

リスク・レジリエンス工学
グループ PBL 演習
研究成果報告書

Vol. 18

令和 5 年 3 月

筑波大学大学院システム情報工学研究群
リスク・レジリエンス学位プログラム



巻頭言

今年度はリスク・レジリエンス工学学位プログラムとして3年目を迎えました。ちょうど学位プログラム移行の直前から猛威を振るい始めた新型コロナウイルス感染症との闘いからも三年が経ちましたが、いまだ終息が見えていない状況です。加えて、ロシアによるウクライナ侵攻を契機に世界的に不安定になりつつあり、考え方、行動、などすべてにおいて変革が求められてきています。

今日私たちの生活は感染症のみならず、多発する自然災害や深刻化する気候変動、航空機・自動車など移動体事故、情報システムにおける個人情報盗用や電子的詐欺など、さまざまなリスクに囲まれています。リスク評価によるシステム設計は、損害の規模と発生確率からリスク評価を行いそれが予め決めた閾値を越えないようにいわば「想定内」でシステムを設計することを目標としてきています。リスク・レジリエンス工学学位プログラムは、これら多様なリスクを科学的かつ工学的な方法により解明しようとする観点に、回復力やしなやかな強さを意味する"レジリエンス"の観点を加え、前身のリスク工学専攻より発展継承的に移行されました。新たにレジリエンス評価によるシステム設計の観点を加え、閾値を超える「想定外」に対応できるようにシステムを設計することを目的とするよう教育研究活動を発展・展開させています。

このためには、現実のリスクに関連する問題について豊富な知識と関心を持ち、これらの問題に対して広い視野と強いリーダーシップをもって、問題設定から工学的手段による解決までの一連のプロセスを理解し、プロジェクト運営能力を発揮して具体的な解決手段を考案・開発できる能力を身につけることが何よりも重要です。当学位プログラムでは、こうした能力を養成するために「リスク・レジリエンス工学グループ PBL 演習」を必修科目として開設しています。PBL とは Project-based learning (プロジェクト型学習) もしくは Problem-based learning (課題解決型学習) であり、この演習において、博士課程前期(修士課程)の1年次生は3名から4名のグループを組んでPBL型研究を行います。4月から11月までの約7ヶ月をかけ学生が主体的にテーマおよび目標を設定し、週1回程度のミーティングなどを行いながら自分たちが主体的に研究を進めます。そして、当学位プログラムに所属する学生が学年横断的に参加する演習で口頭やポスターによる発表会を行い、報告書にまとめます。

広い視野の醸成のため、研究テーマは原則としてグループ員学生の専門分野以外から選ぶようにしています。戸惑う学生も少なくありませんが、分野横断的PBLによって得られる成果は通常の授業のレポートの域をはるかに超え、関連学会で発表するに至るものもあります。また、中間発表会、最終発表会ならびにポスター発表会は、研究発表の実践的な訓練の場となっています。昨年度までは新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から主にオンラインを活用しての実施となりましたが、今年度は原則対面としつつ必要に応じてオ

ンラインも併用するよう世話人教員らが工夫しつつ実施し、各発表会においては非常に活発な質疑が行われました。このように、グループ PBL 演習は当学位プログラムでの教育活動における重要な特色の一つとなっています。

本報告書は令和 4 年度に実施したグループ PBL 演習の成果をまとめたものです。学類(学部)学生のみなさんはもとより、他学位プログラム・他研究群の院生や教員の皆様にも当学位プログラムの教育活動の一端をご覧頂きたいと思います。当学位プログラムのホームページ (<https://www.risk.tsukuba.ac.jp/>) には、最終発表会における発表スライドも掲載しております。是非ご一読いただき、リスク・レジリエンス工学学位プログラムの研究・教育活動にご興味を持っていただければ幸いです。

令和 5 年 3 月

リスク・レジリエンス工学学位プログラム 学位プログラムリーダー 岡島敬一

リスク・レジリエンス工学グループ PBL 演習 世話人 高安亮紀、齊藤裕一

リスク・レジリエンス工学学位プログラム 広報委員会 委員長 古川宏

目次

グループ 1

「情報セキュリティインシデントの二次被害抑止に向けた学生報告の実態調査と報告促進の提言」

グループ 2

「資源の呪いの原因・影響とその脱出方法」

グループ 3

「企業の Twitter 投稿に対する株式市場の反応分析」

グループ 4

「新型コロナウイルスの起源から考える機能獲得研究のリスク」

グループ 5

「フィッシングに対する意識調査とその被害低減に向けた分析」

グループ 6

「降水量は気候変動で変化しているか？気象レーダーと地上観測を用いた統計解析」

グループ 7

「エネルギー業界の統合報告書に関する環境活動に着目した考察」

グループ 8

「新型コロナウイルス禍における学生の生活様式変化に関する調査」

グループ 9

「降水確率を題材とした意思決定に関する調査」

情報セキュリティインシデントの二次被害抑止に向けた 学生報告の実態調査と報告促進の提言

PBL 演習 1 班

赤崎 健太郎, 石川 大嵩, 海老原 将, Li Xintong

アドバイザー教員: 片岸 一起

1. 背景

新型コロナウイルス感染症の拡大以降、人と人が接触する機会を減らしつつも、これまでの生活や経済活動を維持するために ICT の活用が急速に広がった[1][2]。その一方で、情報セキュリティの面においてはテレワーク環境等を狙った新たな被害が生じている[3][4]。

一般的に、情報セキュリティインシデントの対策はソフトウェアの更新やセキュリティソフトの利用といった基本的な対策を継続的に行うことが重要とされているが、近年では、被害情報を早期に共有することが二次被害抑止に役立つとして注目を集めている[5][6]。被害情報の共有によってまだ被害を受けていない他者が対策を行うことができ、二次被害の抑止に繋がる。特に、日本国内における情報セキュリティインシデントの報告受付や対応をおこなっている JPCERT/CC (Japan Computer Emergency Response Team Coordination Center)によると、適切な仲介組織を通じることで不足している情報が補完され、二次被害抑止に効果的な被害情報の共有となる[6]。

しかし、現状、そうした情報共有はうまく機能していないのが実情である。情報処理推進機構 (IPA)が中小企業の従業員を対象にした調査によると情報セキュリティインシデントの被害やトラブルに遭遇した際、約半数の人が会社や上司に報告しておらず、さらに、警察庁が企業等を対象にした調査でも同様に届け出ていない組織が一定数いることが分かっている[7][8]。

早期の段階で行われる被害情報の共有は二次被害の抑止に効果的であるが、そもそも被害に遭ったことを届け出る人は多くはない。そのため、

同様の手口による情報セキュリティインシデントであっても被害に遭遇する人が同じ業界内や組織内において後を絶たない。

大学生の ICT 端末の利用方法に着目すると、自身の保有する端末を様々なネットワークに接続し、さらに、大学のネットワークにも自由に接続している。そのため、既に被害に遭遇した学生がいた場合に他の学生や大学側にも学内ネットワークを通じて二次被害が拡大する可能性は十分高いと言える。

よって、大学においても二次被害抑止のための情報共有が重要であると考え、これまで、情報セキュリティインシデントの被害情報の共有について大学生を対象とした調査は行われておらず、その実態は明らかにされていない。

2. 目的

本研究では、大学生を対象とし、被害に遭った際に言い出さない、もしくは言い出すのが遅いといった報告に関する実態が存在するのか調査を行う。そして、そうした実態がある場合には背景要因を分析し、二次被害の抑止につなげるため、速やかな報告が促進されるよう提言を行うことを目的とする。

3. 二次被害抑止のための”報告”の重要性

前述した JPCERT/CC が提示するように、組織内での二次被害を抑止するためには、仲介組織を通じた被害情報の速やかな共有が効果的であるとしている。このことから、大学生の二次被害抑止を目的とした場合には、仲介組織として大学が当てはまると考えられる。大学を仲介組織として

被害情報の共有を行うためには、仲介組織となる大学側が、学生に発生している情報セキュリティインシデントを認識する必要がある。情報セキュリティインシデントが発見される方法としては、ファイアウォール等のセキュリティ機器により、脅威のある通信を検知することにより認識する方法と、被害者本人や外部の第三者などからの報告により認識する方法が挙げられる[9]。その中でも、大学側の情報セキュリティの目が届かないようなところで学生本人が異変に気付いた際には、その当事者による早急な報告が重要となることから、本研究では被害者本人である学生からの報告に焦点を当てる。

図1に、情報共有の遅れが二次被害の発生に繋がることを概念図で示す。上段の被害を受けた学生が、中段に示す仲介組織である大学に被害に遭ったことを報告する。大学はその報告を基に被害

情報を整理し、まだ被害を受けていない学生へ共有する。緑色の点線のように、速やかに報告がなされた場合には他の学生に向けた二次被害の抑止のための効果的な情報共有となることが期待できる。一方で、オレンジ色の矢印のように報告が遅れた場合、被害情報が共有される前に他の学生も被害に遭ってしまい、二次被害を抑止することができない可能性が高まる。また、そもそも大学に報告が行われなければ、大学側が学生に被害が発生したことを認識するのが大幅に遅れてしまうため、同様に二次被害の抑止につながらない。

このように、二次被害の抑止には学生からの速やかな報告が鍵となる。学生が情報セキュリティインシデントの被害に遭った場合、自分で対処を試みる前に、まずは「被害に遭った」という第一報を速やかに大学の通報窓口へ報告することが重要である。

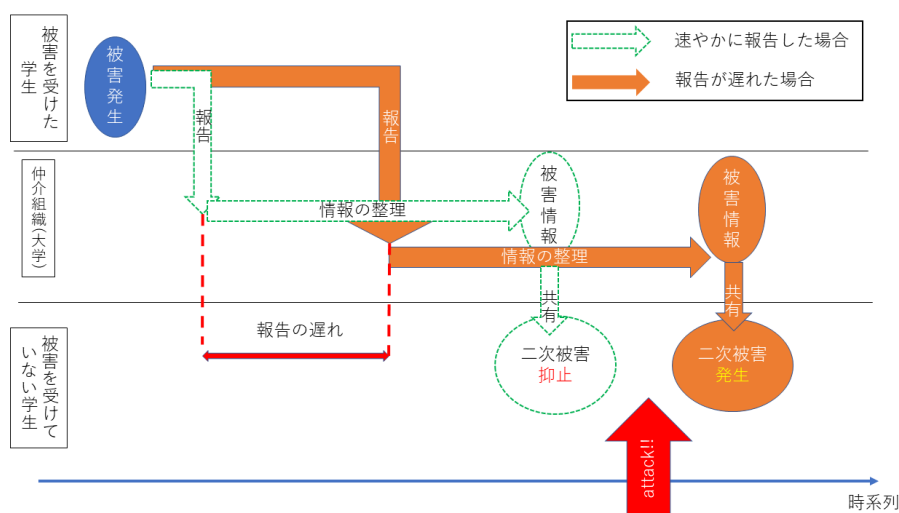


図1 情報共有の遅れに伴う二次被害の発生

4. 手法

本研究では情報セキュリティインシデントの情報共有に重要な被害者からの報告が大学生ではどのようになっているのかを把握するため、筑波大学リスク・レジリエンス工学学位プログラムの学生を対象としたアンケート調査を行った。アンケートは Microsoft Forms を用いて作成した。

主な質問内容を表1に示す。まず、学生のインシデント遭遇状況を把握するため、被害や、危う

く被害に発展しそうなトラブルに遭遇した人がどのくらいいるか調査した。被害やトラブルの事例は、回答者にイメージを持ってもらうため選択肢として提示した。提示した被害・トラブルの選択肢を表2に示す。選定にあたっては、IPAの情報セキュリティ10大脅威2022[10]を参考にし、決済サービスの不正利用や脅迫・詐欺による金銭要求、偽ウェブサイトへの個人情報の入力などを挙げた。それらに加え、大学生が遭遇しやすいと

考えられるインシデントとして、不審なソフトウェアのダウンロードや実行、Webサーバーの設定ミス、不審な添付ファイルの開封などを追加で選定した。

その上で、学生の報告の現状や、報告に対する行動の理由を明らかにするため、被害・トラブルに遭ったことがあると回答した人には、報告を行ったか、どこに報告したか、どのようなタイミングで報告を行ったか、報告を行った/行わなかった理由を質問した。

そして、いざという時の報告先の存在がどれほど認知されているか調査するため、筑波大学の情報セキュリティインシデント通報窓口を知っていたか質問した。

最後に、学生の報告に対する意識を知るため、今後、筑波大学在籍中に情報セキュリティインシデントの被害やトラブルに遭遇した場合に、通報窓口で報告を行うか質問を行い、報告しないと回答した人にはその理由を質問した。

表1 アンケートの質問内容

項目	質問内容
インシデントの遭遇状況について	<ul style="list-style-type: none"> 被害/トラブルに遭遇したことがあるか どのような被害/トラブルに遭遇したか
報告の現状について	<ul style="list-style-type: none"> 報告を行ったか どのようなタイミングで報告したか どこに報告したか 報告を行った/行わなかった理由は何か
通報窓口の認知度について	<ul style="list-style-type: none"> 筑波大学の通報窓口を知っていたか
報告に対する学生の意識について	<ul style="list-style-type: none"> 今後、もし被害やトラブルに遭った場合通報窓口で報告するか 報告しない理由は何か(報告しないと回答した人に)

表2 被害・トラブルの選択肢

種類	選択肢
被害	<ul style="list-style-type: none"> スマホ決済、クレジットカード決済の不正利用(決済サービスの不正利用) 偽警告やメール等を使った脅迫・詐欺による金銭要求に応じてしまった(金銭要求に応じた) フリーソフト等を実行してしまい、デバイスがマルウェアに感染してしまった(マルウェア感染) Webサーバーの設定ミスなどにより、サイバー攻撃を受けてしまった(サイバー攻撃)
トラブル	<ul style="list-style-type: none"> 実在する企業などを騙った偽ウェブサイト等に個人情報等を入力してしまった(フィッシング) 脅迫や架空請求によって金銭を要求する偽警告やメールの内容を鵜呑みにしてしまった(脅迫メールや偽警告の内容を鵜呑みにした) メールに不審な添付ファイルがあり、それを開封してしまった(不審な添付ファイルの開封) 不審なアプリ等を、提供元情報などをよく確認せずにダウンロードしてしまった(不審なアプリダウンロード)

5. 結果

筑波大学リスク・レジリエンス工学学位プログラムの学生にアンケートを実施し、29名から回答を得た。単一選択の質問には円グラフ、複数選択可能な質問は棒グラフで結果を示す。

5.1 学生の情報セキュリティインシデント遭遇状況調査の結果

図2に情報セキュリティインシデントの被害・トラブルの遭遇状況に関するアンケート調査結果を示す。被害に遭ったことがある学生は14%、トラブルに遭遇したことがある学生は34%であった。また、被害の内訳を図3、トラブルの内訳を図4に示す。「金銭要求」や「不審なアプリのダウンロード」や「フィッシング」、「不審な添付ファイルの開封」など、誰もが被害者になり得るインシデントが多い事が分かった。

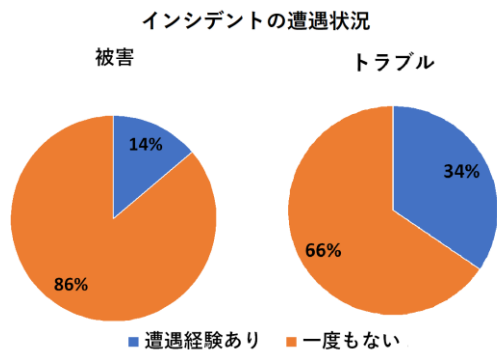


図2 情報セキュリティインシデントの遭遇状況

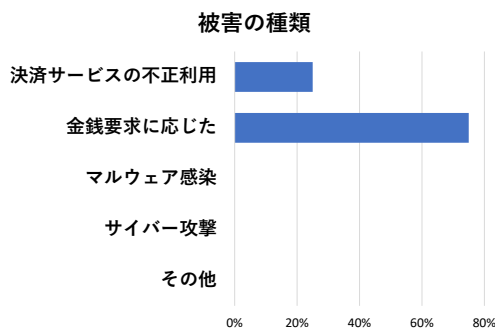


図3 被害の種類

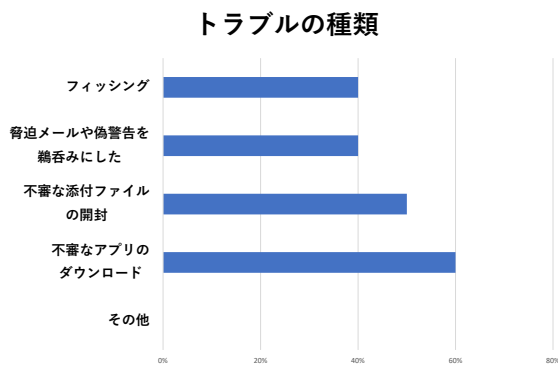


図4 トラブルの種類

5.2 学生の情報セキュリティインシデントに関する報告の現状調査の結果

図5に情報セキュリティインシデントの被害・トラブルに遭遇した際に報告を行ったか調査した結果を示す。図5より被害に遭遇した学生のうち75%、トラブルに遭遇した学生のうち90%が報告をしていない事が分かった。被害、トラブルを報告した学生は、自身で対応を試みてから警察に報告を行ったと回答していた。その理由として、「対応策を教えてほしいため」との回答を得た。

以上より、誰も大学には報告していないことがわかった。

報告を行わなかった学生に対してその理由を調査した結果は図6に示す。情報セキュリティインシデントの被害、トラブルに遭遇した際、「そもそも報告すべきかわからない」、「トラブルの影響範囲が自分だけだったため」、「自分で対処する方法を知っていたため」などの理由が挙げられた。

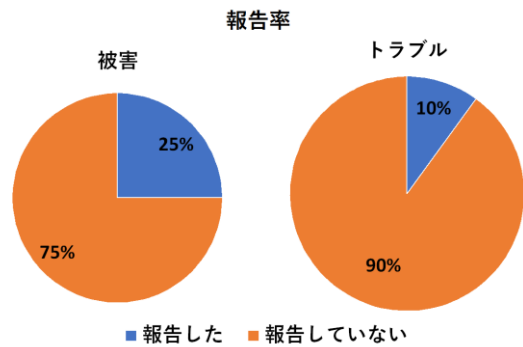


図5 被害・トラブルの報告率

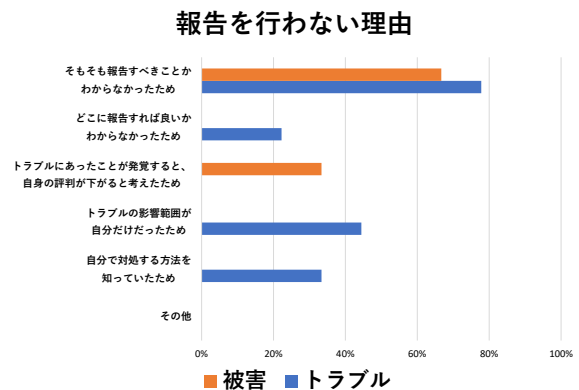


図6 報告を行わない理由

5.3 通報窓口の認知度に関する調査の結果

筑波大学の情報セキュリティインシデント通報窓口の存在を本アンケートの回答以前に知っていたか調査した結果を図7に示す。アンケートに回答した学生のうち、97%が知らなかったと回答した。知っていたと答えた学生は大学の授業やガイダンスで知ったと回答した。

以上より、ほとんどの学生が通報窓口の存在を知らなかった事が読み取れる。

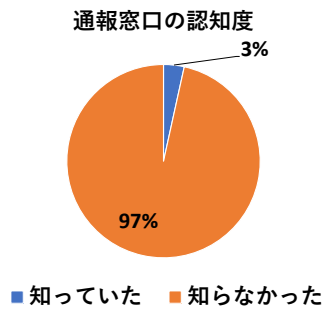


図7 通報窓口の認知度

5.4 報告に対する学生の意識調査の結果

通報窓口の存在を知らせた上で、今後情報セキュリティインシデントの被害やトラブルに遭遇した際に通報窓口で報告を行うか調査した結果を図8に示す。通報窓口の存在を知らせることで72%の学生が報告を行うと答えており、通報窓口を知らせることの有効性が読み取れる。

また、通報を行わないと答えた学生に対してその理由を調査した結果は図9に示す。「報告する手間が面倒であるため」「報告をするメリットが自分自身にないため」の2つが理由として挙げられ、これらの改善が必要であると考えられる。

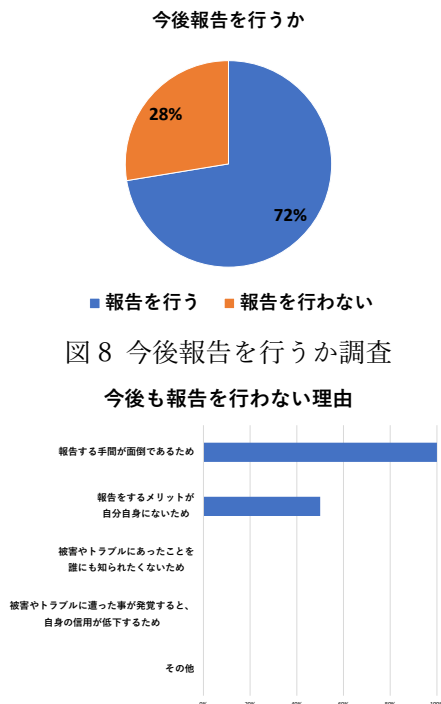


図8 今後報告を行うか調査

図9 今後も報告を行わない理由

6. 考察

今回の調査で得られた情報セキュリティインシデント遭遇率は図2に示すとおりであり、被害、トラブルについてはそれぞれ以下のような割合であった。

- ・被害に遭遇した人は回答者の14%
- ・トラブルに遭遇した人は回答者の34%

一方で、被害・トラブルに遭遇した人の中で、報告を行った人は図5に示すとおり、被害では25%、トラブルでは10%にとどまっている。また、報告先として挙げられているのは「警察」であり、大学に報告したと回答した人は今回の調査では得られなかった。

3章で述べたとおり、組織内で被害情報を共有し二次被害を抑止するためには、被害に遭ったことを大学に速やかに報告することが求められる。しかし今回のアンケート調査で、現状そのような二次被害の抑止に繋がる報告は行われていないということが分かった。大学内において情報セキュリティインシデントの二次被害を抑止するため、学生から大学への速やかな報告を促進することが必要であると考えられる。

被害やトラブルに遭遇したものの報告を行わなかった人に対し、その理由を調査したところ、図6に示すとおり、どちらも約7割が「そもそも報告すべきことか分からなかった」と回答し、選択肢のうち最も多くの回答を得た。また、それ以外にも自身の評価が下がることを気にした理由や影響の出た範囲が自分だけのためなどの理由から報告を行わなかったと回答を得ている。このことから、現状では「他の学生への二次被害を抑止するため、大学へ速やかに報告を行う」という意義が学生に伝わっていないことが伺える。

一方で、図8に示すように、今回の調査によって、学内に設置された情報セキュリティインシデント通報窓口の存在を知った後では、今後、情報セキュリティインシデントに遭遇した際に、72%の人が報告を行うと回答している。このことから、通報窓口の存在を周知することで、学生からの報

告を促進することができるのではないかと考えられる。

以上の結果を踏まえ、学生から大学への被害に遭ったことの速やかな報告を促進する提言として以下の2点を挙げる。

- ① 「二次被害を抑止するために、被害者本人から大学への速やかな報告が重要である」という報告の意義を伝えていく。
- ② 情報セキュリティインシデントに遭遇した際の報告先として、筑波大学に情報セキュリティインシデント通報窓口が存在していることについて周知を図る。

7. まとめと今後の課題

本研究によって、大学生の情報セキュリティインシデントの被害やトラブル、それらについての報告の実態を把握することができた。これを基に報告が行われない要因を明らかにし、学生が情報セキュリティインシデントに遭遇した際に大学に対する速やかな報告を促進する提言として以下の2点を挙げた。

- ① 報告の意義について周知する。
- ② 通報窓口の存在について周知する。

これにより、大学内での情報共有が迅速に行われ二次被害の抑止に繋がることが期待される。

今後は、報告のタイミングについて定量的に評価することや、今回の提言で実際に二次被害を防ぐことができるのか検証する必要がある。

また、今回の研究では筑波大学を対象とした調査を行ったが、情報セキュリティが包括する範囲は国ごとや境界ごとに区分されるようなものではないため、調査や比較の対象を海外に広げていくことも重要であると考え。日本への留学生の中で中国からの留学生が一番多く[11]、班員にも中国からの留学生がいることから、中国の事例を例に挙げると、2016年に网络安全法(サイバーセキュリティ法)を可決させ、国家的に情報セキュリティの向上に取り組んでいるところであるが、日本と同様に新たな生活様式を狙った情報セキュリティインシデントも報告されている

[12][13][14]。また、日本と中国において情報セキュリティインシデントの内訳が異なることが伺える[15]。

筑波大学には留学生も多く在籍しており、留学生の被害抑止も求められる。中国の事例からわかるように、国ごとに情報セキュリティインシデントの背景は異なっており、留学生の被害抑止には被害情報の共有がより重要であると考えられる。情報共有による留学生への被害抑止の効果についても、今後検討する必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 総務省 令和3年 通信利用動向調査, 2022/5/27
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/220527_1.pdf (閲覧日: 2022/11/15)
- [2] 総務省 令和3年版 情報通信白書, 2021年7月
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/index.html> (閲覧日: 2022/11/15)
- [3] IPA, テレワークを行う際のセキュリティ上の注意事項, 2021/7/20
<https://www.ipa.go.jp/security/announce/telework.html> (閲覧日: 2022/11/15)
- [4] 警察庁サイバー犯罪対策プロジェクト, 令和2年におけるサイバー犯罪をめぐる脅威の情勢等について, 2020/3/4
https://www.npa.go.jp/publications/statistics/cybersecurity/data/R02_cyber_jousei.pdf (閲覧日: 2022/11/15)
- [5] 総務省, 我が国のサイバーセキュリティ強化に向け速やかに取り組むべき事項[緊急提言], 2020/1/28
https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02cyber01_04000001_00093.html (閲覧日: 2022/11/15)
- [6] JPCERT サイバー攻撃被害情報の共有と公表のあり方について, 2021年3月
https://www.soumu.go.jp/main_content/000762951.pdf (閲覧日: 2022/11/15)
- [7] IPA, サイバーセキュリティお助け隊【レポート】中小企業従業員レポート, 2021/12/8
<https://www.ipa.go.jp/security/otasuketai-pr/assets/pdf/enq20211208.pdf> (閲覧日: 2022/11/15)
- [8] 警察庁, 不正アクセス行為対策等の実態調査・アクセス制御機能に関する技術の研究開発の状況等に関する調査, 2021年12月
<https://www.npa.go.jp/cyber/research/r3/R3countermeasures.pdf> (閲覧日: 2022/11/15)
- [9] JPCERT, インシデントハンドリングマニュアル, 2021/11/30
https://www.jpCERT.or.jp/csirt_material/files/manual_ver1.0_20211130.pdf (閲覧日: 2022/11/15)
- [10] IPA, 情報セキュリティ 10大脅威 2022, 2022年3月
<https://www.ipa.go.jp/files/000096258.pdf> (閲覧日: 2022/11/15)
- [11] 日本学生支援機構, 2020(令和2)年度 外国人留学生在籍状況調査結果, 2021年3月,
https://www.studyinJapan.go.jp/ja/_mt/2021/04/date2020z.pdf (閲覧日: 2022/11/15)
- [12] CAC メールセキュリティデータセンター
<http://www.cac.gov.cn/index.htm> (閲覧日: 2022/11/15)
- [13] プライバシーの漏洩とサイバー暴力の拡散を取り締まる告知, 2021/10/8
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/418917677> (閲覧日: 2022/11/15)
- [14] CON-19 感染症が引き起こした10大ネットワークセキュリティ変革(在宅勤務情報の流出), 2020/7/14
<https://zhuanlan.zhihu.com/p/159388282> (閲覧日: 2022/11/15)
- [15] 中国インターネット緊急事態センター 2020年度安全報告書, 2021年6月,
<https://www.cert.org.cn/publish/main/upload/File/2020%20Annual%20Report.pdf> (閲覧日: 2022/11/15)

資源の呪いの原因・影響とその脱出方法

リスク工学グループ演習 2 班
金秀樹 川坂勇太 浅見理王 近藤慎佑
アドバイザー教員：羽田野 祐子

1 はじめに

1918 年、ベネズエラで石油が発見され、経済的な奇跡が起こった。1920 年から 1980 年の間に、ベネズエラの GDP は年平均 6.4 % の成長を遂げ、対外債務をすべて返済した。しかし、その後ベネズエラでは、政情は長期にわたり不安定で、独自の工業体制を確立できず、石油輸出への依存度はますます高まっている。一旦原油価格が下落すると、経済は後退してしまう。近年の経済危機により、ベネズエラは世界で最もインフレが過酷な国になった。また、ブラジルには無尽蔵の天然資源が埋まっており、この天然資源には、鉄、マンガン、チタンなどだけでなく、ニオブという最も臨界温度の高い超伝導材料も存在する。ブラジルは 153 億バレルの石油の確認埋蔵量、計り知れない海底油田とガス、658 億立方メートルの木材、豊富な淡水資源と土地資源を埋蔵している。1985 年のクーデター終結以来、ブラジルでは新政権発足後、軍事ハイテク産業から脱却して資源輸出に依存し、国際原油価格の高騰や鉄鉱石などの資源輸出で儲けてきた。しかし、成功は長く続かない。単に石油を輸出して経済を発展させるだけでは行政の効率性が向上せず、却って軍事独裁や寡頭政治を助長することとなった。このような資源への極端な依存は、経済危機にも脆弱である。2008 年の金融危機は世界を襲った経済震動であり、ブラジルにとっては致命的な打撃となった。ブラジル経済は資源との過度な結びつきで国際経済の影響を受けやすいため、原油や鉄鉱石などの価格が下落すると、国内経済は不安定となる。大口商品の価格が暴落したため、経済危機に見舞われ、ブラジル経済はマイナス成長となった。

このようないわゆる「資源の呪い」は世界各国、特に発展途上国で広く見られる。例えば、コンゴ人民共和国は、豊かな天然資源に恵まれているにもかかわらず人間開発指数で 182 カ国中 176 位であり、社会経済的に劣悪な状態である。[1] また、アンゴラは、1975 年の独立以来、腐敗と独裁政権を経験してきた。天然資源はたくさんあるが、未来のための投資や大多数の人口のための福祉を提供することができていない「資源の呪い」に陥った代表的な例である。

JOHN L. HAMMOND は、これらは資源の富そのものの結果ではなく、資源を採掘するための政治的条件によるものと主張した。[2] 黒宮は国の規模、経済の発展度合い、原油・天然ガスといった天然資源への依存度等で多様性に富む中東・北アフリカ諸国の経済を分析し、資源に乏しい経済が資源に富む経済よりも、高い経済成長を達成するという一見矛盾する現象を発見した。[3]

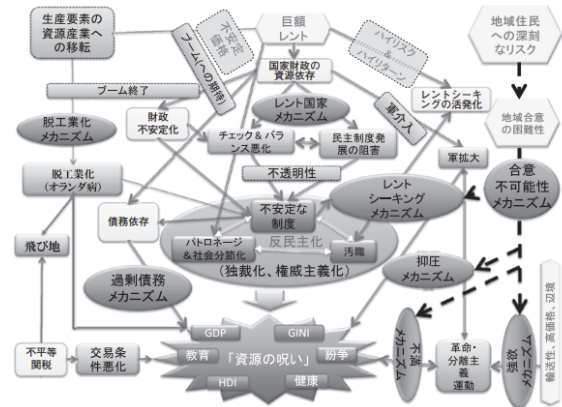


図 1. 「資源の呪い」へと導く多様なルート [4]

2 研究目的

本研究では、「資源の呪い」の用語と状況の正確な概要を説明し、その定義と危険性を概念的に定義する。そして、それがもたらすいくつかの社会政治的・マクロ経済的課題を詳細に分析し、概念のレベルから、この脅威にさらされやすい国が直面する課題への対処と関連したアドバイスを提供する。本研究では、特に国際政治とマクロ経済を組み合わせた解決策に焦点を当て、学際的な協力のアプローチを統合して、様々な分野の解決策の異なる側面を調査する。

3 資源の呪い

3.1 資源の呪いの定義

「資源の呪い」とは、豊かな天然資源がある国や地域では、経済成長が難しくなるばかりか、経済発展が遅れたり、経済水準が低下したりするという意味だ。[5, 6] 資源を輸出するだけで莫大な収入が得られるということで容易に経済が発展しそうだが、このような国では経済的に豊かになると、人々は働く意欲を失ってしまう。そして、資源経済への依存が生じやすく、さまざまな問題が生じる。

3.2 資源が呪いになる原因

3.2.1 経路依存性

経路依存性を形成し、「資源の呪い」に陥っている国の中で、資源産業は常に国の先導産業である。国は、資源産業の財政収入や雇用創出に依存しているため、多様な産業が共存する経済へのモデル転換に国が積極的に介入することは困難であり、経済構造はますます単一に

なる。経済構造が単純であるということは、リスクに弱いことを意味する。[4]

3.2.2 オランダ病 [7]

「オランダ病」とは、天然資源の流入で為替レートが上昇し、他の輸出品が競争力を失い、製造業が衰退することを意味し、オランダで最初に発生したことから名付けられた。1959年、オランダでグロニンゲン・ガス田が発見され、天然ガスの輸出が始まった。外資がオランダ産天然ガスを大量に購入すると、オランダ通貨に両替されるため、外貨の供給が過剰になる。そして、為替レートが上昇するため、オランダ産の他の製品は価格競争力を失い、製造業が萎縮する「脱工業化」が始まった。結果的に経済悪化に伴い、莫大な社会福祉費が負担となり、オランダの財政は赤字に転落した。

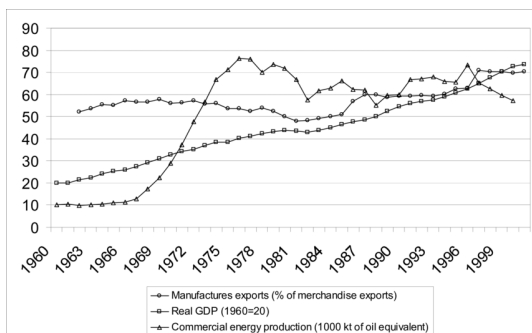


図 2. オランダ病-経済発展 [8]

3.2.3 限りある資源

天然資源には限りがあるので、天然資源に依存した経済は持続可能ではない。最初の段階では繁栄するかもしれないが、全体としては衰退の傾向に向かう。



図 3. カルゲーリーのスーパーピット金鉱山 [9]

3.2.4 脱工業化

多くの既存研究では、経済成長の減速の主な原因は工業化の遅れであることがわかっている。これは当時フィリピンで最も顕著であり、資源の豊富なラテンアメリカやアフリカの国々と同様の政治的・経済的危機の状況であった。フィリピンの工業化の失敗は、マルコス政権の鉱業への誤った介入によって、工業化が遅れたことによる。[10, 11] ブラジル政府も高失業率による世論の混乱を鎮めるため、脱工業化と高福祉の道を歩み、資源の罫にはまった。[12]

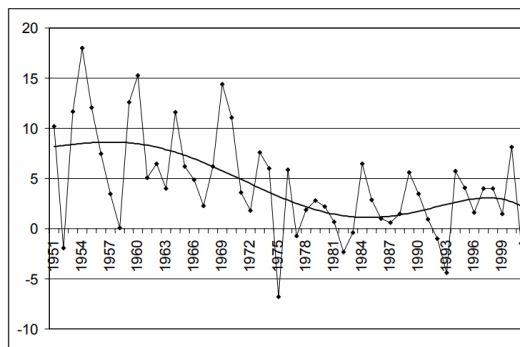


図 4. オランダの金属・電機産業、生産指数の推移 [8]

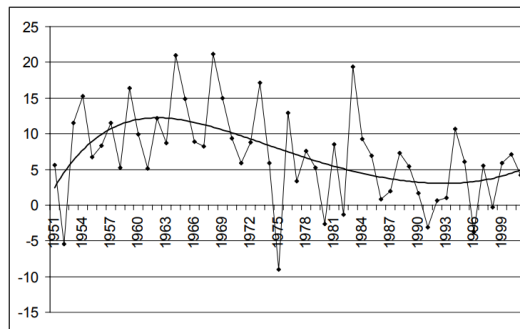


図 5. オランダ化学連動産業、生産指数の推移 [8]

3.2.5 腐敗と独裁

政治的透明性が低い政府では、より多くの資源を持つ人が、賄賂によって選挙の結果を支配することができる。このようなケースは、資源が豊富な国ではよく見られる。賢明な独裁者は、教育やインフラへの投資を通じて、人々の生活を向上させ、工業化を実現することができるが、そのような場合でも独裁政権は不安定である。独裁者自身が常に正しい決定を下すことはできず、特に権力継承の面では、地域の政治情勢を混乱させ、深刻な場合は資源の奪い合いによる戦争にもつながりかねない。[13, 14] それに加えて、短視眼的な独裁者が資源の業界により多くの投資を行う可能性があり、上記の問題を深刻化させる。

4 資源国の現状調査

4.1 ロシア連邦

2000～2008年の間、ロシア連邦の経済は年7%の高度成長を遂げた。2007年までにロシアの国内総生産(GDP)は1兆3000億ドルに達し、プーチン政権発足当初より94%成長した。世界経済に占める割合も2%から4%に上昇した。一人当たりの所得は倍増し、貧困人口の半数以上が貧困から脱却し、外債の早期返済を行った。2007年の外債残高はGDPの5%に過ぎない。2008年から2020年にかけて、ロシアは2008年の金融危機、2014年の経済危機、そして今回の新型コロナウイルスによる経済危機に見舞われた。2008年にプーチン大統領が首相に就任した後、国際経済が急変したことで発生した世界的な金融危機は、ロシア経済に大きな打撃を与えた。それにより、ロシアのGDPは前年同期比で7.9%減少した。[15]

2022年のロシアのウクライナ侵攻による世界経済

への影響は、常に注目されるニュースである。経済の下落に関しては、ロシアの GDP が 7.9%減少した 2009 年を上回る可能性が高い。ロシアとウクライナの開戦後、英国、ドイツ、中国、米国の主要株式市場における株価やダウ指数は軒並み急落した。[15] また、西側の対ロシア石油禁輸及び対ロシア中央銀行の外貨準備高凍結後も、ロシア株式市場の暴落、ルーブル為替レートの切り下げ、資本逃避、政府外債のデフォルトリスクなどの一連の問題を直接引き起こし、ロシア中央銀行に前例のない金利の 9.5%から 20%への引き上げを迫った。

ロシアは世界第二位の原油輸出国であり、欧州最大の天然ガス供給国でもある。ロシアとウクライナの紛争は世界のエネルギー価格を押し上げ続けている。2022 年 2 月 24 日に衝突が発生し、25 日に WT 原油価格指数は 91.59 ドル/バレルから急上昇し、3 月 8 日に 123.7 ドル/バレルの最高値を叩き出した。その後、3 月 16 日には 95.04 ドル/バレルまで下落したが、3 月 22 日には再び 111.76 ドル/バレルまで上昇した。また、天然ガスの価格も高騰しており、欧州の多くの国が「息絶え」の危機に陥っている。ロシア・ウクライナ紛争を直接の要因として、西側諸国は現在 40 年に一度の深刻なインフレを経験している。紛争によるエネルギー価格および食糧価格の高騰は、生産チェーン上の各段階に直接伝達され、ほとんどすべての分野が深刻な影響を受けている。

4.2 オランダ

ヨーロッパの天然ガス輸出大国であるオランダは、1937 年の第一次オイルショック後のエネルギー価格高騰により天然ガス輸出から多くの収入を得て、国の社会福祉を向上させた。しかし、天然ガスの輸出が増え、オランダの自国通貨の為替レートは大幅に上昇した。労働者の賃金が上がるにつれて、生産コストも大幅に上昇し、工業製品の国際競争力が急速に低下し、経済が悪化した。さらに、経済の悪化に伴い、経済成長期に大幅に増大した社会保障システムの負担が政府財政に大きな圧力となり、財政赤字も急増した。また、第二次世界大戦後、わずか 20 年ほどで福祉国家システムを完成させたが、その後の 20 年間で福祉国家システムを維持する負担は増大し、それを補う収入は不足した。この現象は「オランダ病」の重要な問題にもなっている。しかし、オランダはこの問題を 20 年近くかけて脱却し、21 世紀には国際的にも注目される「オランダの奇跡」を起こした。

1998 年から 2000 年にかけてのオランダの経済成長率は平均約 4%である。これは、EU の平均よりも高い。2001-2005 年は、世界的な景気後退の一部として、経済成長はかなり緩やかだったが、2006 年の第 2 四半期には、オランダ統計局によると 2.8%の成長となった。2009 年は、当時の金融危機により、厳しい金融政策は放棄された。大手の銀行は部分的に国有化され、政府の介入によって救済された。また、オランダの失業率は 2011 年に 5.0%まで低下したが、2013 年 5 月には 7.3%、2015 年には 6.6%と急上昇した。しかし、2018 年 3 月には再び 3.9%まで低下している。国家予算の赤字をみても 2015 年は約 2.0%で、EU 基準の 3.0%を大きく下回っており、2016 年は 0.4%の黒字を出した。[15]

4.3 ベネズエラ

2000 年代、ベネズエラ経済は多くの政治的・社会的危機の後、力強い回復を示した。ベネズエラの経済成

長は、2004 年には 17%、2006 年には 9.4%を達成した。チャベス大統領時代、原油高はベネズエラに巨万の富をもたらし、政府の高い福祉支出も国民の理解を得ていた。例えばベネズエラでは、ガソリンは無料に近い。しかし、ベネズエラの経済は、チャベス時代末期の 2012 年からマドゥロ政権が発足して以来、急激に下落した。原油価格の暴落に伴って政府収入が激減し、財政赤字を補うために、ベネズエラ中央銀行は輸転機を稼働させなければならなくなり、紙幣発行が横行した。そのため、ベネズエラのインフレは自然に跳ね上がった。

2016 年になるとベネズエラの消費者物価は 800%上昇し、経済は 18.6%縮小した。インフレはさらに進行し、紙ナプキンの価格が小額紙幣を上回り、一部の業者は品物を小額紙幣で包むほどだった。また、ベネズエラの失業率は、2016 年と 2017 年にそれぞれ 17.4%と 20.7%に達した。経済の崩壊に伴って治安の悪化が進行し、多くの地域で略奪事件が発生した。2013 年から一人当たり GDP の下落幅は、アメリカが過去に経験した大恐慌やロシアが過去に経験したソ連崩壊よりも大きい。[15]

5 現状の考察

5.1 資源国と世界経済

ロシアのウクライナ侵攻が 2022 年 2 月 24 日に始まった後、ロシアはエネルギー、科学技術、金融、文化に至るまで、欧米から 1000 件以上の経済制裁を受けた。しかし、ロシアが保有する資源の量と種類は多く、ロシアの資源に頼ることができなくなると、欧米の多くの国の経済に影響を与える可能性が高い。例えば、ヨーロッパでは、原油の 27%、天然ガスの 4%、石炭の 50%がロシア産である。欧米によるロシアへの経済制裁で、大口商品市場全体の供給が減少し、原油、天然ガス、農産物の価格が高騰している。ロシアは西側の制裁に対抗するため、「非友好的な国」に天然ガスの購入代金をルーブルで決済するよう求めるなど、多くの対抗措置を取っている。ロシアの貨幣価値は、戦前は 1 ドル 70 ルーブルだったのが、最も低い安い時は 1 ドル 150 ルーブルまで下がっていた。しかし、侵攻開始後は、戦前を上回る 1 ドル 61 ルーブルにまで跳ね上がったのである。

同様に、イラン、ベネズエラのような典型的な資源国が制裁を受ける場合、資源の急激な不足による大口商品の価格の高騰、世界経済の成長率の大幅な低下、インフレの急激な増加が必ず発生する。資源国の戦争が緩和または終結しても、制裁などの措置と影響は続く。ロシアのウクライナ侵攻および米西側のロシアに対する全方位的制裁は、間違いなく世界経済にこれまでの資源国の戦争よりも大きな影響を及ぼすだろう。ロシア・ウクライナの輸出がさらに制限され、いわゆるコロナ・ショックが重なった下でサプライチェーンが回復していなければ、世界は 1970 年代以来最悪の供給ショックに遭遇する可能性がある。

資源国の混乱は、グローバル・サプライチェーンの置き換えにつながり、その過程で需要と供給の不一致や貿易の減少を招く。歴史的に見て、制裁期間は一般的に 1 年を超え、制裁する側は代替輸入源を探す必要があり、制裁される側も需要不足分を補う必要がある。このような過程で、主要商品の価格が制裁前の水準に回復するには、半年程度かかる場合が多い。

5.2 資源国の国内問題

ベネズエラのインフレ率は、2016年に481.5%、2017年に1642.8%に達した。しかし、すべての原因を資源(石油)に求めるのは正しくない。ベネズエラの経済危機は、非現実的な高福祉と密接な関係がある。ベネズエラ危機は、資源の呪いにかかった国の一部の問題の普遍性を示している。過剰な福祉に加え、国の経済が多角化できず、基幹産業が行き詰まれば国全体が危うくなる。同様に、オランダがオランダ病に罹ったのは、天然資源の輸出だけではなく、福祉国家システムの構築にも原因があった。福祉国家システム維持のための政府の財政負担は重くなっているにも拘らず、それを補う収益を得られなくなっていた。短期間で天然資源の輸出と借金で財政収入を増やすことができたとしても、社会福祉支出のために負債が多すぎることは、当時のオランダ政治の焦点となった。

ベネズエラの通貨は急激に切り下げられ、民間所得は大幅に減少し、失業率は絶えず上昇した。大量の資本は海外流出を加速させ、ベネズエラの多くない外貨準備高は急速に枯渇し、これがまた通貨の切り下げをさらに悪化させた。民衆にとって最も重要なことは、損をしないことである。そうなれば、買い占めは全国的な風潮になる。一連の連鎖反応がそれに伴い、外資が進出できず、借金を返済できず、民衆の不満が高まり、経済危機は直ちに社会危機、政治危機に転化した。労働者のストライキや学生のデモが相次ぎ、反対派と政府の摩擦が激しくなった。危機を前にして、政府は有効かつ強力な対応策を欠いており、一部の措置は危機をさらに悪化させている。

6 資源の呪いとの戦い

6.1 コストの削減と財政再建

資源の豊かさはレントシーキングや制度の弱体化などの混乱を生じさせる。天然資源は高い経済的対価をもたらしやすいため、さまざまな利益集団がその分配と再分配の過程で、違法行為を行いやすい。そのため、さまざまな政治的利益集団が形成され、制度の弱体化、シーキングなどの現象を招いている。これに対して政府は、資源の呪いからの脱出のために、財政の再建、特に政府の規模とコストの削減にシフトする必要がある。

資源の呪いには、過剰な政府予算の赤字を招く危険性がある。資源国は一時的に天然資源の販売から大量の収入を得ることができたとしても、その収入源はいつか終わりを迎える。根本的な方法は政府支出を減らし、政府財政を平常に戻すことである。政府は、次の期間の政府支出に上限を設けることで合意し、政府の収入が増えても支出は増えない。また、政府は同時に保守的な経済予測の原則を採用して、種々の予期しない要素が実際の経済のパフォーマンスに影響することを防止する必要がある。

6.2 資源優位の考え方の再考

地域経済発展の概念は変えなければならない。伝統的な経済の発展理念を改め、一方通行で強度の高い資源開発型経済を産業構造型経済に調整すべきである。第二に、地域政府は資源型地域経済のモデル転換の過程で、地域経済の発展の実態に基づき、関連政策を制定し、改

善し、市場主体の行動を導き、規範化し、激励する必要がある。例えば、資源価格メカニズムと税制政策を確立し、改善する。資源開発の生産量を科学的に制御する。企業が地域外の資源と市場を合理的に利用することを奨励する。

6.3 産業構造の合理的な配置

さまざまな比較優位を発揮し、相互補完的な生産要素体系を構築する。同時に、メーカー産業と非資源産業の発展のための産業移転計画を計画する。次に、金融危機のドミノ効果を避けるためには、単一の資源産業に過度に依存することは回避すべきであり、経済システムと産業構造の多元化の管理を行う必要がある。そうすれば、地域経済の発展、安定した収益につながる。第三は、地域における競争優位の生成パターンである。既存産業の発展方向を変え、コストと規模の優位性を経営と資本の優位性に変え、最終的にはブランド型の優位性に変えていく。第四に、サービス業と製造業の発展を奨励し、支援する。サービス業、製造業の発展を奨励することは、資源を利用した地域産業の下支えをすることになるため、資源の呪いから抜け出すために不可欠なことである。

6.4 人的資本蓄積と内生的技術進歩

資源産業の繁栄は他の産業の発展を抑制する。資源が豊富な地域では通常、資源産業の発展に力を入れ、資源産業が繁栄する。一方で、産業構造の合理性が軽視され、製造業など他の産業の発展が抑制され、経済発展に遅れが生じている。資源の呪いからの脱却に成功した国は、経済成長の初期段階で天然資源を賢く利用している。しかし、経済がある程度発展し、資本の蓄積が終わった後、これらの国々は意図的に天然資源への依存から脱却し、より持続的な人的資本の蓄積と技術進歩、制度改革を求め、経済成長を持続させるようになった。やがて、さらなる経済の躍進と持続的な発展を実現することができた。

人的資本は経済の発展段階を測る重要な基準である。現代の製造業やハイテク産業を中心とした経済構造においてこそ、人的資本が十分に機能し、技術力も高い水準を維持することができる。他方、資源産業と関連するベース産業は、高賃金の高技能職を必要としない構造になっている。むしろ、安い労働力を大量に必要とする。人的資本への投資はすぐには回収できず、長い時間をかけて回収される。その結果、短視眼的な政府は人的資本の蓄積を軽視しがちである。これは長期的にこれらの地域の産業構造と水準のローエンド化、低付加価値化と低技術化を招き、産業構造のモデルチェンジを阻害する。

7 まとめ

資源型地域は経済モデル転換の過程で、「資源の呪い」という障害に遭遇することは避けられない。市場化経済は、加工エリアと資源エリアの間に非常に明確な垂直分業が存在している。そして、その加工エリアと資源エリアの開発効果、技術水準は、産業レベルで明らかな違いが存在している。このような分業システムは資源地域の経済モデル転換と産業アップグレードを阻害しただけでなく、加工エリアの発展を阻害した。資源型地域は

地域間分業において不利な立場にあるため、貿易において不利な状況に直面している。資源型の地域経済の発展は分業と貿易の不利な影響を受けているが、経済成長の目標の圧力の下で、地域経済の構造調整と産業のアップグレードは常に社会経済の発展に従属する地位に置かれている。資源型地域経済の成長と社会資本の蓄積は主に資源型製品に依存しており、資源型産業の発展は地域経済全体の発展に重要な影響を与えている。資源に恵まれた地域は、過度な業績要求と成果目標により、経済構造の調整が困難となっている。

References

- [1] 藏敷晴香 et al. “資源の呪いとどう戦うか-コンゴ民主共和国への政策提言”. In: **早稲田社会科学総合研究. 別冊, 2010 年度学生論文集** (2011), pp. 23–39.
- [2] John L Hammond. “The resource curse and oil revenues in Angola and Venezuela”. In: *Science & society* 75.3 (2011), pp. 348–378.
- [3] 黒宮貴義. “天然資源等の存在と中東の経済発展の関係について”. In: **国際政治** 148 (2015), pp. 43–58.
- [4] 栗田英幸. “「資源の呪い」メカニズムの多様性: フィリピンとモザンビークの比較分析を通して”. In: (2017).
- [5] Richard Auty and Alyson Warhurst. “Sustainable development in mineral exporting economies”. In: *Resources Policy* 19.1 (1993), pp. 14–29.
- [6] Richard Auty. *Sustaining development in mineral economies: the resource curse thesis*. Routledge, 2002.
- [7] Warner Max Corden. “Booming sector and Dutch disease economics: survey and consolidation”. In: *oxford economic Papers* 36.3 (1984), pp. 359–380.
- [8] Mario Holzner. “Fear of Croatian Disease. Is there a danger of a Dutch Disease Effect with respect to a boom in the tourism sector in Croatia in the long run-’The Croatian Disease’?” PhD thesis. WU Vienna University of Economics and Business, 2005.
- [9] *The Super Pit gold mine in Kalgoorlie* <http://landdegradationassignment.weebly.com/impact.html>.
- [10] 栗田英幸. “「資源の呪い」とフィリピン”. In: (2013).
- [11] 栗田英幸. “鉱業先進国オーストラリアにおける民主制度の変質とネットワーク: ノーザンテリトリーの三事例を中心として”. In: **愛媛大学法文学部論集 総合政策学科編** 35 (2013), pp. 41–75.
- [12] Richard M Auty. “Industrial policy, sectoral maturation, and postwar economic growth in Brazil: The resource curse thesis”. In: *Economic Geography* 71.3 (1995), pp. 257–272.
- [13] Joseph Siegle. “Governance strategies to remedy the natural resource curse”. In: *International Social Science Journal* 57 (2005), pp. 45–55.
- [14] David Wiens, Paul Poast, and William Roberts Clark. “The political resource curse: an empirical re-evaluation”. In: *Political Research Quarterly* 67.4 (2014), pp. 783–794.
- [15] *INTERNATIONAL MONETARY FUND GDP, current prices* <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOORLD>.

企業の Twitter 投稿に対する株式市場の反応分析

グループ PBL 演習 3 班

202220523 衛藤愛羅 202220526 加藤優友 202220529 後藤大河 202220533 高橋和暉
アドバイザー教員 三崎広海

1. 研究背景

投資家は様々な情報を元に日々投資活動を行っている。例えば、PER や PBR といった指標、日銀や日経新聞、Kabutan などといったニュース記事、また Twitter、掲示板などといった SNS から情報を得ている。

このような状況の中、投資や資産運用では、資産のリスク管理が重要な問題となっている。リスクの例として、価格変動リスクがある。これは例えば換金する際の受け取り金額が、当初支払った金額よりも下回ることである。また、信用リスクというものもある。これは、融資した会社が破綻するなどのリスクのことである。それに伴い連鎖倒産のリスクなどもある。

金融リスク管理に関する研究は主としてボラティリティに着目しているものが多い。五島ら[1]は、ニュース内容が株式リターンのボラティリティ予測に有効という結果を得ている。

2. 既往研究

柳瀬ら[2]は、「海外においては SNS 等の情報を用いて株価を予測している研究はあるが、日本国内でインターネット上のテキストデータを用いた株価予測で高い精度での予測が可能といった研究成果は少ない」として、インターネット上のデータと株価の変動の間に相関関係があるかどうかの調査を行った。その結果、ニュース記事と日経

平均株価の推移に明確な関係性があるとは言いがたいものの、相関係数で高い評価を得たパラメータを用いることで株価の変動を説明できる可能性を示唆した。

Johan ら[3]は、オンラインソーシャルメディア（ブログ、Twitter など）の情報を抽出し、様々な経済・商業指標の変化を予測できることを示唆した。大衆のアメリカ大統領選挙期間中のツイートと、ダウ平均株価の動向との関連性に関して分析を行った。しかし、この研究は大衆を対象にしており、企業からのツイートを対象にしていない。

3. 研究目的

鳥海ら[4]の研究では、「価格データよりも板情報に、板情報よりもトレーダによる注文に、より多くの情報が含まれていると考えられる。」と述べられている。ただし既往研究として、ボラティリティを用いた株価変動についての論文はあるが、板情報の反応の研究は少ない。本研究では、板情報の反応分析をリスクマネジメントに含めることが可能であるか評価したいと考えている。

本研究では、日々膨大な情報が配信・蓄積されているという理由から Twitter に着目し、ツイート情報が板情報に対して本源的な情報を持つか調査を行う。

板情報の反応から、企業のツイートが投資家の行動に影響を与えるかどうかの検証として、企業の Twitter 投稿を分析し、10 本

気配・板情報の反応との間に相関関係があるかどうかの調査をすることを本研究の目的とする。

4. 手法

本研究においてデータは、Twitter データと、板情報データの 2 つを準備する。今回の調査対象は、企業公式アカウントの中でも Twitter 投稿及びフォロワー数が多く、上場企業であるという観点から任天堂株式会社とした。また、2020 年 3 月～2021 年 2 月の 1 年間を調査期間としてデータを抽出し、分析を行った。

まず、Twitter データとして、任天堂の企業公式の Twitter アカウントからツイート情報を取得する。具体的な手法として、ツイート情報から、西暦・日付・時刻・ツイートの内容についての情報を得る。結果として、調査期間である 2020 年 3 月～2021 年 2 月の 1 年間で 887 個のツイート情報を取得することができた。

yyyy	mm	dd	h	m	contents
2020	3	1	18	5	『Dead Cells』の「#
2020	3	2	17	23	[任天堂HP]「キャン
2020	3	4	10	8	[トピックス]「ニヤニ
2020	3	4	10	40	[トピックス]『ルイ
2020	3	4	17	19	[任天堂HP]「キャン
2020	3	5	10	2	[トピックス]キミをみ

図 1 Twitter データの内容例

次に板情報データとしては、日経 NEEDS ティックデータから、任天堂株式会社の銘柄の情報を抽出し、板情報データを作成する。同データには、売買注文の価格、数量、注文時刻など 95 項目が記載されている。そして、板情報のデータは、1 カ月で約 400 万件存在し、Python を用いて、データの加工、分析を行った。

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	
0	1200	20200302	11	1	1	7974	NaN	80000.0	NaN	80000050524	...	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0
1	1200	20200302	11	1	1	7974	NaN	80000.0	NaN	80000052430	...	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0
2	1200	20200302	11	1	1	7974	NaN	80000.0	NaN	80000053219	...	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0
3	1200	20200302	11	1	1	7974	NaN	80000.0	NaN	8000100946	...	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0
4	1200	20200302	11	1	1	7974	NaN	80000.0	80000.0	8000124476	...	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0	NaN	NaN	0

図 2 板情報データの内容例

分析に関しては、板情報データから株の売買の気配の総数を以下の式(1)にあてはめる。式(1)では、ツイート前後 5 分間の注文数の差をツイート前 5 分間の注文数で割ることで、注文数の増減率を求めている。得られた増減率と、企業のツイート情報を組み合わせることで企業の Twitter 投稿に対する株式市場の反応分析を行う。

$$change\ rate = \frac{N_{forward} - N_{past}}{N_{past}} \quad (1)$$

$N_{forward}$: ツイート後 5 分間の注文数

N_{past} : ツイート前 5 分間の注文数

5. 結果と考察

図 3 に、任天堂株式会社の月ごとのツイート投稿の数を示す。

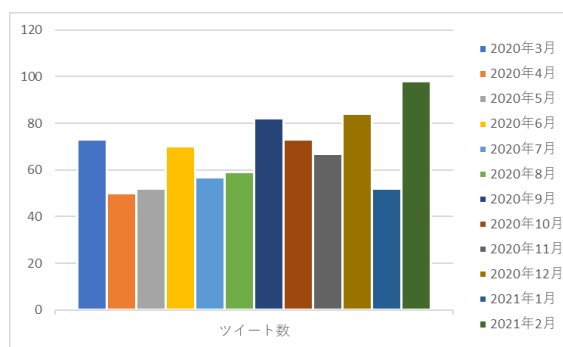


図 3 任天堂株式会社のツイート数

取得した Twitter データと、板情報データを基に、企業の Twitter 投稿の時刻に関連す

る, 2020年3月~2021年2月の売買注文数の変動率を求めた. 以下, 図4, 図5で示すグラフは, 2020年3月~2021年2月における, 企業のツイート前後の売買注文変動率の時系列である. 縦軸の変動率が大きいほど Twitter 投稿と注文数との間の正の関係が強いことを表す. また, 0の値はツイート投稿による注文の変動がないことを表し, 0を下回ると, 注文がツイート投稿により減少したことを表す. 図6~図9は平常時の変動率の時系列である.

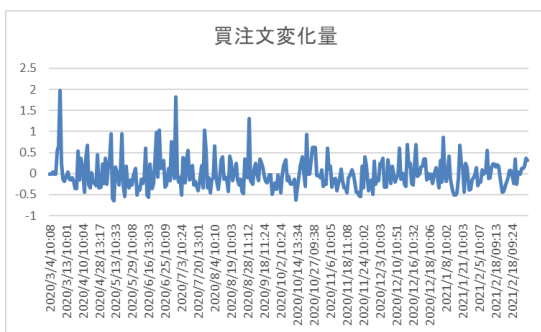


図4 Twitter 前後の買い注文変化量

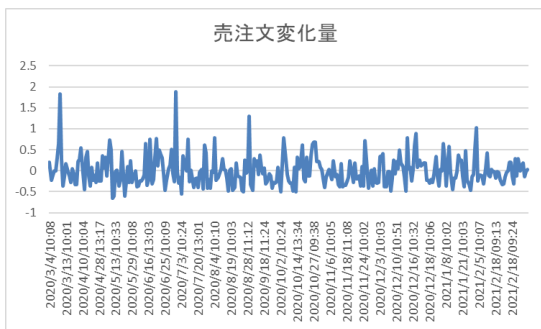


図5 Twitter 前後の売り注文変化量

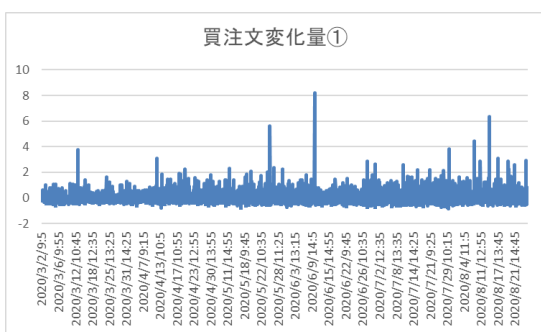


図6 平常時の買い注文変化量①

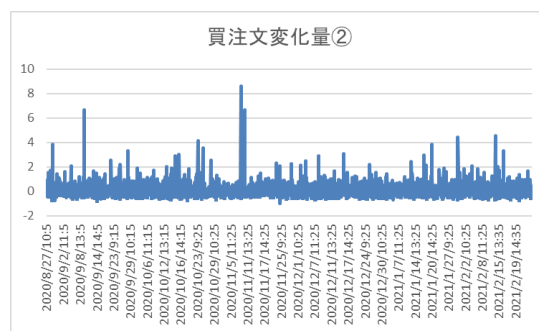


図7 平常時の買い注文変化量②

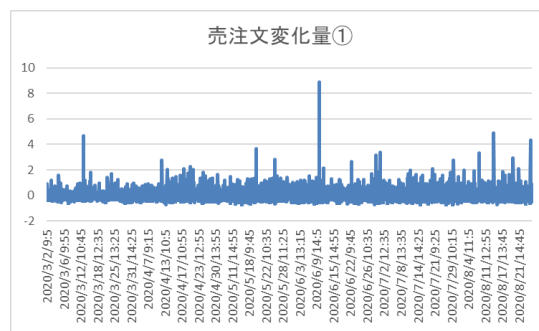


図8 平常時の売り注文変化量①

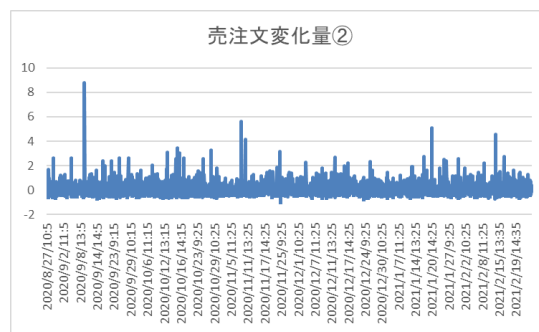


図9 平常時の売り注文変化量②

表1 基本統計量 Twitter

	買注文変化量	売注文変化量
count	321	321
mean	-0.005083291	-0.003936042
std	0.363418335	0.352367768

表2 基本統計量平時

	買注文変化量	売注文変化量
count	7260	7260
mean	0.06848971	0.063102486
std	0.509056597	0.493612594

この分析の結果、グラフから、平時とツイート投稿時を比較すると、売り注文、買い注文共に、企業がツイートを行うと、平時と比べて注文数は減少傾向になり、標準偏差から、板の反応は小さくなることが分かった。しかし、この結果では、企業のツイートが板情報の変動に影響を及ぼしているという結論には不十分である。公式ツイートだけの研究ではなく、ニュースやアナリストレポートなどのデータを使用した分析が必要だと考える。

6. 今後の予定

現在の研究では、1企業でのTwitter投稿に関わる分析のみであるため、成果としては不十分である。そのため、他の情報サイトなども考慮に入れて、板情報の変動を考察し、リスクマネジメントの評価を行っていききたい。また、他の時間帯、及び他の企業の板情報の増減率を調査し、比較分析する必要があると考える。

さらに、新しい指標を考案し、さらなる分析を行いたい。対象を約定価格についても拡張させ、板情報分析との違いを考察することでリスクマネジメント調査を深める必要がある。

7. まとめ

今回は、独自の手法を用いて、企業のTwitter投稿に対する株式市場の反応分析を行った。その結果、売り注文、買い注文ともに、平時と比べて注文数は減少傾向に

なることが分かったが、リスクマネジメントの評価を行うには不十分であった。今後も調査の対象を増やすこと、また調査期間を延長することで、さらなる考察を深めたい。

参考文献

[1] 五島圭一, 高橋大志, 山田哲也: 自然言語処理による景況感ニュース指数の構築とボラティリティ予測への応用.

[2] 柳瀬 仁洋, 小高 知宏, 黒岩 丈介, 白井 治彦: 株価予測におけるビックデータの利用, 福井大学大学院工学研究科研究報告, vol. 68, pp. 59-66, 2018.

[3]

Johan Bollen, Huina Mao, Xiaojun Zeng, "Twitter mood predicts the stock market", Journal of Computational Science 2 (2011) 1-8.

[4] 鳥海 不二夫, 西岡 寛兼, 梅岡 利光, 石井 健一郎: 板情報による市場相違性の検出, 人工知能学会論文誌, 2012, 27 巻, 3 号, pp. 143-150, 2012.

新型コロナウイルスの起源から考える

機能獲得研究のリスク

4班

下妻康平、岡野礼夢、ロッカ亜蘭、西田開飛

アドバイザー教員：掛谷英紀

1 はじめに

2019年末に初めてヒトへの感染が確認された新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) は、今もなお猛威をふるい続けており、世界での累計死者数は約650万人にのぼる。また、日本では2億回以上のワクチン接種が行われており (2022/10/3現在, 朝日新聞)、約6300億円がワクチンにかけられている。このように新型コロナウイルスは、人間活動や経済に対して悪影響をもたらすウイルスである。

機能獲得研究とは、病原体の毒性や感染性を増強する研究のことである。ウイルスの機能獲得研究には、将来的に天然起源で発生しうるウイルスをあらかじめ人工的につくり、それをもとにワクチンや治療薬を開発し、そのウイルスの将来的な感染拡大を抑制するメリットがあると言われている。しかしウイルス機能獲得研究のデメリットとして、強化されたウイルスが軍事 (すなわち殺傷目的で) 利用されたり、管理の不備によってウイルスが漏洩したりするリスクが挙げられる。このような危険な側面をもつ機能獲得研究は、武漢ウイルス研究所に限らず世界中の研究機関で行われている。

多くの被害を与えた新型コロナウイルスが機能獲得研究によってつくられたものだとすれば、研究活動が650万人の命を奪い、世界中の人々の生活を破壊する結果をもたらしたことを意味する。今回のPBL演習では新型コロナウイルス起源に関係する機能獲得研究について調査を行ったうえで、機能獲得研究のリスクについて考察を行う。

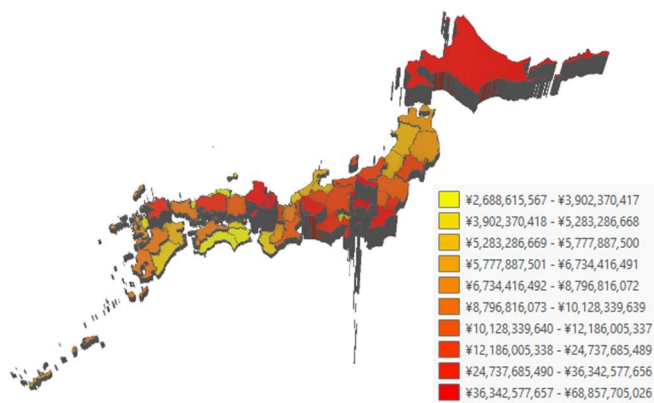


図 1.1 都道府県別のワクチン負担額
(esriジャパン,全国市区町村界データをもとに作成)

そのような大きな被害を生み出した新型コロナウイルスだが、起源については依然として不明で、天然の動物からの感染した (天然起源) のか、ウイルスの研究によって人工的につくられた (研究所起源) のかは分かっていない。しかし、新型コロナウイルスには人工的改変と思われる変異があることや、実際に武漢ウイルス研究所がSARSウイルスの機能獲得研究を行っていたことなど、新型コロナウイルスは研究所起源である可能性を示す根拠も見つかっている。

2 新型コロナウイルスが研究所起源である根拠

2.1 生物学的な観点

新型コロナウイルスには不自然 (人工の可能性がある) 変異が含まれる。その具体的内容を説明するため、まず新型コロナウイルスの感染メカニズムについて簡単に述べる。新型コロナウイルスは
Step1: スパイク蛋白という突起部分が、ヒトの細胞の表面にあるACE2受容体と結合する
Step2: フーリンというヒトがもつ酵素によってスパイク蛋白が切断され、ヒトの細胞内に入り込む
という主に2ステップで感染する (図2.1)。

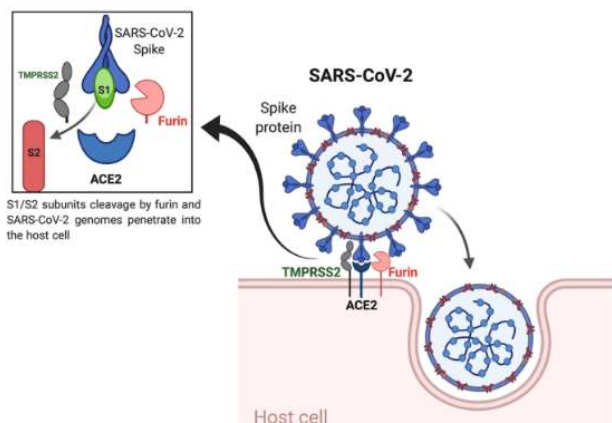


図 2.1 新型コロナウイルスの感染メカニズム (スパイク蛋白とACE2受容体の分子間相互作用) (Lippi et al., 2020)

Step1に関して、新型コロナウイルスはスパイク蛋白が人間のACE2受容体と結合しやすいように改変されていた可能性がある。タンパク質の性質はアミノ酸の配列によって決まり、新型コロナウイルスのスパイク蛋白を構成するアミノ酸配列の各アミノ酸が突然変異し他のアミノ酸になった場合、ACE2受容体と結合しやすくなるかどうか調査した研究 (Starr, et al., 2020)によると、ほとんどの変異パターンにおいて結合性が改善しないという結果になっている (図2.2)。これはスパイク蛋白が最初からヒトのACE2受容体と最適に近い形で結合するようになっていたことを意味する。

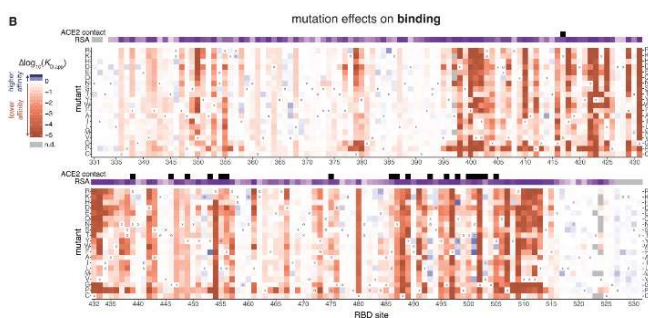


図 2.2 新型コロナウイルスのスパイク蛋白を構成するアミノ酸を突然変異させたときのACE2受容体との結合性変化 (紫が改善、茶が悪化。改善がほとんど見られないことが分かる) (Starr, et al., 2020)

Step2に関して、フーリンによってスパイク蛋白が切断されると、ウイルスはヒトの細胞内に入り込

みやすくなる。フーリンによって切断されるにはフーリン切断部位 (特定のアミノ酸配列) を含んでいる必要がある。新型コロナウイルスに類似した他のウイルスはフーリン切断部位を持たないのに対し、新型コロナウイルスにはフーリン切断部位が突如出現している (図2.3)。この変異は非常に不自然である。フーリン切断部位を人工的に挿入する研究は過去にも多数行われていることから、ヒトの細胞内に入り込みやすいようにフーリン切断部位が実験的に挿入された可能性が考えられる。 (Chan & Zhan, 2022)

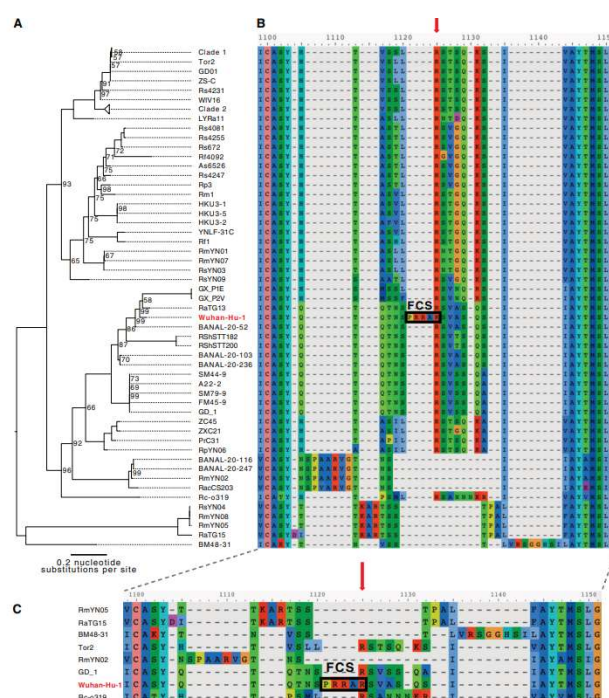


図 2.3 様々なウイルスのスパイク蛋白におけるアミノ酸配列 (FCSはフーリン切断部位をあらわす) (Chan & Zhan, 2022)

2.2 研究機関の動き

新型コロナウイルスとかかわりがあると思われる研究者や研究機関に関する情報から、武漢ウイルス研究所で実際に機能獲得研究を行っていたことを裏付ける状況証拠が得られている。

根拠1: 武漢には機能獲得研究のノウハウがあった

2015年、ノースカロライナ大学を中心とした研究グループによってSARSウイルスのスパイク蛋白を人間のACE2受容体に結合しやすいように改変する研究 (Menachery, et al., 2015)が発表されたが、

その研究グループには武漢ウイルス研究所の石正麗氏が含まれていた。

根拠2:NIHによる機能獲得研究への資金提供

アメリカのNIAID (National Institute of Allergy and Infectious Disease, 国立アレルギー感染症研究所) の所長である Anthony Fauci は新型コロナウイルスが機能獲得研究によって人工的につくられたという説を否定している。しかし、情報公開制度によって NIAID が武漢ウイルス研究所に研究資金を提供していることが明らかになった (GUTERL, 2020)。その研究資金によって行われた研究の内容はコウモリの持つコロナウイルスの機能獲得研究であった。

根拠3:感染拡大直前のウイルスデータ隠蔽

武漢ウイルス研究所には 22,000 種類のウイルスの情報を含むデータベースがあり、以前はそれを公開していた。しかし 2019 年 9 月、そのデータの公開を停止している。これは新型コロナウイルスのもととなったウイルスのデータを隠蔽するためではないかと疑われる。

以上のことから、新型コロナウイルスは研究所起源すなわち機能獲得研究によって人工的につくられたものが漏洩した可能性が高いと考えられる。

3 機能獲得研究による利益と損失

新型コロナウイルスが研究所起源であるか否かにかかわらず、機能獲得研究は数百万人もの人命を奪う可能性のある非常に高リスクな研究といえる。

米国の生物学者である Kevin Esvelt は THE HILL TV での対談 (Esvelt & Gronvall, 2022) の中で、「機能獲得研究を行うことで将来的にパンデミックを起こしうるウイルスを一つ特定すれば、10万人の命を救うことができる。しかし、機能獲得研究によって強化されたウイルスが意図的に放出されれば1000万人の死が予想される。」と語っている。つまり、機能獲得研究によって救うことができる命よりも、機能獲得研究によって失われる命の方が100倍多いということになる。実際、機能獲得研究により未然に新しいウイルス感染症を抑制できたケースは1つも無い。

また、Lipsitch & Galvani (2014) によると、米国内において研究室を原因とする感染は年間で1000実験室あたり2件発生すると見積もられており、10年間に少なくとも1件の実験室関連感染を発生させる可能性が20%近く存在すると述べている。これは自然的に発生するパンデミックより頻度が高い。

さらに、社会的に有益な要素のない種機能獲得研究も存在し、その種の機能獲得研究もおこなわれている。機能獲得研究には

- ① 感染対象を変える
- ② 感染力を強める
- ③ 毒性を増す
- ④ 無症状感染できるようにする
- ⑤ 免疫逃避するようにする

の5種類がある。①～③に関しては(前述したように当然デメリットの方が大きい) ワクチンや治療薬の生成に応用できる可能性があるため、その実施が許容されている。一方、④⑤は軍事的にしか適用できない研究とされており、禁止されている。しかし、武漢ウイルス研究所で④⑤にあたる研究が行われたことが報告されており、中国語の論文も見つかっている (Appdictive Studio LLC, 2022)。

以上のことから、機能獲得研究の社会的リスクは非常に大きく、何らかの規制が必要であると考えられる。

4 機能獲得研究のあるべき姿の提案と課題

前章で機能獲得研究には規制が必要であると結論づけた。そこで安全性の向上と監査体制の強化について検討を行う。具体的には、以下に挙げる方策が考えられる。

1. 監視機関の権限強化

武漢ウイルス研究所における機能獲得研究は P3CO (Potential Pandemic Pathogen Care and Oversight) によって監視がなされている。監視機関は研究所を調査し、危険と判断した場合、出資機関に報告する。つまり監視機関は直接的に研究を停止させる権限を持たない。また、新型コロナウイルスの機能獲得研究に対する出資機関 NIH も機能獲得研究を正当化している。つまり、現状の監視システム

では監視機関の権力が弱いため機能獲得研究を停止させるのは困難である。

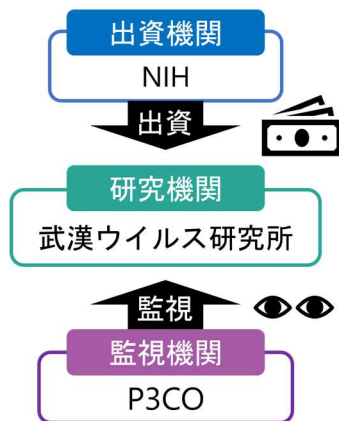


図 4.1 武漢ウイルス研究所に対する
出資機関と監視機関

今後は、監視機関の権限強化が必要であると考えられる。実際に、生命科学分野における危険な研究を監視するために国際原子力機関 (IAEA) のような組織を作成する必要があるという意見も挙がっている。

2. 研究施設の隔離

監視機関の権限強化と同時に、研究施設を人の住む場所から隔離してしまうことによって安全性を向上させるということも考えられる。主要都市から十分に距離がある離島などに研究機関を設置し、万が一流出があったとしても被害が拡散しないようにするという案である。過去の生物研究を振り返っても、日本の大久野島やロシアのヴォズロジデニヤ島など、隔離された島嶼が生物研究に使われている。

しかし、ロシアのヴォズロジデニヤ島では隔離を行っていたにもかかわらず、流出事故が発生している (Zilinskas, 2016) ことを考えると、この案にもまだまだ課題は多く、追加の安全対策が必要であると考えられる。

5 まとめ

本稿では新型コロナウイルス研究所起源の可能性、および危険なウイルスを人工的に作り出す機能獲得研究の規制について議論を行った。バイオテクノロジーの急速な進歩に伴い、その技術がもたらす利便

とともにリスクも増大している。そのリスクを軽減するための方策を実施することは国際社会にとって喫緊の課題である。

参考文献

- Appditive Studio LLC. (2022, 8 5). *Potcast Addict*. Retrieved from The Victor Davis Hanson Show Talking With Dr Steven Quay about Covid-19 Virus: <https://podcastaddict.com/episode/143399093>
- Chan, Y. A., & Zhan, S. H. (2022, 1). The Emergence of the Spike Furin Cleavage Site in SARS-CoV-2. *Molecular Biology and Evolution*, 39. doi:10.1093/molbev/msab327
- Esvelt, K., & Gronvall, G. (2022, 5 28). Experts DEBATE Research At The Heart Of Lab Leak Theory. Who Won? (R. Grim, & E. Jashinky, Interviewers)
- GUTERL, F. (2020, 4 28). *Newsweek*. Retrieved from Dr. Fauci Backed Controversial Wuhan Lab with U.S. Dollars for Risky Coronavirus Research: <https://www.newsweek.com/dr-fauci-backed-controversial-wuhan-lab-millions-us-dollars-risky-coronavirus-research-1500741>
- Lippi, G., Lavie, C. J., Henry, B. M., & Sanchis-Gomar, F. (2020). Do genetic polymorphisms in angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) gene play a role in coronavirus disease 2019 (COVID-19)? *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(9), 1415-1422. Retrieved from <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0727>
- Lipsitch, M., & Galvani, A. P. (2014). Ethical Alternatives to Experiments with Novel Potential Pandemic Pathogens. *PLoS Med*, 11(5). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001646>
- Menachery, V. D., Jr, B. L., Debbink, K., Agnihothram, S., Gralinski, L. E., Plante, J. A., . . . Baric, R. S. (2015). A SARS-like cluster of circulating bat coronaviruses shows potential for human emergence. *nature medicine*, 21, 1508-1513. doi:<https://doi.org/10.1038/nm.3985>
- Starr, T. N., Greaney, A. J., Hilton, S. K., Ellis, D., Crawford, K. H., Dingens, A. S., . . . Bloom, J. D. (2020, 9 3). Deep Mutational Scanning of SARS-CoV-2 Receptor Binding Domain Reveals Constraints on Folding and ACE2 Binding. *Cell*(182), 1295-1310. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.08.012>
- Zhan, S. H., Deverman, B. E., & Chan, Y. A. (2020, 5 1). SARS-CoV-2 is well adapted for humans. What does this mean for re-emergence? *bioRxiv*(073262). doi:<https://doi.org/10.1101/2020.05.01.073262>
- Zilinskas, R. A. (2016). *The Soviet Biological Weapons Program and Its Legacy in Today's Russia*.
- 朝日新聞. 参照日: 2022 年 10 月 6 日, 参照先: データでみるコロナワクチン日本の接種状況.

フィッシングに対する意識調査とその被害低減に向けた分析

PBL 演習 5 班

小久保知己 内堀紘徳 平野威吹 Liu Yuheng

アドバイザー教員 西出隆志

1. 研究背景

近年、フィッシングメールの被害件数が増えており [1]、注目されている。フィッシングメールとはある送信者を偽って電子メールを送信し、攻撃対象者の ID やパスワードを入手する詐欺である。これらフィッシングメールは、インターネットがより身近になったという背景に加えて、年々フィッシングメールの手口は巧妙になっているため、その対策や正しい知識を身につけていることが重要となる。

2. 既往研究

2.1. フィッシング詐欺のビジネスプロセス分類

林ら [2] の研究では、フィッシング詐欺をビジネスであると定義し、過去の事例を分析することでプロセスを分類した。事例研究を行うことで、提案手法が実際のフィッシングキャンペーンに普遍的に適用可能なプロセスであることを確認し、フィッシング詐欺を体系的に理解し、各活動にて結果を引き起こす因子を明らかにすることで、脅威を予測することが容易になることを確認した。

2.2. ユーザのフィッシングサイト回避能力と心理特性との関係性の検討

小倉ら [3] の研究では、ユーザ自身によるフィッシングサイト検知能力向上に貢献する要素を明らかにするために、フィッシングサイト回避能力とユーザの心理特性として、批判的思考態度尺度、認知的熟慮性-衝動性尺度の 2 つの尺度を用いた調査を実施し、その結果について検討した。その結果、セキュリティ全般の常識的な知識と批判的思考態度のうちの論理的思考、客観性と負の相関、フィッシング対策に関わる知識と論理的思考、客観性、認知的熟慮性と正の相関が見られた。このことから、批判的思考態度が、フィッシング回避の知識と関わることを示唆された。また、フィッシング回避に関係する行動と心理的特性として、熟慮性の高いユーザと比較して、衝動性の高いユーザがメー

ルやサイトの真偽にかかわらずクリック行動を取りやすい可能性が示された。

2.3. Phishing in Organizations: Findings from a Large-Scale and Long-Term Study

Lain ら [4] の研究では、大規模な長期フィッシングメールの実験を行い、研究参加者（会社員）が通常の作業環境で模擬フィッシングメールを受信した。また、模擬フィッシングメールを受け取った時に、従業員が報告できるボタンを導入した。フィッシングメールのクリック率、重要な情報の提出などの危険行為、模擬フィッシングメールの報告行為を測定した。結果として、従業員は分散ネットワークでのフィッシングの検出機能の一部として役割を果たすことを証明した。従業員のメールの報告行為は、新しいフィッシングの活動を迅速に検出できる上に、組織の運営負荷は許容可能なものであり、従業員は長時間の活躍を維持できることを示した。

3. 研究目的

本研究では、フィッシングに対する意識について調査する。その際、年齢や性別によるフィッシング認知度の相関関係の違いについても明らかにする。相関係数を用い、調査結果を分析し、フィッシングの被害低減に向けた提言を行う。具体的な評価指標や分析手法については以下 4 章で詳しく記述する。

4. 分析手法

4.1. 調査方法及び調査対象

フィッシングに対する意識調査として、本研究ではアンケート方式を採用した。2022 年 9 月 12 日から 2022 年 9 月 27 日の期間、Google Forms で作成したアンケートにより 19 歳以下から 60 代までの計 87 人から回答を得た。

4.2. アンケート概要

実施したアンケートは、回答者の属性情報、普段のインターネットサービスのなどの利用状況、フィッ

シングや情報セキュリティに対する知識など計 22 項目から構成されている。アンケートの配布にあたっては、リスク・レジリエンス工学学位プログラムの博士前期課程、博士後期課程のメーリングリスト、班員の知人や研究室の学生などに送付し、可能な限り多くの回答数、幅広い年代からの回答が得られるように努めた。アンケートの概要を図 1 に示す。なお、結果の分析においてはこれらの集計結果を相関分析やグラフによって可視化を行った。

5. 分析結果

5.1. ウイルス対策ソフト導入とその安心感の相関

図 2 はウイルス対策ソフトをパソコンとスマホにどれだけ導入しているかの割合を示す。パソコンにのみ導入が最も多く 47%、両方に導入が 34%、両方に導入していないが 15%、スマホにのみ導入が最も低く 3% という結果になった。また、図 3、図 4、図 5 はそれぞれの人々がウイルス対策ソフトが自分をフィッシングからどの程度守っていると思うかという質問に対しての回答の割合を示す。何に導入しているかにかかわらず、40% 前後の人があまり守っていない、もしくは全く守っていないと回答した。

5.2. インターネットリテラシーと各属性の相関

図 6、図 7 は年代ごとの各質問に対し「はい」と答えた人の割合を示す。図 6、図 7 からスマホとパソコンのウイルス対策ソフトの導入率を比較すると、全体としてパソコンの方が導入率が多かった。

図 8、図 9 は「オンラインショッピングでクレジットカードを利用するか」の質問への回答と、各質問に対し「はい」と答えた人の割合の関係を示す。図 8、図 9 から、クレジットカードを使う人は、使わない人に比べると、スマホ、パソコン両方でウイルス対策ソフトを導入する割合が少なくなった。

5.3. フィッシングに関する知識

人々のフィッシングに対する認知度を明らかにするために、八つの知識項目を設計した。各年齢層の知識項目の認知率を計算し認知率の結果を見ると、二番目の「メールだけではなく、SMS や DM を利用したフィッシング詐欺もある」が一番よく知られていることが明らかになった。七番目の「短縮 URL の」が一番よく知られていないことが明らかになった。

5.4. ユーザの行動分析

年齢層とユーザの行動選択の関係を分析するため、年齢層別に個人情報入力時のユーザの行動選択の割合

を図 10 に示した。「入力しない」と答えた割合は 30～39 歳がもっと多い一方で、20～29 歳、19 歳以下の年齢層ではサイトの信用性を確認することなく「とりあえず入力する」という回答も存在した。

SNS 利用頻度別 URL アクセス要求に対する行動を図 11 に、SNS 利用頻度別個人情報入力時の行動を図 12 に示す。これらの図から、SNS の利用頻度が週 6～7 日のユーザの中にはメールの信用性を確認せずに掲載された URL をクリックしたり、サイトの信用性を確認せずに個人情報を入力したりするユーザが存在していることがわかる。

図 13 にオンラインショッピング利用頻度別 URL アクセス要求に対する行動を示す。いずれのオンラインショッピング利用頻度においても、「クリックしない」、「メールの信頼性を確認してからクリックする」という回答が大部分を占めた。また、「とりあえずクリックする」という回答はオンラインショッピングの利用頻度が週 0～1 日や週 2～3 日などの比較的少ないユーザに見られた。

図 14 にクレジットカード利用有無別個人情報入力時の行動を示す。図 14 を見ると、オンラインショッピングでクレジットカードを利用するユーザの方が「入力しない」や「サイトの信用性を確認してから入力する」という回答の割合が多く、「とりあえず入力する」という回答の割合が低いことがわかった。

6. 考察

図 3、図 4 より、ウイルス対策ソフトを導入しても守っていないと回答している人は約 40% いた。また、両方に導入している人の方がパソコンにのみ導入している人よりも「大いに守っている」と回答した割合が少なかった。このことから、ウイルス対策ソフトに対する信頼度の低さやフィッシング詐欺から守るという目的で導入していないことが考えられる。また、図 5 より、どちらにも導入していない人は「どちらともいえない」や「守っていない」という回答をしている人が多いが、一定数「少しは守っている」と回答している人もいる。このことから、ウイルス対策ソフトはフィッシング詐欺から守ってくれる機能（ウェブメールの URL をクリックしたときに怪しいとブロックしてくれる機能等）の周知が詐欺被害の低減につながると考えられる。

年齢層とフィッシングに対する知識の相関を分析するために、年代の範囲の中央と「フィッシングについ

質問番号	項目	質問内容	選択肢
1	基本属性	あなたの年齢をお知らせください	1. ~19歳, 2. 20~29歳, 3. 30~39歳, 4. 40~49歳, 5. 50~59歳, 6. 60~69歳, 7. 70~79歳, 8. 80~89歳, 9. 90~99歳, 10. その他
2		あなたの職業をお知らせください	1. 経営者・役員, 2. 会社員, 3. 契約社員・派遣社員, 4. パート・アルバイト, 5. 公務員(教職員除く), 6. 教職員, 7. 医療従事者, 8. 自営業・自由業, 9. 専業主婦・主夫, 10. 大学生・大学院生, 11. 専門学校生・短大生, 12. 高校生, 13. 士業(公認会計士・弁護士・税理士・司法書士), 14. 無職, 15. 定年退職, 16. その他
3		あなたの性別をお知らせください	1. 男性, 2. 女性, 3. その他
4	普段のインターネットサービス利用状況	普段のSNSの利用頻度をお知らせください	1. 週0~1日, 2. 週2~3日, 3. 週4~5日, 4. 週6~7日, 5. 全く使わない, 6. 毎日使う, 7. その他
5		オンラインショッピングの利用頻度をお知らせください	1. 週0~1日, 2. 週2~3日, 3. 週4~5日, 4. 週6~7日, 5. 全く使わない, 6. 毎日使う, 7. その他
6		オンラインショッピングでクレジットカードを利用していますか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
7		インターネットでメールを利用しますか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
8	基本知識	フィッシングメールと呼ばれる手法/技術をご存知ですか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
9		フィッシングメールを受け取ったことがありますか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
10		フィッシングメールと思われるメールを受け取ったときどんな対応をしますか (選択肢にない場合はその他に記述してください)	1. メールを開かず, そのままにする, 2. メールを開かず, 削除する, 3. メールを開いて中身を確認してから, そのままにする, 4. メールを開いてから削除する, 5. メールは開くが, リンクはクリックしない, 6. メールを開き, リンクをクリックしてみる, 7. その他
11		フィッシングによる被害を受けたことはありますか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
12		「はい」と答えた方に伺います どのような被害を受けましたか	自由記述
13		フィッシング詐欺についてあなたはどの程度理解していますか	1. 全く理解していない, 2. あまり理解していない, 3. どちらともいえない, 4. 少しは理解している, 5. 大いに理解している
14	普段の対策状況	パスワードの使い分けは行っていますか	1. はい, 2. いいえ, 3. その他
15		最も利用するメールクライアントは何ですか (選択肢にない場合はその他に記述してください)	1. Gmail, 2. outlook, 3. Yahoo!, 4. thunderbird, 5. au, 6. softbank, 7. docomo, 8. その他
16		普段利用しているスマホにウイルス対策ソフトを導入していますか	1. はい, 2. いいえ
17		普段利用しているパソコンにウイルス対策ソフトを導入していますか	1. はい, 2. いいえ
18	応用知識	ウイルス対策ソフトはどの程度自分をフィッシング詐欺から守っていると考えていますか	1. 全く守っていない, 2. あまり守っていない, 3. どちらともいえない, 4. すこしは守っていると考えています, 5. 大いに守っている
19		この中であなたが知っていることをすべて選んでください	1. フィッシング詐欺に乗っているurlはリンク先のurlとは限らない, 2. メールだけではなく, SMSやDMを利用したフィッシング詐欺もある, 3. フィッシング詐欺の有効な対策方法としてワンタイムパスワードがある, 4. 電子メールにおいて差出人アドレスは容易に詐称できる, 5. 「co.jp」は日本国内に住所が必要なドメイン名であるため, 信頼性が比較的高い, 6. Webサイトなどで個人情報を入力する場合は, SSL接続であること, 及びサーバ証明書が正当であることを確認する, 7. 短縮URLは安全性が低い, 8. https接続になっていれば通信は暗号化されるが接続先が安全とは限らない
20		次の中から知っているもの, 行っているものをすべて選んでください	1. 電子署名, 2. SSL証明書, 3. 注意喚起をしっかりと読む, 4. どれも知らない, 行っていない
21	行動	メールに掲載されたurlをクリックしてサイトにアクセスするように要求された時どのような対応をとりますか (選択肢にない場合はその他に記述してください)	1. クリックしない, 2. メール信用性を確認してからクリックする, 3. とりあえずクリックする, 4. その他
22		URLを開き, 個人情報を入力する場合, どのような行動をとりますか (選択肢にない場合はその他に記述してください)	1. 入力しない, 2. サイトの信用性を確認してから入力する, 3. とりあえず入力する, 4. その他

図1 アンケート概要

で知っていること」での選択した個数との相関分析を行った。相関係数の計算結果は-0.25であり、弱い負の相関が見られた。相関関係は弱いですが、年齢が増えればフィッシングに関する知識が弱くなると考えられる。フィッシングの被害を低減するための提言は二つである。一つ目は、高齢者が携帯電話、スマートフォン、ノートパソコンなどを購入する時に、店はフィッシングとその被害を説明する簡易な啓蒙資料、あるいはそのような情報や説明動画が掲載されている URL 一覧

などを高齢者に提示すること、二つ目は、若い人は自分の家族の高齢者や職場の高齢者にフィッシングに関する知識を説明することである。

図10の通り、「入力しない」と答えた割合は30~39歳がもっと多いことからこの年齢層は個人情報入力に対する警戒心が強い傾向にあるといえる。一方で29歳以下の若年層ではサイトの信用性の確認を行わずに「とりあえず入力する」という回答もあった。若い世代のセキュリティの薄さについては図6,7からも見られ

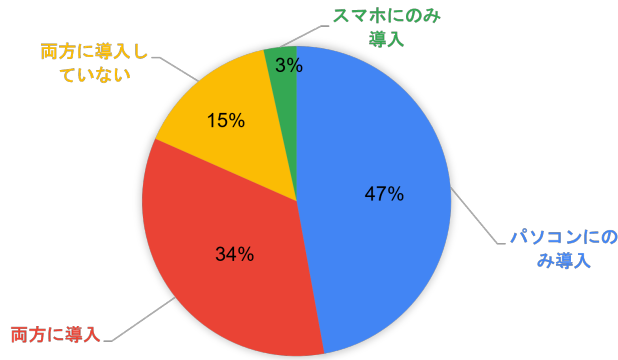


図2 ウイルス対策ソフトの導入割合

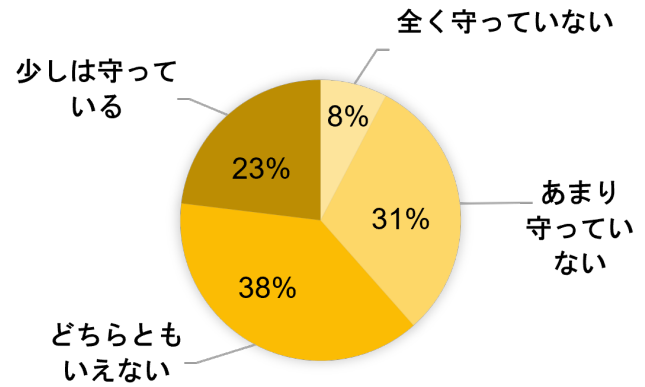


図5 両方に導入していないの回答割合

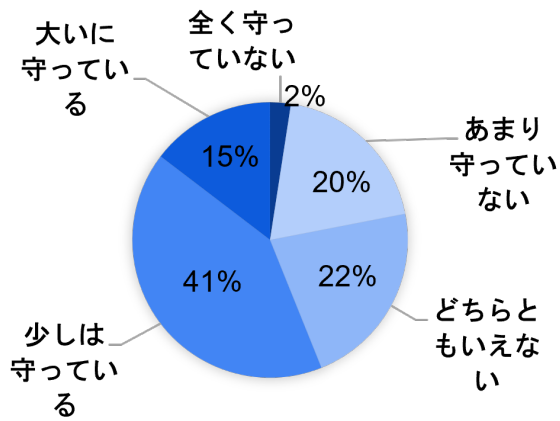


図3 パソコンにのみ導入の回答割合

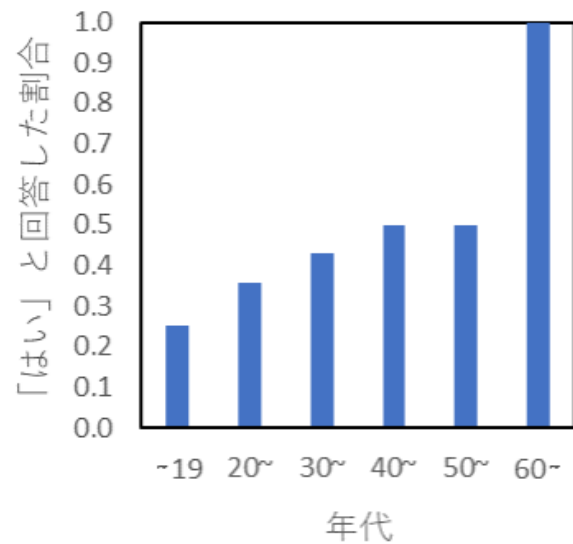


図6 各年代の「普段利用しているスマホにウイルス対策ソフトを導入していますか」に対し、「はい」と答えた割合

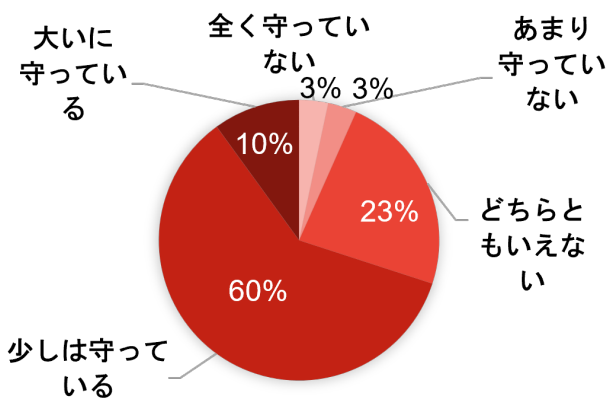


図4 両方に導入の回答割合

た。そのため、フィッシング被害を防ぐ啓蒙活動としては29歳以下の若年層や40歳以上の年齢層に対する注意喚起が有効であると考えられる。

図8,9より、オンラインショッピングを利用する人の方がウイルス対策ソフトを導入していなかった。また図11,12から、SNSの利用頻度が高いユーザがメールの信用性を確認せずに掲載されたURLをクリックしたり、サイトの信用性を確認せずに個人情報を入力

したりするユーザが存在することがわかる。このことから、SNSやオンラインショッピングなどのサービスを利用するユーザほど、セキュリティに関する意識が低い傾向が見られた。そのため、フィッシング被害を防ぐ啓蒙活動としては、広告等を使った注意喚起が有効であると考えられる。この場合、広告の掲載費用を誰が拠出するかという問題が生じるが、SNS等の運営会社に対してユーザへの注意喚起を義務化するような法整備を行うことが挙げられる。

7. まとめ

本研究ではフィッシングに対する意識調査を実施した。その結果、意識の低い年齢層などその属性を明らかにした。本研究で得られた主要な結果は以下のとおりである。

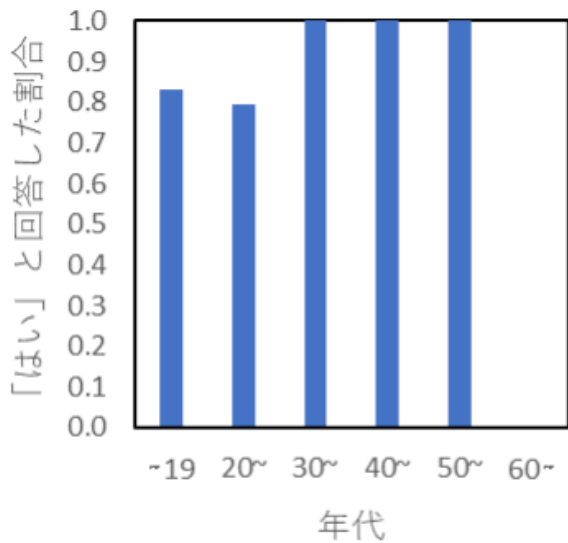


図7 各年代の「普段利用しているパソコンにウイルス対策ソフトを導入していますか」に対し、「はい」と答えた割合

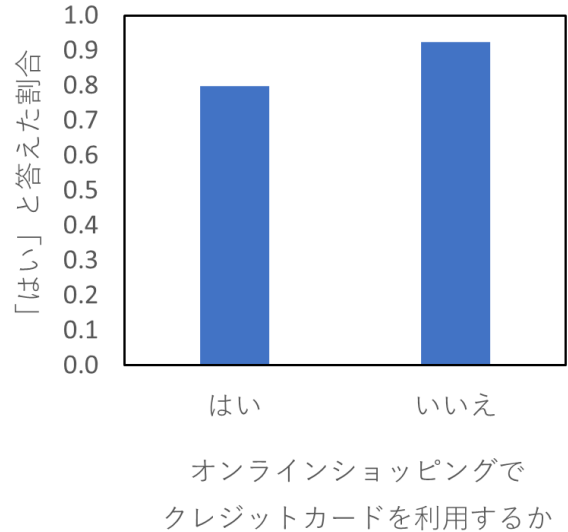


図9 オンラインショッピングでのクレジットカードの利用と「普段利用しているパソコンにウイルス対策ソフトを導入していますか」に対し、「はい」と答えた割合

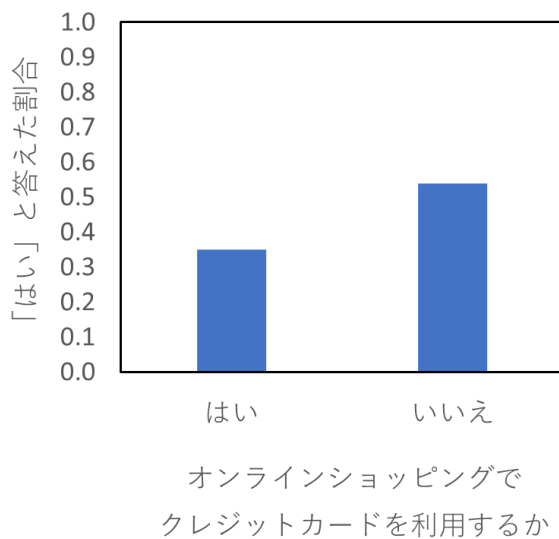


図8 オンラインショッピングでのクレジットカードの利用と「普段利用しているスマホにウイルス対策ソフトを導入していますか」に対し、「はい」と答えた割合

- ウィルス対策ソフトにはフィッシング詐欺から守ってくれる機能があるということの周知が詐欺被害の低減につながると考えられる。
- フィッシングに対する知識量は弱い相関であったが若い世代の方が多という結果になった。そのため若い世代による高齢者層への協力が望ましいと考えられる。
- フィッシング被害を防ぐ啓蒙活動としては個人情報

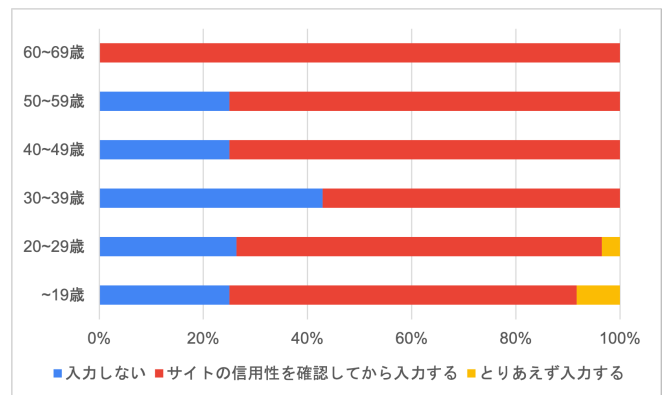


図10 年齢層別個人情報入力時のユーザの行動選択

報入力に対する警戒心が比較的薄い29歳以下の若年層や40歳以上の年齢層に対する注意喚起が有効であると考えられる。

- SNS等の運営会社に対してユーザへの注意喚起を義務化するような法整備が有効である可能性がある。
- フィッシング詐欺の対策として、メールに掲載されたURLをクリックした際や個人情報入力時にポップアップで注意喚起をするようなWebブラウザ側の機能追加が有効である可能性がある。

フィッシング詐欺の件数がこの先少なくなるとは考えにくく、これかもその手口は巧妙化することが予想される。これからも継続的な対策が必要になるため、このような形での啓蒙を続けるべきである。

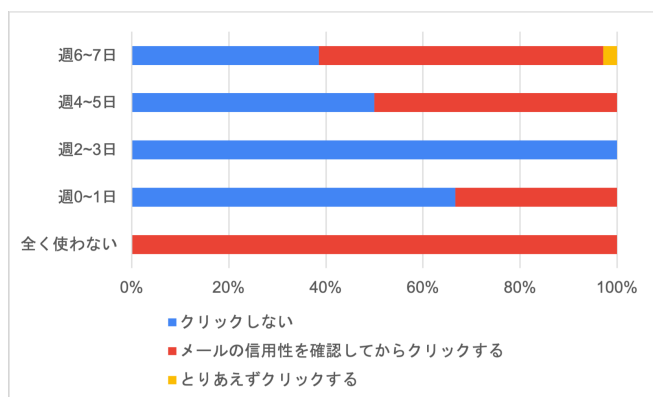


図 11 SNS 利用頻度別 URL アクセス要求に対する行動

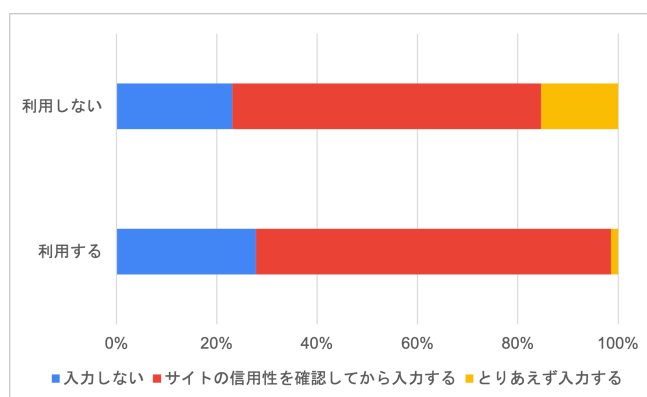


図 14 クレジットカード利用有無別個人情報入力時の行動

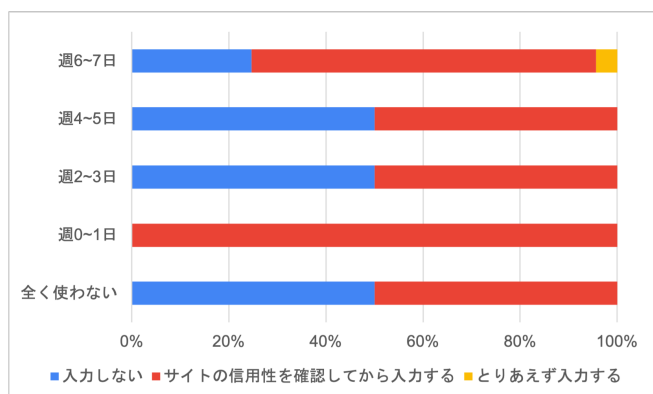


図 12 SNS 利用頻度別個人情報入力時の行動

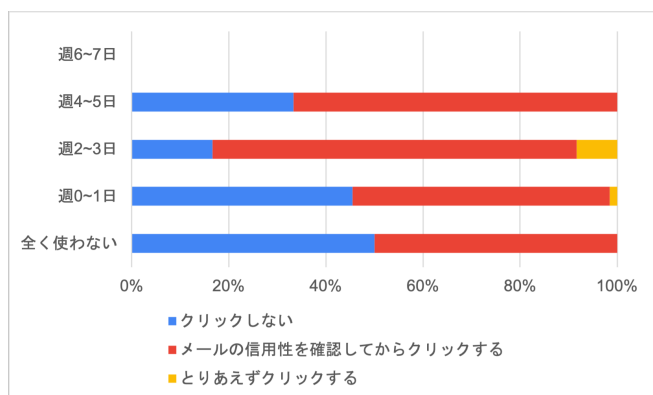


図 13 オンラインショッピング利用頻度別 URL アクセス要求に対する行動

分散処理 (DPS), Vol. 2021, No. 1, pp. 1-8, 2021.

- [3] 小倉加奈代ほか. ユーザのフィッシングサイト回避能力と心理特性との関係性の検討. 研究報告セキュリティ心理学とトラスト (SPT), Vol. 2017, No. 8, pp. 1-6, 2017.
- [4] Daniele Lain, Kari Kostianen, and Srdjan Čapkun. Phishing in organizations: Findings from a large-scale and long-term study. In *2022 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, pp. 842-859. IEEE, 2022.

参考文献

- [1] フィッシング対策協議会技術・制度検討ワーキンググループ. フィッシングレポート 2022, 2022. https://www.antiphishing.jp/report/phishing_report_2022.pdf.
- [2] 林憲明, 唐沢勇輔, 中村智史, 坂本美子, 柘植悠孝, 岡田雅之, 加藤雅彦ほか. フィッシング詐欺のビジネスプロセス分類. 研究報告マルチメディア通信と

降水量は気候変動で変化しているか？ 気象レーダーと地上観測を用いた統計解析

矢内 景梧，張 詠皓，佐久間 佑希，森 一貴
(アドバイザー教員 木下 先生)

1 研究目的

近年日本では、頻繁に大規模な豪雨に襲われ、河川氾濫や洪水、土砂崩れなどの被害が生じている。それに伴い、毎年数十人～数百人が命を失っており、国民の生活には脅威となっている。その原因の1つの可能性として、気候変動の影響が指摘されている。図1に、日本の年平均気温の偏差を示す[1]。

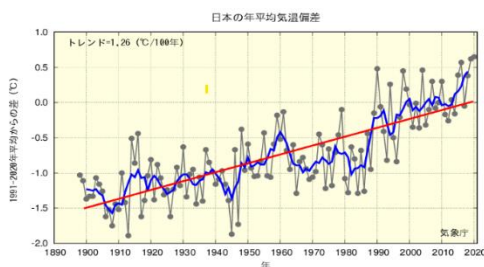


図1 日本の年平均気温偏差

気温上昇は、大気中に含みうる水蒸気を増加させることが分かっている。例えば、令和2年7月に日本各地で生じた大雨は、気候変動によって、大気中の水蒸気量や降水・蒸発サイクルに変化がもたらされ、大雨の頻度や強度が増加したり、極端に減ったりという極端化が生じたからであると指摘されている[2]。また、平成30年7月に日本で生じた豪雨に関しても、1980年以降の気温上昇が、ある期間の総降水量に対して6%程度増加させた可能性があることが指摘されている[3]。

しかしながら、降水量は自然変動の影響を大きく受けるため、近年の豪雨頻度の増加や降水量の変化が必ずしも気候変動の影響であると断定することはできない。一方で、このまま気候変動が進行すれば、さらに豪雨が増加する可能性も指摘されており[4]、河川氾濫や土砂崩れ等による被害がより多くなる可能性もある。そのため、気候変動が近年の降雨に与える影響を考慮しつつ、災害リスク回避のた

めの対策をすることが重要である。

既往研究では、日本の降水量の経年変化を調べる際に「地域気象観測システム(アメダス)[5]」による地上雨量観測データを使用していることが多い。このデータは、全国で約1300ヶ所配置された観測所(約20km間隔)により観測された降水量のデータである。そのため、特定の地点に限られた降水量のデータであり、今後起こりうる災害リスクを考慮するためには、より高い空間分解能が必要であると考えられる。

この問題の解決策として、気象レーダーによる解析が挙げられる。気象レーダーは、数百メートルから数キロ前後の細かい空間分解能で降水量の観測が可能である。しかし、これまでの研究では、気象レーダーを用いた降水量の詳細な解析は不十分であった。

そこで本研究では、今後起こりうる災害のリスクを回避することを目的として、地上観測データと気象データの2つを用いた気候変動による影響の評価を行う。

2 分析手法

本研究では、2つの気象データ(地上雨量観測、気象レーダー)を用いて、比較検討を行う。対象年度は、地上雨量観測の場合1990年-2000年(過去)、2010年-2020年(現在)とし、気象レーダーは2003年以前のデータが存在しないため、2006年-2020年のみを対象として、地上雨量観測データとの比較を行う。観測地点は、関東の主要都市(千葉、茨城、群馬、東京、埼玉、神奈川、栃木)とする。なお、ここでは長さの都合上一部地域(千葉、茨城、群馬、栃木)の観測結果だけを記載する。

2.1 地域気象観測システム「アメダス」

アメダス (AMeDAS) とは「Automated Meteorological Data Acquisition System」の略で、「地域気象観測システム」という。雨、風、雪などの気象状況を時間的、地域的に細かく監視するために、10分ごとに降水量、風向・風速、気温、湿度の観測を自動的におこない、気象災害の防止・軽減に重要な役割を果たしている。本研究では、アメダスによる降水量のデータを、地上雨量観測データとして使用する。

2.2 気象降水レーダー

気象レーダーは、アンテナを回転させながら電波（マイクロ波）を発射し、半径数百 km の広範囲内の降水量を観測できる。発射した電波が戻ってくるまでの時間から雨や雪までの距離を測り、戻ってきた電波（レーダーエコー）の強さから雨や雪の強さを観測する。また、戻ってきた電波の周波数のずれ（ドップラー効果）を利用して、雨や雪の動きすなわち降水域の風を観測することもできる。

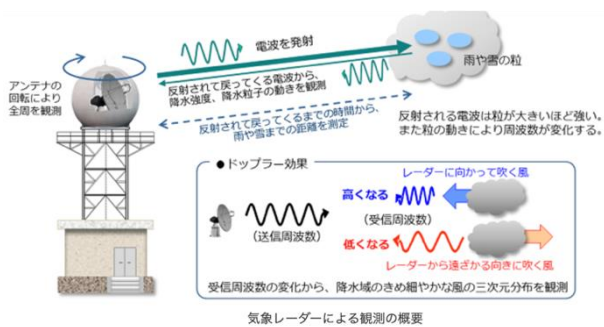


図2 気象レーダーによる観測の概要 [6]

本研究では、京大生存圏研究所[7]の気象レーダーを使用して集められたデータ[8]を用いる。

3 結果

それぞれの観測地点のアメダスおよび気象

レーダーによる観測結果を図3-図10に示す。ここでは、観測した地点のうち、傾向が顕著に表れた4地点と、関東全域における降水量の観測結果を示す。アメダスによる観測データでは、奥日光を除き、降水量の最頻値が現在(2010年-2020年)の方が大きいことが分かる。また、より高い分解能で解析可能な気象レーダーによる観測の場合でも、水戸、奥日光を除き降水量の最頻値が現在(2014年-2021年)のほうが大きいことが分かった。このことから、降水量は過去と比べて現在が増加傾向にあると考えられる。水戸に関して、アメダスと気象レーダーでは違う傾向が見られたのは、対象期間の違いが起因していると考えられる。

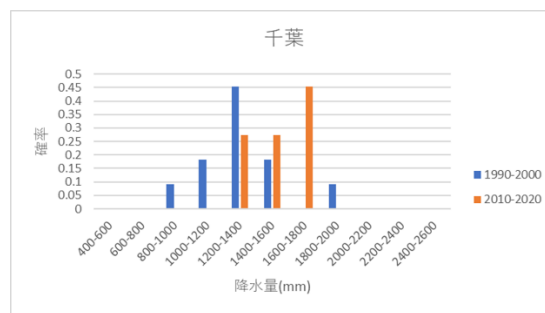


図3 千葉市のアメダスによる降水量の観測結果

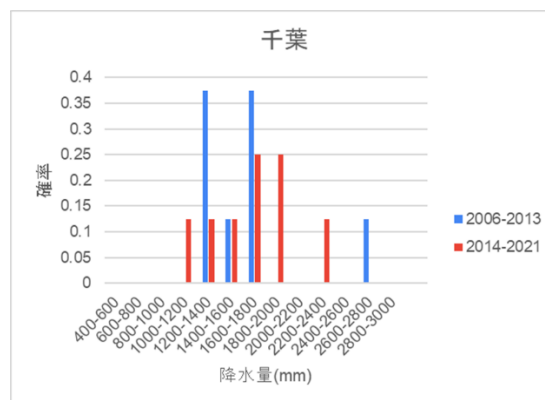


図4 千葉市のレーダーによる降水量の観測結果

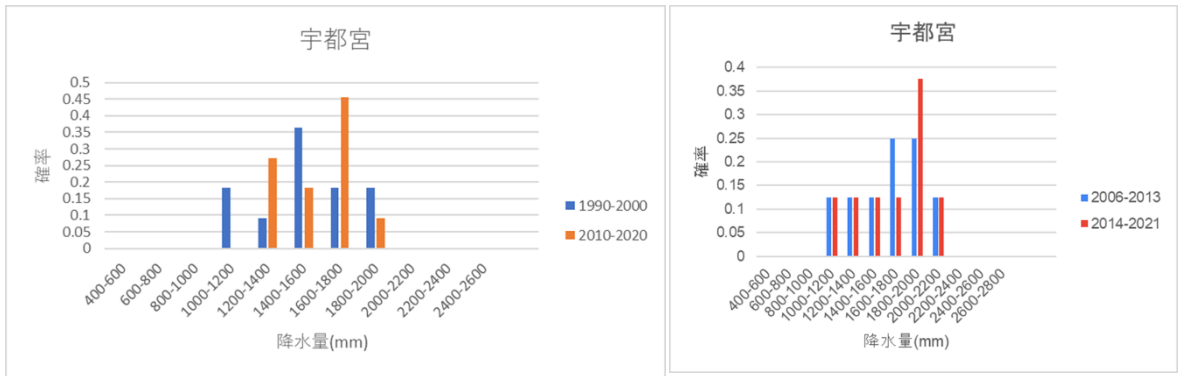


図5 宇都宮のアメダス（左）とレーダー（右）による降水量の観測結果

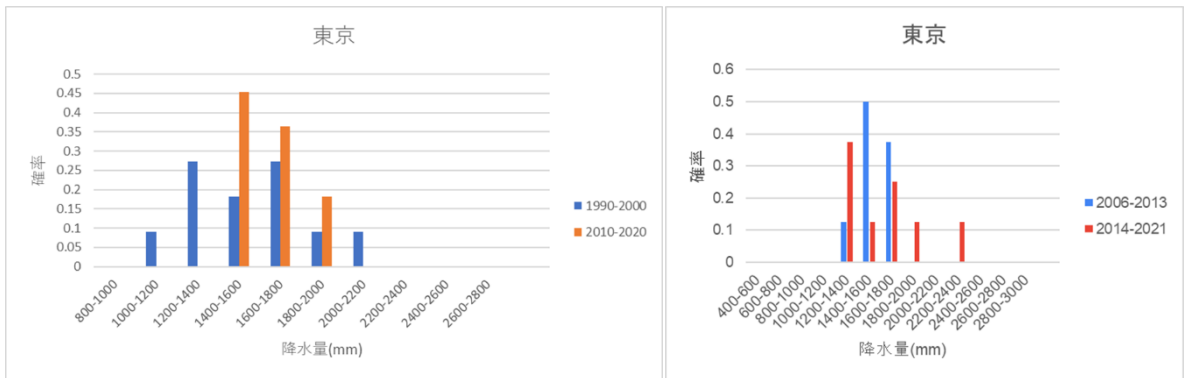


図6 東京のアメダス（左）とレーダー（右）による降水量の観測結果

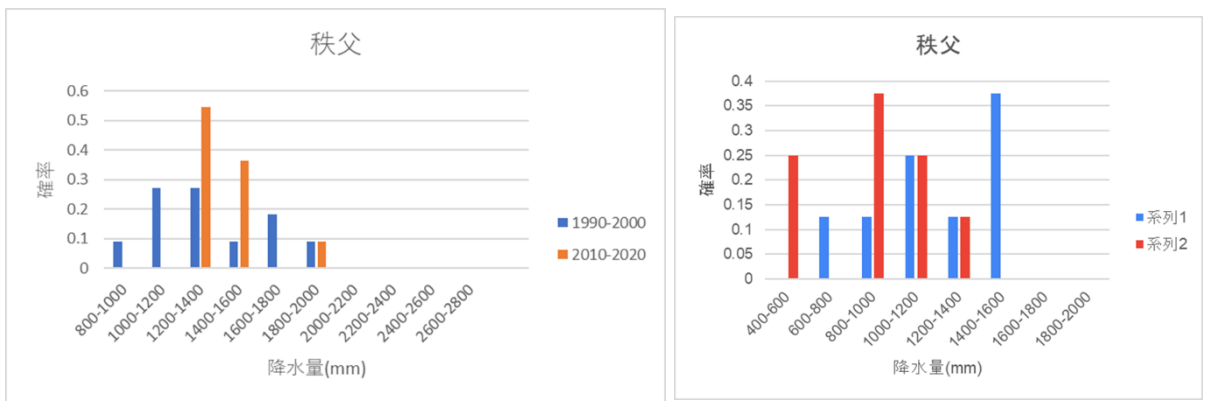


図7 秩父のアメダス（左）とレーダー（右）による降水量の観測結果

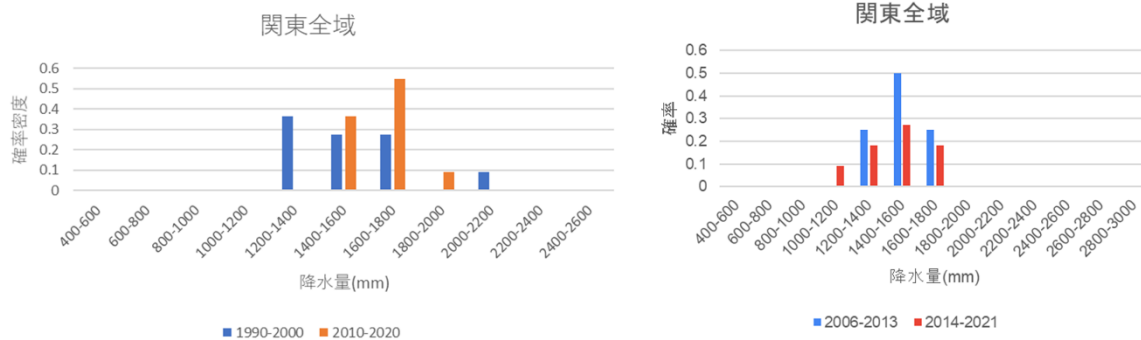


図8 関東全域のアメダス（左）とレーダー（右）による降水量の観測結果

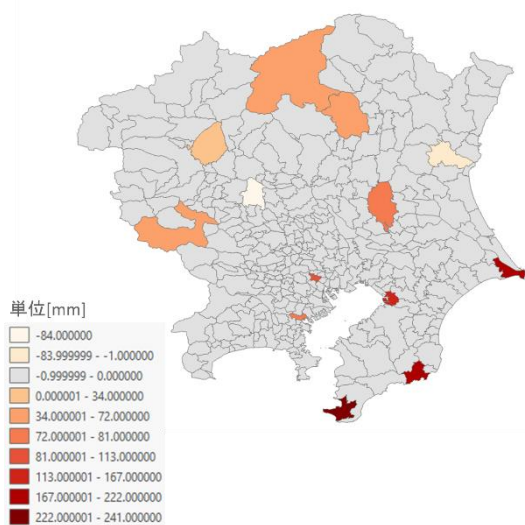


図9 過去と近年の平均降水量の増減

また、過去（1990-2000）と近年（2010-2020）のアメダスのデータにおける平均降水量の増減を地図にプロットしたものを、図9に示す。図9より、千葉の沿岸部で、大きく平均降水量が増加していることが分かる。また、内陸でも平均降水量が増加しているが、沿岸部に比べると小さな増加量である。したがって、過去と近年では、沿岸部で降水量が顕著に増加している可能性がある。

4 考察

今回得られた降水量の結果を、正規分布に倣ってプロットしたものを図10に示す。長さの都合上、ここでは千葉市の図を掲載す

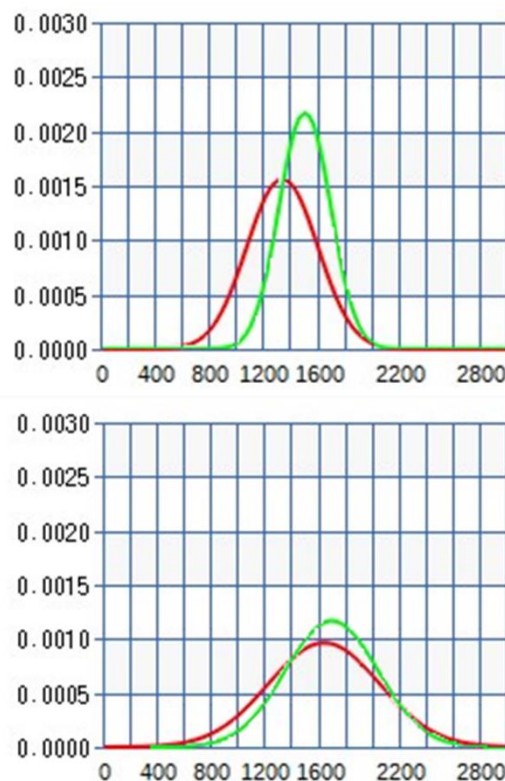


図10 千葉市の1990年～2000年の降水量と2010年～2020年の降水量の正規分布
(上) アメダス (下) レーダー

る。図10は千葉市の1990年-2000年の降水量と2010年-2020年の降水量の正規分布であり、前者を赤色、後者を緑色で表している。グラフの極値が増加方向にずれていることから千葉市の近年の降水量が過去（1990年-2000年）と比べ増加傾向にあることがわかる。このことから日本の関東地方では一部地域では降水量が減少していたが、多くの地域で降水量が増加傾向であることがわかった。降水量が増加することによるリスクの評価に

関して、今回の研究では観測地点が少ないこと、河川や山の近くの観測地点を用いなかったことから可能性が高いとは言えないが、河川の増水や山の土砂崩れなどの災害のリスクが増えるのではないかとということが考えられる。

5 結論

今回、未来に起こりうる災害のリスクを回避することを目的として、地上観測データと気象データの2つを用いた気候変動による影響の評価を関東地方の主要都市に着目して行った。その結果、アメダスを用いた観測結果では多くの都市で降水量の増加傾向が見られた。この結果を受けて、今回の観測結果から結論づけるには他のデータとも照らし合わせる必要はあるが、河川の増水や山や斜面の土砂崩れなどのリスクが考えられるのではないかと考察した。

6 今後の展望

今回の研究で降水量を観測した地点は、関東地方の主要都市であり、河川の増水による洪水や雨による地盤の緩みによって引き起こされる土砂崩れなどに関わる地点が少ないことから、これらに関するリスクを評価することは困難であった。このことから、今後は河川の洪水に関わりうる地域や土砂崩れに関わりうる地域に着目し、今回の研究以上に具体的なリスクの評価を行っていきたい。

参考文献

- [1] 気象庁、日本の気候の変化
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/chishiki_ondanka/p08.html (アクセス日 2022年9月29日)
- [2] 日本原子力学会誌 ATOMOΣ、地球温暖化による降水の激甚化、大庭雅道、筒井純一

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jaesjb/63/5/63_405/_article/-char/ja (アクセス日 2022年8月27日)

- [3] 地球温暖化で変わりつつある日本の豪雨、川瀬宏明
<https://www.mri-jma.go.jp/Topics/H30/301110/02-3.pdf> (アクセス日 2022年9月29日)
- [4] 環境省、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第5次評価報告書 (AR5)、<https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/> (アクセス日 2022年10月8日)
- [5] 気象庁、気象気象観測システム「アメダス」
<https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#5/34.5/137/&elem=temp&contents=amedas&interval=60> (アクセス日 2022年9月27日)
- [6] 気象庁、気象レーダー
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/radar/kaisetsu.html> (アクセス日 2022年8月10日)
- [7] 京都大学生存圏研究所、「京都大学生存圏研究所」、<https://www.rish.kyoto-u.ac.jp/> (アクセス日 2022年7月日)
- [8] 京都大学生存圏研究所、「Index of /arch/jmadata/data/jma-radar/synthetic/original」、<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp/arch/jmadata/data/jma-radar/synthetic/original/> (アクセス日 2022年9月20日)
- [9] IBM、「IBM SPSS ソフトウェア」、<https://www.ibm.com/jp-ja/spss> (アクセス日 2022年10月10日)

エネルギー業界の統合報告書に関する環境活動に着目した考察

リスク・レジリエンス工学学位 P グループ演習 7 班

202220549 王 中琦 202220534 仲出川 裕太

202220537 針谷 俊輔 202220543 山岸開

アドバイザー教員：秋元 祐太郎

1. まえがき

日本政府は 2050 年までに温室効果ガス排出量を実質ゼロにすることを目標としている(外務省 2022)。しかしエネルギーに注目すると、2021 年時点で日本の一次エネルギーの 84.8%は化石燃料由来で(ANRE 2022)、温室効果ガス削減が順調に進んでいるとは言えない。

日本の環境目標を達成するためには、エネルギー業界の努力が必要不可欠である。なぜなら、日本の部門別二酸化炭素排出量の割合では、エネルギー転換部門が 40.4%と最も多い(NIES 2022)。よって、この業界の環境活動が日本全体の長期目標にとって非常に重要である。

企業の環境活動への取り組みを知る方法の一つに統合報告書がある。統合報告書は財務情報や環境活動、知的財産などがまとめられた文書であり、企業ごとに独自に刊行される。二酸化炭素排出の削減量などの環境活動を客観的に分析する従来の研究とは対照的に、我々は企業による主観的な環境活動の意図が記されている統合報告書に注目した。

そして統合報告書は投資家にも注目されている。特に、E (Environment、環境)、S (Social、社会)、G (Governance、企業統治)という非財務活動を重視する ESG 投資が注目されている。経済産業省による伊藤レポート

2.0 (2017) も、ESG の要素を投資判断や株主としての行動に組み込む動きが活発化していると述べている。

統合報告書を通じて企業は投資家と顧客へ向けて環境活動や社会貢献を主張できると同時に、広報を目的とした活動となっている可能性もある。各企業がどこまで真摯に脱炭素社会実現に向けて取り組んでいるのか、またその成果を上げているのかは読者が慎重に見極める必要がある。

そこで我々は統合報告書のテキストマイニングを行うことで、企業の環境活動の意図を知ることが目的とした。テキストマイニングとは、文章を単語や文節ごとに分けてその頻度や関係を見出すことができる統計的分析である。これを用いることにより統合報告書を、人間の読者による主観的な解釈ではなく、客観的で定量的な視点で評価することができる。

加えて、日本最大の投資機関である年金積立金管理運用独立行政法人(以下 GPIF)による報告(GPIF 2022)にも注目した。ここで GPIF は複数の企業の統合報告書を評価した報告をしており、「優れた統合報告書」や「特に重視する項目や記載を充実してほしいと考えている項目」を発表している。例えば環境活動に関する項目では、「Scope 1-3 についてそれぞれ具体的な現状の数値と削減目標を早期に開示してほしい」と述べ

ている。しかし企業の統合報告書には必ずしもこの情報が掲載されておらず、統合報告書を実際に読む投資家との認識にズレがある。

以上の点から、企業の環境活動の報告には客観的な評価と方向性の提示が必要である。単なる広報の道具としてではなく、載せるべき情報を載せているか否か、どんな意図からそうなっているのか確かめる必要がある。

そこで本研究の目的は、テキストマイニングや GPIF の報告書を参考に客観的な分析を行うことで、統合報告書の読者である投資家への情報提供や、統合報告書作成に関する示唆を得ることである。

2. 先行研究

企業の環境活動に関する報告書をテキストマイニングによって評価した既往研究は次のものがある。

梁本ら (2017) はテキストマイニングを用いることで CSR 活動 (*) と財務パフォーマンスの関係性を調査した。分析方法としては、まず、CSR レポートへのテキストマイニングにより、その企業がどのステークホルダーを重視しているかを分類した。その後、重視するステークホルダーごとに企業をクラスターに分類し、クラスター間で財務パフォーマンスとの関係を比較した。

* CSR 活動は企業による環境活動を含む社会貢献活動を意味する。ただし、近年の多くの企業は CSR 活動と共に財務指標などを投資家や顧客向けの「統合報告書」にて公表している。よって、統合報告書と CSR レポートは同じものと言える。

これにより、CSR 活動が財務パフォーマンスと正の相関がある可能性を示唆した。ただし「取引先」を重視する企業では、この相関が小さい可能性を示唆した。

中邨ら (2015) は企業の環境報告書へのテキストマイニングにより、その企業の目指す方向性や変化を分析した。具体的には 2010 年から 2012 年にかけての報告書内の出現単語の傾向分析、因子分析、業種別因子得点分析を行った。その結果、業種別の意識の経年変化や東日本大震災前後での出現単語の増減を明らかにした。そして中村らは研究の貢献として、ステークホルダーにとっては企業がどのような意識や方向性にあるのか理解の助けになり、企業にとっては自社の位置づけと今後の報告書作成の一助になると述べている。

3. 手法

本研究は 2 つの手法を採用している。1 つ目はテキストマイニングによる評価であり、2 つ目は GPIF の報告書に則った評価である。いずれの手法でも対象としたのは石油元売り会社 6 社と電力会社 8 社の統合報告書である。

3.1. テキストマイニングによる評価

まず、共起関係から企業が特に重視する単語群を推測した。共起とは、ある単語に隣接して別の単語が現れることであり (福元・淵田 2015)、テキストマイニングの結果としてこの共起関係を意味する共起ネットワークが得られる。この共起ネットワークを得るために、KH Coder (樋口 2004) を用いて対象企業の統合報告書に対しテキストマイニングを行った。なお、合計で 100 単語が出力されるように上位の共起関係を出力した。

4. 結果と考察

4.1. テキストマイニングによる評価

3.1 で抽出と統合を行った単語群について、それぞれの会社の統合報告書における単語の出現頻度を求めたものを表2に「各業界の単語出現頻度」に示す。この表から、それぞれの会社の統合報告書でどのような単語が多く出現していたのかが分かる。例えば電力会社で「発電」の出現頻度が相対的に高い傾向にあることが分かる。ここから石油会社よりも電力会社のほうが相対的に発電に関して重要なものと位置付けていると示唆される。このように、石油会社と電力会社で出現頻度の高い単語の種類に違いがあることに着目し、それぞれの業界ごとの単語出現頻度の平均値と標準偏差を求めた。出現頻度をグラフ化したものを図2、標準偏差をグラフ化したものを図3に示す。

図2から、両業界がどのような活動に着目しているのか考察を行う。

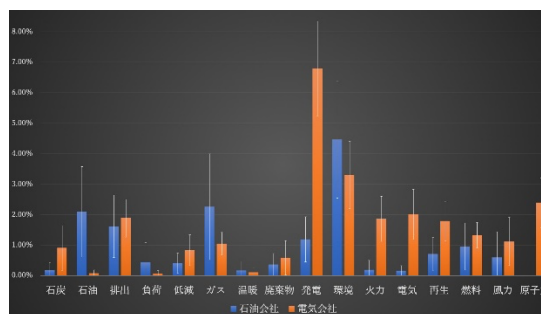


図2 各業界の単語出現頻度

まず、「環境」という単語は、出現頻度の平均値は石油業界の方が高いが、ばらつきも石油業界のほうが高い。このことから、石油業界では一部の企業が環境活動に注力している一方で、業界全体としては電力会社の方が、重要視していると考えられる。

また、「原子力」は電力会社の平均が高かった。電力会社が2011年の原発事故を契機に厳しくなった新規制基準への取り組みなどを伝えていることの結果と考えられる。石油会社は、原子力発電所の新設のハードルが高いこともありはテキスト中に表れていない。一方で、石油業界でも「風力」や「再生」という単語の出現頻度が高く、これらは石油業界も脱炭素化の社会の流れの中で、再生可能エネルギーに着目し、投資などを行っていることが考えられる。

表2 各業界の単語出現頻度

単語種類	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	H社	I社	J社	K社	L社	M社	N社
石炭	0.00%	0.62%	0.00%	0.00%	0.43%	0.00%	0.41%	0.23%	0.34%	0.95%	0.59%	2.09%	2.17%	0.47%
石油	1.81%	1.57%	5.30%	1.01%	0.96%	1.90%	0.33%	0.15%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
排出	1.84%	1.46%	0.61%	3.69%	1.39%	0.68%	2.55%	0.78%	1.96%	1.26%	1.80%	1.89%	2.87%	1.95%
負荷	1.84%	0.32%	0.08%	0.00%	0.39%	0.00%	0.00%	0.10%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.30%
低減	0.96%	0.53%	0.16%	0.64%	0.14%	0.00%	1.04%	0.30%	0.63%	0.56%	0.52%	0.46%	1.96%	1.15%
ガス	0.96%	0.72%	0.59%	4.14%	2.11%	5.02%	1.04%	1.00%	1.11%	1.40%	0.88%	0.88%	1.69%	0.32%
温暖	0.82%	0.14%	0.00%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.10%	0.14%	0.00%	0.00%	0.52%	0.00%	0.00%
廃棄物	0.74%	0.25%	0.00%	0.98%	0.14%	0.00%	1.84%	0.00%	0.38%	0.00%	0.88%	0.75%	0.32%	0.44%
発電	0.00%	1.60%	1.65%	0.84%	2.28%	0.75%	6.31%	4.89%	6.55%	5.98%	8.55%	6.36%	9.98%	5.67%
環境	7.60%	4.74%	2.45%	5.87%	4.04%	2.03%	2.16%	2.13%	2.80%	2.81%	3.31%	5.81%	3.62%	3.75%
火力	0.00%	0.28%	0.00%	0.00%	0.84%	0.00%	1.04%	1.73%	1.60%	2.61%	1.74%	1.89%	3.33%	0.92%
電気	0.00%	0.16%	0.00%	0.00%	0.27%	0.47%	1.57%	0.90%	1.58%	2.22%	3.83%	2.19%	1.42%	2.33%
再生	0.00%	1.69%	1.09%	0.64%	0.53%	0.27%	1.95%	0.80%	1.85%	2.39%	0.98%	2.05%	2.82%	1.39%
燃料	0.00%	2.01%	1.33%	0.00%	0.74%	1.63%	2.16%	0.75%	1.31%	1.49%	1.44%	1.14%	1.50%	0.80%
風力	0.00%	0.30%	2.47%	0.28%	0.39%	0.07%	0.86%	0.78%	0.90%	0.79%	1.08%	0.49%	3.16%	0.86%
原子力	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	3.67%	2.18%	2.98%	2.47%	3.24%	1.89%	1.50%	1.12%

石油業界について、「石油」と「ガス」の単語出現頻度の平均値が高く、同時に標準偏差も大きいことが分かった。これらのことから、石油会社は石油だけじゃなくて、多様なエネルギー源を確保することによる安定供給を重視していると考えられる。

石油業界、電力業界で両方ともに「排出」、「負荷」、「低減」などの単語の出現頻度が高い割合ではなかった。仮説として、各業界は二酸化炭素排出量が他業界に比べて大きいと、二酸化炭素の排出削減へ注力していると考えていた。しかし結果として、各業界は二酸化炭素の排出削減以外の環境活動にも注目をしていることが考えられる。

4.2. GPIF の報告書に則った評価

まず、ほとんどの対象企業で GHG 排出量の定量的な記載があり、電力会社においても GHG に含まれる全ての気体を記載しているわけではないが、CO₂ や NO_x のみ記載されていた。スコープ別の記載については、スコープ 3 まで記載している石油会社は 2 社に留まる一方で、電力会社では 1 社を除き記載が行われていた。しかしながら、スコープ別の削減目標に関しては、どの電力会社でも言及がなく、一方石油会社では A~C 社をはじめとして削減目標の設定がみられた。すなわち、電力会社の方が現状把握を積極的に行っている一方で、スコープ別削減目標に関しては石油会社の方が充実しているといえる。ここから、石油会社は自社として（特にスコープ 1 排出量を）削減する必要性、あるいは削減の意思を示す必要性を感じていると考えられる。また、電力会社が少ないのは、電力需要の予測の難しさも削減目標設定への障壁の一因となっていることが考えられる。

スコープ 3 の削減目標まで網羅している企業は、A 社と P 社の 2 社のみであった。どの企業も TCFD への賛同(F 社を除く)具体的なカーボン削減施策は提示されていた。スコープ 3 は広範囲の排出量に関して取り扱うため、そのような多くの関係主体に対して働きかけが難しく、目標設定も困難であることが考えられる。

ここで、運用機関から優れた評価を受けている 3 社(表 1 中右部分)との比較をみると、必ずしもチェックリストを満たしているとは限らないことがわかる。ここで、抽出前の GPIF による重視項目を ESG 別に分類すると(図 4)、環境活動に関わるものはごく一部に限ることがわかる。そのため、環境活動に関して評価が高い企業であっても全体的に「優れた」企業としての評価は受けられないということがいえる。

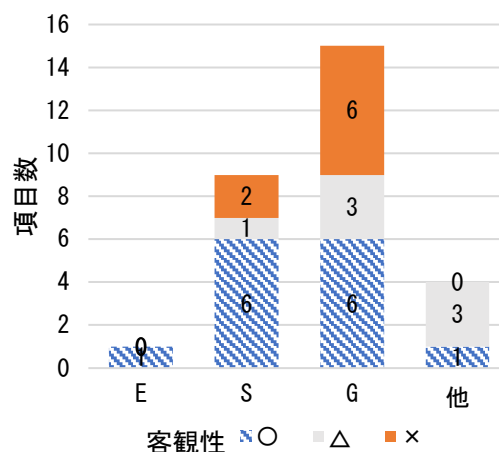


図 4 「運用機関が重視する項目」の分類

5. 結論

本研究は、統合報告書をテキストマイニングすることによってエネルギー業界が重視している点を分析・考察すると共に、GPIF の報告を基に投資家のニーズと報告書のギャップを調査した。

まずテキストマイニングによる分析の結果、石油会社と電力会社の相違点や共通点を見出すことができた。例えば「原子力」発電は電力会社のみにも重視されている一方で、「再エネ」や「風力」発電に関してはいずれの業界でも重視されており、脱炭素化の目標に向けた取り組みが伺えた。また、石油会社に関しては「石油」だけではなく「ガス」も重視されており、多様なエネルギー構成を基とした供給安定性への意識が伺えた。

次に GPIF の報告を基にした分析の結果、特に石油会社と電力会社でスコープ 1-3 の排出削減目標の揭示に違いがあることが分かった。特に電力会社はこれらの目標を提示しておらず、ここに投資家のニーズとのギャップがあると言える。

今後の課題としては、より統計的に厳密な調査を考えている。今回は単語の出現頻度の平均・標準偏差等で議論したが、どの会社とどの会社の間には有意な差があるのか厳密に調査することで、エネルギー業界の統合報告書の改善点を知ることができると考えている。

7. 参考

外務省 Web サイト (2022) 日本の排出削減目標

https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_0010121.html

(最終閲覧 2022/9/25)

経済産業省資源エネルギー庁 (ANRE) Web サイト (2022) 総合エネルギー統計

https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/results.html#headline1

(最終閲覧 2022/9/17)

国立環境研究所 (NIES) Web サイト (2022) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書

<https://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html>
(最終閲覧 2022/9/19)

経済産業省 (2017) 伊藤レポート 2.0 持続的成長に向けた長期投資 (ESG・無形資産投資)研究会報告書

https://www.meti.go.jp/policy/economy/keiei_innovation/kigyoukaikai/itoreport2.0.pdf

(最終閲覧 2022/9/25)

GPIF (2022) GPIF の国内株式運用機関が選ぶ「優れた統合報告書」と「改善度の高い統合報告書」

https://www.gpif.go.jp/esg-stw/20220207_integration_report.pdf

(最終閲覧 2022/9/17)

梁本昇吾・上野修平・大内紀知 (2017) 「テキストマイニングによる CSR 活動の定量分析に基づく CSR 活動と財務パフォーマンスの関係分析」, 経営情報学会全国研究発表大会要旨集, 2017f(0), 131-134.

中邨良樹・高林直樹・大場允晶・山本久志・丸山友希夫 (2015) 「テキストマイニングを用いた企業・業種分析の一指標」, 横幹, 9(2), 95-103.

福元伸也・淵田孝康 (2015) 「単語の共起関係を利用した概念的特徴ベクトルの生成」, 第 7 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム

樋口耕一 (2004) 「テキスト型データの計量的分析 —2 つのアプローチの峻別と統合—」 『理論と方法』 (数理社会学会), 19(1), 101-115.

新型コロナウイルス禍における学生の生活様式変化に関する調査

8 班 丹路 遥斗 燕 志豪 松本 慎喜 若林 功樹

指導教員：谷口綾子

1. テーマの背景

2020 年初頭から世界的に流行が拡大した新型コロナウイルスにより、対面活動の制限など生活様式の変化がみられるようになった。中でも大学生は、オンライン授業の拡大や対面での活動の自粛など、感染防止対策による様々な制限の中で新たな取り組みが生まれた。こうした環境の変化は、学生の生活の質に大きく影響を与えるだけでなく、今後の with コロナ時代における新たな生活様式の確立という点において検討に値する。

一方で、既存研究では授業形態の変化や、それに伴う学生の授業に対する意識の変化といった内容については調査が進められているものの、コロナ流行後の主観的な調査によるものも多く、学生生活を広範に網羅する形式で行動指標を用いて調査する研究は見当たらない。また、コロナ前のキャンパスライフを知っている学生と知らない学生でのコロナに対するリスク認知の差異、生活の質の差異というのは検討されていない。

2. 目的

以上より本研究では、コロナ前のキャンパスライフを知っている学生と知らない学生の広範な生活様式の差異を各学年間で行動指標を用いて疑似時系列的に比較調査することで、主観を極力排した学生生活の変化を把握すること、その分析結果に基づいて今後の with コロナの大学生活のあり方について提言することを目的とする。

なお本研究では、都内の他大学の多くが対面授業を再開している中においてもオンライン授業が推奨されていた筑波大学生に限定して、調査を実施するものとする。

3. 手法

3.1. 仮説の検証

本調査では以下 2 つのリサーチ・クエスチョンとそれに対応した 6 つの仮説を設定した。仮説をそれぞれ検証することにより、調査目的の達成に努めた。

●リサーチ・クエスチョン

1. コロナ禍で入学した学生は、大学生活への満足度が低い。
2. コロナ以前の大学生活を経験している学生は、コロナ禍での大学生活満足度が低下している。

●仮説

1. コロナに対する恐怖心が強いとオンライン学習やオンラインでの人との関わりに積極的である。
2. コロナ前後で全体として交友関係は狭まっている。
3. コロナ禍での学習に対する真剣度は、コロナ前と比較して学生によりばらつき（分散）が大きくなる。
4. コロナ禍はコロナ前と比較して、恋愛を目的とした交際人数が減少する。
5. コロナ禍では交友関係に対する不安やストレスが増える。

3.2. アンケートの実施方法

まず、本研究ではコロナ前のキャンパスライフを知っている学生と知らない学生の生活様式の差異を比較するため、筑波大学生に向けて交友関係についてアンケート調査を行った。大学生の主な交友関係を築く場となるアルバイトに関して頻度を調査したり、交友関係が実際に狭まっているのかを友人との交流頻度、県外への外出頻度、外食頻度と主観的な友人の数、自宅での滞在時間、

交際人数などを質問したりすることによって確認する。本アンケートではそれぞれの質問項目に対して、回数調査を用いて、回答を得点化した。

また、学習面、対人面に関する質問では、それぞれの項目に対して5件法（1.当てはまらない、2.あまり当てはまらない 3.どちらでもない 4.やや当てはまる 5.当てはまる）を用い、回答を得点化した。さらに、学生生活全般に対する満足度やリスク認知の3尺度（5段階評価）についても参考文献を参照しながら質問を構成し、指標化するとともに調査の制度を上げた。

調査には Microsoft Forms を用い、2022年7月から9月の2ヶ月間で実施した。アンケート対象は現在学類2年生（2021年度入学）から大学院修士1年生（2018年度入学）の筑波大生である。合計で121件の回答があり、うち有効回答数は108件（学類2年生10件、学類3年生35件、学類4年生35件、修士1年生33件）であった。

また、学類2、3年生に対しては現在（2022年度）の状況に関して、コロナ前のキャンパスライフを経験している学類4年生と修士1年生（2019年度以前入学）に対しては、現在（2022年度）および2年前（2020年度）の大学生活についてそれぞれ回答してもらった。この質問方式をとることにより、コロナ前後の意識の変化について、学年間で比較することが可能になる。

4. アンケート調査の結果

4.1. 仮説検証

仮説①

本仮説を検証するにあたり、筑波大学生の新型コロナウイルスの認識に対する調査を行った。調査にあたり、新型コロナウイルスの対するリスクの3尺度を用い、以下のアンケートでは以下の設問を用意した。

- ① 新型コロナウイルスは恐ろしいと思う。
- ② 新型コロナウイルスのことをよく知っている。
- ③ 新型コロナウイルスはコントロール可能だと思う。

以上の3尺度によりコロナに対する意識調査を行った。

なお、回答は当てはまる、やや当てはまる、どちらでもない、あまり当てはまらない、当てはまらない、の5段階評価とし、それぞれの回答に1～5点までの点数を設けた。①に関しては当てはまる、を最高得点の5点、②③に関しては当てはまらない、を5点とし、評価を逆転した。以下に学年別の調査結果を示す。

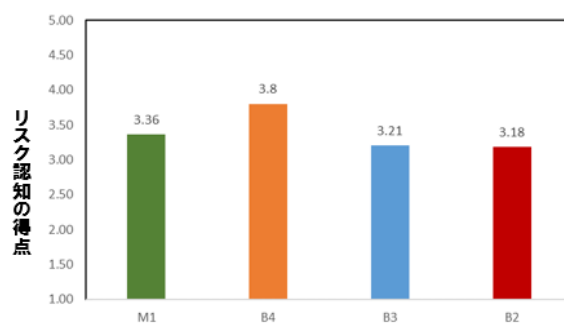


図1 ①の質問に対する回答の平均値

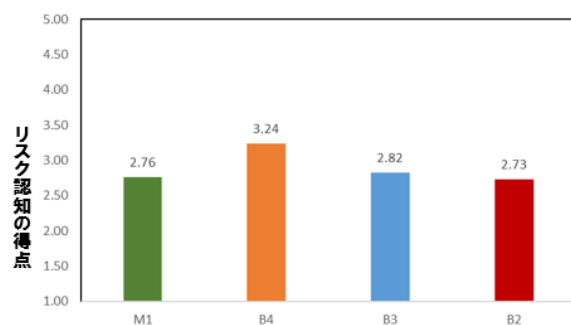


図2 ②の質問に対する回答の平均値

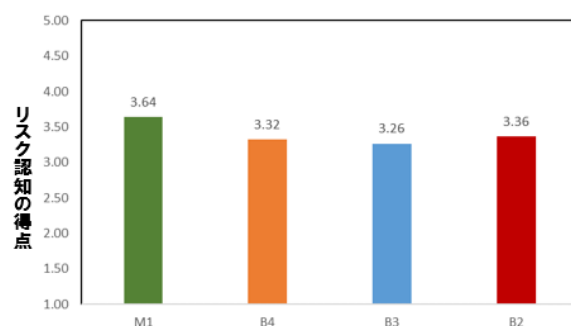


図3 ③の質問に対する回答の平均値

以上の結果から、各学年で点数にばらつきはみられるものの、学年別でコロナに対するリスクの違いはあまり見られなかった。なお、ほとんどの項目において、平均3点以上の結果となり、コロナに対してリスクを感じて

いることが平均的に示された。

次に、①～③までの質問による得点を合計し、コロナに対するリスクとオンライン学習やオンラインによるコミュニケーションへの積極性についての分析を行う。分析にあたり、アンケート内の『全体的に振り返ってオンライン授業に満足している』、『友人との関わりはオンラインで十分である』といった2つの質問の回答とコロナリスクに対する合計得点を比較した。以下にその結果を示す。

表 1 『全体的に振り返って…』の質問に対する回答分布とコロナリスク合計値の平均

回答数		リスク認知合計値平均(0～15)
28	当てはまらない	9.590
39	あまり当てはまらない	9.867
22	どちらでもない	8.875
12	やや当てはまる	10.333
24	当てはまる	8.000

表 2 『友人との関わりは…』の質問に対する回答分布とコロナリスク合計値の平均

回答数		リスク認知合計値平均(0～15)
1	当てはまらない	9.000
3	あまり当てはまらない	10.167
8	どちらでもない	10.190
31	やや当てはまる	9.308
61	当てはまる	9.571

以上の結果から、コロナに対するリスクとオンライン学習やオンラインでの人との交流に対する認識には関係性がないことがわかる。仮説では、コロナに対する恐怖心が強い(コロナリスクの合計得点が高い)とオンライン学習やオンラインでの交流に積極的になるとしていたが、相関はみられなかった。コロナに対する恐怖心云々ではなく、オンラインの学習や交流に満足していない人が多いようだ。

仮説②

コロナ前後で交友関係は狭まっているかを確認するため、M1, B4を対象に、コロナ前2年間と直近2年間に新たにできた友達人数をレベルごとに回答してもらった。ここで友達レベル高は「新たにできた2人で遊びに行く

程度の友達」、友達レベル中は「新たにできた大人数で遊びに行く程度の友達」、友達レベル低は「新たにできた、すれ違ったら声をかける程度の友達」を表す。収集したデータの平均をレベル別にし、以下の図④で示す。

この結果から、友達作成人数はM1, B4, 共にコロナ前後で減少し、特にM1は有意に減少していることが見て取れる。また、友達レベルが低いほど減少割合が大きく、これは友人関係の希薄化が原因ではないかと考えられる。

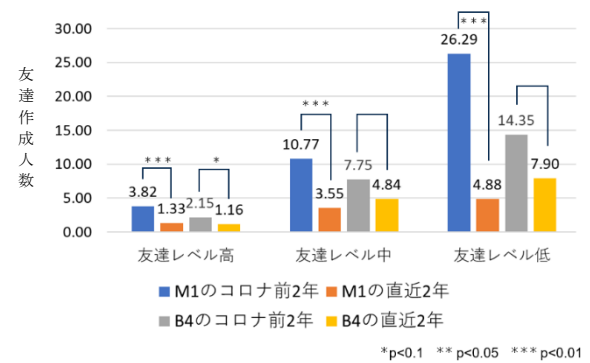


図 4 コロナ前後のレベル別友達作成人数平均

仮説③

学習態度に関する以下の質問項目に対して5件法を用いて各生徒の得点を算出した。

1. 授業に出る気がしないことがある。
2. 朝寝坊などで授業に遅れることがある。
3. なんとなく授業をサボることがある。
4. 大学からの連絡事項を見落としてしまうことがある。
5. 授業の課題が遅れたり、出さなかったりすることがある。
6. 授業中に居眠りをしてしまうことがある。

意欲が低い生徒ほど得点が高くなるよう設定(6～30点)した時、得点分布は以下のようになった、

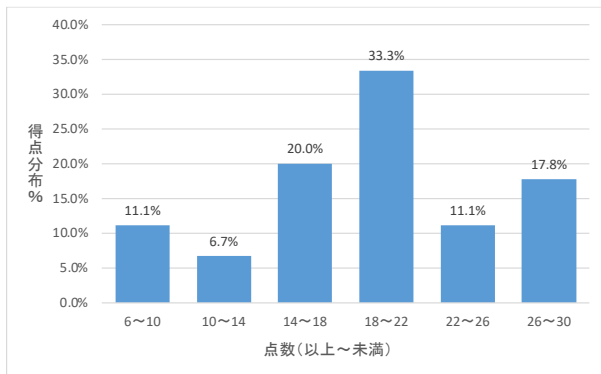


図 5 B2, B3 の学習態度に関する得点分布

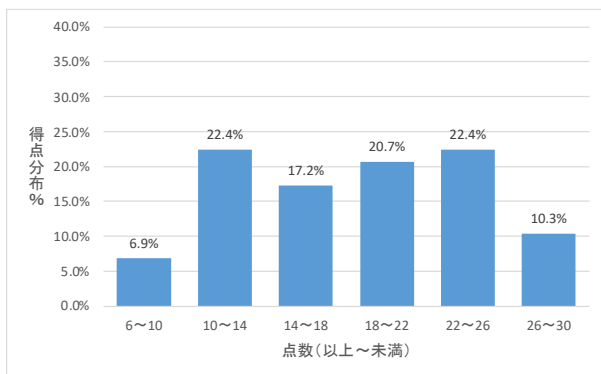


図 6 B4, M1 の学習態度に関する得点分布

また、それぞれの得点の平均値は 19.5 点と 19 点、標準偏差は 6.38 と 5.84 となった。

表からは B2, B3 群に関して最低得点群となる 6~10 点、最高得点群である 26~30 点の割合が B4, M1 群よりも高いことが見て取れる。これは、コロナ前の大学生活を知らない B2, B3 は、より真面目な生徒と不真面目な生徒に二分化されていることを示しており、オンライン授業が効果的に作用する可能性とともに、一定数の生徒の学習意欲を下げる危険性を示している。

仮説④

本仮説を検証するに当たり、筑波大学の B2, B3 に『大学入学後、恋愛を目的とした交際人数』の調査を行った。B4, M1 には、『コロナ前までにできた恋愛を目的とした交際人数』、『コロナ禍(直近 2 年)で新たにできた恋愛を目的とした交際人数』を調査した。以下にその調査結果を示す。

表 3 恋愛を目的とした交際人数の平均

B2	B3	B4(コロナ前)	B4(コロナ禍)	M1(コロナ前)	M1(コロナ禍)
0.938	0.886	0.680	0.720	1.242	1.303

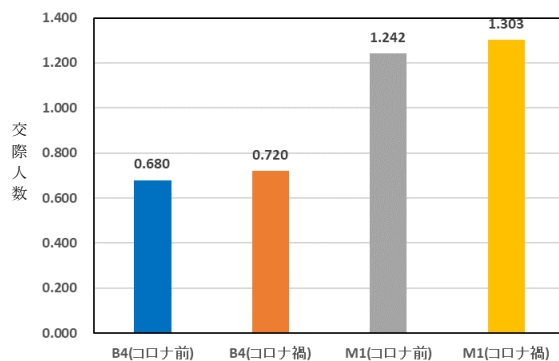


図 7 B4, M1 の恋愛を目的とした交際人数の推移(コロナ前とコロナ禍比較)

学年によって大学生活を過ごした年数が異なるため、交際人数の平均値は、人数/年とした。表 3 を見ると、M1 以外の学年は平均すると 1 人/年以下である。また、B4 の平均が最も低い値を示していることから、コロナ禍による交際人数の減少は考えられないということがわかる。図 7 では B4, M1 のコロナ前、コロナ禍で新たにできた恋愛を目的とした交際人数の比較を行っている。これを見ると、仮説とは反対にコロナ禍では交際人数の平均値はコロナ前より増加していることが分かる。この結果について何点か考察を挙げる。

- ・ 感染防止により 1 度に会える人数が減少した。
→1 対 1 で会う、または 1 対 1 のシチュエーションが増えたことが考えられる。
- ・ 友達とのかかわりが制限され、寂しい人が増えた。
- ・ 恋愛目的なら感染防止を気にしない風潮がある。
- ・ 自粛により、出会いが減り、マッチングアプリを始める人が増えた。

以上のことが結果に作用していると考えられる。

仮説⑤

交友関係に関する 6 つの質問項目に対して 5 件法を用いて得点化した。質問項目と各項目の相関を算出した結果を以下に示す。

1. キャンパスライフにおいて友達は大切だと思う

2. キャンパスライフにおいて先輩、後輩との関わりは大切であると思う
3. 友達作りは対面で行いたい
4. オンライン上での人間関係はストレスが少ない
5. オンライン上での人間関係は深まらないと思う
6. 友達との関わりはオンラインで十分だと思う

平均	標準偏差	相関係数					
		①	②	③	④	⑤	⑥
4.82	0.61	1.00					
4.49	0.98	0.31	1.00				
4.53	0.86	0.68	0.38	1.00			
2.51	1.22	-0.19	0.00	-0.11	1.00		
4.11	1.08	0.50	0.22	0.68	-0.05	1.00	
1.56	0.69	-0.56	-0.44	-0.73	0.35	-0.53	1.00

図 8 B2, B3 の交友関係における項目と相関

平均	標準偏差	相関係数					
		①	②	③	④	⑤	⑥
4.79	0.48	1.00					
4.69	0.59	0.90	1.00				
4.67	0.68	0.74	0.69	1.00			
2.78	1.19	-0.11	-0.15	-0.22	1.00		
3.97	0.91	0.38	0.40	0.34	-0.21	1.00	
1.59	0.93	-0.27	-0.26	-0.24	0.51	-0.38	1.00

図 9 B4, M1 の交友関係における項目と相関

なお、質問④と⑥は逆転しているため、各項目と負の相関を示している。質問①②③では B2, B3 よりも B4, M1 の回答の平均値が高くなった。これは B4, M1 の方がキャンパスライフにおける友達との関わりを重要視していることを意味している。さらに、図 7 と図 8 を比較すると、B4, M1 の方が質問①②の相関が高く、先輩、後輩との関係も重要視しているのがわかる。この結果に関しては、コロナ前の大学生活では対面でのサークル活動等を通して他学部、他学年の学生と偶発的に交流する機会があったが、オンライン上では授業や趣味といった共通の枠組みを通さなければ、人と交流することがないため、他学年との交流が減り、このような上下間の交流を重要視しなくなったと考察する。

4.2. リサーチ・クエスチョンに対する結果

リサーチ・クエスチョン①

コロナ禍で入学した学生は大学生活への満足度が低いのではないという本来のリサーチ・クエスチョンを直接調査するに当たり、筑波大学の B2~M1 に『大学生活に対する満足度』調査を行った。調査対象者はこれまでの

大学生活に対し 1~10 点で自己評価を行う。以下にその結果を示す。

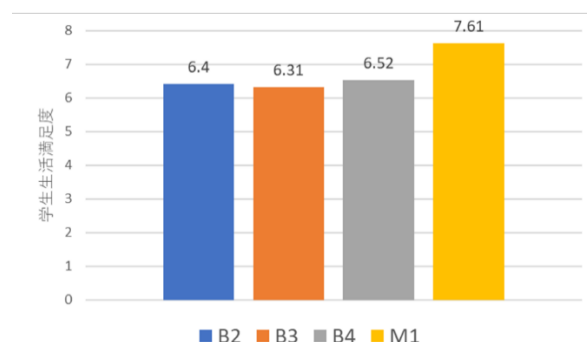


図 10 大学生活に対する満足度調査結果

図 10 は、各学年の大学生活に対する満足度調査の平均値を示している。M1 が 7.61 点で最も高く、他の学年と 1 点以上の差が生じた。M1 はコロナ前の大学生活を 2 年間過ごしており他の学年と比べて満足度が高い。そこまで差はないものの、B4 の満足度も B2, B3 より高く、以上のことから、コロナ前の大学生活を知っている(過ごしている)学生は、コロナ禍の大学生活しか知らない(過ごしていない)学生に比べて満足度が高いことが分かる。M1 が B4 と比較して 1 点以上の差が生じたのは、以下のことが考えられる。

- ・ M1 はそもそも大学に残りたい、満足している、さらに勉強したいという思いがあり大学院に進学しているため満足度が高い。
- ・ M1 は大学生活で最も楽しい時期(B2)をコロナ前に過ごしているため満足度が高い。

マイナビ学生の窓口の『卒業間近の学生に聞いた大学生活で一番楽しかった学年』調査(調査期間: 2017 年 2 月, 調査人数: 就活を終えた大学生男女 151 人)によると、第 1 位「2 年生」71 人 (47.02%), 第 2 位「3 年生」30 人 (19.87%), 第 3 位「1 年生」23 人 (15.23%), 第 4 位「4 年生」20 人 (13.25%), 第 5 位「修士 1 年」5 人 (3.31%) という結果が得られている。こういった背景から、M1 の満足度が最も高いと考えられる。

4.3. 趣味の変化

趣味に関しては、コロナ禍で「しなくなったもの」と「新たに始めたもの」をそれぞれ自由記述形式で回答いただいた。その結果、しなくなった趣味としては旅行（9票）、ショッピング・街歩き（7票）、新たに始めた趣味としてはスポーツ・運動（14票）、ゲーム（9票）などが挙げられた。コロナ禍を通して外出系から室内系、複数人から個人に変化したことが見て取れた。一方、趣味は多様化しており、しなくなった趣味が10件の収集だったのに対し、新たに始めた趣味は24件の回答があった。

5. 今後の課題

今回の調査では、筑波大学生に限定して調査を行ったが、より一般的な知見を得るためには広範なアンケート調査を行い、バイアスを極力排除する必要がある。また、アンケートの中で質問したものの、分析に生かされなかった設問項目があり、追加分析により新たな知見を得られる可能性がある。さらに、大学生生活の満足度については学年との関連性が示唆されたり、恋愛を目的とした交際人数についてはコロナ後に増加の傾向が認められたりした。しかし、その原因について十分に考察を深めることができなかった。この点に関しては追加調査を実施することにより、コロナ禍の影響をより正確に把握できると考える。

6. まとめ

今回の調査によって、生活を一変させたコロナ禍による学生の生活様式への影響の一端を見ることができた。データを見ても感染拡大による学生の意識変化は明らかであったが、限られた条件の中で生活環境を高めようとする様々な工夫も見られた。未知のウイルスに対峙した人々は、どのように苦難の時期を乗り越えたのか。今回得られた様々な知見は、今後起こりうる次なるパンデミックへの備えや学校運営に生かすことができるものと考えられる。我々がウイルスという脅威から長期的に抵抗力を高めていくという観点からも、今回の調査は有意義なものであったと考える。

7. 参考文献

- 1) 戴 宇熙, 浦田 悠, 村上 正行;「キャンパスライフレス」が新入生に与える心理的影響, 日本教育工学会研究報告集, 2021年, 2021 卷 1 号 p.34-40
- 2) 内田 知宏, 黒澤 泰;コロナ禍に入学した大学一年生とオンライン授業, 心理学研究原著論文, 2021年
- 3) マイナビ学生の窓口
<https://gakumado.mynavi.jp/gmd/articles/46832?page=2>

降水確率を題材にした意思決定に関する調査

2022 年度 PBL 演習 9 班: 山本薫平 山城大海 金晨志

アドバイザー教員: 梅本通孝

1 研究背景

1.1 身近な確率事象としての降水確率

リスクを伴う確率事象に対する人々の意思決定はよく研究されている。特に、経済学においては、期待効用理論やプロスペクト理論など、不確実性の下での人々の行動が理論的にモデル化されている。

不確実性と意思決定というテーマへの簡単な導入として、ある確率で成功する手術や、ある確率で利益が得られるギャンブルが題材に取り上げられる。このテーマの題材としては (1) 不確実性が確率として定量的に表現されること (2) 直感的に分かりやすく、身近であることの 2 点が重要であると考えられる。なぜなら (1) 理論的なモデルにつなげるためには不確実性は定量的に表現されていなくてはならない (2) 不確実性に対する私たちの行動が数理的なモデルを要するほど複雑なものであると直感的に理解できるからである。しかし、手術やギャンブルといった例は、私たちの多くにとって身近なものであるとは考えづらい。

それに対し、降水確率は最適な例である。名前の通り、降水確率では、雨や雪の降る可能性が確率として表現されている。それに加えて、降水確率は私たちの日常生活に極めて密接に関係している。私たちは日々天気予報を確認し、降水確率を見て、リスクと不確実性に基づく意思決定を行っている。このような例は他になく、降水確率は不確

実性と意思決定を考察する上で非常に興味深い題材であるといえる。

1.2 降水確率

日本の気象庁が発表する降水確率とは、「指定された時間帯の間に 1 ミリ以上の降水がある確率」^[1] である。降水の有無についてのみ示し、降水が連続的か断続的か、降水量はどの程度か、といったことについてはなにも示さない。

気象予報では、観測データを初期値とし、物理モデルを用いて未来の大気の状態を表す各種物理量をまず予測する (数値予報)^[2]。数値予報の結果は膨大な数の物理量の羅列であり、そのままでは気象予報として利用できない。そこで、数値予報の結果を初期値とし、統計モデルを用いて、予測結果を補正したり、数値予報が直接しない気象要素を予測する (ガイダンス)。物理モデルによる数値予測と異なり、ガイダンスは、過去の事例から学習した統計モデルによって、いわば経験則的に算出される。降水確率はガイダンスの 1 つである。

図 1 に気象庁による降水確率予報の精度を示す。横軸は発表した降水確率予報の値、縦軸は実際に降水のあった割合を表す。例えば、全国平均では、当該期間において降水確率が 40% であると発表されたとき、実際に降水のあった割合は 30% 程度であったということの意味する。この図から、降水確率予報の値が 50% 以下のとき、予報よりも実際に降水のある確率は低く、60% 以上では

概ね予報と実際の降水確率は一致するといえる。

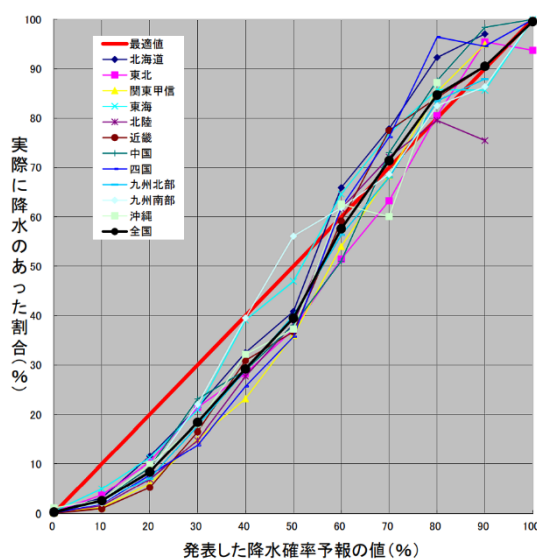


図 1: 気象庁による 24 時間先までの降水確率予報の精度 (2022 年 6 月-2022 年 8 月) [3]

1.3 リスクと不確実性

リスク状況下での意思決定には、リスクを定量的に表現することが有効である。

確率は、大数の法則から、多数の不確実な出来事を扱うとき、現実の問題に有効に応用できる。一方、確率で不確実性が表現される出来事は、私たちの身の回りにもある。

リスクとは、不確実性を本質的に含む概念である。リスクという概念は分野によって異なる意味を持つ。例として、厚生労働省のリスクアセスメント指針を挙げる。厚生労働省ではリスクとは、危険性又は有害性によって生ずるおそれのある負傷又は疾病の重篤度及び発生する可能性の度合と説明され、ネガティブな意味を持つ。一方、金融の文脈では「リターン」とは、お金を運用することで得られる成果のことで、リターンの不確実性(振れ幅)を「リスク」という^[10]。このように価値とは無関係に、不確実性そ

のものとして説明されている。分野によってリスクという言葉は様々な意味を持つが、いずれの場合においてもリスクは必ず不確実性と関連する。

不確実性はリスクと不可分であり、不確実性は確率として定量化される。しかし、個人の心理的なレベルでは、確率として数値的に表現したからといって、適切に扱えるとは限らない。このような、主観的な確率解釈の曖昧性は、先述のようによく研究されている。しかし、極めて身近な不確実性である降水確率を題材にした例は見つからない。そこで、我々は、降水確率を題材にリスクに対する人々の行動を調査した。

1.4 調査の概要

降水確率を題材とし、不確実性と意思決定について調査するにあたり、具体的なアプローチは様々考えられる。今回は、予定されている出来事と、降水確率の変化に対する人々の対応がどのような関係にあるかを明らかにするため、アンケートによる調査を行った。

2 既往研究

降水確率と人々の行動を題材にした研究は、我々の調査した限り見つからない。そこで既存の研究として、過去の不確実性を元にした PBL 研究を調査した^[4-9]。

大学循環バス運行の不確実性の計測と改善策の検討では関東鉄道へのヒアリングや実地調査を行い、そこから循環バスの循環という不確実性を定量化し、利用者の利便性向上への改善策を検討していた^[4]。天気とバス利用の関係の調査分析では実際の転機と天気予報による通学手段の選択を明らかにすることを目的にインタビューとバス

の乗降者数を調査し、天気予報と寒天気がバスの乗車数に与える影響を分析していた^[6]。しかし、具体的な降水の確率が人の異なる決定に与える影響を深く分析する調査が行われていないため、本研究で対処する。

3 調査手法

3.1 アンケート内容

予定されている出来事と、降水確率に対する行動の変化の関係を明らかにするため、アンケートによる調査を行った。今回、「行動」は「雨に備える」か「雨に備えない」かの2択とした。つまり、同じ降水確率でも、予定されている出来事によって、雨に備える割合が変化することや、その傾向を明らかにしたい。

予定されている出来事の性質によって行動の傾向は変化することが予想される。今回、出来事の性質として「自主的に行われる出来事 vs. 義務的に行われる出来事」、「自身で実行などをコントロールできる vs. コントロールできない」という2つの要素を考慮した。

以上を踏まえ、設問の基本的なフォーマットは次のようにした: 「<出来事> が予定されているとき、降水確率が <x%> でした。あなたは <雨に備える行動> をしますか」。設問に対する回答は「はい」、「いいえ」、「その他 (自由記述)」の3択とした。実際の設問は以下の4つである。ただし<x%>には「0、10~20%、30~40%、50~60%、70~80%、90~100%」のいずれかがランダムに入る。

設問 1: 自主的/コントロール可

あなたはある日の午後に友人たちとサイクリングを計画していますが、雨が降る可能性があるため、当日の午前中に実行するか中止するかを決めました。実際、同日午前天気予報を確認したところ、降水確率は <x%> だった。この時あなたは計画していたサイクリングを実行しますか。

設問 2: 自主的/コントロール不可

会場に花火大会を見に行くつもりです。景色の良い場所から見するには早めに会場に行かなければなりません。花火大会当日に天気予報を確認したところ、降水確率は <x%> だった。花火大会は雨が降ったら中止になりますが、それまでは実行されていたかどうか分かりません。この時あなたは計画していた花火大会に行きますか。

設問 3: 義務的/コントロール可

家のトイレトーパーはもうすぐ使い切りますが、買うのを忘れてしまいました。この時の降水確率は <x%> です。紙を買いに行きますか。

設問 4: 義務的/コントロール不可

卒業式で学士服を着なければなりません。寮や会場に着替えてもいいですが、豪雨になる可能性があります。学士服を濡らしたくありません。会場に行こうとしたとき、天気予報によると降水確率は <x%> です。あなたはこの時、寮で制服を着替えますか。

アンケートは Microsoft Forms を用いてインターネットを通して行った。上記設問を

中国語に翻訳し、日本と中国で回答を収集した。

3.2 分析手法

自由記述を除けば、回答は雨に備えるか否かの2値である。そのため、アンケート結果の分析にはロジスティック回帰を用いた。

簡単に言えば、ロジスティック回帰 (Logistic Regression) は、Yes または No の問題をモデリングするための機械学習方法である。ロジスティック回帰 (Logistic Regression) と線形回帰 (Linear Regression) はいずれも一般的な線形モデル (generalized linear model) である^[11-12]。ロジスティック回帰は線形回帰を理論的に支持しているが、論理回帰は 0/1 分類問題を容易に処理できることが、この分析方法を選択した理由である。さらに重要なのは、線形回帰の因数変数が連続しており、今回の調査項目には適用されないからだ。0/1 分類問題は、コーディングによって結果を単純に 0 または 1 に分けることであり、今回の調査のように、異なる降水確率が、人々が何かをするかしないかの意思決定に与える影響である。やるかやらないかは、0 と 1 の関係であり、中間の値はありません。収集したアンケートに対して簡単なデータ整理を行った後、整理されたデータを SPSS ソフトウェアに導入してロジスティック回帰の分析を行った。

4 調査結果

Microsoft Forms によりアンケートを行い、146 件の回答を得た。そのうち日本からは 49 件、中国からは 97 件の回答があった。

図 2 から 4 に、設問ごとの、中国のみ、

日本のみ、両者を合わせた結果に対し、降水確率を説明変数、雨に備える行動をするか否かを目的変数としてロジスティック回帰を行った結果得られた曲線を示す。横軸が降水確率、縦軸が雨に備える行動をとる確率を示す。なお、有意水準 0.05 で回帰係数に対し有意性を検定したところ、中国のみ、日本のみ、両者をまとめた結果のいずれにおいても、設問 3 を除いて有意であった。

回答を集計した生の結果は省略する。

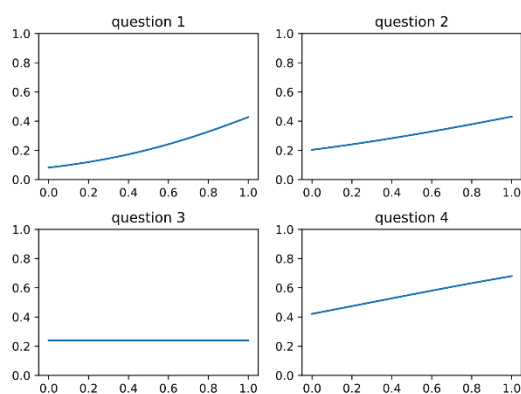


図 2: 中国の回答の分析結果

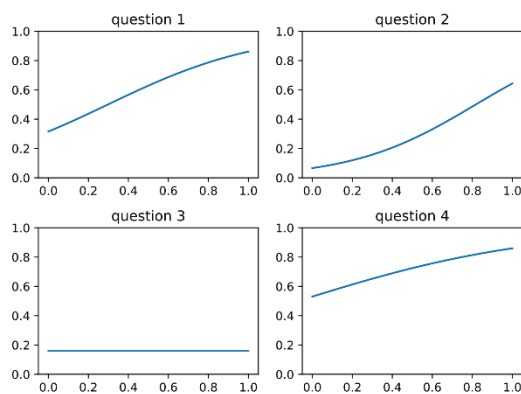


図 3: 日本の回答の分析結果

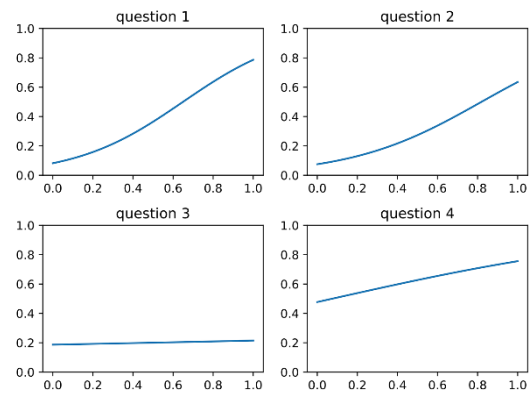


図 4: 中国と日本の回答の分析結果

5 考察

設問間で結果を比較すると、自主的に行う出来事である設問 1, 2 において降水確率が行動に与える影響の大きいことがグラフから見て取れる。実際に、回帰係数、相関係数のどちらも設問 1, 2 は設問 3, 4 より大きかった。自主的に行う出来事が予定されている場合、人々の意思決定は降水確率の影響をより強く受けることが分かる。

設問 3 は明らかに異質である。回帰係数が有意でなかったことから、人々は意思決定にあたり降水確率の影響を全く受けないことが分かる。設問 3 と同じく自身でコントロールできる出来事である設問 1、同じく義務的な出来事である設問 4 と比較しても共通する傾向のないことから、設問 3 の結果は、今回想定した出来事の性質によるものではない設問の内容に由来すると考えられる。

今回設定した「自主的 vs. 義務的」、「コントロール可 vs. 不可」という軸について、明確な傾向を読み取れたのは設問 1, 2 の場合だけであった。降水確率という身近な題材を取り上げたことから、アンケートの設問もできるだけ具体的で身近なものとした。

しかし、設問 3 の結果に表れているようにその具体性がかえって今回設定した軸での分析に対しノイズになっていることは否めない。

国家間で結果を比較すると、中国より、日本のほうがいずれの設問でも雨に備える行動をとる確率が高く、また降水確率の影響も受けやすい傾向にあった。このような明らかな傾向が見られたことは、国籍を説明変数に含めた回帰が予測に有効であることを示唆する。

今回は回答者に関する情報として国籍だけを収集したが、今後の展望として、性別、年齢など回答者についてより多くの情報を収集したうえで分析を行うことが考えられる。さらに、今回設定したものが有効であったかは措くとしても、予定される出来事の性質によって降水確率の影響の仕方が異なるという想定自体は妥当だと思われる。よって、出来事の性質について異なる軸を設定することも興味深いだろう。また、今回は例えば（自主的、コントロール可）のような組み合わせに対しそれぞれ 1 つずつしか設問を用意しなかったが、性質の組み合わせそれぞれに複数の設問を用意することで、設問の具体性に由来するノイズを除去することができる。

そのようなより詳細な調査を経て降水確率と人々の行動について正確なモデリングができたなら、今回の手法は、例えばイベントへの来場者の予測や、イベント中止の判断に応用が可能だと考えられる。

6 まとめ

不確実性の下での意思決定はよく研究されているが、その題材は決して身近でなか

った。降水確率は、確率として定量的に表現された不確実性に対し、私たちが日常的に判断を下す稀有な例である。降水確率を題材にした不確実性と意思決定についての調査として、予定されている出来事と、降水確率の変化に対する意思決定との関係をアンケートにより調べた。その関係を明らかにする結果が得られたとはいえないものの、手法自体には発展性のあることが分かった。

参考文献

1. 気象庁 Japan Meteorological Agency
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/faq/faq4.html#6> (2022-10-10 閲覧)
2. 気象庁 | 数値予報解説資料集
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/nwpkaisetu/nwpkaisetu.html>
(2022-10-10 閲覧)
3. 気象庁 | 天気予報検証結果
https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/kensho/score_f.html
(2022-10-10 閲覧)
4. 大学循環バス運行の不確実性の計測と改善策の検討
https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-oup-work2014/slide/2014_group_06_slides.pdf
5. 大学行きバスのラッシュ時における不確実性の要因と改善策の提案
https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-oup-work2015/slide/2015_group_05_slides.pdf
6. 天気とバス利用の関係の調査分析
https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-oup-work2019/slide/2019_group_07_slides.pdf
7. 緊急地震との現実的な関係早期報告-不確実性とのコミュニケーション
https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-oup-work2013/slide/2013_group_02_slides.pdf
8. もう一度見直そう、あなたの備蓄品-筑波大生に備蓄をしてもらえる方法を探る-
https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-oup-work2021/slide/2021_group_09_slides.pdf
9. 危険性又は有害性等の調査等に関する指針
<http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-1/hor1-1-56-1-2.html>
10. 基礎から学べる金融ガイド
<https://www.fsa.go.jp/teach/kou3.pdf>
11. ロジスティック回帰画像
<https://baike.baidu.com/pic/logistic/2981575/1/f3d3572c11dfa9ec71464f3e60d0f703918fc1ab?fr=lemma&ct=single#aid=1&pic=f3d3572c11dfa9ec71464f3e60d0f703918fc1ab>
12. https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression