

# 降水確率を題材とした 意思決定に関する調査

2022年度PBL 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

# 目次

1. 背景
2. アンケート設問
3. 分析方法
4. 結果と考察
5. まとめ

# 背景(不確実性)

## 不確実性と意思決定というテーマ

- (1) 不確実性が確率として定量的に表現されること  
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) 直感的に分かりやすく、身近であること  
不確実性に対する人々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

降水確率は不確実性 + 身近

人々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

## 背景(降水確率)

日本の気象庁が発表する降水確率 = 「指定された時間帯の間に1ミリ以上の降水がある確率」

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。

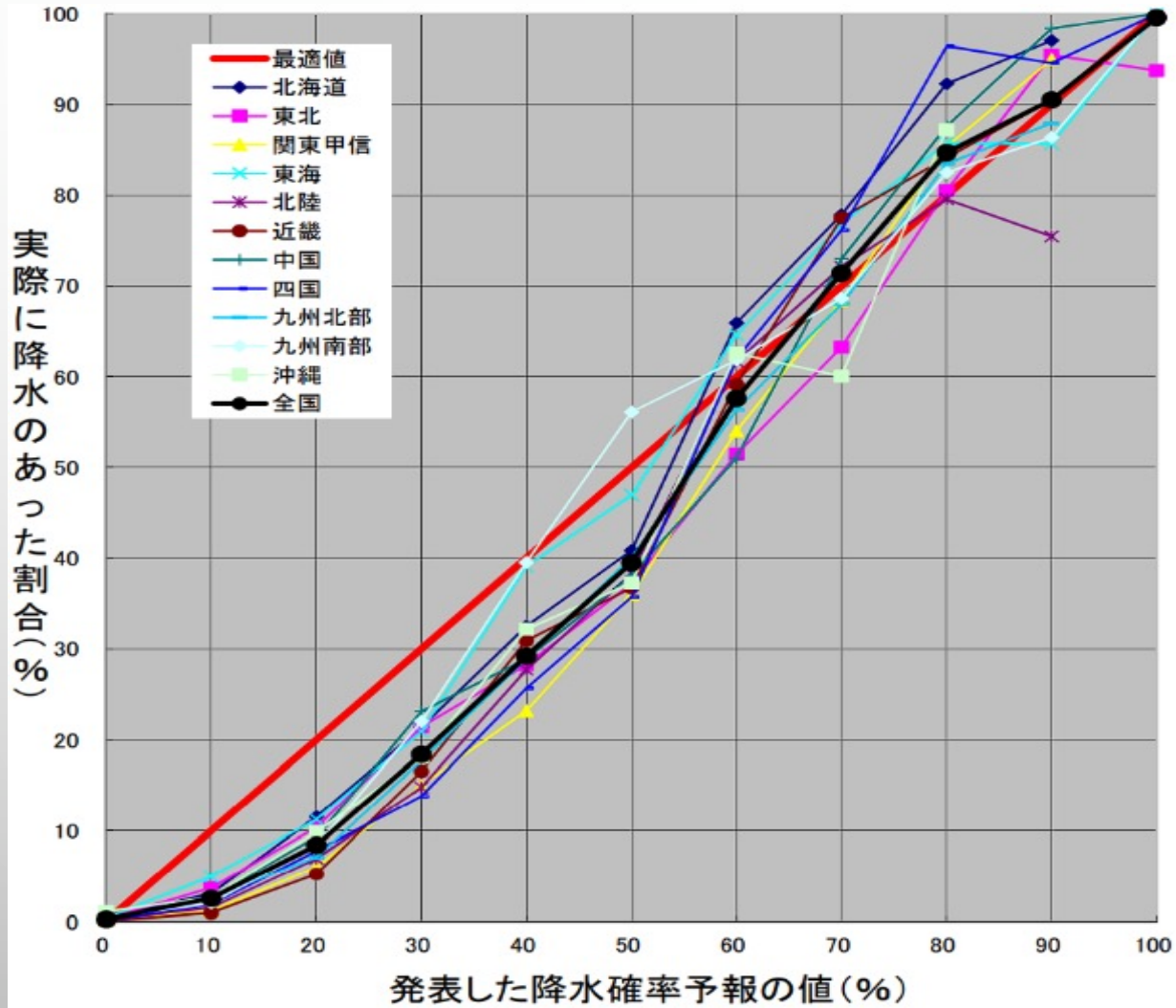
気象予報では、観測データを初期値とし、物理モデルを用いて未来の大気の状態を表す各種物理量をまず予測する(数値予報)。

※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。

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。

# 背景(降水確率)

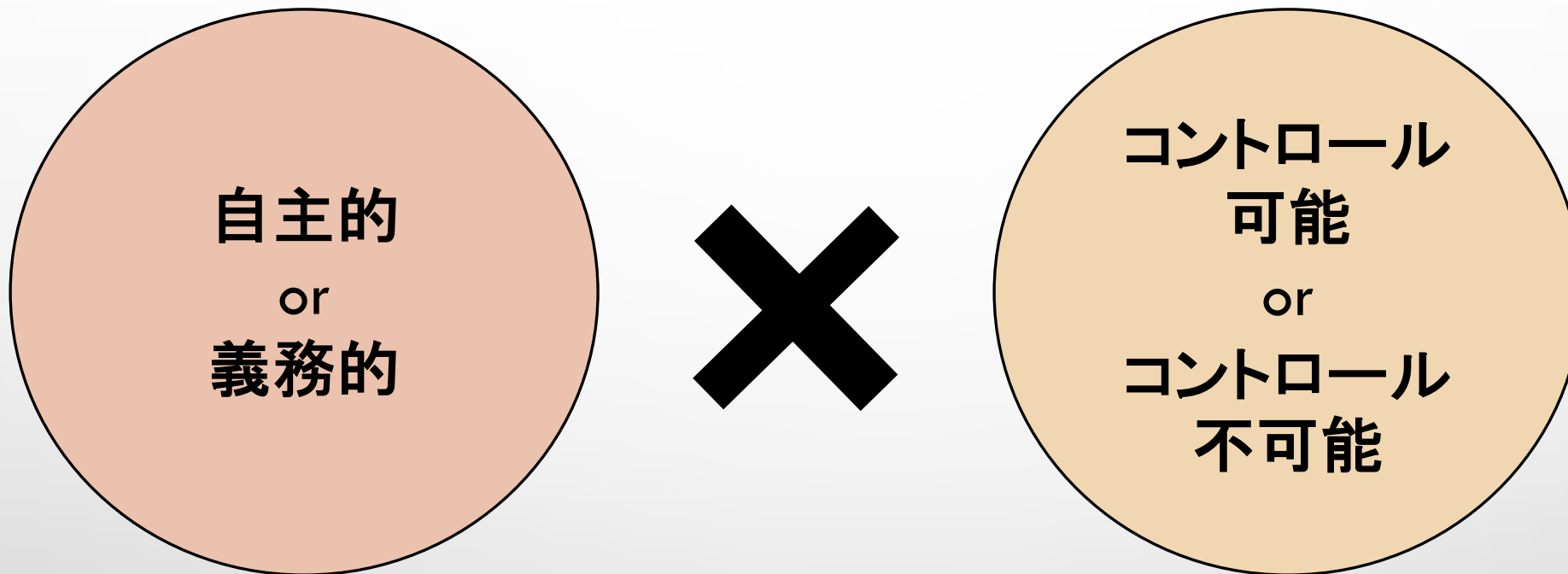


横軸: 発表した降水確率予報の値  
縦軸: 実際に降水のあった割合

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している

図1 気象庁による降水確率予報の精度

## アンケート設問



降水確率をxとし「0、10～20%、30～40%、50～60%、70～80%、90～100%」のいずれかをランダムに振り分ける

# アンケート設問

自主的コントロール可能

サイクリング

自主的コントロール不可能

花火大会



義務的コントロール可能

トイレトペーパー



義務的コントロール不可能

アルバイトでの制服(日本)  
卒業式での学士服(中国)



# アンケート設問

## 設問①: 自主的コントロール可能

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ので、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、同日午前中に天気予報を確認したところ、降水確率は  $\langle x\% \rangle$  だった。この時あなたは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能

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  $\langle x\% \rangle$  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。この時あなたは会場に行きますか。

## 設問③: 義務的コントロール可能

家のトイレトペーパーはもうすぐ使い切れますが、買うのを忘れてしまいました。この時の降水確率は  $\langle x\% \rangle$  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能(日本)

あなたはアルバイト先で制服を着なければなりません。家で着替えてもいいし、バイト先で着替えてもいいですが、制服を濡らしたくないようにしています。これからアルバイトに出かけようとした時、天気予報を見たら降水確率が  $\langle x\% \rangle$  でした。この時あなたは家で制服を着替えて行きますか。

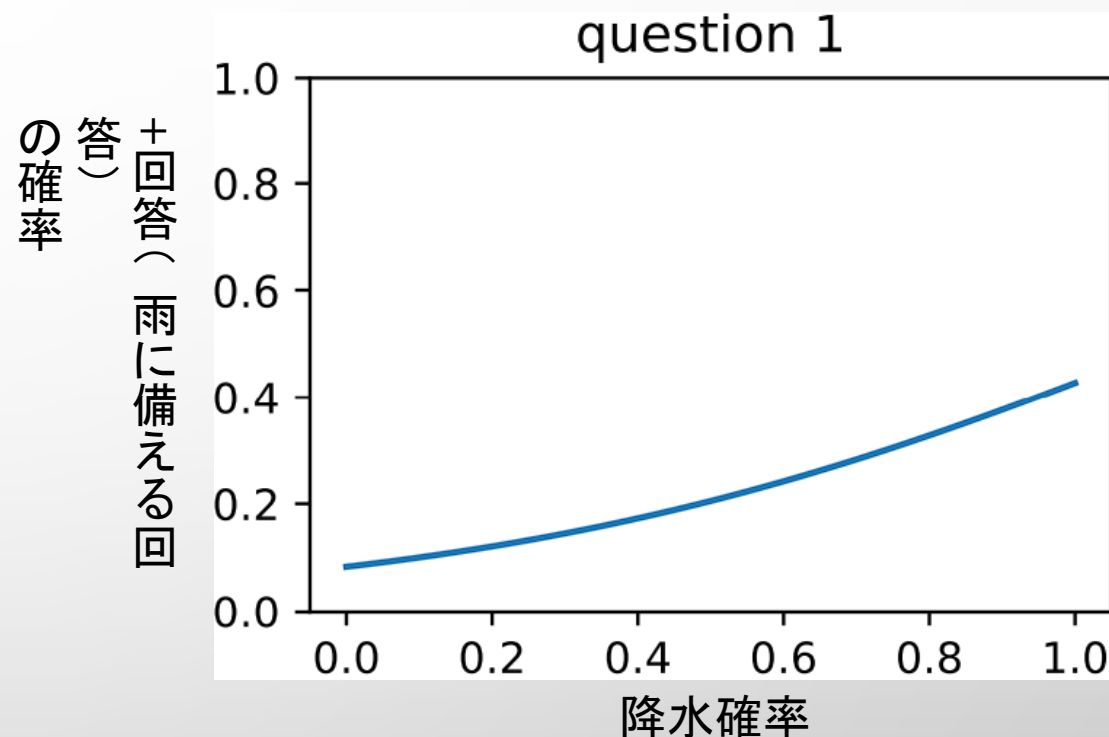
## 設問④: 義務的コントロール不可能(中国)

卒業式で学士服を着なければなりません。寮や会場で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  $\langle x\% \rangle$  です。あなたはこの時、寮で制服を着替えますか。

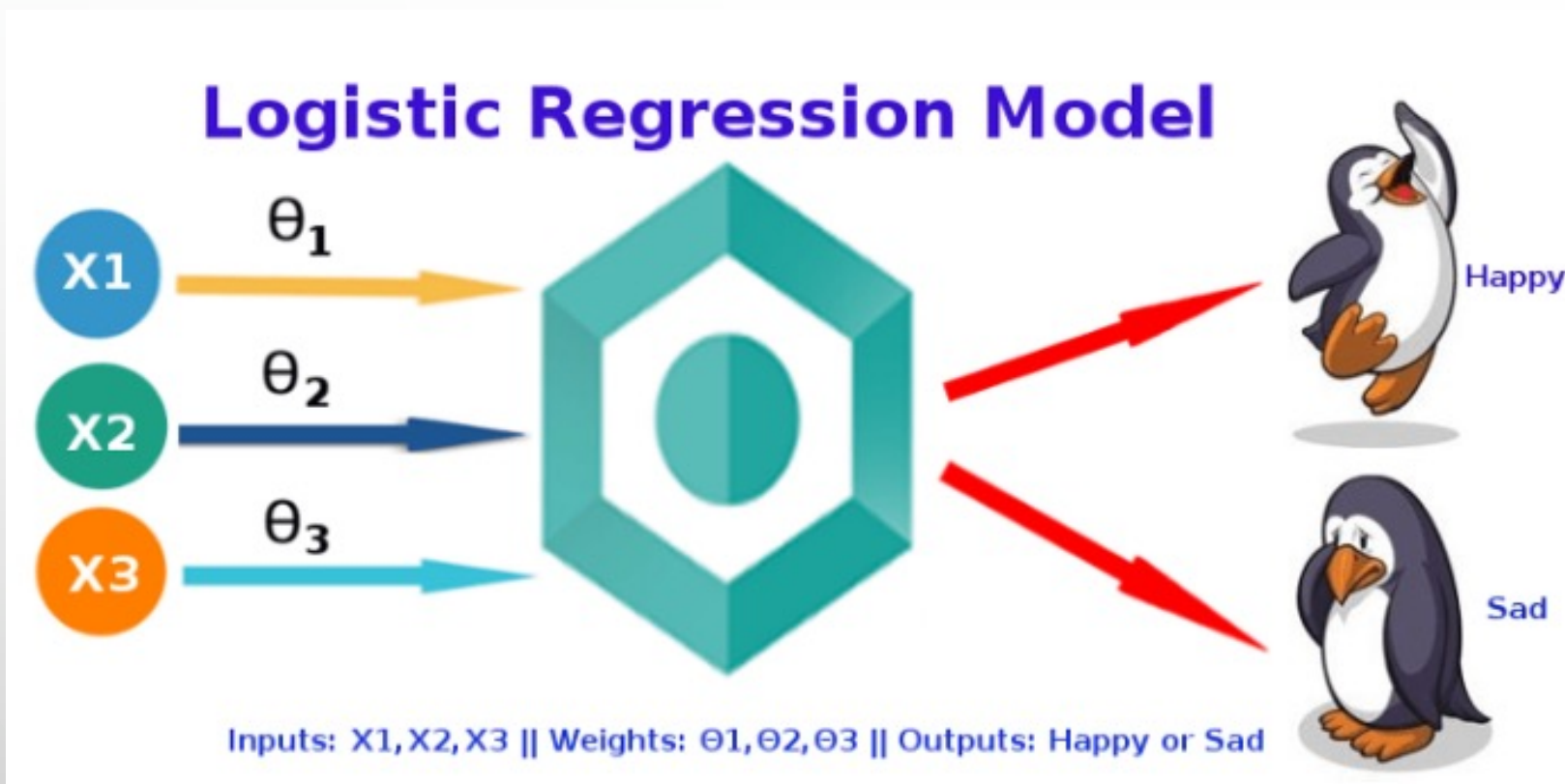


# 分析方法

- いずれの設問も「はい」に相当する回答(+回答)が雨に備える行動をとることを意味する
- **ロジスティック回帰**により降水確率(横軸)に対する雨に備える行動をとる確率(縦軸)をモデル化
  - 回答に占める+回答の割合を雨に備える行動をとる確率とした



# 分析方法 – ロジスティック回帰



Logistic Regression Model

(Source: <http://dataaspirant.com/2017/03/02/how-logistic-regression-model-works/>)

ロジスティック回帰は、分類と予測分析によく使用される。ロジスティック回帰は、独立変数の特定のデータ・セットに基づき、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。

# 分析方法 – ロジスティック回帰

## 理由



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。



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、中間の値はなし。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ソフトウェアとPythonに導入してロジスティック回帰の分析を行った。

# 調査結果と前処理

日本49件  
中国97件  
合計146件

降水確率	0%	10-20%	30-40%	50-60%	70-80%	90-100%
総数	24	27	23	19	17	13
+ (yes)	4	3	2	6	14	12
- (no)	20	24	21	13	3	1

日本と中国を併せた設問1(サイクリング)に対する回答の集計結果



説明変数	降水確率	0%	20%	40%	60%	80%	95%
目的変数	+ / 総数	0.17	0.11	0.09	0.32	0.82	0.92

# 分析結果

設問1: サイクリングを行うか  
(+回答: 行う)

設問2: 花火大会へ行くか  
(+回答: 行く)

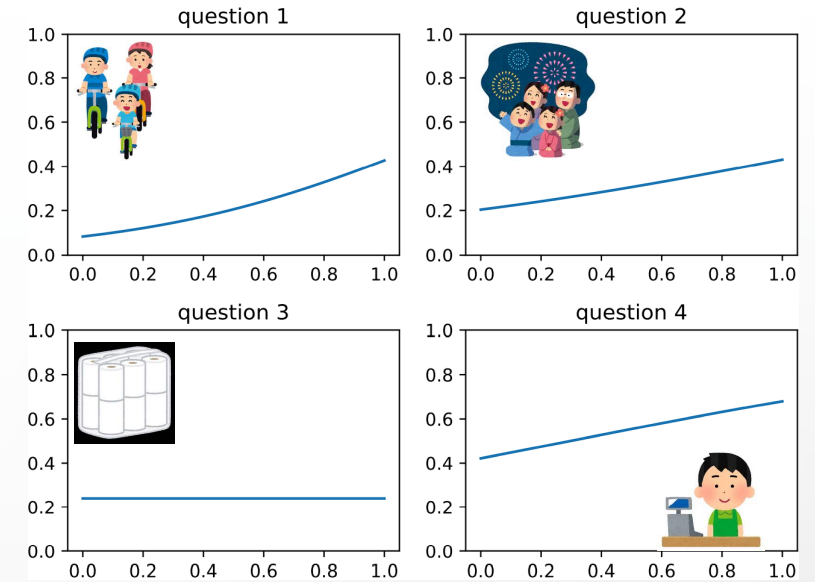
設問3: トイレtpーパーを買いに行くか  
(+回答: 買いに行く)

設問4: アルバイトの制服をアルバイト先で着替えるか自宅から着ていくか  
(+回答: アルバイト先で着替える)

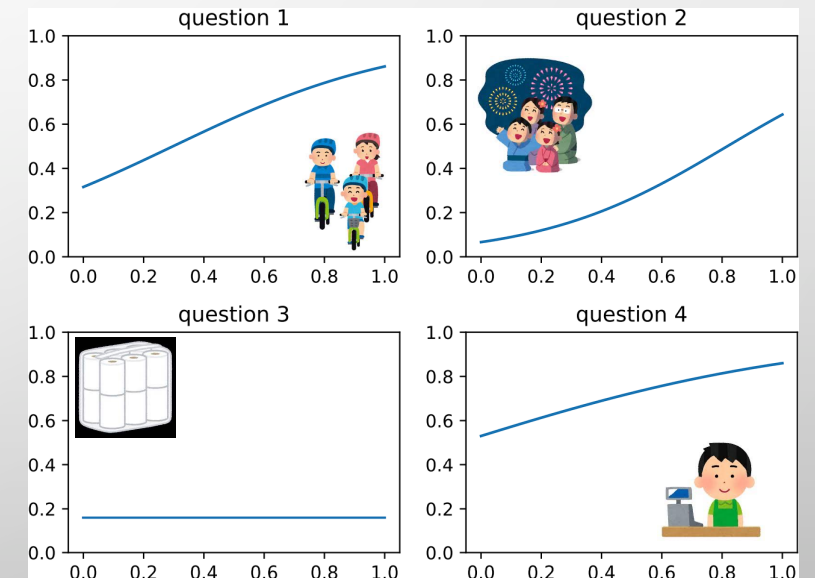
- 設問3を除いて回帰係数は有意
- 設問3を除いて線形回帰よりもロジスティック回帰の方が適合度が高い

⇒降水確率を題材に、確率事象への非線形な反応を確認できた

横軸: 降水確率, 縦軸: +回答の確率



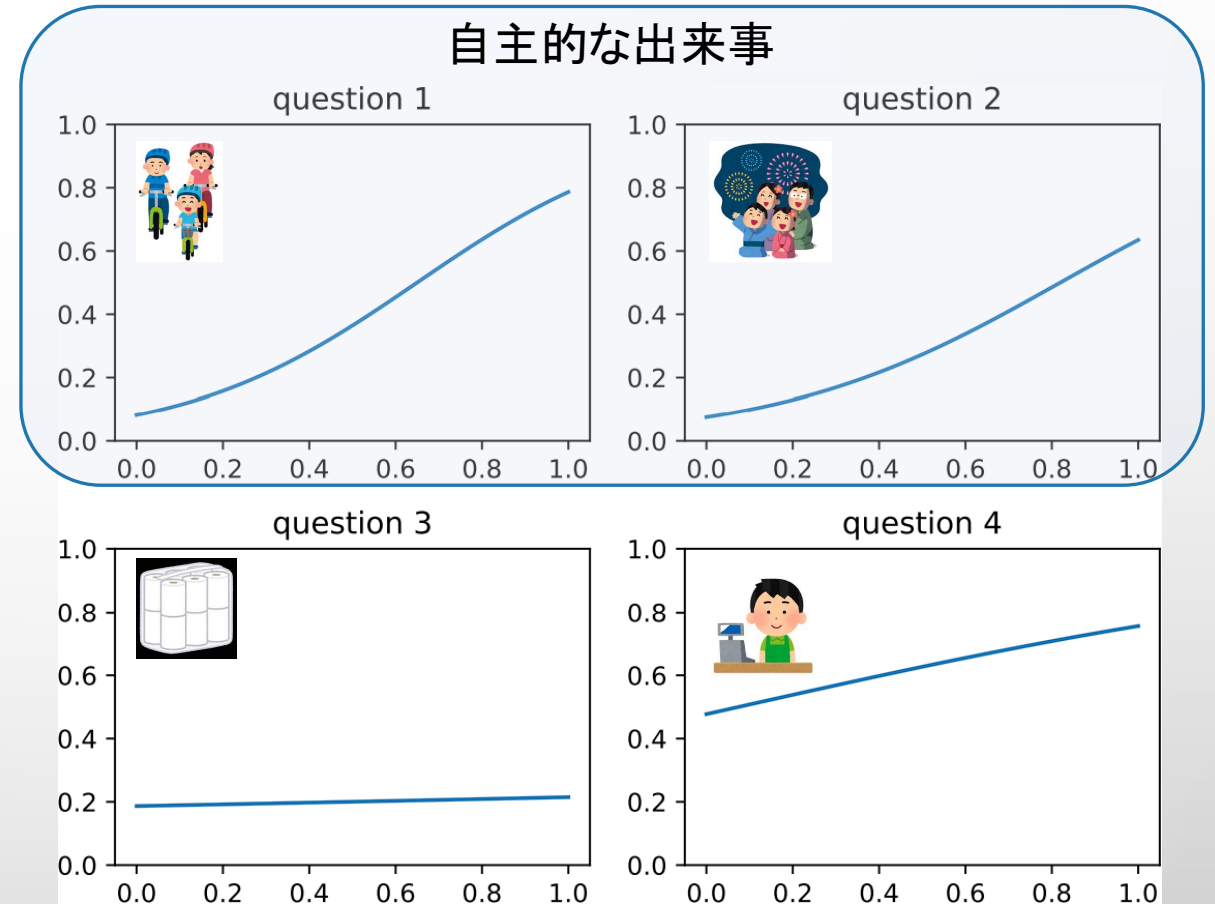
中国のみの回答の分析結果



日本のみの回答の分析結果

# 設問間の比較 – 設問1,2

- 設問1,2では回帰係数や相関係数大きい
- 自主的に行われる出来事では人々は降水確率の影響を大きく受ける

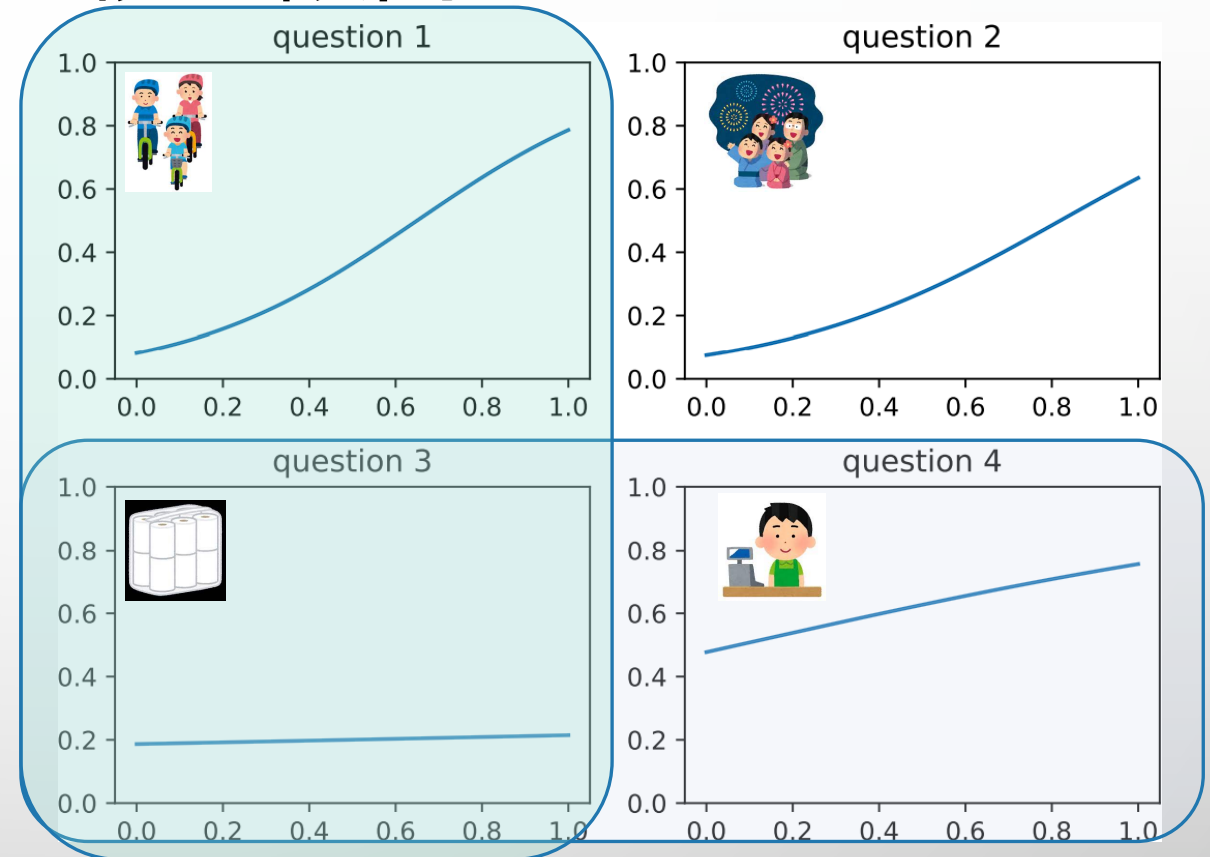


中国と日本を併せた回答の分析結果

# 設問間の比較 – 設問3

- 設問3はほぼ無相関
  - 性質の共通する設問1,4と共通する傾向が見られない
- ⇒設問の具体性が原因で特異な傾向

他の設問でも設問の具体性がノイズになっていることは否めない。

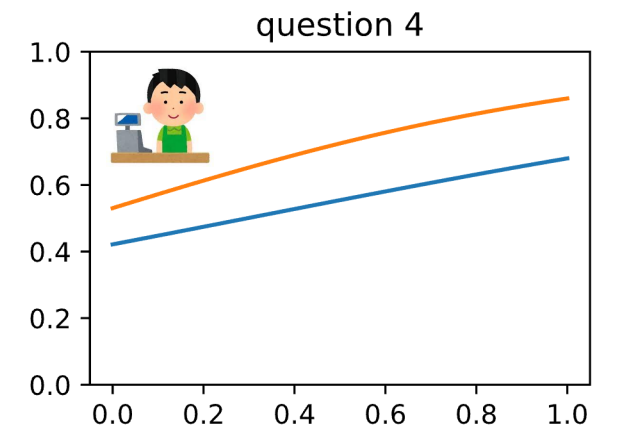
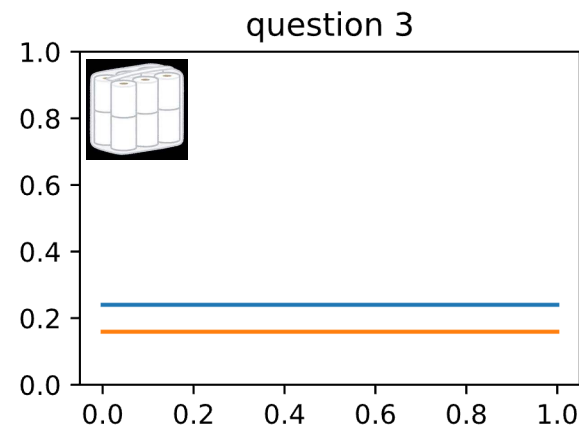
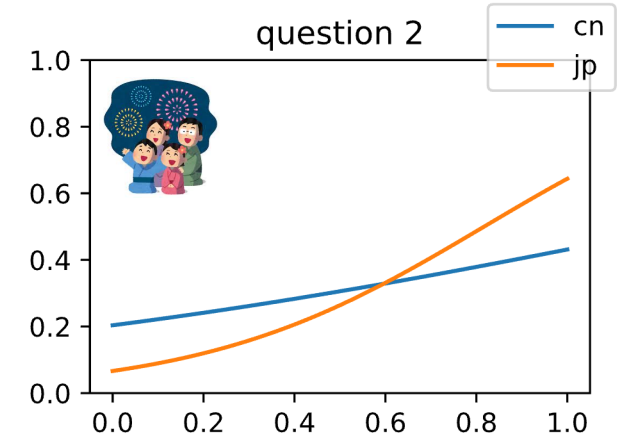
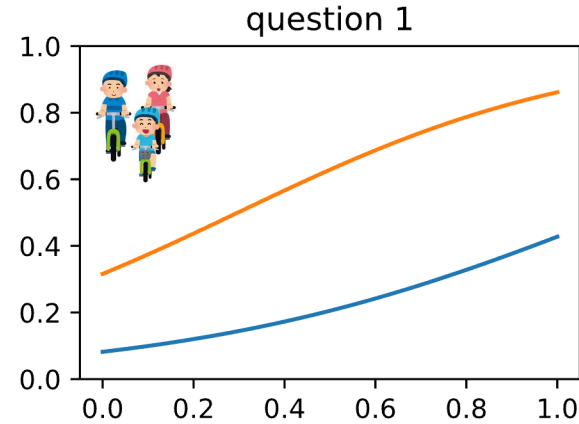


中国と日本を併せた回答の分析結果

# 回答の言語間での比較

- 設問1,2では日本と中国との間で、+回答の確率、降水確率との相関で傾向の違いが見られる

⇒回答言語を変数に含めた分析も有効





# 考える発展

## モデルを改善

- 性別、年齢などより多くの情報を収集
- 異なる出来事の性質を設定
- 各性質の組み合わせに対し複数の設問

## 手法を応用

- 人出の予測(イベント来場者、交通量)

# まとめ

- 不確実性と意思決定に関する身近な題材として降水確率を提案
- 降水確率と意思決定について簡単なモデルを立て、アンケートで検証
- モデルが妥当であるといえるような結果は得られなかったが、手法自体には発展性があると考えられる

# 参考文献

[1] 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-WORK2014/SLIDE/2014\\_GROUP\\_06\\_SLIDES.PDF](https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-work2014/slide/2014_group_06_slides.pdf)

[2] 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-WORK2015/SLIDE/2015\\_GROUP\\_05\\_SLIDES.PDF](https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-work2015/slide/2015_group_05_slides.pdf)

[3] 天気とバス利用の関係の調査分析

[HTTPS://WWW.RISK.TSUKUBA.AC.JP/PDF/GROUP-WORK2019/SLIDE/2019\\_GROUP\\_07\\_SLIDES.PDF](https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-work2019/slide/2019_group_07_slides.pdf)

[4] 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-WORK2013/SLIDE/2013\\_GROUP\\_02\\_SLIDES.PDF](https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-work2013/slide/2013_group_02_slides.pdf)

[5] もう一度見直そう、あなたの備蓄品ー筑波大生に備蓄をしてもらえる方法を探るー

[HTTPS://WWW.RISK.TSUKUBA.AC.JP/PDF/GROUP-WORK2021/SLIDE/2021\\_GROUP\\_09\\_SLIDES.PDF](https://www.risk.tsukuba.ac.jp/pdf/group-work2021/slide/2021_group_09_slides.pdf)

[6] 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](http://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-1/hor1-1-56-1-2.html)

[7] 基礎から学べる金融ガイド [HTTPS://WWW.FSA.GO.JP/TEACH/KOU3.PDF](https://www.fsa.go.jp/teach/kou3.pdf)

[8] ロジスティック回帰画像

[HTTPS://BAIKE.BAIDU.COM/PIC/LOGISTIC](https://baike.baidu.com/pic/logistic) 回 归  
[/2981575/1/F3D3572C11DFA9EC71464F3E60D0F703918FC1AB?FR=LEMMA&CT=SINGLE#AID=1&PIC=F3D3572C11DFA9EC71464F3E60D0F703918FC1AB](https://baike.baidu.com/pic/logistic/2981575/1/F3D3572C11DFA9EC71464F3E60D0F703918FC1AB?FR=LEMMA&CT=SINGLE#AID=1&PIC=F3D3572C11DFA9EC71464F3E60D0F703918FC1AB)

[9] [HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/LOGISTIC REGRESSION](https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression)