

より適したユーザからよりよい答えを得るための質問転送機能を備えた QA サービスの提案

中川 瑛慎[†] 田島 敬史^{††} 山肩 洋子^{††}

[†] 京都大学工学部情報学科計算機科学コース 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町

^{††} 京都大学大学院情報学研究科 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町

E-mail: [†] e.nakagawa@dl.soc.i.kyoto-u.ac.jp, ^{††} {tajima@i.kyoto-u.ac.jp, yamakata@dl.soc.i.kyoto-u.ac.jp}

あらまし Yahoo!知恵袋に代表されるような従来の掲示板型の QA サイトでは、必ずしも適切な回答を返せる回答者が見つからないことがある。本論文では、知り合い（フォロー先）から知り合いへと人数を制限して質問を転送・拡散させるにより、その質問に適した回答者に質問することのできるシステムを提案した。従来の QA サイトでは、回答者が自分に適した質問を発見し、回答しなければならない。そのため、回答者が自分にとって適切でない質問を大量に受け取ることによって適切な質問に答えられないという問題が挙げられる。この問題点に対し、本論文で提案するシステムでは、質問を受け取ったユーザは、自分が適切な回答者だと思う場合は回答することができ、自分の知り合いなど、ごく限られたユーザの中で自分よりも適切と思う回答者を知っている場合はそのユーザへと転送・拡散させることができる（ただし一人当たりの人数制限がある）。つまり、質問を転送する人数をなるべく少なくした上で、回答者に適した質問を到達させやすくなる。また実験では、提案手法が従来の QA サイトに比べ、回答者が受け取った質問のうちそのユーザが適切な回答者である質問の割合が高く、適切な回答者によって少なくとも1度以上回答された質問の割合が高く、また各質問についての回答のうち、適切な回答者による回答の割合が高く、全質問のうち回答者が受け取った質問の数が少ないことを実際に作成したシステムを用いた被験者実験により示す。

キーワード 質問回答サービス, SNS, クラウドソーシング, グラフデータ処理, QA サイト, 質問回答サイト

1 はじめに

インターネットの普及により、膨大な量の情報が web 上に蓄積され、共有されている。人々は情報検索を用いて知りたい情報を発見しようとするが、それでもなお見つからない場合が多々ある。その中の一つの解決方法として、QA サイトがある。それは、ユーザが直面している課題や疑問をテキストによる質問文の形で投稿し、他のユーザに答えを求めるといった形で情報や知識を得るためのサービスのことである。それは例えば、日本であれば Yahoo!知恵袋¹や OKWave²、海外であれば Quora³や Stack Overflow⁴に代表される。QA サイトのメリットは、web 上にない情報を受動的に収集できるという点にあり、そのような情報としては、ニーズがあまりないようなニッチな情報やローカルな情報、また自ら情報を発信することがないような特殊なユーザのみが持つ情報や専門知識をもったユーザなどの特定のユーザの意見などが挙げられる。

QA サイトには以上のような利点がある一方で、課題も存在する。その一つとして回答者に大量の質問がフラットに提示され、回答者にとって適切でない質問と適切な質問が混合して提示されるという課題が挙げられる。それによって以下の三つの

問題が生じる。第一に、回答者が自分に適切な質問を見つけるのが難しいことがあるという問題が生じる。例えば、コスメやファッションなどのジャンルで質問を見た時、「女性から見てどういう男性のファッションがおしゃれだと思いますか？」という質問等、女性に答えてもらいたい質問ばかりが男性に提示されてしまうことがあるため、男性が答える必要のある質問を見つけれないことがある。第二に、適切な回答者による回答がつかないという問題が生じる。例えば、「工学部工業化学科の学生は高校時代から化学実験や化学反応に興味があった者が多いのか」という質問に対しては、京都大学工学部工業化学科出身の者が回答者として適切であろう。しかし、従来の質問回答サービスでは回答者を公に求めるシステムであるので、そのような特定のユーザが質問の中からその質問を発見し、回答してくれるかは定かではない。第三に、各質問に適切でない回答者も回答してしまうという問題が生じる。例えば、上記の工業化学科の質問であれば、「工業化学科なんだからもちろん好きなんじゃ無いでしょうか？」など内部の状況がわからない人も回答してしまい、必要のない回答ばかりが多く集まってしまう可能性がある。

これらの問題に対し、質問を全ユーザに提示するのではなく、回答するのに適していると思われる少数のユーザにのみ送り、またその質問を受け取ったユーザは、自分よりも適したユーザもしくはその適したユーザを紹介してくれそうなユーザが知り合いの中にいる場合にはそのユーザに質問を転送する機能を提供することで、より少ないユーザを介して適切な回答者からの回答を獲得しやすくなると考えた。そこで本論文ではこの課題

1 : <https://chiebukuro.yahoo.co.jp/>

2 : <https://okwave.jp/>

3 : <https://jp.quora.com/>

4 : <https://ja.stackoverflow.com/>

を解決するための新しい QA サイトとして、質問転送システムを提案する。ここでは、ユーザが質問を知り合い (システム上ではフォロー先) に拡散・転送する操作を質問転送操作と名付ける。質問者は自分の知り合いなど、ごく限られたユーザの中で適切だと思われるユーザに質問転送操作を行い、質問を受け取ったユーザは、自分が適切な回答者だと思う場合は回答するが、自分よりも適切な回答者を知っている場合は、そのユーザへと質問転送操作を行うことができる。つまり、ある一つの質問に関連するユーザは質問者と質問転送者と回答者の役割がある。まとめると、QA サイトに以下の二つの機能を提案する。

PM1 適切な回答者もしくは適切な回答者を知っていそうな人に質問が届くように質問を転送する機能

PM2 同じ回答者にあまり多くの質問が集まらないように、転送できる人を知り合いに限り、転送可能な最大数を制限する機能

提案手法は、先に挙げた回答者に大量の質問がフラットに提示され、それによって適切でない質問と適切な質問が混合して提示されることによって生じる三つの課題、「回答者が自分に適切な質問を見つけるのが難しいことがある」、「適切な回答者による回答が見つからない」、「各質問に適切でない回答者も回答してしまう」という QA サイトにおける課題を軽減できる可能性がある。なぜなら、質問を受けたユーザが自分の知り合いなど、ごく限られたユーザの中で自分よりも適切なユーザを知っている場合には、人数を制限してユーザに質問転送行為を行うことで、質問を転送・拡散する範囲はできるだけ小さくピンポイントに回答者に適した質問を転送・拡散することができる可能性があるからである。

我々の 2 つの主な貢献を以下にまとめる。

- 1) 知り合いの中で、より適した少数のユーザへ質問を転送することのできる質問転送システムを提案した
- 2) システム評価のための評価方法を選定し、被験者実験を行うことで提案手法の有効性を示した。

本論文は以下のように構成されている。2 章では質問回答サービス (QA サイト) に関連した研究について述べる。3 章では提案システムの詳細について述べる。4 章では、システムを評価するための評価実験について述べ、得られた実験結果を示す。5 章では今後の発展性および課題、そして本論文の結論を述べる。

2 関連研究

まず、我々が提案する質問転送システムにおいては、どのように質問者の質問からより適切そうな回答者を選定するかが重要になる。関連のある研究として、横山ら [1] の質問回答サイトにおける質問文への適切な回答者の選出法に関する研究が挙げられる。横山らの選出手法では、過去の質問文と回答文のデータを処理することで、質問文に対して適切な回答をすることのできる回答者を予測することができる可能性を示した。提案手法と異なり、質問に対して適切な回答者を選定するのに第 3 者の人の判断を用いておらず、質問文から適切な回答者の可能性を算出している。質問者の質問から適切な回答者を選定する他の関連研究として、QA サイトにおける回答者の権威度を測る研究が

行われてきた。その 1 つとして、Jurczyk ら [2] による、特定の質問カテゴリに対する権威的な回答者を選定するためのコミュニティのリンク構造の分析がある。分析には、他ユーザからの回答文に対するプラス評価とマイナス評価の差、ベストアンサーに選ばれた回答文の割合、ベストアンサーに選ばれた時の評価値の 3 点を考慮している。その他にも、Liu ら [4] による回答者の Expert 度計算がある。計算方法としては、複数回答者が 1 つの質問に回答して、その中からベストアンサーが選ばれるというプロセスを競争と見なせば、その回答者同士の間に格付けが生じるというアイデアの元、どの回答者がどの回答者に勝ったかを配列化し、計算するという方法である。これらの手法は、同様に過去のデータから回答者の格付けを行うものであり、ユーザがより適切な人に質問を転送する形で回答者を選定するのでは無い。

次に、QA サイトにおいて回答の質を評価する研究を紹介する。Agichtein ら [3] は、内容や語法の特徴量を使用することによって、質問文と回答文の質の評価を試みている。その他にも、石川ら [5] による QA における良質回答の予測がある。過去の質問と回答のセットを人力で良質かを判定し、新たな回答を入力として分類器にかけることによって良質かを判定した。石川らの研究では、カテゴリによっては人間による判定者の精度を上回る結果を示した。Shah [6] にも類似の研究を行っており、Amazon Mechanical Trunk を用いて 5 人の判定者らに 13 の判定基準に基づいて質問・回答を評価し、分類器を構築している。

3 提案手法

本章では、まず提案手法の背景と根拠について述べ、その後提案手法のシステムの概要について述べ、提案手法を形式化し、最後に提案手法の実現方法について述べる。

3.1 提案手法の背景と根拠

提案手法は、スタンレー・ミルグラムが 1967 年に行ったスモールワールド実験に着想を得ている。この実験では、知り合い関係を芋ずる式にたどっていけば比較的簡単に世界中の誰にでも行き着くという仮説を検証した。アメリカ合衆国国民から二人ずつの組を無作為に抽出し、その二人がつながっている場合には平均して 6 人の知り合いを介していた。この実験から、よりその質問の答えを知っていそうな人へと質問を転送していけば、効率的に適した回答者に質問が届けることができることが示唆される。また、DARPA による DARPA Network Challenge にも着想を得ている。この Challenge では、DARPA アメリカ国防高等研究計画局がアメリカ合州国のどこかに 10 個の風船をとばし、どこにあるのかをチームに調査するよう依頼した。また、一番早く全ての風船の正確な位置を答えたチームに報酬を与えることとした。一番早く正解を出した MIT チームは風船を見つけくれる人もしくは見つけてくれそうな人を紹介してくれる人を募集し、見つけた人だけでなく、見つけた人を紹介してくれた人にも報酬を山分けした。このことから、適切だと思われる回答者に質問を転送するだけでなく、適切だと思われる人を紹介し

てくれそうな人に質問を転送することが有効であることが示唆される。

3.2 提案手法のシステム

まず、提案手法のセットアップとして、本システムのユーザは、自分が直接見知っている人との間にフォロー・フォロワー関係を確立しているものとする。フォロー・フォロワー関係とは、『見知らぬ人に問いかけられたら答えないが、フォロー・フォロワー関係でつながっている人に問いかけられたら答える』というような関係であるとする。更に、各ユーザには、そのユーザがどのような趣味や特技を持つか、出身地や所属するコミュニティ等、そのユーザのプロファイル情報が登録されており、ユーザはそのプロフィールを閲覧することができる。また、各質問に対する適切な回答者はあらかじめユーザーのプロフィールと回答内容から決められているものとする。図1に既存システムのQAサイトモデルを示し、図2に本稿で扱う提案手法のモデルを示す。既存のQAサイトモデルでは、質問者は質問をQAサイトに投稿し、回答者は自分に合った質問を探し回答する。それに対して、提案手法のモデルでは、ある一つの質問に関連するユーザは質問者、質問転送者、回答者の3つの役割がある。まず、質問者は質問を作成し、その質問を転送・拡散するユーザであり、自分のフォローユーザの中から、その答えに適したユーザ、あるいはその答えに適したユーザに転送・拡散してくれそうなユーザにその質問を転送する。その質問を受け取ったユーザは、自分がその質問に回答すると決める要因を満たしているならば回答者となる。回答すると決める要因を満たすとは以下の三つのいずれかの要因を満たすことを云う。

- 1) 質問の答えが明確であり、自分が答えられると判断した場合
 - 2) 自分がフォローしているどのユーザよりも自分のほうが良い回答を返せると予想した場合
 - 3) 自分がフォローしているユーザがすべてすでにその質問を受け取っているとき
- 回答すると決める要因を満たさず、自分のフォロー・フォロワー関係の中で、自分よりも適切そうなユーザもしくは、そのユーザに質問を転送してくれそうなユーザがいる場合は、質問をその特定の（単数もしくは3人までの複数）ユーザに質問を転送する質問転送者となる。

提案システムにより質問が転送される様子を図3に示す。「ねぎを首に巻くと風邪が治るのか」という質問を質問者が投稿する場合を考える。質問を転送する際は、自分がフォローしている複数ユーザのプロファイルを見て、どのユーザがより適切かを判断し転送する。今回の質問に適していると思われるユーザとしては、民間療法に関する科学的な知識を持っている医者もしくは、その医者を知っていると思われる人、昔ながらの噂に詳しいと思われる高齢層の女性、通説に詳しい専門家などが考えられる。質問を転送されたユーザは自分で回答するか、もしくは、自分がフォローしている複数ユーザの中でその質問に適していると思われるユーザを選択し質問を転送する。このようなプロセスを繰り返し、各質問をその質問に適した回答者に転送する

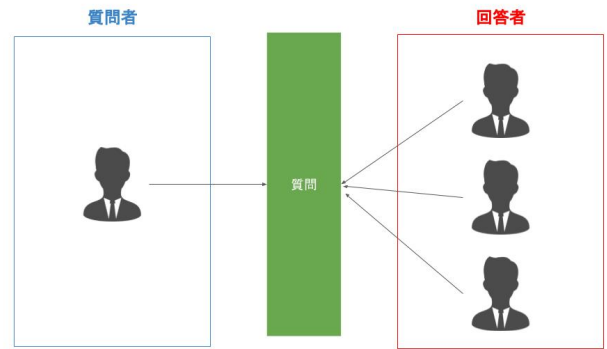


図1 既存システム

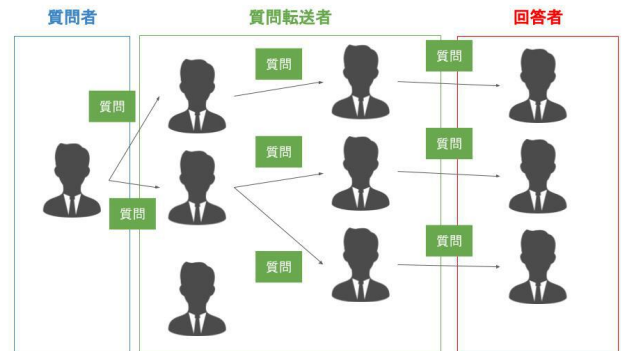


図2 提案システム

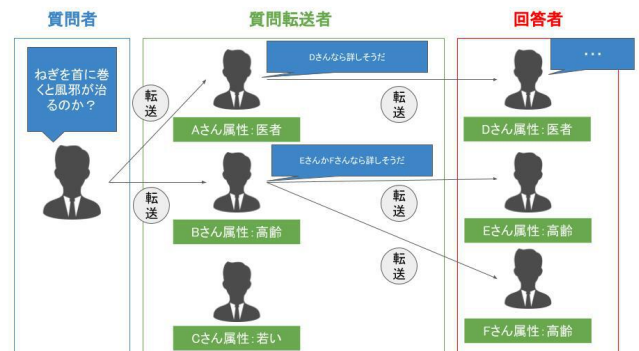


図3 今回の例における提案システム

というシステムである。

3.3 提案手法の形式化

まず、質問は200文字以内の文からなるタイトル t と、1000文字以内の文書からなる内容 b から構成され、 (t, b) で表すこととする。次に、提案手法におけるシステムのユーザーの役割を質問者 Q と質問転送者 S と回答者 A に分ける。

質問者： Q は質問 (t, b) をシステムの入力として与える。その後、 Q は自身がフォローするフォローユーザー集合 U_Q の中から制限数 k 以下のユーザー集合 u_Q を選択する。そしてユーザー集合 u_Q は質問 (t, b) を受け取る。

質問転送者： S は質問者から質問 (t, b) を受け取ったが、自分が答えるのではなくより適した人に転送することを選択したユーザのことを指す。 S は自身がフォローするフォローユーザー集合

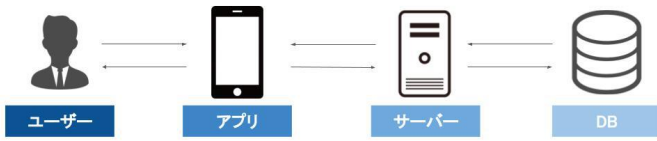


図 4 提案システムの物理ネットワーク

U_S で、まだ質問 (t,b) を受け取っていないユーザーの中から制限数 k 以下のユーザー集合 u_S を選択する。ユーザー集合 u_S に属するユーザーはそれぞれ質問 (t,b) を受け取る。

回答者：A は質問者から質問 (t,b) を受け取ったユーザーで、転送せずにその質問に答えるユーザーであり、A は受け取った質問に対して回答 $a_{t,b}$ を作成する。

記号一覧：

Q: 質問者

S: 質問転送者

(t,b): 質問

t: 質問タイトル (200 文字以下)

b: 質問内容 (1000 文字以下)

U_Q : Q のフォローユーザー集合

u_Q : Q が質問を転送する先のユーザー集合

U_S : S のフォローユーザー集合

u_S : S が質問を転送する先のユーザー集合

k: 質問転送先の上限

$a_{t,b}$: 質問 (t,b) に対する回答

3.4 提案手法の実現方法

提案手法の実現方法として、携帯端末でアクセスできるアプリケーションを用意する。これを提案システムと呼ぶ。

提案システムにおける物理ネットワークの概要を図 4 に示す。提案システムでは、ユーザーがアプリケーションを操作し、その操作によってサーバーと API 通信を行うことでデータを取得・作成・更新する SQL 命令をサーバーから DB に送信する。アプリの実装には、javascript(ReactNative) を使用し、サーバーと DB は Apache, PHP, MySQL を用いて API 通信を構築した。

提案システムでは、まずはじめに、図 5 のようにユーザーがアカウントの作成とプロフィール情報の登録が行われる。登録された情報は DB に記録され、いつでも書き換え可能である。また、図 6 のように自分もしくは他人のプロフィール情報とフォロー・フォロワー関係、さらには、そのユーザーが行なった質問・回答・転送の一覧について閲覧することが出来る。

提案システムを用いたユーザの操作は以下の三つの操作が基本となる。

- 1) 質問を作成し、他のユーザに質問転送操作を行う。
- 2) 他のユーザから質問転送操作をされた質問を更に他のユーザ



図 5 ユーザ登録し、プロフィール情報を登録する UI フロー

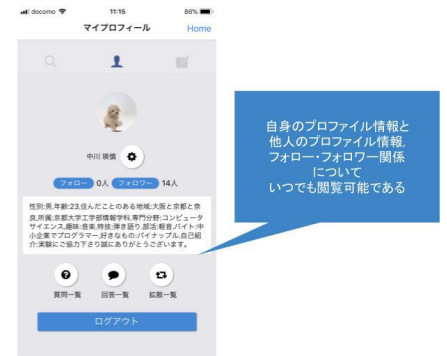


図 6 ユーザプロフィール情報とフォロー・フォロワー関係を確認できる画面



図 7 質問を作成する際の実際のアプリケーション UI フロー

に質問転送操作する。

- 3) 質問に対して回答する。

それぞれの動作に対する UI フローを図 7,8,9 に示す。提案システムとは、ユーザが以上の三つの動作を行い、質問を作成・転送し、回答してもらうシステムのことを指す。

4 評価実験

本章では、まず評価実験の目的と評価基準について述べ、その後実際の実施方法について述べ、得られた結果を示す。

4.1 評価実験の目的と評価基準

実験は以下の四つの問いに答えるために実施された：



図 8 質問を転送する際の実際のアプリケーション UI フロー



図 9 回答を作成する際の実際のアプリケーション UI フロー

RQ1 質問転送システムが比較手法と比べてどのくらい回答者が適切な質問を発見するコストの減少に寄与するか？

RQ2 質問転送システムが比較手法と比べてどのくらい適切な回答者による回答が少なくとも一つ以上得られる質問の数の向上に寄与するか？

RQ3 質問転送システムと比較手法と比べてどのくらい各質問における適切な回答者による回答の割合の向上に寄与するか？

RQ4 質問転送システムと比較手法と比べてどのくらい回答者が受け取る質問数の減少に寄与するか？

RQ1 については、ユーザーが受け取った質問のうち、そのユーザーが適切な回答者である質問の割合、つまり回答者から見た評価『適正質問率』を評価する。

$$\text{適正質問率}(i) = \begin{cases} \sum_{p=1}^N \frac{C_{i,p} \cdot Q_{i,p}}{Q_{i,p}} & (\sum_{p=1}^N Q_{i,p} \neq 0) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

RQ2 については、適切な回答者によって（少なくとも一度以上）回答された質問の割合、つまり質問から見た評価『適正回答獲得率』を評価する。

$$\text{適正回答獲得率} = \begin{cases} \sum_{p=1}^N \min\{\sum_{i=1}^U C_{i,p} \cdot A_{i,p}, 1\} & (N \neq 0) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

RQ3 については、各質問についての回答のうち、適切な回答者による回答の割合、つまり質問から見た評価『有効回答率』を評価する。

$$\text{有効回答率}(p) = \begin{cases} \sum_{i=1}^U \frac{A_{i,p} \cdot C_{i,p}}{A_{i,p}} & (\sum_{i=1}^U A_{i,p} \neq 0) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

RQ4 については、各質問のうちユーザーが受け取った質問の割合、つまり回答者から見た評価『質問到達率』を評価する。

$$\text{質問到達率}(i) = \begin{cases} \sum_{p=1}^N \frac{Q_{i,p}}{N} & (N \neq 0) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

記号一覧：

N:質問サンプル数

U:ユーザー数

p:質問サンプル中の p 番目の質問

i: i 番目のユーザー

$$Q_{i,p} = \begin{cases} 1 & (\text{ユーザー } i \text{ が質問 } p \text{ の転送を受けた}) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

$$C_{i,p} = \begin{cases} 1 & (\text{ユーザー } i \text{ が質問 } p \text{ の適切な回答者である}) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

$$A_{i,p} = \begin{cases} 1 & (\text{ユーザー } i \text{ が質問 } p \text{ に回答した}) \\ 0 & (otherwise) \end{cases}$$

4.2 評価実験の方法

この目的のため、実験の下準備として我々は 3 章で述べた提案手法を実現させたシステムを用意した。これを PA と呼ぶ。また、比較手法として質問者が質問を全ユーザーに転送する既存の QA サイトを模したシステムを用意した。これを CA と呼ぶ。次に、これらの 2 つのシステムとシステムを利用するユーザーを 37 人用意し、それぞれのシステムを利用する二つのユーザーグループにランダムに分割する。その後、それぞれのグループで以下の実験を行った。また、実験後被験者ユーザーには実験についてのアンケートを実施し、謝礼を支払った。

PA を利用するグループ

0) 実験用アプリケーションをダウンロードする。

1) ユーザーは自分のプロフィール情報を入力し、ユーザー登録する。

2) ユーザーは他のユーザーのプロフィール情報をみて、興味のあるユーザーをフォローする。

3) 実験主催者が質問をランダムに 3 人のユーザーに渡す。

4) 質問を受け取ったユーザーは次の三つの動作のいずれかを行う。a:質問に回答する。b:質問を捨てる。c:質問をユーザープロフィール情報から他の適切だと考えられるユーザーに転送する。

5) 実験開始から 30 分経過するまでユーザーは 4) を行い、30 分経過した時点で終了する。

CA を利用するグループ

0) 実験用アプリケーションをダウンロードする。

1) ユーザーは自分のプロフィール情報を入力し、ユーザー登録する。

2) ユーザーは他のユーザーのプロフィール情報をみて、興味のある

質問内容	適切なプロフィール情報
塾講師バイトで不真面目な生徒を教えなければならない時どのようにモチベーションをあげさせていますか？	塾講師関連のバイトを現在進行形もしくは過去でやっている
教育学部ではどれくらいの割合の人が教師や教育委員会の委員になるのですか？	教育学部
ブラック研究室には入りたくないで、ブラック研究室の見分け方があれば教えていただきたいです。またどういった研究室がブラックだと思いますか？	院生もしくは、研究室配属されている学部生
男が化粧をするのっておかしいですか？女の人のみで化粧をしている男の人ってどう思いますか？どんな意見でも構いません。	女性
看護学部の実習はどのようなことをどのぐらいの期間やるのですか？	看護学部

図 10 実際に選定した質問例

ユーザをフォローする。

- 3) 実験主催者が質問を全てのユーザに渡す
- 4) 質問を受け取ったユーザは次の二つの動作のいずれかを行う。a:質問に回答する。b:質問を捨てる。
- 5) 実験開始から 30 分経過するまでユーザは 4) を行い、30 分経過した時点で終了する。

ただし、質問の順序については PA では、実験主催者によってランダム転送された質問についてはユーザによってランダムにし、実験開始後に質問転送者から送られてきた質問は時系列に表示するようにした。また CA では、それぞれのユーザによってランダムに異なる様に設定した。このように順序を設定したのは、現実の QA サイト投稿順がユーザのアクセス時間によって異なるためである。

4.3 ユーザプロフィール情報の選定

ユーザが適切な回答者を考慮するにあたって、ユーザプロフィール情報を選定した。ユーザプロフィール情報は以下の通りである。ただし、ユーザが記入内容が無い場合や記入したくない場合は記入されていないユーザプロフィール情報が存在する。

ユーザプロフィール情報: 性別、年齢、住んだことのある地域、所属、専門分野、趣味、特技、部活、好きなもの、自己紹介

実際のユーザープロフィール属性の例を以下に示す。

性別:男、年齢:23、住んだことのある地域:大阪と京都、所属:京都大学工学部情報学科、専門分野:コンピュータサイエンス、趣味:音楽、特技:弾き語り、部活:軽音、バイト:中小企業でプログラマー、好きなもの:パイナップル、自己紹介:サプライズとインスタ映えスポット巡りが最近のマイブームです。

4.4 質問の選定

提案手法と比較手法それぞれのユーザプロフィール情報から共に適切な回答者を選択できる質問を選定した。実際に選定した百四十問の質問からサンプリングした五問の質問例を図 10 に示す。

4.5 実験結果

実験によって得られたデータの内、参加したユーザー総数、質問総数、転送総数、回答総数、フォロー総数を図 11 に示す。転送数とは、質問者もしくは、質問転送者が他のユーザーに質問を転送した回数のことであり、フォロー数とはユーザー間のフォローする側とフォローされる側の有向グラフの枝の数のことである。

提案手法の評価を行うために得られた数値（有効数字 2 桁）を図 12 に示す。ただし、適正質問率についてはそれぞれのユー

	ユーザー総数	質問総数	転送総数	回答総数	フォロー総数
提案手法	17	140	1330	329	197
比較手法	17	140	2380	501	0

図 11 実験結果サマリー

	適正質問率	適正回答獲得率	有効回答率	質問回答数平均	適正回答数平均
提案手法	38.82	80.00	68.17	2.15	1.8
比較手法	20.59	70.00	58.67	2.85	2.25

図 12 提案手法と比較手法の性能比較

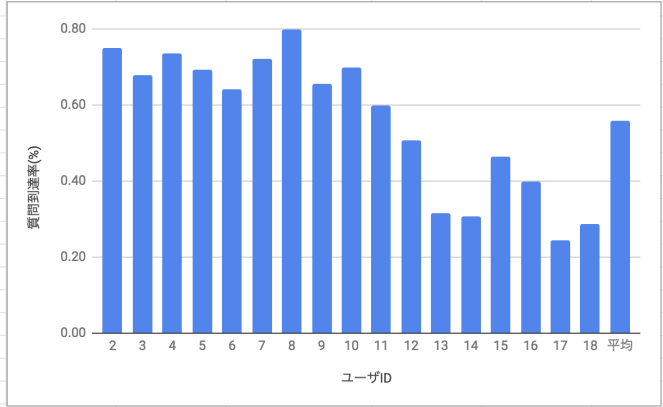


図 13 ユーザーごとの質問到達率とその平均

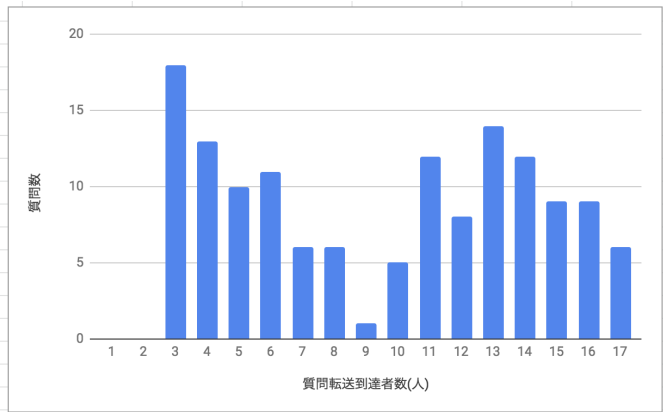


図 14 質問あたりの質問転送到達者数

ザーに転送された質問をランダムに 10 問サンプリングし、その質問に割り当てられた適切な回答者に属しているかを確認した。また、適正回答獲得率と有効回答率については、質問を条件を設定せずにランダムに 20 問サンプリングし、それぞれの手法でついた回答の回答者がその質問に適した回答者であるかを確認した。質問回答数と適正回答数平均については、同様に 20 問サンプリングしたものの 1 問あたり回答数の平均と適正回答数の平均を表している。提案手法における質問到達率（有効数字 2 桁）を図 13 に、質問あたりの質問転送到達数を図 14 に示す。ユーザ ID とは、ユーザを識別するための固有の ID であり、質問到達率と質問転送到達者数は全質問（140 問）から算出した。また、質問転送到達者数は 17 人で全ユーザに転送することとなる。

4.6 実験結果による考察

図 12 から、提案手法の方が、回答者に適切な質問が提示されやすく、適切な回答者による回答が少なくとも 1 つ以上得られ

る質問の割合が高く、各質問に適切な回答者による回答が得られる割合が高いことがわかった。かつ、図 13 から 1 人当たりの質問提示数が少ないことがわかった。これによって、はじめに述べた「回答者が自分に適切な質問を見つけるのが難しいことがある」、「適切な回答者による回答が見つからない」、「各質問に適切でない回答者も回答してしまう」という QA サイトの 3 つの課題を軽減でき、質問を転送・拡散する範囲はできるだけ小さくピンポイントに回答者に適した質問を転送・拡散することができる可能性が示唆された。しかし、比較手法の方が、1 問当たりの回答数や適正回答数で優れていることもわかった。これは、提案手法の方が、ユーザーをフォローしたり、質問を転送したり、転送するためにユーザーを選定するのに時間がかかってしまうためであると考えられる。また図 14 から、各質問の中で全ユーザーに転送されてしまった質問は約 5 %程度しかなく、質問に関わるユーザーを制限出来ていることがわかった。図 13 からは、それぞれのユーザーごとに拡散されてきた質問数の差がそれほど無いことから、質問をユーザごとにある程度負荷分散出来ていることがわかった。

5 ま と め

提案手法では、ユーザーをフォローしたり、質問を転送したり、転送するためにユーザーを選定するのに時間がかかるため、なるべく多くの回答数を求めるような質問には向いていない。そういった質問はむしろ既存の QA サイトを模した比較手法の方が精度が高くなる。しかし、実験結果を分析することにより、実験で立てた問いに関して以下の 4 点が分かった。まず、すべての質問が質問者に提示されるという問題については、各回答者側に提示される質問が 100 % (全質問) から 56%まで減少した。次に、すべての質問が回答者に適している・適していないに関わらず提示されるという問題については、回答者側からみて、提示される質問のうち自分に適した質問の割合が 21%から 39%まで向上した。適した回答者による回答が一つもつかない質問が生じるという問題については、質問者側からみて、適切な回答者に少なくとも 1 回以上回答される質問の割合が、70%から 80%に向上した。最後に、本来その質問に答える必要のないユーザまでもが答えてしまうという問題については、質問者側からみて、質問についた回答のうち適切な回答者に回答された回答の割合が 59%から 68%に向上した。これらのことから、以下のいずれかの条件を満たす場合は既存の QA サイトモデルよりも提案手法の方が有効であることが示唆された。

- 1) 質問者側からみて、質問に適したユーザに少なくとも一回以上答えて貰いたい場合
- 2) 質問者側からみて、なるべく質問に適したユーザの意見だけを貰いたい場合
- 3) 回答者側からみて、なるべく自分に適した質問のみを提示して貰いたい場合
- 4) 回答者側からみて、なるべく提示される質問を自分の知り合いに限り、質問数を制限したい場合

5.1 提案手法における今後の課題

アンケート結果などを考慮して、提案手法の精度や有効性をより正確に測るための主な課題が 3 つ考えられる。第 1 に、今回の実験ではユーザ 34 人での評価実験を行ったが、提案手法の有効性をより正確に検証するにはより多くのユーザが必要であるという課題が挙げられる。なぜなら、以下の懸念点があるからである。

- 1) 質問自体も少なくなるので、質問自体を目視で探すほうが容易になり、各質問に対して、ユーザにとって適切な質問かを判断する必要性が無くなってしまう可能性がある点。
- 2) 質問に対して特定のプロフィール情報をもつユーザが存在しない可能性がある点。
- 3) フォロー・フォロワー関係の範囲が小さくなり、既存の QA サイト同様、全てのユーザー同士が繋がっている完全グラフになったり、質問を転送する候補先が見つからない可能性がある点。

第 2 に、QA サイトにおいて、ユーザの回答に対するモチベーションを高めるために、報酬を与えるのが一般的であるが、今回の本論文における提案手法においてはどのような報酬モデルにすべきかは定まっていないという課題が挙げられる。報酬モデルを定め、提案手法と比較手法で報酬モデルを導入した上で回答の精度の比較を行えば、より現実的な比較になると考えられる。第 3 に、ユーザが転送できる人数制限の最適な人数の評価を行うことが出来ていないという課題が挙げられる。現状の提案手法のシステムでは、ユーザが転送できる人数制限を 3 人にしている。これは、被験者ユーザ 17 人に各質問が全転送されないようにし、かつ実験においてある程度の精度を達成するためには、3 人程度が適切ではないかと考えたからである。なるべく少ないユーザに質問を転送し、かつ各質問に適切な回答者による回答がつく人数制限の下限を評価実験において評価する必要がある。

5.2 提案手法における今後の発展性

まず考えられるものとして、前節の二つ目で述べた「提案手法の報酬モデルを定まっていない」という課題を解決することが考えられる。その一つの方法として質問を適切な回答者もしくは適切な回答者を知っているユーザに転送し、適切な回答が行われた際に、その質問に関わった回答者のみならず、質問転送者にも報酬を分配するという方法が考えうる。また、どのような報酬分配アルゴリズムの手法（モデル）を与えれば、回答者にしめる適切な回答者の割合の向上など提案手法のシステムの精度が良くなるのかを精査し、評価実験を行うことも一つの研究項目となるであろう。

その他にも、既存の QA サイトモデルに挙げられる知らないユーザからの「意味のない質問を大量に転送される」、「回答者にとって不愉快な質問が転送される」といった荒らし行為の防止・課題解決に提案手法が役立つのかを検証することが挙げられる。つまり提案手法では、ユーザの知り合い（今回のシステムでは、フォロー・フォロワー関係を結んだユーザ）からしか質問が転送されてこないで、フォロー関係のユーザーを選別する

ことで、悪意のある質問者からの攻撃を自らである程度フィルタリングすることが出来る可能性がある。また、質問に対する回答の多様性や極性のバランスを恣意的に制御出来るかを検証する研究も挙げられる。例えば、「アベノミクスで雇用が増えたとの報道がありましたが、本当にそうなののでしょうか。そうならば解説していただけないですか？」といった質問に対しては、既存の QA サイトモデルでは政治に関心があり、自分の意見を主張したい賛成反対両極端の意見が集まってしまう可能性がある。これに対して、質問転送者に第三者の判断を仰ぐことで、多様な人の意見が集まるようにしたり、求める回答の意見の賛成・反対のバランスを恣意的に操作出来る可能性がある。

6 謝 辞

本研究は、JST CREST (JPMJCR16E3), JSPS 科研費 18H03245, JSPS 科研費 16K12430 の支援を受けたものである。

文 献

- [1] 横山 裕也, 宝珍 輝尚, 野宮 浩揮, “質問回答サイトにおける質問文への適切な回答者の選出法”, 日本感性工学会論文誌, Vol. 15, No. 1, pp. 21–29, 2016.
- [2] P. Jurczyk and E. Agichtein, “Discovering Authorities in Question Answer Communities by Using Link Analysis”, Proc. of 16th ACM Conf. on Inf. and Know. Management(CIKM2007), pp. 919–922, 2007.
- [3] E. Agichtein, C. Castillo, D. Donato, A. Gionis and G. Mishne, “Finding High-Quality Content in Social Media”, WSDM ’08 Proceedings of the 2008 International Conference on Web Search and Data Mining, pp. 183–194, 2008.
- [4] J. Liu, Y. Song, and C. Lin, “Competition-based user expertise score estimation”, In Proceedings of the 34th International ACM SIGIR Conference on Research and Development on Information Retrieval, pp. 425–434, 2011.
- [5] Daisuke Ishikawa, Tetsuya Sakai, Yohei Seki, Kazuko Kuriyama, Noriko Kando, “Automatic Prediction of High-Quality Answers in Community QA”, 情報知識学会誌, Vol. 21, No. 3, pp. 362–382, 2011.
- [6] C. Shah and J. Pomerantz, “Evaluating and Predicting Answer Quality in Community QA”, Proceeding of the 33rd international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval, pp. 411–418, 2010.