

学習の目標

- 研究とは何かを明確に述べることができる。
- リサーチクエスチョンとは一般にどのようなものかがわかり、自分の研究のリサーチクエスチョンを明確に述べることができる。
- リサーチクエスチョンには、探索的なものと検証的なものがあることがわかり、任意のリサーチクエスチョンがどちらに属するものなのか判断することができる。
- 仮説を明示的なものへと具現化させていく際に、自分が関係を見る対象たちを明示的に指摘でき、また、統計学ではそのような対象を変数（要因）と呼ぶことが分かる。
- 自分が抱いている仮説において、独立変数と従属変数を区別し、指摘することができる。
- 計算できる演算の種類に応じ変数を四つの尺度水準に分類でき、自分のデータがどの尺度に適しているか判断できる。
- データの測定に際し、リッカート尺度やマグニチュード推定法と呼ばれる収集手法があることがわかり、説明できる。
- 統計的研究には、探索的研究と検証的研究の二つのタイプのアプローチがあることがわかり、どのような状況でどちらを選択すべきか、説明できる。
- 独立変数と従属変数のタイプによって用いられる検証的手法が分類されるということが分かる。
- 統計モデルについて、「大変そうだけれどもやってみよう！」とすることができる。

統計分析の具体的な基礎を細かく学んでいく前に、この第1講では、研究という視点と結びつけながら、今学期に学ぶ統計分析の概要をつかんでおきましょう。なんとなく受講するのではなく、自分の研究・リサーチクエスチョンを常に念頭において、それを解くための手段として統計的手法を位置づけ、最終的に何らかの研究成果を上げることを目標に、統計的手法のスキルを伸ばしていってください。

④ 研究 vs 勉強

勉強 : 過去指向
↳ 「知」の消費
「知」の生産
研究 : 未来指向

このツールとは「系統計」

📖 ノート1 研究とリサーチクエスト

(1) 研究

これは、過去の人類が作り上げた知識の体系を広げ、新しい知識の体系を作る試み。

(2) リサーチクエスト

これは、その研究で答えを明らかにする問いのこと。

① 探索的なリサーチクエスト (漠然／研究の始点)

明確な「仮説」を持たずに、現象の性質をデータから浮かび上がらせ、発見しようとする探索的な問いのこと。

※(現象があまりにも複雑すぎて) 先行研究などの知見からは「仮説」が立たないときに問われることが多い。



探索的なリサーチクエストの具体例

(問) どういう動詞が『と／の／こと』をどういうふうを選択しているのか

(答) A という動詞は〇〇という傾向がある。

B という動詞は△△という傾向がある。

⋮

動詞によって様々だ。ただし、□□という動詞に〇〇という傾向が強いようだ。

② 検証的なリサーチクエスト (焦点化された問)

先行研究などから見えてきた「仮説」の正しさを問うリサーチクエストのこと。



検証的なリサーチクエストの具体例

先行研究では、抽象的な命題では「こと」が、具体的な命題では「の」が選択されやすいという指摘がある (Kuno 1973)。

そこで、

(例1) 〇〇という **コーパス** を見ると、命題の抽象性で「の／こと」の選択が変わるのか、という傾向を研究する。

(例2) 命題の抽象性で「こと」を用いた文に対する、**実験** 協作者の容認度が変わるのか、という傾向を研究する。

(1) 仮説 Hypothesis

① 「仮説」の定式化

仮説を明確にするための出発点は、「何と何の関係を明らかにしたいのか」を言語化すること。

② 変数 variable (要因 factor)

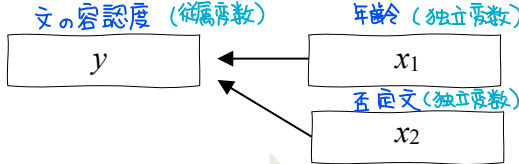
統計学では、仮説において関係を見る対象たちのことを「変数 (要因)」と呼ぶ。

※ 独立変数を「一つだけ」想定する場合：



「x が y に影響を与える」
 「x によって y は変わる」
 「x が増えれば (減れば) y はよく (悪く) なる」
 「x が増えれば (減れば) y は増える (減る)」

※ 独立変数を「複数」想定する場合：



「x₁ と x₂ が y に影響を与える」
 「x₁ と x₂ によって y は変わる」
 「x₁ が増えれば (減れば / 一定で) x₂ が増えれば (減れば / 一定なら) y はよく (悪く) なる」

💡 変数の分類

- ① 独立 (予測) 変数 Independent (Predictor) variable
これは、それを用いて何かを予測する変数のこと。
- ② 従属 (応答) 変数 Dependent (Outcome) variable
これは、独立変数から値を予測される変数のこと。

④ 予測するキ因果を決める

① 因果 = 方向がある

○ 体重 ← 年齢

× 体重 → 年齢

② 予測 = 方向はない

○ 体重 ← 年齢 (6kg/年)

○ 体重 → 年齢 (1/6kg)

「結果」から「原因」を予測したい。

↓
独立/従属変数の設定は、研究者が持ちこたえる推論の前提によって異なる。

(2) 変数の尺度

変数はその数学的性質によって、次の四つに分類される。

① **名義尺度** Nominal scale

分類の区分を表す変数。

足し算も、大小の比較も行えない。

(例1) 男 女 (X) 男 + 女 (X) 男 < 女 (X) 男 = 女

(例2) 文のタイプ (X) 平仮文 + 命題文 (X) 平 < 命 (X) 平 = 命

② **順序尺度** Ordinal scale

名義尺度に順序が付け加わった変数。

大小の比較は可能だが、足し算や掛け算は行えない。

(例1) 満足度 (O) 不満 < 満足 (X) 不満 + 満足 (X) 不満 = 満足

(例2) 硬度 (O) 柔らかい < 硬い (X) 柔 + 硬い (X) 柔い = 硬い

③ **間隔尺度** Interval scale

順序尺度に足し算や引き算が付け加わった変数。

掛け算や割り算は行えない。

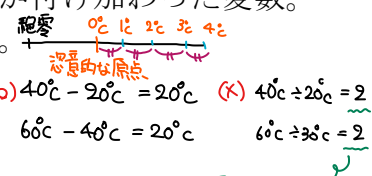
(例) 温度 (摂氏) (O) $20^{\circ}\text{C} < 40^{\circ}\text{C}$ (O) $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$ (X) $40^{\circ}\text{C} \div 20^{\circ}\text{C} = 2$
 $60^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$ $60^{\circ}\text{C} \div 30^{\circ}\text{C} = 2$

④ **比率尺度** Ratio scale

間隔尺度に掛け算や割り算が付け加わった変数。

四則演算が全てできる。

(例) 時間 (O) $20\text{分} < 40\text{分}$ (O) $40\text{分} - 20\text{分} = 20\text{分}$ (O) $40\text{分} \div 20\text{分} = 2$
 $60\text{分} - 40\text{分} = 20\text{分}$ $60\text{分} \div 30\text{分} = 2$



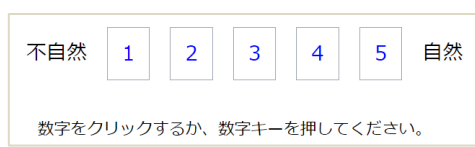
意味がない
意味がある

(3) よくあるデータの収集方法

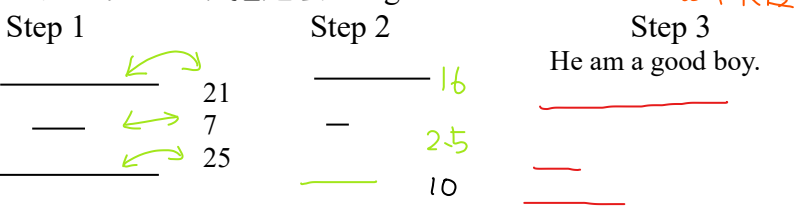
① リッカート尺度 Likert Scale

「5:とても自然 4:自然 ...」のような離散的な段階評価

← 順序尺度



② マグニチュード推定法 Magnitude Estimation ← 比率尺度



⑤ リッカート尺度の解釈

実践上「比率尺度」として解釈する研究は多い。

(理由1) 初歩的な手法を使いたい
 従属変数は比を設定

(cf. 順序ロジスティック回帰)

(理由2) 比として扱っても、そんなに結果に差がない。

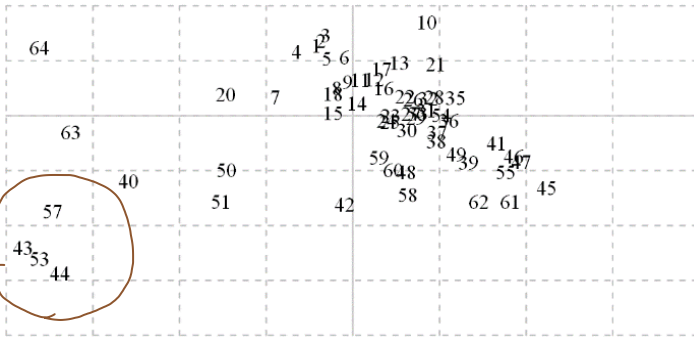
📖 ノート3 仮説と統計的アプローチの分類

(1) **探索的統計手法**：「仮説」の探索に有効

これは、どのような仮説が現象に対して適切かを発見するためにデータを整理する目的で利用される統計手法。

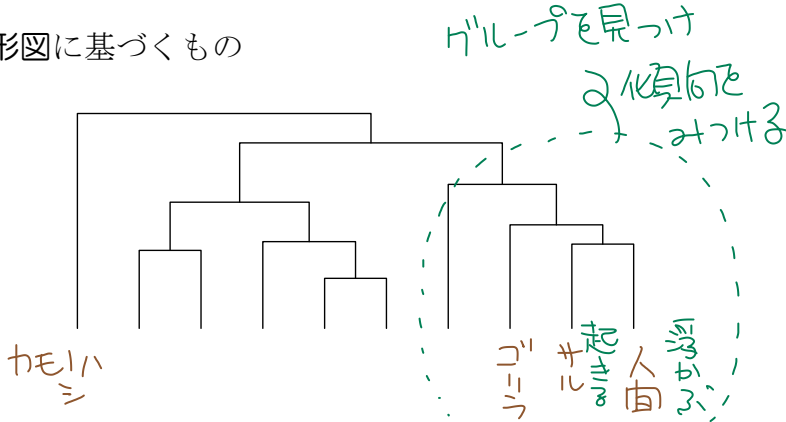
例：主成分分析、クラスター分析、多次元尺度構成法、…

① 散布図を改良したもの



例外には
どんな
化身向?

② 樹形図に基づくもの



グループを見つけ
2化身向を
みつける

ゴリン
サキ
起人
宇宙
浮かぶ



探索的統計手法の注意点

① 運・不運がある

必ず何らかの価値のある発見ができるという保証はない。安定して論文を生産するうえでは、頼りすぎは危険。

② 「標本」の整理がメインの場合が多い

母集団への推測がやりにくいものも多い。例えば、今回の樹形図／散布図が、母集団でも成立するかはわからない。

③ 研究者の解釈への依存度が高い

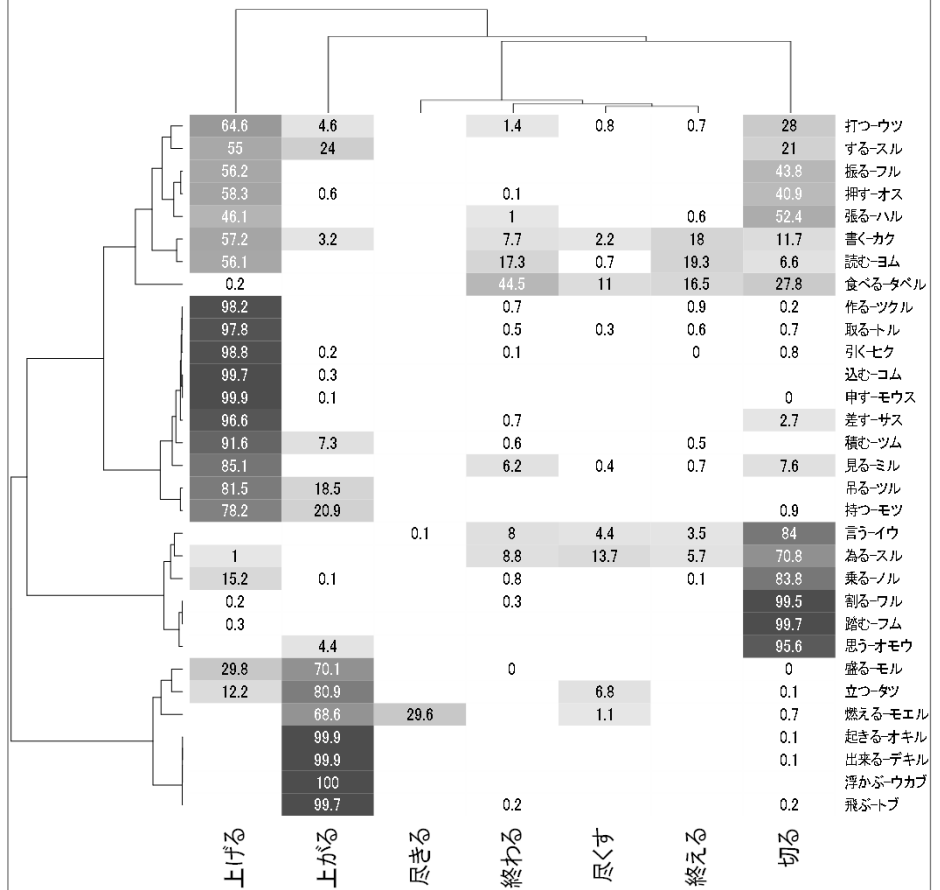
樹形図／散布図の解釈に伴って生じる研究者の価値判断への依存度が、検証的手法と比べると、大きい。



コーパスを用いた探索的言語学研究の具体例

リサーチクエスチョン：複数存在する完了を表す複合動詞
「動詞+V」にはどのような使い分けがあるのか？

	上げる	上がる	切る	尽くす	尽きる	終える	終わる
言う	0.000	0.000	0.840	0.044	0.001	0.035	0.080
浮かぶ	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
打つ	0.646	0.046	0.280	0.008	0.000	0.007	0.014
起きる	0.000	0.999	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
⋮							
読む	0.561	0.000	0.066	0.007	0.000	0.193	0.173
割る	0.002	0.000	0.995	0.000	0.000	0.000	0.003

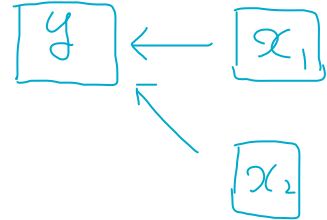


(2) **検証的統計手法**：「仮説」の検証に有効

これは、現象に対して立てられた仮説が適切かを検証するために利用される統計手法。

① 従属変数：比率尺度の変数 (☞言語統計学 A)

この場合、従属変数が **正規分布** に従うと仮定してモデル化することが多い。大きく次のような手法がある。



(A) 独立変数：固定効果のみ

独立変数の数 / タイプ	名義尺度	比率尺度
1つ	t検定 第3講	単回帰分析 第4講
2つ以上	分散分析 ANOVA 第6講	重回帰分析 第5講

(一般)
線形モデル

(B) 独立変数：固定効果 + 変量効果 (=混合効果)

独立変数の数 / タイプ	名義尺度 OR 比率尺度
1つ以上	一般線形混合効果 第7講 モデル

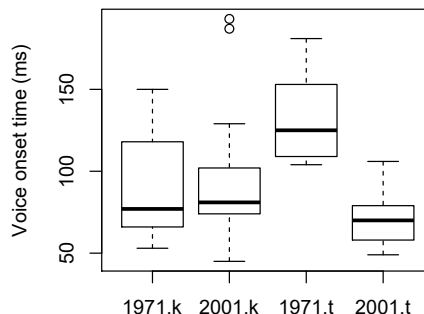


比率尺度を従属変数に持つ言語学研究の具体例

チェロキー語では、Voice onset time の長さに変化が生じているという指摘がある。「1971年と2001年 (x_1) に、Voice onset time の長さ (y) の平均に差は存在するのか」を、t, k など子音の違い (x_2) も考慮して検証する

(Johnson 2008)。

⇒ 「音声産出 実験」を計画



② 従属変数：比率尺度ではない変数 (☞言語統計学 B)
従属変数が 正規分布以外の分布 に従うと仮定

(A) 独立変数：固定効果のみ

独立変数の数 / タイプ 名義尺度 OR 比率尺度

1つ以上 一般化線形モデル
(例：ロジスティック回帰など)

(B) 独立変数：固定効果 + 変量効果 (=混合効果)

独立変数の数 / タイプ 名義尺度 OR 比率尺度

1つ以上 一般化線形
混合効果モデル



名義尺度を従属変数に持つ言語学研究の具体例

日本語では、「走りません」「走らないです」のように否定丁寧形に二つの可能性がある。統計を使わない研究で終助詞が付くと、「ないです」形が選択されやすくなるかもしれないという指摘がある。そこで、「後ろに終助詞があるかないか (x) によって、どちらが選択されるのか (y) が影響を受けるのか」を、大規模なコーパスを用いて検証する。

⇒ 「コーパス観察研究」を計画



名義尺度を従属変数に持つ文学研究の具体例

探索的研究の結果から、ある作家には、前期作品に色を用いた描写が多く見られるのに対し、後期ではほとんど色への言及はないという傾向が指摘されている。さらに自分は、「各文に色への描写が含まれているのか否か (y) は、作品の出版年 (x₁) だけでなく、地の文か会話文か (x₂) によって変わるのではないか」という仮説を立て、この仮説の是非を検証する。

⇒ 「コーパス観察研究」を計画

基礎問題

1 尺度水準

データを測る尺度水準には次のようなものがある。

- (1) 間隔尺度
- (2) 名義尺度
- (3) 比率尺度
- (4) 順序尺度

問1 それぞれの尺度水準の定義を述べなさい。

問2 それぞれの尺度水準の具体例を一つずつ挙げなさい。

2 変数

次の文章の空欄に適切な単語を補いなさい。

私たちは、二つの変数の関係を調べるとき、一方の変数で他方の変数を予測しようとすることが多い。この時、予測される側の変数を[A]と呼び、予測する側の変数を[B]と呼ぶ。

3 統計手法の概要

次の統計手法の概要を簡単に説明しなさい。

- (1) t 検定
- (2) 分散分析
- (3) 単回帰分析
- (4) 重回帰分析

基本問題

4 尺度水準

尺度水準について述べた以下の文を読み、適切であれば○を、不適切、あるいはより良い分析が可能であれば、×を付けなさい。また、×を選んだ場合、適切なものへ文章を訂正しなさい。

- (1) Aさんは、統語論を専攻している。文の容認度を友達三人に尋ね、1（不自然）から5（自然）までの5段階評価をつけて

もらった。段階があるのでこれは比率尺度に基づくデータの測定である。

- (2) Bさんは、英語教育を専攻している。ある授業の効果を調べるために、受講生の4月の英語の成績(100点満点)と7月の英語の期末成績(100点満点)を比較する。どちらものテストも、個別の受講者の能力を測定しており、受講者は山田さん、川田さんのようにカテゴリーを持つため、このテストの成績は名義尺度で測定されている。
- (3) Cさんは、コーパス言語学を専攻している。大規模な日本語コーパスから「させる」という使役態を持つものを抽出し、「ル形」で使われているものと「タ形」で使われているものの頻度を数えた。頻度は、数値であり、その差に意味があるため、これは間隔尺度として位置づけられる。
- (4) Dさんは、意味論を専攻し、実験協力者に文を読ませ、特定の範囲の読み時間を計測した。読み時間は、5秒は7秒よりも短く、3秒よりも長いというように順序を付けることができることから、順序尺度として扱うのが最も適切である。

5 尺度水準

次に挙げられる変数について、どのような尺度水準が適切か答えなさい。

- (1) 都道府県
- (2) 郵便番号
- (3) 年齢
- (4) 野球の背番号
- (5) マグニチュード推定法を用いた容認度判断
- (6) リッカート尺度を用いた容認度判断

応用問題

6 統計手法

チェロキー語では、Voice onset time (VOT) の長さに変化が生じているという指摘がある。この問題を考えるため、1971年と2001年に、Voice onset time の長さが計測されたデータセットを用意し、次のつのリサーチクエスチョンを立てることにした (Johnson 2008)。

RQ1 「1971 年のデータに注目する。子音が t であるか、k であるかによって VOT の長さに差は存在するのか？」

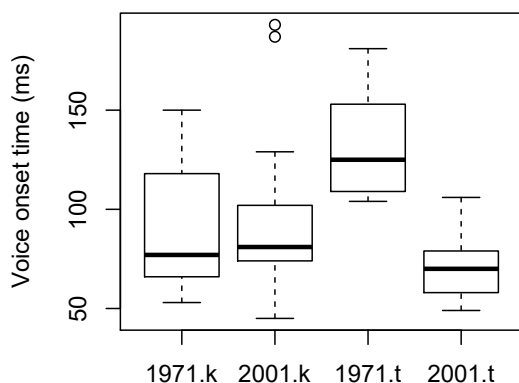
RQ2 「2001 年のデータに注目する。子音が t であるか、k であるかによって VOT の長さに差は存在するのか？」

RQ3 「VOT の長さは、1971 年と 2001 年において異なるといえるのか (=言語変化があったといえるのか) ?」

問1 上記の三つのリサーチクエスチョンに答えるためにどのような統計的手法が適切か、それぞれのリサーチクエスチョンに対して、考えられる統計手法を一つ上げ、その手法の概要をわかりやすく説明しなさい。

問2 †この図を説明した次の文章の空欄に適切な言葉を補いなさい。

下の図は、この問題に取り組んだ研究者が用意したデータセットを視覚化したものである。このグラフは、データがどのあたりに分布をしているのかを視覚的に表したもので[A]図と呼ばれる。太線の部分がデータの[B]が描かれたもので、四角い部分がデータの[C]が集まっているところである。そして、四角い区間の上下に伸びる点線は、[D]を表している。最後に丸 (○) で示された位置に[E]が存在することを示している。



問3 この図を見て読み取れることを踏まえ、先述の三つのリサーチクエスチョンがどのように答えられると思うかを、わかりやすく説明しなさい。

7 統計手法

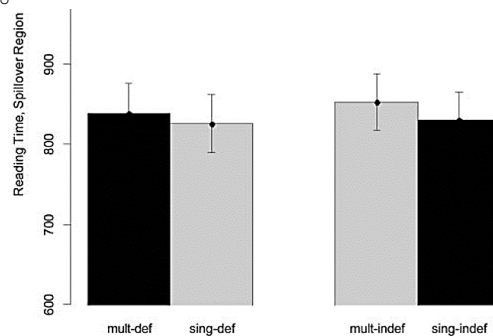
英語には a と the という冠詞がある。そして、「前の文脈にその

NPの指示対象が言及されている」のなら、theを用いるとされる。しかし、これは絶対的な条件ではないとされ、「言わずと知れた」指示対象は、前の文脈で言及されずとも the で導入できるとされる。この仮説を検証するために次のような実験を組むことにした。

まず、[1]a/bのように、a + NPの前の文脈に通常そのNPが一つしか備わっていないような空間を含めておく。次に[1]c/dのように、通常そのNPが指せる候補が複数ある空間を前文脈に設定する。実験協力者を募り、これらの文（の重要な個所）を読み終わるのに必要な時間を計測した（Clifton 2013）。

- [1] a. In the **kitchen**, / he checked out /**a stove**/ very carefully.
 b. In the **kitchen**, / he checked out /**the stove**/ very carefully.
 c. In the **appliance store**, /he checked out /**a stove** / very carefully.
 d. In the **appliance store**, /he checked out /**the stove** / very carefully.

- 問1 上記の仮説が正しければ、どのような結果が予測されるか、簡潔に説明しなさい。
- 問2 このような実験デザインを分析するのに適した方法を挙げ、それがどのような統計手法かを説明しなさい。
- 問3 下のグラフは実際にこの実験を行った Clifton (2013)から引用である。図の中の Mult, sing, def, indef は、それぞれ、先行文脈に通常複数 (multi) の要素があることが予想されるのか、それとも単数であることが多いのか (sing)、そして、冠詞として不定冠詞 (indef) を選択したのか、定冠詞 (def) を使用したのかを表している。この結果から読み取れることを論じ、上記に掲げた仮説と一致するか、一致しないかを説明しなさい。



8 研究とリサーチクエスチョン

今回の講義の内容を踏まえて、自分がこの学期が終わるまでに成し遂げられるだろうと思う定量的な研究を一つ考えて、次の問いに答えなさい。

- 問1 リサーチクエスチョンを分野外の人でも理解できるように、簡潔にかつ、分かりやすく述べなさい。
- 問2 仮に定性的な研究手法だけで研究を行っていたら、どのような点に限界があると考えられるか、分かりやすく説明しなさい。
- 問3 どのような量的手法を用いたら、問2で答えた問題は解決できるのか、分かりやすく具体的に説明しなさい。
- 問4 データを集める前に、どのような予測が立つのかを、分野外の人でもわかるように、丁寧に説明しなさい。

References

- Clifton, Charles Jr. (2013) Situational context affects definiteness preferences: Accommodation of presuppositions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 39(2). 487--501.
- Johnson, Keith (2008) *Quantitative methods in linguistics*. Malden: Blackwell Publishing.
- Kuno, Susumu (1973) *The Structure of the Japanese Language*. Cambridge, Mass.: MIT Press.