

# 実習の宿題の質問メールにおける YAML ファイルから異なる箇所の特定による返信までの時間の短縮

有田 海斗<sup>1</sup> 平尾 真斗<sup>2</sup> 小山 智之<sup>2</sup> 串田 高幸<sup>1</sup>

概要：東京工科大学で実施されている先進情報プロジェクト実習 [IT・3] では、学生が YAML ファイルを記述し、Kubernetes クラスタ上に講義資料で指定された Pod を配置する。宿題で不明点がある場合、学生は問い合わせ用メールアドレスに質問メールを送信し、実習時間外に送信された質問については Teaching Assistant (以後 TA と呼ぶ) が対応する。課題は、質問メールが TA の対応時間外に送信された際、返信に時間がかかることである。2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日の 60 件の質問メールで、TA が返信したのは 46 件で約 77% だった。対応時間内の返信にかかった時間の平均は約 501 分だったのに対し、対応時間外では約 1009 分だった。提案手法は、質問をした学生の YAML ファイルと宿題を完了した学生の YAML ファイルから作成した共通パターンを比較し、異なる箇所を含むメールを返信する。共通パターンは、宿題を完了した学生の YAML ファイル同士を動的計画法により 1 行ずつ比較し、行の対応関係をもとに作成する。評価では 2 つの項目を比較した。1 つめは、質問メールの返信に要した時間を提案手法と TA が返信した場合で比較する。2 つめは、提案手法の返信内容を分類する。また、確認すべき YAML ファイルの行を含む返信から、返信した YAML ファイルの行と質問をした学生の YAML ファイルを有田海斗が修正して講義資料通りに動作した行が一致するか求める。その行同士の一致と提案手法の返信した内容の分類により、返信した内容の誤った返信と正しい返信の割合を出す。提案手法による返信は 60 件中 12 件であり、返信に要した時間は最小で約 1 分、最大で約 495 分であった。一方、46 件の質問メールに返信した TA の返信時間は、最小で約 7 分、最大で約 4308 分であった。返信に要した時間は最小で約 6 分、最大で約 3813 分短縮された。また質問メールの内容を分類し、YAML ファイルが原因で宿題の不明点の質問をしたのは 60 件中 19 件で約 32% あり、提案手法の返信した内容の分類では、確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をしたのが 60 件中 2 件で約 3% だった。確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をした 2 件中 1 件は、返信をした 215 行のうち 2 行が一致し、もう 1 件は質問をした学生の YAML ファイルを適用すれば講義資料通りに動作するが、改行だけの行が 2017 行あり、その行の上位のキーとその直後のキーの行の範囲を含めた 3415 行を確認するように質問をした学生に返信した。そのため誤った返信の割合は、YAML ファイル以外が原因で質問をしたメールに対して返信をした件数と課題ヘルパーくんが動作していないことや返信に課題番号がないため返信をしなかった件数の合計であり、60 件中 59 件で約 98% だった。正しい返信の割合は、講義資料通りに動作する行を含んでいる返信であり、60 件中 1 件で約 2% だった。

## 1. はじめに

### 背景

Site Reliability Engineering (以後 SRE と呼ぶ) とは、大規模なシステムの信頼性と拡張性を確保することを目的としたソフトウェアエンジニアリングの分野である [1–3]。東京工科大学では、先進情報プロジェクト実習 [IT・3] が行われており SRE に関連する技術を学ぶ。実習で学生は Kubernetes 上に指定されたシステム構成を作成する課題

に取り組む。Kubernetes とは、オープンソースのコンテナオーケストレーションプラットフォームである [4–6]。実習の課題が実習時間内で完了しない場合は、残りの課題が宿題になる。学生は実習の時間外に宿題で不明な点があると、問い合わせ用のメールアドレスに質問メールを送る (以後質問メールを送る学生を質問者と呼ぶ)。Teaching Assistant (以後 TA と呼ぶ) は平日 9:00 から 18:00 の時間帯で質問メールを確認し、アドバイスをメールで返信する。TA が質問メールの内容から質問者がどの箇所で悩んでいるのかを判断できない場合には、質問者に対して追加の指示をメールで返信する。

実習で使用する環境の構成を図 1 に示す。質問者は先進

<sup>1</sup> 東京工科大学コンピュータサイエンス学部  
〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

<sup>2</sup> 東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科  
〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1

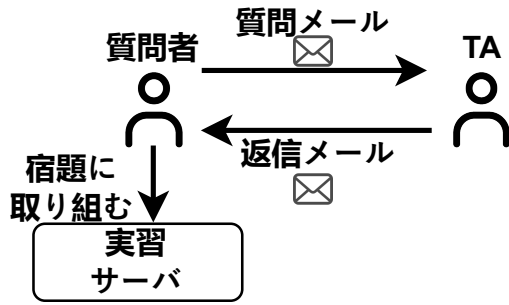


図 1: 実習で使用する環境の構成

内容 1: 実際に送信された質問メール

```

1 date : 2025年 10月 20日 (月) 14:42
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 2-1宿題
  について
3
4 コンピュータサイエンス学部先進情報専攻
5 学籍番号C0A22006の有田海斗です。
6 2-1のphpmyadminのvalues.yamlファイルの中身につ
  いて質問です。
7 講義資料を見ながら中身を変更したんですが、なか
  かなかpodが動かないです 変更や追加する箇所を
  教えてほしいです。
8 自分が変更した箇所はserviceのポート番号の箇
  所と最後の3行を追記しました。
  
```

情報プロジェクト実習 [IT・3] を受講しており、実習サーバ内で宿題に取り組む。実習サーバは宿題を行うためのサーバである。質問メールは、質問者が TA に対して送信するメールである。TA は質問メールの内容を確認し、返信メールを質問者に送信する。2025 年 10 月 20 日 14 時 42 分に質問者から TA に宿題 2-1 の質問メールが届いた。宿題 2-1 は、Helm を使用し Kubernetes クラスタ上に phpMyAdmin と MariaDB の Pod を作成する宿題である。実際に送信された質問メールを内容 1 に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。内容 1 は、宿題 2-1 で作成する phpMyAdmin の Pod が Kubernetes クラスタ上で起動できない状況を表す。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目は所属と学籍番号、氏名を表す。6 行目は質問者が取り組んでいる宿題の番号を示している。7 行目は宿題に取り組んでいる中でアドバイスが必要な箇所を示している。8 行目は質問者が宿題に取り組んだ中で YAML ファイルのどの箇所を変更したか示している。

TA は 2025 年 10 月 20 日 15 時 17 分に質問メールに対する返信メールを送信した。質問メールに対する返信メールを内容 2 に示す。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。返信のためサブジェクトはない。3 行目から 6 行目は、宿題が完了しない原因を確認するために Pod の log や kubectl describe pod の出力結果を送る指示を示している。

内容 2: 質問メールに対する返信メール

```

1 date : 2025年 10月 20日 (月) 15:17
2
3 TAの平尾です 以下 3点を確認して結果を送ってくだ
  さい。
4 kubectl logsで出力されるログ
5 kubectl describe podの結果
6 kubectl get podの結果
  
```

2025 年 9 月 26 日から 2025 年 12 月 8 日の間の質問メールの件数は、60 件である。60 件の質問メールのうち、TA が返信した件数は、46 件である。TA の対応時間内と対応時間外の質問メールの返信にかかった時間を図 2 に示す。縦軸は返信にかかった時間を表し、500 分毎に区切り集計した。横軸は質問メールの件数を表す。対応時間内の質問メールは合計で 38 件あり、対応時間外の質問メールは 8 件ある。質問メールを送信してから 500 分未満の間に返信された TA の対応時間内の質問メールは 35 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 2 件あった。500 分以上から 1000 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 0 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 4 件あった。1000 分以上から 1500 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 1 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 1 件あった。1500 分以上から 3000 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 0 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 0 件あった。3000 分以上から 3500 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 1 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 1 件あった。3500 分以上から 4000 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 0 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 0 件あった。4000 分以上から 4500 分未満では、TA の対応時間内の質問メールは 1 件あり、TA の対応時間外の質問メールは 0 件あった。結果としては、TA の対応時間内の質問メールの返信にかかった時間の最小値は約 120 分であり、最大値は約 3399 分であり、平均は約 501 分である。TA の対応時間外の質問メールの返信

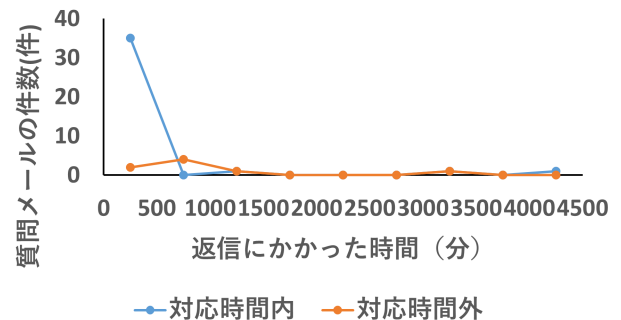


図 2: TA の対応時間内と対応時間外の質問メールの返信にかかった時間

にかかった時間の最小値は約7分であり、最大値は約4308分であり、平均は約1009分である。

## 課題

課題は、質問メールがTAの対応時間外に送信されると、TAが返信メールを送信するまでに時間がかかることである。質問メールがTAの対応時間外である平日18:00から翌日9:00と休日に送られた場合は、TAはその時間に返信をする必要がない。2025年9月26日から12月8日までの60件の質問メールのうち、TAは46件に返信をした。TAの対応時間内に送信された質問メールの返信である38件にかかった時間は平均約501分だった一方、TAの対応時間外に送信された質問メールの返信である8件にかかった時間は平均約1009分だった。TAの対応時間内より、TAの対応時間外のほうが返信にかかった時間が長いことがわかる。

## 各章の概要

本稿は以下のように構成される。第2章では、本稿の関連研究について述べる。第3章では、本稿であげた課題を解決するための提案方式について述べる。第4章では、提案した手法の実装について述べる。第5章では、評価実験として実験内容と実験結果と分析について述べる。第6章では、提案手法についての議論を述べる。最後に、第7章にて結論を述べる。

## 2. 関連研究

機械学習と自然言語処理を用いて、学生に合った個別のフィードバックを生成する研究がある[7]。学生に対して適したフィードバックを生成することに重点を置いており、この研究によりWikipediaや数式の解説を提供できる。先進情報プロジェクト実習[IT・3]では、KubernetesクラスタにPodを配置する際に記述する質問者と宿題を完了した学生のYAMLファイルが異なることが、宿題が完了しない原因であった。YAMLファイルは実習環境に合わせて固有の設定を行う必要があるため、機械学習と自然言語処理でのフィードバックでは不十分である。

サーバやアプリケーションにおいて誤った設定をした箇所を同様の設定をしている対象の設定値と比較し、特定する研究がある[8]。他のサーバやアプリケーションには設定されていない設定値を見つけることで、システムの故障箇所を探す手間を省くことができる。先進情報プロジェクト実習[IT・3]の実習では、グループごとに進捗が異なり、他のグループのサーバと設定値を比較するだけでは、YAMLファイルのどこが宿題を完了した学生のYAMLファイルと異なる箇所であるかを確認することができない。

大規模言語モデルを用いて、KubernetesのYAMLファイルで誤った記述をした箇所の特定とその修正を行って

る研究がある[9]。この研究により、静的なルールセットに必要とせず、Kubernetesの障害が自動で対処される。大規模言語モデルは、誤った記述をした箇所が出力された際に、どのような方法で誤った記述をした箇所を特定したか不明なため、出力結果に責任を持つことができない。

## 3. 提案

提案の概要を図3に示す。提案手法では、質問者から送

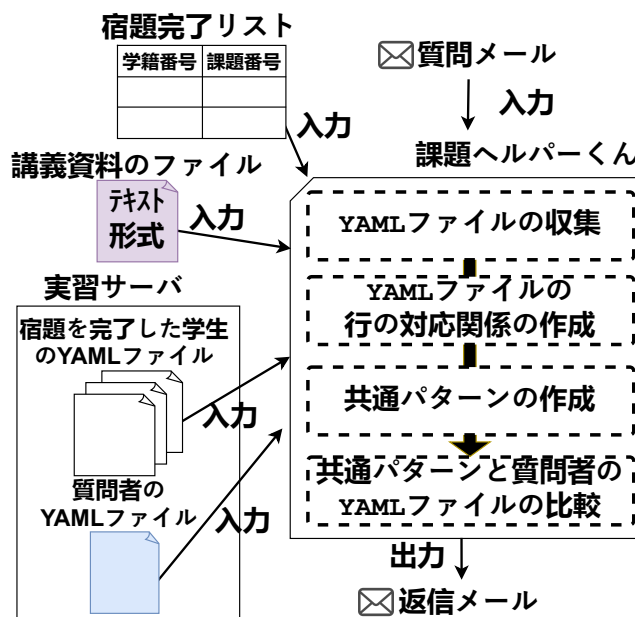


図3: 提案の概要

られた質問メールに対して、宿題を完了した学生のYAMLファイルと質問者のYAMLファイルの異なる箇所を含むメールを返信する。提案手法を課題ヘルパーくんとする。課題ヘルパーくんの入力には、質問メール、宿題完了リスト、講義資料のファイル、宿題を完了した学生のYAMLファイル、質問者のYAMLファイルである。質問メールは質問者から送信された質問メールである。宿題完了リストはTAが課題の進捗を管理するための表であり、学籍番号と完了した宿題の課題番号のペアを含む。講義資料のファイルは実習で学生に配布される資料であり、宿題が記載されている。宿題を完了した学生のYAMLファイルは、宿題を完了した学生が作成したYAMLファイルである。質問者のYAMLファイルは質問者が作成したYAMLファイルである。これらのYAMLファイルは実習サーバにある。実習サーバは学生が宿題に取り組むための環境である。課題ヘルパーくんは、YAMLファイルの収集、YAMLファイルの行の対応関係の作成、共通パターンの作成、共通パターンと質問者のYAMLファイルの比較の4つのフェーズで構成される。YAMLファイルの収集では、質問メール、宿題完了リスト、講義資料のファイルから、宿題を完了した学生のYAMLファイルと質問者のYAMLファイルを収集

する。YAML ファイルの行の対応関係の作成では、宿題を完了した学生の YAML ファイル同士を比較するために、YAML ファイルの行同士の対応関係を作成する。共通パターンの作成では、宿題を完了した学生の YAML ファイルに共通する箇所から共通パターンを作成する。共通パターンと質問者の YAML ファイルの比較では、共通パターンと質問者の YAML ファイルの異なる箇所を特定し、メールの返信内容を作成し返信する。

### YAML ファイルの収集

YAML ファイルの収集を図 4 に示す。入力には、質問メール、宿題完了リスト、講義資料のファイル、宿題を完了した学生の YAML ファイル、質問者の YAML ファイルである。出力は、ベースの YAML ファイル(A)と比較対象の YAML ファイル(B)である。質問メールは送り元のメールアドレス、件名、本文から構成される。質問メールから学籍番号と課題番号を収集する。大学で配布されたメールアドレスには学籍番号が含まれるため、送り元のメールアドレスから学籍番号を収集する。メールの本文から課題番号を収集する。メールの本文に課題番号が含まれない場合には、「あなたが何の課題番号のことを指しているのが特定できませんでした。文章内に 1-5 のように課題番号を入れてください。」を返信する。図 4 では課題番号が 2-1 の YAML ファイルの収集を表す。宿題完了リストには学籍番号と課題番号が含まれている。学籍番号 C0A21 と C0A22、C0A33 の学生は課題番号 2-1 の宿題が完了していることを表す。学籍番号が C0A44 の学生は課題番号 2-2 が完了していることを表す。講義資料のファイルは実習で学生に配布される資料であり、PDF 形式のファイルである。質問者の YAML ファイルの名前を特定するために、講義資料のファイルを読み込む。課題ヘルパーくんはテキスト処理で課題番号を取得するために、事前に PDF 形式からテキスト形式に変換し、テキスト形式のファイルを入力とする。図 4 では values.yaml の場合を表す。宿題を完了した学生の YAML ファイルは、宿題を完了した学生が作成した YAML ファイルである。質問者の YAML ファイルは質問者が作成した YAML ファイルである。これらの YAML ファイルは実習サーバで学籍番号ごとにディレクトリ分けされ保存されている。YAML ファイルの収集での処理の流れを以下に示す。(1)では、質問メールの送り主のメールアドレスと本文から質問者の学籍番号と課題番号の特定を行う。(2)では、(1)から取得した学籍番号の C0A22006 と課題番号の 2-1 を取得する。(3)は、(1)から取得した課題番号を宿題完了リストから探し、対応する学籍番号を取得する。図 4 で課題番号 2-1 が完了している学生は学籍番号 C0A21、C0A22、C0A33 である。(4)では、講義資料のファイルを取得する。(5)では、/home/学籍番号/のディレクトリ上にある宿題を完了した学生と質問者の YAML ファイルが取得

される。/home/C0A22006/~~/values.yaml は、実習サーバ上の/home/C0A22006 に保存されている YAML ファイルのファイル名を示す。(6)では、宿題を完了した学生の YAML ファイルを行数の降順に並び替える。図 4 では 3 つの YAML ファイルの行数がそれぞれ 89 行 (L=89)、86 行 (L=86)、76 行 (L=76) であるため、L=89、L=86、L=76 の順となる。(7)では、降順に並び替えた宿題を完了した学生の YAML ファイルから、行数が最大の YAML ファイルをベースの YAML ファイル(A)とし、それ以外の YAML ファイルを比較対象の YAML ファイル(B)とする。行数が最大の YAML ファイルを選ぶことで、設定している項目が最も多い YAML ファイルを比較する際の基準にすることができる。図 4 では L=89 の YAML ファイルがベースの YAML ファイル(A)であり、L=86 の YAML ファイルと L=76 の YAML ファイルが比較対象の YAML ファイル(B)である。

### YAML ファイルの行の対応関係の作成

YAML ファイルの行の対応関係の作成を図 5 に示す。入力には、ベースの YAML ファイル(A)と比較対象の YAML ファイル(B)である。出力は、対応関係表である。ベースの YAML ファイル(A)の行を  $i$  行、比較対象の YAML

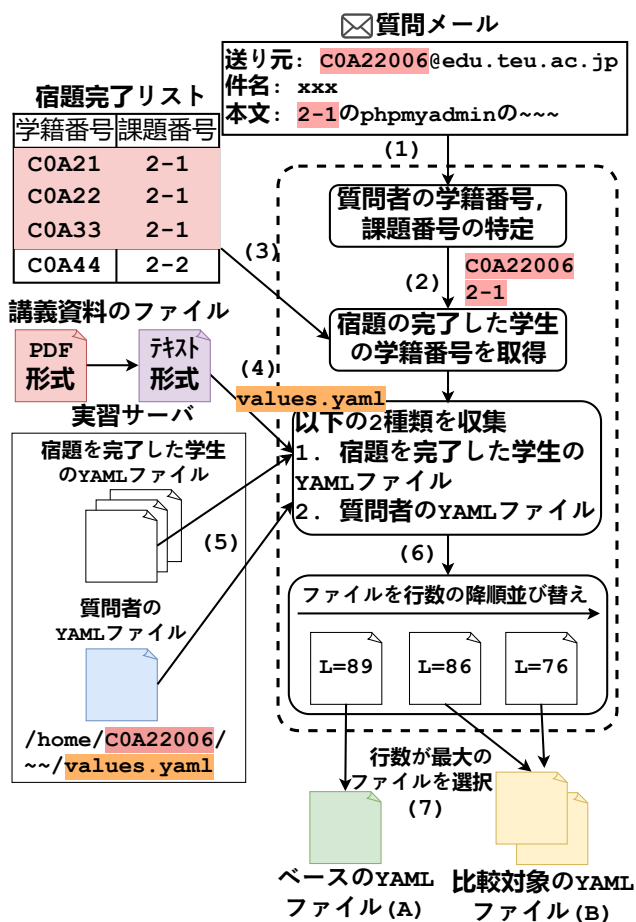


図 4: YAML ファイルの収集

ファイル(B)の行を  $j$  行とし,  $i$  行と  $j$  行の対応を  $(i, j)$  と呼ぶ. ベースのYAMLファイル(A)と比較対象のYAMLファイル(B)の行同士が対応する行であるか判定するために, 整列スコアを求める. 整列スコアは, YAMLのキーを持つ場合と持たない場合で求め方が異なる. YAMLのキーを持ち, かつYAMLのキーが  $(i, j)$  で一致した場合は整列スコアを1とする. YAMLのキーが  $(i, j)$  で不一致の場合は整列スコアを-1とする. またYAMLのキーを持たない場合は, 式(1)のジャックカード係数を使い整列スコアを求める. ジャックカード係数とは, 2つの集合の共通部分である  $|A_i \cap B_j|$  と和集合の比率である  $|A_i \cup B_j|$  によって類似度を測る指標である [10, 11]. 式(2)を用いて, ジャックカード係数が閾値  $N$  以上のときは整列スコアを1とし,  $N$  未満のときは整列スコアを-1とする.  $score(i, j)$  は,  $(i, j)$  の整列スコアである.  $N$  は,  $N$  を0から1まで0.2ごとに増加させて, 最も共通パターンが類似している  $N$  を使用する. 例えば,  $N$  が0.6のとき「pullSecrets: []」と「-regcred」のジャックカード係数は, 0.2であるため, 整列スコアは-1となる.

$$\text{Jaccard}(i, j) = \frac{|A_i \cap B_j|}{|A_i \cup B_j|} \quad (1)$$

$$\text{score}(i, j) = \begin{cases} +1 & (\text{Jaccard}(i, j) \geq N) \\ -1 & (\text{Jaccard}(i, j) < N) \end{cases} \quad (2)$$

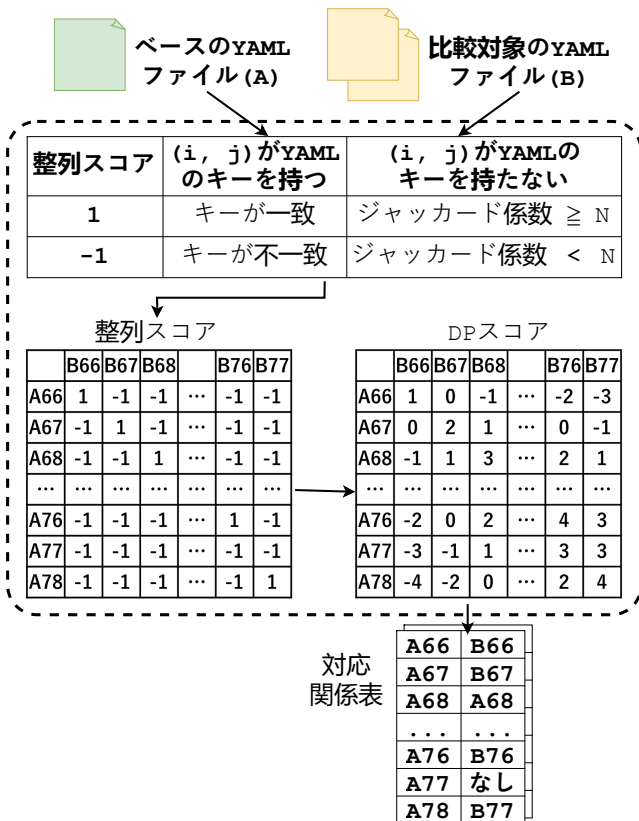


図5: YAMLファイルの行の対応関係の作成

次に, 整列スコアから式(3)の動的計画法を用いてDPスコアを求める. 動的計画法とは, 最適化問題を時系列や段階ごとの小さな部分問題に分割し, 各部分問題の最適解を再帰的に利用して全体の最適解を求める手法である [12]. DPスコアとは, 動的計画法により2つのYAMLの行を最適に対応付けたときのスコアである.  $dp(i, j)$  は, ベースのYAMLファイル(A)の  $i$  行目と, 比較対象のYAMLファイル(B)の  $j$  行目のDPスコアであり, これを3通りの式から求める.  $dp(i-1, j-1)$  は,  $(i-1, j-1)$  の対応関係のDPスコアである.  $score(i, j)$  は,  $(i, j)$  の整列スコアである. そのため,  $dp(i-1, j-1) + score(i, j)$  は,  $(i-1, j-1)$  から  $(i, j)$  に対応関係が連続する場合の式である.  $dp(i-1, j)$  は,  $(i-1, j)$  の対応関係のDPスコアであるため,  $(i-1, j)$  から  $(i, j)$  に対応関係が連続する場合の式である.  $dp(i, j-1)$  は,  $(i, j-1)$  の対応関係のDPスコアであるため,  $(i, j-1)$  から  $(i, j)$  に対応関係が連続する場合の式である.  $gap$  は, 行を追加する際のDPスコアのペナルティであり, -1とする. そして対応関係表は, 式(3)の3つの式の最大の値によって, 決定される.

$$dp(i, j) = \max \begin{cases} dp(i-1, j-1) + score(i, j) \\ dp(i-1, j) + gap \\ dp(i, j-1) + gap \end{cases} \quad (3)$$

例として,  $(A67, B67)$  のDPスコアを求める.  $(A67, B67)$  の整列スコアは, YAMLファイルのキーである `registry` が一致しているため, 1となる. DPスコアは, 式(3)を用いて,  $dp(A67-1, B67-1) + score(A67, B67)$  と  $dp(A67-1, B67) + gap$  と  $dp(A67, B67-1) + gap$  の3つの式から求める. それぞれの式を計算すると,  $dp(A67-1, B67-1) + score(A67, B67) = 1 + 1 = 2$ ,  $dp(A67-1, B67) + gap = 0 - 1 = -1$  となり,  $(A67, B67)$  には, それぞれの式の最大値である2が入る. そのため,  $(A66, B66)$  の次の対応関係は,  $(A67, B67)$  となる.

### 共通パターンの作成

共通パターンの作成を図6に示す. 入力は, ベースのYAMLファイル(A)と比較対象のYAMLファイル(B)と対応関係表である. 出力は, 共通パターンである. はじめに, YAMLファイルのトークン化を行う. トークン化とは, インデントである先頭の空白文字と, 空白や改行に挟まれた連続した文字列に分割することである. 例えば, 67行目の「registry: docker.io」をトークン化すると, 先頭のインデントと, 「registry:」と, 「docker.io」に分かれる. 次に, 対応関係表を用いてベースのYAMLファイル(A)と比較対象のYAMLファイル(B)から共通パターンの算出をする. 例えば, 76行目の「pullSecrets:」と「pullSecrets: []」では, ベースのYAMLファイル(A)に3番目のト

クが存在していない．そのため，存在しないトークンに None を入力して「pullSecrets: (None or [])」となる．これにより，共通パターンを作成する．

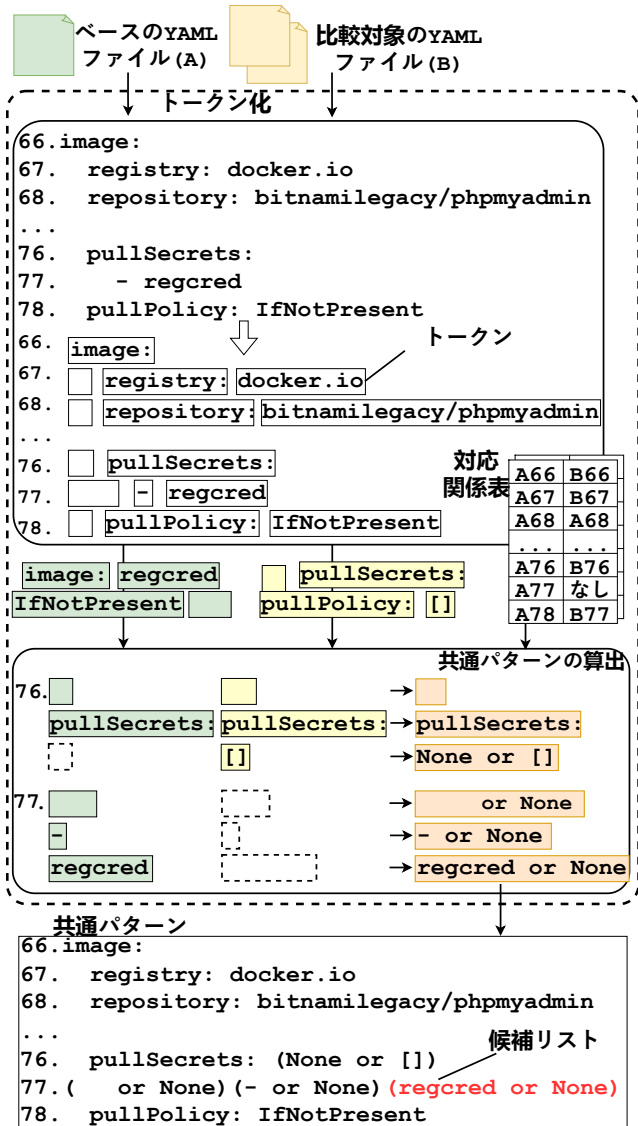


図 6: 共通パターンの作成

### 共通パターンと質問者の YAML ファイルの比較

共通パターンと質問者の YAML ファイルの比較を図 7 に示す．入力は，共通パターンと，質問者の YAML ファイルと，宿題を完了した学生の YAML ファイルである．出力は，メールの返信内容である．はじめに，共通パターンと質問者の YAML ファイルのトークンの候補数と宿題を完了した学生の YAML ファイルの数を比較する．例えば 76 行目では，「pullSecrets:」がトークンの候補数が 1，「(None or [])」はトークンの候補数が 2 となっている．宿題を完了した学生の YAML ファイルの数は 3 であるため，トークンの候補数と YAML ファイルの数が一致する = 3 の場合は，そのトークンの比較は終了し，次のトークンを比較する．

トークンの候補数と YAML ファイルの数が一致しない  $\neq 3$  の場合は，共通パターンと質問者の YAML ファイルのトークンごとの差分をとり，異なる行を特定する．例えば 68 行目では，共通パターンは「bitnamilegacy/phpmyadmin」であり，質問者の YAML ファイルは「bitnami/phpmyadmin」であるため，この行が異なる箇所だと判定される．その後，質問者が学習する上でそのまま答えを提示すると，質問者自身で考えることなく宿題を完了してしまうため，質問者に提示する範囲を決める必要がある．そのため，YAML ファイル内の 1 つの設定のまとめから答えを導けるように，差分のある行より前の行を確認することで，差分のある行の上位のキーとその直後のキーを取得し，その範囲を提示する．例えば，共通パターンと質問者の YAML ファイルで異なる箇所である 68 行目よりも前の行を確認すると，66 行目に「image:」の上位のキーがあり，87 行目に「command: []」の次の上位のキーがある．返信内容は，次の上位のキーから 1 を引いた値が質問者に確認してもらおう行の範囲となり，「66 行目から 86 行目の image の箇所をよく確認してください．」と文章が作成される．

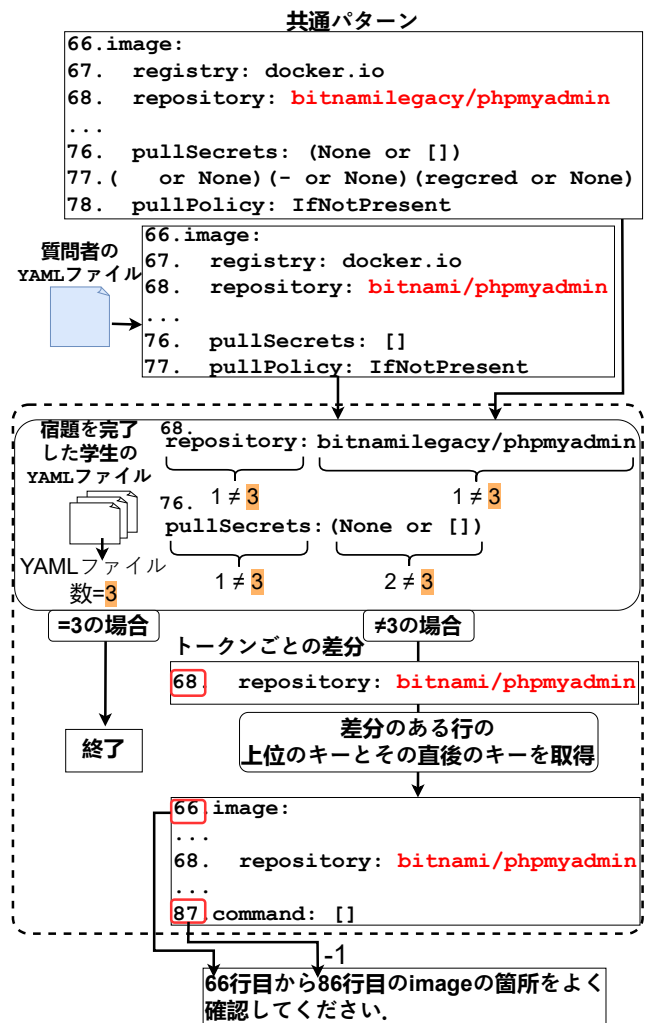


図 7: 共通パターンと質問者の YAML ファイルの比較

学籍番号と名前を変更した，実際に送信された質問メールである内容 1 に対して，質問者の名前とメールアドレスを変更した，課題ヘルパーくんが作成した返信内容を内容 3 に示す．1 行目と 2 行目は，質問者の名前である「有田海斗」

内容 3: 質問者の名前とメールアドレスを変更した，課題ヘルパーくんが作成した返信内容

```
1  こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です．
2  有田海斗さんお問い合わせありがとうございます．
3  課題 2-1 についての相談ですね
4  あなたの作成した phpMyAdminのvalues.yaml を改めて確認してください．
5  66行目から 86行目のimageの箇所をよく確認してください．
6  376行目から 438行目のserviceの箇所をよく確認してください．
7  ファイルのMariaDBのvalues.yamlがないので，ファイルを作成してください．
8  わからないことがあったら必ず{メールアドレス}のメールアドレスに返信してください．
9  現在のバージョン:v2.0
```

と，直後に事前に指定した定型文を示す．3 行目は課題の番号を示す．4 行目から 6 行目は，質問者の phpMyAdmin の values.yaml の確認するべき箇所を 2 箇所あげている．質問者の YAML ファイルの 66 行目から 86 行目の image は，68 行目の「bitnamilegacy/phpmyadmin」と入力するべきトークンを「bitnami/phpmyadmin」と入力しているため提示する．質問者の YAML ファイルの 376 行目から 438 行目の service は，382 行目の「LoadBalancer」と入力するべきトークンを「ClusterIP」と入力しているため提示する．7 行目は，MariaDB の values.yaml がまだ作成されていないため，それも確認するように提示する．8 行目と 9 行目は，実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す．

#### ユースケース・シナリオ

東京工科大学で行われた先進情報プロジェクト実習 [IT・3] の実習における，質問者からの質問メールの返信をユースケースとしている．ユースケースを図 8 に示す．質問者は，実習サーバで宿題に取り組み，質問メールを用いて課題ヘルパーくんに宿題の不明な点について質問をする．実習サーバは，質問者が宿題に取り組むために用意されたサーバである．課題ヘルパーくんは，提案手法であり，質問者に返信メールを送信する．これにより，TA より早く返信メールを送信できるため，質問者は宿題の不明な点の対処法を早く受け取ることができる．

#### 4. 実装

課題ヘルパーくんは，Python3.12.3 で作成した．

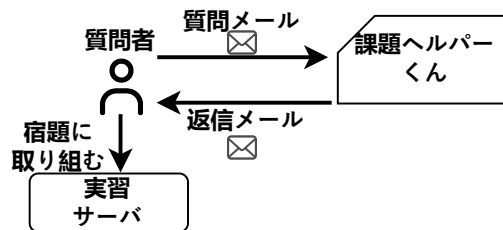


図 8: ユースケース

Python のモジュールは，google-api-python-client 2.182.0 と google-auth-oauthlib 1.2.2，google-auth 2.40.3 を使用した．課題ヘルパーくんの概要を図 9 に示す．入力は，質問メール，宿題完了リスト (Google スプレッドシート)，講義資料のファイル，宿題を完了した学生の YAML ファイル，質問者の YAML ファイルである．出力は，返信メールである．宿題完了リスト (Google スプレッドシート) は，宿題を完了した学籍番号と課題番号のステータスが記録されている．講義資料のファイルは，Moodle から PDF 形式で取得する．PDF 形式の講義資料のファイルを，change.kougi.py でテキスト形式に変換する．実習サーバは，宿題を完了した学生の YAML ファイルと質問者の YAML ファイルがある．実験サーバは，email\_main.py から質問メールを収集し，text.py を呼び出す．text.py は，get\_seikai.py と kougi.py を呼び出す．get\_seikai.py は，宿題完了リスト (Google スプレッドシート) から Google Sheets API を用いて課題を完了した学籍番号を取り出し，text.py に学籍番号を返す．kougi.py は，テキスト形式の講義資料のファイルを読み取り，収集する対象の YAML ファイルの名前を特定する．kougi.py は，get\_file.py を呼び出す．get\_file.py は，実習サーバから宿題を完了した学生の YAML ファイルと質問者の YAML ファイルを /学籍番号/より下の階層から探す．宿題を完了した学生の YAML ファイルを answer ディレクトリに cp コマンドでコピーを行い，質問者の YAML ファイルを question ディレクトリに cp コマンドでコピーを行う．grade.file.py は，宿題を完了した学生の YAML ファイルから共通パターンを correct ディレクトリに作成する．その後，質問者の YAML ファイルと共通パターンを比較し，異なる箇所を correct ディレクトリに保存する．get\_file.py は，correct ディレクトリにある異なる箇所を kougi.py に返す．kougi.py は，text.py に異なる箇所を返す．text.py は，異なる箇所を email\_main.py に返す．email\_main.py は，異なる箇所を含む返信メールを送る．

#### 5. 評価方法

課題である質問メールを返信するまでの時間を短縮させるだけでは，2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日までに送信された 60 件の質問メールを対象に，2 つの項目で行った．1 つめは，質問メールに対して返信にかかった時間を課

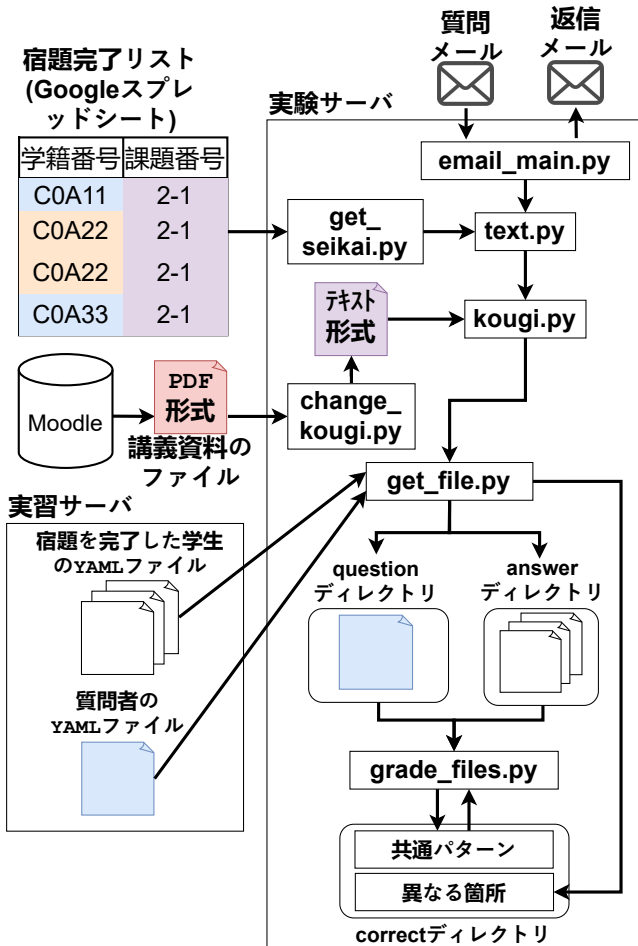


図 9: 課題ヘルパーくんの概要

課題ヘルパーくんを用いた場合と TA が返信した場合で比較する。

2 つめは、60 件の質問メールと課題ヘルパーくんの返信した内容を分類し、課題ヘルパーくんが質問者に対してどのような返信をしたのかをまとめる。また、課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行と有田海斗が質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行との一致した箇所から誤った返信と正しい返信の割合を算出する。

### 実験環境

実験環境を図 10 に示す。実験環境は先進情報プロジェクト実習 [IT・3] で使用されている実習サーバと TA と SA が実習内で講義資料の内容を検証する実験サーバを使用した。実習サーバは、h サーバ、t サーバ、s サーバの 3 種類がある。h サーバは t サーバと s サーバに配置されている Kubernetes クラスタに対して Pod を配置するための操作を行うサーバであり、Pod を配置する際に必要な YAML ファイルが保存されている。t サーバは Kubernetes クラスタのマスターノードであり、s サーバはワーカーノードである。h サーバ、t サーバ、s サーバは 1 台ずつ配置されてお

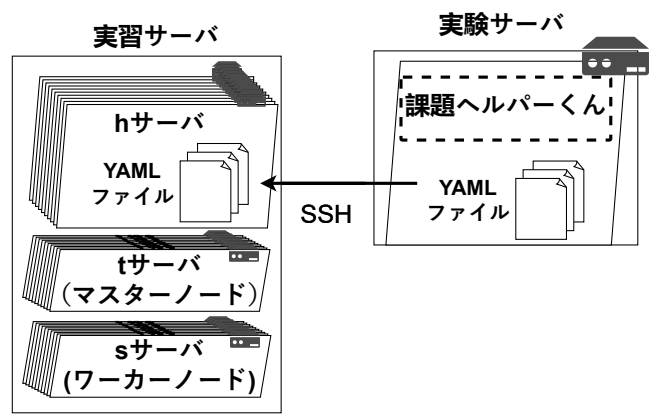


図 10: 実験環境

り、グループが 9 グループあるため、合計で 27 台が配置されている。実験サーバは TA と SA が実習内で講義資料の内容を検証するサーバであり、課題ヘルパーくんを配置する。課題ヘルパーくんは、実習サーバの h サーバに SSH 接続して YAML ファイルを実験サーバにコピーする。実習サーバと実験サーバの性能は vCPU:2[core], RAM:8[GB], SSD:50[GB] である。

### 実験結果と分析

#### 質問メールの返信にかかった時間

2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日までに送信された 60 件の質問メールのうち、課題ヘルパーくんは 12 件に返信を行い、TA は 46 件に返信をした。図 11 に質問メールに対して、TA と課題ヘルパーくん で返信にかかった時間を示す。縦軸は返信にかかった時間を表し、500 分毎に区切り

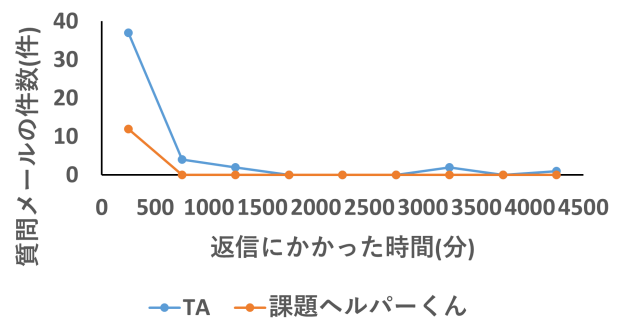


図 11: 質問メールに対して、TA と課題ヘルパーくん で返信にかかった時間

集計した。横軸は質問メールの件数を表す。課題ヘルパーくんが返信した 12 件はすべて、質問メールが送信されてから 500 分未満で返信されていた。課題ヘルパーくんの返信にかかった時間は、最小で約 1 分、最大で約 495 分、平均で約 115 分であった。一方、TA が返信した 46 件のうち、37 件は質問メールが送信されてから 500 分未満に返信されていた。それぞれの返信にかかった時間における質問メールの件数は、500 分以上から 1000 分未満は 4 件、1000

分以上から 1500 分未満で 2 件, 1500 分以上 3000 分未満は 0 件, 3000 分以上 3500 分未満は 2 件, 3500 分以上 4000 分未満は 0 件であった, 4000 分以上 4500 分未満は 1 件であった. TA の返信にかかった時間は, 最小で約 7 分, 最大で約 4308 分、平均で約 459 分であった. 課題ヘルパーくんは, 最大でも 20 分間隔で新着の質問メールを確認し, 返信処理を行う. しかし, 返信に 20 分以上かかった質問メールがある理由は, 課題ヘルパーくんを動作した初期は動作が安定せず, 人が手動で再起動をする必要があったためである. 課題ヘルパーくんは, TA の返信にかかった時間と比べて, 最小で約 6 分短縮でき, 最大で約 3813 分短縮できたことから, TA より課題ヘルパーくんの方が質問メールの返信にかかる時間が短い.

2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日までに送信された 60 件の質問メールとその返信の分類

2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日までに送信された 60 件の質問メールのうち, 課題ヘルパーくんが返信を行った 12 件の質問メールとその返信を示す.

2025 年 10 月 14 日の 16 時 14 分のメールの内容を内容 4 に示す. 質問メールには phpMyAdmin のログインの画像が添付されている. 1 行目は質問メールを送信した日付を表す. 2 行目はサブジェクトを表す. 4 行目と 5 行目は, 2-1 の課題のログイン方法の質問を表す.

内容 4: 2025 年 10 月 14 日の 16 時 14 分のメールの内容

```
1 date : 2025年10月14日(火) 16:14
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 このログインはどのようにしたらいいですか?
5 2-1です
```

内容 4 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容 5 に示す. 質問者の氏名は, 筆者のものに変更してある. 1 行目は質問メールを送信した日付を表す. 2 行目はサブジェクトを表す. 4 行目では, 事前に設定した冒頭の挨拶を示す. 6 行目は課題の番号を示す. 7 行目は, 課題ヘルパーくんが質問者の YAML ファイルと宿題完了者の YAML ファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す. 9 行目と 10 行目は, 筆者のメールアドレスと課題ヘルパーくんについて表す.

2025 年 10 月 18 日の 10 時 5 分のメールの内容を内容 6 に示す. 質問者の学籍番号と氏名は, 筆者のものに変更してある. 1 行目は質問メールを送信した日付を表す. 2 行目はサブジェクトを表す. 4 行目と 5 行目では, 学籍番号と氏名を表す. 7 行目から 10 行目は, 4-3 の課題を進め, Kibana のログが表示されないことを表す. 11 行目から 13 行目は, Elasticsearch の名前解決ができないログが出力

内容 5: 内容 4 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年10月15日(水) 4:44
2 subject : Re: [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます.
5
6 課題 8-5.txt についての相談ですね
7 あなたが作成したファイルの間違ってしている箇所をソフトウェアで見えませんでした. コマンドなどが間違っている可能性があるため, 確認をお願いします.
8
9 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です.
10 もし問題やバグが発生, または改善の要望がありましたら, c0a22006b2@edu.teu.ac.jp に連絡をお願いします.
```

されていることを表す. 14 行目から 15 行目は, 質問者の Logstash から Elasticsearch に接続ができないという推測と対応方法の質問を表す. 17 行目は挨拶を表す. 内容 6 の

内容 6: 2025 年 10 月 18 日の 10 時 5 分のメールの内容

```
1 date : 2025年10月18日(土) 10:05
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] Logstashの接続エラーについて(C0A22006 有田海斗)
3
4 学籍番号:C0A22006
5 名前:有田海斗
6
7 お疲れさまです.
8 授業を欠席してしまい, 「4 - 3 Logstash Grok」課題を進めています.
9 他のグループメンバーは既に完了しているようなのですが,
10 自分の環境だけ Kibana に Nginx のログが表示されない状況です.
11 kubectl logs ls-logstash-0 -n elastic を確認したところ, 以下のようなエラーが繰り返し出ていました.
12
13 elasticsearch: Name or service not known
14 おそらく, Logstash が Elasticsearch に接続できていないことが原因だと思います.
15 どのように対応すればよいかご教示いただけますでしょうか.
16
17 よろしく願いいたします.
```

質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容 7 に示す. 質問者の氏名は, 筆者のものに変更してある. 1 行目は質問メールを送信した日付を表す. 2 行目はサブジェクトを表す. 4 行目と 5 行目では, 事前に設定した冒頭の挨拶を示す. 7 行目は課題の番号を示す. 9 行目と 10 行目は, 課題ヘルパーくんが質問者の進捗が早いと宿題を完了した学生の YAML ファイルが収集できなかったことを示す. 11

行目と 12 行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

内容 7: 内容 6 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 10月 18日 (土) 10:38
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] Logstashの接続エラーについて(C0A22006 有田海斗)
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 4-3 についての相談ですね
8 この自動返信ソフトウェアは 課題が完了した他の学生のファイルを元にあなたのファイルをチェックしています。
9 ですがあなたの進捗が早いため、他の学生のデータがまだ集まっていません、頑張ってください。
10
11 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください。
12 現在のバージョン:v1.3
```

2025 年 10 月 24 日 9 時 41 分のメールの内容を内容 8 に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目では、頭と喉が痛くて休むことを表す。内容 8 の質問メールの課題ヘルパーくんの返

内容 8: 2025 年 10 月 24 日の 9 時 41 分のメールの内容

```
1 date : 2025年 10月 24日 (金) 9:41
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 体調不良
3
4 c0a22006の有田海斗です。頭痛と喉が痛いため先進情報プロジェクト実習をお休みさせていただきます。
```

信を内容 9 に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7 行目は課題の番号を示す。8 行目は、課題ヘルパーくんが質問者の YAML ファイルと宿題完了者の YAML ファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す。10 行目と 11 行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

2025 年 10 月 24 日 1 時 44 分のメールの内容を内容 10 に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目では、phpMyAdmin で MariaDB にアクセスする方法の質問を表す。内容 10 の質

内容 9: 内容 8 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 10月 24日 (金) 9:58
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 体調不良
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 8-5 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違ってしている箇所をソフトウェアで発見できませんでした。コマンドなどが間違っている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください。
11 現在のバージョン:v1.3
```

内容 10: 2025 年 10 月 24 日の 1 時 44 分のメールの内容

```
1 date : 2025年 10月 24日 (金) 1:44
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 2-1の課題について
3
4 2-1の課題であとはMariadbにアクセスするだけなのですが、MariaDB
5 のIPアドレス、ユーザID、パスワードが分かりません。どこら辺に書いてありますか。
```

問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容 11 に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7 行目は課題の番号を示す。8 行目から 38 行目は、確認すべき YAML ファイルの行を示す。40 行目と 41 行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

内容 11: 内容 10 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 10月 24日 (金) 9:59
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 2-1の課題について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 2-1 についての相談ですね
8 あなたの作成した MariaDBのvalues.yaml を改めて確認してください。
9 27行目から 80行目のglobalの箇所をよく確認してください
10 81行目から 86行目のkubeVersionの箇所をよく確認してください
11 87行目から 92行目のnameOverrideの箇所をよく確認してください
```

12 93行目から 98行目のfullnameOverrideの箇所をよく  
確認してください

13 99行目から 104行目のclusterDomainの箇所をよく確認  
してください

14 105行目から 110行目のcommonAnnotationsの箇所をよ  
く確認してください

15 111行目から 118行目のcommonLabelsの箇所をよく確認  
してください

16 119行目から 126行目のschedulerNameの箇所をよく確  
認してください

17 127行目から 132行目のruntimeClassNameの箇所をよ  
く確認してください

18 133行目から 138行目のextraDeployの箇所をよく確認  
してください

19 139行目から 168行目のdiagnosticModeの箇所をよく  
確認してください

20 169行目から 198行目のserviceBindingsの箇所をよく  
確認してください

21 199行目から 244行目のimageの箇所をよく確認して  
ください

22 245行目から 250行目のarchitectureの箇所をよく確認  
してください

23 251行目から 348行目のauthの箇所をよく確認して  
ください

24 349行目から 354行目のinitdbScriptsの箇所をよく確  
認してください

25 355行目から 380行目のinitdbScriptsConfigMapの箇  
所をよく確認してください

26 381行目から 470行目のtlsの箇所をよく確認して  
ください

27 471行目から 550行目のtdeの箇所をよく確認して  
ください

28 551行目から 1446行目のprimaryの箇所をよく確認し  
てください

29 1447行目から 2308行目のsecondaryの箇所をよく確  
認してください

30 2309行目から 2342行目のserviceAccountの箇所をよ  
く確認してください

31 2343行目から 2356行目のrbacの箇所をよく確認して  
ください

32 2357行目から 2632行目のpasswordUpdateJobの箇所を  
よく確認してください

33 2633行目から 2720行目のvolumePermissionsの箇所を  
よく確認してください

34 2721行目から 3186行目のmetricsの箇所をよく確認し  
てください

35 3187行目から 3287行目のnetworkPolicyの箇所をよ  
く確認してください

36 あなたの作成した phpMyAdminのvalues.yaml を改め  
て確認してください。

37 70行目から 91行目のimageの箇所をよく確認して  
ください

38 627行目から 761行目のmetricsの箇所をよく確認し  
てください

39

40 わからないことがあったら必ず 2025-project-pratic  
e-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信して  
ください。

41 現在のバージョン:v1.3

2025年10月25日0時36分のメールの内容を内容12に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目では、学籍番号と名前を表す。5行目では、課題番号を表す。6行目は phpMyAdmin の Pod が READY にならず、WEB 画面からは Bad gateway の画面が出てわからないことを示す。READY とは、Pod のコンテナが起動できる数を表しており、コンテナの起動できる数が 0 となっていることを示す。また、この質問メールには、PDF 形式のファイルが添付されている。PDF 形式のファイルには、以下のことが記載されている。

- 「helm show values bitnami/phpmyadmin >values.yaml」のコマンドで values.yaml の YAML ファイルを持ってきたこと
- 「helm install c0a22006-phpmyadmin oci://registry-1.docker.io/bitnamicharts/phpmyadmin -f values.yaml」のコマンドで values.yaml の phpMyAdmin をデプロイしたこと
- values.yaml は、service.ports が ClusterIP に設定され、service.ports.http が 31007 に設定され、service.ports.https が 30307 に設定されていること
- 「kubectl get pods」のコマンドで NAME が c0a22006-phpmyadmin-7fdf98f76f-4vqss の Pod で READY が 0/1 となり、STATUS が Init:ImagePullBackoff となり、RESTARTS が 0 となり、AGE が 46m となっていること

内容 12: 2025 年 10 月 25 日の 0 時 36 分のメールの内容

```
1 date : 2025年10月25日(土) 0:36
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 2-1の課題
3
4 COA22006 有田海斗
5 2 - 1 のphpadminについての質問です。
6 pdfの通りにinstallなどしてvi の中身を変えたのですが、podがreadyにならずまたwebがバットゲートがでてわからないです。viの中身で変えるところはPDFに貼ってあるportsだけで大丈夫でしょうか？
```

内容 12 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容 13 に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7 行目は課題の番号を示す。8 行目から 11 行目は、確認すべき phpMyAdmin の YAML ファイルの行を

示す。13行目は、MariaDBのYAMLファイルを作成するべきであることを表す、15行目と16行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

内容 13: 内容 12 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 10月 25日 (土) 5:26
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 2-1の課題
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 2-1 についての相談ですね
8 あなたの作成した phpMyAdminのvalues.yaml を改めて確認してください。
9 70行目から 90行目のimageの箇所をよく確認してください
10 382行目から 444行目のserviceの箇所をよく確認してください
11 626行目から 759行目のmetricsの箇所をよく確認してください
12
13 ファイルのMariaDBのvalues.yamlがないので、ファイルを作成してください。
14
15 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください。
16 現在のバージョン:v1.3
```

2025年10月2日の22時51分のメールの内容を内容14に示す。質問メールにはHeartBeatのPodが動作している画像と、Kibanaでインデックスを作成しようとするがエラーが出る画像が添付されている。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目では学籍番号と名前を表す。6行目は課題番号を表す。7行目と8行目は、ログが収集できておらずインデックスが作成できないことを表す。内容14の質問メールの課題

内容 14: 2025年10月2日の22時51分のメールの内容

```
1 date : 2025年 11月 2日 (日) 22:51
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 先進情報プロジェクト実習 5-5について
3
4 学籍番号c0a22006の有田海斗です。
5
6 先進情報プロジェクト実習 5-5の5項目目についての質問です。
7 kubectlコマンドを実行した結果、Heartbeatのpodは正常に動いているようなのですが、elasticからCreate index patternをしようとしたところ画像のようになりうまくいきません。
8 助言いただけたら幸いです。
```

ヘルパーくんの返信を内容15に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目と5行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7行目は課題の番号を示す。8行目は、課題ヘルパーくんが質問者のYAMLファイルと宿題完了者のYAMLファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す。10行目と11行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

内容 15: 内容 14 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 11月 2日 (日) 22:54
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 先進情報プロジェクト実習 5-5について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 5-5 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違っていている箇所をソフトウェアで発見できませんでした。コマンドなどが間違っている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください。
11 現在のバージョン:v1.3
```

2025年11月22日の16時23分のメールの内容を内容16に示す。質問メールにはHeartBeatのPodが動作している画像と、Kibanaでインデックスを作成しようとするがエラーが出る画像が添付されている。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目では学籍番号と名前を表す。6行目は研究室で課題を教えてもらえる日時の確認を表す。内容16の質問メール

内容 16: 2025年11月22日の16時23分のメールの内容

```
1 date : 2025年 11月 22日 (土) 16:23
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 C0A22006 有田海斗です。
5
6 25日の火曜日か26日の水曜日の12.30~研究室で残っている課題を教えてくださいませんか？
```

の課題ヘルパーくんの返信を内容17に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行

目と5行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7行目は課題の番号を示す。8行目は、課題ヘルパーくんが質問者のYAMLファイルと宿題完了者のYAMLファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す。10行目と11行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

内容 17: 内容 16 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 11月 22日 (土) 16:30
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 7-4 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違ってある箇所をソフトウェアで発見できませんでした。コマンドなどが間違っている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください。
11 現在のバージョン:v2.0
```

2025年12月4日の17時8分のメールの内容を内容18に示す。質問者の学籍番号と氏名と論文のタイトルは筆者のものに変更し、学会の開催場所は「海外」と変更し、学会名は「海外開催の学会」と変更した。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目と5行目は、連絡の宛先として担当教員である串田高幸先生とTAとSAを指定している。6行目は、教授の名前は変更してCcを指定している。8行目では、名乗りと冒頭の挨拶である。10行目は、査読付き国際学会に第一著者として投稿した論文が採択されたことを報告している。11行目は、海外開催の学会への参加期間中の12月19日の授業を理由あり欠席扱いとしてもらうよう依頼している。12行目から14行目は、学会の発表プログラムのPDFファイルを添付し、そのプログラム中のどの発表タイトルが自身の発表であるかを説明している。15行目は、欠席に伴う演習課題の対応について、翌日の授業時に相談するか、メールで指示を受けたいことを表す。17行目から19行目は、学会情報を表す。21行目は、締めめの挨拶である。内容18の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容19に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目と5行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7行目は課題の番号を示す。8行目は、課題ヘルパーくんが質問者のYAMLファイルと宿題完了者のYAMLファイルの異なる箇所を発見できなかったことを

内容 18: 2025年12月4日の17時8分のメールの内容

```
1 date : 2025年 12月 4日 (木) 17:08
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 【公欠依頼】国際学会発表に伴う授業欠席のお願い(先進情報プロジェクト実習II[IT・3] 金曜日 3~5限)
3
4 串田 高幸 先生
5 TA, SA 各位
6 (Cc: 教授)
7
8 先進情報プロジェクト実習II[IT・3]でお世話になっております、COA22006の有田海斗です。
9
10 このたび、下記の査読付き国際学会に第一著者として論文を投稿し、採択されました。
11 つきましては、当該学会(海外開催)への参加期間中(移動日を含む)の授業について、理由あり欠席扱い(欠席としない)としていただきますようお願いいたします。該当授業日は12/19(金)です。
12 理由あり欠席に伴う証明の提出について、指示をいただければと思いますが、現状の資料として学会の発表プログラムのPDFファイルを1部添付させていただきます。(本プログラムの5ページ目にある、9:00AM-10:40AM(Room 2 (Fusion 2) Session
13 SCAI 3)の枠の"実習の宿題の質問メールにおけるYAMLファイルから異なる箇所の特定による返信までの時間の短縮"という発表タイトルが自身の発表です。)
14 なお、欠席に伴う演習課題の対応については、明日の授業時に相談させていただくか、メールにて指示をいただけたらと思います。
15
16 記
17 学会:海外開催の学会
18
19
20 ご多忙のところ恐れ入りますが、ご対応のほどよろしくお願い申し上げます。
```

示す。10行目と11行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

2025年12月5日の10時46分のメールの内容を内容20に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目と5行目では、名乗りと冒頭の挨拶である。7行目と8行目では、発熱と頭痛があり、質問者が欠席することを表す。10行目は、締めめの挨拶を表す。内容20の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容21に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1行目は質問メールを送信した日付を表す。2行目はサブジェクトを表す。4行目と5行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7行目は課題の番号を示す。8行目は、課題ヘルパーくんが質問者のYAMLファイルと宿題完了者のYAMLファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す。10行目と11行目は、実習のメールア

内容 19: 内容 18 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 12月 4日 (木) 17:10
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジ
  ェクト実習IT3(連絡用)]【公欠依頼】国際学会発表に
  伴う授業欠席のお願い(先進情報プロジェクト実習II[I
  T・3] 金曜日 3~5限)
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 8-5 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違ってしている箇所をソフト
  ウェアで見ることができませんでした。コマンドなどが間違っ
  ている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-pratic
  e-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信して
  ください。
11 現在のバージョン:v2.0
```

内容 20: 2025 年 12 月 5 日の 10 時 46 分のメールの内容

```
1 date : 2025年 12月 5日 (金) 10:46
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 12/5プ
  ロジェクト実習の欠席について
3
4 お世話になっております
5 COA22006、有田海斗です。
6
7 本日のプロジェクト実習の授業について、発熱が 78度あ
  り、
8 頭痛がひどいためお休みいたします。
9
10 お手数おかけいたしますが、ご把握のほどよろしくお願
  いたします。
```

ドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

2025 年 12 月 5 日の 16 時 19 分のメールの内容を内容 22 に示す。質問者の学籍番号と氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目では、名乗りである。7 行目から 9 行目では、JR 線の遅延のため、授業に遅刻し、遅延証明書を添付することを表す。11 行目は、締めめの挨拶を表す。内容 22 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を内容 23 に示す。質問者の氏名は、筆者のものに変更してある。1 行目は質問メールを送信した日付を表す。2 行目はサブジェクトを表す。4 行目と 5 行目では、事前に設定した冒頭の挨拶を示す。7 行目は課題の番号を示す。8 行目は、課題ヘルパーくんが質問者の YAML ファイルと宿題完了者の YAML ファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す。10 行目と 11 行目は、実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す。

2025 年 12 月 2 日 12 時 4 分の質問メールの内容を内容

内容 21: 内容 20 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 12月 5日 (金) 10:50
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジ
  ェクト実習IT3(連絡用)] 12/5プロジェクト実習の欠
  席について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 8-5 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違ってしている箇所をソフト
  ウェアで見ることができませんでした。コマンドなどが間違っ
  ている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-pratic
  e-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信して
  ください。
11 現在のバージョン:v2.0
```

内容 22: 2025 年 12 月 5 日の 16 時 19 分のメールの内容

```
1 date : 2025年 12月 5日 (金) 16:19
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 遅延証
  明書の提出(COA22006 有田海斗)
3
4 学籍番号:COA22006
5 氏名:有田海斗
6
7 お世話になっております。
8 本日、JR線の遅延により授業に遅刻してしまいました。
9 遅延証明証が発行されましたので、添付にて提出いたし
  ます。
10
11 ご迷惑をおかけし申し訳ありませんが、何卒よろしくお
  願いいたします。
```

内容 23: 内容 22 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年 12月 5日 (金) 16:20
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジ
  ェクト実習IT3(連絡用)] 遅延証明書の提出(COA22006
  有田海斗)
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です。
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます。
6
7 課題 8-5 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違ってしている箇所をソフト
  ウェアで見ることができませんでした。コマンドなどが間違っ
  ている可能性があるため、確認をお願いします。
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-pratic
  e-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信して
  ください。
11 現在のバージョン:v2.0
```

24 に示す．1 行目は質問メールを送信した日付を表す．2 行目はサブジェクトを表す．4 行目は 8-4 がわからないことを質問している．内容 24 の質問メールの課題ヘルパー

内容 24: 2025 年 12 月 2 日 12 時 4 分の質問メールの内容

```
1 date : 2025年12月2日(火) 12:04
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 8-4分かりません
```

くんの返信を内容 25 に示す．質問者の氏名は，筆者のものに変更してある．1 行目は質問メールを送信した日付を表す．2 行目はサブジェクトを表す．4 行目と 5 行目では，事前に設定した冒頭の挨拶を示す．7 行目は課題の番号を示す．8 行目は，課題ヘルパーくんが質問者の YAML ファイルと宿題完了者の YAML ファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す．10 行目と 11 行目は，実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す．

内容 25: 内容 24 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年12月2日(火) 12:06
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です．
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます．
6
7 課題 8-4 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違っていている箇所をソフトウェアで発見できませんでした .コマンドなどが間違っている可能性があるので 確認をお願いします．
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください．
11 現在のバージョン:v2.0
```

2025 年 12 月 8 日 13 時 13 分の質問メールの内容を内容 26 に示す．1 行目は質問メールを送信した日付を表す．2 行目はサブジェクトを表す．4 行目は 9-3 について 14 時から確認できないか質問をしている．内容 26 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信を，内容 27 に示す．質問者の氏

内容 26: 2025 年 12 月 8 日 13 時 13 分の質問メールの内容

```
1 date : 2025年12月8日(月) 13:13
2 subject : [プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 今日の14時もし時間空いていたら9-3見てほしいです。
```

名は，筆者のものに変更してある．1 行目は質問メールを送信した日付を表す．2 行目はサブジェクトを表す．4 行目と 5 行目では，事前に設定した冒頭の挨拶を示す．7 行目は課題の番号を示す．8 行目は，課題ヘルパーくんが質問者の YAML ファイルと宿題完了者の YAML ファイルの異なる箇所を発見できなかったことを示す．10 行目と 11 行目は，実習のメールアドレスと課題ヘルパーくんのバージョンを示す．

内容 27: 内容 26 の質問メールの課題ヘルパーくんの返信

```
1 date : 2025年12月8日(月) 13:33
2 subject : Re:(課題ヘルパーくんの自動返信)[プロジェクト実習IT3(連絡用)] 課題について
3
4 こちらは課題ヘルパーくんによる自動返信です．
5 有田海斗さんお問い合わせありがとうございます．
6
7 課題 9-3 についての相談ですね
8 あなたが作成したファイルの間違っていている箇所をソフトウェアで発見できませんでした .コマンドなどが間違っている可能性があるので 確認をお願いします．
9
10 わからないことがあったら必ず 2025-project-practice-it3@googlegroups.comのメールアドレスに返信してください．
11 現在のバージョン:v2.0
```

60 件の質問メールに対して分類を行い，その件数を集計した．課題ヘルパーくんが返信をした質問メールの分類をした結果を表 1 に示す．分類は，YAML ファイルが原因の宿題の不明点の質問，アプリケーションが原因の宿題の不明点の質問，Kubernetes が原因の宿題の不明点の質問，ブラウザが原因の宿題の不明点の質問，原因が不明の宿題の不明点の質問，遅刻と欠席の連絡，研究室に訪問する確認，宿題の提出が出来ているか確認，講義資料についての質問の 9 種類である．YAML ファイルが原因の宿題の不明点の質問は，質問者が宿題の進め方がわからないため質問をし，質問者の YAML ファイルに原因があるメールを指す．アプリケーションが原因の宿題の不明点の質問は，質問者が宿題の進め方がわからないため質問をし，phpMyAdmin から MariaDB にログインができないことを例とするアプリケーションに原因があるメールを指す．Kubernetes が原因の宿題の不明点の質問は，質問者が宿題の進め方がわからないため質問をし，KUBECONFIG の環境変数が設定されていないことや Pod を消していないことに原因があるメールを指す．ブラウザが原因の宿題の不明点の質問は，質問者が宿題の進め方がわからないため質問をし，ブラウザのキャッシュに原因があるメールを指す．原因が不明の宿題の不明点の質問は，質問者が宿題の進め方がわからないため質問をしたが，メールに記述が少なく原因がわ

からないメールを指す。遅刻と欠席の連絡は、遅刻や欠席を連絡してその証明を添付しているメールを指す。研究室に訪問する確認は、研究室に来て直接教えてもらうために可能な日時を質問しているメールを指す。宿題の提出が来ているかの質問は、完了していない宿題の数を確認するためのメールを指す。講義資料についての質問は、講義資料の内容が間違っていないか質問するメールを指す。質問メールの分類毎の件数は、YAML ファイルが原因の宿題の不明点の質問が 16 件、アプリケーションが原因の宿題の不明点の質問が 2 件、Kubernetes が原因の宿題の不明点の質問が 2 件、ブラウザが原因の宿題の不明点の質問が 1 件、原因が不明の宿題の不明点の質問が 3 件、遅刻と欠席の連絡が 23 件、研究室に訪問する確認が 9 件、宿題の提出が来ているか確認が 3 件、講義資料についての質問が 1 件であり、合計で 60 件である。

表 1: 質問メールの分類毎の件数

分類	件数
YAML ファイルが原因の宿題の不明点の質問	16 件
アプリケーションが原因の宿題の不明点の質問	2 件
Kubernetes が原因の宿題の不明点の質問	2 件
ブラウザが原因の宿題の不明点の質問	1 件
原因が不明の宿題の不明点の質問	3 件
遅刻と欠席の連絡	23 件
研究室に訪問する確認	9 件
宿題の提出が来ているか確認	3 件
講義資料についての質問	1 件
合計	60 件

課題ヘルパーくんの質問メールの返信の分類毎の件数を表 2 に示す。分類は、実装されていないため返信できなかった、緊急で停止したため返信できなかった、TA の対応時間内のため返信をしなかった、課題番号がないため返信しなかった、異なる箇所を発見できなかったと返信、確認すべき YAML ファイルの行を含む返信、YAML ファイルを収集できなかったと返信の 7 種類である。実装されていないため返信できなかったのは、課題ヘルパーくんが実装されていないため返信ができなかったことを指す。緊急で停止したため返信できなかったのは、2025 年 12 月 15 日に課題番号がメールに含まれていないすべての返信するように設定が変更されたが、遅刻や欠席の連絡や研究室に訪問する確認のメールにも反応したため、1 日間課題ヘルパーくんを停止したことを指す。TA の対応時間内のため返信をしなかったのは、TA の対応時間内のメールには対応しないように設定していた期間があるため、その期間に来た TA の対応時間内のメールに課題ヘルパーくんが返信をしなかったことを指す。課題番号がないため返信しなかったのは、メールに課題番号が含まれていないために返信をしなかったことを指す。異なる箇所を発見できなかつ

たと返信は、課題ヘルパーくんが質問者と宿題を完了した学生の YAML ファイルを比較しても異なる箇所が発見できなかったことを指す。確認すべき YAML ファイルの行を含む返信は、課題ヘルパーくんが質問者と宿題を完了した学生の YAML ファイルを比較し、異なる箇所を確認すべき箇所として行を返信したことを指す。YAML ファイルを収集できなかったと返信は、質問者が宿題を完了した学生の YAML ファイルが収集できなかったことを指す。課題ヘルパーくんの質問メールの返信の分類毎の件数は、実装されていないため返信できなかったのが 10 件、緊急で停止したため返信できなかったのが 7 件、TA の対応時間内のため返信をしなかったのが 24 件、課題番号がないため返信しなかったのが 7 件、異なる箇所を発見できなかったと返信したのが 9 件、確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をしたのが 2 件、YAML ファイルを収集できなかったと返信したのが 1 件あり、合計で 60 件である。

表 2: 課題ヘルパーくんの質問メールの返信の分類毎の件数

分類	件数
実装されていないため返信できなかった	10 件
緊急で停止したため返信できなかった	7 件
TA の対応時間内のため返信をしなかった	24 件
課題番号がないため返信しなかった	7 件
異なる箇所を発見できなかったと返信	9 件
確認すべき YAML ファイルの行を含む返信	2 件
YAML ファイルを収集できなかったと返信	1 件
合計	60 件

全体の 60 件の質問メールに対して、課題ヘルパーくんは異なる箇所を発見できなかったと返信したのが 9 件、確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をしたのが 2 件、YAML ファイルを収集できなかったと返信したのが 1 件で合計 12 件に返信し、約 20% である。TA は 60 件中 46 件に返信し、約 77% である。また、課題ヘルパーくんは、宿題の不明点についての質問に対して返信をするための提案となっている。宿題の不明点についての質問のうち、課題ヘルパーくんが返信をした質問メールは 60 件中 7 件であり、約 12% となった。確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をしたのは 60 件中 2 件であり、約 3% となった。確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をした 2 件の質問メールで、課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行と有田海斗が質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行を比較する。課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行数と質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行の数を、図 12 に示す。縦軸は YAML ファイルの行数を示す。質問メールは

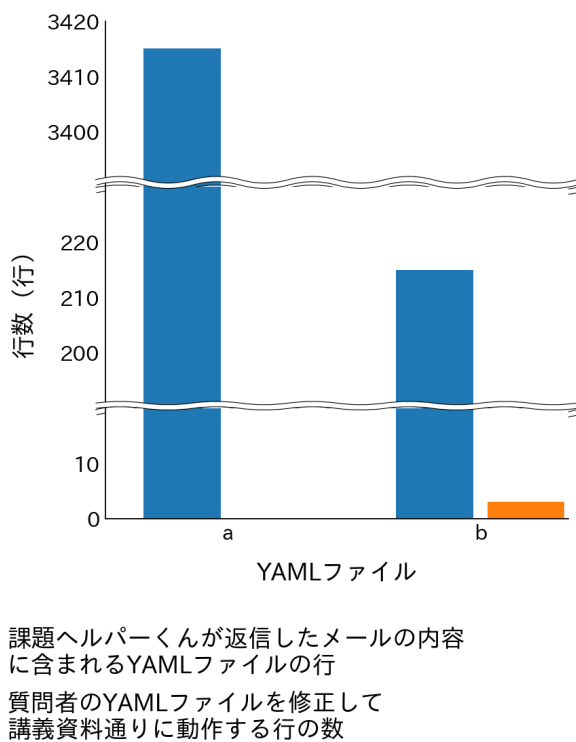


図 12: 課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行の数と質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行の数

2 件あるため、それぞれを質問メール a と質問メール b とする。それぞれの質問メールは、同一の課題であり、講義資料では以下を実行する。phpMyAdmin と MariaDB は、それぞれ Web ブラウザを確認できる状態を講義資料通りの動作とする。この状態に到達するために修正した YAML ファイルの行の数を、質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行の数として集計する。

- phpMyAdmin のインストール
- Web ブラウザから phpMyAdmin を表示出来ることを確認
- MariaDB をインストール
- Web ブラウザから MariaDB にアクセス出来ることを確認

質問メール a で課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行の数は 3415 行であり、質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行の数は 0 行である。課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行の数は、課題ヘルパーくんが質問者と宿題を完了した学生の YAML ファイルで異なると判定した行の上位のキーとその直後のキーの範囲である。異なると判定した行は以下の 4 パターンである。

- tag: 5.2.2-debian-12-r22 がコメントアウトされている行
- image の repository が , bitnamilegacy/apache-exporter ではなく bitnami/apache-exporter となっている行
- image の pullSecrets に regcred の値が入力されていない行
- 改行だけの行

質問者の YAML ファイルは元々修正をせずとも講義資料通りに動作するため、これらの 4 パターンの修正は必要ではない。課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行である 3415 行のうち、2017 行は改行だけの行が質問者と宿題を完了した学生の YAML ファイルで異なると判定されていた。3 行は、それ以外の 3 パターンで、それぞれ 1 行ずつ異なると判定されていた。残りの 1395 行は、異なると判定した行の上位のキーとその直後のキーの範囲である。また、質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作するのに必要のない 4 パターンが、異なると判定された理由は、課題ヘルパーくんのバージョンが古く、宿題を完了した学生同士の YAML ファイルで最も類似している YAML ファイルの 1 つのみと質問者の YAML を比較し、全ての異なる行を出力するためである。

質問メール b で課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイルの行の数は 215 行であり、質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作した行の数は 2 行である。異なると判定した行は以下の 4 パターンである。

- image の repository が , bitnamilegacy/phpmyadmin ではなく bitnami/phpmyadmin となっている行
- service の type が ClusterIP から LoadBalancer になっている行
- image の repository が , bitnamilegacy/apache-exporter ではなく bitnami/apache-exporter となっている行
- image の pullSecrets に regcred の値が入力されていない行

これら 4 パターンのうち , image の repository が , bitnamilegacy/phpmyadmin ではなく bitnami/phpmyadmin となっている行と service の type が ClusterIP から LoadBalancer になっている行は質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作させるために必要である。課題ヘルパーくんが返信したメールの内容に含まれる YAML ファイル

の行である 215 行のうち、2 行は image の pullSecrets に regcred の値が入力されていない行が異なると判定されていた。3 行は、それ以外の 3 パターンで、それぞれ 1 行ずつ異なると判定されていた。残りの 210 行は、異なると判定した行の上位のキーとその直後のキーの範囲である。また、質問者の YAML ファイルを修正して講義資料通りに動作するのに必要のない 2 パターンが異なると判定された理由は、質問メール a と同じように課題ヘルパーくんのバージョンが古く、宿題を完了した学生同士の YAML ファイルで最も類似している YAML ファイルの 1 つのみと質問者の YAML を比較し、全ての異なる行を出力するためである。

60 件の質問メールのうち 2 件が確認すべき YAML ファイルの行を含む返信をした。そのうち 1 件は、215 行を確認すべき YAML ファイルの行として返信し、そのうち 2 行が一致していた。もう 1 件は、質問者の YAML ファイルを変更しなくても講義資料通りに動作するが、3017 行を確認すべき YAML ファイルの行として返信した。理由としては、改行だけの行が 2017 行あったため、宿題を完了した学生の YAML ファイルのすべての行を確認すべき行として返信した。そのため誤った返信の割合は、60 件の質問メールに対して、YAML ファイル以外が原因で質問をしたメールに対して返信をした 11 件と課題ヘルパーくんが動作していないことや返信に課題番号がないため返信をしなかった 48 件を合計した 59 件であり、約 98% である。また、正しい返信の割合は、60 件の質問メールに対して、質問者の YAML ファイルを修正した際に講義資料通りに動作する行を含んでいる 1 件であり、約 2% である。

## 6. 議論

誤った返信の割合が、約 98% となった原因の 1 例として、内容 26 の 2025 年 12 月 8 日の質問メールは、9-3 の宿題についての質問であった。9-3 の講義資料では、WordPress の詳しい作成方法や YAML ファイルの名前の指定が行われていなかった。そのため、課題ヘルパーくんは講義資料から YAML ファイルを収集していない。解決方法として、アプリケーションの名前と YAML ファイルを比較する方法がある。実習では、課題の実施日ごとにディレクトリの名前が指定されている。例えば、第 9 回の課題は、2025-12-05 のディレクトリを作成する。そのディレクトリにある YAML ファイルに対して、9-3 のアプリケーションの名前が含まれているか比較する。例えば 9-3 では、WordPress を使用している。WordPress の単語が含まれているか YAML ファイルを確認し、含まれていたら対象の YAML ファイルだと判定することで、YAML ファイルを特定することができる。

内容 10 の 2025 年 10 月 24 日に「Kubernetes クラスタ上に Pod で配置した MariaDB の IP アドレスとユーザ ID、

パスワードが分からない」ことを示す質問メールが送信された。課題ヘルパーくんは、YAML ファイルの記述以外に学生の不明点がある場合の設定が用意されていない。解決方法として、宿題を完了した学生のコマンドを収集し、質問者に提示する。宿題を完了した学生に共通するコマンドと質問者のコマンドを比較することで、異なるコマンドを特定する。課題ヘルパーくんが宿題を完了した学生と質問者の YAML ファイルの異なる箇所が特定できなかった学生には、異なるコマンドを質問者に提示することで、学生のサポートを行う。

課題ヘルパーくんは、YAML ファイルの収集で、宿題を完了した学生の YAML ファイルを行数で降順に並び替え、行数が最大の YAML ファイルをベースの YAML ファイル (A) としている。行数が最大の YAML ファイルが最もベースの YAML ファイル (A) に最も適しているとは限らないため、改善する必要がある。宿題を完了した学生の YAML ファイルと質問者の YAML ファイルを比較し、異なる箇所を記録する。質問者の YAML ファイルと異なる箇所を 1 箇所ずつ変更し、その度に `kubectl apply` コマンドで Pod を deploy する。deploy 後に、Pod のステータスと YAML ファイルの変更した箇所を記録する。Pod のステータスが Running になった場合は、質問者に変更した箇所をメールで返信する。

評価では、質問者の YAML ファイルを修正した際に講義資料通りに動作するのか確認を行った。しかし、質問者が質問を行った際の実習サーバと完全に同一の環境で動作させていないため、評価する際に講義資料通りに動作したとしても、質問者が同じように YAML ファイルを修正した際に講義資料通りに動作するとは限らない。例えば、使用できるポート番号の違いや、Service や ConfigMap の名前によって動作が異なる。解決方法として、質問メールが送られた時点での質問者のノードの状態を `kubectl get all -A` や `kubectl get configmap -A` コマンドで記録を行う。この記録を用いることで、質問者の YAML ファイルがその時点で存在していた他の Service のポート番号の違いや Service や ConfigMap の名前を入力できているか確認して評価をすることができるようになる。

## 7. おわりに

課題は、質問メールが TA の対応時間外に送信された際、返信に時間がかかることである。2025 年 9 月 26 日から 12 月 8 日の 60 件の質問メールで、TA が返信したのは 46 件で約 77% だった。対応時間内の返信にかかった時間の平均は約 501 分だったのに対し、対応時間外では約 1009 分だった。課題ヘルパーくんは、質問者の YAML ファイルと宿題を完了した学生の YAML ファイルから作成した共通パターンを比較し、異なる箇所を含むメールを返信する。共通パターンは、宿題を完了した学生の YAML ファイル同

士を動的計画法により1行ずつ比較し、行の対応関係をもとに作成する。評価では2つの項目を比較した。1つめは、質問メールの返信に要した時間を課題ヘルパーくんとTAが返信した場合で比較する。2つめは、課題ヘルパーくんの返信した内容を返信内容毎に分類する。また、確認すべきYAMLファイルの行を含む返信から、返信したYAMLファイルの行と質問者のYAMLファイルを有田海斗が修正して講義資料通りに動作した行が一致するか求める。その行同士的一致と課題ヘルパーくんの返信した内容の分類により、返信した内容の誤った返信と正しい返信の割合を出す。課題ヘルパーくんによる返信は60件中12件であり、返信に要した時間は最小で約1分、最大で約495分であった。一方、46件の質問メールに返信したTAの返信時間は、最小で約7分、最大で約4308分であった。返信に要した時間は最小で約6分、最大で約3813分短縮された。また質問メールの内容を分類し、YAMLファイルが原因で宿題の不明点の質問をしたのは60件中19件で約32%あり、課題ヘルパーくんの返信した内容の分類では、確認すべきYAMLファイルの行を含む返信をしたのが60件中2件で約3%だった。確認すべきYAMLファイルの行を含む返信をした2件中1件は、返信をした215行のうち2行が一致し、もう1件は質問者のYAMLファイルを適用すれば講義資料通りに動作するが、改行だけの行が2017行あり、その行の上位のキーとその直後のキーの行の範囲を含めた3415行を確認するように質問者に返信した。そのため誤った返信の割合は、YAMLファイル以外が原因で質問をしたメールに対して返信をした件数と課題ヘルパーくんが動作していないことや返信に課題番号がないため返信をしなかった件数の合計であり、60件中59件で約98%だった。正しい返信の割合は、講義資料通りに動作する行を含んでいる返信であり、60件中1件で約2%だった。

## 謝辞

本稿の執筆にあたり、先進情報プロジェクト実習 [IT・3] のTA, SAとしてアドバイスをいただいた、東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科コンピュータサイエンス専攻の大沢恭平さん、東京工科大学コンピュータサイエンス学部の月森陽太さん、坂井萌桜さん、佐藤健斗さん、井出佑さん、山崎雅也さん、手塚雄星さんに御礼申し上げます。

## 参考文献

- [1] Puli, B.: Site Reliability Engineering(SRE) and Observations on SRE Process to make tasks easier, (online), DOI: 10.13140/RG.2.2.34964.62084 (2022).
- [2] Vijayakumar, S. and Taqa, A.: Site Reliability Engineering (SRE), Vol. 2, pp. 2583–9993 (2023).
- [3] Nanda, M. S.: SCALING SITE RELIABILITY ENGINEERING: A DATA-DRIVEN APPROACH TO MOD-

- ERN SYSTEM RELIABILITY, *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, Vol. 16, pp. 294–308 (2025).
- [4] Burns, B., Grant, B., Oppenheimer, D., Brewer, E. and Wilkes, J.: Borg, Omega, and Kubernetes: Lessons learned from three container-management systems over a decade, *Queue*, Vol. 14, No. 1, p. 70–93 (online), DOI: 10.1145/2898442.2898444 (2016).
- [5] Mondal, S., Pan, R., Kabir, H. M. D., Tian, T. and Dai, H.-N.: Kubernetes in IT administration and serverless computing: An empirical study and research challenges, *The Journal of Supercomputing*, Vol. 78 (online), DOI: 10.1007/s11227-021-03982-3 (2022).
- [6] Carrión, M.: Kubernetes as a Standard Container Orchestrator - A Bibliometric Analysis, *Journal of Grid Computing*, Vol. 20 (online), DOI: 10.1007/s10723-022-09629-8 (2022).
- [7] Kochmar, E., Vu, D., Belfer, R., Gupta, V., Serban, I. and Pineau, J.: *Automated Personalized Feedback Improves Learning Gains in An Intelligent Tutoring System*, pp. 140–146 (2020).
- [8] Wang, H. J., Platt, J. C., Chen, Y., Zhang, R. and Wang, Y.-M.: Automatic misconfiguration troubleshooting with peerpressure, *Proceedings of the 6th Conference on Symposium on Operating Systems Design & Implementation - Volume 6*, OSDI'04, USENIX Association, p. 17 (2004).
- [9] Ehud Malul, Yair Meidan, D. M. Y. E. A. S.: GenKubeSec: LLM-Based Kubernetes Misconfiguration Detection, Localization, Reasoning, and Remediation (2024).
- [10] Jaccard, P.: Etude de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura, *Bulletin de la Societe Vaudoise des Sciences Naturelles*, Vol. 37, pp. 547–579 (online), DOI: 10.5169/seals-266450 (1901).
- [11] Amer, A. and Abdalla, H.: A set theory based similarity measure for text clustering and classification, *Journal of Big Data*, Vol. 7 (online), DOI: 10.1186/s40537-020-00344-3 (2020).
- [12] Bellman, R.: On the Theory of Dynamic Programming, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 38, No. 8, pp. 716–719 (online), DOI: 10.1073/pnas.38.8.716 (1952).