やすく実用性のある成果物だった」という肯定的な意見もコロナ予報を見ていただいた方からいただくことが出来た。また、PWGの田中先生には成果発表会を対面でおこなうかどうかの判断基準の一つとして利用していただいた。小さな一歩ではあるが、「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」という目的をコロナ予報を対面活動を行うかどうかの判断基準の一つとして利用していただくことや評価していただいたことによって到達できたのではないかと考える。今後さらに未来大関係者に利用していただき対面活動の最大化に貢献していきたい。

(※文責: 浅野雄太)

6.2 今後の展望

本プロジェクトでは「新型コロナウイルス感染症によって制限されていた対面活動を最大化し、未来大生が安心して、より充実した生活を送れるように支援する」という目的のもと函館市の陽性者を予測するモデルを構築し、webサイト上に情報を掲載することが出来た。しかし、技術的な問題や時間の関係から実装を見送った機能がある。また、評価実験や成果発表会などのフィードバックから課題が浮き彫りになった。それらの課題について述べる。

まず、モデルのパラメータ γ についてである。本プロジェクトでは当初 γ の数値を β と同じように感染状況から逆算して日々値を更新しようとしていた。しかし、予測の精度がさがり断念した。現状では γ の定義から明確な理由を持ち、かつある程度の精度がある二つの数字を採用しているが、さらに精度を高めるため先行研究の調査が必要であると考えられる。

次に、長期間の予測の精度についてである。現状、一週間まである程度の精度で予測が出来ていたが1ヶ月、3ヶ月ほどになると全く違う予測結果が出てしまう。改善するためには長期間の予測に適したモデルを構築する必要があるが時間が足りず出来なかった。

また、予測結果と実際の陽性者数データを比較しパラメータ推定によるモデルの精度を検証する必要があったが、今回は一部期間での検証となったため、モデルの精度を正確に測ることができなかった。そのため、今後はモデルの精度を正確に検証し、その結果を踏まえて前述の課題に取り組む必要がある。

そして、前述した通り成果発表会と評価実験で得たフィードバックからWebサイトの更新が必要である。第一に予測結果の表示方法についてである。感染状況をわかりやすくするため陽性者が多い日には色を変えてわかりやすくする、3つの情報が集約されているグラフを各情報にフォーカスできるようにするなどの改善案が上げられる。第二に、サイト内の説明をわかりやすくすることである。これについては、説明、図表の追加を行い数理モデルに親しみやすくする必要がある。第三にサイトの構成である。現状のサイトの構成では一番上にサイトの説明があり、毎日利用していただくという観点からのデザインが出来ていなかった。そのため、対面活動の判断基準になるような情報を素早く確認できるようなサイトの構成にしていく必要がある。

Mathematical Modeling Project

以上の課題を解決しコロナ予報の精度、利便性、わかりやすさを高め感染リスク管理に貢献したい。

(※文責: 浅野雄太)

第 7 章 プロジェクト内のインターワーキング

7.1 浅野雄太

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運営を主に行い、輪講の資料の準備や函館市の感染状況の調査、パラメータの設定、発表会の準備も行った。ここではプロジェクトで行ったこと、そこから得られた学びを述べる。

プロジェクトの運営として行った活動は、プロジェクト活動の予定の考案と共有、タスクの管理、議論の進行である。

第一に、予定の決定と共有である。プロジェクト活動の時間を有効に活用するため、各プロジェクト活動前にプロジェクト活動時間内のスケジュールを slack を用いて共有し、プロジェクトメンバー全員に確認をもらうことで活動時間内にやることを明確化した。

第二にタスクの管理である。個々で行っている作業の内容、量、進行度を把握するため、Google スプレッドシートを用いてタスクの状態をメンバー把握できるタスク管理表を作成した。全員に協力して記述してもらいタスクの見える化を行うことが出来た。タスクの見える化を行うことによって作業が難航しているメンバーと個別に打ち合わせを行うなどの対処を取ることが出来た。

第三に議論の進行である。プロジェクトの方針を決める際や、個々で行った活動を共有する際など議論の際にはファシリテーターとして進行役を担った。

次に輪講の準備についてである。本プロジェクトでは Python による数値計算とシミュレーションについての輪講と SIR モデルについての輪講を行った。輪講は指定された部分を二人一組で行う形式であったためペアのメンバーと連絡を取り合いながら準備を進めた。

続いて、函館市の感染状況の調査である。感染状況の調査では主にデータの収集、グラフの作成、分析を行った。本プロジェクトでは函館市の感染状況の調査を 2 回行っており、1 回目の調査では江藤、佐藤がまとめてきたデータより考察を担当した。また 2 回目の調査では伊藤と共にデータの調査から分析を担当し、グラフの作成、考察を行った。

モデルの構築の際にはデータ同化の元となる 2 乗誤差を求めるプログラムの作成を行い、江藤に渡し完成させてもらった。また γ の設定が難航した際には江藤と協力して先行研究を調べ決定することが出来た。

そして、発表会で行った活動について述べる。プロジェクトリーダーという立場もありプロジェクトを広く浅く把握していたため、発表のアウトライン構成を担当した。その詳細を詰める際にメンバーと連携し、内容の齟齬が発生しないようにした。また、スライドの作成も担当した。スライド作成担当であった伊藤、江藤、佐藤と分担して作業を行い全体の流れがおかしくならないようお互いにフィードバックを重ねながらスライドを完成させた。中間発表時には、発表も担当した。プロジェクト内で発表練習を行い、悪い点を指摘してもらいながら改善することが出来た。

次にこれらの活動から得られた学びを述べる。

第一に学んだことは複数人での共同作業の運営方法、またその難しさである。前述したとおり私はプロジェクトリーダーで主にプロジェクトの運営を担当していた。そのこともあり議論の活発化やタスクの偏りの解消が活動中の課題であった。それらの試行錯誤を行う段階で複数人での共同作業の運営を上手く行う方法を学ぶことは出来た。一方で個人の各作業に対する適正などから発生す

るタスクの偏りを最後まで解消できなかったこともあり、次回このような長期間で行う複数人の共同作業があった際には今回の反省を生かし、はじめから各々の適正などを把握し均等にタスクを振り分けられるようになりたい。

第二に学んだことは他人へ情報をわかりやすく伝える方法である。プロジェクト活動中、他人に何か伝えるという機会が多々あった。例えば、輪講の活動や日々の活動内容の共有である。これらの中で良く起こったことは認識の齟齬である。それを解決するため情報を共有する際にはプロジェクターを使用することや、ホワイトボードや文章に残すことによって視覚的な補助を行うことで改善できることがわかった。また、他の機会として発表会や報告書があげられる。特に発表会の準備活動では、普段数理モデルなどに触れない方もいらっしゃるため図・表や説明をよく考えた。そして、発表構成を練る際にストーリーの重要性を学んだ。実際に発表構成などが評価され伝わる発表ができるようになったことを実感した。

第三に研究手法を学んだ。プロジェクト内では、先行研究やコーディングの知識などわからないことを調べる機会がよくあり自分が欲しい情報をどのように調べたら良いのかを学ぶことが出来た。また、データ収集や仮説の立案、そこからの考察という経験が出来たこと。評価実験ではアンケートの作り方を学ぶことが出来、終了後にも反省を行い改善案も考えることが出来た。これらの経験を卒業研究に活かしていきたい。

おわりに、全体を通した学びと反省点を述べる。リーダーとしての経験は今までに経験がなく最初はメンバーに迷惑をかけてしまった。しかし、教員の方や、グループメンバーの助けもあり修正することが出来た。そして、プロジェクト活動の中で一番成長したものは責任感であると考えます。一人の遅れや情報共有不足が全体に影響を及ぼし問題になることが多々あった。その経験から責任を全うするということの重要性が身に染みした。今後、今回のプロジェクトで得た経験を卒業研究や社会に出たときに活かしていきたい。

(※文責: 浅野雄太)

7.2 伊藤憲人

私はこの1年間プロジェクト学習を通して、様々なことを学べたように思う。ここでは私個人がプロジェクト学習を通して経験したことおよびその反省点について述べる。

前期ではまず、数値計算とシミュレーション、数理モデルに関する知識や技術を学ぶための輪講を行った。初めに、数値計算とシミュレーションを行うために数値計算のツールである Python に関する輪講を行い、次に数理モデルに関する輪講を行った。輪講では、1つの教科書を分割してプロジェクトメンバー内でそれぞれ担当を決め、1人ずつ順番に担当した部分について、板書と Python によるプログラミングを用いて詳細に解説する作業を、繰り返し行った。Python に関する輪講では、Python について解説した専門書である「Python による数値計算とシミュレーション」を教科書として使用し、数理モデルに関する輪講では、感染症に関する基本的な数理モデルである SIR モデルについて述べた論文である「感染症の数理モデルと対策」を教科書として輪講を行った。私はそれまで輪講というものをおこなったことがなく、数学も得意とは言えない方だったので、初めのうちは勝手がわからず、輪講の内容の理解も遅れてしまった。しかし、輪講を繰り返していくうちに、輪講の内容を効率よく理解することができ、教科書に載っている章末問題や先生から出題された問題を解くことが可能となった。反省点としては、自身が行う輪講の質があまりよくなかったことが挙げられる。板書をあまり積極的に行わず、段取りが悪いところが多々あったの

で、事前に準備を行う必要があったように思う。

前期では次に、中間発表およびその準備をおこなった。中間発表の事前準備では主に、スライドおよび原稿作りをおこなった。私はスライドを作った経験があまりなく、スライド作りに使用したツールである Google スライドの使用経験がなかったため、初めのうちは手探りの状態でスライドおよび原稿の作成に取り掛かった。しかし、スライド作成を繰り返していくうちに、Google スライドの仕様を少しずつ理解していき、Google スライドに備わっている機能を利用したスライドの作成をおこなった。反省点としては、スライドおよび原稿の作成に時間がかかってしまったことが挙げられる。また、スライド作りの他にも、函館と東京の陽性者のデータ収集をおこなった。この作業は中間発表の事前準備の他、夏季休暇中にもおこなった。

後期では、成果発表およびその準備をおこなった。成果発表の事前準備でも主に、スライドおよび原稿作りをおこなった。成果発表のスライド作成の際には、中間発表の事前準備の経験を活かして、段取り良くスライドを作成することができたように思う。最終的に作成した枚数は少ないながらも、中間発表の時に自身が作成したスライドと比べて、Google スライドに備わっている機能を十分に利用したスライドの作成をおこなった。反省点としては、原稿の作成に時間がかかってしまったことが挙げられる。最終的に他のプロジェクトメンバーに任せる部分があったほど原稿の作成に時間がかかってしまったため、プロジェクト活動時間外でも積極的に作業を行う必要があったように思う。

最後に、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。私はプロジェクト活動を通して、グループワークの経験や Python などに関する知識や技術の習得ができたように思う。一方で、プロジェクト全体のスケジュールを立てていなかったために作業が遅れてしまい、発表会直前にはプロジェクト時間外の活動が多くなってしまった。また、プロジェクト時間外での期末提出物の作成を積極的におこなっていなかったため、私個人の期末提出物の提出が遅れてしまった。よって、今後のためにも、計画を立てて余裕を持った行動ができるよう心がけていきたい。

(※文責: 伊藤憲人)

7.3 江藤亘啓

私は、1年間のプロジェクト学習を通して多くのことを学び経験してきた。ここでは私が本プロジェクト活動を選んだ理由、行ったことや得られた経験、反省などについて述べる。

まず、私が本プロジェクトを選んだ理由は大きく2つある。一つは数学という物自体に興味・関心があったためである。もともと私は数学があまり得意ではなく、苦手意識すらあった。しかし、大学1年のときに受講した解析学 I, II の講義や大学2年のときに受講した微分方程式の講義などにより数学というものに興味が湧き、本プロジェクトを選択した。もう一つの理由は数理モデルというものに興味・関心があったためである。数理モデルを初めて知ったとき、複雑な現象を数式で表せてしまうということにとっても興味が惹かれ、「数理モデリングプロジェクト」という名前の本プロジェクトを選択した。

次に、前期の活動について述べる。前期では主に数学の輪講と函館市の陽性者数の分析、そして中間発表に関する3つの活動を行った。まず数学の輪講について述べる。輪講とは一つの専門書をグループ内で1人ずつ順番に講師を勤めて読み進める作業のことであり、本プロジェクトでは「Pythonによる数値計算とシミュレーション」という教科書と SIR モデルに関する論文について輪講を行った。輪講を繰り返し行うことで今まで曖昧だった数値計算や数理モデルに関する知識

をより深く学べたのはもちろんのこと、人にうまく物事を伝えるためにはどのような工夫をしなくてはいけないのか、ということを知ることができた。実際にこの輪講の経験は中間発表や成果物発表を行う際に相手に伝わりやすい声の大きさや話すスピードを調整するときにとっても役に立った。輪講の反省点として自分が導き出した回答や輪講の内容に自身が持てなく、積極的に意見を交換することができなかつたためたとえ間違っていたとしてもはっきりと自分の考えを周りに伝えなくてはいけないと考えた。成果物の方針が決まってから本プロジェクトでは実際の函館市の陽性者数の調査を行った。この調査の中で私はデータをどのように活用すればよいかということを知ることができた。例えば、この報告書にも出てきている7日間移動平均の使い方やシミュレーションの結果とデータを突き合わせて精度を確認する作業などのことである。中間発表の準備に関して、私はスライドの作成を担当した。今まで講義の中で雛形が用意されているスライドを作成するという経験はあったが、1から自分たちでスライドを作るという経験はなかった。スライドをTAさんや先生方からフィードバックを頂きながらより良いものに作り変える工程の中で、より相手の印象に残りやすいスライドとして伝えたい要点のみをスライドでまとめなくてはいけないということを学んだ。反省点として自分は文章を作ることがあまり得意ではなかったため発表の原稿について意見を積極的に出すということがあまりできなかった。

次に、後期の活動について述べる。後期で自分は主に SIR モデルの数値計算プログラムの作成と成果物発表のスライド作成の2つの活動を行った。まず SIR モデルの数値計算プログラムの作成について述べる。数値計算のプログラムの作成にあたってパラメーターを推定するためにデータ同化という新しい技術について学んだ。データ同化を学ぶ際には一人が詳しく学んできて他の人に共有するという輪講に似た形式で学習した。データ同化を行うプログラムを作成するためにそのアルゴリズムについて、田中先生と話し合いながら詳しく理解することができた。また、データ同化を含んだ数値計算の Python のソースコードの作成にあたって、前期に作成した SIR モデルのプログラムをもとにしてプログラムの作成を行った。講義などで何回も使用している言語であるが、実際にプログラムの作成を行おうとすると、どの関数やモジュールを使用して良いのかわからず調べるといった場面が多々あり、今まで知らなかった Python に関する知識をここで多く手に入れられたと感じる。また、今回プログラムを作成するにあたって各メンバーが必要な部分のパーツを作って自分が一つにまとめるという役割だったのだが、他の人が見てわかりやすいプログラムを作成するために関数の役割などをコメントアウトすることの重要性について改めて気付かされた。1人でプログラムを書いているとどうしてもコメントアウトをおろそかにしてしまうため、グループワークでプログラムを記述するという貴重な経験をすることができた。次に成果物発表の準備について述べる。中間発表の時とは異なり、成果物を仕上げるために多くの時間が必要となってしまったため発表のための準備の時間はあまり多く取れなかった。スライドを作成するにあたって、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時に頂いていたため、それをもとにスライドの作成をすることができた。また、前回の発表とは異なり今回は1人が1回の発表を通して行ったため自分の中でもプロジェクトとしての1年間の活動をしっかりと整理することができた。加えて、聴衆にも同じ人が一貫して話していたためわかりやすかったと思われる。

最後にプロジェクトを通して学んだことと反省点について述べる。自分はもともと自分から意見を積極的に出せるような人間ではなかったが、少人数のプロジェクトのおかげもあって今回の活動では比較的多くの発言をすることができたと思う。また、プロジェクトの活動に対しても他の人とコミュニケーションを取りながら深く関わることができたと思う。反省点として仕事の分担が一人にかたよりすぎてしまっていた時期にうまく仕事を回してもらえなかった点や物事を決める際に無駄な時間を過ごしてしまっていた場面があった点などが挙げられる。今回の活動で自

分の数学に関する知識やプログラミングに関する知識を深めることはもちろん、グループワークの進み方や話し合いのおこない方も知識として取り入れることができた。この経験や知識を4年生での卒業研究やその後の活動にも活かしたい。

(※文責: 江藤亘啓)

7.4 桑原瞭

私は1年間を通してプロジェクト学習で多くのことを学び、経験することができた。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。

本プロジェクトで行った輪講について。輪講ではおもに常微分方程式の解を手計算およびプログラムで求める方法やモデルの仕組みについて取り扱った。私は、プロジェクト学習で初めて輪講というものに触れたため、手探りの状態で活動を行っていった。担当教員である田中先生の指導の下、輪講の質は回を重ねるたびに上がっていき、非常に有意義な輪講を行えたと思う。特に数値計算の輪講では、グループメンバー全員がPythonを用いてプログラムで微分方程式の解を求められるようになり、輪講の成果が目に見える形で現れたのは非常に有意義であった証のように思う。モデルの輪講では、成果物の土台となったSIRモデルについて輪講を行った。実際に先行研究の論文を読んで理解し、発表するという機会を経験できたことは非常に大きかった。この経験は卒業研究を行う際にも役立てられると感じた。また、輪講の経験から時間をかけて準備を十分に行うことの大切さを学んだ。自分の輪講の担当範囲を十分に準備しておく、他のメンバーの理解度が上がり、プロジェクトが円滑に進むように感じた。加えて、輪講が円滑に進められたことで、プロジェクトの活動計画を多少前倒しにできた。

成果物の共同開発について。後期からプロジェクト全体の方針として成果物を作るために活動していくことが決まり、作業を分担した活動がおもになっていった。私はサーバー構築のバックエンドを担当し、成果物のWebサイトを公開する土台部分を支える役目を果たした。この活動の中で、私はグループ全員が未経験な領域であるバックエンドの開発を個人で行うことの困難さに直面した。本プロジェクトでは当初、成果物を函館市のホームページからスクレイピングして得たデータをデータベースに収め、そのデータを利用して数値計算を行うように設計していたため、DjangoというPythonで実装されたWebアプリケーションフレームワークを使用して開発を進める予定だった。しかし、函館市のホームページからのスクレイピングが難しかったこと、バックエンドの人手不足による作業効率の悪さが原因となり、Djangoによる実装は諦めざるを得なかった。そのため、最終的には成果物のWebサイトは完成したが、手動によるデータ取得という更新操作が残ってしまったままであることは非常に悔しい結果となった。一方で、サーバーを構築するという面では未経験ながらも、本プロジェクトのアドバイザーである美馬先生の助力もあり、Linuxコマンドやvimを使って最低限の機能は実装できたことは非常に達成感を感じられた。フロントエンドを担当したメンバーとの連携という面では、活動日の開始時と終了時に必ずプロジェクトを用いてスクリーンで画面共有をして進捗を確認するという行っていたため、建設的なコミュニケーションが取りながら共同開発の醍醐味を感じられて、非常に有意義な経験となった。

発表会に向けた準備について。私は中間発表会と成果発表会の2回の発表会でポスター作成を担当した。ポスター作成では、図表をより多く取り入れ、閲覧者に発表の概要がわかりやすく伝わるように、できる限りの工夫を行った。私は情報デザインコースの所属ではなかったため、Adobeの

操作には苦戦したものの、スライド作成班と連携して相互フィードバックを重ねることでより良いポスターを作成する経験ができた。

グループ活動における総括について。1年間行われたプロジェクト学習を通して、私はグループ全体で議論を行う際、積極的に意見を出すことや建設的な議論になるように批評を行うことに努めた。本プロジェクトは人数が最少の5人であったため、数多くの意見が出て方針が変わることや、口論になるようなことこそなかったものの、私も含め出た意見に賛同するメンバーが多かったため、批評に対してさらに批評を重ねて議論を向上させていくような機会はほとんど得られなかったのは少し残念だった。また、コミュニケーションという面ではプロジェクトが進行していくにつれて発言を行うメンバーやタスクを担うメンバーが偏ってしまっていたことも課題だった。全員が積極的に活動に参加できる環境が作れなかったことはメンバー全員の問題であるため、次にこのような機会があったら議論の進行やタスクの分担についても意識した立ち回りをできるようにしたい。

(※文責: 桑原瞭)

7.5 佐藤遊

私はプロジェクト学習を通してこの1年間多くの事を学んできた。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。

前期の活動では、数値計算や数理モデルについての知識、技能を得るための学習を輪講形式で行った。輪講では数学的な理論の解説を担当する回と Python の数値計算プログラムや機能の解説を担当する回が交互に割り当てられた。私は数学もプログラミングもあまり得意ではないため、始めに自分の担当の範囲をしっかりと理解できるよう努めた。次に、他のメンバーが理解しやすいような説明について考え、輪講の場で実行した。解説においては自分が理解しにくかった部分や難しいと感じた部分について重点を置いて説明し、プログラムの解説ではプログラム内のどの部分でどの操作を行っているかを1つ1つ順を追って説明するよう心掛けた。この活動で初めて輪講形式の学習を経験し、輪講においては自分の担当の範囲はまず事前にしっかりと理解してから臨む、メンバー内で理解度に差が無く全員がしっかりと理解できるような解説や板書を事前に計画しておくことが重要であることを学んだ。

後期には主に HTML による Web サイト作成を担当した。HTML にふれるのは初めてであったため、最初はコードの書き方や実装方法について調べながら手探りで開発を行っていった。Web サイト開発ではプロトタイプを作成しそれを他のメンバーに見てもらい、貰った意見を基に改良するというのを繰り返した。自分が作成したプロトタイプを初めて見る人の意見は自分にはない視点が多く非常に参考になり、Web サイトやアプリなどの開発においては使う側の視点が大切だと実感した。また、今回の開発は HTML 担当、Python のコード担当、Web サーバー担当といったように分担して共同開発であったため、他の箇所との連携や情報共有の仕方など、共同開発における重要な点について学ぶいい機会であったと思う。

7月の中間発表会や12月の成果発表会においては、私はスライド作成と当日の口頭発表を担当した。スライド作成はメンバー同士で分担しているため前後のスライド同士で齟齬が生じないように心掛けた。また、発表では事前に作成した原稿を暗記するだけでなく自分で発表内容をしっかりと理解して自分の言葉で話せるよう努めた。発表は練習通り行えたが、声が小さかったり質疑応答の際に黙ってしまい他のメンバーに頼りきりになってしまったりと多くの反省点があったので改善して

いきたいと思う。

報告書の作成では、発表会の準備と同様に前後での内容の齟齬が生じないように書くことを意識した。報告書の作成では書く場所を分担して作成を進め、出来たものをメンバー内での相互フィードバックを通して修正していくという方法で進めた。私は文章表現や構成について慣れていないため伝わりにくい表現になってしまい相互フィードバックを通して文中の表現や構成について多くのアドバイスを貰った。報告書作成を通して、他のメンバーの文章やフィードバックを通して伝わりやすい表現や文章の構成のポイントについて学ぶことができた。

その他にも普段のプロジェクト学習の活動ではディスカッションや議事録の作成などを行った。私はこれまでディスカッションの場において発言が少なくなってしまうがちであったため積極的な発言を心掛け、発言するだけでなく他のメンバーの話もしっかり聞きそれを踏まえた発言をするよう努めた。また、議事録は後から見返してその時の議論内容を確認出来るようにするためのものであるため、記入漏れが無いようにするだけでなく、重要なポイントがわかりやすいよう整理して書くことが重要であると学んだ。

活動を通して自分の中で改善すべき点も多く見つけられた。1つ目にもっとコミュニケーションを取るべき点という点である。Web サイト開発などの分担して作業する場において自分の担当していない部分の確認が不十分であり、把握していない部分があったため他のメンバーに迷惑をかけてしまうということが何度かあった。そのため、もう少し積極的なコミュニケーションを行い、食い違いをなくすことが大切であったと感じる。2つ目に広い視点を持って行動すべきであるという点である。自分の担当している部分に集中して視野が狭くなりがちな部分が何度かあったので、常に視野を広く持った発言や行動が必要であると感じた。3つ目に時間に余裕を持ち計画的に活動するという点である。Web サイト開発や発表会準備において開始や完成が予定より遅れてしまいギリギリになってしまうことが何度かあったので時間に余裕を持った計画を立てて行動する、また遅れた際には臨機応変に対応するなどが必要であると感じた。

1年間のプロジェクト学習を通して数理モデルについてだけでなく、輪講や Web サイトの共同開発、発表や報告書における重要なポイント、ディスカッションにおける重要な点など多くの事を学ぶことができた。特に、大学生活においてグループで活動する機会が少なかったため、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ためのいい機会であったと思う。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からも活用していきたい。

(※文責: 佐藤遊)

参考文献

- [1] 国立感染症研究所. ”コロナウイルスとは”.2021-09-30.<https://www.niid.go.jp/niid/ja/kansennohanashi/9303-coronavirus.html>,(参照 2022-07-20)
- [2] 函館市. ”新型コロナウイルス感染状況について”.2022-12-21.<https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2022122100039>,(参照 2023-01-06)
- [3] 鈴木絢子, 西浦博. 「感染症の数理モデルと対策」. 『日本内科学会雑誌』. 2020, 109 巻 11 号, P2276-2280
- [4] 函館市. ”新型コロナウイルス感染症患者の発生について” . 2021-1-15.https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2022031800099/files/hasseijyoukyou1_14.pdf ,(参照 2023-7-29)
- [5] 函館市. ”新型コロナウイルス感染症患者の発生について” . 2021-1-15.https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2022031800020/files/hasseijyoukyouR3_7_28.pdf ,(参照 2023-1-5)
- [6] 國谷紀良. 「感染症流行モデルによる シミュレーションと評価」. 『日本機械学会環境工学部門 NEE 研究会第 25 回講演討論会』. 2021-11-25.<http://www.see.eng.osaka-u.ac.jp/seeea/seeea/NEE/NEE25-3.pdf>,(参照 2022-9-30)
- [7] 北海道. ”ご自身や身近な人が新型コロナに感染したときの対応について”. 2022-05-09.https://www.pref.hokkaido.lg.jp/hf/kst/kansenkakudai_taiou.html, (参照 2023-01-06)