

社内グループチャットの投稿データを用いた心理的安全性推定方法の検討

鈴木敦也¹ 高橋潤¹

概要: オフィスワークでは従業員同士の情報共有や連携が適宜必要であるため、安心して発言できる環境の維持（＝心理的安全性の維持）が重要である。心理的安全性は一般には質問紙を用いて測定されるが、継続的に測定を実施する場合に従業員への負担が大きいため、業務過程で発生するデータを用いて心理的安全性を推定する仕組みが望まれる。本研究では、社内グループチャットの投稿データに注目し、投稿データから心理的安全性をどの程度推定可能であるか、また投稿データの中のどの特徴量から推定可能であるかを調査した。心理的安全性を計測するための7項目の質問項目に対し、各項目の回答値を目的変数、チャットから抽出した多数の特徴量を説明変数とし、Lasso 回帰分析を用いて説明変数の選択と回帰モデル作成を行った。これらのモデルに対する汎化精度の評価と、選択された説明変数の確認を行った。実験の結果、7項目のうち2項目で評価データに対する十分な当てはまりの良さを示す予測モデルを作成することができた。また、このときの予測モデルにおいて選択された説明変数を確認することにより、各質問の回答値をどの投稿データ特徴量から予測できたかを確認した。

A Study of Psychological Safety Estimation Using Data in Internal Group Chat

ATSUYA SUZUKI¹ JUN TAKAHASHI¹

1. 背景

オフィスワークでは従業員同士の情報共有や連携が適宜必要になることが多い。円滑な情報共有や連携を実現するためには、従業員がその組織内で安心して発言できる環境が保たれていることが重要である。このように、対人リスクを厭わずチーム内で安心して発言できる度合いのことを心理的安全性という[1]。マネジメント担当者はチームが生産性を発揮できるようにチームの心理的安全性が低下していないかを定期的に把握する必要がある。

心理的安全性を計測する一般的な方法として、従業員に対するアンケートがある[1]。しかし、アンケートの継続的な実施は従業員への負担が大きい。従って、特別な負担を強わずに計測するために、業務過程で発生するデータを用いて心理的安全性を推定する方法が必要である。

チームの心理的安全性と関連するデータとして、我々はチームメンバー同士のコミュニケーションの履歴データに注目した。職場における従業員同士のコミュニケーション手段には、対面での会話（立ち話や会議）や、電話（音声会議）、メール、チャット等が挙げられる。しかし、誰と誰がいつメールのやりとりを行ったか、誰と誰がいつどこで立ち話をしたか、といった情報を分析目的で収集することは、プライバシー配慮の観点から困難である。また、プライバシーの観点で問題が少ないデータの中でも、例えば公共の場や会議で録音された音声は、誰がどの程度話したかという情報を抽出するための話者認識や発話区間検出、及び環境音除去を完全に行うことが困難なため、分析結果に

悪影響が及ぶ可能性がある。一方で、近年従業員同士の会話手段として社内グループチャットが普及している。これらは関係者限定の情報か否かの切り分けがなされているためプライバシー面の問題が少なく、また過去の会話の記録が機械可読な状態で保存されるため、データ分析へ利用が容易である。そこで本研究では、従業員同士のコミュニケーションのうち、チャットの投稿データからチームの心理的安全性がどの程度推定可能であるかを調査した。

2. 関連研究

2.1 心理的安全性

心理的安全性の定義は、いくつかの異なる定義が存在するが[2][3]、Edmondson[1]による「心理的安全性とは、チームの中でリスクをとっても安全である、というメンバー内で共有されている信念のことである」という定義が提案されて以降、多くの研究はEdmondsonの定義に従っている[4]。心理的安全性の定義は大きく分類すると、個人規模（Individual-level）、チーム規模（Team-level または Group-level）、組織規模（Organization-level）、という3つの捉え方が存在する。上述のEdmondsonの定義はチーム規模での心理的安全性の定義に該当する。

近年では心理的安全性が組織の生産性を高める上で重要な概念であるとして、注目を集めている。GoogleのPeople Analytics Unitは、自社内のチームに関する統計的調査を行い、生産性の高いチームの最も重要な因子が心理的安全性であったとの結果を公開した[5]。他にも、心理的安全性が高いことで従業員のミスを減らし安全性を高めるとする報告や[6][7]、従業員の学習行動を促進するとする報告がある[8][9]。

¹ 富士通株式会社富士通研究所

心理的安全性の計測は、Edmondson によって提案された 7 項目の質問から構成される心理尺度（アンケート）を用いることが一般的である[4]。しかし、アンケートの継続的な実施は従業員への負担が大きい。従って、特別な負担を強わずに計測するために、業務過程で発生するデータを用いて心理的安全性を推定する方法が必要である。

2.2 チャットデータを利用したチームの状態分析

一方、チャットから取得できるデータに基づいて、従業員同士のコミュニケーションの状態を分析する技術がある。[11]は、チャット情報とチーム管理情報とを用いて、従業員間のコミュニケーション状況を分析することができる。従業員間のコミュニケーション状況とは、例えば、チャット回数や文字数といったコミュニケーションの量に関する情報や、チャットのテキストによって示される感情がネガティブなのかポジティブなのかといったコミュニケーションの内容に関する情報や、チームに属するユーザ間の繋がりに関するスコアや他者に与えた影響の大きさに関するスコアなどが挙げられている。このように、間接的指標を算出したり、独自の仮説に基づき定義された心理的指標を算出する技術が存在するが、それらの間接的指標が実際に測りたい概念とどの程度相関を持っているのか、心理的指標がどれほどの妥当性を持っているのかは不明である。

以上から、既存の技術の課題は以下の 2 つの問題を同時に解決することができないことである。

- 業務過程で発生するデータに基づいてチームの心理的安全性を推定する技術が無い
- チャットデータに基づいて算出された指標がチームの心理的安全性とどのように相関を持つかが不明である

上記の課題を解決するため、本稿では職場で使用されるチャットデータに基づいて算出される指標に対し、アンケートによって得られたチームの心理的安全性の実測値を予測するためのスパースなモデルを作成し、モデルの汎化精度を確認した。

3. 開発技術

心理的安全性は一般には図 1 に示す 7 項目の質問にリッカート尺度（5 段階評価など）で回答する方法によって計測される[4]。本技術は、各質問項目のチーム内での平均回答値を目的変数として予測する回帰モデルを作成する。

3.1 モデルの説明変数候補の作成

近年のグループチャットでは、関係者限定で情報を共有する「チャンネル」や、投稿に対し絵文字で返答する「リアクション」など、テキスト以外の機能も活用しながら柔軟に会話を行う。これらの機能はツール毎に異なる上、後

- (1) チームの中でミスすると、たいがい非難される。
- (2) チームのメンバーは、課題や難しい問題を指摘しあえる。
- (3) チームのメンバーは、自分と異なるということを理由に他者を拒絶することがある。
- (4) チームに対してリスクある行動をしても安全である。
- (5) チームの他のメンバーに助けを求めることは難しい。
- (6) チームメンバーは誰も、自分の仕事を意図的に貶めるような行動をしない。
- (7) チームメンバーと仕事をするとき、自分のスキルと才能が尊重され活かされていると感じる。

図 1, 心理的安全性の質問項目

から機能が変更される可能性もある。そのため、説明変数を普遍的なものとして予め決めることが困難である。本研究では以下の方法で説明変数を選択した。

まず、ログデータから抽出可能な特徴量を抽出し従業員毎に集計した。本実験で実際に使用した特徴量は表 1 の通りであった。次に、各従業員の所属チーム情報を取得し、上記で集計した個人毎の特徴量を所属チーム毎の統計量として集計した。本実験で実際に使用した統計量は表 1 の通りである。その後、それらの 2 次の乗算による交互作用項を作成した。こうして作成された説明変数候補を、Lasso 回帰を用いて変数選択を行った。

表 1, 本実験で使用した特徴量, 統計量, 交互作用

内訳	
特徴量	グループチャンネル内の投稿数・グループチャンネル内のリアクション数・グループチャンネル内の返信にかかった時間・グループチャンネル内の投稿の文字数・グループチャンネル内のリプライ送信数・グループチャンネル内のリプライ受信数
統計量	全体の投稿数・全体のリアクション数・全体の返信にかかった時間・全体の投稿の文字数・全体のリプライ送信数・全体のリプライ受信数
統計量	合計・平均・中央値・標準偏差・80 パーセンタイル値・20 パーセンタイル値・調和平均・最大値・最小値
交互作用	乗算

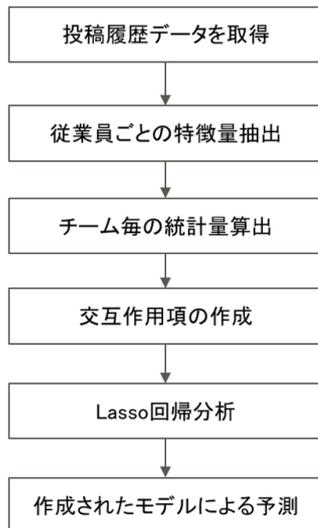


図2, 処理フロー

3.2 Lasso 回帰の正則化パラメータ決定方法

Lasso 回帰[12]は, 学習データとして与えられる y , X に対し, 以下の式で計算される値 E を最小化する w を求めることで回帰モデルを作成する.

$$E = \sum_{i=1}^N (y_i - X_i^T w - w_0)^2 + \lambda \|w\|_1$$

このときの λ を正則化パラメータと呼び, λ は Lasso 回帰における L1 正則化の影響の強さを左右する. すなわち, 値 λ が大きいとき多数の i に対して $w_i=0$ となり, 作成されるモデルの説明変数の総数は少なくなる. 逆に値 λ が小さいとき, 正則化項の影響が弱まり作成されるモデルの説明変数の総数が少なくなる.

作成されるモデルの説明変数の総数が学習データの標本サイズより大きいとき, 上記の値 E の最小化は劣決定系の連立方程式となる. 劣決定系の連立方程式は一般には解を無数に持つため, w を解くことができない. また一方, λ が十分大きいとき全ての i に対して $w_i=0$ となり, 定数項のみの回帰モデルが作成されてしまう. 従って, 作成されたモデルの説明変数の数を p , 学習データの標本サイズを n とするとき, p が以下の条件を満たすように λ を選択する必要がある.

$$0 < p < n$$

本研究では, 以下の方法で λ を決定した. まず, 十分な範囲内の数の集合 M の各要素 m に対して $\lambda = 10^m$ としてそれぞれ Lasso 回帰を行う. 作成された各モデルの説明変数の数を取得し, $0 < p < n$ を満たしているかどうかを判定し, λ の範囲を取得する. このときの λ の範囲内で, 回帰モデルの二乗平均平方根誤差 (RMSE) が最小となる λ を選択する. なお, 今回は M を $-8 < m < 4$ の範囲の 0.2 間隔の数の集合とした.

4. 評価実験と方法

実験は以下の手順で行った. まず実験対象とする 3 組のチームに対し, 1 ヶ月間隔, 合計 5 回の心理的安全性アンケートを実施した. 対象チームは, 1 組あたり 5~9 人の技術職の従業員で構成されるチームであった. アンケートは各従業員に対し行うが, 結果はチーム毎の平均値を各質問項目について算出した. 次に, アンケート実施日から直前の 1 ヶ月間におけるチーム毎のチャット投稿データを前述の方法で集計・抽出し, アンケート結果と対応させた. 各項目のアンケート平均値を目的変数, チャットデータから抽出した特徴量を説明変数として 3.2 節で述べた方法でパラメータ決定した Lasso 回帰分析を行い, モデルを作成した. 回帰分析は前半の 4 ヶ月分のデータを用いて行い, 評価は最新の 1 ヶ月分のデータを用いて行った.

5. 実験結果と考察

5.1 Lasso 回帰のパラメータ選択結果

アンケートに含まれる 7 項目の質問ごとに, 3.2 節で述べた方法で Lasso 回帰の正則化パラメータ λ を決定した. λ を変化させたときの汎化誤差 (二乗平均平方根誤差) 及び説明変数の数は, 図 4 の通りとなった. 説明変数の数が 0 より大きく ($0 < p$), 標本サイズより小さい ($p < n$), という条件を満たす範囲は, グラフ内の影がついていない部分である. その範囲内で二乗平均平方根誤差が最小となる λ を選択した (グラフ内に赤丸で囲った点). 多くの項目において, 選択された λ における二乗平均平方根誤差は, 説明変数の数が 0 個のときの二乗平均平方根誤差よりも小さかつ

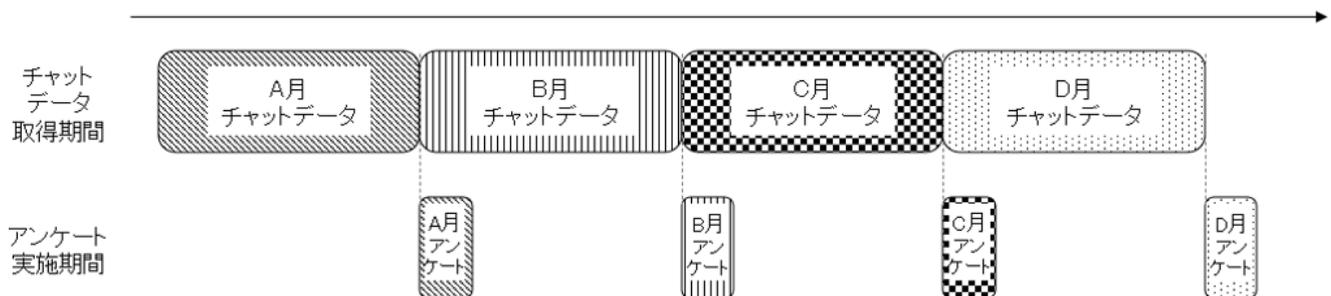


図3, アンケート実施期間とチャットデータ取得期間の時系列上の対応関係

た。しかし、項目2においては、 $0 < p < n$ を満たす範囲の中で、説明変数の数が0個のときよりも二乗平均平方根誤差が小さくなるものが存在しなかった（グラフ内に水色の丸で囲った点）。これは、今回抽出した変数には項目2の回答値を説明するものが存在しない可能性、またはそれらを発見するための十分なサイズの標本ではなかった可能性が考えられる。

5.2 回帰モデルの汎化精度と選択された説明変数

各モデルでの評価データに対する二乗平均平方根誤差 (RMSE) および決定係数 (R^2) を算出した。

本実験はアンケートにおける7段階の回答値 (整数) の平均値を推定するモデルであることから、RMSE の大きさが0.5未満であることを基準にモデルの精度を評価した。評価の結果、7項目すべてにおいてRMSEは0.5未満であった。

決定係数の大きさの解釈は研究分野によって異なるが、心理学分野ではCohen[13]が提唱した目安が一般的に用いられる。本研究ではこの目安に従いモデルの当てはまりの良さを評価した。結果から、決定係数が高かった項目は質問2,5,7であった。これらのモデルで選択された説明変数

は表2の通りであった。質問2「チームのメンバーは、課題や難しい問題を指摘し合える」に対しては投稿あたりの文字数が、質問5「チームの他のメンバーに助けを求めることは難しい」には主にリアクション投稿数や投稿あたりの文字数、返答の速さから予測することができ、質問7「チームメンバーと仕事をするとき、自分のスキルと才能が尊重され活かされていると感じる」には投稿あたりの文字数やリアクション投稿数から予測することが出来たことが結果から見受けられる。

表2, 7項目での二乗平均平方根誤差と決定係数

	RMSE	R^2
質問1	0.37	0.19
質問2	0.36	0.28
質問3	0.11	0.15
質問4	0.06	0.02
質問5	0.30	0.44
質問6	0.48	0.24
質問7	0.39	0.36

表3, 各質問項目における作成されたモデルの説明変数

作成されたモデルの説明変数 (括弧内の値は係数)	
質問1	● 全体のリアクション投稿数の中央値*全体の平均反応時間の20パーセンタイル (0.019)
質問2	● グループチャネル内の平均文字数の中央値*全体の平均文字数の中央値 (-0.20) ● グループチャネル内の平均文字数の調和平均*全体の平均文字数の中央値 (-0.052)
質問3	● グループチャネル内の平均文字数の標準偏差*グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル (0.060) ● グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル*全体のリアクション投稿数の標準偏差 (0.073) ● グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル*全体のリアクション投稿数の最大値 (0.23) ● グループチャネル内の平均文字数の最小値*グループチャネル内のリプライ受信数の標準偏差 (-0.014)
質問4	● グループチャネル内のリアクション投稿数の最小値*グループチャネル内の平均文字数の標準偏差 (0.012) ● グループチャネル内の平均反応時間の標準偏差*グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル (0.20) ● グループチャネル内の平均文字数の標準偏差*グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル (0.043) ● グループチャネル内の平均文字数の80パーセンタイル*全体の平均反応時間の標準偏差 (0.086)
質問5	● 全体のリアクション投稿数の調和平均 (0.36) ● 全体の平均文字数の20パーセンタイル (0.17) ● グループチャネル内のリアクション投稿数の80パーセンタイル*全体の投稿数の80パーセンタイル (-0.33) ● グループチャネル内のリアクション投稿数の最小値*グループチャネル内の平均文字数の標準偏差 (0.094) ● グループチャネル内の平均反応時間の標準偏差*グループチャネル内の平均文字数の最大値 (-0.019) ● グループチャネル内の平均反応時間の20パーセンタイル*全体の平均文字数の中央値 (0.0093) ● 全体の投稿数の最小値*全体のリプライ受信数の20パーセンタイル (-0.028) ● 全体の平均反応時間の最大値*全体の平均文字数の80パーセンタイル (0.27) ● 全体の平均反応時間の最大値*全体の平均文字数の20パーセンタイル (0.017) ● 全体の平均文字数の中央値*全体の平均文字数の標準偏差 (-0.018)
質問6	● 全体の平均文字数の合計*全体の平均文字数の調和平均 (-0.13)
質問7	● グループチャネル内の平均文字数の合計*全体のリアクション投稿数の20パーセンタイル (-0.076) ● 全体のリアクション投稿数の20パーセンタイル*全体の平均文字数の合計 (-0.031)

図 4, 正則化パラメータを推移したときの RMSE (汎化時) と作成されたモデルにおける係数が非ゼロの説明変数の数
 灰色の領域は説明変数の数が 1 未満または標本サイズより大きくなる範囲。(即ち、灰色ではない領域が有効範囲である。) 有効範囲の中での RMSE が最小となる点を赤丸で示した。また、図 4-b では、説明変数の数が 1 未満の時の RMSE が最小値となっている (青丸)。

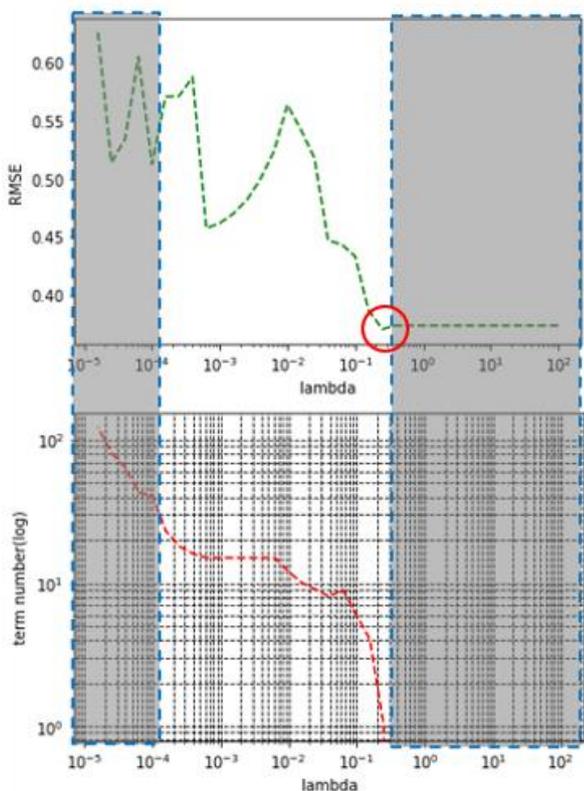


図 4-a, 質問 1

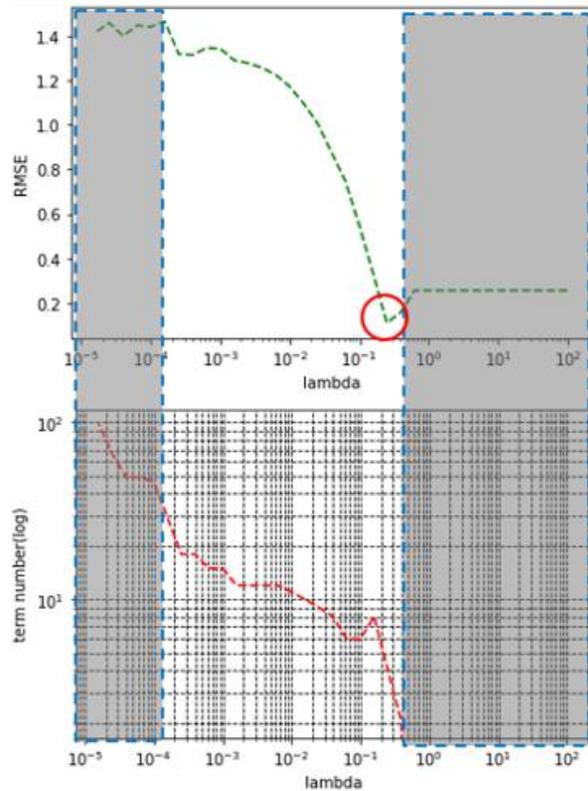


図 4-c, 質問 3

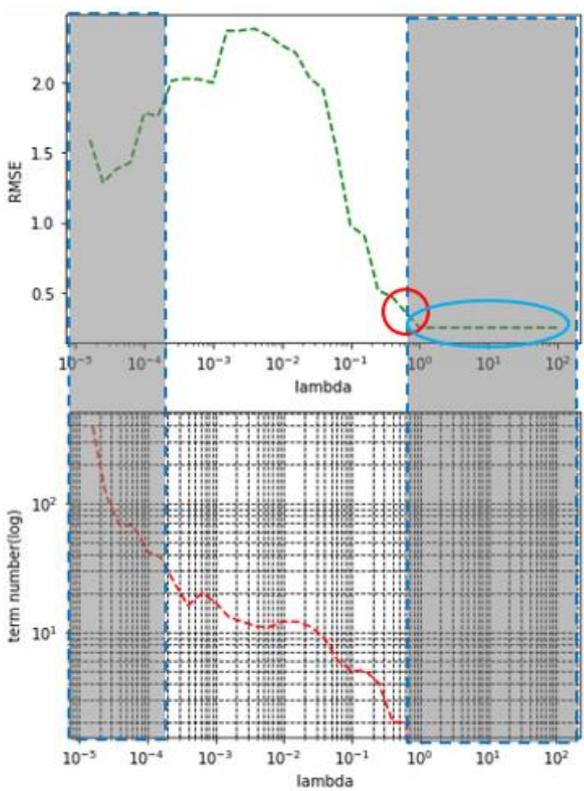


図 4-b, 質問 2

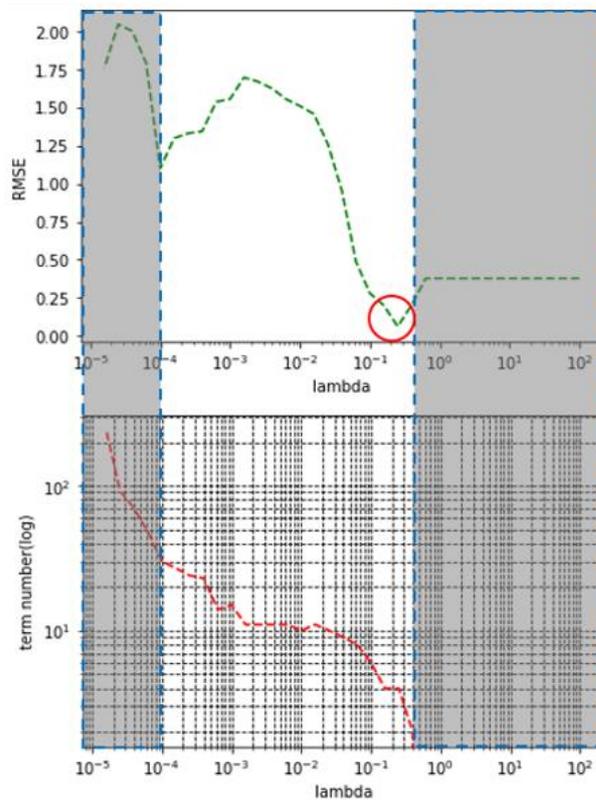


図 4-d, 質問 4

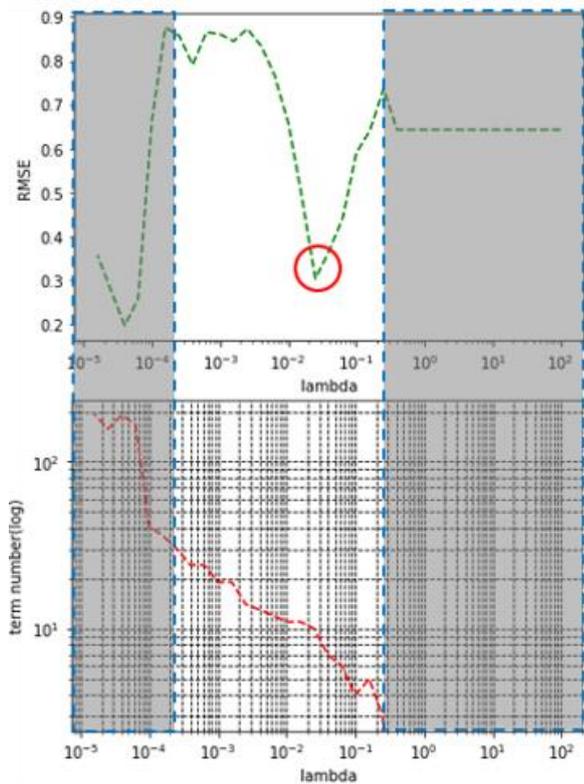


図 4-e, 質問 5

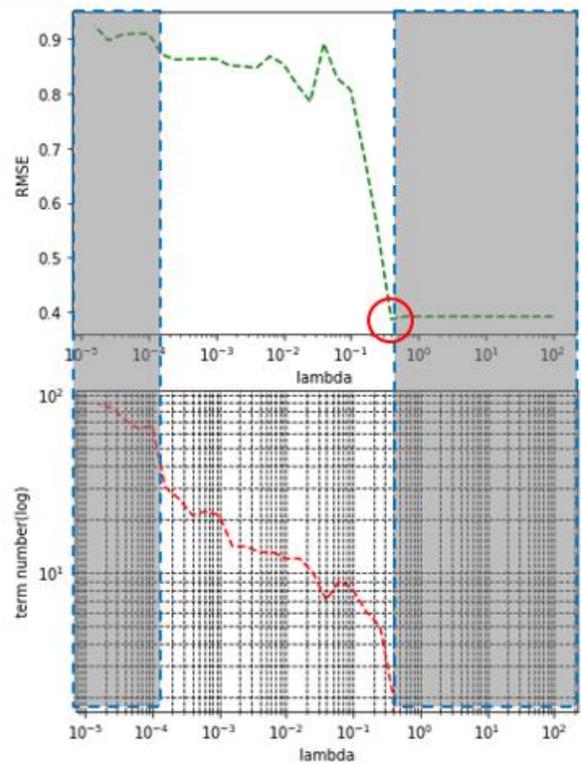


図 4-g, 質問 7

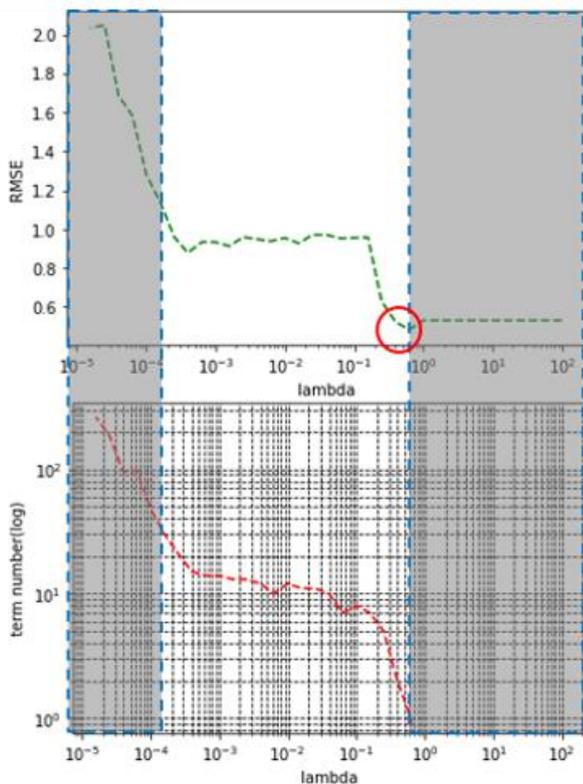


図 4-f, 質問 6

6. 終わりに

本研究では、職場で使用されるグループチャットから投稿データを取得し、投稿データから算出可能な特徴量を用いた Lasso 回帰分析により、心理的安全性アンケートの 7 項目の質問の回答値を推定する回帰モデルを作成した。Lasso 回帰分析における正則化パラメータを変化させたときの汎化時の RMSE の推移、及び、選択されたモデルでの汎化時の RMSE と決定係数によって各質問項目ごとのモデルの評価を行った。本実験での評価の結果として、質問 5、7 に対しては、グループチャットの投稿データを用いた予測が十分にできていると考察した。また質問 2 は、今回選択されたモデルの汎化精度は良好であったが、定数項のみのモデルと汎化時の RMSE が同等であったことから、標本サイズが十分でなかったと考察した。

参考文献

- [1] Edmondson, A. (1999). Psychological Safety and Learning Behavior in Work Teams. *Administrative Science Quarterly*, 44(2), 350-383.
- [2] Schein, E. H., & Bennis, W. G. (1965). *Personal and organizational change through group methods: The laboratory approach*. New York: Wiley.
- [3] Kahn, W. A. (1990). *Psychological conditions of personal*

engagement and disengagement at work. *Academy of management journal*, 33(4), 692-724.

[4] Newman, A., Donohue, R., & Eva, N. (2017). Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human Resource Management Review*, 27(3), 521–535.

[5] Bergmann, B., & Schaeppi, J. (2016). A data-driven approach to group creativity. *Harvard Business Review*, 12th July 2016.

[6] Leroy, H., Dierynck, B., Anseel, F., Simons, T., Halbesleben, J. R., McCaughey, D., ... & Sels, L. (2012). Behavioral integrity for safety, priority of safety, psychological safety, and patient safety: A team-level study. *Journal of Applied Psychology*, 97(6), 1273.

[7] Nembhard, I. M., & Edmondson, A. C. (2012). Psychological safety. In *The Oxford handbook of positive organizational scholarship*.

[8] Liu, S., Hu, J., Li, Y., Wang, Z., & Lin, X. (2014). Examining the cross-level relationship between shared leadership and learning in teams: Evidence from China. *The Leadership Quarterly*, 25(2), 282-295.

[9] Ortega, A., Sánchez-Manzanares, M., Gil, F., & Rico, R. (2010). Team learning and effectiveness in virtual project teams: The role of beliefs about interpersonal context. *The Spanish Journal of Psychology*, 13(1), 267-276.

[10] Frazier, M. L., Fainshmidt, S., Klinger, R. L., Pezeshkan, A., & Vacheva, V. (2017). Psychological safety: A meta - analytic review and extension. *Personnel Psychology*, 70(1), 113-165.

[11] ラボラティック株式会社. チャット分析装置, チャット分析方法, 及びプログラム. 特開 2020-057067. 2020-04-09.

[12] Tibshirani, R. (1996). Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 267-288.

[13] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.